



Elektriciteitsinfrastructuur Haarlemmermeer

Onderzoek naar de knelpunten en
oplossingsrichtingen



Elektriciteitsinfrastructuur Haarlemmermeer

Onderzoek naar de knelpunten en oplossingsrichtingen

Dit rapport is geschreven door:

Thijs Scholten, Lucas van Cappellen, Jacobine Aalberts, Joeri Vendrik, Marianne Teng en Louis Leestemaker (CE Delft) met inhoudelijke bijdrage van Patrick Nan (Planmaat)

Delft, CE Delft, oktober 2022

Publicatienummer: 22.220105.160

Energievoorziening / Elektriciteit / Infrastructuur / Capaciteit / Regionaal / Scenario's

Opdrachtgever: Gemeente Haarlemmermeer

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Thijs Scholten (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding en doel van het onderzoek	9
	1.2 Scope van het onderzoek	9
	1.3 Onderzoeksproces	9
	1.4 Kanttekeningen	10
	1.5 Elektriciteitsinfrastructuur in een notendop	11
	1.6 Leeswijzer	13
2	Methode onderzoek	14
	2.1 Inleiding	14
	2.2 Scenario's voor toekomstige ontwikkelingen	14
	2.3 Methode bepaling netimpact toekomstige ontwikkelingen	16
	2.4 Uitgangspunten scenario's en belastingprognose per sector	20
	2.5 Aanpak analyse knelpunten	31
	2.6 Aanpak analyse oplossingsrichtingen	31
3	Huidige situatie elektriciteitsinfrastructuur	33
	3.1 Huidige situatie in Haarlemmermeer	33
	3.2 Voorziene knelpunten in de periode voor 2027	37
4	Resultaten verwachte ontwikkelingen	40
	4.1 Impact op de onderstations van Liander (50/20/10 kV stations)	41
	4.2 Impact op de koppelstations vanuit Liander (150 kV stations)	46
	4.3 Impact op de hoogspanningsstations van TenneT (380 en 150 kV stations)	52
	4.4 Impact op middenspanningsniveau Liander (MS/LS netvlak)	53
5	Overzicht mogelijke knelpunten	56
	5.1 Impact van knelpunten in verschillende gebieden	56
	5.2 Knelpunten per zichtjaar	58
	5.3 Overige knelpunten	63
6	Oplossingsrichtingen	65
	6.1 Netverzwaring als oplossing bij geïdentificeerde knelpunten	67
	6.2 Specifiek beleid Haarlemmermeer als oplossing voor netcongestie	74
	6.3 Eindgebruiker oplossingsrichtingen bij geïdentificeerde knelpunten	78
	6.4 Overzicht mogelijke oplossingsrichtingen	92
7	Conclusies en advies	96
	7.1 Ontwikkeling van de netbelasting	96
	7.2 Huidige knelpunten en kortetermijnvooruitzichten	99
	7.3 Verwachte knelpunten in de periode tot 2027, 2035 en 2050	99



	7.4 Mogelijke oplossingsrichtingen	104
	7.5 Aanbevelingen	107
	Literatuur	112
A	Overzicht knelpuntanalyse per onderstation	114
B	Gebieden onderstations	117



Samenvatting

De gemeente Haarlemmermeer heeft grote ambities voor woningbouw, gebiedsontwikkeling en de energietransitie. Deze ontwikkelingen leiden tot meer elektriciteitsvraag, wat mogelijk knelpunten in het elektriciteitsnet veroorzaakt. Deze studie brengt in kaart welke knelpunten in het elektriciteitsnet kunnen optreden en wat de oplossingen hiervoor zijn. In deze studie kijken we naar een groot gebied, met relatief onzekere ontwikkelingen en ver vooruit in de toekomst. De resultaten zijn dus nadrukkelijk verkennend van aard.

