

Raakvlak openbaar vervoer en netcongestie

*Ministerie van Klimaat en Groene Groei in samenwerking met
het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*

31 januari 2025



Inleiding van het rapport 'Raakvlak openbaar vervoer en netcongestie'

Beste lezer,

Hierbij presenteren wij u het rapport 'Raakvlak openbaar vervoer en netcongestie'. Deze opdracht is uitgevoerd door ROCC, in opdracht van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei en in samenwerking met het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Het doel van dit onderzoek is tweeledig: Enerzijds om mogelijkheden met OV-netten in kaart te brengen die netcongestie kunnen verlichten. Anderzijds om de impact van netcongestie op het OV in kaart te brengen en te onderzoeken hoe OV de komende jaren verder kan groeien en verduurzamen zonder netcongestie te verergeren. Dit rapport richt zich daarmee op OV-gerelateerde maatregelen. Andere maatregelen (o.a. vanuit de netbeheerder) zijn niet in scope en worden uitvoerig besproken in andere onderzoeken.

Het rapport biedt inzicht in de technische kenmerken van OV-netten en het effect van netcongestie op het OV wanneer geen maatregelen worden getroffen. Het geeft ook mogelijkheden om netcongestie te verlichten of niet te verergeren door gebruik te maken van de capaciteit van OV-netten of andere maatregelen. Het onderzoek vond plaats van medio september tot januari 2025.

De inzichten in dit rapport zijn gebaseerd op desk research, interviews en aangeleverde informatie vanuit OV-partijen, infrabeheerders, concessieverleners en netbeheerders.

Wij bedanken de deelnemers die bijgedragen hebben aan het onderzoek, wiens input cruciaal is geweest voor dit rapport. Daarnaast danken we de deelnemers aan de klankbordgroep voor de bijdrage aan dit rapport.

Hoogachtend,

Rogier Pennings

Namens het ROCC-team

Rick van Koppen
Rein Boshuisen
Chiem Kraaijvanger
Hidde van der Linden



Ministerie van Klimaat en
Groene Groei

in samenwerking met



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat



ROCC B.V.
Stationsplein 45, A4.004
3013 AK, Rotterdam
www.rocc.nl

Inhoudsopgave

1. Introductie
2. Achtergrond van OV en netcongestie
3. Impact van netcongestie op OV
4. Opties realiseren van ambities OV
5. Opties verlichten van netcongestie
6. Uitdagingen bij de oplossingen
7. Aanbevelingen

Bijlagen

- A. Betrokken partijen
- B. Opbouw OV-netten
- C. Huidige en verwachte problemen met netcongestie per concessiegebied
- D. Overzicht stakeholders concessies

Managementsamenvatting: Aanleiding

1/3

Het openbaar vervoer (OV) zal moeten groeien om te blijven voldoen aan de stijgende mobiliteitsvraag. Daarnaast heeft het OV meerdere duurzaamheidsdoelstellingen gekregen vanuit de overheid. De resulterende groei- en verduurzamingsambities leiden tot een toenemende elektriciteitsvraag van het OV. Hierdoor hebben de verschillende modaliteiten - treinen, metro's, trams, en (trolley) bussen - een groeiende afhankelijkheid van een elektriciteitsnet dat in staat is deze elektriciteit te leveren.

Dit wordt echter op veel plekken verhinderd door netcongestie. Het verkrijgen van extra transportcapaciteit voor elektriciteit binnen de gewenste tijdsduur is vrijwel door het hele land niet meer mogelijk en leidt tot wachtlijsten bij de netbeheerders. Dit verhindert en vertraagt de realisatie van de gestelde groei- en verduurzamingsambities aangezien het verkrijgen van extra transportcapaciteit hiervoor vaak een randvoorwaarde is. Het OV zal hierdoor zelf maatregelen moeten treffen om de hinder en vertraging te verminderen of te voorkomen en de toekomstige dienstregeling mogelijk te maken. De aard van netcongestie is per locatie anders. Maatregelen moeten daardoor ook per locatie worden gevonden.

Daarnaast biedt het OV ook potentie om netcongestie voor anderen te verlichten. Het OV beschikt over eigen elektriciteitsnetten, ook wel tractienetten genoemd. Door deze elektriciteitsnetten slim in te zetten kan de netbeheerder potentieel geholpen worden bij het beschikbaar stellen van transportcapaciteit en het daarmee terugdringen van de wachtlijst.

De mate waarin de ambities van het OV geraakt worden is onzeker. Daarnaast is het onduidelijk welke impact maatregelen kunnen hebben op deze uitdaging en in hoeverre het OV daadwerkelijk kan helpen netcongestie te verlichten. Door deze onzekerheid ontbreekt een duidelijke probleemduiding en oplossingsroute.

Dit onderzoek richt zich op het scheiden van feit en fictie over wat er mogelijk is vanuit OV in relatie tot netcongestie. Het brengt in kaart in welke mate netcongestie de ambities van het OV raakt. Daarnaast worden de mogelijkheden beschreven om deze ambities alsnog te realiseren en mogelijk netcongestie kunnen verlichten. Daarmee wordt onderzocht of OV de komende jaren verder kan groeien en verduurzamen zonder netcongestie te verergeren. Dit moet leiden tot een gedeelde feitenbasis over de problematiek en ook de mogelijke oplossingsrichtingen.

Onderdelen van dit rapport

Dit rapport 'Raakvlak openbaar vervoer en netcongestie' is uitgevoerd door ROCC in opdracht van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei, in samenwerking met het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Dit onderzoek heeft als doel:

1. Het creëren van een gemeenschappelijk feitenbasis over het raakvlak tussen OV en netcongestie (hoofdstuk 2);
2. Het in kaart brengen van de impact van netcongestie op het OV (hoofdstuk 3);
3. Het identificeren van mogelijkheden om groei- en verduurzamingsambities van het OV te realiseren zonder netcongestie te verergeren (hoofdstuk 4);
4. Het identificeren van mogelijkheden om aanwezige infrastructuur van het OV te benutten om bij te dragen aan het verlichten van netcongestie (hoofdstuk 5);
5. Het aangeven van uitdagingen bij het kunnen toepassen van de mogelijkheden voor het realiseren van de ambities of het bijdragen aan verlichten van netcongestie (hoofdstuk 6); en
6. Het presenteren van aanbevelingen om de ambities te realiseren, bij te dragen aan het verlichten van netcongestie en het oplossen van de bijbehorende uitdagingen (hoofdstuk 7).

Managementsamenvatting: Uitdagingen

2/3

Uitdagingen in de realisatie van OV-ambities

De mate waarin netcongestie de ambities van het OV raakt verschilt per modaliteit. Voor met name de groei en verduurzaming van trein en de verduurzaming van busvervoer raakt dit de realisatie van de ambities.

Trein:

De gewenste toename in vervoerscapaciteit voor de trein vertaalt zich in een groeiend aantal tractiestations van ProRail (~75% in 2030) waar onvoldoende vermogen kan worden gecontracteerd om de gewenste groei in dienstregeling te faciliteren. Voor de elektrificatie van huidige dieseltrajecten voor personenvervoer is netcongestie naast vele andere factoren een belemmerende factor. Ook zorgt netcongestie ervoor dat de elektrificatie van infrastructuur zoals wisselverwarming niet met de gewenste snelheid kan plaatsvinden.

Bus:

De groei- en verduurzamingsambities van het busvervoer zijn fors. Dit komt met name door de transitie van dieselbus naar zero-emissie bus. Deze gewenste verduurzaming staat op meerdere plekken onder druk doordat er niet genoeg aansluitingen met voldoende transportcapaciteit kunnen worden gevonden voor het laden van elektrische bussen.

Trolleybus:

Op het trolleybusnet in de regio Arnhem wordt de uitbreiding richting station Ede-Wageningen momenteel verhinderd door o.a. netcongestie.

Tram:

Voor de tram worden voor 2030 alleen in Amsterdam knelpunten verwacht die gewenste groei verhinderen, kijkend voorbij 2030 is de situatie vaak nog onbekend maar is de kans reëel dat netcongestie een belemmering gaat vormen voor uitbreidingen.

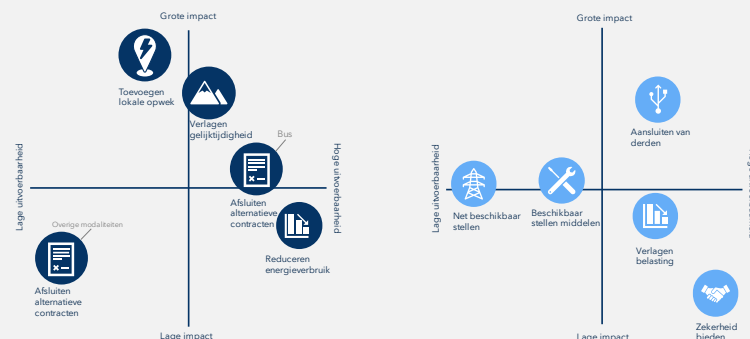
Metro:

Tot 2030 worden er voor de metro nog geen knelpunten gezien die groeiambities verhinderen, kijkend voorbij 2030 worden wel de eerste knelpunten verwacht in zowel Rotterdam als Amsterdam.

Toepasbare maatregelen met de verwachte impact en uitvoerbaarheid

Voor realisatie van ambities

Voor verlichten van netcongestie



Uitdagingen bij toepassen van maatregelen

Bij het toepassen van de maatregelen lopen OV-partijen tegen meerdere belemmeringen aan. Er zijn zes verschillende belemmeringen geïdentificeerd:

- Beperkte gezamenlijke besluitvorming tussen partijen;
- Inzicht in maatschappelijke business case voor oplossingen ontbreekt;
- Het ontbreekt aan het benodigde inzicht bij veel partijen;
- Organisaties zijn nog niet ingericht op de vereiste acties;
- Gebrek aan een programmatische aanpak; en
- Belemmeringen voor de effectiviteit van een specifieke maatregel.

Het wegnemen van deze belemmeringen is essentieel om de hierboven getoonde maatregelen efficiënt en effectief te kunnen realiseren.

Managementsamenvatting: Aanbevelingen

3/3

Effectieve toepassing van maatregelen helpt ambities te realiseren

Om de groei- en verduurzamingsambities alsnog (zo veel als mogelijk) te realiseren wordt geadviseerd de volgende maatregelen te nemen of te onderzoeken.

- Onderzoek bij gehinderde ambities door kortstondige te hoge pieken in vermogensvraag de mogelijkheden om de gelijktijdigheid van deze pieken te verlagen met energieopslag langs het spoor of op het rijdend materieel;
- Verken bij gehinderde ambities door langdurige overschrijdingen van het contractvermogen de mogelijkheden voor het toevoegen van regelbare lokale opwek, bijvoorbeeld in de vorm van gasgeneratoren;
- Zet in op tijdsblokgebonden contracten voor het realiseren van ZE-bus of maak gebruik van onbenutte ruimte op aansluitingen met behulp van cable pooling; en
- Blijf aandacht geven aan het reduceren van de energievraag om zo de totale uitdaging iets te dempen.

Om de netcongestie te verlichten met behulp van het OV wordt aanbevolen de volgende maatregelen te onderzoeken en te nemen:

- Sluit derden aan via cable pooling of middels een GDS-ontheffing wanneer hier ruimte voor is binnen het net of aansluiting van de OV-partij en dit past binnen het huidige belasting van de netbeheerder; en
- Onderzoek de plekken waar het beschikbaar stellen van grond van OV-partijen de netbeheerder kan helpen.

Er zijn daarnaast meerdere aanbevelingen die de effectiviteit van de toepassing van bovenstaande maatregelen verhoogt. Deze aanbevelingen moeten worden opgevolgd om de maatregelen tijdig beschikbaar te hebben.

Een vijftal randvoorwaarden moeten hiervoor worden ingevuld

Naast het toepassen van specifieke maatregelen zullen een aantal algemene zaken moeten worden ingericht. Dit zorgt ervoor dat deze maatregelen uit te voeren zijn.

- Oplossingen moeten met de gehele energieketen gecreëerd worden d.m.v. een ketenaanpak. Er moet een overlegstructuur en proces tussen netbeheerders en OV-partijen (en bij sommige onderwerpen de concessieverlener) worden opgezet. Ook moet een afwegingskader worden ontwikkeld om te kunnen komen tot keuzes die de individuele partijen overstijgen;
- Bij het kiezen van mogelijkheden/maatregelen die OV-partijen kunnen nemen, moet dit zoveel mogelijk vanuit een maatschappelijke business case gedaan worden. Dit vereist ook afspraken om eventuele niet sluitende business cases van individuele partijen wel sluitend te maken;
- Inzicht in de elektriciteitsbehoefte en de impact op het netwerk moet verbeteren, zodat de juiste oplossingen geïdentificeerd kunnen worden. OV-partijen moeten investeren in meet- en analysesystemen. De netbeheerder moet deze elektriciteitsbehoefte vertalen naar impact op elektriciteitsnetwerk en deze inzichten delen met OV-partijen. Met deze inzichten kunnen OV-partijen inzetten op de juiste oplossing;
- OV-partijen moeten de organisatie zo inrichten dat de mensen, kennis en vaardigheden aanwezig zijn om deze nieuwe werkzaamheden uit te voeren en te beheren. Dit creëert additionele kosten die momenteel niet gedekt worden in de concessies; en
- Het inrichten van een programmatische aanpak en ondersteuning helpt opschalen van oplossingen. Hiermee kunnen succesvolle oplossingen beter worden uitgerold naar andere partijen. Door dit juist te organiseren wordt sneller opgeschaald en zal de OV-sector daarmee in totaal meer impact maken.

1.

Introductie

Dit onderzoek creëert een gedeelde feitenbasis over de raakvlakken van openbaar vervoer en netcongestie

Het openbaar vervoer (OV) speelt een cruciale rol in het dagelijkse leven van veel mensen en is een essentieel onderdeel van de nationale en stedelijke infrastructuur. Met de toenemende elektriciteitsvraag van het OV, waaronder treinen, metro's, trams, en (trolley) bussen, is er een groeiende afhankelijkheid van een robuust en betrouwbaar elektriciteitsnet.

Het OV, als grote verbruiker van elektriciteit, moet zich aanpassen om zowel de huidige diensten te kunnen blijven leveren als de toekomstige groei en verduurzaming te faciliteren (en daarmee de toekomstige dienstregeling mogelijk te maken). Netcongestie vormt hiervoor een serieuze belemmering en stelt nieuwe uitdagingen aan het goed functioneren van het OV. Dit vraagt om nieuwe oplossingen om de bestaande energie-infrastructuur optimaal te benutten voor het realiseren van eigen taken, en waar mogelijk, ook bij te dragen aan het verlichten van netcongestie.

De potentie van OV wordt gezien...

De behoefte aan onderzoek naar de potentie van OV wordt benoemd in de [Actieagenda Laagspanningsnetten](#) (januari 2024). Hierbij hoort de toevoeging dat dit zich niet beperkt tot het enkel oplossen van netcongestie op laagspanningsnetten, maar mogelijk ook op middenspanningsnetten en hoogspanningsnetten. Daarnaast wordt de potentie benoemd in het eindrapport [Slim met Stroom voor](#)

[Groene Groei](#) (november 2024) en wordt er gewerkt naar een congestiedeal voor het OV, tussen de ministeries Klimaat en Groene Groei en Infrastructuur en Waterstaat, OV-partijen (vervoerders, infrabeheerders en concessieverleners) en netbeheerders over de omgang met netcongestie.

...en er gebeurt al het nodige

Tegelijkertijd zijn er al de nodige initiatieven rondom OV in relatie tot netcongestie, zoals te zien in de 48 opgehaalde pilots in de [inventarisatie pilots OV-netten t.b.v. netcongestie](#). Dit betreft geplande, lopende en afgeronde pilots, waarmee er in de praktijk al concrete voorbeelden bestaan. De vraag is hoe we deze praktijkvoorbeelden kunnen koppelen aan de algehele potentie. Dit is mede het doel van dit onderzoek.

Het doel van dit onderzoek

Dit onderzoek richt zich op het scheiden van feit en fictie over wat er mogelijk is vanuit OV in relatie tot netcongestie. Het heeft het doel om mogelijkheden in kaart te brengen die netcongestie kunnen verlichten en om de impact van netcongestie op het OV te duiden. Daarmee wordt onderzocht of OV de komende jaren verder kan groeien en verduurzamen zonder netcongestie te verergeren, en zo ja hoe. Dit moet leiden tot een gedeelde feitenbasis over de problematiek en ook de mogelijke oplossingsrichtingen.

Leeswijzer

Dit rapport geeft de basiskennis van OV en netbeheer in hoofdstuk 2, om vanuit een gezamenlijk startpunt te kunnen kijken naar de materie. Dit wordt gevolgd door het toekomstbeeld in hoofdstuk 3, om scherp te hebben wat er op OV en netbeheer afkomt. In hoofdstuk 4 en 5 wordt ingegaan op respectievelijk de mogelijkheden om groei van OV waar te maken en netcongestie daarmee niet te verergeren, en de mogelijkheden om netcongestie voor anderen te verlichten. Dit wordt gevolgd door een overzicht van technische, juridische, economische en organisatorische belemmeringen in hoofdstuk 6. Het rapport sluit af met de aanbevelingen in hoofdstuk 7.

Netcongestie bemoeilijkt nu al het verkrijgen van voldoende netcapaciteit voor OV

Partijen staan in de rij voor een netaansluiting

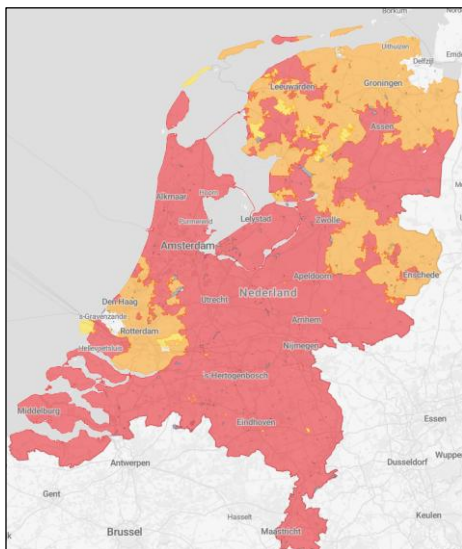
Het verkrijgen van een nieuwe netaansluiting of het verzwaren van een bestaande aansluiting kan lang op zich laten wachten vanwege netcongestie. Doordat er in een zeer groot deel van Nederland netcongestie is afgekondigd, zijn er wachtlijsten waar meerdere partijen op additionele transportcapaciteit wachten.

De positie van het OV is onzeker

Doordat het OV (op het moment dat dit rapport geschreven is) geen prioritering heeft gekregen in het 'Codebesluit prioriteringsruimte bij transportverzoeken', kan de beschikbaarheid van een netaansluiting met transportcapaciteit langer duren doordat andere aanvragers voorrang krijgen op de wachtlijst. Het bovenaan de wachtlijst staan is overigens geen garantie op het wel direct verkrijgen van een netaansluiting.

Het ontbreekt aan een duidelijkheid

Om op de wachtlijst voor een netaansluiting te komen moet een partij een aanbeting doen, terwijl weinig zekerheid bestaat over wanneer de netaansluiting inclusief gecontracteerd vermogen beschikbaar is. Dit leidt tot een risico in investeringsbeslissingen en daarmee mogelijk uitstel en verdere vertraging.



Figuur 1.1: De capaciteitskaart (afname; regionale netbeheerders en TenneT) op 17 januari 2025, Bron: Netbeheer Nederland.

Telecom- en ov-bedrijven naar rechter om voorrang op stroomnet af te dwingen



Eva Rooijers, Martijn Pols



Werkzaamheden aan het stroomnetwerk door TenneT. Foto: Rob Engelaar/ANP

Figuur 1.2: Krantenkop over de rechtszaak vanuit OV-bedrijven (en telecom) om een plaats in het prioriteringskader. Bron: Financieel Dagblad, 6 december 2024.

Informatie was gemiddeld beschikbaar en bruikbaar voor dit onderzoek

Toegang tot informatie



De resultaten uit dit onderzoek zijn afhankelijk van de toegang tot informatie (de mate waarin de stakeholders informatie kunnen en willen delen) en de kwaliteit van de deze informatie. De toegang tot informatie was over het algemeen goed, maar op sommige vlakken beperkt vanwege gevoeligheid van deze informatie. Data is opgevraagd bij verschillende organisaties:

- **OV-partijen** (vervoerders en infrabeheerders): OV-partijen is gevraagd data aan te leveren over bestaande en verwachte knelpunten in hun netwerk, en de impact hiervan op groei- en verduurzamingsambities. Er zit een spanningsveld tussen de benodigde data voor dit rapport versus de vertrouwelijkheid van bepaalde data. Deze vertrouwelijkheid komt o.a. voort uit lopende of verwachte aanbestedingen van concessies.
- **Concessieverleners**: Data over huidige en verwachte issues met netcongestie in bestaande en nieuwe concessies. Voor het verkrijgen van data zijn de concessieverleners deels afhankelijk vanuit de informatievoorziening van OV-partijen die concessies uitvoeren.
- **Netbeheerders**: Aangezien netbeheerders geen informatie mogen delen over hun klanten, is hun enkel gevraagd naar hun eigen standpunt t.o.v. het raakvlak tussen netcongestie en OV en eventuele belemmeringen.

Beschikbare en deelbare data is opgenomen in dit rapport, vertrouwelijke data niet. Waar mogelijk, is kwalitatief wel de strekking besproken van deze data om de richting van ontwikkelingen te kunnen duiden.

Bruikbaarheid informatie



De kwaliteit van de ontvangen informatie varieert tussen de stakeholders. Door middel van interviews is verheldering verkregen waar nodig en mogelijk. Omdat de mate van inzicht verschilt per partij is het soms lastig gebleken om informatie goed te aggregeren, aangezien hetzelfde type inzicht niet altijd bij partijen aanwezig is.

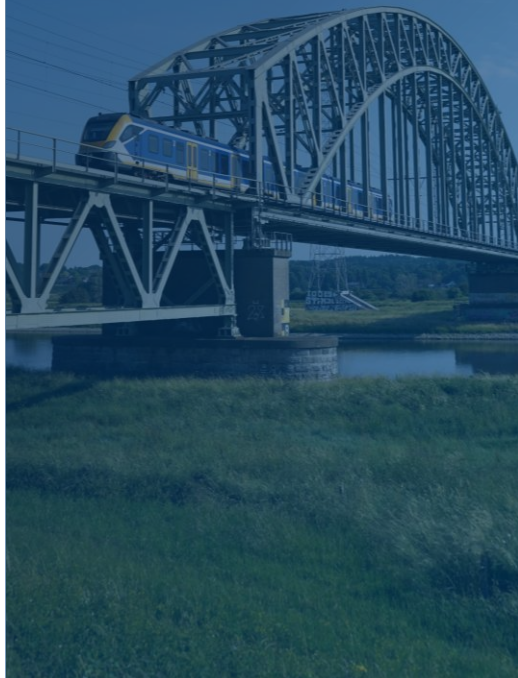
Dit rapport is een momentopname. Door ontwikkelingen op zowel OV- als netbeheervlak (zoals bijvoorbeeld wijzigende ambities vanuit OV of nieuwe netcongestiegebieden) en voortschrijdend inzicht, kan het plaatje veranderen. Er zijn geen audit-achtige werkzaamheden uitgevoerd op de ontvangen informatie, we kunnen daarom geen formele uitspraak doen over de juistheid van de informatie.

De informatieverzameling is gedaan door middel van een combinatie van interviews, digitale uitvragen en controle-rondes met relevante stakeholders. Daarnaast is er een klankbordgroep gevormd met de relevante stakeholders om de resultaten te toetsen. Een overzicht van de betrokken partijen is te vinden in bijlage 1.



2. Achtergrond van OV en netcongestie

Samenvatting hoofdstuk 2



Dit onderzoek beschouwt de impact van netcongestie op het OV en vice versa.

De elektriciteitsvoorziening van trein, metro, tram en trolleybus gebeurt via tractienetten. De laadinfrastructuur voor het laden van elektrische bussen is meestal direct aangesloten op het reguliere elektriciteitsnet.

Ondanks dat tractienetten net zoals reguliere netten ook stroom transporteren, verschillen ze toch van reguliere elektriciteitsnetten. Tractienetten zijn zo ontworpen dat ze de korte piekbelastingen die worden veroorzaakt door het optrekken van voertuigen kunnen opvangen. Echter, tractienetten zijn minder geschikt om continu maximaal belast te worden, iets wat bij reguliere netten wel mogelijk is.

Daarnaast verschillen de juridische status van OV-netten onderling, wat impact heeft op de mogelijkheden voor die netten.

Netcongestie gaat over de belasting op piekmomenten en de daarvoor benodigde transportcapaciteit, en/of een tekort aan vrije velden bij een transformator. Of er netcongestie is, wordt bepaald door de netbeheerders. Wanneer de optelsom van de huidige belasting, de verwachte autonome groei en ingediende aanvragen voor nieuwe transportcapaciteit op een moment in het jaar hoger is dan de aanwezige transportcapaciteit moet de netbeheerder netcongestie afkondigen.

Daarnaast gaat netcongestie ook over het onvermogen om de transportcapaciteit tijdig uit te breiden wanneer hiervoor een tekort is. Dit kan komen door een gebrek aan ruimte voor uitbreidingen, of een gebrek aan engineers en

monteurs. Hiermee is netcongestie vooral ook een maakbaarheidsopgave.

De belasting op tractienetten verschilt per modaliteit in het OV. Het belastingprofiel van de bus is afhankelijk van de gekozen laadstrategie. Het belastingprofiel van metro en tram zijn sterk gedreven door het optrekken van de voertuigen. Voor de trein geldt dit in mindere mate.

Bij het bepalen van netcongestie houdt de netbeheerder rekening met deze specifieke belastingprofielen. Door de jaren heen is het gecontracteerd vermogen op de OV-aansluitingen meegegroeid met de benodigde transportcapaciteit, omdat het vergroten van het contract in het verleden altijd mogelijk was.

Daarnaast bevindt netcongestie zich op specifieke netvlakken of componenten van de netbeheerder. Het is belangrijk om hier bewust van te zijn omdat hierdoor extra belasting toevoegen lager in het net kan leiden tot overbelasting op hogere netvlakken. Daarom brengt het continu volledig benutten van het gecontracteerd vermogen mogelijk risico's met zich mee op het moment deze ruimte op hoger gelegen stations in het net niet aanwezig is.

Het is daarom van belang om de hele energieketen te beschouwen wanneer het over netcongestie gaat. Op die manier worden de beste maatregelen zichtbaar en wordt voorkomen dat maatregelen een ongewenst negatieve impact hebben op het netcongestie en het elektriciteitsnet.

Dit onderzoek beschouwt de impact van netcongestie op het OV en vice versa

Onder het OV vallen in dit onderzoek de modaliteiten trein, metro, tram en (trolley)busvervoer. Op enkele trajecten na is het OV per spoor (trein, tram en metro) volledig elektrisch aangedreven, net als de trolleybussen. Voor het OV per bus is de transitie van dieselbussen naar zero-emissiebussen momenteel in volle gang. De modaliteiten per spoor worden van elektriciteit voorzien middels tractienetten, op de volgende pagina wordt uitgelegd hoe een tractienet werkt. In totaal bevinden zich acht verschillende tractienetten in Nederland uitéénlopend van het ProRail-net voor de trein tot het sneltramnet in Utrecht, zoals te zien in figuur 2.1. Tabel 2.1 geeft een beeld weer van de lengte van deze tractienetten om de grootte in onderling perspectief te plaatsen. Naast de tractienetten bevinden zich door het hele land busremises van verschillende groottes met laadinfrastructuur voor elektrische bussen.

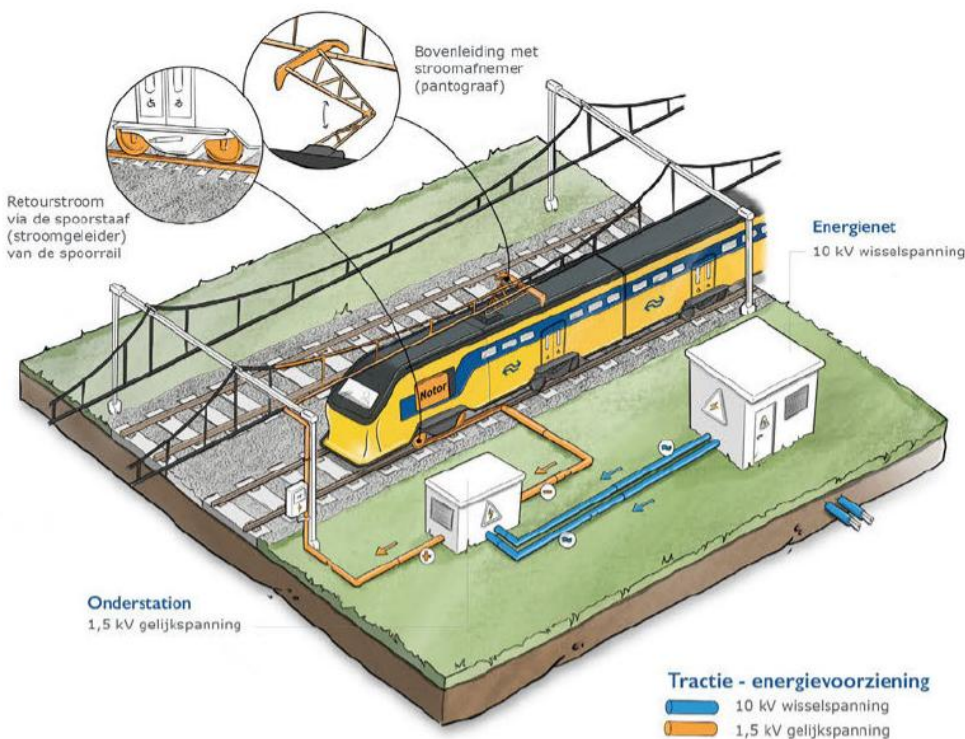
Tabel 2.1: OV tractienetten in Nederland.

Modaliteit	Partij	Netlengte ¹⁾ (km)
Trein	ProRail	2987
Metro	GVB	42
Tram	GVB	110
Metro	RET	103
Tram	RET	114
Tram	HTM	117
Tram	U-OV	29
Trolley	Gem. Arnhem	60



Figuur 2.1: Locaties tractienetten in Nederland.

De elektriciteitsvoorziening van trein, metro, tram en trolleybus gebeurt via tractienetten



Figuur 2.2: Schematisch overzicht werking tractienetten. (bron: Vervolgonderzoek Systeemkeuze Tractie-Energievoorziening ProRail).

Werking tractievoorziening

De trein, metro, tram en trolleybus rijden bijna overal in Nederland op elektriciteit afkomstig vanuit tractienetten. Tractienetten vormen de infrastructuur die de voertuigen voorzien van elektriciteit. Figuur 2.2 geeft een schematisch overzicht van de werking van tractienetten.

Via een bovenleiding of een derde rail worden de treinen, metro's, trams en trolleybussen gevoed met elektriciteit. De bovenleiding of derde rail wordt op haar beurt voorzien van stroom en spanning vanuit speciale tractieonderstations langs het spoor. In deze stations wordt het spanningsniveau aangepast naar het juiste niveau voor de trein, metro, tram of trolleybus die op het betreffende tractienet rijdt. De tractieonderstations worden gevoed vanuit het reguliere elektriciteitsnet. In de tractieonderstations wordt (op enkele uitzonderingen na) wisselstroom (AC) omgezet in gelijkstroom (DC). De gelijkstroom wordt gebruikt om de elektromotor van de trein, metro of tram aan te drijven.

Via de spoorstaven wordt de retourstroom teruggevoerd naar het voedingspunt. Aangezien de trolleybus wel wordt gevoed door een tractienet, maar niet over een spoor rijdt, wordt de stroom daar niet via spoorstaven teruggevoerd maar via een tweede draad in de bovenleiding.

Het spanningsniveau van 1,5 kV dat wordt gehanteerd in figuur 2.2 geldt specifiek voor de trein, en is dus anders op andere tractienetten. Een overzicht van de karakteristieken van verschillende tractienetten wordt gegeven in bijlage 2.

De laadinfrastructuur voor het laden van elektrische bussen is direct aangesloten op het reguliere net

Elektrisch busvervoer maakt gebruik van losse netaansluitingen om te laden, met uitzondering van de trolleybus

In tegenstelling tot de trein, metro, tram maken bussen geen gebruik van een tractienet (m.u.v. trolleybus). Voor het laden van bussen (m.u.v. trolleybus) wordt gebruik gemaakt van laadinfrastructuur gekoppeld op een reguliere netaansluiting¹⁾. Het laden van bussen kan op hoofdlijnen op vier manieren: 1) depot laden, 2) laden via een pantograaf, 3) inductief laden of 4) elektrische aandrijving via trolleyneet.

Depot laden gebeurt meestal aan het einde van de dienst of 's nachts, waarbij bussen via een laadkabel worden aangesloten op een laadstation. Opportunity charging houdt in dat bussen tijdens korte stops, bijvoorbeeld bij haltes of eindpunten, snel worden opgeladen via een pantograaf of inductieladen. Trolleybussen worden al rijdend aangedreven via het trolleyneet.



Depot laden

- Veelal gebruikt om 's nachts in remise vol te laden.
- Vermogen relatief laag: 20 – 150 kW

Foto: Batenburg techniek



Pantograaf laden

- Bus laden tijdens route of op remise (evt. 's nachts)
- Pantograaf bevestigd aan laadpaal
- Pantograaf bevestigd op bus
- Vermogen: tot 600 kW

Foto: GVB



Inductief laden

- Bus laden bij halte of op depot via inductieplaat
- Vermogen: 60-200 kW
- Komt zelden voor, relatief veel laadverliezen

Foto: OV-Magazine



Trolleybus

- Bus laden tijdens het rijden
- Geen actieradiusbeperking maar inzet alleen onder bovenleiding
- Optie: batterijtrolleybus/ Trolley 2.0

Foto: Wikipedia

Ondanks dat tractienetten ook stroom transporteren, verschillen ze van reguliere elektriciteitsnetten

Regulier elektriciteitsnet en tractienet

Tractienetten en reguliere elektriciteitsnetten zijn beiden in de kern bedoeld voor het transport van stroom. Toch zijn er verschillen tussen de type netten vanwege de wijze waarop deze gebruikt worden, zoals te zien in tabel 2.2. Tractienetten zijn ontworpen om piekbelasting van elektrisch rollend materieel op te kunnen vangen wanneer deze optrekken. Ze zijn daarentegen niet goed geschikt om met dezelfde belasting continu belast te worden.

Technische capaciteit tractienetten moet hoger zijn dan contractvermogen

Omdat tractienetten ontworpen zijn om hoge piekbelasting op te kunnen vangen moet de technische capaciteit van de aansluiting op het reguliere elektriciteitsnet altijd groter zijn dan het gecontracteerd vermogen. Tabel 2.3 geeft een overzicht van hoe de technisch capaciteit verschilt ten opzichte van het gecontracteerd vermogen per OV-partij.

Gemiddeld kwartiervermogen moet onder contractvermogen blijven

De netbeheerder bepaalt het gemiddeld piekvermogen per kwartier. Hierdoor zijn kortstondige overschrijdingen van het gecontracteerde vermogen mogelijk. Zolang het gemiddelde gevraagde vermogen per kwartier onder het contractvermogen blijft, zal de netbeheerder niet op een overschrijding acteren.

Relevante verschillen tussen tractienetten

Zoals op pagina 13 benoemd zijn er in Nederland acht verschillende tractienetten. Deze verschillende tractienetten werken volgens dezelfde principes, echter zijn er per net enkele verschillen die invloed hebben op de capaciteit van het desbetreffende net. Zo hebben verschillen in spanningsniveau, regulering en dimensionering invloed op hoeveel stroom een net kan transporteren.

Tabel 2.2: Verschillen reguliere netten en OV-tractienetten.

	Reguliere elektriciteitsnetten	Tractienetten
Spanning	AC, standaard-componenten	DC, speciale componenten
Spanningskwaliteit	Gereguleerd, netcode §7	Ongereguleerd, bijv. veel grotere spanningsvariatie op tractienetten ($\pm 30\%$)
Dimensionering	Maximale continue belasting mogelijk	Maximale continue belasting lager dan piekbelasting
Aantal aansluitingen	~20.000 middenspannings-netaansluitingen	~300 middenspannings-netaansluitingen
Energietransport	~100.000 GWh per jaar	~2.000 GWh per jaar

Tabel 2.3: Kenmerken OV-tractienetten.

Partij	Aantal tractie onderstations	Verbruik op tractienet (GWh/jaar)	Gecontracteerd vermogen (MW)	Technische aansluitcapaciteit (MVA)
ProRail	~280	~1400 ¹⁾	~800	~1400-1600
RET	~50	~135	~60	~250
GVB	~80	~120	~60	~225
HTM	52	~60	~15	~190
Provincie Utrecht	14	~15	~15	~45
Gemeente Arnhem	22	~6	~10	~20

Ook de juridische status van OV-netten verschilt, wat impact heeft op de mogelijkheden voor die netten

De juridische status van OV-netten

Met de juridische status van OV-netten wordt de status bedoeld die het elektriciteitsnet van de OV-modaliteit heeft binnen de elektriciteitswet¹⁾. Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen OV-netten die juridisch gezien een installatie zijn en OV-netten die juridisch gezien een eigen elektriciteitsnet zijn. Het hebben van een privaat netwerk buiten de netbeheerder om is in Nederland verboden. Uitzonderingen hierop die wel zijn toegestaan zijn een directe lijn of een Gesloten Distributie Systeem (GDS). Voorbeelden van OV-netten met een GDS-ontheffing zijn het metronet van de RET (inclusief de daarbij behorende 10kV-distributiering) en het treinnet van ProRail. Tabel 2.4 geeft een overzicht van de juridische status van de verschillende OV-netten.

Een installatie heeft beperkte mogelijkheden binnen de huidige elektriciteitswet

In het geval dat een OV-net een installatie is, mag er geen kabel getrokken worden naar een naastgelegen WOZ-object (pand of gedeelte van een pand met eigendoms- en gebruikersgrenzen) voor gebruik door een derde afnemer. Doordat de meeste OV-netten in Nederland een installatie zijn, is het daarom niet mogelijk om andere partijen hierop aan te sluiten. Het aansluiten van openbare laadinfrastructuur op een OV-net is wel mogelijk. Aangezien de verbinding tussen een laadpaal en een elektrische auto geen aansluiting is volgens de energiewet, is het realiseren van laadinfrastructuur aan eigen installatie wel mogelijk. Belangrijk hierbij is dat de gehele infrastructuur, d.w.z. het OV-net en de laadpalen, wordt gebruikt en geëxploiteerd door één partij. Recent voorbeeld is de laadinfrastructuur die door de HTM wordt gerealiseerd en is aangesloten op het net van de tram.

Een GDS maakt het mogelijk derden aan te sluiten op je eigen net

Wanneer een verbinding wordt gemaakt tussen meerdere WOZ-objekten ontstaat achter de aansluiting met het openbaar net een privaat net met meerdere aangesloten. Hiervoor is een GDS-ontheffing noodzakelijk. Op het moment dat OV-netten capaciteit van hun installatie willen delen met derden moet een GDS-ontheffing worden aangevraagd. De eigenaar van een GDS wordt de netbeheerder van zijn eigen net. Hiermee komen ook

verantwoordelijkheden, zoals ten aanzien van partijen die een aansluiting op het net aanvragen. Voor OV-partijen kan dit een risico zijn omdat het beheren van een elektriciteitsnet niet tot de kerntaken behoort. Het is dus belangrijk om bij initiatieven voor het benutten van OV-netten, rekening te houden met de juridische status van de desbetreffende netten.