Methode - energiescenario's voor 2027, 2035 en 2050

Om inzicht te krijgen in mogelijke toekomstige ontwikkelingen op het elektriciteitsnet, heeft CE Delft vijf energiescenario's voor de gemeente Haarlemmermeer opgesteld: één voor 2027 en twee voor zowel 2035 als 2050 (één met een lage en één met een hoge elektriciteitsvraag). Deze scenario's zijn per sector (bijvoorbeeld nieuwbouwwoningen of logistiek) in detail vergeleken met de scenario's van Liander en bouwen voort op de gezamenlijke inzichten van CE Delft, Liander en de gemeente. CE Delft geeft in deze studie de **additionele opgave** weer per sector. Dit is de verwachte extra belasting uit de scenario's van CE Delft bovenop de huidige prognoses van Liander. We hebben drie niveaus van de elektriciteitsinfrastructuur geanalyseerd:

1. **Middenspanningsruimtes (MSRs) en MS-ringen:** MSRs zijn de transformatorhuisjes in de wijk waar woningen en kleine bedrijven op aangesloten worden. Per 7 tot 14 MSRs is een MS-ring (een middenspanningskabel) vereist.
2. **Onderstations:** grootschalige transformatorstations van Liander. De onderstations Vijfhuizen, Amstelveen-Bolwerk, Schiphol-Oost en Waardepolder voeden ook gebieden buiten de gemeente, waardoor de analyse niet volledig uitgevoerd kon worden.
3. **Hoogspanningsnetwerk:** de resultaten voor de impact op het hoogspanningsnetwerk. Deze resultaten zijn kwalitatief besproken met TenneT.

Tekstkader 1 bevat een disclaimer hoe de resultaten geïnterpreteerd moeten worden.

Tekstkader 1 - Disclaimer voor de interpretatie van de resultaten van de energiescenario's CE Delft

Enkele belangrijke disclaimers bij de onderzoeksresultaten van deze studie zijn:

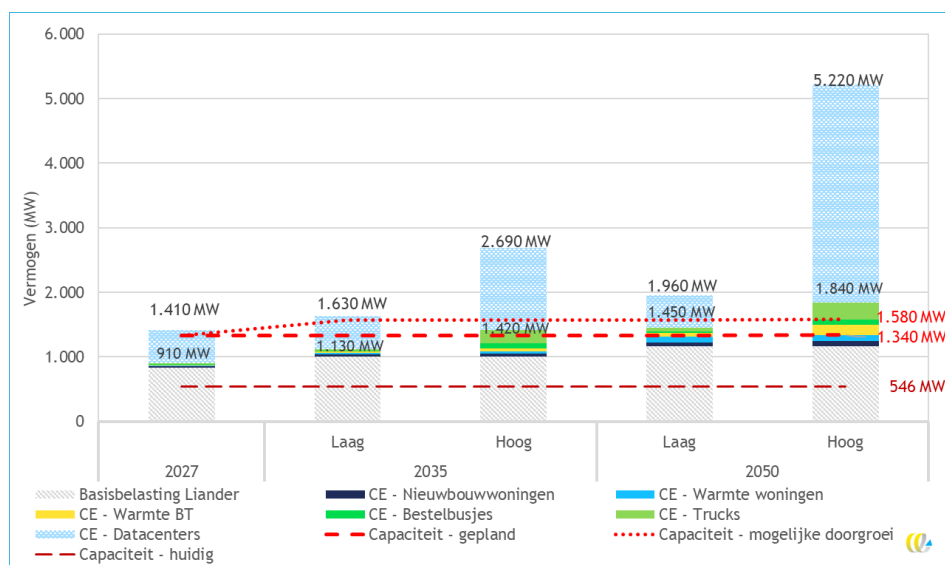
- Deze studie is een verkennende scenariostudie voor de gemeente Haarlemmermeer. De studie is uitgevoerd met medewerking van Liander en TenneT, maar de netbeheerders hebben in deze studie zelf geen volledige netberekeningen gedaan. Liander en TenneT zullen niet op basis van de uitkomsten van deze verkennende studie nieuwe investeringen doen, daarvoor is een uitgebreidere analyse van de netbeheerders nodig. De uitkomsten van deze studie vormen voor de gemeente en Liander uitgangspunten voor verdere verkenningen.
- CE Delft heeft in haar analyse de **additionele opgave** berekend als de gelijktijdige belasting binnen de verschillende sectoren. Er is tussen sectoren niet gerekend met een ongelijktijdigheid, terwijl sectoren hun piekbelasting wel op verschillende momenten, dus ongelijktijdig, zullen hebben. Daardoor is de **netbelasting** die Liander zal berekenen in haar modellen naar verwachting (beperkt) lager.
- Er is onzekerheid in de resultaten doordat we ver vooruit in de toekomst kijken. We werken daarom met een laag en hoog scenario, wat de bandbreedte laat zien. De toekomst komt mogelijk ergens in het midden uit.
- Ontwikkelingen buiten de gemeente kunnen ook het elektriciteitsnetwerk binnen de gemeente beïnvloeden. De additionele opgave in buurgemeenten is niet in de scope van deze studie.
- De capaciteit van elektriciteitskabels en het aantal vrije velden is binnen deze studie niet onderzocht. Maar ook in deze componenten kan netcongestie ontstaan.
- Datacenters hebben een grote impact maar hun ontwikkeling is onzeker. Ten eerste, rekenen we met de contractcapaciteit maar het is onzeker of deze capaciteit volledig gebruikt zal worden, en vooral hoe snel.

Ten tweede, is het onbekend of deze datacenters aangesloten worden op het Liander- of het TenneT-net. Dit hangt af van de grootte van de nieuwe datacenters, wat nu nog onbekend is.

Impact van energiescenario's en verwachte knelpunten

Aan de hand van de energiescenario's heeft CE Delft met Liander de mogelijke knelpunten in de elektriciteitsinfrastructuur in kaart gebracht. De vraag naar elektriciteit is in alle scenario's veel groter dan de opwek, waardoor de vraag bepalend is voor de omvang van de knelpunten die kunnen ontstaan. Figuur 1 toont de totale vermogensvraag (balkjes) ten opzichte van de totale capaciteit van de Liander onderstations (rode lijnen). De middelste rode lijn toont de stationscapaciteit van 1.340 MW inclusief de nieuwe A4-zone 1 en 2 stations en reeds geplande uitbreidingen op bestaande stations. De vermogensvraag van datacenters (lichtblauw) is onzeker maar heeft in alle scenario's een grote impact¹. Door de grote vraag van de datacenters is de geplande capaciteit al in 2027 mogelijk onvoldoende. Ook zonder datacenters overstijgt de vermogensvraag de geplande capaciteit in het 2035 hoog scenario. In 2050 is de geplande capaciteit in beide scenario's ontoereikend.

Figuur 1 - Totale vermogensvraag (balkjes) ten opzichte van de totale capaciteit van de onderstations (lijnen)



Tabel 1 geeft per scenario een overzicht van de analyse van de knelpunten. We hebben onderscheid gemaakt tussen de twee uiterste situaties waarbij alle datacenters wel of niet aansluiten op het net van Liander (incl. en excl. datacenters). Dit vanwege hun grote impact en de onzekerheid of het meeste vermogen zal aansluiten op het net van Liander of TenneT. De datacenters zullen in beide gevallen belasting veroorzaken op het net van TenneT, ofwel omdat ze daarop zijn aangesloten ofwel via het net van Liander. Uit de analyse concluderen we:

- De nieuwbouwpoging en de energietransitie vereist veel meer lokale netcapaciteit. Hierdoor zijn er in nieuwe en in bestaande de wijken meer wijktransformatorhuisjes (middenspanningsruimtes, MSRs) nodig, alsook kabels (MS-ringen) om ze aan te sluiten.

¹ In 2027 en de laag scenario's is uitgegaan van het maximum van 750 MVA zoals dat is opgenomen in het huidige datacentrumbeleid van de gemeente tot 2030. In de hoog scenario's is veronderstellen dat na 2030 datacenters verder groeien volgens de nationale ontwikkeling. Voor elke sector zijn per scenario uitgangspunten opgesteld.