De functies van een GDS-net kunnen verschillen

Er zijn twee verschillende OV-tractienetten die een GDS-ontheffing hebben, wat betekent dat ze geen netbeheerder hoeven aan te wijzen en zelf het net mogen beheren. Dit zijn het treinnet van ProRail en het metronet van de RET. ProRail heeft hierdoor de mogelijkheid voor het leveren van tractie-energie aan spoorvervoerders en aan eigen beheertaken, zoals het laden van bouw materieel voor werk aan het spoor (1° ontheffingsgrond). De RET heeft een ontheffing voor het benutten van restcapaciteit (2° ontheffingsgrond). Er is bij RET vanuit de GDS-ontheffing geen beperking op wie er elektriciteit afneemt maar wel op de hoeveelheid die er afgenomen mag worden door derden.

Tabel 2.4: Juridische status van OV-netten.

Partij	Modaliteit	Juridische status
<i>ProRail</i>	Trein	GDS
<i>RET</i>	Metro	GDS
<i>GVB</i>	Metro	Installatie
<i>GVB, HTM, RET, UOV</i>	Tram	Installatie
<i>Arnhem</i>	Trolley	Installatie
<i>Divers</i>	Bus	Installatie

De kans op het verkrijgen van een GDS-ontheffing en het voordeel ervan, verschilt per OV-net

Voor het verkrijgen van een GDS-ontheffing moet er toestemming zijn van de partij die eigenaar is van de grond waarop de infrastructuur zich bevindt (de partij die de OZB-belasting betaalt). Wanneer de grond waarop het OV-net zich bevindt niet in eigendom is van de OV-partij, maar bijvoorbeeld van de gemeente waarin het betreffende OV-net zich bevindt, moet deze gemeente instemmen met het aanvragen van een GDS-ontheffing. Wanneer deze infrastructuur in meerdere gemeenten ligt, zoals bij de tram vaak het geval is, moeten al deze gemeenten instemmen met de aanvraag voor een GDS-ontheffing. Dit proces kost veel tijd en moeite.

De meerwaarde van een GDS-ontheffing voor een OV-partij is voornamelijk afhankelijk van de technische karakteristieken van het OV-net, zoals het aansluitvermogen. Over het algemeen geldt, hoe groter het aansluitvermogen, hoe meer mogelijkheden een GDS-ontheffing biedt.

Wanneer een OV-partij geen GDS-ontheffing wil of kan verkrijgen, biedt de nieuwe energiewet¹⁾, doormiddel van cable pooling, de mogelijkheid om alsnog de aansluiting met andere partijen te delen. Dit is enkel mogelijk voor aansluitingen groter dan 2MVA en met maximaal vier partijen (WOZ-objecten). Ondanks dat de nieuwe energiewet ten tijde van schrijven nog niet in

werking getreden is, heeft de ACM alvast groenlicht gegeven voor cable pooling²⁾. Cable pooling is mogelijk interessant voor een aantal grote tramaansluitingen, omdat het verkrijgen van een GDS-ontheffing complexer is voor een tramnet.

Tabel 2.5 geeft een overzicht van de complexiteit en mogelijke voordelen van het aanvragen van een GDS-ontheffing voor de verschillende OV-netten in Nederland. De OV-netten van ProRail en RET zijn hierin niet meegenomen aangezien deze al over een GDS-ontheffing beschikken.

Tabel 2.5: Overzicht van de complexiteit en potentie van een GDS-ontheffing per OV-tractienet.

Partij	Modaliteit	Stakeholders i.v.m. grondbezit	Indicatie complexiteit aanvragen GDS-ontheffing	Potentie GDS-ontheffing
GVB	Metro	1 gemeente	Laag	Gemiddeld, realisatie van distributiering biedt mogelijkheden. Vermogen moet wel op nuttige plekken beschikbaar zijn.
GVB	Tram	4 gemeenten	Hoog	Laag, de aansluitingen bevindt zich op MS-ring, dus relatief lage vermogens.
HTM	Tram	7 gemeenten	Hoog	Laag, het merendeel van de aansluitingen bevindt zich op MS-ring, dus relatief lage vermogens.
RET	Tram	4 gemeenten	Hoog	Laag, het merendeel van de aansluitingen bevindt zich op MS-ring, dus relatief lage vermogens.
UOV	Tram	3 gemeenten	Hoog	Gemiddeld, relatief grote aansluitvermogens.
Arnhem	Trolley	3 gemeenten	Laag	Laag, de aansluitingen bevindt zich op MS-ring, dus relatief lage vermogens.

1) De nieuwe energiewet is op 10 december 2024 aangenomen door de Eerste Kamer, maar nog niet in werking getreden
2) ACM (2024), ACM geeft alvast groen licht voor cable pooling

Netcongestie gaat over de belasting op piekmomenten en de daarvoor benodigde transportcapaciteit

Er is sprake van netcongestie als nieuwe aanvragen of verzwaringen niet meer kunnen worden aangesloten

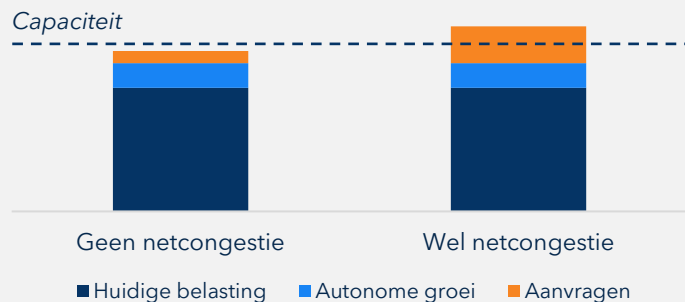
Op het moment dat de belasting voor een te lange tijd hoger is dan de capaciteit van het net, kunnen netonderdelen zoals kabels of transformatoren overbelast raken en uiteindelijk kapot gaan. Dit kan leiden tot grootschalige storingen en zeer kostbare reparatiewerkzaamheden.

Nu de vraag naar transportcapaciteit voor stroom explosief groeit moet de netbeheerder de capaciteit van het net fysiek vergroten. Echter duurt dit vaak lang vanwege beperkte tijd en middelen en lange vergunnings-trajecten. Totdat de capaciteit van het net is vergroot, moet de netbeheerder zorgen dat belasting niet voor een te lange tijd groter is dan

de capaciteit. Dit betekent dat er geen nieuwe transportcapaciteit meer kan worden toegekend aan nieuwe of bestaande aansluitingen; in dit geval is sprake van netcongestie.

Wanneer de verwachte belasting op piekmomenten niet meer past, kondigt de netbeheerder netcongestie aan

Om te bepalen of er netcongestie moet worden afgekondigd voor een bepaald gebied maken de netbeheerders prognoses van toekomstige belasting. Het gaat hier om de fysieke belasting op het station, en staat los van de optelsom van de losse contracten. Bij het maken van deze voorspellingen houden netbeheerders rekening met drie componenten (zie ook figuur 2.3):



Figuur 2.3: Schematische weergave van situaties waar wel en geen netcongestie is.

- 1. Huidige belasting:** Allereerst kijkt de netbeheerder naar de huidige belasting van het elektriciteitsnet. Deze belasting is het hoogst bij de piek in de stroom die wordt getransporteerd. Wanneer deze piekmomenten voorkomen in de tijd, hangt sterk af van de partijen die aangesloten zijn op een bepaald station. Verschillende type gebruikers volgen over het algemeen gelijksoortige belastingprofielen.
- 2. Autonome groei:** Daarnaast moet de netbeheerder rekening houden met mogelijke groei van toekomstig verbruik. Iedere partij met een netaansluiting is vrij om binnen zijn of haar gecontracteerde capaciteit de benutting van deze capaciteit zelf te bepalen. Dit zorgt ervoor dat er extra belasting kan komen in de toekomst als partijen hun benutting vergroten wanneer daar nog ruimte voor is binnen hun bestaande contract.
- 3. Aanvragen:** Tot slot komen er bij de netbeheerder aanvragen voor een nieuwe aansluiting (incl. vermogen) of om een bestaande aansluiting te verzwaren (vermogen vergroten). Als er geen ruimte meer is op een station voor deze aanvraag worden alle opvolgende aanvragen op een wachtlijst geplaatst waardoor sprake is van netcongestie.

Naast piekbelasting kunnen ook andere zaken voor netcongestie zorgen

Netcongestie is vooral ook een grote maakbaarheidsopgave

Naast het feit dat overbelasting van elektriciteitsinfrastructuur op veel plekken de bottleneck is voor het aansluiten van extra transportcapaciteit, is netcongestie voor een groot deel ook een maakbaarheidsopgave. Dit houdt in dat in sommige gevallen capaciteitstekort niet het probleem is, maar dat fysiek ruimtegebrek, veldentekort of gebrek aan engineers en monteurs de bottleneck is voor het beschikbaar stellen van transportcapaciteit.

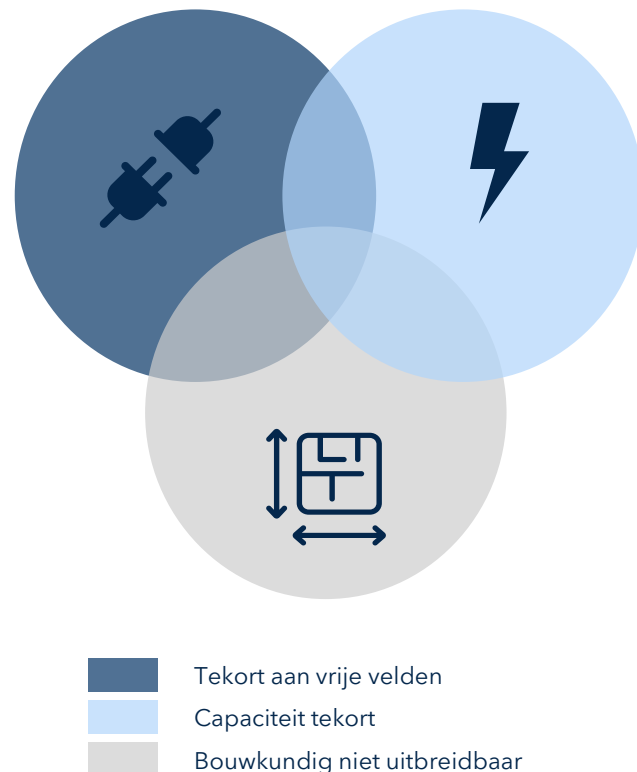
Op sommige stations is nog wel plek voor extra belasting, maar zijn geen vrije velden meer beschikbaar

Voor het aansluiten van partijen vanaf een bepaalde aansluitwaarde (>3MVA) worden aansluitingen direct op een “vrij veld” binnen een station van de netbeheerder aangesloten. Een veld is vergelijkbaar met een “groep” in de meterkast, maar dan op een grotere schaal. Op sommige stations zijn er geen velden meer beschikbaar (vergelijkbaar met een meterkast waar geen groepen meer beschikbaar zijn). Het realiseren van nieuwe velden in deze stations kost veel arbeid en fysieke ruimte. In sommige gevallen zijn deze stations bouwkundig simpelweg niet uitbreidbaar vanwege een gebrek aan fysieke ruimte. Dit houdt dan een nieuw station gebouwd moet worden

of een verbinding gelegd moet worden naar een verder gelegen station. Het figuur hiernaast geeft conceptueel overlap tussen verschillende oorzaken van netcongestie op een elektriciteitsstation weer. Op sommige stations is slechts één factor de oorzaak, op andere stations kan dit een combinatie zijn van verschillende factoren.

Tractieaansluitingen kunnen in geval van veldentekort potentiële oplossing bieden

Wanneer de onderliggende oorzaak van netcongestie niet capaciteitstekort is, maar komt door veldentekort kan de aansluiting van OV-partijen eventueel uitkomst bieden. Doordat de technische capaciteit van tractieaansluitingen altijd een stuk hoger is dan het contractvermogen, is er op deze aansluitingen wellicht ruimte om toch partijen aan te sluiten. Het is aan de netbeheerder om uit te zoeken of deze ruimte daadwerkelijk aanwezig is. In het geval dat dit zo is, kan dit de benodigde werkzaamheden voor de netbeheerder reduceren omdat er minder nieuwe vrije velden hoeven worden gerealiseerd. Dit vereenvoudigt de maakbaarheidsopgave van de netbeheerder. De potentie van deze oplossing is locatie-afhankelijk en zal door de netbeheerder moeten worden onderzocht in samenwerking met OV-partijen.



Figuur 2.4: Schematisch overzicht van mogelijke oorzaken voor netcongestie.

De belasting op tractienetten verschilt per modaliteit in het OV

Belastingprofielen

De belasting op OV-netten voor de verschillende modaliteiten volgen een profiel met relatief hoog verbruik vanaf de ochtend- tot avondspits, en een lager verbruik daarbuiten. In de ochtend- en avondperiodes worden de typische pieken in verbruik waargenomen. Deze pieken worden veroorzaakt door een drukkere dienstregeling en het rijden met langer en zwaarder materieel.

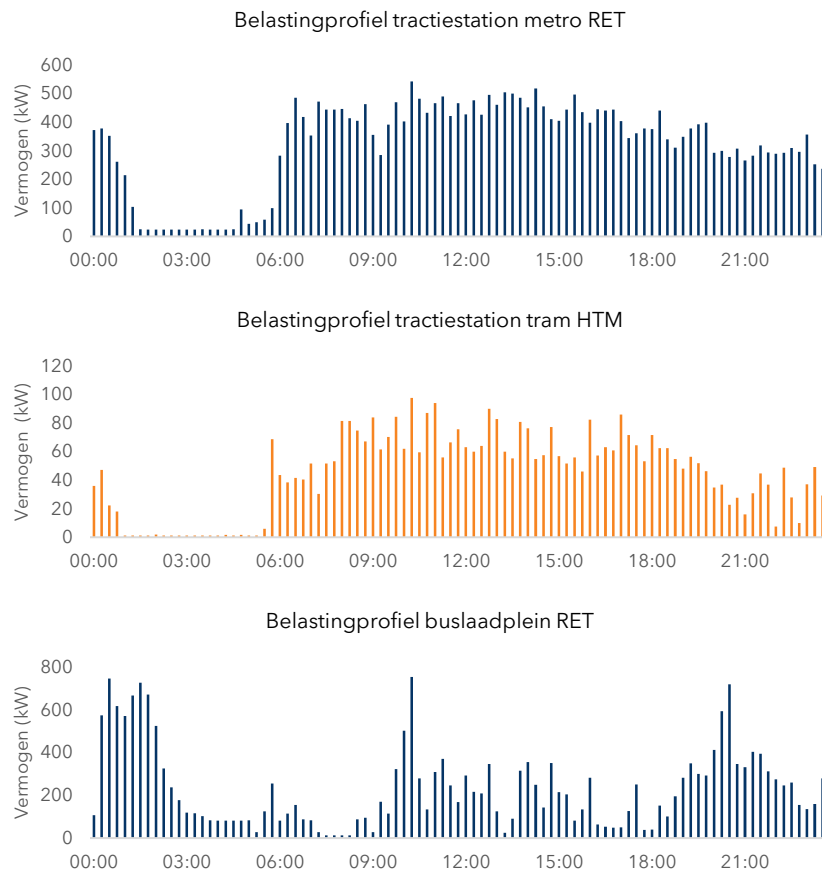
Trein, metro, tram en trolleybus creëren elektriciteitsvraag wanneer er gereden wordt, bussen juist wanneer ze stilstaan. Dit zorgt ervoor dat de belastingprofielen voor het laden van bussen vaak in zekere mate complementair zijn aan de belastingprofielen van de andere modaliteiten. Bussen kunnen grotendeels 's nachts geladen worden, en daarnaast bijladen wanneer ze terugkomen van het rijden van de ochtend- of avondspits.

Verschillende belastingprofielen

In de belastingprofielen voor de verschillende modaliteiten is duidelijk terug te zien dat er op de tractiestations van de metro en tram 's nachts nauwelijks verbruik is. Buiten deze tijden vertonen de profielen een redelijk constant verbruik dat geleidelijk aan afloopt naar de nacht toe. Het verbruiksprofiel van een buslaadplein laat juist zien dat het verbruik zich concentreert in de nacht, en na de ochtend- en avondspits wanneer bussen terugkomen.

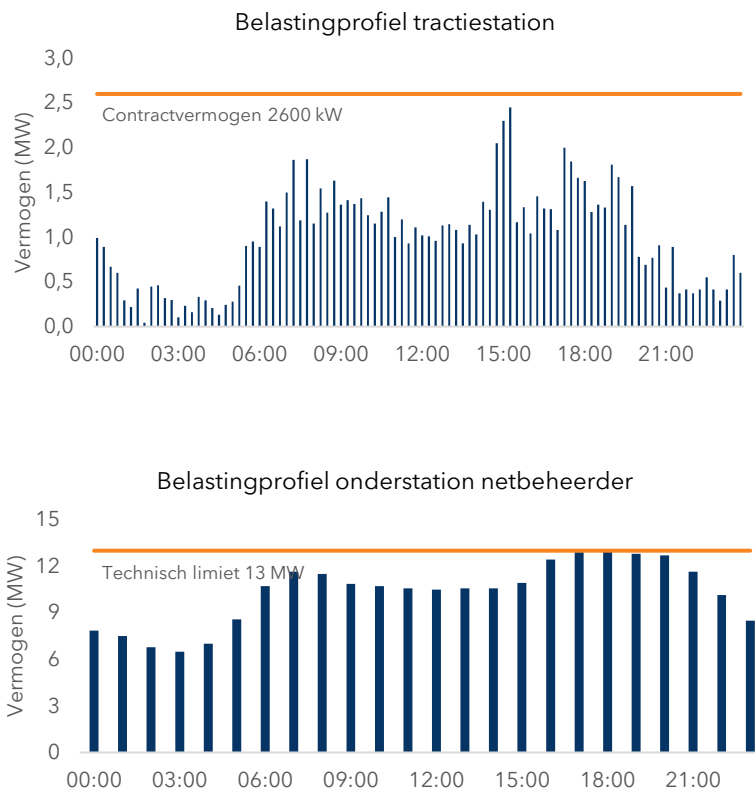
Atypisch piekverbruik

Daarnaast kunnen er ook grote pieken ontstaan uit atypisch verbruik. Dit zijn situaties waarbij voertuigen door bijvoorbeeld storingen op ongeplande momenten en locaties buiten de dienstregeling moeten optrekken en daarmee zorgen voor een hoog piekverbruik. Dit kan bijvoorbeeld een situatie zijn waar veel voertuigen na een storing tegelijkertijd de dienstregeling weer hervatten en daarmee een grote vermogenspiek veroorzaken.



Figuur 2.5: Voorbeelden van belastingprofielen per modaliteit.

Bij het bepalen van congestie houdt de netbeheerder rekening met deze specifieke belastingprofielen



Figuur 2.6: Voorbeelden van belastingprofielen van een tractie- en onderstation.

Netbeheerder houdt rekening met huidige belastingprofiel

Door de jaren heen zijn de gecontracteerde vermogens van de OV-partijen aangepast op het geregistreerde piekverbruik. Op die manier is het gecontracteerde vermogen meegegroeid met het verbruik. Ondanks dat het de contracthouder vrij staat om zijn of haar contractvermogen volledig te benutten (oranje lijn in figuur), is dit niet per definitie gunstig om te doen. De netbeheerder houdt namelijk in haar berekeningen al rekening met het historische belastingprofiel. Dat betekent dat de netbeheerder dus al rekening houdt met het feit dat er 's nachts minder treinen, trams en metro's rijden. Het volledig benutten van de gecontracteerde vermogens zou dus voor overbelasting kunnen zorgen op de assets van de netbeheerder, wat de betrouwbaarheid van de elektriciteitslevering kan beïnvloeden. Desondanks is het voor partijen juridisch toegestaan het volledige contractvermogen altijd te benutten. Dit heeft wel als gevolg dat het voor partijen op de wachtlijst langer zal duren voordat zij worden aangesloten aangezien autonome groei hiermee ook toeneemt (zie slide 19).

Wisselwerking netbeheerder en OV-partijen is cruciaal

Een goede wisselwerking tussen de netbeheerder en OV-partijen is cruciaal om ervoor te zorgen dat goedbedoelde initiatieven op OV-netten ook daadwerkelijk leiden tot efficiënter gebruik van het reguliere elektriciteitsnet in plaats van verdere overbelasting. Er is een zekere afhankelijkheid van de manier waarop de netbeheerders rekening houden met de belasting van OV-partijen. Wanneer de netbeheerder meer marge overhoudt in het profiel dan daadwerkelijk gebruikt wordt buiten de piekmomenten, is er wellicht ruimte voor ander gebruik. Als dit niet het geval is, dan leidt extra verbruik op OV-netten buiten de piekmomenten hoogstwaarschijnlijk alsnog tot overbelasting van het reguliere elektriciteitsnet.

Uitvullen contractruimte

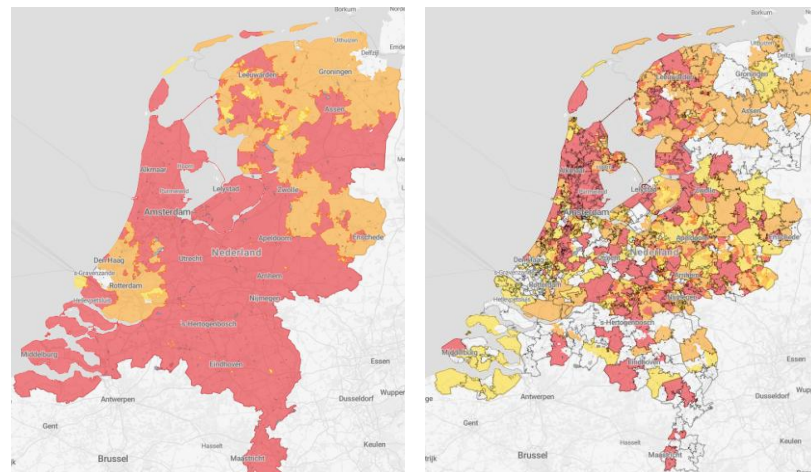
Wanneer een OV-partij alle ruimte binnen haar contractvermogen gaat benutten, kan dit problemen veroorzaken bij de netbeheerder. Hoe meer partijen op een aansluiting dit doen, hoe groter het risico op overbelasting bij de netbeheerder. Linksboven is een belastingprofiel van contractvermogen op een tractiestation weergegeven. Als dit contract de hele dag volledig zou worden benut, dan zou het onderstation van de netbeheerder (linksonder) op sommige momenten over de technische limiet heen kunnen gaan. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot storingen en stroomuitval.

Daarnaast bevindt netcongestie zich op specifieke netvlakken of componenten van de netbeheerder

Netcongestie kan zich op verschillende niveaus voordoen

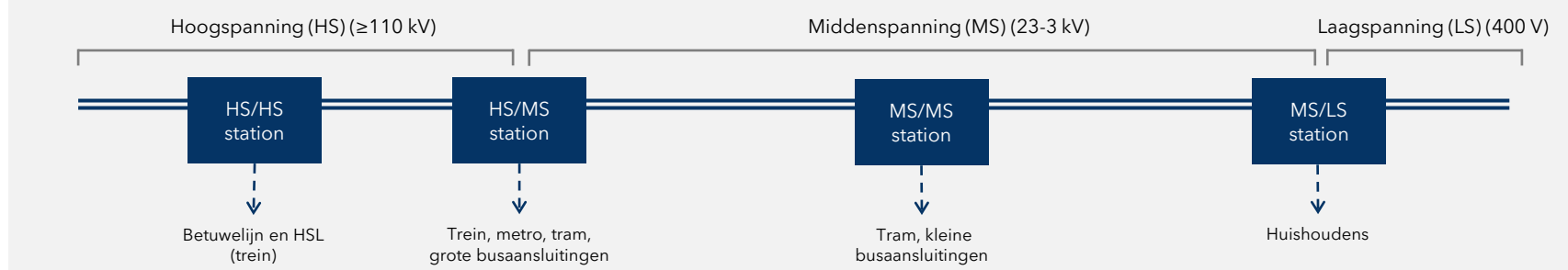
Partijen zitten in alle gevallen aangesloten op een specifiek netvlak (hoogspanning, middenspanning of laagspanning) van de netbeheerder. Het is belangrijk om per partij en situatie te kijken op welk netvlak de aansluiting zich bevindt. De verschillende OV-modaliteiten zitten aangesloten op verschillende netvlakken. Onderstaande schematische weergave geeft een beeld op welk netvlak de aansluitingen voor de modaliteiten normaal gesproken zijn aangesloten.

In sommige gevallen is er alleen sprake van netcongestie op het hoogspanningsnet, in andere gevallen is er alleen sprake van netcongestie op het midden- of laagspanningsnet. Netcongestie op het hoogspanningsnet zorgt ervoor dat de toevoer van stroom van bovenaf naar ondergelegen gekoppelde netten wordt geblokkeerd. De situatie doet zich op sommige plekken voor dat er op de middenspanningsnetten geen sprake is van congestie, maar dat hier toch niks kan worden aangesloten vanwege congestie op het hoogspanningsnet. Dit is zichtbaar in de figuur hiernaast. In dit geval zal eerst de congestie op het hoogspanningsnet moeten worden verholpen voordat de nog aanwezige ruimte op de lager gelegen netten kan worden benut.



Figuur 2.7: Capaciteitskaart voor afname (17 januari 2025). TenneT (links) en regionale netbeheerders (rechts). In de rode gebieden is netcongestie, de oranje gebieden zijn in onderzoek, en in de gele en witte gebieden is capaciteit (beperkt) beschikbaar.

Versimpelde schematische weergave van de verschillende elektriciteitsnetten en koppeling¹⁾



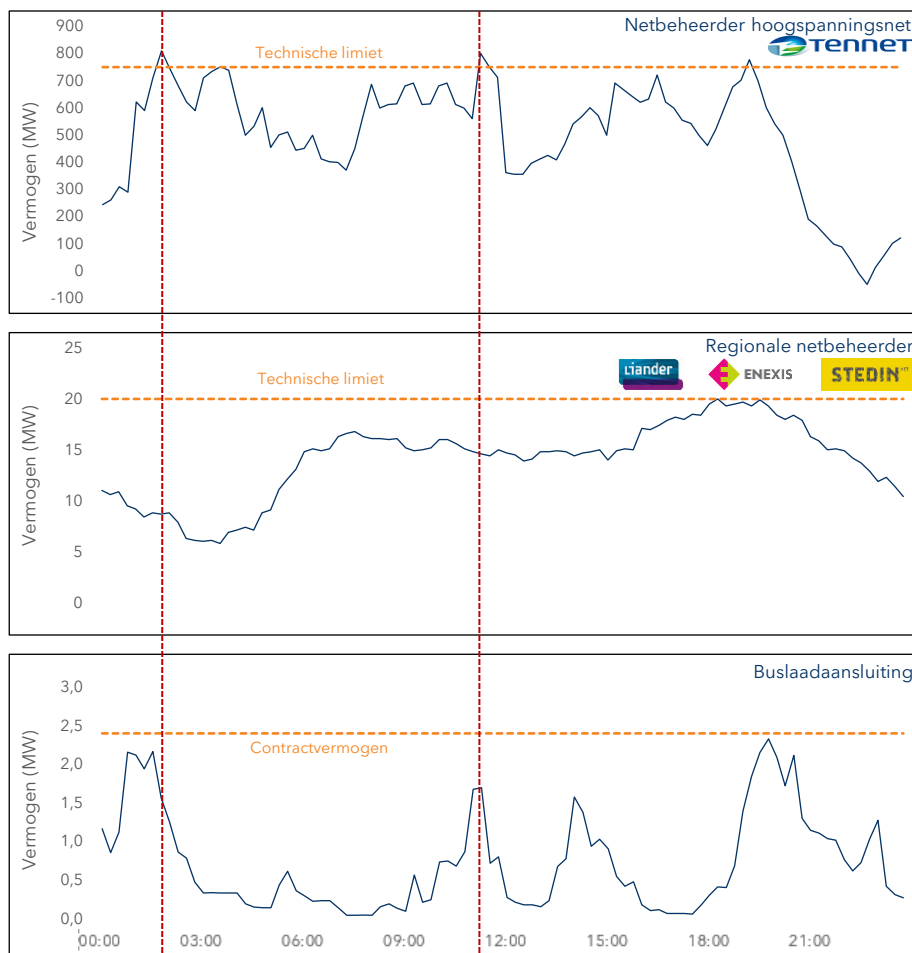
Het is daarom van belang om de hele energieketen te beschouwen wanneer het over netcongestie gaat

Belastingprofielen op het hoogspanningsnet van TenneT lopen niet synchroon met die van de regionale netbeheerders

De figuur rechts toont schematisch hoe de verschillende belastingprofielen in de tijd samenvallen. De bovenste grafiek toont een belastingprofiel van een onderstation van TenneT, de middelste grafiek toont een belastingprofiel van een onderstation van een regionale netbeheerder, en de onderste grafiek toont het belastingprofiel op een aansluiting van een OV-partij (in dit geval aansluiting voor het laden van bussen).

Op de plekken van de verticale rode stippellijnen is te zien dat de profielen van de busaansluiting en de regionale netbeheerder complementair zijn. Waar een dal wordt waargenomen bij de regionale netbeheerder, is een piek in het belastingprofiel van de busaansluiting. Bussen kunnen over het algemeen veel 's nachts laden en wanneer deze terugkomen na de ochtendspits. Dit complementaire profiel suggereert mogelijkheden voor alternatieve contracten om de ruimte op het station bij de regionale netbeheerder op te vullen.

Echter is te zien dat het belastingprofiel van het onderstation van TenneT niet deze zelfde gelijktijdigheid vertoont in het profiel. Dit komt doordat de profielen van de stations van TenneT op het hoogspanningsnet veel minder voorspelbaarheid vertonen dan op het niveau van de regionale netbeheerder. Dit heeft o.a. te maken met bijvoorbeeld onvoorspelbare transport van windenergie op zee naar het oosten (ook 's nachts) en verdere internationale transport van stroom. De belasting bij de regionale netbeheerder kan in dit geval niet worden opgevuld omdat op het net van TenneT deze ruimte niet beschikbaar is.



Figuur 2.8: Schematisch overzicht van hoe verschillende belastingprofielen samen kunnen vallen.

3.

Impact van netcongestie op OV

Samenvatting hoofdstuk 3

OV heeft op de lange termijn ambitie om te groeien, op de korte termijn blijft reizigersherstel na corona achter. Daarnaast staat het OV voor een verduurzamingsopgave. Het realiseren van deze groei- en verduurzamingsambities zorgt voor een grotere elektriciteitsvraag. Waar deze vraag niet in te vullen valt door beperkte transportcapaciteit, ontstaan knelpunten (lees: netcongestie) die groei- en verduurzamingsambities verhinderen.

De groeiambities voor de verschillende modaliteiten van het OV zijn momenteel op een aantal plekken verhinderd en de verwachting is dat dit de komende jaren alleen maar meer zal worden. Dit komt door knelpunten op de elektriciteitsnetten van de regionale netbeheerders en op het hoogspanningsnet van TenneT.

Trein:

De gewenste toename in vervoerscapaciteit voor de trein vertaalt zich in een groeiend aantal tractiestations van ProRail waar onvoldoende vermogen kan worden gecontracteerd om de gewenste dienstregeling te rijden. Transportcapaciteit voor de trein loopt op meerdere locaties tegen de grenzen van contractwaardes aan. De gewenste elektrificatie van bestaande dieseltrajecten voor personenvervoer wordt mede door netcongestie verhinderd, echter zijn hier ook nog vele andere zaken die dit belemmeren, waaronder met name financiering. Ook zorgt netcongestie ervoor dat de elektrificatie van infrastructuur zoals wisselverwarming niet met de gewenste snelheid kan plaatsvinden.

Metro:

Tot 2030 worden er voor de metro nog geen knelpunten gezien die groeiambities verhinderen, kijkend voorbij 2030 worden de eerste knelpunten gezien. De metro rijdt in Nederland voor 100% op groene stroom waarmee netcongestie geen impact heeft op de verduurzaming van deze modaliteit.

Tram:

Voor de tram worden voor 2030 alleen in Amsterdam knelpunten verwacht die gewenste groei verhinderen, kijkend voorbij 2030 is de situatie vaak nog onbekend maar is de kans reëel dat netcongestie een belemmering gaat vormen voor uitbreidingen van de tram. De tram rijdt in Nederland voor 100% op groene stroom waarmee netcongestie geen impact heeft op de verduurzaming van deze modaliteit.

Trolley:

Op het trolleyneet in de regio Arnhem wordt de uitbreiding richting station Ede-Wageningen momenteel verhinderd door o.a. netcongestie. De trolley rijdt voor 100% op groene stroom waarmee netcongestie geen impact heeft op de verduurzaming van deze modaliteit.

Bus:

De groeiambities en verduurzamingsambities van het busvervoer zijn fors. Dit komt met name door de transitie van dieselbus naar zero-emissie bus, wat in dit rapport gezien wordt als een verduurzamingsambitie. Deze gewenste verduurzaming staat op meerdere plekken onder druk doordat er niet genoeg aansluitingen met voldoende transportcapaciteit kunnen worden gevonden voor het laden van elektrische bussen.

OV heeft op lange termijn ambitie om te groeien, op korte termijn blijft reizigersherstel na corona achter

OV heeft de ambitie te groeien

Het OV heeft de ambitie om de komende decennia te groeien in vervoerscapaciteit. In 2019 werden de Contouren Toekomstbeeld OV 2040 vastgesteld. Hierin werden verschillende doelen gesteld voor het OV, waaronder het intensiveren van het OV en het opvangen van een deel van de mobiliteitsgroei. Het faciliteren van deze groei speelt een belangrijke rol bij het bereikbaar maken van nieuw te bouwen woningen, het goed bereikbaar houden van stedelijke gebieden waar ruimte zeer schaars is en het bieden van een duurzamer alternatief dan de auto.

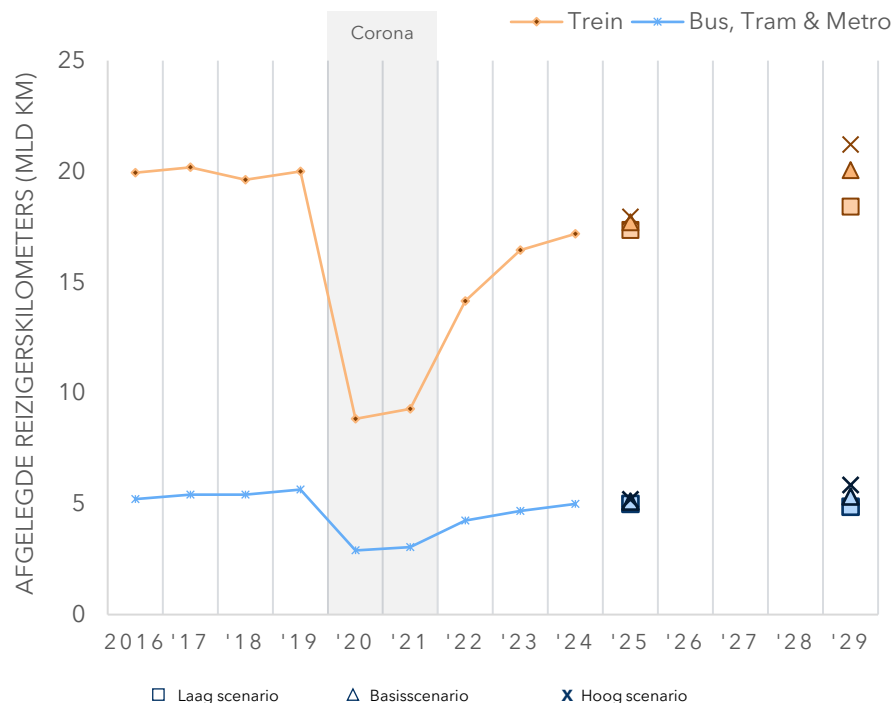
Of de groei er komt is nog onzeker

Ondanks ambities blijkt de realiteit weerbarstig en is de daadwerkelijke groei van het OV moeilijk te voorspellen. Deze groei is dan ook van veel verschillende factoren afhankelijk. Reizigers hebben bijvoorbeeld tijdens de coronaperiode de overstap naar de auto gemaakt en keren vervolgens niet meer terug naar het OV. Daarnaast zorgt toenemende mate van thuiswerken vooral op maandagen, woensdag en vrijdag voor minder reizigerskilometers en kiezen mensen die voorheen met het OV reisden vaker voor alternatief reisvervoer zoals de elektrische fiets. Ook aan de aanbodzijde zijn er uitdagingen, zoals personeelstekorten en dus ook netcongestie, die het realiseren van de ambities zeer onzeker maken.

Verwachte groei van reizigerskilometers blijft voorlopig achter

Het verwachte herstel van het aantal reizigerskilometers in het OV blijft voorlopig achter bij de prognoses uit de IMA (Integrale Mobiliteitsanalyse) 2021, zie figuur 3.1. Ondanks dat het herstel voorlopig minder snel gaat dan verwacht, zal op de lange termijn, richting het geschetste toekomstbeeld OV 2040, de groei en intensivering van het OV cruciaal zijn voor het goed ontsluiten van nieuwe woningbouw, het toegankelijk houden van stedelijke gebieden en behalen van klimaatdoelen door het bieden van een duurzamer reisalternatief.

Ontwikkeling en prognose afgelegde reizigerskilometers



Figuur 3.1: Geregistreeerde en geschatte ontwikkeling reizigerskilometers voor trein en voor bus, tram en metro overgenomen uit Kerncijfers Mobiliteit 2024 (KiM).

Daarnaast staat het OV voor een verduurzamingsopgave

Europese en nationale wetgeving dwingt het OV te verduurzamen

In de EU-klimaatwet is vastgelegd dat in 2030 een emissiereductie van 55% (ten opzichte van 1990) moet worden bereikt en dat de EU in 2050 klimaatneutraal moet zijn. Deze doelstellingen zijn ook verankerd in de Nederlandse wet. OV heeft per reizigerskilometer een relatief lage uitstoot ten opzichte van andere modaliteiten en kan hierdoor een belangrijke bijdrage leveren aan het behalen van deze doelstellingen. De Europese en nationale klimaat- en energiedoelstellingen hebben een diverse impact op de OV-sector, waardoor op verschillende vlakken veranderingen zullen moeten worden doorgevoerd.

Emissiereductiedoelstelling voor 2030 is reeds behaald

De OV- en spoorsector als geheel heeft de doelstelling van 55% emissiereductie in 2030 (ten opzichte van 1990) al behaald. Dit komt vooral door de vergevorderde elektrificatie van het nationale en regionale spoor. Zo is het Nederlandse hoofdspoor net al voor 85% geëlektrificeerd en sinds 2017 worden alle reizigerstreinen hierop voorzien van 100% groene stroom. Trams en metro's, ook wel *light rail* of lokaal spoor genoemd, zijn in Nederland volledig geëlektrificeerd en rijden ook volledig op groene stroom.