- Er is op dit moment congestie in Haarlemmermeer, waardoor grootverbruikers geen aansluiting kunnen krijgen. Voor de 5.000 nieuwbouwwoningen tot 2027 in deze congestiegebieden is naar verwachting voldoende capaciteit gereserveerd door Liander.
- Voor de periode tot 2027 verwachten we een knelpunt als alle nieuwe datacenters aansluiten bij Liander. Netverzwaring is op die termijn lastig als oplossing te realiseren. TenneT en Liander zien nu veel aanvragen van datacenters bij TenneT. Hoewel niet uit te sluiten, lijkt op basis van die informatie de kans niet heel groot dat de geschatte overbelasting als gevolg van datacenters een knelpunt oplevert.
- Voor de periode 2027-2035 verwachten we slechts beperkte knelpunten als er geen nieuwe datacenters aansluiten op het net van Liander. Uitbreiding van het Liander station A4-2 biedt daarvoor een oplossing. Als veel datacenters aansluiten op het net van Liander zijn er daarnaast één tot drie onderstations vereist. Voor het TenneT-netwerk is een mogelijke uitbreiding van hoogspanningsstation A4-1 (Rozenburg-Zuid) en A4-2 vereist en mogelijk nog één extra 150/380 kV hoogspanningsstation.
- Voor de periode 2035-2050 verwachten we in het laag scenario¹ dat uitbreiding van de A4-2 volstaat als er geen nieuwe datacenters aansluiten op het net van Liander. In het hoog scenario is er dan aanvullend één onderstation extra nodig. In het geval dat de datacenters allemaal aansluiten bij op het Liander-net zijn er twee tot tien extra onderstations nodig naast de uitbreiding van het Liander station A4-2. Bij TenneT is uitbreiding van de A4-2 nodig, met in het hoog scenario potentieel nog uitbreiding van A4-1 en twee extra hoogspanningsstations. De ruimtelijke impact is fors.
- Liander houdt rekening met de openbaar bekende plannen voor woningbouw, maar rekent met een realisatiekans (correctiefactor) gebaseerd op de planstatus. Als de plannen groter zijn of een groter gedeelte wordt gerealiseerd dan waar Liander rekening mee houdt, is er kans dat deze woningbouwplannen alsnog niet gerealiseerd kunnen worden als er netcongestie optreedt. De netbeheerder mag bij congestie woningen geen voorrang geven op andere klanten.
- Het aansluiten van nieuw uit te geven percelen in het zonnecarré dient zoveel mogelijk geclusterd plaats te vinden, zodat het vermogen zo groot is dat het kan aansluiten op het TenneT-netwerk. Liander geeft aan dat zonder clustering er een extra onderstation nodig is.
- Knelpunten op kabels en de beschikbaarheid van vrije velden vallen buiten de scope van dit onderzoek. Liander verwacht bijvoorbeeld dat er rond Schiphol mogelijk knelpunten in de ondergrond kunnen ontstaan op twee plekken voor nieuwe kabels.

Tabel 1 - Overzichtstabel potentiële vereiste netverzwaring om knelpunten op te lossen

Scenario	Middenspanningsruimtes (MSRs) en middenspanningsnetten (MS-ringen)	Knelpunten en potentiële uitbreiding onderstations Liander*	Knelpunten en potentiële uitbreiding hoogspanningsstations TenneT*
Huidig	<i>(Onbekend)</i>	Congestie op (max.) vier stations tot 2025 ²	<i>(Geen knelpunt)</i>
2027 (nu-2027)	<ul style="list-style-type: none"> – 1% extra MSRs in bestaande wijken – MSRs voor nieuwbouw – 20 - 45 nieuwe MS-ringen 	Incl. datacenters: mogelijk knelpunt Excl. datacenters: <i>(Geen knelpunt)</i>	<i>(Geen knelpunt)</i>
2035 laag ('27-'35)	<ul style="list-style-type: none"> – 10% extra MSRs in bestaande wijken – MSRs voor nieuwbouw – 30 - 56 nieuwe MS-ringen 	Incl. datacenters: A4-2 en 1 onderstation Excl. datacenters: <i>(Geen knelpunt)</i>	Mogelijk A4-2 t.b.v. Liander
2035 hoog ('27-'35)	<ul style="list-style-type: none"> – 15% extra MSRs in bestaande wijken 	Incl. datacenters: A4-2 en 3 onderstations	A4-1+2 en 1 hoogspanningsstation

² Dit zijn de stations Hoofddorp, Rozenburg en mogelijk ook Nieuw-Vennep en Vijfhuizen



Scenario	Middenspanningsruimtes (MSRs) en middenspanningsnetten (MS-ringen)	Knelpunten en potentiële uitbreiding onderstations Liander*	Knelpunten en potentiële uitbreiding hoogspanningsstations TenneT*
	<ul style="list-style-type: none"> – MSRs voor nieuwbouw – 40-65 nieuwe MS-ringen 	Excl. datacenters: A4-2	
2050 laag ('35-'50)	<ul style="list-style-type: none"> – 40% extra MSRs in bestaande wijken 	Incl. datacenters: A4-2 en 2 onderstations	A4-2
	<ul style="list-style-type: none"> – MSRs voor nieuwbouw – 65-90 nieuwe MS-ringen 	Excl. datacenters: A4-2	
2050 hoog ('35-'50)	<ul style="list-style-type: none"> – 65% extra MSRs in bestaande wijken 	Incl. datacenters: A4-2 en 10 onderstations	A4-1+2 en 2 hoogspanningsstations
	<ul style="list-style-type: none"> – MSRs voor nieuwbouw – 90-120 nieuw MS-ringen 	Excl. datacenters: A4-2 en 1 onderstation	

* Voor nieuwe Liander onderstations is een 400 MVA station van 6 hectare aangenomen. Voor hoogspanningsstations van TenneT is het uitgangspunt een station van 1.500 MVA en 10 ha. Liander bouwt 160 MVA op station A4-2 en houdt rekening met een uitbreiding naar maximaal 400 MVA. TenneT kan A4-1 (Rozenburg Zuid) uitbreiden met 350 MVA.

Oplossingsrichtingen voor de knelpunten

Voor het oplossen van netcongestie zien we drie relevante oplossingsrichtingen:

- **Netverzwaring:** het netwerk wordt (tijdig) verzaamd in lijn met Tabel 1 door het uitbreiden van de stations in de A4-zone, en door nieuwe transformatorstations en nieuwe kabels aan te leggen. Hiervoor is ruimte nodig in de onder- en bovengrond en moeten procedures en processen tijdig doorlopen worden. De netbeheerder is aan zet voor het realiseren van netverzwaring. De gemeente kan sommige onderdelen ondersteunen. Als de grond van de gemeente is, beïnvloedt dit de grondexploitatie.
- **Eindgebruikersoplossingen:** deze oplossingen leunen op de medewerking van eindgebruikers. Deze (tijdelijke) maatregelen zijn bijvoorbeeld batterijen, generatoren, slim laden of warmtenetten. De maatregelen worden door de eindgebruikers georganiseerd of in samenwerking met de gemeente of de netbeheerder, bijvoorbeeld binnen congestiemanagement. Deze oplossingen hebben vaak geen effect op de grondexploitatie, maar wel op de kosten bij de eindgebruiker.
- **Beleidsrichtingen Haarlemmermeer:** voor de gemeente zien we twee beleidsrichtingen die specifiek kunnen bijdragen aan het voorkomen van netcongestie. De eerste beleidsrichting is het clusteren van nieuwe percelen binnen het zonnecarré zodat het wordt aangesloten op het TenneT-netwerk en congestie op het Liander-netwerk voorkomen wordt. Momenteel past de gemeente dit niet toe bij het toekennen van zonneprojecten, maar wordt er geloot. De tweede is een strikt reguleringsbeleid om de groei van datacenters te beperken, ook na 2030, aangezien we zien dat deze sector de grootste vermogensimpact heeft.

Deze oplossingsrichtingen kunnen bijdragen aan het voorkomen van netcongestie of bedrijven helpen als netcongestie plaatsvindt. Er zal echter nog steeds aanzienlijke netverzwaring nodig zijn. Met de regulering van datacenters zal meer netverzwaring voorkomen kunnen worden dan met alle andere mogelijke maatregelen samen.

Aanbevelingen

Om netcongestie op te lossen en in de toekomst zoveel mogelijk te voorkomen, is het belangrijk dat de gemeente, Liander, de provincie Noord-Holland en op sommige vlakken de nationale overheid samen optrekken. Concreet hebben we de volgende aanbevelingen:

- **Stem (woningbouw)plannen en realisatiekansen periodiek af met Liander:**

concrete plannen van de gemeente helpen de netbeheerder de bijhorende elektriciteitsinfrastructuur goed te plannen en netcongestie te voorkomen. Breng Liander op regelmatige basis op de hoogte van de stand van zaken van de gemeentelijke (woningbouw)plannen en bepaal gezamenlijk de bijbehorende realisatiekansen.