Uitdagingen voor behalen van de doelstellingen voor 2050

Om de doelstellingen van een klimaatneutrale sector te behalen, moeten nog verschillende stappen worden gezet. De transitie naar zero-emissie busvervoer is in volle gang, maar moet op sommige plekken nog grotendeels plaatsvinden. Daarnaast is er nog 572 km niet-geëlektrificeerd spoor in Nederland, waar momenteel nog dieseltreinen rijden. Andere verduurzamingsuitdagingen voor het OV zijn de verduurzaming van infra², stations en zero-emissie bouw en onderhoud aan het spoor. De figuur rechts toont dat verreweg de grootste winst op het gebied van CO₂-reductie in het OV te behalen valt bij het elektrificeren van busvervoer en dieseltrajecten op het spoor. Andere verduurzamingsinitiatieven, zoals de verduurzaming van infrastructuur en stations, zorgen relatief gezien voor veel minder reductie, maar vragen wel veel van de verschillende organisaties vanwege de grote hoeveelheid projecten die dit met zich meebrengt.

CO₂-uitstoot
(x1000 ton)



241

Bus: De grootste winst op het gebied van CO₂-reductie is te behalen bij het verduurzamen van het busvervoer. De uitstoot van dieselbussen is goed voor meer dan 80% van de CO₂-uitstoot.



43

Dieseltreinen OV: Dieseltreinen (regionale trajecten) die nog niet zijn geëlektrificeerd stoten samen 43 000 ton CO₂ uit.



4,4³⁾

Infra²⁾: Onder de categorie infra valt het energieverbruik van alle systemen die nodig zijn voor het rijden en opstellen van treinen. Verwarming van wissels gebeurt soms nog op gas en is binnen deze categorie goed voor het grootste deel van de CO₂-uitstoot.



0,3³⁾

Stations: Hieronder valt het energieverbruik voor de verwarming, verlichting etc. op stations van ProRail.



0

Metro: De metro rijdt in Nederland op 100% groen ingekochte stroom en stoot daarmee geen CO₂ uit.



0

Tram: De tram rijdt in Nederland op 100% groen ingekochte stroom en stoot daarmee geen CO₂ uit.

Bron bus en dieseltrajecten: CROW-KpVV
Bron infra en stations: CO₂ emissie inventaris 2022 ProRail

1) EU-klimaatwet

2) Onder de categorie infra valt het energiegebruik van alle systemen die nodig zijn voor het rijden en opstellen van treinen; zoals treinbeveiliging, wissels, tunnels, overwegen, bruggen, verlichting van emplacementen en VL-posten.

3) Deze cijfers gelden uitsluitend voor ProRail en niet voor andere infrabeheerders. Voor andere infrabeheerders waren deze gegevens niet beschikbaar. Desalniettemin zullen deze cijfers niet veel invloed hebben op de totale uitstoot.

Het realiseren van deze groei- en verduurzamingsambities zorgt voor een grotere elektriciteitsvraag

Verwachte stroomgebruik groeit

Het realiseren van de groei- en verduurzamingsambities zorgt in veel gevallen voor een grotere vraag naar stroom. De grootste groei in elektriciteitsverbruik wordt verwacht op het landelijke spoornet. In hoeverre het totale elektriciteitsverbruik van het OV zal toenemen is afhankelijk van de mate waarin groei- en verduurzamingsambities gerealiseerd kunnen worden. Het realiseren van deze ambities is naast netcongestie nog van veel andere onzekere factoren afhankelijk, bijvoorbeeld personele capaciteit in het OV en of het reizigersaantal groeit zoals verwacht.

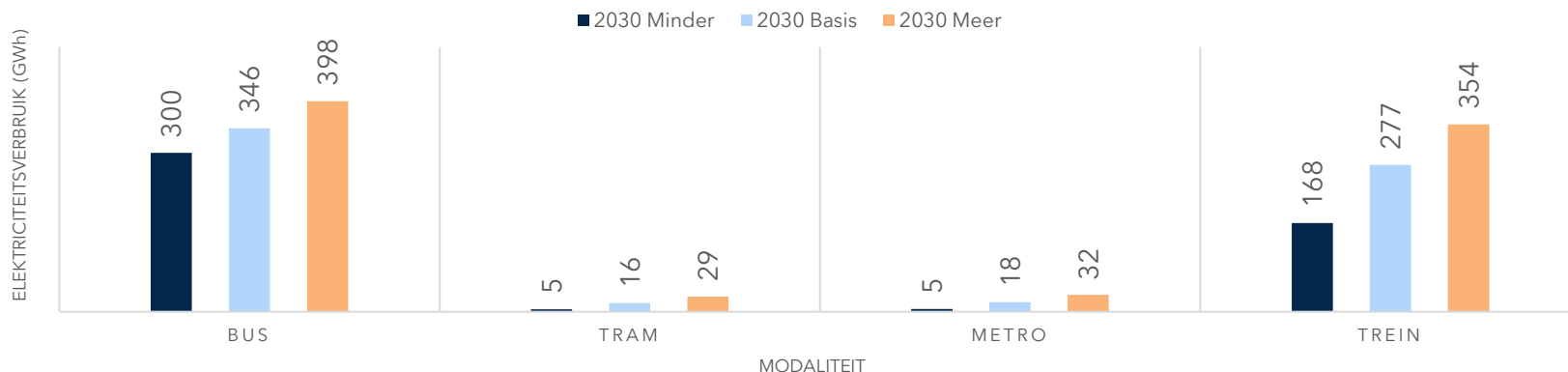
Piekverbruik groeit afhankelijk van type uitbreiding

Afhankelijk van type uitbreidingen groeit de vermogensvraag op verschillende wijzen. De vermogenspieken hoeven niet per se te stijgen bij een groeiende dienstregeling. Een dienstregeling met hogere frequenties buiten de spits leidt tot een grotere totale stroomvraag, maar hoeft niet direct te leiden een hoger piekvermogen. Gebruik maken van langere en snellere voertuigen leidt daarentegen wel tot een hogere piek in het gevraagde vermogen bij het optrekken. Het aanleggen van een nieuwe lijn heeft weer andere consequenties. Hierbij

moeten nieuwe tractiestations geplaatst worden. Deze moeten aangesloten worden op het openbare elektriciteitsnet waar de kans op het verkrijgen van de nieuwe aansluitingen zeer gering is.

Verschillende soorten uitbreidingen hebben afhankelijk van de uitwerkingen dus allen een verschillende impact op de belastingprofielen. Vrijwel overal waar de gewenste uitbreiding leidt tot een groei in piekvermogen zal dit gehinderd worden door netcongestie.

GESCHAT ADDITIONEEL ELEKTRICITEITSVERBRUIK PER OV-MODALITEIT IN 2030 T.O.V. 2023



Figuur 3.2: Groei prognoses reizigerskilometers KiM 2024 vullen met elektriciteitsverbruik per reizigerskilometer (Stream Personenvervoer 2030) voor de verschillende OV-modaliteiten. Daarnaast is voor bus ook het geschatte extra verbruik meegenomen door elektrificatie van resterende dieselbussen. Cijfers geven ordegrrootte weer van het te verwachten additionele stroomverbruik in 2030.

Hierdoor ontstaan knelpunten (lees: netcongestie) die groei- en verduurzamingsambities verhinderen

Netcongestie zorgt op bepaalde plekken dat de plannen voor groei, intensivering en verduurzaming van het OV worden gehinderd. Bij alle OV-partijen is opgevraagd welke ambities voor groei- en intensivering van het OV worden gehinderd door netcongestie. Dit heeft geresulteerd in een overzicht van welke plannen momenteel geen doorgang kunnen vinden vanwege netcongestie.

We spreken van een knelpunt op het moment dat er voor een bestaande aansluiting onvoldoende transportcapaciteit beschikbaar is om aan de transportvraag te voldoen. Of een nieuwe aansluiting die niet gecreëerd kan worden omdat er geen transportcapaciteit beschikbaar is om aan de transportvraag te voldoen. Hierdoor kan op deze aansluitingen, totdat er een uitbreiding of verzwaring gerealiseerd is, geen nieuwe transportcapaciteit beschikbaar worden gemaakt.

Per OV-partij verschilt de mate waarin de impact door netcongestie op groei- en verduurzamingsambities precies bekend is. Doordat de congestiesituatie continu aan verandering onderhevig is, verandert ook het inzicht in de verschillende aanwezige knelpunten. Het is aannemelijk dat er in de toekomst knelpunten bijkomen die momenteel niet bekend zijn.

De impact van netcongestie op het OV wordt langs de volgende categorieën beschreven

- 1 Allereerst wordt gekeken naar het landelijke net van ProRail. Hierbij wordt gekeken naar de groei in elektriciteitsverbruik op het net van ProRail en hoe dit zorgt voor knelpunten op de tractievoorziening.
- 2 Hierna wordt per stedelijke OV-partij gekeken naar de groeiambities op het OV-net en waar eventuele groeiambities zorgen voor knelpunten op de tractievoorzieningen of de transitie naar zero-emissie busvervoer.
- 3 Als derde wordt weergegeven in hoeverre er problemen worden voorzien in de lopende en/of toekomstige concessies voor de transitie naar zero-emissie bus.
- 4 Als laatste wordt een beeld geschetst wat de knelpunten op het gebied van netcongestie betekenen voor de groei- en verduurzamingsambities van het OV.

ProRail verwacht een aanzienlijke toename in het elektriciteitsverbruik op hun aansluitingen

De elektriciteitsvraag van de vervoerders op het net van ProRail neemt naar verwachting aanzienlijk toe richting 2050. Daarnaast zijn er nog andere factoren die bijdragen aan de groei in elektriciteitsvraag op het spoor. Op basis van eerdere voorspellingen kan de totale transportbehoefte voor stroom van ProRail met ongeveer 60% groeien naar boven de 2.000 GWh aan elektriciteit in 2050. De realisatie van deze groei blijft onzeker zoals omschreven op pagina 27. Deze groei is ongeveer gelijk aan het huidige jaarlijks verbruik van 300.000 huishoudens, vergelijkbaar met het aantal huishoudens in een stad als Rotterdam. Deze groeiende elektriciteitsbehoefte uit zich op meeste plekken ook in een hogere vermogensvraag.

De groei van het stroomverbruik komt voort uit de volgende categorieën



Mobiliteitsgroei zorgt voor de grootste groei in stroomvraag richting de toekomst, ruim 75% procent van de totaal verwachte groei. Dit komt voort uit groei in personen- en goederenvervoer.



Elektrificatie van dieseltreinen zorgt op enkele plekken in het land voor vraag naar nieuwe netaansluitingen en elektriciteitsverbruik bij vervoerders.



Zero-emissie bouw; ProRail heeft als doel om werkzaamheden aan het spoor volledig zero-emissie uit te voeren. Ook dit zorgt voor een toename in het elektriciteitsverbruik.

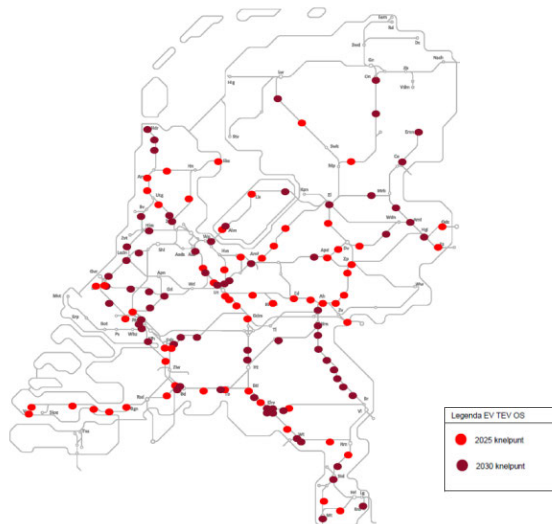


Daarnaast wordt er ook nog groei in stroomverbruik verwacht op stations, kantoren en infrastructuur (bv. signalering en wisselverwarming).



Figuur 3.3: Overzicht van het OV-net van ProRail¹⁾. Op oranje gemarkeerde trajecten worden momenteel nog dieseltreinen gereden voor reizigersvervoer. Haventrajekten zijn hierin niet meegenomen, aangezien deze niet onderdeel zijn van het OV.

De toename in elektriciteitsverbruik zorgt zonder maatregelen voor knelpunten op de aansluitingen

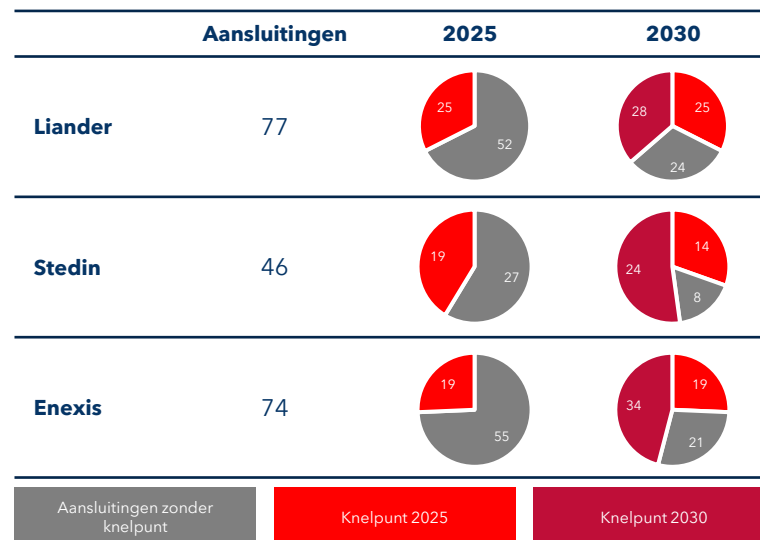


Figuur 3.4: Overzicht knelpunten ProRail (bron: ProRail Impactanalyse 2030).

Impact netcongestie

ProRail verwacht door de toenemende vraag naar vervoerscapaciteit op een groot deel van haar aansluitingen een tekort aan capaciteit. In 2025 is dit naar verwachting op 32% van de aansluitingen, in 2030 is dit naar verwachting op ~75% van de aansluitingen. In sommige van deze gevallen zijn de verwachte contractuele overschrijdingen van zeer korte duur (enkele kwartieren per jaar), in andere gevallen zijn de verwachte overschrijdingen structureel van aard.

Het tekort aan transportcapaciteit heeft ook impact op de duurzaamheidsambities van ProRail, voortkomend uit nationale en Europese wet- en regelgeving. Er staan momenteel 3 trajecten op de planning om geëlektrificeerd te worden voor 2030. Waarmee ook wordt

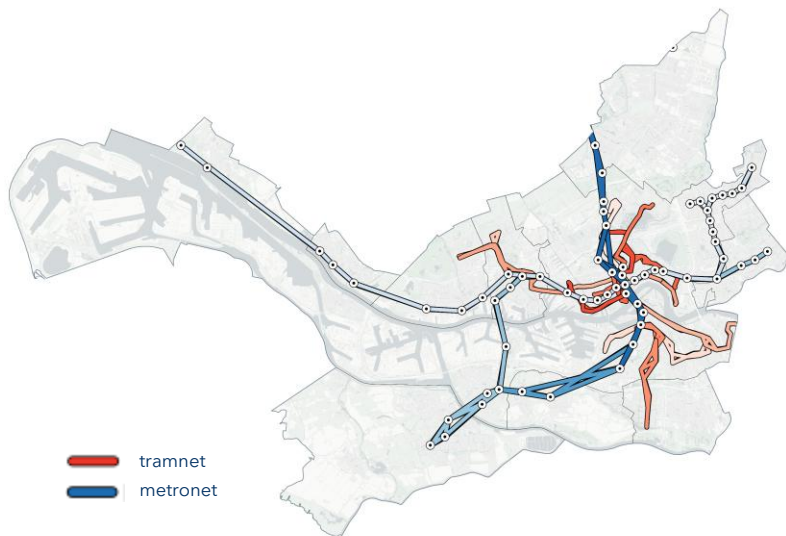


Figuur 3.5: Overzicht knelpunten op aansluitingen voor 2025 en 2030. Overgenomen naar figuur uit ProRail impactanalyse 2030

bijgedragen aan de duurzaamheidsdoelstellingen van de provincies en vervoerders. Hiervoor is gedeeltelijk transportcapaciteit verkregen. Voor andere trajecten die nog niet geëlektrificeerd zijn, wordt ook gekeken naar alternatieven zoals batterijtreinen of waterstofftreinen. Eén van de redenen is omdat het verkrijgen van aansluitingen hier niet mogelijk. Daarnaast spelen ook schaarste aan materialen, personele capaciteit en financiering een rol.

Daarnaast heeft netcongestie ook impact op de verduurzaming van de infrastructuur van ProRail. Elektrificatie van de wisselverwarming leidt tot extra elektriciteitsvraag op momenten dat er al sprake is van maximale netbelasting. Dit zorgt ervoor dat ProRail de elektrificatie van wisselverwarming niet met de gewenste snelheid uit kan voeren.

De RET verwacht een aantal benodigde aanpassingen in de infrastructuur voor frequentieverhogingen



Figuur 3.6: Tram en metro in de regio Rotterdam.

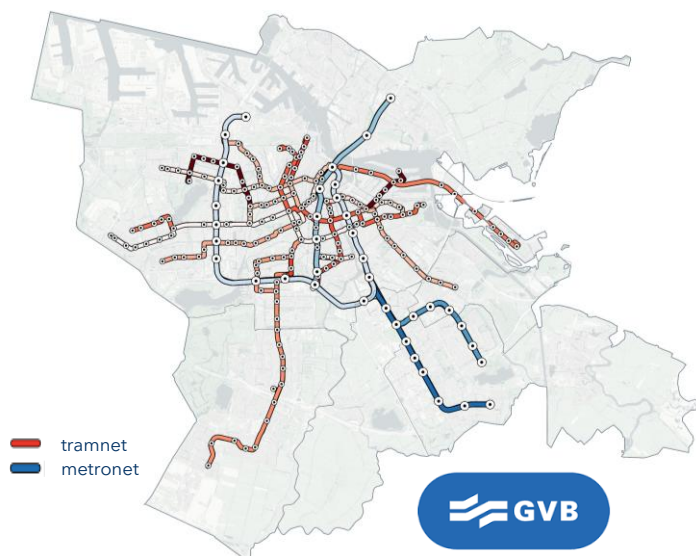
Tabel 3.1: Overzicht van mogelijke uitbreidingen en knelpunten.

Modaliteit	Type uitbreiding	Toelichting uitbreiding	Datum	Knelpunt(en) aanwezig?
Tram	Frequentie-verhoging	Frequentieverhogingen tram Rotterdam-Zuid	Nu	Ja, deze worden opgevangen met energiebank RET
Metro	Frequentie-verhoging	Frequentie metro lijn C & E verhogen naar 5-minuten frequentie	2030-2032	Ja, op een aantal stations is verzwaring nodig voordat kan worden uitgebreid
Tram	Nieuwe verbinding	Zuidplein – Kralingse Zoom	2040	Onbekend

Impact netcongestie

De RET verwacht een groei van ongeveer 16% richting 2030 ten opzichte van 2024 in haar reizigersaantallen over het gehele RET-netwerk, deze groeiambities worden voornamelijk gedreven door de toenemende verstedelijking van de regio Rotterdam. De geplande woningbouw in de verschillende gemeentes in de regio zorgen voor toenemende druk op het OV en daarmee de bereikbaarheid in de stad. Voor de groeiambities van de metro verwacht de RET rond 2030 op een aantal plekken contractverhogingen nodig te hebben. De RET verwacht de elektrificatie van haar bussen volledig te kunnen realiseren zonder daarvoor nieuwe aansluitingen nodig te hebben.

GVB verwacht voor het metronetwerk geen knelpunten, voor het tramnetwerk wel



Figuur 3.7: Tram en metro in de regio Amsterdam.

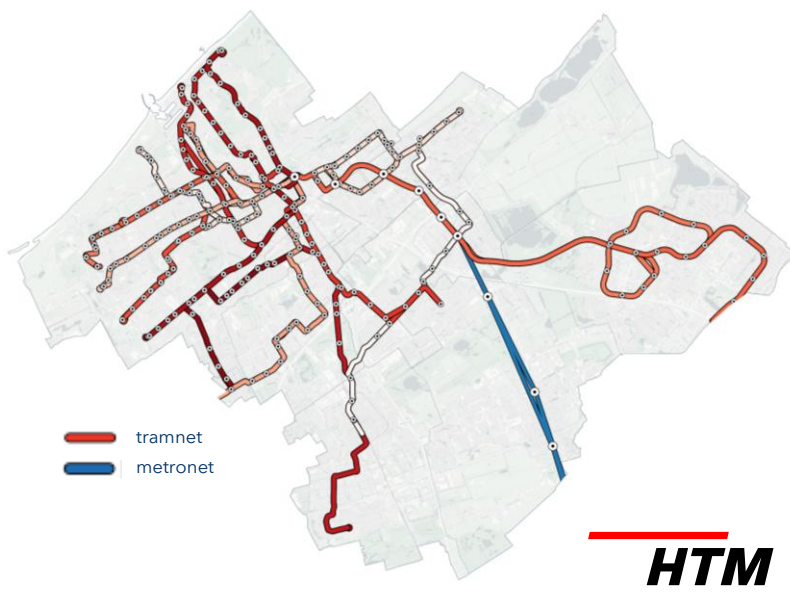
Impact netcongestie

GVB verwacht een groei in het aantal reizigers van ongeveer 14% richting 2030 ten opzichte van 2024. Wat betreft de groeiambities voor de metro voorziet GVB tot en met 2030 geen hinder door netcongestie, op de lange termijn worden wel eventuele problemen gezien. Voor de tram verwacht GVB verschillende locaties hinder door netcongestie voor het uitvoeren van de nieuwe concessie. Daarnaast verwacht GVB op de lange termijn hinder voor het verlengen van een bestaande lijn. Voor het elektrificeren van het busvervoer zijn momenteel twee lijnen waar geen elektrische bussen kunnen worden ingevoerd vanwege het ontbreken van transportcapaciteit voor benodigde laadinfrastructuur.

Tabel 3.2: Overzicht van mogelijke uitbreidingen en knelpunten.

Modaliteit	Type uitbreiding	Toelichting uitbreiding	Geplande datum	Knelpunt(en) aanwezig?
Bus	Elektrificeren lijn	Lijn 34 en 35 in Amsterdam-Noord	Nu	Ja
Bus	Elektrificeren HOV-lijn	HOV-verbinding tussen Sloterdijk en Amsterdam CS	Nu	Ja
Tram	Frequentieverhoging	Op bepaalde tracés voor de tram contractvermogens omhoog	2025, ingang nieuwe concessie	Ja, contractverhogingen nodig
Tram	Uitbreiding bestaande lijn	Verlenging lijn 24	2031	Ja, contractverhogingen nodig
Tram	Uitbreiding bestaande lijn	Verlenging lijn 5	2033	Ja, nieuwe aansluitingen nodig
Metro	Uitbreiding bestaande lijn	Isolatorweg naar Hemknoop	2033	Ja, nieuwe aansluiting nodig
Metro	Uitbreiding bestaande lijn	Sluiten ring	2037	Ja, nieuwe aansluiting nodig
Metro	Uitbreiding bestaande lijn	Verlengen NZL	2037	Ja, nieuwe aansluitingen nodig

De huidige groeiambities van de HTM worden voorlopig in beperkte mate gehinderd door netcongestie



Figuur 3.8: Tram en metro in de regio Den Haag.

Impact netcongestie

De HTM verwacht op korte termijn voor haar infrastructuur geen beperkingen voor het groeien van de dienstregeling. Voor de transitie naar zero-emissie busvervoer verwacht de HTM momenteel op één aansluiting problemen om voldoende contractvermogen te realiseren voor het laden van zero-emissie bussen.

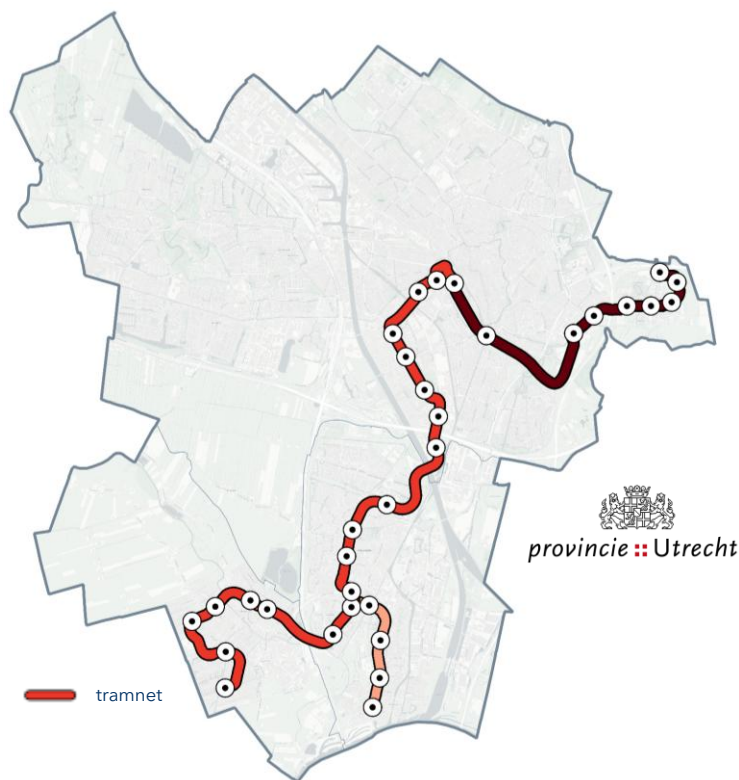
Tabel 3.3: Overzicht van mogelijke uitbreidingen en knelpunten.

Modaliteit	Type uitbreiding	Toelichting uitbreiding	Datum	Knelpunt(en) aanwezig?
Tram	Langere voertuigen	Gekoppeld rijden op lijn 2, 3 of 4	Nu	Nee
Tram	Frequentieverhoging	Meer rijden op lijn 9 Vrederust – Scheveningen	Nu	Nee
Tram	Uitbreiding bestaande lijn	Verlenging lijn 19 naar TU Campus	In aanleg	Nee
Bus	Netaansluiting voor bus	Verhoging contractvermogen op 1 locatie voor laden bussen	2025-2026	Ja, verhoging contractvermogen nodig
Tram	Frequentieverhoging	Spitstram op lijn 10	2026	Nee
Metro	Frequentieverhoging	Metro lijn E vaker laten rijden	2030-2032	Nee, knelpunten zijn aanwezig aan RET-kant
Tram	Nieuwe lijn	Aanleg Vlietlijn via Binckhorst	2031	In onderzoek, waarschijnlijk geen knelpunt door gebruik bestaande transportcapaciteit
Tram	Uitbreiding bestaande lijn	Doortrekken tramtunnel richting Leyenburg	2040+	Onbekend

Huidige aansluitingen bieden voldoende ruimte om groei op tramnet Utrecht richting 2030 te realiseren

Tabel 3.4: Overzicht van mogelijke uitbreidingen en knelpunten.

Modaliteit	Type uitbreiding	Toelichting uitbreiding	Datum	Knelpunt(en) aanwezig?
Tram	Frequentieverhoging	Meer trams op lijn 22 (20x per uur)	2025-2035	Nee
Tram	Uitbreiding	Nieuwe lightrail-verbinding Merwedelijn	2035-2045	Onbekend
Tram	Uitbreiding	Nieuwe lightrail-verbinding Papendorplijn	2035-2045	Onbekend
Tram	Uitbreiding	Nieuwe lightrail-verbinding Binnenstad	2035-2045	Onbekend
Tram	Uitbreiding	Nieuwe lightrail-verbinding Zeist-Noord	2035-2045	Onbekend



Figuur 3.9: Tram in de regio Utrecht.

Impact netcongestie

De provincie Utrecht verwacht voor het realiseren van de groeiambities van de tram op korte termijn geen knelpunten. Het tramnetwerk is een aantal jaren geleden vernieuwd en is daarmee op het gebied van infrastructuur goed toegelegd op eventuele groei op het bestaande netwerk. Voor uitbreiding van het tramnet op de lange termijn kan netcongestie wel voor hinder zorgen. Voor de transitie naar ZE-busvervoer verwacht de provincie Utrecht dat voor beiden concessies Utrecht-Binnen en Utrecht-Buiten 100% zero-emissie busvervoer haalbaar is voor 2030.

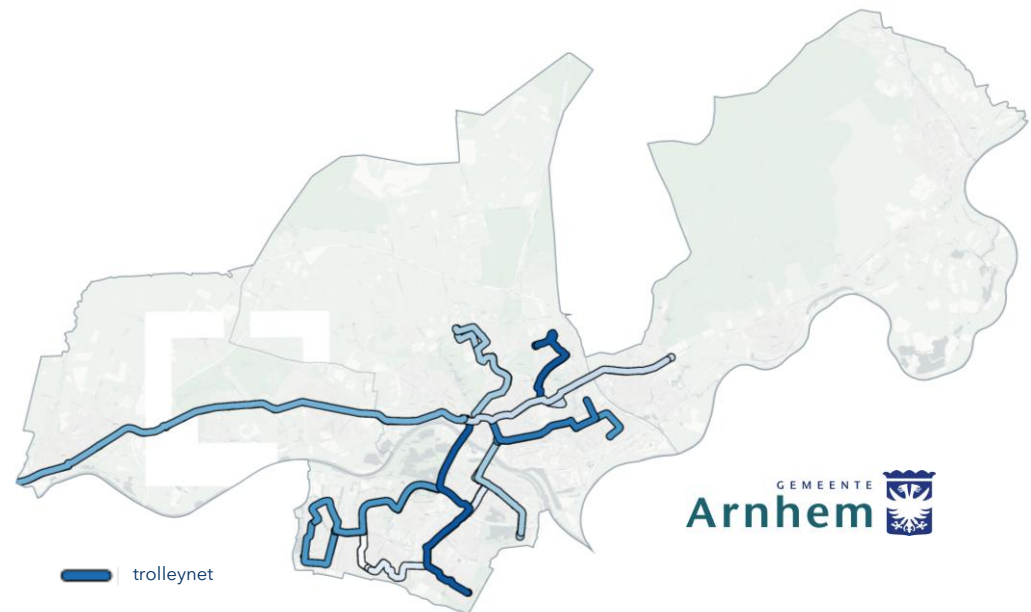
De Gemeente Arnhem ziet op langere termijn knelpunten voor het trolley netwerk door netcongestie

Impact netcongestie

Voor de uitbreiding van het trolley net (Rijnlijn) naar station Ede-Wageningen worden knelpunten gezien. Hiervoor is een nieuwe onderstation met nieuwe aansluiting nodig bij Liander. Deze wordt momenteel niet verkregen. Netcongestie is momenteel één van meerdere factoren die deze gewenste uitbreiding kan belemmeren.

Tabel 3.5: Overzicht van mogelijke uitbreidingen en knelpunten.

Modaliteit	Type uitbreiding	Toelichting uitbreiding	Geplande datum	Knelpunt(en) aanwezig?
Trolley	Uitbreiding	Uitbreidingsplannen voor het doortrekken van het trolley net richting station Ede-Wageningen.	Onbekend, gewenst voor 2030	Ja, nieuw onderstation met nieuwe aansluiting nodig



Figuur 3.10: Trolley in de regio Arnhem.

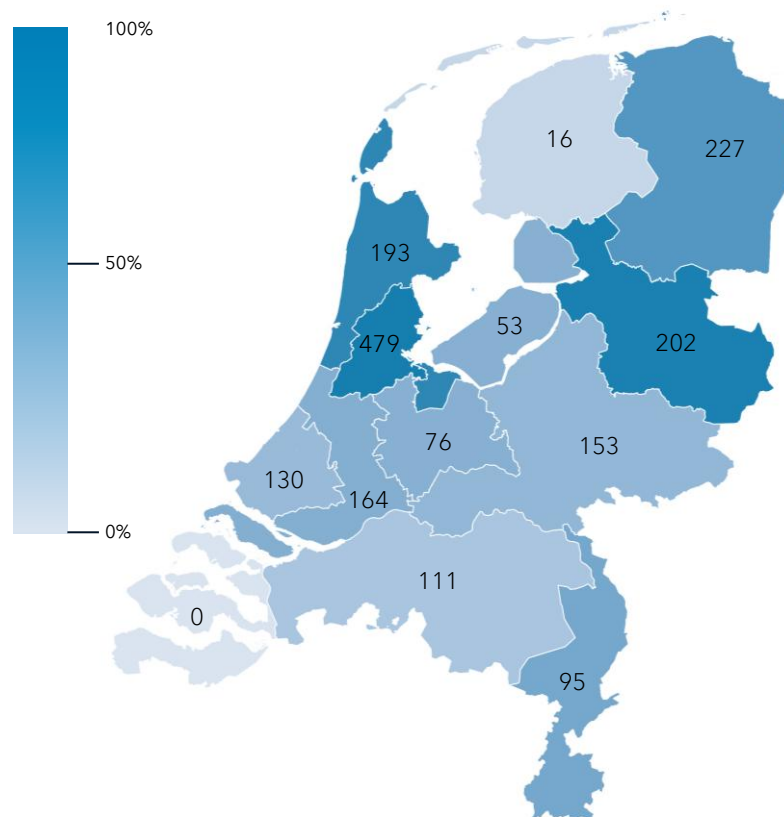
Het aandeel elektrische bussen varieert sterk per concessiegebied en daarmee per OV-autoriteit

Snelheid van transitie naar ZE-busvervoer verschilt sterk per concessie

In het Bestuursakkoord Zero Emissie Bus (2016) hebben concessieverleners afgesproken dat vanaf 2025 alle nieuwe OV-bussen zero-emissie (ZE) zijn en vanaf 2030 alle OV-bussen. Uit de laatste monitor zero-emissiebussen (1 oktober 2024) van het CROW-KpVV blijkt dat er momenteel 1.757 ZE-bussen zijn ingestroomd. Dit betekent dat het aantal zero-emissiebussen met nog ongeveer 3.500 bussen moet groeien naar 5.342 in 2030. Hierdoor zal de elektriciteitsvraag van het busvervoer toenemen. Afhankelijk van de huidige elektrificatiegraad binnen een concessie en gekozen laadtechnieken zal de elektriciteitsbehoefte per situatie verschillen.

Afhankelijk van de timing van het ingaan van de concessie verschilt de elektrificatie sterk

Het aantal zero-emissie bussen verschilt sterk per concessiegebied en daarmee ook per OV-autoriteit. De figuur toont het percentage en het aantal zero-emissie bussen per OV-autoriteit. Binnen de provincie Overijssel is het hoogste percentage bussen reeds geëlektrificeerd, namelijk 78%. De elektrificatie-graad per OV-autoriteit is sterk afhankelijk van de timing wanneer de concessies zijn ingegaan. Een overzicht van de huidige en toekomstige concessies is te vinden in bijlage 3. Op plekken waar de concessies ingingen op momenten dat er nog weinig hinder was van netcongestie, is al een groter deel van de vloot geëlektrificeerd dan in gebieden waar de nieuwe concessie begon toen er al sprake was van netcongestie.



Figuur 3.11: Overzicht van het percentage elektrificatie en aantal zero-emissie bussen per OV-autoriteit (per 1 januari 2025; bron: CROW-KpVV). De kleur van de provincie geeft in indicatie van het percentage ZE bussen in de provincie, het getal in het figuur geeft het absolute aantal ZE-bussen aanwezig.

De uitdagingen met netcongestie verschillen per bus concessie en periode waarin het speelt

Doordat de start van concessieperiodes verschilt, zit er ook sterk verschil in de opkomst van problemen met het verkrijgen van netaansluitingen per concessiegebied. We onderscheiden drie momenten voor problemen:

- Huidige problemen binnen de lopende concessie
- Verwachte toekomstige problemen binnen de lopende concessie
- Verwachte problemen in de nieuwe concessie

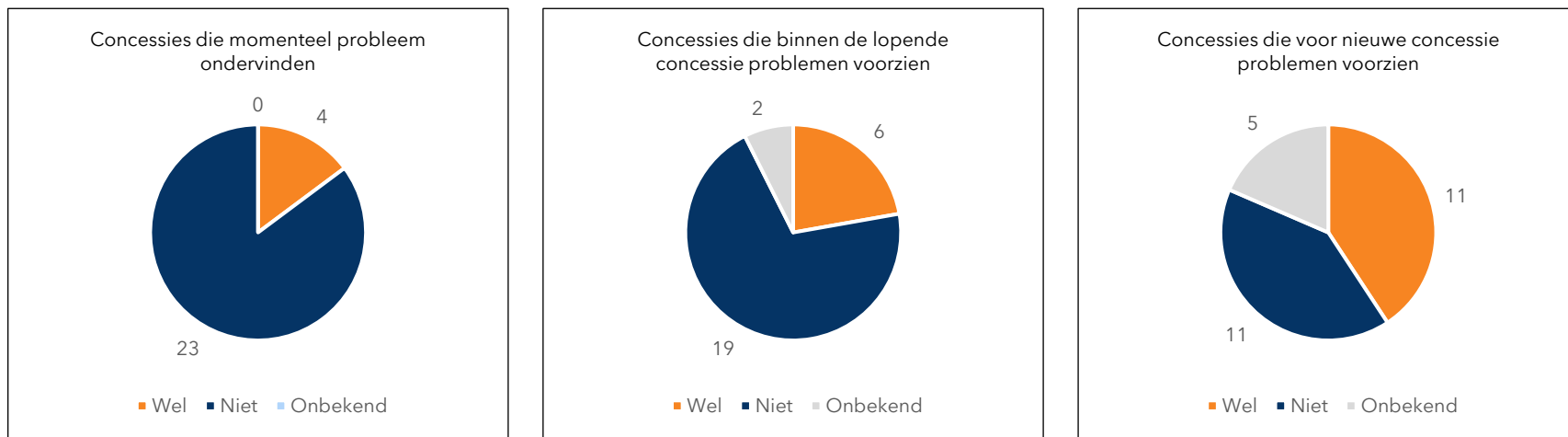
In bijlage 3 staat de toelichting per concessie gegeven.

Problemen nemen veelal toe richting de nieuwe concessie

De diagrammen laten zien dat er momenteel nog beperkt directe problemen zijn als er gekeken wordt naar de vereisten in de concessies. Wel worden er in de looptijd van huidige concessies op enkele plekken problemen verwacht en worden meer problemen voorzien bij nieuwe concessies. Vanwege de aanlooptijd naar deze nieuwe concessies spelen veel van de netcongestie issues dus al in de voorbereiding naar deze nieuwe concessies.

Verschillende manieren om deze problemen aan te pakken bestaan

Concessieverleners gaan verschillend om met het oplossen van deze problemen. Zo kunnen strategische assets (remises, netaansluitingen en gecontracteerd vermogen) geborgd worden vanuit de concessieverlener of worden innovatieve oplossingen gestimuleerd om toch netcapaciteit mogelijk te maken. Daarnaast zijn er in verschillende concessies al innovaties toegepast om het issue van netcongestie te omzeilen.



Figuur 3.12: Overzicht van het aantal concessiegebieden dat momenteel, binnen de lopende concessies en binnen nieuwe concessies problemen voorziet m.b.t. netcongestie.