- **Voer een strikt datacenterbeleid, ook na 2030, om te voorkomen dat de capaciteitsvraag van datacenters te sterk groeit:** dit heeft potentieel de grootste impact op de vereiste netverzwaring in Haarlemmermeer en moet voorkomen dat datacenters sneller groeien dan de uitbreiding van de infrastructuur kan bijbenen.
- **Goede (provinciale) prognoses zijn en blijven vereist** omdat de elektriciteitsinfrastructuur de gemeentegrenzen overstijgt en om zo tijdig te kunnen bijsturen. Haak met de resultaten van deze studie aan bij het proces van de PMIEK, zodat de provinciale prioritering van nieuwe infrastructuur aansluit bij de behoeftes van Haarlemmermeer.
- **Maak ruimtelijke reserveringen voor onderstations tien jaar vooruit, zoek en bestem geschikte locaties voor MSRs in de bestaande bouw.** Uit de scenario's blijkt dat er in de periode 2027-2035 extra onderstations en hoogspanningsstations nodig kunnen gaan zijn. Begin nu met stappen zetten om te komen tot ruimtelijke reserveringen, ook voor de ondergrondse verbindingen. Hiervoor is nader onderzoek en overleg met de netbeheerders nodig over het aantal en de locatie van deze stations en kabels. Liander en TenneT moeten zich voorbereiden op verdere uitbreiding van het elektriciteitsnet. Daarnaast moeten de gemeente en Liander op zoek naar geschikte locaties voor nieuwe MSRs in zowel bestaande wijken als in nieuwbouwwijken.
- **Benut het elektriciteitsnet efficiënt**, bijvoorbeeld met slim laden. Dat kan resulteren in minder netverzwaring. De gemeente kan hier op verschillende manieren op sturen, bijvoorbeeld in de aanbesteding van laadpalen. Netcongestie kan ook na 2025 blijven bestaan als de vraag sneller groeit dan Liander de vereiste infrastructuur kan realiseren. **Efficiënt netgebruik moet daarom onderdeel zijn van beleidsafwegingen.**
- **Ondersteun bedrijven die te maken krijgen met netcongestie.** Enkele bedrijven zullen in ieder geval tot 2025 problemen ervaren door netcongestie. Oplossingen zijn meestal maatwerk. De gemeente kan ondersteunen door mogelijke oplossingen aan te reiken of die samen met de bedrijven en Liander te onderzoeken, bedrijven of producenten met elkaar in contact brengen die mogelijk gezamenlijk een oplossing kunnen zoeken en de eventueel benodigde (milieu)vergunningen snel af te handelen.
- **Houdt de komende jaren de belastingontwikkeling goed in de gaten en stuur waar nodig tijdig bij.** Deze studie is een scenario-studie die ver vooruit kijkt, op de lange termijn zijn er nog veel onzekerheden, dat laten de bandbreedtes ook goed zien. Het is niet uit te sluiten dat er op enig moment onverhoopt een tekort aan capaciteit ontstaat. Dat kan dan gevolgen hebben voor ontwikkelingen in de gemeente. Monitor de ontwikkelingen daarom goed en houdt samen met de netbeheerders een vinger aan de pols van de capaciteitsgroei.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel van het onderzoek

De gemeente Haarlemmermeer heeft grote ambities voor woningbouw en de energietransitie. Meer inwoners en mobiliteit in combinatie met de energietransitie in diverse sectoren leidt tot een toename in de transportvraag van elektriciteit. Hierdoor ontstaan mogelijk knelpunten op het elektriciteitsnet. De gemeente wil weten welke knelpunten er kunnen optreden, welke gevolgen dat voor haar heeft en welke oplossingen hiervoor zijn, zodat ze haar ambities op het gebied van de energietransitie, de warmtetransitie en gebiedsontwikkelingen kan realiseren.

In dit onderzoek wil de gemeente antwoord op de volgende vragen voor de korte termijn (tot 2027), de middellange termijn (tot 2035) en de lange termijn (tot 2050):

1. Wat zijn de knelpunten in de energie-infrastructuur?
 - a Waar en wanneer doen deze zich voor?
2. Welke oplossingsrichtingen zijn er?
 - a Wat zijn de ruimtelijke-, civieltechnische- en kostenaspecten van de oplossingsrichtingen en hoe passen deze in de tijd?
 - b Welke impact heeft een oplossingsrichting op de grondexploitatie/gebiedsontwikkeling?
3. Op welke wijze worden de oplossingsrichtingen belemmerd en hoe zijn deze belemmeringen te adresseren?
 - c Wie heeft welke rol in de oplossingsrichtingen en het wegnemen van belemmeringen?

1.2 Scope van het onderzoek

In deze studie leggen we de focus op lokale netten, de knelpunten die daar voorzien worden, de oplossingsrichtingen die daar nodig zijn en welke impact dat heeft. Ontwikkelingen binnen Haarlemmermeer zullen met name tot uiting komen op de lokale netten van Liander. Op het hoogspanningsnet van TenneT komen ook gebieden buiten de gemeente samen en is de impact van ontwikkelingen in Haarlemmermeer beperkter. Om die reden hanteren we een verschillende aanpak voor de verschillende netvlakken:

- **Netten van Liander:** doorrekening van de impact op de infrastructuur samen met Liander op basis van ontwikkelingen in buurten in Haarlemmermeer.
- **Hoogspanningsnet van TenneT:** op basis van de analyse op de netten van Liander zullen we analyseren of er een impact op de infrastructuur van TenneT valt te verwachten. Samen met TenneT is dit effect in een gesprek kwalitatief geanalyseerd.

1.3 Onderzoeksproces

Het onderzoek is uitgevoerd volgens het stappenplan in Figuur 2. Deze stappen zijn uitgevoerd in nauwe samenwerking met Liander en de gemeente. Gedurende het hele onderzoek is een gezamenlijk denkproces via projectgroepsessies gehanteerd. In de projectgroep waren naast de netbeheerder en opdrachtgever ook vertegenwoordigers van alle relevante beleidsterreinen binnen de gemeente betrokken. Op deze manier is de interactie, kennisoverdracht en wederzijds begrip van de infrastructuur tussen alle

betrokken partijen gefaciliteerd. In onze ervaring is interactie en kennisuitwisseling van groot belang voor de kwaliteit en het draagvlak van de uitkomsten van deze studie. Om goed te kunnen (bij)sturen is er gezamenlijk inzicht nodig tussen de gemeente en de netbeheerder.

In het eerste deel van het onderzoek, de inventarisatie, zijn de plannen en verwachtingen van de gemeente verzameld ten aanzien van de ontwikkelingen in de gemeente in de periode tot 2050. Ook gegevens van Liander zijn hierin meegenomen. Vervolgens heeft CE Delft op basis hiervan scenario's ontwikkeld die aansluiten bij het Klimaatakkoord en de scenario's van de *Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050* van de netbeheerders (Netbeheer Nederland, 2021). Deze scenario's zijn afgestemd met de projectgroep.

Voor de infrastructuurdoorrekening is samen met het projectteam onderzocht wat de verschillen in de uitgangspunten zijn van de scenario's die CE Delft heeft opgesteld en die Liander gebruikt voor haar belastingprognose³. Daaruit zijn waardevolle inzichten gekomen over de verschillen tussen de uitgangspunten van de gemeente en die van Liander. De resultaten van de belastingprognose van Liander zijn als basis gebruikt voor de infrastructuur-doorrekening. De aanvullende inzichten uit de scenario's die CE Delft op basis van de uitgangspunten van de gemeente heeft opgesteld, zijn hierop aanvullend ingeschat en meegenomen. In Hoofdstuk 2 zullen we ingaan op deze methode en de opzet van de doorrekening.

Samen met Liander heeft CE Delft de impact van de scenario's op de infrastructuur inzichtelijk gemaakt en de knelpunten die hierdoor ontstaan geanalyseerd. Vervolgens zijn bij deze knelpunten mogelijk oplossingsrichtingen in beeld kaart gebracht, aangegeven wat de belemmeringen hierbij zijn en welke handelingsperspectieven hieruit volgen. Dat alles heeft geleid tot dit adviesrapport.

Figuur 2 - De stapsgewijze weergave van onze aanpak



1.4 Kanttekeningen

Deze studie is een verkennende scenariostudie voor de gemeente Haarlemmermeer. De studie is uitgevoerd met medewerking van Liander en TenneT. De uitkomsten van deze studie vormen voor de gemeente en Liander uitgangspunten voor verdere verkenningen. Liander en TenneT zullen niet op basis van de uitkomsten van deze studie nieuwe investeringen gaan doen. Dat vergt een uitgebreidere analyse van de netbeheerders.

Bij de methode en resultaten van dit onderzoek zijn ook een aantal kanttekeningen te plaatsen, die zijn in de navolgende hoofdstukken het rapport benoemd. In Tekstkader 1 van de samenvatting is een overzicht gegeven van de belangrijkste kanttekening bij dit onderzoek.

³ Dat wil zeggen de verwachte impact op de infrastructuur van Liander al gevolg van de verwachte elektriciteitsvraag in de toekomst.

1.5 Elektriciteitsinfrastructuur in een notendop

In deze studie wordt de elektriciteitsinfrastructuur geanalyseerd en worden een aantal vaktermen genoemd. We geven in deze paragraaf een korte introductie van de elektriciteitsinfrastructuur en de gebruikte vaktermen.