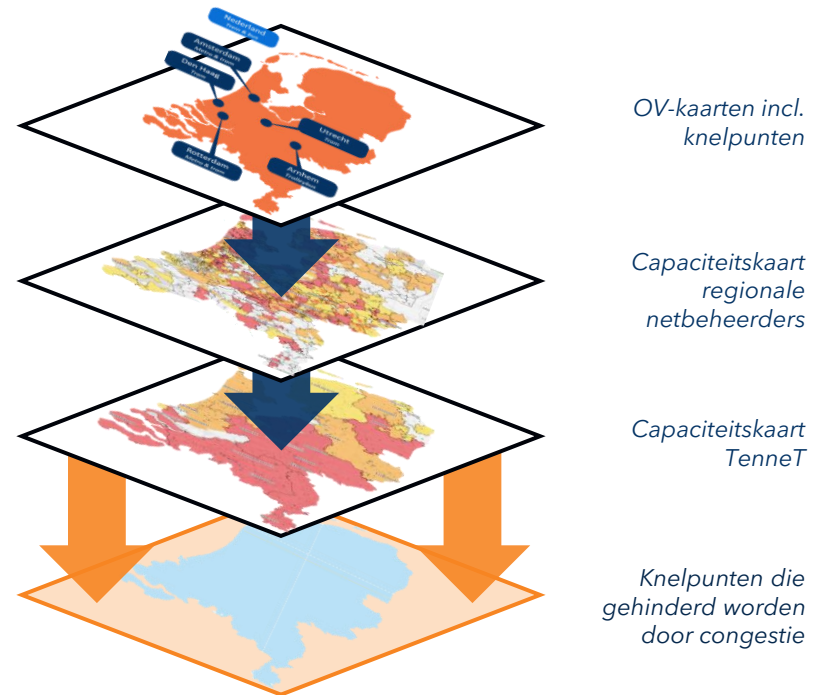
Noot: Gebaseerd op cijfers data-collectie in november 2024 met als ijkpunt januari 2025.

Er zijn meerdere knelpunten op het elektriciteitsnet die de ambities van OV-partijen in de weg staan

De groei- en verduurzamingsambities van OV-partijen leiden tot een grotere elektriciteitsvraag. Op meerdere locaties past de verwachte elektriciteitsvraag niet binnen de huidige contractvermogens, of is de huidige elektriciteitsaansluiting niet voldoende om deze ambities te realiseren. Daarom moeten op deze locaties contractvermogens worden verhoogd, bestaande aansluitingen worden verzwaid of nieuwe aansluitingen worden gerealiseerd door de netbeheerder. Vanwege netcongestie is dit niet overal mogelijk, waardoor aanvragen in de wachtlijst bij de netbeheerder worden geplaatst. Dit hindert de ambities van OV-partijen en kan invloed hebben op de kwaliteit van het OV. Inzichten in het ontstaan van knelpunten in de toekomst zijn afhankelijk van de prognoses van toekomstig elektriciteitsverbruik van OV-partijen. De manier waarop deze prognoses worden gemaakt, verschilt per OV-partij.

Tabel 3.6: Een overzicht per modaliteit van het percentage aansluitingen waarvoor knelpunten worden verwacht onder huidige in 2025 en 2030.

Modaliteit	Aandeel op basis van	Percentage van bekende knelpunten 2025	Percentage van bekende knelpunten 2030
Trein	Aansluitingen	~30%	~75%
Metro, Tram, Trolley	Aansluitingen	<5%	Onbekend
Bus	Concessies ¹⁾	~22%	~43%



Figuur 3.13: Schematische weergave van de benodigde inzichten om de knelpunten die gehinderd worden door netcongestie inzichtelijk te maken.

Dit leidt tot gehinderde groeiambities voor zowel landelijk als stedelijk OV

Aantal voorziene knelpunten is het grootst voor trein, maar karakteristieken van knelpunten verschillen

Het aantal knelpunten dat verwacht wordt, is het grootst voor nationaal spoor. Dit betekent dat relatief gezien het grootste aantal knelpunten wordt verwacht op aansluitingen van ProRail. Hierbij moet wel vermeld worden dat de karakteristieken van de verschillende knelpunten verschillen, wat impact heeft op de grootte van het probleem op die plek en het type oplossingen die de knelpunten mogelijk kunnen verhelpen.

Karakteristieken van de knelpunten van belang voor ernst per situatie

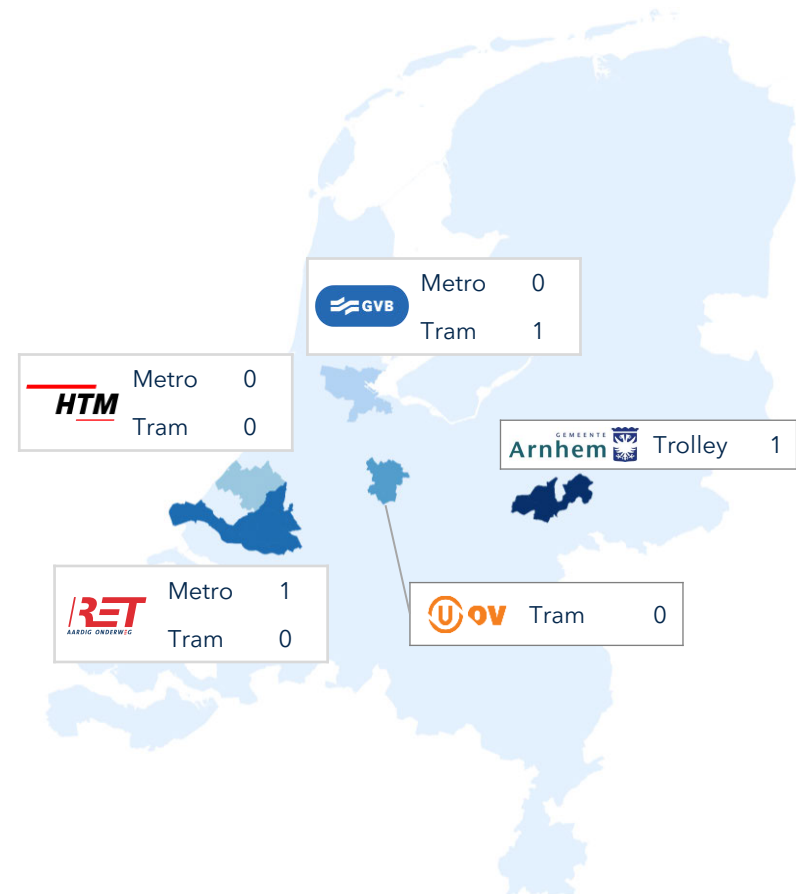
Uit eerdere analyses van CE Delft blijkt dat de ernst van de verwachte knelpunten niet overal even groot is. Dit houdt in dat een deel van deze overschrijdingen slechts zeer gering en kortstondig is. Op andere knelpunten worden grotere overschrijdingen verwacht die structureler van aard zijn. Deze overschrijdingen zijn problematischer aangezien ze voor meer overbelasting op de infrastructuur van de netbeheerder zorgen. Ondanks dat een precieze indeling op basis van de karakteristieken van ieder knelpunt niet beschikbaar is, is dit een belangrijke nuance wanneer gekeken wordt naar het aantal knelpunten op het landelijke spoor.

Knelpunten verhinderen ook voor lokaal spoor groeiambities

Ook voor lokaal spoor worden knelpunten gezien die leiden tot hinder bij geplande uitbreidingen. Kijkend naar de knelpunten op de infrastructuur tot en met 2030, zijn er voor metro, tram en trolley momenteel al uitbreidingsambities waar een tekort aan transportcapaciteit een uitbreiding in de dienstregeling verhindert, zoals te zien in figuur 3.14.

Ambities op de langere termijn onzeker

Voor grotere uitbreidingen van de OV-netten na 2030 waarvoor nieuwe aansluitingen en verzwaringen nodig zijn, maar waar deze nog niet aangevraagd zijn, is de kans groot dat netcongestie een belemmering vormt. Daarnaast zijn er voor deze projecten ook nog vele andere onzekerheden die invloed hebben op de doorgang van deze projecten, zoals financiering, vergunningstrajecten of andere zaken. Vanwege de onzekerheid over wanneer geplande werkzaamheden zullen zijn afgerond, is het moeilijk te bepalen voor welke uitbreidingen na 2030 congestie een belemmering zal zijn.



Figuur 3.14: Gehinderde ambities stedelijk OV door netcongestie tot en met 2030.

Ook een deel van de verduurzamingsambities kan niet tijdig gerealiseerd worden zonder extra maatregelen



Transitie naar zero-emissie bus

Zoals vermeld op pagina 28 is de grootste verduurzamingsslag te behalen in de transitie naar zero-emissie busvervoer. De uitstoot door busvervoer is momenteel nog verantwoordelijk voor ongeveer 80% van de totale CO₂-uitstoot van het OV.

In 11 van de 27 nieuwe concessies worden problemen verwacht. Door netcongestie lukt het in een aantal concessies niet om tijdig voldoende netaansluitingen met gecontracteerd vermogen te verkrijgen. Daarmee wordt het omschakelen naar ZE uitgesteld, waardoor er langer gebruik gemaakt wordt van dieselbussen of zal moeten geladen worden met dieselaggregaten.

Hiermee staan de afspraken uit het Bestuursakkoord Zero Emissie Bus (BAZEB) - waarin iedere nieuwe OV bus vanaf 2025 ZE moet zijn, iedere OV bus per 2030 ZE moet zijn en uiterlijk in 2025 100% gebruikgemaakt moet worden van hernieuwbaar regionaal opgewekte energie - onder druk en lijken deze afspraken niet overal gehaald te worden.



Elektrificatie dieseltrajecten OV

Een andere verduurzamingsopgave betreft de nog aanwezige dieselbaanvakken. Er zijn in Nederland nog 17 verschillende reizigerslijnen waar treindiensten met dieselveertuigen worden gereden, verdeeld over zes verschillende concessies.

Drie van deze reizigerslijnen staan op de planning om voor 2030 te worden geëlektrificeerd. De overige lijnen staan op termijn ook op de planning om te worden verduurzaamd, waarbij de provincie meestal keuzes maakt over de uitvoering hiervan.

Door netcongestie worden provincies gedwongen om ook te kijken naar de inzet van bijvoorbeeld batterijtreinen (met eventueel gedeeltelijke bovenleiding), hiervoor zijn testen gepland op het traject Leeuwarden - Harlingen. De inzet van batterijtreinen is echter niet per definitie congestie-neutraal. Batterijtreinen moeten op de juiste momenten geladen kunnen worden om piekbelasting op het net niet verder te verhogen.

Een andere optie is de inzet van waterstofftreinen die rijden op groene waterstof, hiervoor worden testen gedaan in de provincie Groningen. Mits deze waterstof wordt gecreëerd zonder netcongestie te veroorzaken.



Overige verduurzamingstrajecten

Naast de transitie naar zero-emissie busvervoer en de elektrificatie van dieseltrajecten zijn er nog veel andere inspanningen in het OV die bijdragen aan de verduurzaming ervan.

Wisselverwarming op het spoor is één van deze trajecten waarbij de wens bestaat deze waar nog nodig te elektrificeren. De energievraag voor wisselverwarming, die nodig is bij lage temperaturen, komt echter op het moment dat de energievraag al hoog is. Hierdoor kan de elektrificatie van wisselverwarming niet op de gewenste snelheid plaatsvinden.

Andere verduurzamingstrajecten in het OV zijn de verduurzaming van stations, het opwekken van duurzame stroom op spoorse gronden en de verduurzaming van bouw en onderhoud aan het spoor.

Het ontbreekt nog aan voldoende inzicht om precieze impact van deze knelpunten te duiden

Precies kwantificeren van het deel van ambities dat gehinderd wordt is (nog) onmogelijk

Op dit moment is er nog te weinig kwantitatieve informatie beschikbaar om de impact van netcongestie op de ambities van het OV exact weer te geven. Het ontbreekt op sommige plekken nog aan de exacte inzichten om te toetsen hoe de verwachte groei van de dienstregeling en het OV-netwerk doorwerkt op het elektriciteitsnetwerk. Vervolgens ontbreekt het ook aan de exacte inzichten aan de kant van de netbeheerder.

Partijen hebben sterk de wens inzicht op dit gebied te verbeteren

Partijen hebben sterk de wens om inzicht hierin te verbeteren, maar dit is geen gemakkelijke opgave en kost personele capaciteit die niet gemakkelijk beschikbaar is. Het exact vaststellen van de impact van netcongestie op OV vereist goed inzicht in hoe nieuwe dienstregelingen (en langere, zwaardere voertuigen) de belastingprofielen beïnvloeden. Aan de kant van de netbeheerder vereist dit goed inzicht in de aard en de karakteristieken van het knelpunt. Dit is nodig om te kunnen bepalen welke oplossingen van toepassingen zouden kunnen zijn.

Op basis van de huidige inzichten is netcongestie een groeiend probleem voor het OV

Wel geeft dit onderzoek een beeld van de voorlopige inzichten van OV-partijen met betrekking tot knelpunten en gehinderde ambities. Vrijwel alle partijen identificeren al knelpunten waar netcongestie tot hinder leidt of zal leiden. De partijen zijn op dit moment zelf bezig dit verder te onderzoeken, wat weer zal leiden tot nieuwe inzichten. De tendens is dat er eerder meer knelpunten zullen bijkomen dan dat deze verholpen zullen worden, en daarmee kenmerkt netcongestie zich als een groeiend probleem in het OV.

Benodigde inzichten aan kant van OV-partij - impact aanpassingen in verbruik op belasting-profiel

- 1 Goed inzicht in de toekomstige groeiambities en dienstregeling
- 2 Inzicht in de precieze impact van deze toekomstige ambities en dienstregeling op het elektriciteitsnet. Dit houdt in inzicht in de locatie, omvang en moment van verbruik.

Benodigde inzichten aan kant van de netbeheerder - oorzaken voor ontstaan knelpunt

Mogelijke oorzaken waarom knelpunt bestaat

- 1 Sprake van overbelasting op station van regionale netbeheerder. Zo ja, hoe groot? Hoe lang? Wanneer vindt deze overbelasting plaats?
- 2 Sprake van overbelasting op station hoger netvlak. In dit geval zal het knelpunt op hogere netvlak eerst moeten worden opgelost.
- 3 Sprake van te lage capaciteit van de kabels. In dit geval zullen kabels moeten worden verzaard.
- 4 Sprake van tekort aan beschikbare vrije velden op het station. In dit geval zijn extra velden nodig die vaak veel (schaarse) ruimte kosten.

Mogelijke oorzaken waarom knelpunt niet kan worden opgelost

- 1 Station is fysiek gezien niet uitbreidbaar door ruimtegebrek
- 2 Vergunningen kunnen niet worden verkregen voor uitbreiding
- 3 Niet voldoende personele capaciteit of materiaal om uitbreiding uit te voeren

4. Opties realiseren van ambities OV

Samenvatting hoofdstuk 4

Om ondanks netcongestie de eigen groei- en verduurzamingambities te realiseren en de dienstregeling mogelijk te maken, kunnen OV-partijen verschillende maatregelen nemen.

Voor alle maatregelen die genomen kunnen worden is een belangrijke voorwaarde dat er inzicht is in het huidige elektriciteitsverbruik. Zonder inzicht is het niet mogelijk te beoordelen of de voorgenen maatregelen passend zijn voor de situatie en of ze het gewenste effect hebben.

Op hoofdlijnen zijn er vier manieren waarop OV-partijen hun ambities waar kunnen maken ondanks netcongestie. De potentie van de vier manieren verschilt.

1. Reduceren van energieverbruik vergroot direct de beschikbare capaciteit.
2. Verlagen gelijktijdigheid heeft onder de juiste voorwaarden een positieve impact.
3. Lokale opwek kan in theorie alle problemen oplossen, maar heeft in de praktijk waarschijnlijk beperkte impact op het alsnog realiseren van gehinderde ambities.
4. Alternatieve transportcontracten zijn soms een optie, als continu leveren van capaciteit niet mogelijk is. Voornamelijk voor de modaliteit bus zijn tijdsblokgebonden transportcontracten interessant.

Het benutten van nog beschikbare contractruimte, zoals bijvoorbeeld kan met het toevoegen van opslag, is een manier om bepaalde groei- en/of verduurzamingsambities alsnog te realiseren. Het staat een aangesloten partij vrij om de nog beschikbare contractruimte volledig op te vullen. Echter, vanuit technische perspectief kan dit

leiden tot ongewenste risico's, omdat assets van de netbeheerder mogelijk overbelast raken waardoor storingen kunnen ontstaan.

Het is daarom belangrijk dat de impact van maatregelen die genomen worden om de ambities te realiseren, op de gehele energieketen wordt beschouwd.

De impact van de geïdentificeerde maatregelen is niet kwantitatief te maken zonder naar ieder individueel knelpunt te kijken, omdat de uitdagingen voor ieder knelpunt uniek zijn. Wel verschillen op hoofdlijnen de impact en de uitvoerbaarheid van de maatregelen. Soms verschilt dit ook per modaliteit.

Zo is het reduceren van energieverbruik goed uitvoerbaar voor alle modaliteiten, maar is de verwachte impact op de ambities beperkt.

Het verlagen van de gelijktijdigheid heeft vooral impact op kortstondige pieken, die vooral voorkomen bij trein, metro, tram en trolleybus en is redelijk goed uitvoerbaar.

Bij langdurige pieken kan het toevoegen van regelbare lokale opwek ervoor zorgen dat ambities alsnog kunnen worden gerealiseerd. Echter, het toevoegen van lokale opwek vraagt om actieve sturing en de juiste vergunningen die mogelijk lastig te verkrijgen zijn. Hierdoor is de uitvoerbaarheid van deze maatregel lager.

Alternatieve transportcontracten, specifiek tijdsblokgebonden contracten, zijn voornamelijk interessant voor de bus. Het exacte proces voor deze contracten is nog niet bekend gemaakt. De verwachte uitvoerbaarheid is echter redelijk goed.

Om de gestelde ambities alsnog te realiseren, moet de elektriciteitsbehoefte worden aangepast

Netcongestie vraagt om een aanpassing van de elektriciteitsbehoefte

Om de ondanks netcongestie gehinderde ambities van de OV-partijen alsnog te realiseren, moet de elektriciteitsbehoefte dusdanig worden aangepast dat deze binnen het gecontracteerd vermogen past. Er kunnen verschillende maatregelen genomen worden om de toekomstige dienstregeling mogelijk te maken. In dit hoofdstuk worden deze verder toegelicht.

Inzicht in het elektriciteitsverbruik is vereist

Voor alle maatregelen die genomen kunnen worden is een belangrijke voorwaarde dat de OV-partij inzicht heeft in het huidige elektriciteitsverbruik. Zonder inzicht is het niet mogelijk te beoordelen of de voorgenomen maatregelen passend zijn voor de situatie en of ze het gewenste effect hebben. Naast inzicht is het voor sommige maatregelen nodig om actief te kunnen sturen op het energieverbruik. Energiemanagementsystemen (EMS) bieden deze mogelijkheid en worden door verschillende OV-partijen al gebruikt.

Maatregelen kunnen ongewenst uitpakken

Bij alle maatregelen is het belangrijk om de consequenties ervan te beschouwen. Specifiek lichten we hier één consequentie toe, namelijk de mogelijke gevolgen van het benutten van nog beschikbare contractruimte.

Het benutten van nog beschikbare contractruimte is een manier om bepaalde groei- en/of verduurzamingsambities alsnog te realiseren.

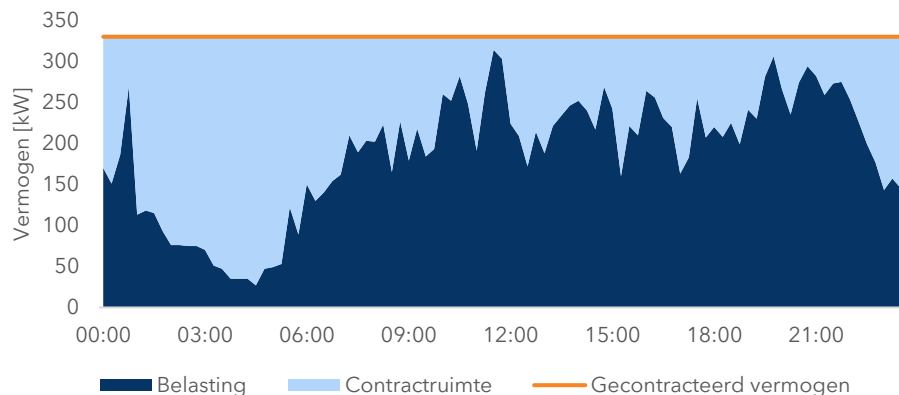
Juridisch gezien mag elke partij de ruimte binnen zijn gecontracteerd vermogen continu volledig benutten. Dit betekent dat ambities waarvan de additionele capaciteitsvraag binnen het huidige gecontracteerd vermogen past, juridisch gezien altijd gerealiseerd mogen worden.

Het benutten van de beschikbare contractruimte echter kan ongewenst grote risico's met zich meebrengen. Netbeheerders houden namelijk rekening met de huidige belastingprofielen van OV-partijen, zoals eerder toegelicht op pagina 22. Dit houdt in dat de netbeheerder rekening houdt met het feit dat partijen niet altijd hun gecontracteerde vermogen volledig verbruiken. Het toevoegen van extra belasting op momenten dat er nog ruimte is binnen het gecontracteerd vermogen (verdichting van het

profiel) kan er daarom voor zorgen dat assets van de netbeheerder overbelast raken. Dit kan invloed hebben op de betrouwbaarheid van deze assets en kan leiden tot storingen.

Samenwerking met de netbeheerder is belangrijk voor een betrouwbare stroomvoorziening

Doordat volledige benutting van contractwaardes kan leiden tot grotere risico's op overbelasting van assets van de netbeheerder, reduceert het de betrouwbaarheid van de stroomvoorziening van de OV-partij zelf. Het realiseren van groeiambities van OV-partijen door verdere opvulling van het contractvermogen, moet daarom in samenspraak gebeuren met de netbeheerder om risico's op systematische overbelasting te minimaliseren.



Figuur 4.1: Schematisch belastingprofiel van metro-aansluiting.

We zien vier manieren waarop OV-partijen hun ambities waar kunnen maken ondanks netcongestie



Reduceren energieverbruik

Deze maatregel verlaagt het verbruik van de assets van de OV-partij en daarmee direct (of eerst via het eigen net) de belasting op het net van de netbeheerder. Dit kan zowel door het verlagen van netverliezen of het verhogen van energie-efficiëntie door ander gebruik of materiaal.



Verlagen gelijktijdigheid

Deze maatregel verplaatst verbruik of opwek naar een ander moment dan het piekmoment. Hierdoor wordt de piek lager en geldt een lagere capaciteitsclaim, waardoor het net op piekmomenten minder wordt belast.



Toevoegen lokale opwek

Deze maatregel creëert energie-opwek in de buurt van het verbruik. Het profiel van opwek dekt (gedeeltelijk) het profiel van verbruik. Hiermee vervalt de behoefte om de energie te transporteren via het net van de netbeheerder en wordt dit net dus minder belast.



Afsluiten alternatieve transportcontracten

Alternatieve transportcontracten of aansluitwijzen kunnen een bijdrage leveren door het optimaliseren van de benutting van de netcapaciteit van de netbeheerder. Er zijn verschillende transportcontracten die relevant zijn voor OV-partijen.

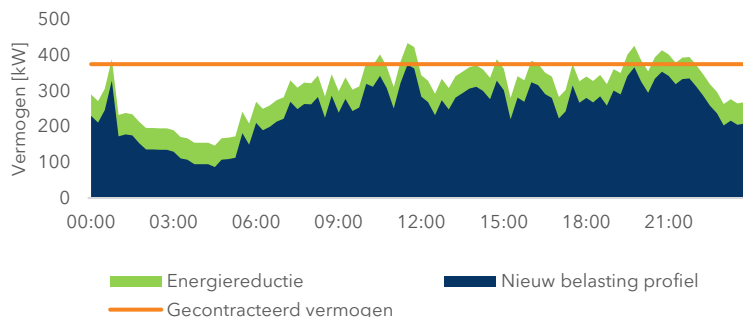
Reduceren van energieverbruik betreft verminderen netverliezen of verhogen van energie-efficiëntie

Energiereductie verlaagt de belasting op het net

Deze maatregel verlaagt het verbruik van de assets van de OV-partij en daarmee direct (of eerst via het eigen net) de belasting op het net van de netbeheerder. Dit kan zowel door het verhogen van energie-efficiëntie of elimineren van assets.

Onderstaande figuur toont hoe het reduceren van energieverbruik het belastingprofiel van een metro tractiestation kan beïnvloeden. De eigen capaciteitsvraag wordt verlaagd door structureel minder vermogen te vragen, en daarmee het net van de netbeheerder minder te belasten.

In specifieke situaties, zoals die in onderstaande figuur, zorgt een energiereductie ervoor dat de belasting binnen het gecontracteerd vermogen blijft. Wanneer er voldoende gecontracteerd vermogen aanwezig is, creëert de energiereductie capaciteit voor groei- en verduurzamingsambities.



Figuur 4.2: Schematisch belastingprofiel metro.

Verskillende vormen van toepassing

OV partijen zijn al bezig met het reduceren van hun energieverbruik. De maatregelen en concepten zijn op hoofdlijnen in te delen in drie categorieën:

1. Energiereductie door gedragsverandering

Door zuiniger te rijden, d.w.z. minder hard optrekken en afremmen, kan het energieverbruik worden verminderd. Daarbij zorgt minder hard optrekken ook voor lagere pieken in het belastingprofiel.

Voorbeeld: Vervoerders proberen hun bestuurders en chauffeurs energiezuinig te laten rijden. Dit doen ze onder andere door inzicht te bieden in het verbruik tijdens het rijden.

2. Energiereductie door het verminderen van netverliezen

De tractienetten van het OV hebben, net zoals reguliere stroomnetten, te maken met netverliezen. Bij een hogere bovenleidingspanning zijn er minder netverliezen waardoor het energieverbruik wordt verminderd.

Voorbeeld: De bovenleidingspanning voor de trams van de HTM en GVB wordt verhoogd van 600V DC naar 750V DC.

3. Energiereductie door energiezuiniger materieel

Het vervangen van ouder, minder zuinig, materieel door nieuw en energiezuiniger materieel zorgt voor een reductie van het energieverbruik. Daarnaast kan huidige materieel ook energiezuiniger worden gemaakt, bijvoorbeeld door efficiëntere inzet van verwarming en koeling.

Voorbeeld: Bij de aanschaf van nieuw materieel is het energieverbruik van het materieel een belangrijke eis. Naast dat het de eigen capaciteitsvraag verkleint, bespaart het ook kosten. Mede hierom wordt deze maatregel door veel vervoerders al uitgevoerd.

Reduceren van energieverbruik vergroot direct de beschikbare capaciteit van OV-partijen

De potentie van het reduceren van energieverbruik

Er zijn verschillende voorbeelden van energiereductie die OV-partijen al toepassen, in pilotvorm of structureel. De impact en potentie van de maatregelen verschilt, zoals te zien in tabel 4.1.

1. Energiereductie door gedragsverandering

De potentie van energiezuinig rijden is hoog. Het leidt tot direct zichtbare resultaten en kan de OV-partijen helpen. Echter, gedragsverandering tot stand brengen kan lastig zijn. Het toepassen van de juiste prikkels richting de bestuurders helpt de gedragsverandering tot stand te komen.

2. Energiereductie door het verminderen van netverliezen

Het verminderen van netverliezen door het verhogen van de bovenleidingspanning heeft direct impact op het energieverbruik. Het is een gewenste maatregel die door twee OV-partijen (HTM en GVB) al op de planning staat.

3. Energiereductie door gebruik van energiezuiniger materieel

Het vervangen van oud materieel door nieuwer en zuiniger materieel heeft direct impact op het energieverbruik. Het vervangen van materieel is echter kostbaar en gebeurt idealiter aan het einde van de levensduur van het materieel. Daarmee heeft deze maatregel beperkte mogelijkheden om de eigen ambities alsnog waar te maken. Wel is het een relevant aandachtspunt bij de aanschaf van nieuw materieel.

Naast nieuw materieel kan het huidige materieel mogelijk ook worden verduurzaamd. Uit een onderzoek van de HTM¹⁾ blijkt dat ongeveer 15% van het totale energieverbruik wordt veroorzaakt door comfortfuncties zoals het koelen en verwarmen van de voertuigen. Door efficiënter te verwarmen en koelen kan het energieverbruik van de voertuigen worden verlaagd. Dit heeft voorname in de winter veel waarde, omdat de energievraag dan het grootst is.

Overall impact van het reduceren van energieverbruik door OV-partijen

Het reduceren van energieverbruik zorgt voor het verminderen van de eigen capaciteitsvraag.

Hiermee draagt een energiereductie in bijna alle gevallen bij aan het vergroten van de eigen beschikbare capaciteit binnen het contract. Het is hierbij van belang dat de energiereductie ook plaatsvindt op piekmomenten.

Waar mogelijk is het voor OV-partijen van belang om zoveel mogelijk in te zetten op reductie van het energieverbruik. Naast dat dit de eigen capaciteitsclaim vermindert, levert dit namelijk ook milieuwinsten op doordat er minder stroom wordt verbruikt en verlaagt het de elektriciteitskosten.

Tabel 4.1: Overzicht van de (verwachte) impact per maatregel voor verschillende partijen.

Maatregel	Partij	(Verwachte) impact
Energiezuinig rijden	GVB	4 à 5 GWh per jaar
Energiezuinig rijden	HTM	5% energiebesparing
Verhogen bovenleidingspanning	GVB, HTM	5% energiebesparing

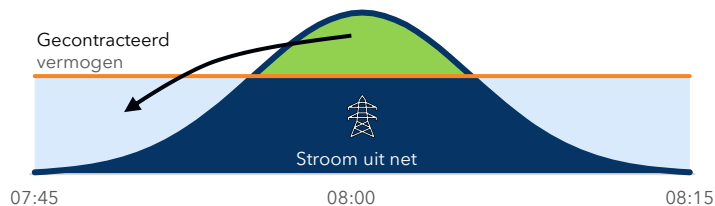
Het verlagen van de gelijktijdigheid zorgt voor een betere spreiding van de belasting

Toelichting maatregel

Deze maatregel verplaatst verbruik of opwek naar een ander moment dan het piekmoment. Hierdoor wordt de piek lager en geldt een lagere capaciteitsclaim, waardoor het net op piekmomenten minder wordt belast.

In figuur 4.3 wordt schematisch weergegeven hoe de gelijktijdigheid kan worden verlaagd door de piekbelasting op het net te verplaatsen naar een moment waarop er ruimte is binnen het gecontracteerd vermogen.

Het verlagen van gelijktijdigheid kan capaciteit vrijspelen voor de eigen groei- en verduurzamingsambities van OV-partijen. Om bij te dragen aan het realiseren van de eigen ambities moet de maatregel de gelijktijdigheid structureel verlagen.



Figuur 4.3: Schematische weergave van het verlagen van gelijktijdigheid.

Verskillende vormen van toepassing

Verskillende OV-partijen zijn al bezig met het verlagen van gelijktijdigheid. De maatregelen zijn in te delen in drie verschillende categorieën:

1. Belasting op het tractienet beter verspreiden

Door gelijktijdig verbruik op dezelfde tractiestations zoveel mogelijk te vermijden. Dit kan bijvoorbeeld door het verminderen van gelijktijdig optrekken van voertuigen bij stations. Hiermee wordt de piekbelasting op het net verminderd.

Daarnaast kan de belasting mogelijk beter worden verspreid wanneer losse secties van tractienetten aan elkaar verbonden worden (als dit nog niet het geval is).

Voorbeeld: GVB voert een pilot uit waarbij de verkeersleiding, op basis van actuele verbruiksdata, de belasting probeert te spreiden. Bijvoorbeeld door bestuurders te vragen minder hard op te trekken of voertuigen pas later vrij te geven voor vertrek.

2. Netbewust laden van bussen

Door middel van laden op basis van (onder andere) beschikbare netcapaciteit kunnen grote vermogenspieken worden vermeden. De bussen worden dan tijdelijk, niet, of op lagere vermogens geladen.

Voorbeeld: Meerdere busvervoerders zoals Qbuzz en Keolis zijn bezig met het toepassen van netbewust laden.

3. Het verlagen van gelijktijdigheid door energieopslag

Er zijn meerdere pilots die doormiddel van energieopslag de gelijktijdigheid proberen te verlagen door de piekbelasting beter te verspreiden. Door op momenten van piekbelasting deze opgeslagen energie te gebruiken, wordt deze piek lager. Dit wordt ook wel *peakshaving* genoemd.

Voorbeeld: De energiebank van de RET slaat stroom uit de bovenleiding van de tram op. Deze energie wordt vervolgens ingezet om de piekvraag tijdens het optrekken van trams op te vangen. Door de energiebank kan de RET de dienstregeling uitbreiden zonder nieuwe netaansluitingen aan te vragen.

Verlagen gelijktijdigheid heeft onder de juiste voorwaarden een positieve impact

De potentie van het verlagen van de gelijktijdigheid

De drie soorten maatregelen die de gelijktijdigheid verlagen verschillen in de potentie en impact.

1. Belasting op het tractienet beter verspreiden

Het beter verspreiden van de belasting op het tractienet kan een effectieve maatregel zijn om de gelijktijdigheid, en daarmee pieken in het verbruik, te verlagen. De bijdrage aan het realiseren van de eigen ambities van OV-partijen is beperkter, aangezien het lastig is om te voorkomen dat in specifieke gevallen de belasting niet verspreid kan worden. Dit zijn bijvoorbeeld momenten wanneer de dienstregeling verstoord is en het niet te voorkomen is dat voertuigen gelijktijdig optrekken.

2. Netbewust laden van bussen

De potentie voor het netbewust laden van bussen is hoog. Dit geldt specifiek voor bussen die op een depot worden geladen en geladen worden in een breder tijdsvenster. Voor opportunity charging, met korte 'laadstops' verwerkt in de dienstregeling, is de potentie lager, omdat het niet of minder snel kunnen laden invloed heeft op de dienstregeling.

3. Het verlagen van gelijktijdigheid door energieopslag

Het gebruik van energieopslag is een effectieve maatregel om de gelijktijdigheid te verlagen. Er zijn een aantal voorwaarden om deze maatregel effectief te laten zijn. Ten eerste moet de opslag voldoende groot zijn om de pieken op te kunnen vangen. Daarnaast moet het belastingprofiel genoeg mogelijkheden bieden om energie op te kunnen slaan. Wanneer de overschrijdingen van het contractvermogen te lang achtereen plaatsvinden, waardoor er geen momenten meer zijn om de batterij voldoende op te kunnen laden, is een batterij minder geschikt.

Het opslaan van energie moet bovendien netbewust gebeuren. Wanneer het opslaan van energie uit het net plaatsvindt op momenten dat aangesloten stations in het net al volledig belast worden, is er een risico op overbelasting en daarmee een grotere kans op stroomuitval.

Conclusie van de potentie van het verlagen van gelijktijdigheid

Het verlagen van gelijktijdigheid is relevant wanneer het belastingprofiel van de OV-partij duidelijke pieken en dalen bevat.

Om een bijdrage te leveren aan het realiseren van de groei- en verduurzamingsambities, moet de maatregel de gelijktijdigheid structureel verlagen.

Initiatieven zoals netbewust laden en energieopslag kunnen, onder de juiste voorwaarden, een aanzienlijke bijdrage leveren omdat ze structureel de gelijktijdigheid verlagen. Voor het beter verdelen van de belasting over het tractienet is dit lastiger aangezien dit aanpassingen aan de dienstregeling of de manier waarop met vertraging wordt omgegaan vereist, waardoor de potentie beperkter is.

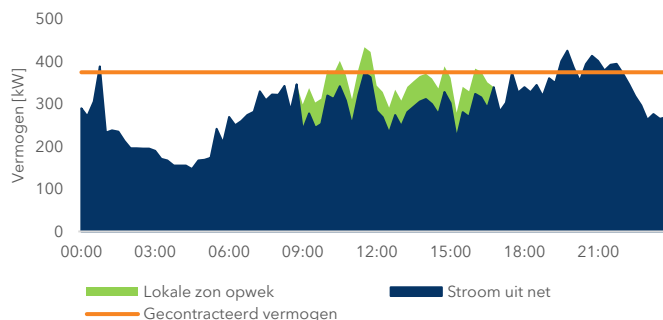
Toevoegen lokale opwek betreft (niet-)duurzame opwek aan het net en opwek op rijdend materieel

Toelichting maatregel

Deze maatregel creëert energie-opwek in de buurt van het verbruik. Het profiel van opwek dekt (gedeeltelijk) het profiel van verbruik. Hiermee vervalt de behoefte om de energie te transporteren via het net van de netbeheerder en wordt dit net dus minder belast.

De lokale opwek kan direct aan het tractienet zijn verbonden, of eerst worden opslagen in een batterij. Om de capaciteitsvraag als OV-partij te verminderen is het van belang dat opwek en verbruik gelijktijdig plaatsvinden. Wanneer de lokale opwek direct is verbonden aan het tractienet, is het een vereiste dat de opwek op dezelfde momenten plaatsvindt als het verbruik. Wanneer de opgewekte energie eerst wordt opslagen is dit geen vereiste.

Of het toevoegen van lokale opwek een effectieve maatregel is, hangt sterk af van de specifieke situatie. Het verschilt per situatie of de benodigde vermogens geleverd kunnen worden door de lokale opwek en wat de kosten zijn die hiermee gepaard gaan. Daarnaast heeft de opbouw van een tractienet invloed op de potentie van lokale opwek. Lokaal opgewekte energie kan enkel gebruikt worden op de secties van het tractienet die direct verbonden zijn aan de lokale opwek. Wanneer het tractienet bestaat uit meerdere gescheiden secties, zoals het metro- en tramnet van de RET, kan de lokale opwek slechts in één sectie verbruikt worden.



Figuur 4.4: Schematisch belastingprofiel met lokale zon opwek.

Verschillende vormen van toepassing

Het toevoegen van lokale opwek aan de netten van OV-partijen kan op hoofdlijnen op drie manieren:

1. Duurzame opwek aan het net

Door duurzame opwek, zoals zonne- en windenergie, te koppelen aan een tractienet kan een deel van het belastingprofiel gedekt worden. Deze opwek vindt enkel plaats als de zon schijnt of de wind waait, waardoor er geen structurele zekerheid is over de verlaging van het belastingprofiel.

Voorbeeld: HTM voert een pilot uit genaamd 'zonnepin' waarbij langs het spoor zonnepanelen worden geplaatst op landschappelijk goed ingepaste structuren, zoals de poten van diverse hekjes.

2. Opwek uit brandstoffen aan het net

Opwek uit (fossiele) brandstoffen kan aan het net gekoppeld worden. Omdat opwek uit brandstoffen niet afhankelijk is van het weer, is deze inzetbaar op elk gewenst moment.

Voorbeeld: Gasgeneratoren kunnen naast het spoor worden geplaatst om piekbelasting op het net op te vangen. Dit kan bijvoorbeeld op locaties waar veel voertuigen optrekken, zoals stations.

3. Opwek op rijdend materieel

Door apparatuur toe te voegen aan voertuigen kan de kinetische energie die wordt opgewekt tijdens het remmen worden omgezet in stroom. Deze kan later (m.b.v. opslag) tijdens het rijden worden gebruikt, wat de benodigde hoeveelheid energie uit het net beperkt.

Voorbeeld: In Arnhem loopt er een pilot om de remenergie van de trolleybussen op te slaan in een batterijpakket aan boord van het voertuig. Deze energie kan vervolgens worden gebruikt tijdens het optrekken om de piekvraag te verminderen.

Lokale opwek heeft naar verwachting beperkte impact op het alsnog realiseren van gehinderde ambities

Potentie lokale opwek

De potentie van lokale opwek verschilt voor de drie geïdentificeerde manieren.

1. Duurzame opwek aan het net

Om bij te dragen aan de groei- en verduurzamingsambities van de OV-partijen moet lokale opwek structureel het verbruik matchen. Omdat er soms dagen zonder zon en wind zijn, is de mogelijkheid om de eigen capaciteitsvraag met enkel duurzame opwek te verlagen beperkt.

Batterijen die duurzame energie kunnen opslaan bieden mogelijk een oplossing. Echter, wanneer er meerdere dagen achtereen geen duurzame opwek mogelijk is, wordt de benodigde capaciteit van een batterij groot. Daarnaast komen dit soort momenten vaker voor in de winter, wanneer stroomverbruik hoger is door het verwarmen van het materieel.

2. Opwek uit brandstoffen aan het net

Opwek uit (fossiele) brandstoffen aan het net kan een toevoeging zijn om momenten waarop duurzame opwek niet aanwezig is, op te vangen. Het plaatsen van generatoren voor enkele momenten per jaar is vanuit economisch oogpunt waarschijnlijk onwenselijk. Daarnaast zijn de meeste brandstoffen niet duurzaam en brengen hiermee extra (lokale) uitstoot met zich mee. Duurzame brandstoffen, zoals waterstof, zijn op het moment nog schaars en kostbaar.

Echter, wanneer er geen andere mogelijkheden meer zijn om groeiambities van OV-partijen te realiseren, kan het toevoegen van niet duurzame lokale opwek een (tijdelijke) oplossing bieden. Als er met enkele generatoren op niet duurzame brandstof alsnog een dieseltraject kan worden geëlektrificeerd, is dit het overwegen waard. Er moet dus per situatie beoordeeld worden of de voordelen van niet-duurzame opwek aan het net afwegen tegen nadelen. Daarnaast is het de vraag of de OV-partij deze opwek moet realiseren of een andere partij in het congestiegebied.

3. Opwek op rijdend materieel

De impact van het benutten van remenergie op netcongestie is nog grotendeels onbekend. De impact is afhankelijk van de rijstijl, zoals hoe hard er geremd en opgetrokken wordt. Wanneer de opwek wordt opgeslagen in een batterij op het voertuig, verhoogt dit het gewicht met als gevolg een hoger energieverbruik. De opgewekte energie kan ook worden opgeslagen in batterijen naast het spoor, bijvoorbeeld op stations. Hiermee kan de energie ook voor andere doeleinden ingezet worden. Daarnaast kan de opgewekte energie ook direct worden ingezet voor andere doeleinden, zonder opgeslagen te worden in een batterij. Een voorbeeld hiervan is het benutten van remenergie van de metro voor het laden van bussen op grote stations. Het is hierbij wel van belang dat de opwek en het gebruik gelijktijdig plaatsvinden. Zonder opslag is het daarom lastig om hiermee structurele pieken in de belasting te verlagen.

Conclusie van de potentie van lokale opwek

De voorwaarde voor het verminderen van de eigen capaciteitsvraag door het toevoegen van lokale opwek is dat deze gelijktijdig met het verbruik plaatsvindt. Hierdoor is de potentie van enkel duurzame opwek beperkt. In combinatie met opslag en opwek uit brandstoffen neemt de potentie toe.

Per gehinderde ambitie verschilt de vermogensvraag die moet worden toegevoegd om de ambitie alsnog te kunnen realiseren. Daarom is het van belang dat er per situatie wordt beoordeeld of lokale opwek een effectieve maatregel kan zijn. Vanwege de eerder benoemde kanttekeningen is lokale opwek, in tegenstelling tot reduceren van energieverbruik, een maatregel die niet standaard genomen zou moeten worden.

Alternatieve transportcontracten zijn soms een optie als continu leveren van capaciteit niet mogelijk is

Toelichting

Alternatieve transportcontracten zijn contracten waarbij transportcapaciteit niet 24/7 beschikbaar wordt gesteld (ook wel 'non-firm' genoemd). Dit type contracten kunnen een bijdrage leveren door het optimaliseren van de benutting van de beschikbare netcapaciteit. Deze alternatieve transportcontracten zijn pas recentelijk beschikbaar of zijn nog in ontwikkeling. Voor de volledigheid benoemen we hier de alternatieve transportcontracten die relevant zijn voor OV-partijen en de werking ervan.

Groeps-transportovereenkomst (Groeps-TO)



Met deze vorm van overeenkomst sluit een groep van partijen een totaal transportcapaciteit af met de netbeheerder. Hoe deze capaciteit vervolgens verdeeld wordt tussen de partijen bepalen zij zelf. De ACM staat netbeheerders toe om de Groeps-TO op kleine schaal aan te bieden.

Dit betekent dat OV-partijen kunnen samenwerken met elkaar of derden om de beschikbare netcapaciteit optimaal te benutten.

Cable pooling



In de nieuwe energiewet wordt het delen van een aansluiting (oftewel cable pooling) met maximaal 4 partijen (WOZ-objecten) toegestaan. Dit geldt voor aansluitingen met een grootte van minimaal 2MVA. Partijen die cable poolen worden geacht zich als één aangeslotene te gedragen. Vooruitlopend op de nieuwe wet is deze optie nu al mogelijk gemaakt door de ACM. Het gebruik maken van cable pooling vereist een melding bij de ACM.

Mocht een OV-partij dus geen aansluiting gerealiseerd krijgen, kunnen ze op zoek gaan naar andere partijen met een complementair profiel en onderzoeken of die andere partij bereid is met hen de aansluiting te delen. Hiermee wordt de stroomvoorziening van de OV-partij vanzelfsprekend wel afhankelijk van een andere partij.

Tijdsblokgebonden transportcontracten



Deze contracten, die enkel beschikbaar zijn voor aansluitingen boven de 3x80A, hebben partijen niet langer 24/7 recht op de transportcapaciteit. Het recht wat ze dan krijgen geldt bijvoorbeeld enkel voor de daluren. Hiervoor wordt een gereduceerd transporttarief in rekening gebracht. Deze contracten worden naar alle waarschijnlijkheid pas vanaf april 2025 beschikbaar gesteld door de netbeheerders.

Dit stelt OV-partijen in staat om transportcapaciteit te verkrijgen tijdens daluren, zoals 's nachts, wanneer de vraag naar stroom vanuit andere partijen lager is. Afhankelijk van de lokale situatie op het net is het hiermee mogelijk om transportcapaciteit te verkrijgen ondanks netcongestie. Tijdsblokgebonden contracten zijn specifiek interessant voor bus vervoerders, omdat de bussen op deze manier 's nachts geladen kunnen worden op een depot.

In het geval van netcongestie is een netbeheerder wel verplicht om de resterende ruimte in de daluren eerst aan te bieden aan de partijen die hoger op de wachtlijst staan (al dan niet als gevolg van maatschappelijk prioriteren). Het proces waarmee dit gedaan wordt is nog niet helder en de verwachte tijd die dit gaat kosten ook nog niet.

Deze transportcontracten zijn nu over het algemeen nog niet regulier af te sluiten bij de netbeheerders. Toch biedt dit naar verwachting wel mogelijkheden, aangezien het ook in het geval van netcongestie mogelijkheden biedt om transportcapaciteit te verkrijgen.

Het kan daarmee een aanzienlijke bijdrage leveren aan de groei- en verduurzamingsambities van de OV-partijen. Het kunnen laden van alle resterende bussen die geëlektrificeerd moeten worden, realiseert de transitie naar zero-emissie bus, wat anders onhaalbaar is. Dit komt omdat deze aanvragen in het geval van netcongestie anders in de wachtrij bij de netbeheerder worden geplaatst.

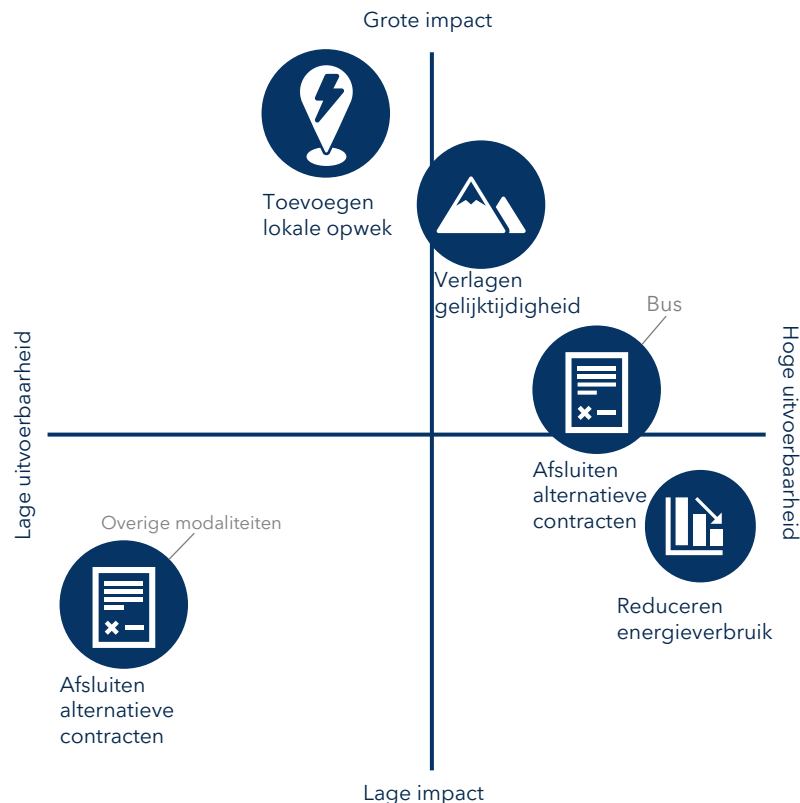
De impact en uitvoerbaarheid van de verschillende maatregelen verschilt

De exacte impact van de maatregelen is niet te geven zonder elk knelpunt te analyseren

Kwantitatieve inzichten in de impact van deze maatregelen zijn niet te creëren zonder naar ieder individueel knelpunt te kijken, omdat de uitdagingen voor ieder knelpunt uniek zijn. De oorzaak van het knelpunt kan veel verschillende redenen hebben. Dit kan bijvoorbeeld overbelasting zijn op het onderstation, congestie op een hoger netvlak, een tekort aan vrije velden ("stopcontacten om op in te pluggen") op een station, te lage capaciteit van de kabels of gebrek aan fysieke ruimte en personele capaciteit om stations uit te breiden.

Wel is er op hoofdlijnen onderscheid te maken tussen de verwachte impact van de verschillende maatregelen op het alsnog kunnen realiseren van gehinderde ambities. Daarnaast is er duiding te geven over de mate waarop de maatregelen uitvoerbaar zijn. In sommige gevallen verschillen deze per modaliteit. Op de volgende pagina's wordt de impact en uitvoerbaarheid van de verschillende maatregelen verder toegelicht.

Figuur 4.5 toont een indicatie van de impact die een maatregel kan maken vanuit netcongestieperspectief en de algehele uitvoerbaarheid van de maatregel. Maatregelen kunnen vanuit een ander perspectief (bijv. duurzaamheid of ruimte) een hogere impact hebben dan hier geschetst.



Figuur 4.5: Een inschatting van de impact en uitvoerbaarheid van de verschillende maatregelen. Per knelpunt, gehinderde ambitie en modaliteit kan dit verschillen. Het is daarom van belang dat per situatie de verschillende maatregelen worden overwogen om zo de meest passende maatregelen te vinden.

De impact verschilt van de vier maatregelen op het alsnog kunnen realiseren van de ambities



Reduceren energieverbruik

Het reduceren van energieverbruik is voor alle modaliteiten relevant en wordt door veel OV-partijen al actief gedaan. Naar verwachting is een energiereductie van ca. 1-2% per jaar te realiseren. Dit alleen zal naar verwachting niet voldoende zijn om de ambities van de OV-partijen te realiseren, maar zorgt er wel voor dat het probleem voor de andere benodigde oplossingen wordt verkleind. Wanneer er niet wordt ingezet op het reduceren van het energieverbruik wordt het probleem alleen maar groter.



Verlagen gelijktijdigheid

Het verlagen van gelijktijdigheid kan situationeel een oplossing zijn en is volledig afhankelijk van de uitdagingen op het knelpunt. Met name voor het kortstondig opvangen van de pieken in het energieverbruik door het optrekken van trein, metro, tram en trolleybus kan het verlagen van de gelijktijdigheid een goede maatregel zijn. Dit is specifiek van toepassing als blijkt dat overschrijdingen van zeer korte duur zijn en daarmee met opslag kunnen worden opgevangen. Dit kan er voor zorgen dat een knelpunt verdwijnt en kan dus voor specifieke knelpunten een hoge impact hebben. Wanneer overschrijdingen structureel van aard zijn, wordt de benodigde opslag al snel te groot en daarmee te duur. De mate waarin het verlagen van de gelijktijdigheid impact heeft op alle knelpunten moet niet overschat worden. Het advies is om pas in te zetten op het verlagen van de gelijktijdigheid wanneer uit onderzoek van een knelpunt blijkt dat dit een passende oplossing is.



Toevoegen lokale opwek

Het toevoegen van lokale opwek kan, mits het te realiseren is, in theorie alle knelpunten oplossen. Dit zal echter niet volledig met duurzame opwek kunnen en vereist dus de inzet van opwek middels stuurbaar vermogen. Daarnaast vereist het van OV-partijen de vaardigheden om deze opwek aan te kunnen sturen, waarvoor extra personeel zal moeten worden aangetrokken. Het alternatief is het extern beleggen van het beheer en aansturen van de assets. Het toevoegen van lokale opwek kan dus een grote impact hebben doordat in theorie alle knelpunten kan oplossen. Het is echter sterk de vraag in welke mate deze maatregel maatschappelijk gewenst en overal uitvoerbaar is en zal per situatie beoordeeld moeten worden.



Afsluiten alternatieve transportcontracten

Alternatieve transportcontracten zijn voornamelijk relevant voor de ambities voor de modaliteit bus. Wanneer er gekozen wordt voor depotladen van de bussen is het energieverbruik voornamelijk in de nacht, wanneer er een grotere kans is dat er nog wel transportcapaciteit is bij de regionale netbeheerder. Een belangrijke voorwaarde is dat de capaciteit ook op het TenneT-net aanwezig moet zijn, waar de energiestromen minder goed voorspelbaar zijn. Voor de andere modaliteiten is dit minder relevant, aangezien hun verbruik valt gedurende de tijd van de dag waarop er ook veel andere vraag naar energie is.

Daarnaast verschilt per modaliteit de uitvoerbaarheid van de verschillende maatregelen



Trein

Naast het reduceren van het eigen energieverbruik, is de impact van de maatregelen voor deze modaliteit zeer sterk afhankelijk van de karakteristieken van de knelpunten. Voor het realiseren van de eigen ambities is het daarom belangrijk om deze knelpunten te analyseren, zoals nu ook al gebeurt, om vervolgens de passende maatregel te kiezen.

Opslag zou in gevallen van kleinere overschrijdingen een oplossing kunnen zijn. In andere gevallen kan, mits realiseerbaar, het toevoegen van lokale opwek een oplossing bieden. Dit zal echter niet in alle gevallen wenselijk zijn, omdat het veel eisen stelt aan de omgeving en de organisatie.



Metro, tram en trolleybus

Ook bij deze modaliteiten helpt het om het eigen energieverbruik te reduceren. Voor het realiseren van de eigen ambities geldt ook bij deze modaliteit dat de impact van de mogelijkheden zeer sterk afhankelijk is van de karakteristieken van de knelpunten.

Het verlagen van gelijktijdigheid kan worden toegepast bij knelpunten waar de piek door het optrekken van de voertuigen een overschrijding veroorzaakt. Ook hier kan het toevoegen van opslag helpen om kortstondige pieken op te vangen. Deze opslag kan ook worden gevoed middels remenergie van de verschillende voertuigen.

Wederom kan, mits te realiseren, het toevoegen van lokale opwek (al dan niet in combinatie met opslag) de grootste impact hebben op het realiseren van ambities. Ook bij deze modaliteit zal deze optie echter niet altijd wenselijk zijn, zeker gegeven het feit dat deze modaliteiten voornamelijk in stedelijke gebieden voorkomen.



Bus

De grootste potentie voor bus, om de eigen ambities te realiseren, zit in de alternatieve transportrechten. In de nacht is er bij sommige transformatoren nog wel ruimte, waardoor dit een oplossing is. Dit is zeker het geval als de congestie alleen speelt bij de regionale netbeheerder.

Bij TenneT is het belastingprofiel veel minder voorspelbaar door internationaal transport en grote hoeveelheden wind op zee, waardoor zij minder ruimte hebben om alternatieve contracten te faciliteren.

Het reduceren van het eigen verbruik is, net als bij de andere modaliteiten een goed idee. Echter, dit alleen zal naar verwachting de problemen niet oplossen.

In het geval partijen van plan zijn om de bussen door middel van opportunity charging gedurende de dag te laden, moet overwogen worden of het verplaatsen van deze vraag naar de nacht (in de vorm van depotladen) geen betere optie is.

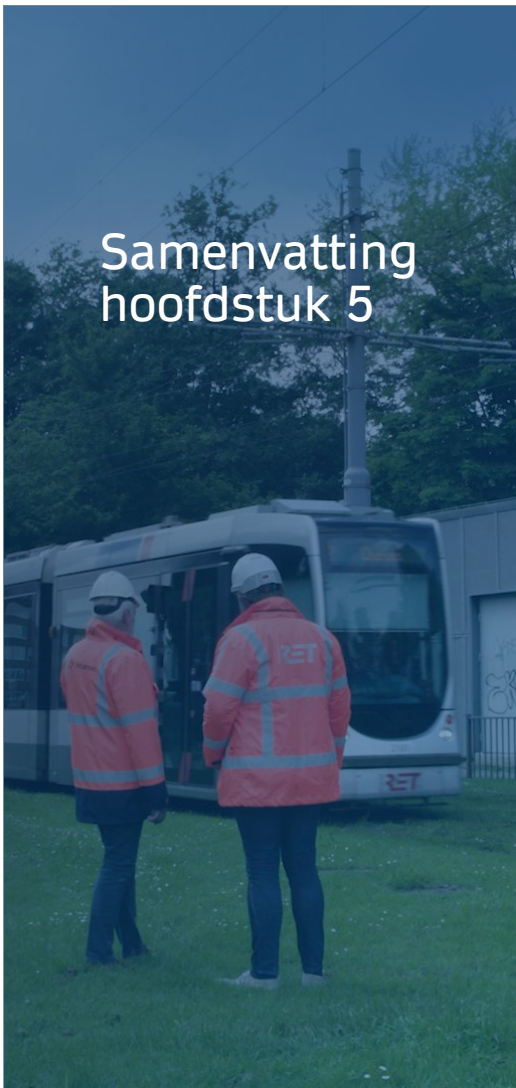
Het verlagen van de gelijktijdigheid heeft enkel zin als de elektriciteitsbehoefte wordt verplaatst naar een moment op de dag dat de transportcapaciteit beschikbaar is. Deze kans is bij bussen die niet 's nachts geladen worden niet substantieel.

Lokale opwek achter de aansluiting zou voor bussen een oplossing kunnen bieden. Het is echter de vraag of dit een effectieve en maatschappelijk wenselijke oplossing is en moet per situatie onderzocht worden.



5. Opties verlichten van netcongestie

Samenvatting hoofdstuk 5



Naast het realiseren van eigen ambities kunnen OV-partijen ook netcongestie voor anderen helpen te verlichten.

Om als OV-partij netcongestie te verlichten moet er een positieve impact zijn op een of meer aspecten van netcongestie. Dit zijn A) *belasting*, B) *autonome groei*, C) *aanvragen* en D) *beschikbare capaciteit*.

We identificeren binnen deze vier aspecten zeven manieren waarop OV-partijen netcongestie voor anderen kunnen verlichten:

Belasting

1. Reduceren energieverbruik
2. Verlagen gelijktijdigheid
3. Toevoegen lokale opwek

Autonome groei:

4. Zekerheid bieden aan de netbeheerder

Aanvragen:

5. Aansluiten van derden

Beschikbare capaciteit:

6. Beschikbaar stellen van middelen
7. OV-net beschikbaar stellen voor netbeheerder

Ook het verlichten van congestie voor anderen is niet mogelijk zonder naar de individuele situaties te kijken om de exacte impact van de maatregelen te duiden. Wel verschillen op hoofdlijnen de impact en de uitvoerbaarheid van de maatregelen.

De verwachte impact van de drie maatregelen die de belasting kunnen verlagen op het verlichten van congestie voor anderen is redelijk beperkt, omdat de belasting structureel en met forse omvang verlaagd moet worden om ruimte vrij te maken voor anderen. De uitvoerbaarheid van deze maatregelen verschilt, maar is over het algemeen redelijk goed.

Zekerheid bieden aan de netbeheerder door als OV-partij goede prognoses van de toekomstige stroomvraag te geven is goed uitvoerbaar maar heeft naar verwachting een beperkte impact, zeker gezien veel OV-partijen dit al doen.

Het aansluiten van derde partijen kan, afhankelijk van de aard van het knelpunt, een grote impact hebben. Vooral op de plekken waar de oorzaak van netcongestie ligt bij een tekort aan vrije velden op het elektriciteitsstation en niet bij overbelasting van een onderstation, kunnen aansluitingen van OV-partijen potentieel uitkomst bieden. Naar verwachting is het aansluiten van derden redelijk goed uitvoerbaar. Wel is het van belang dat de netbeheerder wordt betrokken in dit proces om te voorkomen dat assets 'hoger' in het net, overbelast worden.

Het beschikbaar stellen van middelen kan de netbeheerder helpen sneller het net te verzwaren. De verwachte impact is situatie-afhankelijk en vanwege onduidelijkheid over verdeling van kosten en baten is de verwachte uitvoerbaarheid lager.

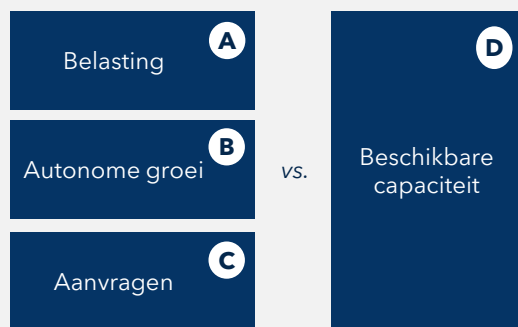
Het beschikbaar stellen van het OV-net voor de netbeheerder bij incidentele problemen op hun net is een theoretische maatregel die nog niet verder is onderzocht. De toepasbaarheid en impact van deze maatregel zijn daarom nog onbekend.

Naast het realiseren van eigen ambities kunnen OV-partijen ook netcongestie voor anderen verlichten

OV-partijen kunnen mogelijk congestie verlichten voor anderen

Naast het realiseren van eigen (gehinderde) ambities, kunnen tractienetten ook bijdragen aan het verlichten van netcongestie voor anderen. De tractienetten van het OV kunnen de netbeheerder op verschillende wijzen helpen om extra transportcapaciteit beschikbaar te maken. Om als OV-partij netcongestie te verlichten moet er een positieve impact zijn op een of meer aspecten van netcongestie. De vier aspecten staan weergegeven in het kader hieronder, en worden hiernaast toegelicht. Als maatregelen een positieve impact hebben op één of meer van deze aspecten betekent dat dat er uiteindelijk vermogen beschikbaar komt om aanvragen te realiseren i.p.v. op de wachtrij te plaatsen.

Aspecten van netcongestie



Zie hoofdstuk 2 'Achtergrond van netcongestie en OV' voor de toelichting van deze aspecten

We herkennen vier aspecten van netcongestie waarop OV-partijen impact kunnen hebben

- A. Belasting:** Verlagen van de eigen belasting zorgt ervoor dat er vermogen voor de netbeheerder vrijkomt om aan wachtenden te verstrekken. De vrijgekomen capaciteit moet dan wel (gedeeltelijk) vrijgegeven worden door het gecontracteerd vermogen te verlagen of een capaciteitsbeperkend contract aan te gaan, zodat de netbeheerder hier gebruik van kan maken. Dit kan natuurlijk alleen als de OV-partijen de vrijgekomen transportcapaciteit niet zelf nodig hebben voor de groei van het eigen verbruik.
- B. Autonome groei:** Door (scherpere) prognoses af te geven van toekomstig verbruik krijgt de netbeheerder meer zekerheid over het toekomstig gebruik. Hierdoor heeft de netbeheerder meer inzicht en zekerheid in welke capaciteit het in de toekomst heeft te vergeven. Het effect hiervan is sterk afhankelijk van de wijze waarop de netbeheerder nu rekening houdt met de toekomstige belasting. Dit kan een positief effect hebben wanneer prognoses aansturen op lager verbruik dan waar de netbeheerder rekening mee houdt. Omgekeerd kan de impact ook negatief zijn, wanneer blijkt dat de groei waar de netbeheerder rekening mee houdt significant lager is dan de ontvangen prognoses. Ondanks dat in dit geval

congestie niet verlicht wordt, is de netbeheerder ook in dit geval natuurlijk geholpen met betere prognoses.

- C. Aanvragen:** OV-partijen kunnen andere partijen, onder voorwaarden, aansluiten op het eigen OV-net of op de eigen aansluiting. Hier is situationeel meer ruimte voor dan op het net van de netbeheerder. Hierdoor is het voor deze andere partijen ook niet langer nodig om een aanvraag in te dienen bij de netbeheerder.
- D. Beschikbare capaciteit:** Dit is de beschikbare capaciteit op het net van de netbeheerder. Door beperkingen voor het uitbreiden van de transportcapaciteit (gedeeltelijk) weg te nemen, kunnen OV-partijen soms zorgen dat de netbeheerder het net sneller kan verzwaren. Ook kunnen ze mogelijk zorgen dat er minder transportruimte op net gereserveerd hoeft te worden voor noodsituaties. Hierdoor wordt de beschikbare capaciteit eerder vergroot, waardoor deze eerder beschikbaar komt voor partijen in de wachtrij.

We zien zeven manieren waarop OV-partijen netcongestie voor anderen kunnen verlichten

Door invloed te hebben op een van de vier aspecten van netcongestie (zoals op de vorige pagina beschreven), kunnen OV-partijen mogelijk congestie verlichten voor anderen. Binnen deze vier aspecten zien we zeven

manieren waarop OV-partijen dit kunnen doen. Hieronder is een overzicht gegeven van deze zeven manieren. In de rest van dit hoofdstuk worden die manieren verder toegelicht.

A. Belasting



1. Reduceren energieverbruik



2. Verlagen gelijktijdigheid



3. Toevoegen lokale opwek

B. Autonome groei



4. Zekerheid bieden

C. Aanvragen



5. Aansluiten van derden

D. Beschikbare capaciteit



6. Beschikbaar stellen van middelen



7. OV-net beschikbaar stellen voor netbeheerder

Binnen het aspect belasting zien we drie manieren voor OV-partijen om impact te hebben op congestie

De drie manieren voor OV-partijen om belasting te verlagen staan hieronder weergegeven. Deze zijn, in meer detail, al omschreven in het vorige hoofdstuk (zie pagina 48-53).



Reduceren energieverbruik

Deze maatregel verlaagt het verbruik van de assets van de OV-partij en daarmee direct de belasting op het net van de netbeheerder. Dit kan zowel door het verhogen van energie-efficiëntie of het niet meer gebruiken van assets.



Verlagen gelijktijdigheid

Deze maatregel verplaatst verbruik of opwek naar een ander moment dan het piekmoment. Hierdoor wordt de piek lager en wordt het reguliere elektriciteitsnet op piekmomenten dus minder erg belast.



Toevoegen lokale opwek

Deze maatregel creëert energie-opwek in de buurt van het verbruik. Het profiel van opwek dekt hiermee (gedeeltelijk) het profiel van verbruik. Hiermee vervalt de behoefte om de energie te transporteren via het net van de netbeheerder en wordt dit net dus minder belast.

De transportcapaciteit die door het toepassen van deze concepten kan worden vrijgespeeld kan:

1. óf door de OV-partij worden ingezet om groei in eigen verbruik te realiseren
2. óf worden teruggegeven aan de netbeheerder en daarmee worden ingezet voor andere doeleinden.

Deze twee doelen staan dus altijd op gespannen voet met elkaar. Het is afhankelijk van de behoefte van de OV-partij of capaciteit moet worden ingezet voor realiseren van eigen groei, of voor het helpen van andere partijen.

De manieren waarop de hier links genoemde concepten worden ingezet zijn gelijk voor zowel het realiseren van eigen groei- en verduurzamingsambities als voor het verlichten van netcongestie. Aan welk doel wordt bijgedragen gaat hier dus volledig om hoe de vrijgekomen transportcapaciteit wordt benut.

Deze kan ofwel worden ingezet om bijvoorbeeld meer en/of langere voertuigen te laten rijden. Of, deze kan worden teruggegeven aan de netbeheerder om meer aangesloten van transportcapaciteit te voorzien.

Enige uitzondering daarop is dat toevoegen lokale opwek of verlagen gelijktijdigheid d.m.v. opslag ook kunnen worden ingezet om het effect van de energievraag van anderen binnen het knelpunt (dus op hetzelfde netgedeelte) te reduceren. Zo kan een batterij dus ook worden ingezet om de piek van een nabijgelegen fabriek te dempen. Hierbij moet wel de vraag gesteld worden of de OV-partij de juiste partij is om dit uit te voeren, maar het kan mooie bijvangst zijn van een maatregel die ook voor het realiseren van de eigen ambitie wordt benut.

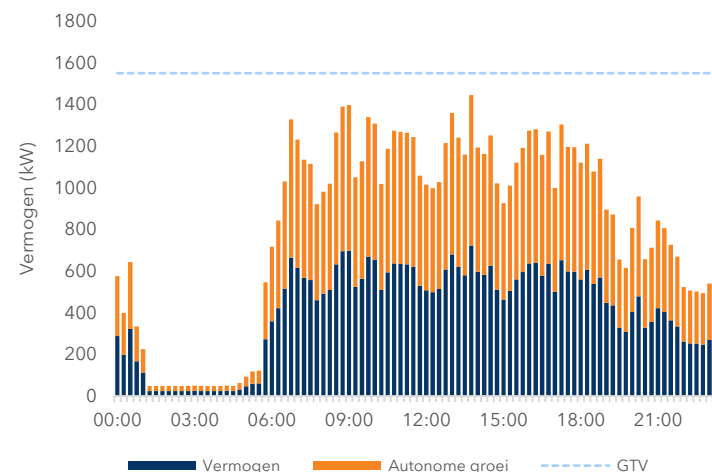
OV-partijen kunnen daarnaast de zekerheid van de prognoses van de netbeheerder helpen verbeteren

Autonome groei is lastig te voorspellen

Autonome (natuurlijke) groei is de groei binnen het gecontracteerde vermogen van de aangeslotene die nog kan plaatsvinden door meer elektriciteit te gaan verbruiken. De netbeheerder is verplicht rekening te houden met een zekere mate van autonome groei zodat deze voorbereid is op een hoger stroomverbruik in de toekomst, zelfs wanneer de netbeheerder geen nieuwe partijen meer aansluit. Een voorbeeld van autonome groei is hiernaast weergegeven. Wanneer op een bepaald tracé met een dubbele tram gereden gaat worden in plaats van een enkele kan de belasting binnen de aansluiting flink stijgen. Dit is een vorm van autonome groei.

Beter inzicht in autonome groei

De netbeheerder moet investeringen doen voor op de zeer lange termijn (~40 jaar). Om deze investeringen vast te leggen, moet de netbeheerder voorspellingen maken van de toekomstige elektriciteitsbehoefte. De prognoses die netbeheerder maakt voor autonome groei zijn gebaseerd op verwachte groei en verdeling naar locatie van nieuwe technologie zoals het gebruik van warmtepompen en elektrisch rijden (~10 jaar). De daadwerkelijke nieuwe vraag naar transportcapaciteit is pas bekend wanneer partijen aanvragen indienen, dit gebeurt meestal niet eerder dan 2 jaar van tevoren. Wanneer de netbeheerder meer zekerheid krijgt over de autonome groei kan het nauwkeuriger de capaciteitsclaim voor de toekomst vastleggen, en daarmee met meer zekerheid vaststellen welke capaciteit overblijft. Deze zekerheid kan worden geboden als OV-partijen preciezer naar de netbeheerder communiceren hoeveel capaciteit ze verwachten nodig te hebben in de toekomst.



Figuur 5.1: Voorbeeld van autonome groei binnen de aansluiting door het rijden met dubbele i.p.v. enkele tram.

Verschillen in tijdlijn tussen indienen aanvraag, prognose autonome groei netbeheerder en investeringen



Het aansluiten van andere partijen op OV-netten kan aanvragen bij de netbeheerder voorkomen

Door het koppelen van additionele afname aan OV-netten kan de infrastructuur potentieel efficiënter worden benut

Net als het reguliere elektriciteitsnet worden OV-netten maar een fractie van de tijd volledig belast. Dit biedt in theorie ruimte om alternatief verbruik aan de OV-netten toe te voegen om zo efficiënter met deze infrastructuur om te gaan.

We maken hier onderscheid in twee redenen waarom een station van de netbeheerder in congestie is:

- 1) **Overbelasting:** de belasting op het station heeft de maximale technische capaciteit bereikt
- 2) **Tekort aan vrije velden:** er zijn geen vrije velden (stopcontacten) beschikbaar op het elektriciteitsstation om nieuwe aansluitingen op te realiseren.

Het kan natuurlijk ook voorkomen dat beide situaties het geval zijn op een station. Afhankelijk van deze omstandigheden bieden OV-netten wel of geen goed perspectief voor een oplossing. De verschillende uitgangssituaties worden hiernaast beschreven.

Toevoegen van extra belasting kan alleen wanneer de netbeheerder ruimte heeft op het station

Het toevoegen van extra belasting kan alleen wanneer deze belasting plaatsvindt buiten de momenten dat het station van de netbeheerder op de maximale capaciteit ligt. Dit dient dus in goede samenspraak met de netbeheerder te gebeuren. Deze ruimte moet er zijn bij zowel de regionale netbeheerder als bij TenneT.

		Overbelasting	
		Ja	Nee
Vrije velden tekort	Ja	Aangezien er sprake is van overbelasting op het station kan toevoegen van extra belasting via OV-aansluiting zorgen voor meer overbelasting op station van netbeheerder. De extra belasting moet dus alleen worden toegevoegd op momenten in de tijd wanneer het station van netbeheerder niet overbelast is.	In dit geval is er wel ruimte voor extra belasting, maar wel een tekort aan vrije velden en dus geen fysieke plek voor een aansluiting. OV-aansluiting kan in deze situatie uitkomst bieden.
	Nee	Aangezien er sprake is van overbelasting op het station kan toevoegen van extra belasting via OV-aansluiting zorgen voor meer overbelasting op station van netbeheerder. De vermogensvraag van andere partijen kan dus enkel worden ingevuld op de momenten dat het station van netbeheerder ruimte over heeft.	In dit geval is geen sprake van congestie op het station, en kan direct op het station worden aangesloten. Er is dus geen behoefte om op OV-aansluiting te worden aangesloten.

Het toevoegen van verbruik zorgt voor verdichting in het profiel van de OV-partijen

Flexibel verbruik leent zich voor het opvullen van ruimte in belastingprofielen op tractienetten, waardoor tractienetten efficiënter gebruikt worden

Net als het reguliere elektriciteitsnet worden OV-netten maar een fractie van de tijd volledig belast. Dit kan in theorie ruimte bieden om alternatief verbruik aan de OV-netten toe te voegen om zo efficiënter met deze infrastructuur om te gaan. Wanneer dit verbruik flexibel is betekent dit dat het naar beneden kan worden bijgesteld wanneer de capaciteit even niet aanwezig is; wanneer deze benodigd is voor het rijden van de trein, metro, tram of trolley. De volgende vormen van gebruik lenen zich hier goed voor:



Koppelen van laadinfra voor faciliteren van ZE bouwmaterieel

OV-netten kunnen zich lenen om een alternatieve aansluiting te bieden voor laadinfrastructuur voor ZE-bouwmaterieel. Wanneer werkzaamheden moeten worden verricht aan het spoor en er geen aansluiting beschikbaar is kan een tijdelijke aansluiting op het OV-net uitkomst bieden. ProRail heeft een inschatting gemaakt dat dit voor ~14% van de gevallen waar een reguliere aansluiting niet mogelijk is een uitkomst kan bieden.

Voorbeelden van pilots

Gemeente Arnhem: Laadpunt voor bouwmaterieel
GVB: mobiele aansluiting op tramnet voor ZE-bouw
HTM: HTM-net gebruiken voor bouwaansluiting eigen gebouwen
RET: Pilot koppelen bouwaansluiting
ProRail: Koppelen ZE bouw materiaal



Koppelen van laadinfrastructuur voor OV of publiek gebruik

Naast laadinfrastructuur voor zero-emissie bouw is er ook de mogelijkheid om publieke laadinfrastructuur te koppelen of bestaande OV-laadinfrastructuur voor anderen open te stellen voor anderen. Ook hier wordt door verschillende partijen mee geëxperimenteerd. Hiermee kan extra laadcapaciteit bij stations worden gerealiseerd voor de overstap van auto naar OV, of voor elektrisch busvervoer. Afspraken kunnen gemaakt worden over het flexibel terugschroeven van laadcapaciteit wanneer capaciteit tijdelijk niet beschikbaar is. Denk ook aan laadpleinen voor het in de nacht laden van logistiek.

Voorbeelden van pilots

Gemeente Arnhem: Koppelen laadinfra aan trolleyneet
GVB: koppelen laadinfra
HTM: Koppelen laadinfra tramnet HTM (AC-zijde en DC-zijde in onderzoek)
RET: Koppelen laadplein aan GDS



Koppelen van alternatief verbruik met maatschappelijk doel

Als laatste kan er gekeken worden naar verbruik wat verder volledig los staat van de eigen operatie en welke niet stuurbaar is, zoals het aansluiten van een school, fietsenstalling of andere objecten uit de openbare ruimte.

Voorbeelden van pilots

Gemeente Arnhem: hier wordt gekeken naar het aansluiten van een school, publieke fietsenstalling of andere objecten uit de openbare ruimte op het trolleyneet.

Bij elke optie ontstaat het risico dat er op niet-transparante en discriminerende wijze een aansluiting gecreëerd wordt voor een derde partij. Dit houdt in dat bij elk van deze wijzen voorbij wordt gegaan aan de wachtrij van de desbetreffende netbeheerder.

OV-aansluitingen kunnen ook uitkomst bieden bij een tekort aan vrije velden bij de netbeheerder

Op sommige stations is nog wel plek voor extra belasting, maar zijn geen vrije velden meer beschikbaar

Voor het aansluiten van partijen vanaf een bepaalde aansluitwaarde (>2MVA) worden aansluitingen direct op een "vrij veld" binnen een station van de netbeheerder aangesloten. Het realiseren van nieuwe velden in deze stations kost veel arbeid en fysieke ruimte, en daarbij zijn stations soms bouwkundig simpelweg niet uitbreidbaar vanwege een gebrek aan fysieke ruimte.

Tractieaansluitingen kunnen in geval van veldentekort potentiële oplossing bieden

Wanneer de onderliggende oorzaak van netcongestie niet capaciteitsstekort is maar veldentekort, kan de aansluiting van OV-partijen eventueel uitkomst bieden. Dit komt doordat de technische capaciteit van tractieaansluitingen altijd een stuk hoger is dan het contractvermogen. Omdat er technisch gezien meer capaciteit is dan dat er is gecontracteerd is er op deze aansluitingen technisch gezien ruimte om toch partijen aan te sluiten. In het geval dat de capaciteit bij de netbeheerder beschikbaar is, kan dit de benodigde werkzaamheden voor de netbeheerder reduceren omdat er minder nieuwe vrije hoeven worden gerealiseerd.

De potentie van deze oplossing is locatieafhankelijk en zal door de netbeheerder moeten worden onderzocht in samenwerking met OV-partijen

Deze oplossing is relevant op plekken waar de netbeheerder geen aansluiting kan realiseren door gebrek aan vrije velden, maar waar nog wel ruimte is voor extra belasting. Deze belasting moet passen bij zowel de regionale netbeheerder als bij TenneT. Het is aan de netbeheerders om te kijken voor welke stations dit een uitkomst zou kunnen zijn.

De tabel hiernaast geeft ter indicatie het verschil in grootte weer van het gecontracteerde vermogen en de technische aansluitcapaciteit van de verschillende partijen met tractieaansluitingen. Hierin is te zien dat dit verschilt met ongeveer een factor twee. En dat er ongeveer voor 1000 MVA aan technische aansluitcapaciteit op de aansluitingen aanwezig is die niet gecontracteerd is.

Tabel 5.1: Overzicht van gecontracteerd vermogen en technische aansluitcapaciteit per partij.

Partij	Gecontracteerd vermogen (MW)	Technische aansluitcapaciteit (MVA)
ProRail	~800	~1400-1600
RET	~60	~250
GVB	~60	~225
HTM	~15	~190
Provincie Utrecht	~15	~45
Gemeente Arnhem	~10	~20
Totaal	~900-1000	~2100-2300

Het aansluiten van anderen op OV-netten brengt verantwoordelijkheid en complexiteit met zich mee

Het is aansluiten van andere partijen op OV-netten brengt ook risico's, nieuwe verantwoordelijkheden voor OV-partijen en extra complexiteit met zich mee. De mate waarin dit zo is verschilt per type verbruik dat wordt aangesloten. Wanneer verbruik wordt aangesloten dat grote leveringszekerheid vraagt, zal dit meer van OV-partijen vragen dan flexibel.



Het extra verbruik kan binnen het contract van de OV-partij passen, maar desondanks toch tot overbelasting bij de netbeheerder zorgen. Dit komt doordat de netbeheerder er al vanuit gaat dat de OV-partij niet altijd zijn volledige contractruimte benut. Dit doet de netbeheerder om efficiënter met de infrastructuur om te gaan en zo netinvesteringen te drukken. Ondanks dat het iedere aangeslotene is toegestaan zijn volledige contractruimte te benutten, is het van wezenlijk belang dat de netbeheerder wordt meegenomen in het toevoegen van extra verbruik om overbelasting te voorkomen.



Bij het toevoegen van alternatief verbruik aan OV-netten wordt voorbijgegaan aan de wachtrij van de netbeheerder. Hiermee worden OV-partijen de verantwoordelijkheid toegedicht welk verbruik, en in welke volgorde, wél of niet mag worden aangesloten. Er zijn hierover heldere afspraken nodig om te bepalen welk verbruik mag worden gekoppeld. Dit om te borgen dat er transparant en non-discriminatoire gehandeld wordt.



Het toevoegen van alternatief verbruik aan OV-netten zorgt voor extra complexiteit en verantwoordelijkheden voor OV-partijen die buiten hun kerntaken liggen. Wanneer bijvoorbeeld laadinfrastructuur aan OV-netten gekoppeld wordt moeten ook afspraken gemaakt worden over leveringszekerheid van stroom aan deze laadpalen. Wanneer verbruik wordt aangesloten dat grote leveringszekerheid vraagt, zal dit meer van OV-partijen vragen dan flexibel verbruik.



Het beschikbaar stellen van de OV-netten voor alternatief gebruik kan in sommige situaties voordelen opleveren, echter moet dit altijd in samenspraak gebeuren met de netbeheerders. Het koppelen van verbruik aan OV-netten zonder goede samenwerking met de netbeheerder kan zorgen voor overbelasting op de assets van de reguliere netbeheerders (zoals beschreven in Hoofdstuk 4) en gaat voorbij aan het prioriteringskader van het ACM. Geschikte doeleinden voor OV-netten zijn het faciliteren van zero-emissie bouwaansluitingen en laadinfrastructuur voor eventueel publiek of eigen gebruik op mobiliteitsknooppunten in een drukke stedelijke omgeving waar ruimte schaars is.

Het beschikbaar stellen van middelen kan de netbeheerder helpen sneller te verzwaren

Het vrijspelen van middelen heeft niet direct invloed op de belasting op het net van de netbeheerder, maar zorgt er voor dat er additionele middelen, materiaal of mankracht beschikbaar kunnen komen voor de netbeheerder om netcongestie op andere locaties te verhelpen. Er zijn meerdere voorbeelden waarop OV-partijen middelen kunnen vrijspelen die de netbeheerder kunnen helpen:



Grond beschikbaar stellen

Een OV-partij kan eigen grond beschikbaar stellen aan de netbeheerder om op te bouwen. Hierdoor kan de benodigde infrastructuur voor de verzwaringen van het net, zoals de 50.000 benodigde transformatorhuisjes, sneller worden gerealiseerd. In stedelijke gebieden waar de ruimte om te bouwen schaars is, is het extra relevant om ruimte beschikbaar te stellen aan de netbeheerder.



Beschikbaar stellen van tunnels voor eventuele kabeltracés

Als er een tunnel van een OV-partij ligt op een locatie waar een kabeltracé van een netbeheerder moet komen, kan het handig zijn als de netbeheerder gebruik kan maken van die tunnel.



Beperken van gebruik van velden op netbeheerder stations

Door zaken aan te sluiten op de stations of netten van OV-partijen, zijn daar geen vrije velden op de stations van de netbeheerder voor nodig (zie pagina 20 voor uitleg). Hierdoor hoeft de netbeheerder het aantal velden op een station minder snel uit te breiden wat de maakbaarheidsopgave verzacht.

OV-partijen kunnen werkzaamheden beperken van netbeheerders

1. Management van hun eigen aanvragen, dus enkel aanvragen indien noodzakelijk
2. Door het aansluiten van anderen hoeft een netbeheerder dat niet te doen

Hierdoor hoeft uitvoering van netbeheerder deze werkzaamheden niet te doen, waarmee personeel wordt vrijgespeeld. Voorwaarde hierbij is dat de monteurs die het uitvoeren voor de OV-partij niet van dezelfde aannemer zijn als degene die het werk uitvoert voor netbeheerder. Engineers, analisten en monteurs zijn momenteel grote bottlenecks in de capaciteit bij netbeheerders.

Als netbeheerders OV-netten incidenteel gebruiken kunnen ze marges reduceren en werk uitstellen

Vanwege de gewenste hoge betrouwbaarheid van de elektriciteitsnetten zit er veel redundantie ingebouwd in elektriciteitsnetten. Daarnaast worden er veiligheidsmarges gehanteerd door de netbeheerder op de infrastructuur om storingen te voorkomen. Netbeheerders zoeken, waar mogelijk, ook additioneel vermogen om vrij te geven in het reduceren van de marges die aangehouden moeten worden. Zo laten netbeheerders op sommige stukken los dat er een redundante verbinding moet zijn (het N-1 principe). Hierdoor wordt het net gevoeliger voor incidenten maar wordt de 'vluchtstrook' vrijgegeven voor normaal transport.

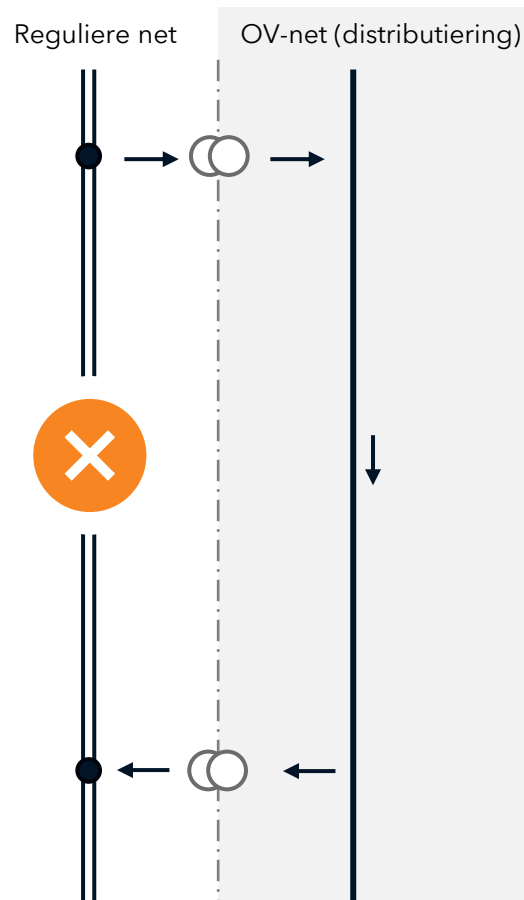
Tegelijkertijd zijn sommige stukken in het net van de netbeheerders als 'zwak' te bestempelen. In deze delen van het net worden de technische grenzen dusdanig opgezocht dat de betrouwbaarheid verslechtert.

Aangezien sommige OV-netten meerdere stations van de netbeheerder met elkaar verbinden, kunnen deze eventueel ook elektriciteit transporteren tussen die stations.

Het net van de OV-partijen zou in dit geval het net van de netbeheerder kunnen ondersteunen in het geval van een 'zwak' net of in het geval van calamiteiten. Hierdoor kan de netbeheerder tijdens calamiteiten of storing mogelijk terugvallen op het net van de OV-partij en daarmee nu al meer marge weggeven voor regulier transport. Ook kunnen ze mogelijk het aanpakken van deze zwakke plekken in het net iets uitstellen waardoor ze nu meer middelen kunnen inzetten op het oplossen van netcongestie.

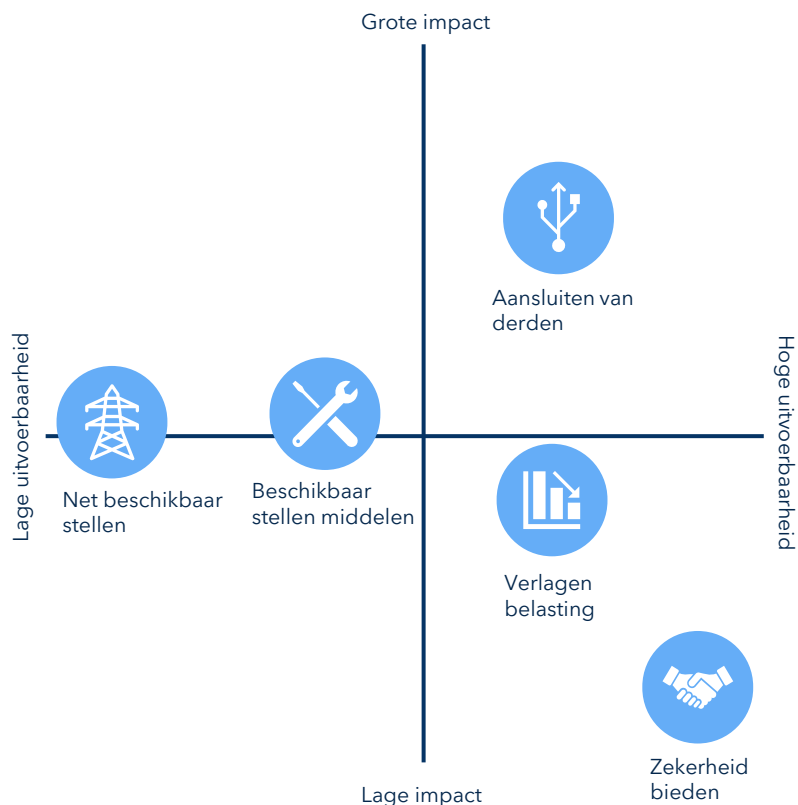


Dit concept is een eerste idee dat gedeeld is en nog niet inhoudelijk of technisch verder onderzocht. Deze maatregel dient dus eerst verder getoetst te worden op haalbaarheid en toepasbaarheid. Mede hierom is de impact die deze maatregel kan hebben nog onbekend.



Figuur 5.2: Schematische weergave van een incidentele toepassing van een OV-net ter ondersteuning van het net van de netbeheerder.

De impact en uitvoerbaarheid van de maatregelen om congestie voor anderen te verlichten verschilt (1/2)



Figuur 5.3: Een inschatting van de impact en uitvoerbaarheid van de verschillende maatregelen. Per knelpunt en per partij kan dit verschillen. Het is daarom van belang dat per situatie de verschillende maatregelen worden overwogen om zo de meest passende maatregelen te vinden.

Ook voor het verlichten van congestie voor anderen zijn kwantitatieve inzichten in de impact van deze maatregelen niet te creëren zonder naar ieder individueel knelpunt te kijken, omdat de uitdagingen voor ieder knelpunt uniek zijn. Wel is er wederom onderscheid te maken tussen de verwachte impact en de uitvoerbaarheid van de verschillende maatregelen. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende modaliteiten. Aangezien de impact van de verschillende maatregelen grotendeels gelijk is voor de verschillende modaliteiten, wordt hiervoor geen onderscheid gemaakt.

Aansluiten van derden

Het aansluiten van derde partijen kan, afhankelijk van de aard van het knelpunt, een grote impact hebben. Vooral op de plekken waar de oorzaak van netcongestie ligt bij een tekort aan vrije velden op het elektriciteitsstation en niet bij overbelasting van een onderstation, kunnen aansluitingen van OV-partijen potentieel uitkomst bieden. OV-partijen hebben over het algemeen aansluitingen met een grotere technische capaciteit dan het gecontracteerd vermogen. Het verschil hiertussen, de "weesruimte", ligt in totaal rond de 1000 MW voor OV-partijen. Deze weesruimte zou een oplossing kunnen bieden voor knelpunten waar er een tekort is aan vrije velden, maar nog wel ruimte voor extra belasting. Ook moet de vraag van de andere partij passen bij de vraag van de OV-partij, wat betekent dat deze vraag vaak flexibel moet zijn. Tot slot moet de transportcapaciteit ook beschikbaar zijn op de "bovenliggende" netten van de netbeheerder. In alle gevallen dient de netbeheerder betrokken te zijn bij deze analyse. Naar verwachting is het aansluiten van derden redelijk goed uitvoerbaar.

Specifiek voor de modaliteit bus kan er met name gekeken worden naar het aansluiten van derden op de aansluiting, als er capaciteit beschikbaar is. Dit kan bijvoorbeeld door de aanwezige laadinfra te delen of door middel van cable pooling op de aansluiting.

De impact en uitvoerbaarheid van de maatregelen om congestie voor anderen te verlichten verschildt (2/2)

Beschikbaar stellen middelen

De impact van het beschikbaar stellen van middelen is sterk afhankelijk van de lokale context. Het is in alle gevallen aan te raden om de eigen vraag en opdrachten voor netbeheerders kritisch te bekijken. Als werk voorkomen kan worden, kan de netbeheerder deze tijd besteden aan het oplossen van andere zaken. Dit geldt vanzelfsprekend niet alleen voor het OV. Het beschikbaar stellen van grond of ondergrondse tracés heeft enkel nut als dit op de locatie is waar de netbeheerder ook een behoefte naar deze zaken heeft. Dit zal dus ook situationeel bekeken moeten worden. In sommige gevallen is niet de transportcapaciteit de beperking, maar het aantal beschikbare velden (soort van stopcontacten) op een transformator. Door in zulke situaties aansluitingen te realiseren van derden bij het OV net of eigen aansluiting, zoals beschreven in de bovenstaande maatregel, wordt werk bespaard bij de netbeheerder. Echter, vanwege onduidelijkheid over de verdeling van kosten en baten tussen de OV-partijen en de netbeheerder is de verwachte uitvoerbaarheid lager.

Verlagen belasting

Het verlagen van de belasting door het 1) *reduceren van energieverbruik*, 2) *verlagen van gelijktijdigheid* of 3) *toevoegen van lokale opwek* heeft enkel zin als hiermee voldoende transportcapaciteit vrijkomt die gebruikt kan worden door anderen, en deze ruimte op een netbewuste manier wordt vrijgemaakt als het gaat om het verlagen van de gelijktijdigheid. De verwachte impact van het verlagen van de belasting op het verlichten van congestie voor anderen is redelijk beperkt omdat de belasting structureel en met forse omvang verlaagd moet worden om de ruimte vrij te maken voor anderen.

Zekerheid bieden

Het doorgeven van goede prognoses stelt de netbeheerder in staat te rekenen met de juiste stroomvraag in de toekomst. Wanneer blijkt dat de stroomvraag van een partij in de toekomst kleiner is dan wat de netbeheerder zelf voorspelt, kan dit ervoor zorgen dat er capaciteit vrijkomt voor anderen. In de praktijk dienen veel partijen deze prognoses al in, en is de kans groter dat de netbeheerder zelf een lager verbruik

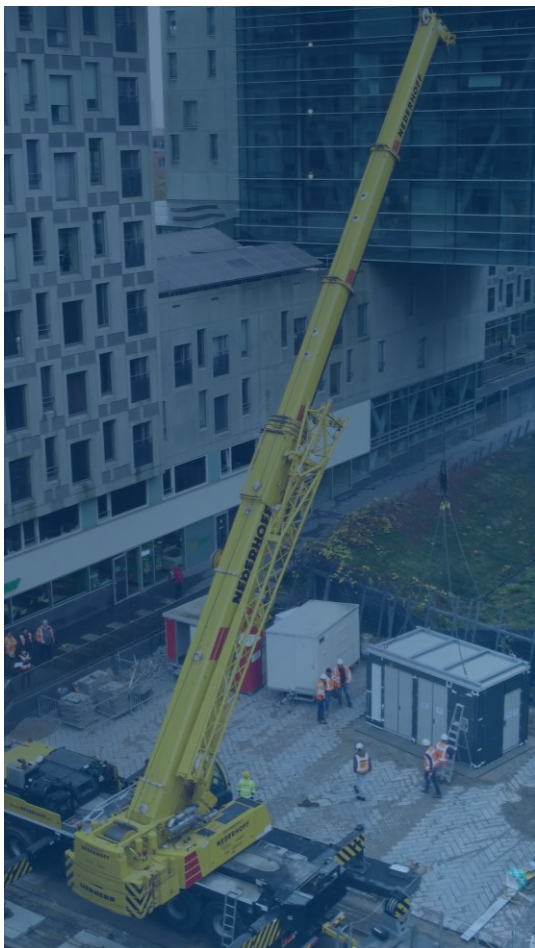
voorspelt voor de toekomst. Hoewel deze maatregel goed uitvoerbaar is zal de impact dus zeer beperkt zijn.

Net beschikbaar stellen

Theoretisch kan het opvangen van incidenten op het net van de netbeheerder door OV-partijen met een eigen net ervoor zorgen dat de netbeheerder minder veiligheidsmarge hoeft te hanteren. Hierdoor kan meer transportcapaciteit van de netbeheerder vrijgegeven worden aan partijen. Dit concept is nog niet inhoudelijk onderzocht en de mate waarin dit toepasbaar is en impact heeft, is daarom nog onbekend.

6. Uitdagingen bij de oplossingen

We maken onderscheid tussen maatregel-specifieke en algemene belemmeringen



Door de veelzijdigheid van situaties en opties voor mogelijke oplossingen van netcongestie en OV zijn er veel potentiële belemmeringen te benoemen. We maken daarom onderscheid tussen belemmeringen die specifiek gelden voor de maatregelen die genomen kunnen worden om ambities te realiseren of netcongestie te verlichten voor anderen, en algemene belemmeringen.

De totstandkoming van deze belemmeringen

Deze belemmeringen komen voort uit het hanteren van een technische, juridische, economische en organisatorische invalshoek. Initieel zijn belemmeringen opgehaald in interviews, een survey en op basis van eigen expertise.

Eerst worden belemmeringen die specifiek horen bij de in hoofdstuk 4 en 5 genoemde opties besproken. Dit zijn:

- Het reduceren van energieverbruik;
- Het verlagen van gelijktijdigheid;
- Het toevoegen van lokale opwek;
- Afsluiten van alternatieve transportcontracten;
- Het aansluiten van derden; en
- Beschikbaar stellen van middelen

Daarnaast wordt gekeken naar belemmeringen van algemenere aard. Deze belemmeringen zijn breed van toepassing en het wegnemen van deze belemmeringen is essentieel om de eerder genoemde opties te kunnen realiseren. Deze belemmeringen kunnen als volgt gegroepeerd worden:

- Beperkte gezamenlijke besluitvorming tussen partijen;
- Inzicht in maatschappelijke business case voor oplossingen ontbreekt;
- Het ontbreekt aan het benodigde inzicht bij veel partijen;
- Organisaties zijn nog niet ingericht op de vereiste acties; en
- Gebrek aan een programmatische aanpak.

Specifiek (1/3): Reduceren energieverbruik, verlagen gelijktijdigheid en toevoegen lokale opwek



Reduceren energieverbruik

Vinden van het juiste rijgedrag is complex: Rijgedrag kan geoptimaliseerd worden op het reduceren van energieverbruik (snel optrekken, laten uitrollen) of op het reduceren van pieken (langzaam optrekken). Welk gedrag in welke situatie het meeste bijdraagt, is nog onduidelijk. Daarnaast vereist het optimaliseren van het rijgedrag de juiste medewerking van bestuurders en chauffeurs. Het vinden van juiste prikkels om het juiste rijgedrag op het juiste moment te verwezenlijken is complex.

Opslag kan bij verkeerd gebruik een negatieve impact hebben: Wanneer het opslaan van energie plaatsvindt op momenten dat aangesloten stations in het net al volledig belast zijn, wordt de belasting juist vergroot, wat de kans op uitval vergroot. Opgeslagen elektriciteit moet worden ingezet om pieken in de belasting te verminderen. Wanneer deze elektriciteit wordt teruggevoerd aan het net, bijvoorbeeld om te handelen, bestaat het risico dat het netcongestie verergert. Om een daadwerkelijke bijdrage te leveren aan het verminderen van netcongestie, moet het opslaan van energie en het inzetten van opgeslagen energie netbewust gebeuren. Het netbewust inzetten van opslag vereist sturing van OV-partijen op deze energieassets. Hier zijn veel OV-partijen nog niet op ingericht.



Verlagen gelijktijdigheid



Toevoegen lokale opwek

Juridische drempels voor toevoegen (niet-)duurzame opwek: Voor het toevoegen van (niet-)duurzame opwek (zoals een gasturbine) spelen vergunningen en beperkingen rondom stikstof en uitstoot een beperkende rol. Het verkrijgen van deze vergunningen kan een lange tijd duren of is soms simpelweg niet mogelijk.

Toevoegen van flexibele opwek in het net vereist beheersing:

OV-partijen zijn nu niet ingericht op het aansturen van flexibele energie-assets. Het toevoegen van opwek aan een net verhoogt de complexiteit. Om de betrouwbaarheid van het net te borgen moeten additionele assets voorspelbaar en op de juiste wijze reageren, bijvoorbeeld in het geval van storingen of veranderingen in de netfrequentie. Deze vaardigheden zouden ontwikkeld moeten worden om deze assets correct en effectief in te zetten.

Specifiek (2/3): Afsluiten alternatieve transportcontracten

Groepsovereenkomst of cable pooling creëert afhankelijkheid: Met het aangaan van een groeps-TO of cable pooling, creëert de OV-partij een afhankelijkheid in de energievoorziening van een andere partij. Deze afhankelijkheid is juridisch grotendeels af te dichten, maar bij een verandering in de energiebehoefte van de andere partij klopt de 'energiepuzzel' vaak niet meer of zijn additionele kosten te verwachten om te kunnen voldoen aan de nieuwe energiebehoefte van alle partijen.

Tijdsblokgebonden transportcontracten zijn nog niet beschikbaar en het proces is onzeker:

Tijdsblokgebonden transportcontracten worden op dit moment ontwikkeld door de netbeheerders. De precieze vorm is daarmee nog onbekend en ze zijn nog niet beschikbaar tot april 2025. Daarnaast is nu nog onzeker conform welk proces deze contracten beschikbaar zullen worden gesteld en in welke mate de bestaande wachtrij impact zal hebben op de uiteindelijke beschikbaarheid van deze contracten. Deze onzekerheid maakt het moeilijk voor (OV-)partijen om op dit moment de keuze voor (het wachten op) een dergelijk contract te maken.



**Afsluiten
alternatieve
transportcontracten**

Specifiek (3/3): Aansluiten van derden en vrijspelen van middelen



Aansluiten van derden

Risico's van een GDS: Het aansluiten van andere partijen op je net maakt je als partij in de toekomst minder flexibel door verplichtingen die zijn aangegaan met andere partijen. Wanneer er bijvoorbeeld nu een laadplein aangelegd wordt voor derden, kan het zijn dat wanneer er over 5 jaar door een ongeplande wijziging in hetzelfde gebied een remise met buslaadplein moet komen, dit dan niet meer past.

Complexiteit van een GDS-aanvraag: Het aanvragen van een GDS is complex, onder andere vanwege diverse eigendomssituaties bij OV-partijen en hun infrastructuur, en omdat het beheer van het net via concessie belegd is. Dit vormt een drempel voor partijen om een GDS aan te vragen. Daarnaast voegen nieuwe contractvormen, zoals tijdsgebonden contracten, mogelijk extra juridische en organisatorische uitdagingen voor de GDS-ontheffingshouder.

Ontbreken algemene normen DC-netten: Doordat er nog geen algemene normen zijn voor DC-netten, is standaardisatie benodigd. Daarnaast zijn er nog geen gecertificeerde meters om laadpalen die gekoppeld zijn aan DC-netten te bemeteren, waardoor facturering van laadsessies nog niet mogelijk is. Bovendien zijn er vrij hoge transportverliezen bij het omzetten van vermogens die geschikt zijn voor de laadinfrastructuur. Dit zorgt ervoor dat het nog de vraag is of de directe koppeling aan de bovenleiding gewenst is.

Vrijspelen van middelen voor netbeheerder is maatwerk: Het eigendom van de infrastructuur en grond waarop deze ligt verschilt per modaliteit en OV-partij. Dat introduceert maatwerk en complexiteit in besluitvorming. Wanneer een OV-net gelegen is op niet publieke grond, biedt dit de mogelijkheid om bijvoorbeeld assets van de netbeheerder hierop te plaatsen.



Vrijspelen van middelen

Er is te beperkte gezamenlijke besluitvorming tussen partijen, vanuit een maatschappelijke business case

De betrokken stakeholders maken nog te individualistische keuzes, een ketenaanpak is nodig

De samenwerking tussen de partijen is nog onvolledig en de impact op elkaar wordt slechts beperkt meegenomen in beslissingen. Concessies worden ook eenzijdig ingericht.



- **Nog beperkte samenwerking met de netbeheerder:** Partijen werken beperkt samen met de netbeheerder. Soms bestaan succesvolle samenwerkingen, in veel gevallen wel gesprekken maar beperkte resultaten en in gevallen geen (directe) gesprekken. Dit leidt ertoe dat OV-partijen niet goed weten welke oplossingen het best passen bij de knelpunten bij de netbeheerder.
- **Het risico van overbelasting van de netbeheerder:** Hogere benutting, door aansluiten op eigen net of aansluiting, kan situationeel leiden tot overbelasting bij de regionale netbeheerder. Afstemming 'in de keten' is noodzakelijk om dit te voorkomen.
- **Bestaande OV-afspraken leiden tot ongewenste rem op oplossingen:** Netcongestie wordt niet meegenomen in de wijzen waarop prestaties van OV-partijen worden beoordeeld en de contracten die worden afgesloten. Bestaande boetebedingen in concessies kunnen haaks staan op een mogelijke bijdrage aan het niet verergeren dan wel verminderen van netcongestie. Het langzamer laten optrekken van treinen kan de pieken veroorzaakt door treinen verminderen, maar kan wel zorgen dat meer treinen te laat aankomen waarop de vervoerder in de concessie wordt afgerekend.

Initiatieven worden niet vanuit de volledige maatschappelijke business case beoordeeld

Maatschappelijke voordelen van het verlichten van netcongestie door OV-partijen worden momenteel niet beloond.



- **De verdeling van kosten en baten valt vaak niet evenredig:** Doordat de baten van bepaalde oplossingen (deels) bij andere partijen vallen dan waar de kosten liggen, zijn partijen niet per definitie gedreven om dergelijke oplossingen toe te passen. Bijvoorbeeld wanneer een ingreep van een OV-partij de netbeheerder significante uitbreidingsinvesteringen bespaart. Doordat hiervoor geen financiële verrekening plaatsvindt, ontbreekt het de OV-partij aan de prikkel om dergelijke oplossingen te realiseren.
- **De belangen van de betrokken partijen verschillen:** Doordat overheden een bredere maatschappelijke verantwoordelijkheid hebben (economisch, milieu en sociaal) dan private partijen (vaak sterker financieel gestuurd), verschillen de belangen en daarmee de afwegingen om te komen tot best passende oplossingen. Hier ligt risico in het komen tot gezamenlijke besluitvorming.
- **Vervroegd vervangen betekent versneld afschrijven van investeringen:** De meeste investeringen in infrastructuur en materieel worden gedaan voor tientallen jaren. Tegelijkertijd worden nieuw ontwikkelde infrastructuur en materieel ieder jaar energiezuiniger. Het versneld vervangen van de huidige infrastructuur of vloot betekent echter ook dat de investering sneller moet worden afgeschreven.

Het ontbreekt partijen nog aan het benodigde inzicht en de organisatiekracht voor de vereiste acties

Het ontbreekt partijen op veel vlakken nog aan inzicht om tot passende oplossingen te komen

Inzicht ontbreekt door missende metingen en analyse, maar ook door het gebrek aan delen van beschikbare informatie.



- **OV-partijen hebben zelf te beperkt inzicht op het thema energie:** Aanpassingen op het OV-net moeten passen. Het verkrijgen en kunnen sturen op het energieverbruik vereist energiemanagementsystemen. Deze systemen zijn momenteel niet of beperkt aanwezig en moeten op grote schaal worden geïmplementeerd. Door middel van energiemanagementsystemen kunnen OV-partijen de impact op het elektriciteitsnet beter voorspellen en daarmee de prognoses naar de netbeheerder toe verbeteren.
- **Beperkte informatievoorziening tussen de partijen in de keten:** De onderlinge informatievoorziening tussen concessieverleners, OV-partijen en netbeheerders is beperkt, waardoor inzicht in mogelijkheden en beperkingen van de verschillende netten ontbreekt.
- **Gebrek aan analyse-capaciteit bij Tennet en sommige RNB's:** Om tot passende oplossingen te komen is inzicht nodig over de netten en de verbruiksgegevens van de omgeving. Deze informatie is alleen te verkrijgen van de netbeheerder. Deze informatie kan door sommige regionale netbeheerders verstrekt worden, mits gepast en gedoseerd aangevraagd. Door gebrek aan analysecapaciteit bij de andere RNB's en Tennet, zijn dit soort uitvragen moeilijker te beantwoorden.
- **Inzicht in het verbruik van materieel is nodig:** Om energieverbruik te reduceren, is het nodig om inzicht te hebben in waar nog potentie voor energiereductie is. De huidige infrastructuur en het materieel zijn bij meerdere partijen nog onvoldoende bemeterd om analyses te kunnen doen en deze potentie in kaart te brengen.

Interne organisaties kunnen (nog) geen invulling geven aan de benodigde acties op het thema netcongestie

Organisaties zijn er nog niet op ingericht: kennis, capaciteit en mandaat zijn vaak missend. Daarnaast mist de financiering om het in te kunnen richten.



- **Interne organisaties zijn (nog) niet ingericht om het thema netcongestie mee te nemen in de operatie:** De betrokken partijen zijn er niet of beperkt op ingericht om netcongestie in de basis mee te nemen in de bedrijfsvoering. Hierin ontbreekt het in gevallen aan mandaat en beschikbare personele capaciteit. Dit betreft ook de beschikbaarheid van de juiste (interne) mensen met de juiste kennis.
- **Onduidelijkheid over probleemeigenaarschap vertroebelt financiering:** Doordat verantwoordelijkheden op het raakvlak OV en netcongestie slechts deels belegd zijn bij de betrokken partijen, is niet duidelijk waar de verantwoordelijkheid voor financiering ligt. Door verschillen in de relaties tussen betrokken partijen is dit probleem ook niet eenduidig, zie bijlage 4 voor een overzicht van de relaties tussen partijen per modaliteit en/of stedelijk gebied. Doordat de extra activiteiten benodigd voor energiemanagement, buiten de concessie vallen (en daarmee geen verantwoordelijkheid van de OV-partij zijn) is er geen financiële dekking. Mogelijkheden voor deze dekking wordt problematischer door voorgenomen bezuiniging op OV. Daarnaast zijn er door de nieuwigheid van innovaties op het gebied van OV en netcongestie beperkt passende subsidietrajecten voor verdere ontwikkeling en implementatie.

De structuur en ondersteuning mist om oplossingen sector-breed te ontwikkelen en uit te rollen

Er mist structuur en ondersteuning om successen met elkaar te uit te wisselen en uit te rollen

Succesvolle maatregelen worden nog beperkt gedeeld en opgeschaald. Ook ontbreekt het nog aan een eenduidige aanpak vanuit de concessieverleners.



- **Beperkte kruisbestuiving van oplossingen:** Er is meer ruimte tussen concessieverleners en OV-partijen om van elkaar te leren en te helpen groeien. Daarbij valt op dat kennis en capaciteit op dit onderwerp per concessieverlener sterk wisselen. Als je dit beter overkoepelend tussen concessieverleners kan borgen/vormgeven, maak je de kans op het vinden van oplossingen groter. Zo wordt er qua innovaties binnen partijen goed verder gekeken, maar is er nog beperkte kruisbestuiving.
- **Opstartkosten worden door individuele OV-partijen gedragen:** De huidige pilots en successen zijn door individuele OV-partijen betaald. Hierdoor betalen zij individueel het leergeld, waar de sector van profiteert. Ook worden gelijksoortige ideeën nu dubbel onderzocht en worden dus dubbele kosten gemaakt.
- **Wisselend beleid tussen concessieverleners:** Concessieverleners gaan verschillend om met de uitdaging van netcongestie, van reactief tot proactief. Zo nemen sommige partijen geen directe actie en laten het aan de OV-partij (reactief), vragen concessieverleners (tijdig) netaansluitingen aan (actief) of borgen concessieverleners strategische assets en/of proactief zoeken naar energieoplossingen (proactief). Dit uit zich bijvoorbeeld in het borgen van strategische assets (zoals remises, netaansluitingen en gecontracteerd vermogen). Dit nut wordt steeds meer ingezien, maar de mate van daadwerkelijke toepassing van het proactief regelen hiervan verschilt per concessieverlener.

7.

Aanbevelingen

We geven vier type aanbevelingen om mogelijkheden tussen OV en netcongestie effectief te benutten



Op basis van de conclusies over de mogelijkheden om groei- en verduurzamingsambities alsnog te realiseren in hoofdstuk vier, de opties om netcongestie te verlichten voor anderen in hoofdstuk vijf, en de geïdentificeerde belemmeringen in hoofdstuk zes, geven we verschillende aanbevelingen.

Gegeven de uitdagingen die er zijn, raden we sterk aan om de focus te leggen op het realiseren van de ambities van het OV op het gebied van groei en verduurzaming. De ruimte in capaciteit, die daarna nog met gepaste inzet te ontsluiten is, kan gebruikt worden om netcongestie voor derden te verlichten.

We onderscheiden na dit onderzoek vier type aanbevelingen:

- 1** De eerste sectie aanbevelingen heeft betrekking op maatregelen waarop moet worden ingezet of die moeten worden onderzocht om groei- en verduurzamingsambities zo veel mogelijk te realiseren.
- 2** Vervolgens komen de aanbevelingen over de maatregelen die kunnen worden ingezet om netcongestie waar mogelijk te verlichten, voornamelijk middels het aansluiten van derden.
- 3** In de derde sectie worden aanbevelingen m.b.t. het invullen van de minimale vereisten gedaan om acties uit te kunnen voeren rondom het thema netcongestie en OV. Het invullen van deze aanbevelingen zorgen dat de randvoorwaarden worden ingevuld om grip te krijgen op het thema en maatregelen in te kunnen zetten.
- 4** Tot slot worden specifieke aanbevelingen gedaan die bijdragen aan de effectiviteit van de maatregelen of die nodig zijn om specifieke maatregelen uit te kunnen voeren. Deze aanbevelingen dienen opgevolgd te worden als het OV een specifieke maatregel effectief te gebruiken.

Om de groei- en verduurzamingsambities van het OV te realiseren, zijn er vier aanbevelingen

Groei- en verduurzamingsambities realiseren

Voor het realiseren van gehinderde groei- en verduurzamingsambities is het belangrijk om per knelpunt de passende maatregel te kiezen. Er is geen maatregel die alle problemen zonder meer oplost en in sommige gevallen zullen combinaties van maatregelen de oplossing zijn.



Verken bij gehinderde ambities door kortstondige overschrijdingen van het contractvermogen de mogelijkheden om de gelijktijdigheid te verlagen met energieopslag

Wanneer ambities gehinderd worden door korte pieken in het belastingprofiel die boven het contractvermogen uitkomen, biedt energieopslag een mogelijke oplossing. De omvang (vermogensvraag en duur) en frequentie van de pieken bepaalt, in combinatie met het huidige belastingprofiel op een aansluiting, of het haalbaar is om de pieken met energieopslag op te vangen. Voor trein, metro, tram en trolleybus is deze maatregel specifiek interessant om pieken die veroorzaakt worden door het optrekken van voertuigen te verlagen. Naast energie uit het net kan ook energie die wordt teruggewonnen uit het remmen van voertuigen worden opgeslagen en op latere momenten worden ingezet.



Verken bij gehinderde ambities door langdurige overschrijdingen van het contractvermogen de mogelijkheden voor het toevoegen van stuurbare lokale opwek

Wanneer ambities gehinderd worden door langdurige pieken is het toevoegen van lokale opwek een mogelijkheid. Om een structurele oplossing voor knelpunten te zijn is het van belang dat de opwek altijd inzetbaar is. Daarom zal de inzet van (niet-)duurzame brandstoffen vereist zijn. Deze maatregel is specifiek interessant voor de modaliteiten met een eigen net; de trein, metro, tram en trolleybus. Let wel, dit kan een oplossing zijn voor netcongestie, maar het creëren van uitstoot voldoet mogelijk niet aan de gestelde duurzaamheidsdoelstellingen (zoals in BAZEB).



Voor nieuwe en nog te elektrificeren lijnen is lokale opwek de mogelijkheid om ambities alsnog te realiseren

Nieuwe lijnen of de elektrificatie van lijnen die nog niet geëlektrificeerd zijn vragen om nieuwe aansluitingen, die door congestie mogelijk niet tijdig te verkrijgen zijn. Wanneer dat het geval is, biedt enkel voldoende lokale opwek op het traject een uitkomst. Op bestaande geëlektrificeerde lijnen zijn aansluitingen al aanwezig, waardoor er meer mogelijkheden zijn om ambities te realiseren.

Zet in op tijdsblokgebonden contracten voor het realiseren van ZE-bus

Om de ambities voor ZE-bus te realiseren moeten de mogelijkheden voor tijdsblokgebonden transportcontracten verkend worden. Vaak is er in de avond- en nachturen wel capaciteit beschikbaar op het elektriciteitsnet. Deze capaciteit kan benut worden door elektrische bussen gedurende deze tijdsblokken te laden.

De aanbevelingen m.b.t. verlichten van netcongestie voor anderen gaat vooral over aansluiten van derden

Netcongestie verlichten voor anderen

Voor het verlichten van netcongestie voor anderen is het belangrijk om eerst de uitdaging per knelpunt te analyseren en vervolgens te besluiten welke acties kunnen ondersteunen. Er is geen maatregel die op alle congestieknelpunten verlichting biedt, maar in sommige situaties kan een OV-partij wel verlichting bieden.

Sluit derden aan via cable pooling of een GDS-ontheffing wanneer voldaan wordt aan de juiste voorwaarden

Wanneer uit de problematiek bij een knelpunt blijkt dat het aansluiten van derden een passende oplossing is om congestie te verlichten en de OV-partij transportcapaciteit over heeft, moet hier op worden ingezet door OV-partijen.

Cable Pooling is een goede en minder complexe manier om derden aan te sluiten t.o.v. een GDS-ontheffing. Wanneer vraag en aanbod passen bij de voorwaarden voor cable pooling (aansluitingen >2 MVA en max. 4 partijen) zouden OV-partijen cable pooling moeten overwegen.

Past vraag en aanbod niet bij de voorwaarde voor cable pooling, dan kan overwogen worden een GDS-ontheffing aan te vragen waarmee het mogelijk wordt derden aan te sluiten. Het aanvragen en beheren van een net met een GDS-ontheffing vraagt echter wel inspanning van een OV-partij.



Onderzoek de plekken waar het beschikbaar stellen van grond van OV-partijen de netbeheerder kan helpen

Het beschikbaar stellen van grond van OV-partijen kan een positieve impact hebben op de maakbaarheidsopgave van de netbeheerders. Waar er mogelijkheden zijn om grond of tracés beschikbaar te stellen aan de netbeheerder, bijvoorbeeld voor de bouw van transformatorhuisjes of aanleg van kabels, moeten deze verkend worden.



Een ketenaanpak en maatschappelijke business case zijn nodig voor het kiezen van de juiste maatregelen



Oplossingen moeten met de gehele energieketen gecreëerd worden d.m.v. een ketenaanpak

Er moet een overlegstructuur tussen netbeheerders en OV-partijen worden opgezet. Hierbij is het aan te raden om op gepaste momenten ook de concessieverlener te betrekken. Veel oplossingsrichtingen vragen intensieve samenwerking van netbeheerders en OV-partij. Zo kan o.a. het beschikbaar stellen van middelen in deze overlegstructuren besproken worden. Ook het al dan niet aansluiten van derden en netbewust inzetten van opslag.

Op deze manier kan er ook afgerekend worden met de cascaderende uitdaging (van concessieverlener, naar OV-partij, naar netbeheerder) om de uitdaging gezamenlijk aan te pakken. Hiermee verschuift de relatie van afnemer en aanbieder naar partnering op dit thema. Dit kan uiteindelijk betekenen dat een aansluiting alsnog verzaamd moet worden, maar ook dat een groei- of verduurzamingsambitie wordt bijgesteld.

Het uit kunnen voeren van deze aanbeveling vraagt wel om een proces waarmee deze samenwerking ingevuld wordt, waarmee mandaat op de juiste plek geborgd wordt. Ook moet een afwegingskader worden ontwikkeld om te kunnen komen tot keuzes die de individuele partijen overstijgen. Een eerste stap is het inrichten van een checklist die OV-partijen kunnen nalopen om te borgen dat gekozen oplossingen voldoen aan de vereisten van bijv. de netbeheerder.



Bij het kiezen van mogelijkheden/maatregelen die OV-partijen kunnen nemen, moet dit zoveel mogelijk vanuit een maatschappelijke business case gedaan worden

Zoals besproken in dit onderzoek is er technisch veel mogelijk. Het is echter de vraag of alle mogelijke maatregelen een sluitende maatschappelijke business case hebben. Door de maatschappelijke waarde te bepalen van voorgenoemde maatregelen, kan worden bepaald of dit wel de te verkiezen optie is. Het kan vanuit maatschappelijk oogpunt soms beter zijn, als de netbeheerder of concessieverlener een maatregel treft i.p.v. de OV-partij.

Ook kan de maatschappelijke business case gebruikt worden om de business cases van individuele partijen sluitend te maken. Wanneer door initiatieven van OV-partijen capaciteit vrij gemaakt kan worden voor nieuwe aansluitingen, kan dit maatschappelijk meerwaarde hebben. In het geval dat de bijbehorende kosten voor de OV-partijen niet gedekt worden, kan vanuit de maatschappelijke business case bepaald worden wie deze kosten zou moeten dragen.

Deze aanbeveling vereist een werkwijze om deze maatschappelijke business case op te stellen en afspraken om eventuele niet sluitende business cases van individuele partijen wel sluitend te maken.

Beschikbaarheid van informatie is cruciaal om vervolgens met de juiste organisatie in actie te komen



Inzicht in de elektriciteitsbehoefte en de impact op het netwerk moet verbeteren, zodat de juiste oplossingen geïdentificeerd kunnen worden

OV-partijen moeten investeren in meet- en analysesystemen om meer inzicht in hun elektriciteitsverbruik te krijgen. Ook moet inzicht worden verkregen in de mogelijkheid om dit te sturen. Dit moet ervoor zorgen dat partijen beter weten wat de impact is van toekomstig verbruik in tijd, plaats en grootte op het elektriciteitsnetwerk.

De netbeheerder moet deze toekomstige elektriciteitsbehoefte vertalen naar impact op elektriciteitsnetwerk en deze inzichten delen met OV-partijen. Deze vertaling moet niet enkel gedaan worden zodra de OV-partij een offertezoek heeft ingediend, maar in een gezamenlijke analyse op een eerder moment.

De resulterende inzichten over de aard en kenmerken van de knelpunten dient de netbeheerder te delen met de OV-partijen. Dit zorgt er namelijk voor dat een OV-partij in een eerder stadium al naar alternatieven kan kijken en doorrekenen.

Om dit te realiseren moeten werkafspraken worden gemaakt waarop gezamenlijk en iteratief de additionele elektriciteitsbehoefte en impact kan worden berekend. Deze werkafspraken kunnen bijvoorbeeld in een congestiedeal worden opgenomen.



OV-partijen moeten de organisatie zo kunnen inrichten dat de mensen en vaardigheden aanwezig zijn om deze nieuwe werkzaamheden uit te voeren en te beheren

Het uitwerken van de verschillende werkzaamheden met betrekking tot het thema energievoorziening van tractienetten wordt door de uitdagingen en het toepassen van maatregelen vaak complexer. Zo vereist het toevoegen van regelbare lokale opwek of opslag ook dat deze assets worden beheerd en juist aangestuurd. Ook het opstellen van energie-prognoses of het monitoren van het energiesysteem vereist meer capaciteit dan voorheen.

Naast capaciteit, zullen OV-partijen ook kennis en expertise op het gebied van energie moeten ontwikkelen of aantrekken, wat voorheen niet nodig was. Deze kennis en expertise is, gegeven netcongestie, schaars en niet eenvoudig of goedkoop te ontsluiten.

Het opzetten van de organisatie en aantrekken of opleiden van personeel met de benodigde vaardigheden vraagt geld. Deze kosten worden momenteel niet gedekt in de concessies en additionele manieren van financieren zijn beperkt. Dit geld moet echter wel vrijgemaakt worden, als van OV-partijen verwacht wordt dat zij het thema netcongestie en energiemanagement goed zullen invullen. Hier kunnen de juiste afspraken in een congestiedeal een bijdrage aan leveren.

Een programmatische aanpak zorgt voor opschaling, efficiënte uitrol en een vervolg op de inventarisatie



Het inrichten van een programmatische aanpak en ondersteuning helpt opschalen van oplossingen

Er moet een programmatische aanpak worden ingericht zodat succesvolle oplossingen beter kunnen worden uitgerold naar andere partijen. Door dit juist te organiseren wordt sneller opgeschaald en zal de OV-sector daarmee in totaal meer impact maken.

Om dit te realiseren kan de overheid een faciliterende rol innemen om geleerde lessen uit pilots/projecten tussen OV-partijen te delen. Hierbij gaat het niet enkel om het delen van projecten tussen gelijksoortige OV-partijen. Successen bij de trein zijn bijvoorbeeld mogelijk ook interessant voor metro/tram, of andersom. Dit kan er ook voor zorgen dat het leergeld gedeeld kan worden tussen partijen en dat het vinden van succesvolle maatregelen daarmee goedkoper wordt.

Om deze programmatische aanpak te realiseren moet expertise beschikbaar worden gesteld en een centrale verzamelplaats worden ingericht voor succesvolle pilots/projecten of veelbelovende ideeën die periodiek wordt bijgewerkt.

Vervolg geven aan de eerder uitgevoerde pilot inventarisatie

De eerder uitgevoerde inventarisatie van pilots geeft een goed startpunt in de kennisdeling over acties en ideeën bij de verschillende OV-partijen. Deze kennisdeling moet vooral doorgezet en het liefst geborgd worden in een standaard werkwijze.

Inventarisatie pilots OV-netten t.b.v. netcongestie

Rapport | 10-09-2024

Het rapport geeft inzicht in de geplande, lopende en afgeronde pilots en de daarbij horende impact op netcongestie, en beschrijft daarnaast de uitdagingen en kansen voor pilots. De inzichten in dit rapport zijn gebaseerd op ontvangen informatie van OV-partijen, infrabeheerders, concessieverleners en netbeheerders.

➔ [Inventarisatie pilots OV-netten t.b.v. netcongestie](#)

Inventarisatie pilots OV-netten t.b.v. netcongestie

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat &
Ministerie van Klimaat en Groene Groei

10-9-2024



Aanbevelingen om de maatregelen, voor realisatie van ambities, effectiever en efficiënter in te zetten

Reduceren energieverbruik & verlagen gelijktijdigheid

Optimaliseer het rijgedrag vanuit energieperspectief *(Energiereductie t.o.v. verlagen gelijktijdigheid)*

Onderzoek en bepaal het gewenste rijgedrag vanuit energieperspectief in verschillende situaties en per modaliteit. Er is een spanningsveld aanwezig tussen het rijgedrag met het laagste energieverbruik en netbewust rijgedrag. Hard optrekken en het voertuig laten uitrollen resulteert in veel gevallen in het laagste energieverbruik terwijl met rustig optrekken pieken verlaagd kunnen worden. Door dit verder te onderzoeken voor verschillende situaties en vervolgens door machinisten en bestuurders toe te laten passen kan het energieverbruik en/of de piekbelasting worden verlaagd.



Verlagen gelijktijdigheid

Zorg voor een (automatische) afstemming om opslag netbewust in te zetten *(Reductie gelijktijdigheid)*

Zorg voor een (automatische) afstemming om opslag netbewust in te zetten. Hiermee wordt voorkomen dat knelpunten ongewenst overbelast worden door het laden en ontladen van de opslag. Mogelijk kan hierbij gebruik gemaakt worden bij de procedures achter netbewust laden van auto's via publieke laadpalen.



Toevoegen lokale opwek

Stel duidelijke procedures op waarmee snel en efficiënt vergunningen verkregen kunnen worden voor het plaatsen van lokale opwek *(Toevoegen lokale opwek)*

Zorg voor een duidelijke procedure waarmee snel en efficiënt vergunningen verkregen kunnen worden voor het plaatsen van lokale opwek. Dit geldt vooral ook voor opwek uit brandstoffen (zoals een gascentrale) met extra (lokale) uitstoot.



Afsluiten alternatieve transportcontracten

Maak het proces voor tijdsblokgebonden transportcontracten zo snel mogelijk bekend

Het proces voor de uitvoering van tijdsblokgebonden transportcontracten moet zo snel mogelijk bekend worden gemaakt door de netbeheerders, zodat OV-partijen hier effectief mee aan de slag kunnen. Het is nu nog niet duidelijk of partijen in die al in de wachtrij staan, voorrang krijgen voor tijdsblokgebonden transportcontracten.



Borg de zekerheid van energielevering bij cable pooling of een groepsovereenkomst.

Bij het aangaan van cable pooling of een groepsovereenkomst, dient de OV-partij het belang van zekerheid in de energievoorziening zeer goed (contractueel) te borgen.

Aanbevelingen om de maatregelen, voor verlichten netcongestie, effectiever en efficiënter in te zetten

Aansluiten van derden

Creëer duidelijkheid over de initiatie van het aansluiten van derden

Er moet duidelijk worden vastgelegd tussen de verschillende partijen (OV-partij, concessieverlener en netbeheerder), wie de verantwoordelijkheid neemt om het aansluiten van derden te initiëren.

Dien aanvragen voor een eventuele GDS-ontheffing tijdig in

Vraag, in het geval dit nodig is voor de plannen, tijdig een GDS-ontheffing aan bij de ACM. Maak hierbij gebruik van de eerdere ervaringen van andere OV-partijen.

Ontwikkel normen voor het meten van stroomafname van DC-netten

Daarnaast moeten er, specifiek voor het aansluiten van installaties van derden aan de DC-netten van OV-partijen, normen worden opgesteld voor het kunnen meten van de stromen zodat facturatie aan derden mogelijk wordt.



Beschikbaar stellen middelen

Benader als netbeheerder OV-partijen over het gebruik van grond

Leg als netbeheerder proactief contact met de eigenaar van de grond van de OV-partij, zodat er gebruik gemaakt kan worden van deze grond indien nodig. Activiteiten voor beheer spoor gaan wel altijd voor, aangezien de gronden hier in d eerste plaats voor bedoeld zijn.



Bijlagen

1. Betrokken partijen
2. Opbouw OV-netten
3. Huidige en verwachte problemen met netcongestie per concessiegebied
4. Overzicht stakeholders concessies

Bijlage 1

Betrokken partijen

Overzicht gesproken partijen gedurende het onderzoek

Type partij	Organisatie	Datum ¹⁾
Infrabeheerders	ProRail	18/10/2024, 3/12/2024, 6/12/2024
OV-partijen & infrabeheerders	RET	25/10/2024, 3/12/2024
	HTM	28/10/2024
	GVB	30/10/2024
	Gemeente Arnhem	6/11/2024
	Provincie Utrecht	13/11/2024
OV-partijen (trein)	NS	12/11/2024
OV-partijen (bus)	Arriva	6/11/2024
	Keolis	22/11/2024
	Qbuzz	7/11/2024
	Transdev	11/11/2024
Concessieverlener	MRDH	31/10/2024
	Vervoerregio Amsterdam	7/11/2024
Netbeheerders	Enexis	29/11/2024
	Liander	4/12/2024, 10/12/2024
	Stedin	2/12/2024, 3/12/2024, 16/12/2024
	Netbeheer Nederland	19/11/2024, 3/12/2024, 12/12/2024

Overzicht partijen met schriftelijke input gedurende het onderzoek

Type partij	Organisatie
Concessieverlener	OV-Bureau Groningen Drenthe
	Provincie Noord-Holland
	Provincie Overijssel
	Provincie Noord-Brabant
	Provincie Zuid-Holland
	Provincie Gelderland
	Provincie Fryslân
	Provincie Utrecht
	Provincie Limburg
	Provincie Zeeland
Samenwerkingsverband concessieverleners	Gemeente Almere
OV-partij	DOVA
	EBS

Overzicht van de partijen die deelgenomen hebben aan de klankbordgroep

Type partij	Organisatie(s)
Bestuurlijke aanjagers	Vertegenwoordiging vanuit de bestuurlijke aanjagers
Ministeries	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Infrabeheerders	ProRail
Topsector Energie	TKI Urban Energy
Vertegenwoordiging netbeheerders	Netbeheer Nederland
Samenwerkingsverband concessieverleners	DOVA
Expertpanel Energie in het OV	Vertegenwoordigd door Ricardo Rail en Royal HaskoningDHV

Bijlage 2

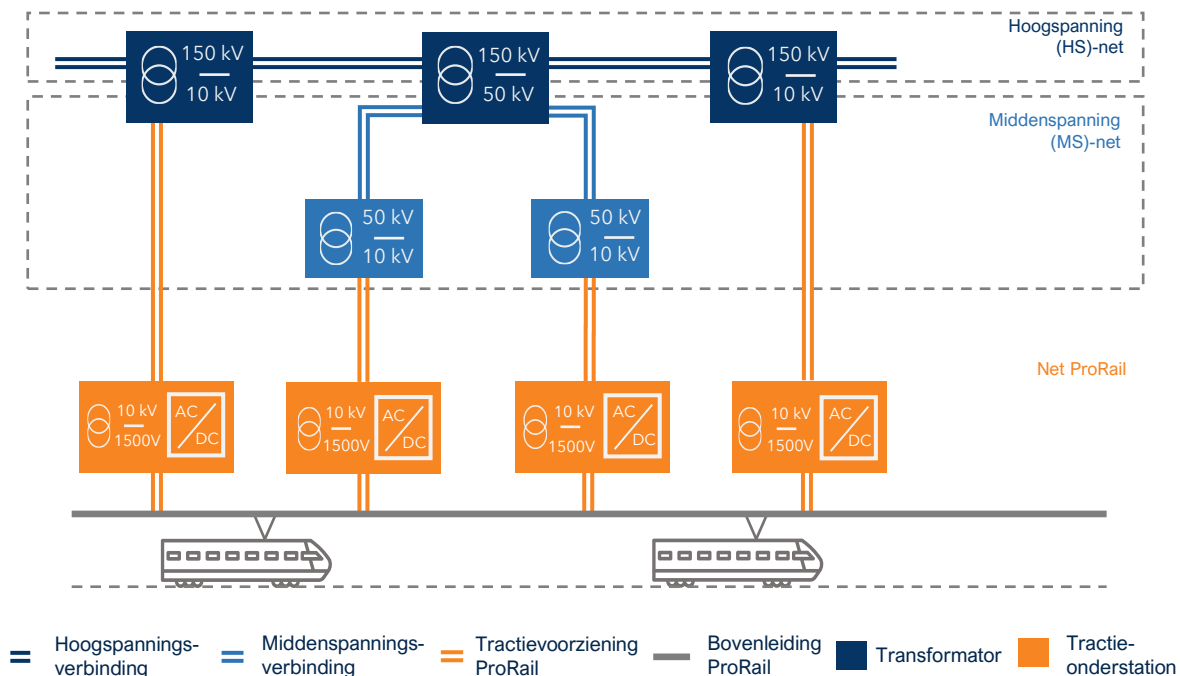
Opbouw OV-netten

Toelichting karakteristieken OV-netten

Op de volgende pagina's worden de verschillende tractienetten weergegeven en worden de technische karakteristieken van de tractienetten omschreven. De tabel hieronder geeft een toelichting van de verschillende eigenschappen per tractienet.

Technische Karakteristieken	Toelichting
<i>Spanningsniveau</i>	Dit is het spanningsniveau dat wordt gehanteerd op het tractienet. De spanningstype op de tractienetten is ofwel gelijkspanning (DC) ofwel wisselspanning (AC).
<i># netaansluitingen</i>	Dit is het aantal netaansluitingen waarmee het betreffende tractienet is aangesloten op het elektriciteitsnet van de netbeheerder. Achter de meeste netaansluitingen zit één tractiestation, maar achter enkele netaansluitingen zitten meerdere tractiestations.
<i>Geaggregeerd GTV</i>	Het geaggregeerd gecontracteerd vermogen (GTV) is het totale vermogen wat door het OV-partij is gecontracteerd als transportcapaciteit opgeteld over alle netaansluitingen voor tractie.
<i>Gemiddeld contractvermogen netaansluiting</i>	Typisch contractvermogen op het tractiestation geeft een ordegrrootte weer van hoeveel contractvermogen gebruikelijk is als contractwaarde voor een netaansluiting. In veel gevallen is dit een bereik van typische contractwaarde.
<i>Technische capaciteit netaansluiting (bereik)</i>	De technische capaciteit van een netaansluiting is het technisch maximaal vermogen van de netaansluiting. Dit moet altijd hoger zijn dan het gecontracteerde vermogen op de aansluiting.
<i>Gemiddelde afstand tussen tractiestation</i>	Dit is de gemiddelde afstand tussen twee tractiestations voor het desbetreffende tractienet. Grotere afstand tussen tractiestations zorgt o.a. voor grotere spanningsval op de tractienetten.
<i>Afstand tussen tractiestation (bereik)</i>	Dit is het bereik waartussen de afstand tussen tractiestations varieert. In drukke stedelijke gebieden met veel verkeer staan tractiestation over het algemeen korter op elkaar dan op meer landelijke gebieden.
<i>Piekverbruik voertuig</i>	Dit is het maximale vermogen wat een voertuig vraagt van het tractienet wanneer deze optrekt.

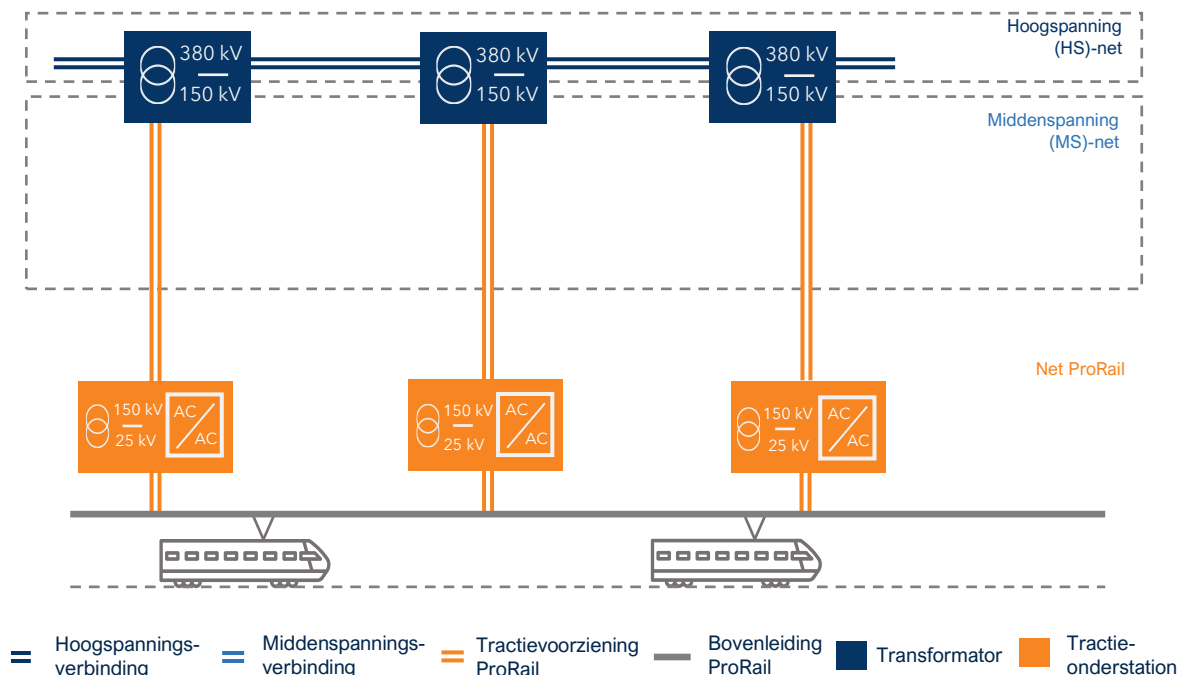
Netopbouw conventioneel net ProRail



Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	1500 V DC
# netaansluitingen	198
Geaggregeerd GTV	705 MW
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	~3600 kW
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	3 MW - 14 MW
Gemiddelde afstand tussen tractiestation	~7 km
Afstand tussen tractiestation (bereik)	4 km - 15 km
Piekverbruik trein	6 MW

- Het tractienet voor het conventionele 1500 V DC net van ProRail bestaat uit 198 netaansluitingen waarachter zich >280 tractieonderstations bevinden waarmee de bovenleiding wordt gevoed.
- De tractie-onderstations hebben als ingangsspanning meestal 10 kV, maar er bestaan ook locaties met 13 kV / 20 kV / 23 kV of 25 kV als ingangsspanning. Dit heeft geen andere reden dan wat er op die locatie beschikbaar is.
- Het conventionele net van ProRail is volledig gekoppeld, ieder tractie-onderstation voedt in op een volledig gekoppeld bovenleidingsnet.

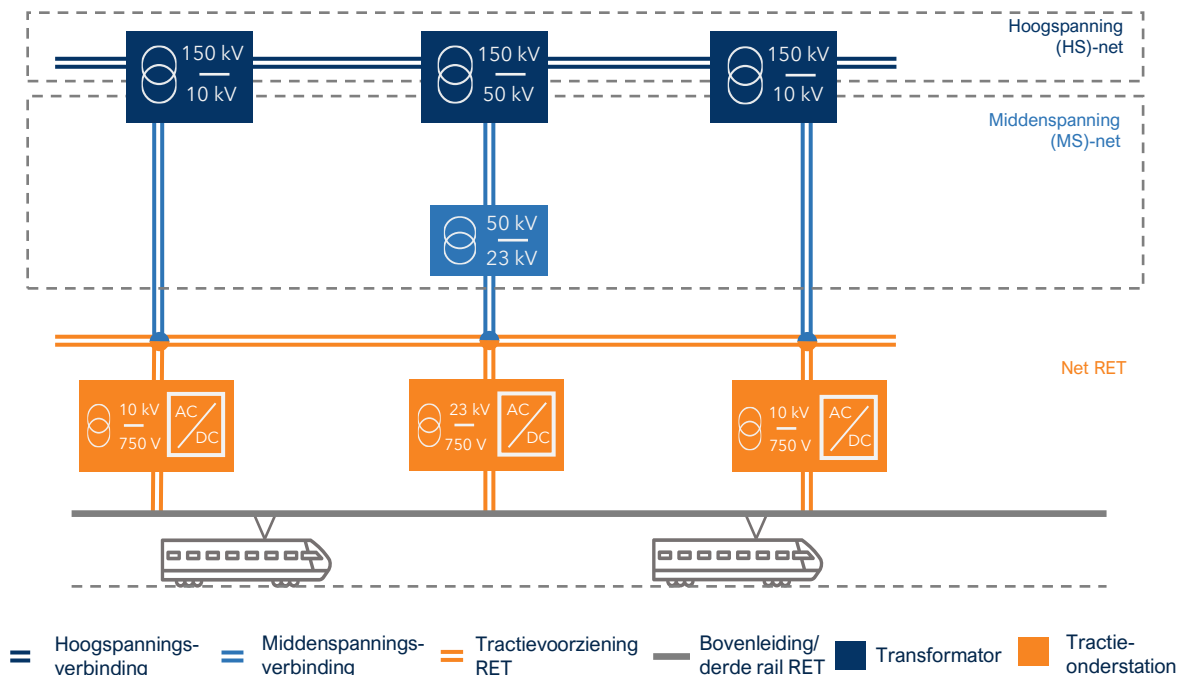
Netopbouw Betuwelijn en HSL - ProRail



Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	25 kV AC
# netaansluitingen	8
Geaggregeerd GTV	99 MW
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	~14 000 kW
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	~30 - 60 MVA
Afstand tussen tractiestation	~tot 50 km
Piekverbruik trein	12,5 MW (Betuwe) 25 MW (HSL)

- De Betuwelijn en de Hogesnelheidslijn (HSL) zijn twee losse netten, maar lijken in de kern veel op elkaar.
- De tractienetten voor de 25 kV AC Betuwelijn en de Hogesnelheidslijn (HSL) bestaan uit 8 netaansluitingen waarachter zich 8 tractieonderstations bevinden waarmee de bovenleiding wordt gevoed.
- De tractieonderstations zijn aangesloten op 150 kV stations van de netbeheerder, waarna de spanning wordt getransformeerd naar 25 kV AC spanning.
- In geval van onderhoud en storingen aan een voedingspunt kunnen secties worden gekoppeld.

Netopbouw metronet RET

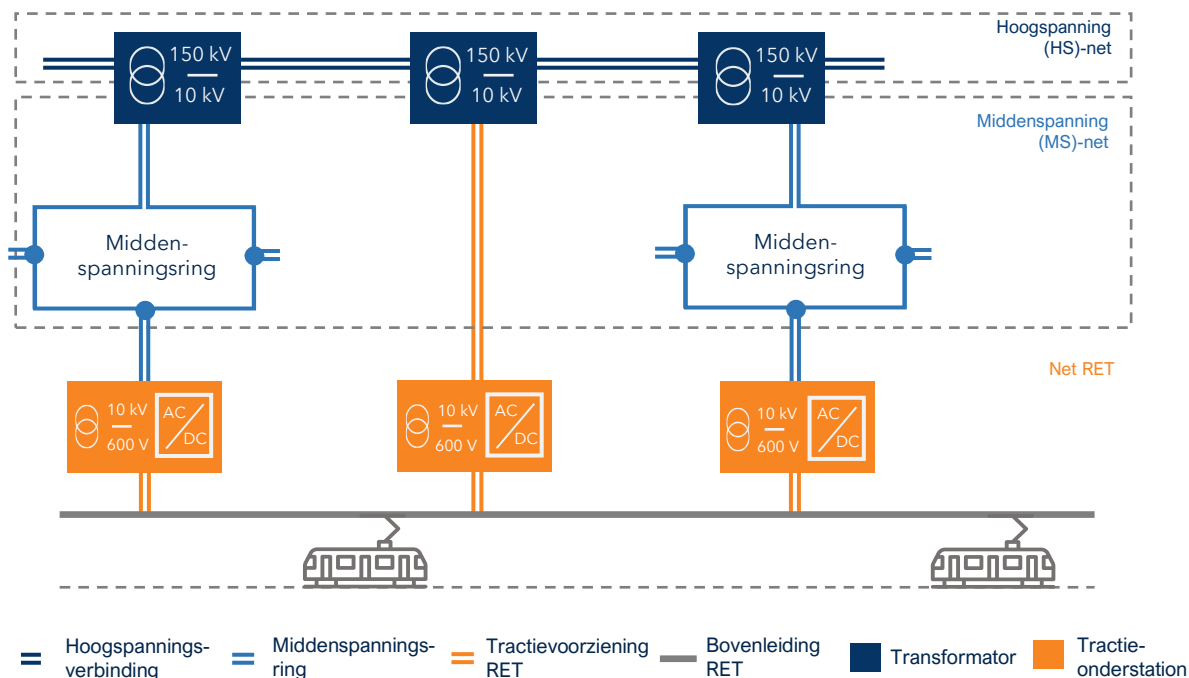


Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	750 DC
# netaansluitingen	16
Geaggregeerd GTV	~45 MW
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	~1500 kW - 3500 kW
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	1 - 10 MVA
Piekverbruik metro	± 3000 kW

- Het tractienet voor de metro van de RET is opgebouwd uit 16 netaansluitingen waarmee de bovenleiding en derde rail worden gevoed.
- De bovenleiding en derde rail van de metro van de RET worden gevoed vanuit een eigen 10 kV distributiering.
- De distributiering en het DC-net hebben een GDS-status waarmee de RET derde partijen een aansluiting kan bieden voor het leveren van

- elektriciteit.
- De metro van de RET wordt op sommige delen gevoed door de bovenleiding, en op sommige delen door een derde rail.
- Het metronet van de RET is gescheiden, maar koppelbaar voor storingssituaties op DC-niveau.

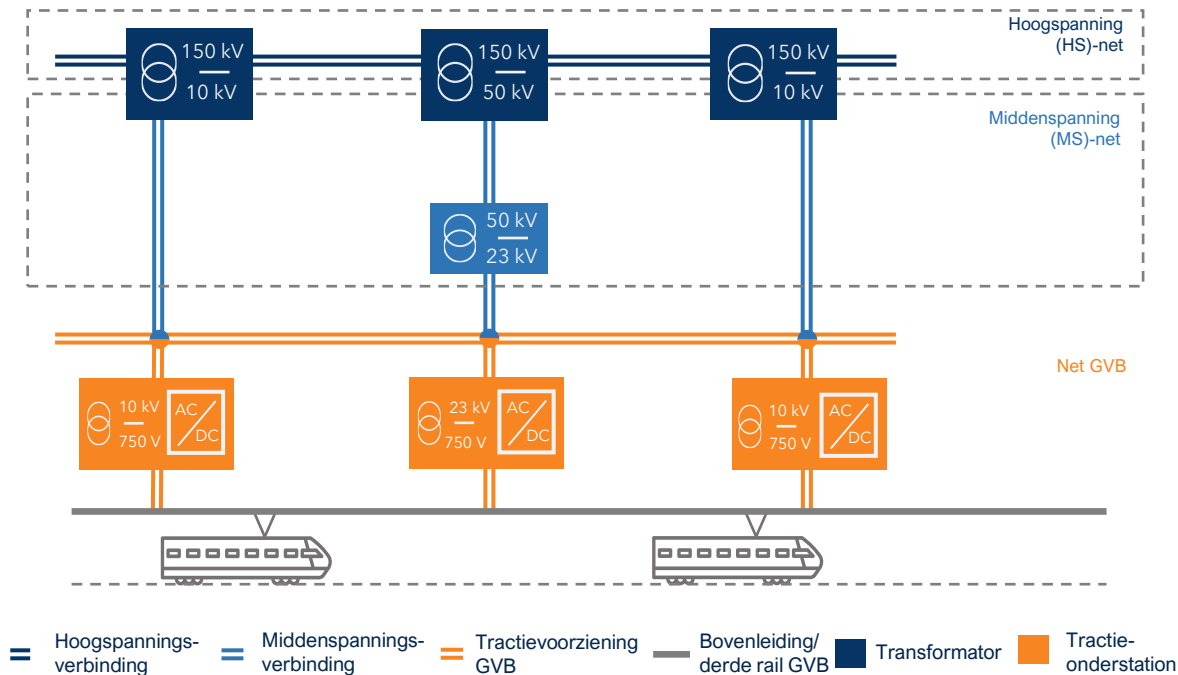
Netopbouw tramnet RET



Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	600 DC
# netaansluitingen	34
Geaggregeerd GTV	15 MW
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	~200 kW - 1500 kW
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	1 - 10 MVA
Piekverbruik tram	± 800 kW

- Het tractienet voor de tram van de RET is opgebouwd uit 34 netaansluitingen waarmee de bovenleiding wordt gevoed.
- Deze aansluitingen zijn aangesloten op de middenspanningsring van de netbeheerder.
- Een deel van deze aansluitingen is direct aangesloten op de HS/MS-transformator.
- De trams worden overal op het tractienet aangedreven door de bovenleiding, er is dus geen derde rail.
- Het tramnet van de RET is gescheiden, maar koppelbaar voor storsingssituaties op DC-niveau.

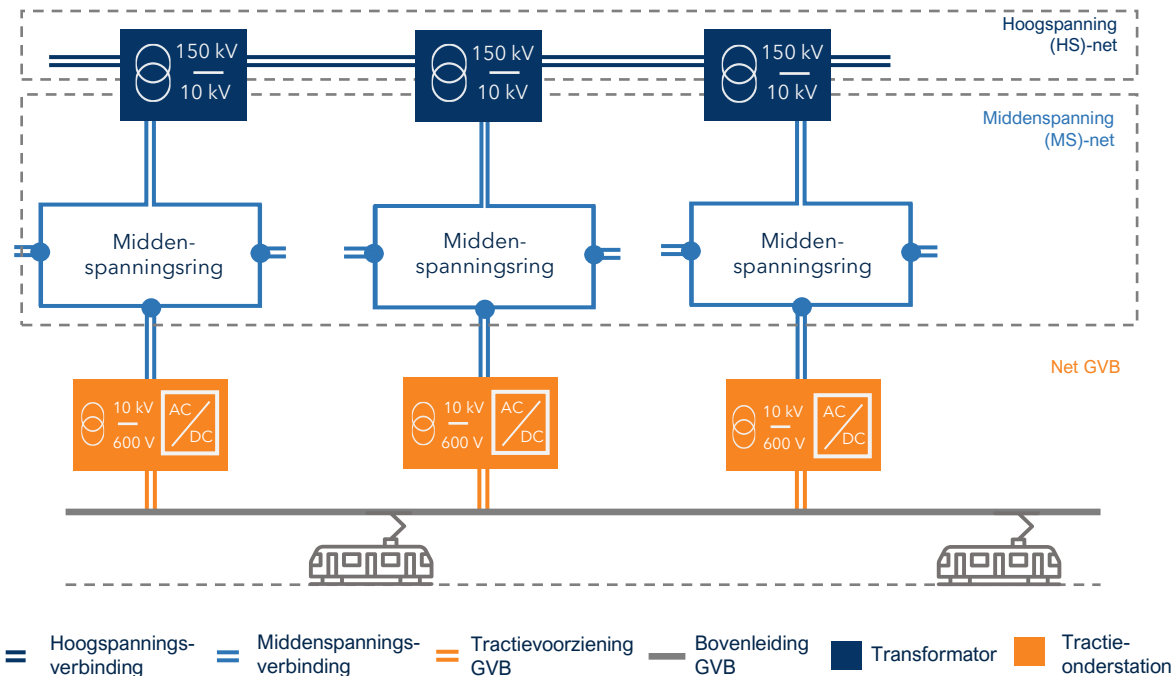
Netopbouw metronet GVB



Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	750 DC
# netaansluitingen	25
Geaggregeerd GTV	~30 MW
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	~500 - 2000 kW
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	~4-8 MVA
Piekverbruik metro	± 2000 kW

- Het tractienet voor de metro in Amsterdam is opgebouwd uit 23 netaansluitingen waarmee de bovenleiding of de derde rail gevoed wordt.
- Deze aansluitingen zijn vrijwel allemaal direct aangesloten op de HS/MS-transformator.
- De metro's worden overal op het tractienet aangedreven door een derde rail.
- De tractiestations zijn aan de AC-zijde met elkaar gekoppeld.

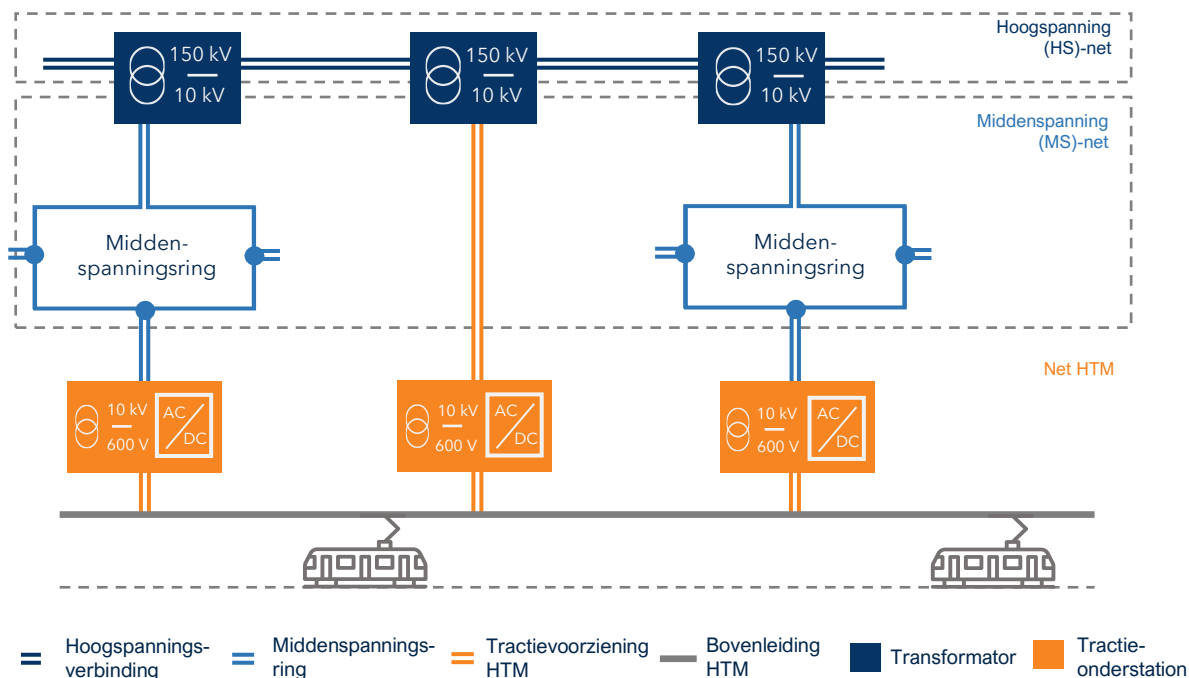
Netopbouw tramnet GVB



Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	600 DC
# netaansluitingen	53
Geaggregeerd GTV	~30 MW
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	~100 - 2000 kW
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	~1500 - 4000 kVA
Piekverbruik tram	600 kW

- Het tractienet voor de tram in Amsterdam is opgebouwd uit 53 netaansluitingen waarmee de bovenleiding gevoed wordt.
- Deze aansluitingen zijn vrijwel allemaal direct aangesloten op de middenspanningsring van Liander.
- De trams worden overal op het tractienet aangedreven door de bovenleiding, er is dus geen derde rail.
- De secties in het tramnet van de Amsterdam zijn volledig gekoppeld.

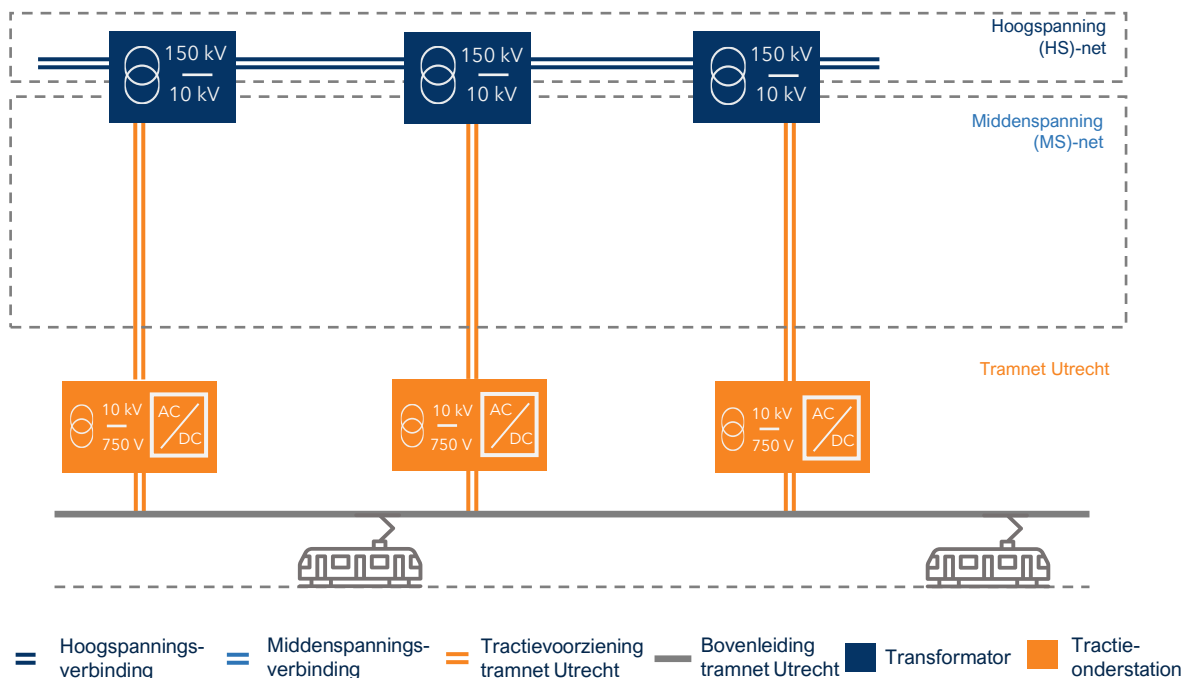
Netopbouw tramnet HTM



Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	600 V DC/ 750 V DC
# netaansluitingen	47
Geaggregeerd GTV	± 15 MVA
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	>300 kVA
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	1,75 - 10 MVA
Piekverbruik tram	± 600 kW

- Het tractienet voor de tram van de HTM is opgebouwd uit 47 netaansluitingen, waarvan 52 tractie aansluitingen waarmee de bovenleiding wordt gevoed.
- Het grootste deel van deze aansluitingen is aangesloten op de middenspanningsring van de netbeheerder, een deel van deze aansluitingen is direct aangesloten op de HS/MS-transformator.
- Na 2028 wordt het spanningsniveau van het gehele tramnet verhoogd naar 750 V DC
- De trams worden overal op het tractienet aangedreven door de bovenleiding, er is dus geen derde rail.
- De netsecties van het tramnet van de HTM zijn aan de DC-zijde volledig gekoppeld zodat bij storingssituaties delen kunnen worden overgenomen door andere tractiestations, aan de AC-zijde is er geen koppeling.

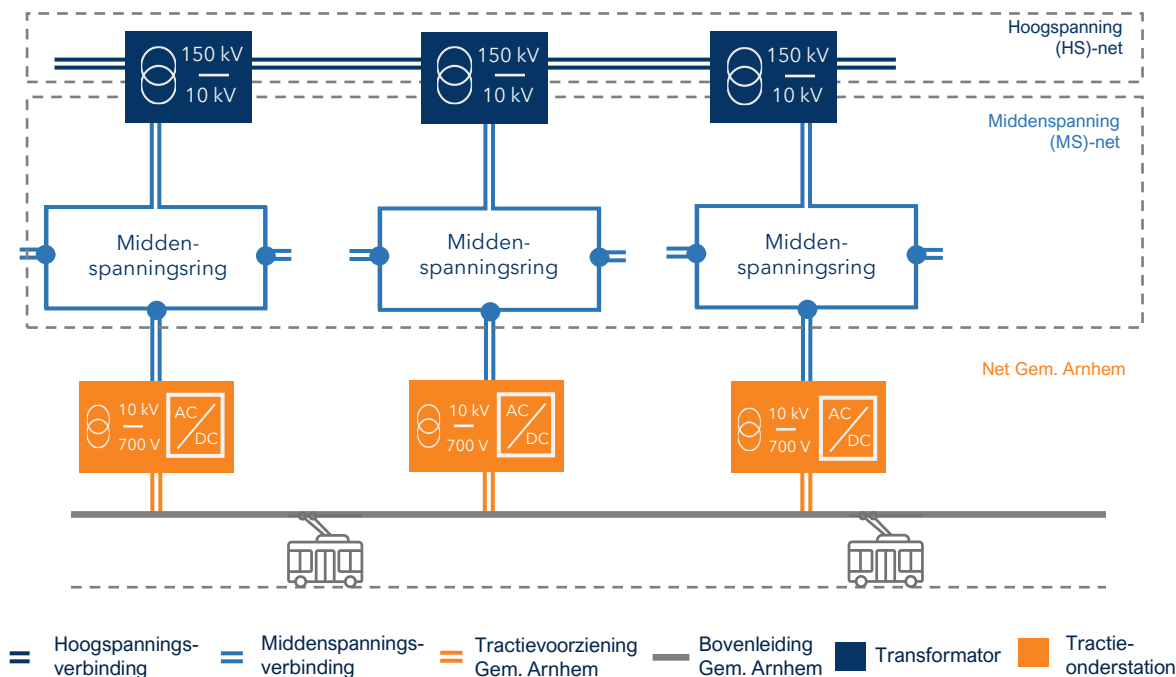
Netopbouw tramnet Provincie Utrecht



Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	750 DC
# netaansluitingen	12
Geaggregeerd GTV	±15 MW
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	0.75 - 2 MW
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	3 -10 MVA
Piekverbruik tram	± 1500 kW

- Het tractienet voor de tram in Utrecht is opgebouwd uit 12 netaansluitingen waarachter via 14 tractiestations de bovenleiding gevoed wordt.
- Deze aansluitingen zijn vrijwel allemaal direct aangesloten op de HS/MS-transformator.
- De trams worden overal op het tractienet aangedreven door de bovenleiding, er is dus geen derde rail.
- De secties in het tramnet van de Provincie Utrecht zijn volledig gekoppeld, zowel dwarsgekoppeld als langsgekoppeld.

Netopbouw trolleyneet Gemeente Arnhem



Technische Karakteristieken	Waarde
Spanningsniveau	700 DC
# netaansluitingen	22
Geaggregeerd GTV	~3-5 MW
Gemiddeld contractvermogen netaansluiting	~150 - 200 kW
Technische capaciteit netaansluiting (bereik)	1-2 MVA
Piekverbruik trolleybus	± 200 kW

- Het tractienet voor de trolleybus in Arnhem bestaat uit 22 netaansluitingen waarmee de bovenleiding gevoed wordt.
- Deze aansluitingen zijn allemaal aangesloten op de middenspanningsring van Liander.
- De trolleybussen worden overal op het tractienet aangedreven door de bovenleiding.
- De secties in het trolleyneet zijn over het hele trolleyneet volledig gekoppeld.

Bijlage 3

Huidige en verwachte problemen met netcongestie per concessiegebied

Mogelijke problemen met netcongestie in de huidige bus concessies (1/3)

Concessieverlener	Concessie	Concessiehouder	Huidige uitdagingen	Uitdagingen binnen looptijd
OV-Bureau Groningen-Drenthe	<i>Groningen-Drenthe</i>	Qbuzz	Geen	Geen
Provincie Friesland	<i>Friesland¹⁾</i>	Arriva	Wel ²⁾	Wel ²⁾
Provincie Gelderland	<i>IJssel-Vecht</i>	EBS	Geen	Onbekend
Provincie Overijssel	<i>Twente</i>	Arriva	Geen	Geen
Provincie Gelderland	<i>Achterhoek-Rivierenland</i>	Arriva	Geen	Geen
Provincie Gelderland	<i>Arnhem-Nijmegen-Foodvalley</i>	Hermes (2 concessies)	Geen	Geen
Gemeente Almere	<i>Almere</i>	Keolis	Geen	Geen
Provincie Utrecht	<i>Utrecht Buiten</i>	Keolis (Syntus)	Geen	Geen
Provincie Utrecht	<i>Utrecht Binnen</i>	Qbuzz	Geen	Geen
Provincie Noord-Holland	<i>Gooi en Vechtstreek</i>	Transdev	Geen	Geen

Noot: De informatie op deze pagina is enkel aangeleverd door concessieverleners en niet door concessiehouders; gebaseerd op data zoals aangeleverd n.a.v. uitvraag nov 2024.

1) Nieuwe concessie gaat in dec 2024 in.

2) Voorafgaand aan de nieuwe concessie (dec 2024) konden in de voorgaande concessie nog geen ZE-bussen gerealiseerd worden i.v.m. netcongestie.

Mogelijke problemen met netcongestie in de huidige bus concessies (2/3)

Concessieverlener	Concessie	Concessiehouder	Huidige uitdagingen	Uitdagingen binnen looptijd
Provincie Noord-Holland	<i>Noord-Holland Noord</i>	Connexxion	Geen	Geen
Provincie Noord-Holland	<i>Haarlem-IJmond</i>	Connexxion	Geen	Geen
Vervoerregio Amsterdam	<i>Zaanstreek-Waterland</i>	EBS	Geen	Geen
Vervoerregio Amsterdam	<i>Amsterdam¹⁾</i>	GVB	Wel	Onbekend
Vervoerregio Amsterdam	<i>Amstelland-Meerlanden</i>	Connexxion	Geen	Geen
Provincie Zuid-Holland	<i>Zuid-Holland Noord²⁾</i>	Arriva	Onbekend	Onbekend
Metropoolregio Rotterdam Den Haag	<i>Haaglanden-Stad</i>	HTM	Wel	Onbekend
Metropoolregio Rotterdam Den Haag	<i>Haaglanden Streek</i>	EBS	Geen	Geen
Metropoolregio Rotterdam Den Haag	<i>Rotterdam en omstreken</i>	RET	Geen	Geen
Metropoolregio Rotterdam Den Haag	<i>Voorne-Putten en Rozenburg</i>	EBS	Geen	Ja, uitstel transitie

Noot: De informatie op deze pagina is enkel aangeleverd door concessieverleners en niet door concessiehouders; gebaseerd op data zoals aangeleverd n.a.v. uitvraag nov 2024.

1) Nieuwe concessie is ingegaan in dec 2024.

2) Voorafgaand aan de nieuwe concessie (dec 2024) konden in de voorgaande concessie nog geen ZE-bussen gerealiseerd worden i.v.m. netcongestie.

Mogelijke problemen met netcongestie in de huidige bus concessies (3/3)

Concessieverlener	Concessie	Concessiehouder	Huidige uitdagingen	Uitdagingen binnen looptijd
Provincie Zuid-Holland	<i>Hoeksche Waard & Goeree-Overflakkee</i>	Connexxion	Geen	Geen
Provincie Zuid-Holland	<i>Drechtsteden-Molenlanden-Gorinchem</i>	Qbuzz	Geen	Onbekend
Provincie Zeeland	<i>Zeeland</i>	Connexxion	Geen	Geen
Provincie Noord-Brabant	<i>West-Brabant</i>	Arriva	Geen	Geen
Provincie Noord-Brabant	<i>Oost-Brabant</i>	Arriva	Geen	Ja
Provincie Noord-Brabant	<i>Zuidoost-Brabant</i>	Hermes	Geen	Geen
Provincie Limburg	<i>Limburg</i>	Arriva	Geen	Ja

Noot: De informatie op deze pagina is enkel aangeleverd door concessieverleners en niet door concessiehouders; gebaseerd op data zoals aangeleverd n.a.v. uitvraag nov 2024.

Mogelijke problemen met netcongestie in toekomstige bus concessies (1/3)

Concessieverlener	Concessie	Startperiode	Uitdagingen voor nieuwe concessie	Benodigd vermogen
OV-Bureau Groningen-Drenthe	Groningen-Drenthe	Dec 2029	Beperkt	Onbekend
Provincie Friesland	Friesland	Dec 2024	Wel	~12,5 MVA
Provincie Gelderland	IJssel-Vecht	Dec 2035	Onbekend	Onbekend
Provincie Overijssel	Twente	Dec 2027	Geen	-
Provincie Gelderland	Achterhoek-Rivierenland	Dec 2025	Geen	-
Provincie Gelderland	Arnhem-Nijmegen-Foodvalley	Jun 2026	Wel	~13,5 MVA
Gemeente Almere	Almere	Dec 2027	Wel	Onbekend
Provincie Utrecht	Utrecht Buiten	Dec 2025	Waarschijnlijk geen	-
Provincie Utrecht	Utrecht Binnen	Dec 2025	Waarschijnlijk geen	-
Provincie Noord-Holland	Gooi en Vechtstreek	Dec 2030	Geen	-

Noot: De informatie op deze pagina is enkel aangeleverd door concessieverleners en niet door concessiehouders; gebaseerd op data zoals aangeleverd n.a.v. uitvraag nov 2024.

Mogelijke problemen met netcongestie in toekomstige bus concessies (2/3)

Concessieverlener	Concessie	Startperiode	Uitdagingen voor nieuwe concessie	Benodigd vermogen
Provincie Noord-Holland	<i>Noord-Holland Noord¹⁾</i>	Jul 2028	Wel	3 MW
Provincie Noord-Holland	<i>Haarlem-IJmond¹⁾</i>	Jul 2028	Wel	1 MW
Vervoerregio Amsterdam	<i>Zaanstreek-Waterland</i>	Dec 2033	Geen	-
Vervoerregio Amsterdam	<i>Amsterdam²⁾</i>	Dec 2024 ³⁾	Onbekend	Onbekend
Vervoerregio Amsterdam	<i>Amstelland-Meerlanden</i>	Dec 2032	Geen	-
Provincie Zuid-Holland	<i>Zuid-Holland Noord</i>	Dec 2024	Wel	Onbekend
Metropoolregio Rotterdam Den Haag	<i>Haaglanden-Stad</i>	Dec 2034	Onbekend	Onbekend
Metropoolregio Rotterdam Den Haag	<i>Haaglanden Streek</i>	Dec 2030	Geen	-
Metropoolregio Rotterdam Den Haag	<i>Rotterdam en omstreken</i>	Dec 2034	Geen	-
Metropoolregio Rotterdam Den Haag	<i>Voorne-Putten en Rozenburg</i>	Dec 2028	Wel	Onbekend

Noot: De informatie op deze pagina is enkel aangeleverd door concessieverleners en niet door concessiehouders; gebaseerd op data zoals aangeleverd n.a.v. uitvraag nov 2024.

Mogelijke problemen met netcongestie in toekomstige bus concessies (3/3)

Concessieverlener	Concessie	Startperiode	Uitdagingen voor nieuwe concessie	Benodigd vermogen
Provincie Zuid-Holland	<i>Hoeksche Waard & Goeree-Overflakkee</i>	Dec 2025	Geen	-
Provincie Zuid-Holland	<i>Drechtsteden-Molenlanden-Gorinchem</i>	Dec 2033	Onbekend	
Provincie Zeeland	<i>Zeeland</i>	Dec 2026	Wel	Onbekend
Provincie Noord-Brabant	<i>West-Brabant</i>	Jul 2025	Wel	~4,5 MW
Provincie Noord-Brabant	<i>Oost-Brabant</i>	Dec 2026	Wel	~16,8 MW
Provincie Noord-Brabant	<i>Zuidoost-Brabant</i>	Jul 2029	Wel	~8,2 MW
Provincie Limburg	<i>Limburg</i>	Dec 2031	Onbekend	

Noot: De informatie op deze pagina is enkel aangeleverd door concessieverleners en niet door concessiehouders; gebaseerd op data zoals aangeleverd n.a.v. uitvraag nov 2024.

Bijlage 4

Overzicht stakeholders concessies

In deze bijlage staat een overzicht van de stakeholders voor concessies per modaliteit

Op de volgende pagina's worden voor de verschillende modaliteiten en bijbehorende concessies de relaties tussen de stakeholders weergegeven.

Het doel hiervan is inzicht te geven in de verschillende vormen van relaties. Daarmee geeft het ook inzicht in de (mogelijke) belangen per partij. Dit geeft perspectief hoe keuzes nu genomen of belegd worden in de keten en waar een ketenaanpak mogelijk beter kan.

Dit kan helpen te plaatsen waar verantwoordelijkheden belegd kunnen worden, hoe partijen gestimuleerd kunnen worden met de juiste prikkels vanuit andere partijen, en hoe kosten en baten kunnen stromen om tot een win-win te komen.

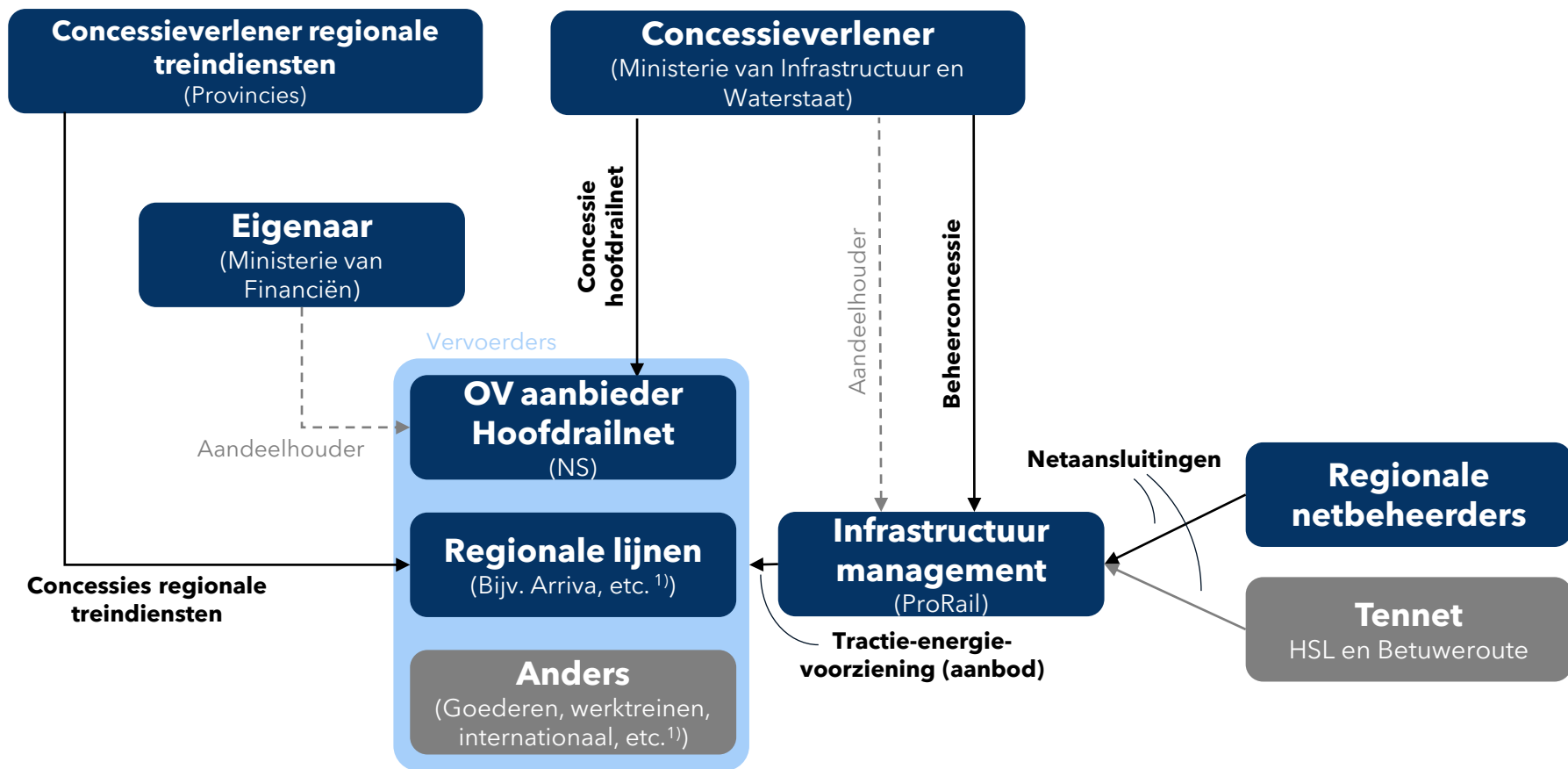
Algemene duiding

- De relaties tussen de stakeholders in de verschillende steden en modaliteiten verschillen. Dit toont zich o.a. in verschillen in de relaties met de gemeenten (wel of geen aandeelhouderschap), in de relaties van zowel OV-partijen als netbeheerder en het wel of niet gebundeld hebben van infrabeheer en het uitvoeren van OV.
- Daarin kan – vanwege deze verschillende relaties – de inzet van prikkels tot andere effecten leiden. In alle gevallen zit er potentie voor een sturende rol voor de concessie-verlener, die daarmee richting kan geven aan de inzet van energie-infrastructuur van het OV.
- De financiering werkt door deze verschillen ook anders door. Doordat belangen kunnen verschillen tussen de partijen, worden er ook andere keuzes gemaakt m.b.t. het dragen van kosten. Hiervoor moet de doorwerking van de inzet van financiering daarom in ogenschouw worden genomen.
- In het geval van de inzet voor het verlichten van netcongestie voor derden, dient daarin ook duidelijk gemaakt te worden welke partij hierin uiteindelijk kan en mag bepalen of en door wie er aangesloten kan worden.

Toelichting op aandeelhouderschap

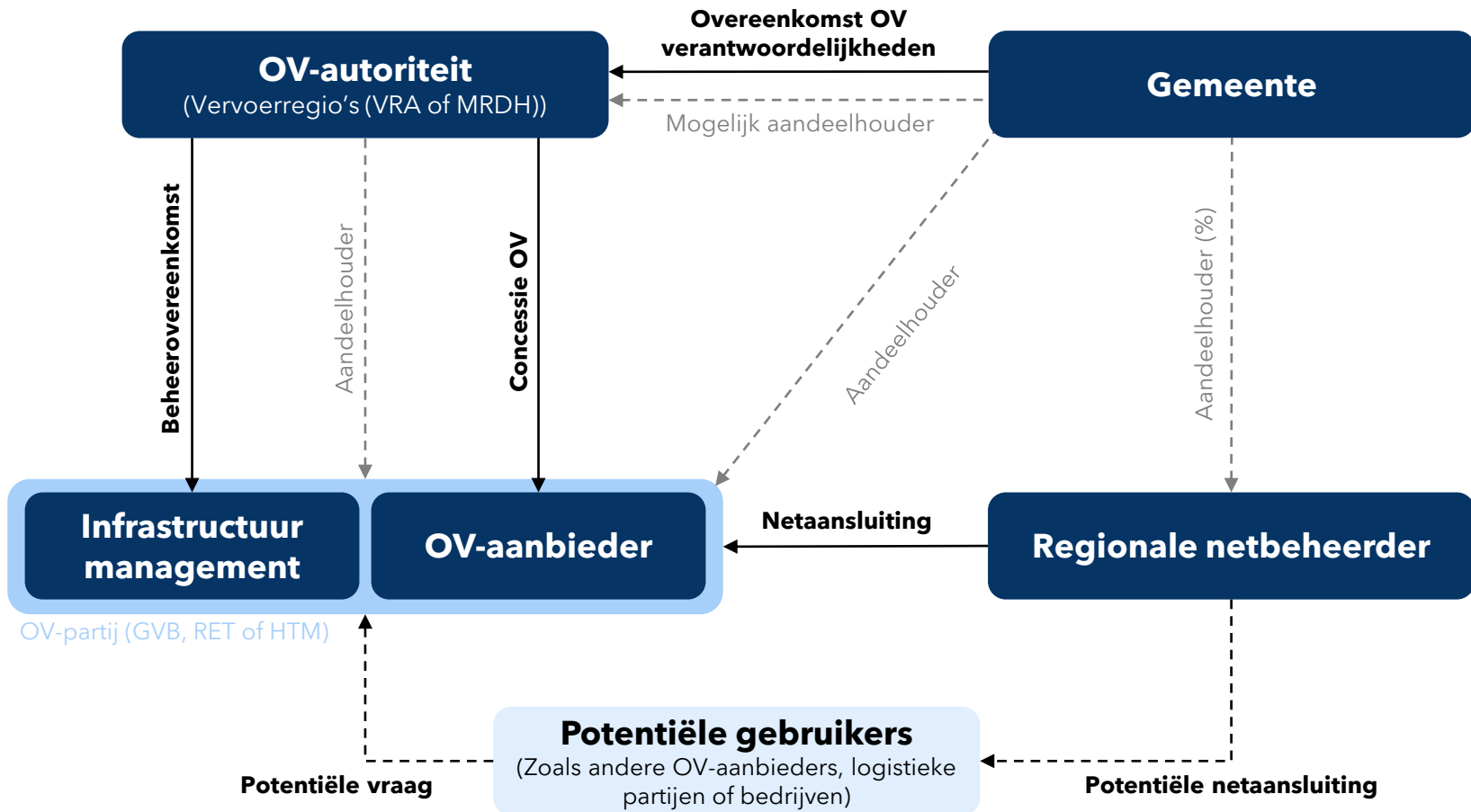
De term 'aandeelhouder' duidt op het bezit van aandelen van de ene partij in de andere. Dit kan zowel mede-aandeelhouderschap als volledig aandeelhouderschap betreffen.

De relaties tussen partijen voor de concessies m.b.t. de trein in Nederland

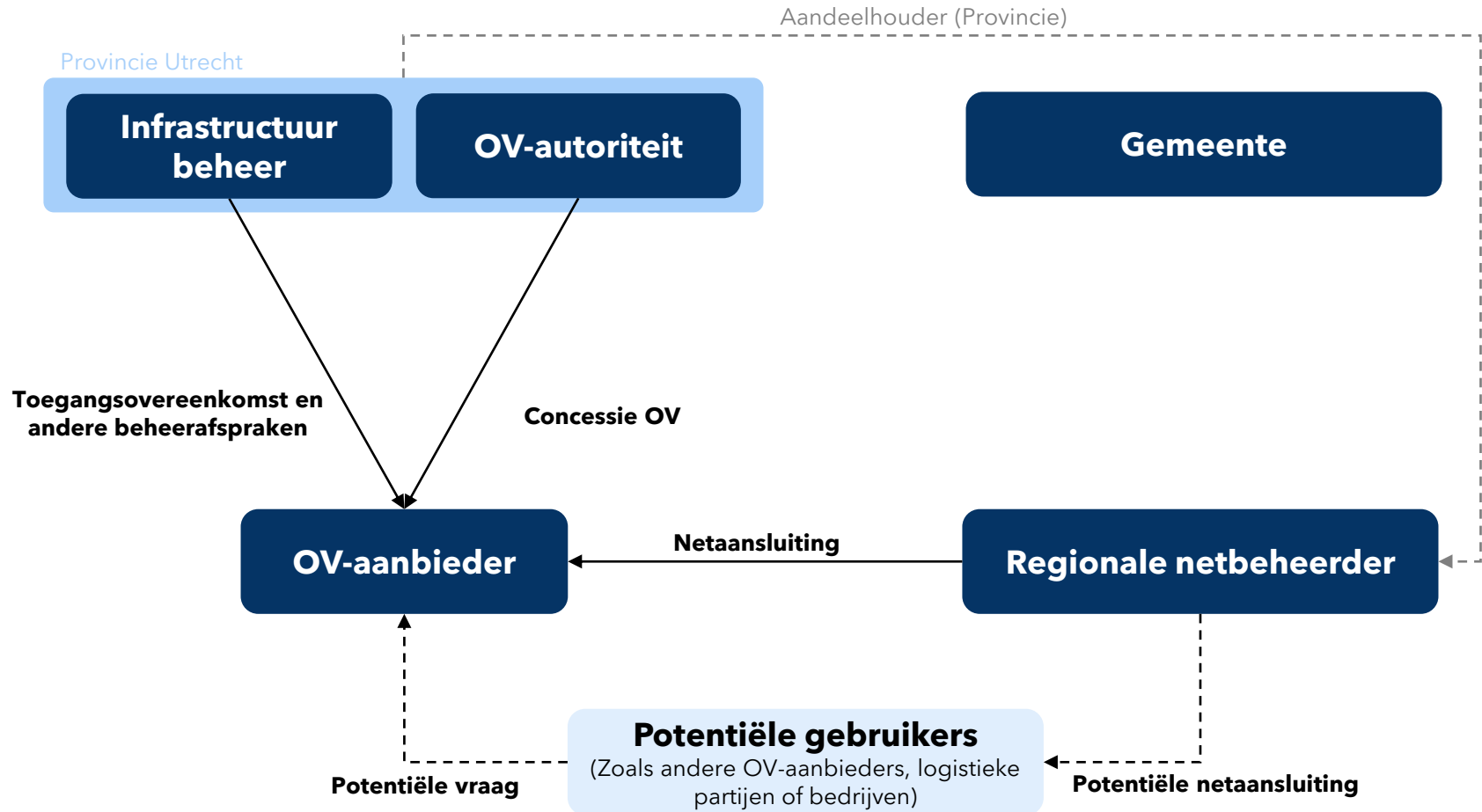


Noot: Dit overzicht geeft de trein concessies weer. De Betuweroute en HSL vallen buiten de scope. Ook de facilitaire aansluitingen van ProRail vallen buiten de scope.

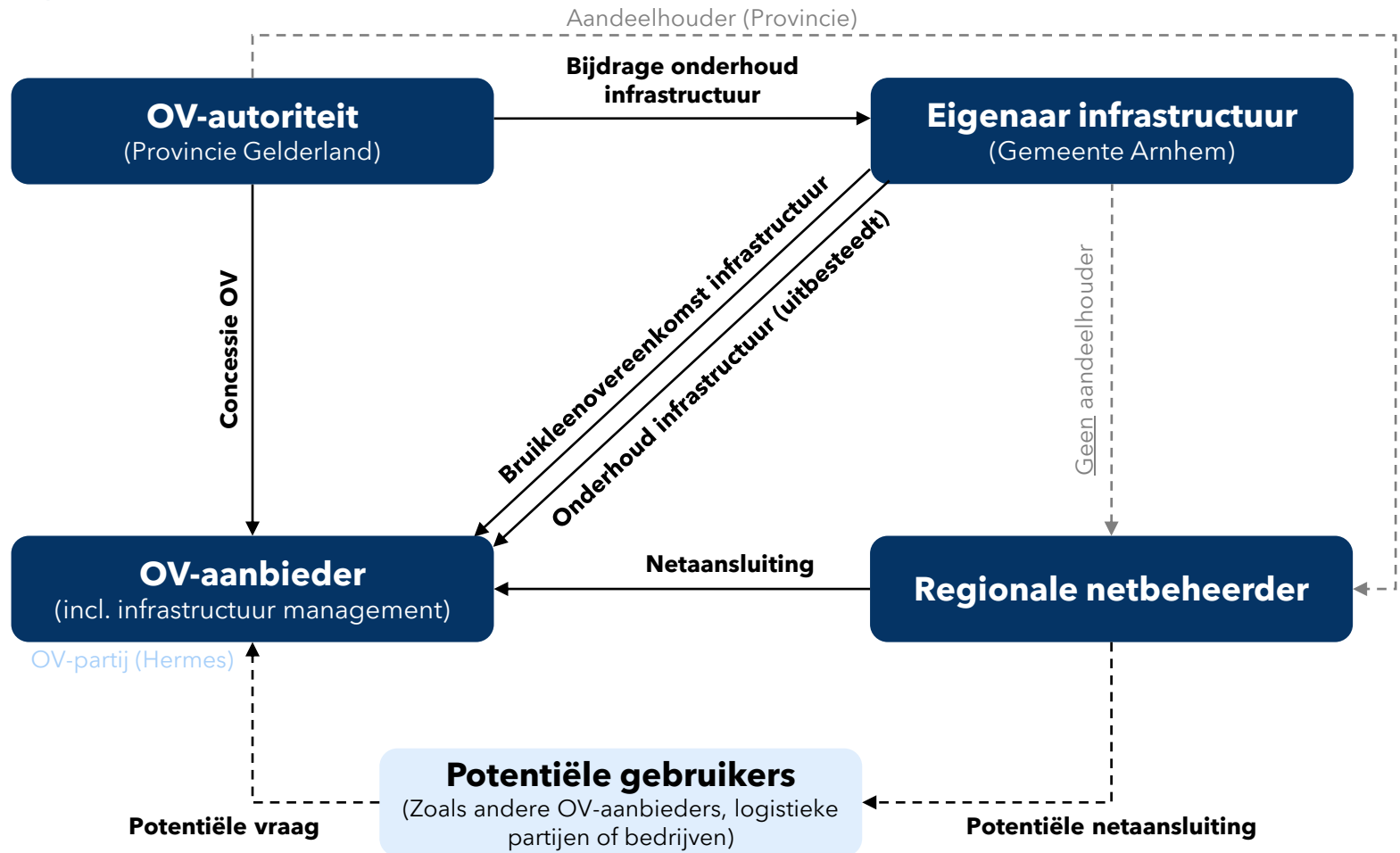
De relaties tussen partijen voor metro en tram concessies in Amsterdam, Rotterdam en Den Haag



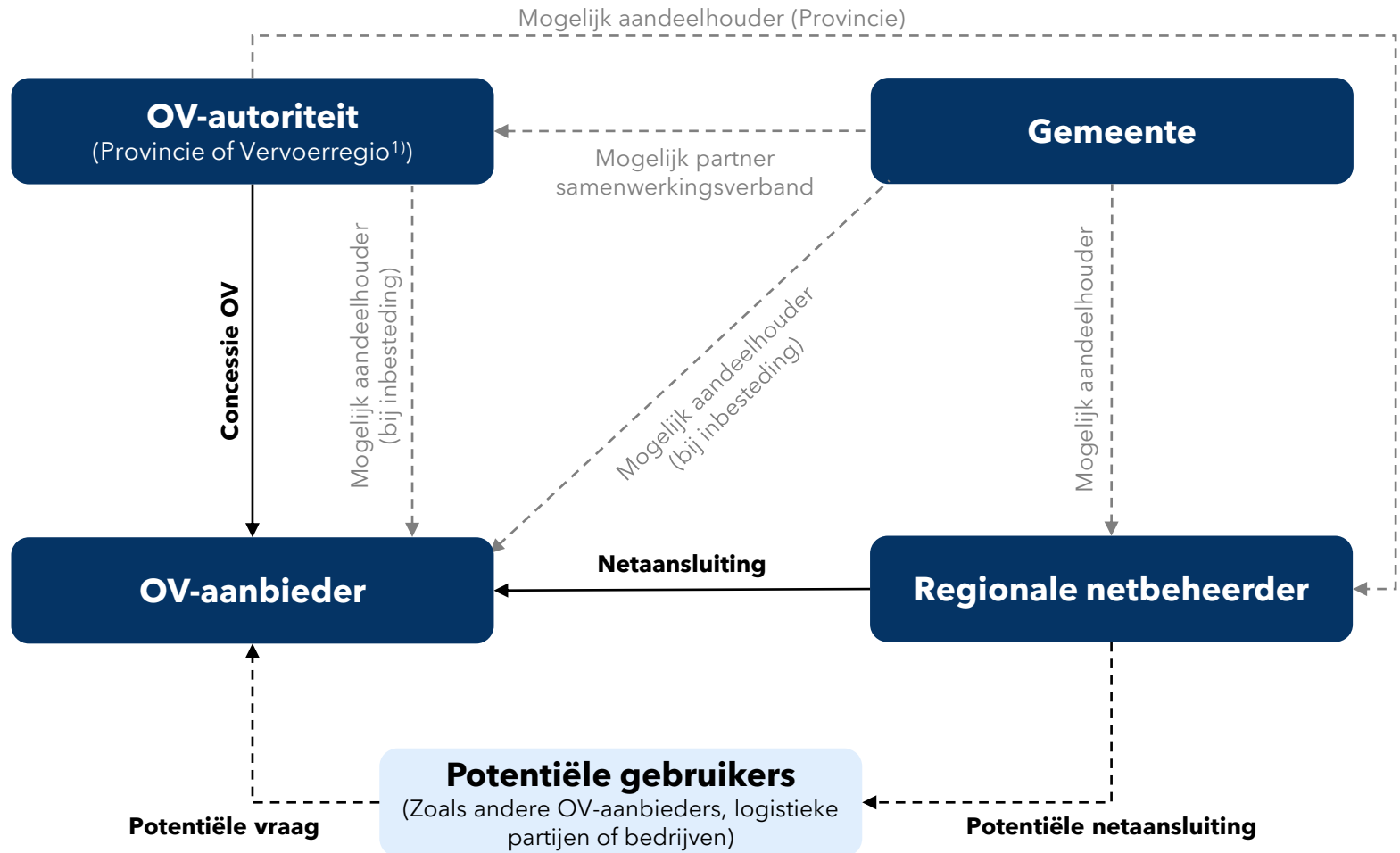
De relaties tussen partijen voor de tram concessie in Utrecht



De relaties tussen partijen voor de trolley concessie in Arnhem



De relaties tussen partijen voor bus concessies



Openbaar vervoer en netcongestie



Samen kansen benutten in de energietransitie

Kansen realiseren en verandering creëren met steengoede oplossingen voor de energietransitie

info@rocc.nl
www.rocc.nl