Het elektriciteitsnet: spanningsniveaus en onderdelen

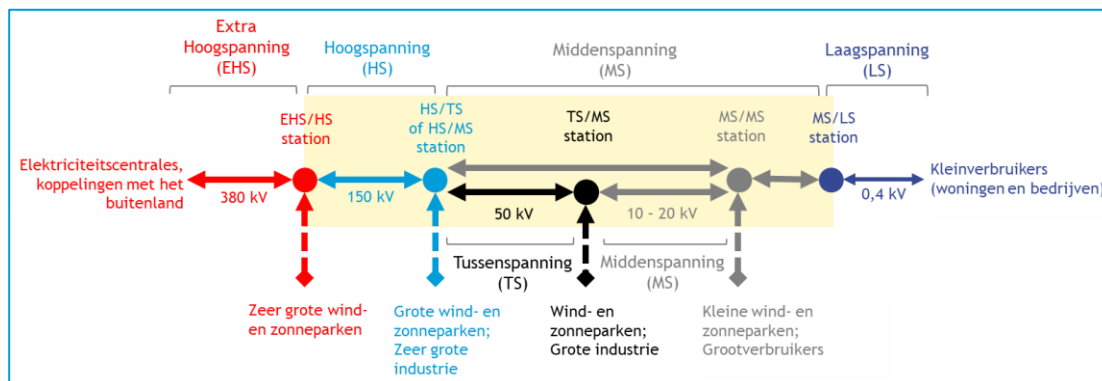
Elektriciteit wordt getransporteerd via het elektriciteitsnet dat bestaat uit verbindingen (kabels en lijnen) en koppelingen (transformatorstations, ook wel onderstations genoemd). Het beheer van de elektriciteitsinfrastructuur is een gereguleerde activiteit en wordt uitgevoerd door verschillende netbeheerders. Het elektriciteitsnet bestaat grofweg uit twee verschillende onderdelen:

- Het **landelijke en regionale hoogspanningsnet** wordt beheerd door de landelijke netbeheerder TenneT. Het hoogspanningsnet wordt gebruikt voor elektriciteitstransport over langere afstanden. Daarnaast zijn grote producenten en afnemers direct aangesloten op het hoogspanningsnet. De verbindingen van het hoogspanningsnet worden vaak bovengronds aangelegd. Dit zijn de elektriciteitsmasten die op verschillende plekken in het landschap te zien zijn. Het landelijke hoogspanningsnet heeft een spanningsniveau van 380 kV, het regionale hoogspanningsnet in de gemeente Haarlemmermeer heeft een spanningsniveau van 150 kV.
- **Distributienetten** worden beheerd door regionale netbeheerders. In Haarlemmermeer is dat Liander. Het distributienet levert elektriciteit aan (kleinere) eindgebruikers zoals woningen en bedrijven. Ook kleinere producenten, zoals eigenaren van zon-op-dak, voeden hun elektriciteit in op het distributienet. Distributienetten hebben spanningsniveaus van 50 kV en lager.

Het **spanningsniveau** bepaalt de transportafstanden en de veiligheidseisen. Hoe hoger het spanningsniveau, hoe verder elektriciteit kan getransporteerd worden met beperkte verliezen. Hoge spanningsniveaus vereisen echter strenge veiligheidsmaatregelen. Daarom wordt elektriciteit in de buurt van verbruikers omgezet naar lagere spanningsniveaus, waardoor een fijnmazig net ontstaat.

Zowel het hoogspanningsnet als het distributienet bestaan uit verschillende '**netvlakken**'. Een netvlak is stukje elektriciteitsnet met hetzelfde spanningsniveau. De verschillende netvlakken zijn aan elkaar gekoppeld via transformatorstations. De transformatorstations die het hoogspanningsnet koppelen met en het distributienet noemen we '**koppelstations**', de transformatorstations van Liander noemen we '**onderstations**' en die van TenneT '**hoogspanningsstations**'. De kleine transformatorstations in de buurten die de kleinverbruikers (woningen en bedrijven met een laag elektriciteitsverbruik) op het laagspanningsnet verbinden met het middenspanningsnet heten '**middenspanningsruimten**'. In Haarlemmermeer bestaan de volgende netvlakken zoals weergegeven in Figuur 3 met bijbehorende tabel.

Figuur 3 - Opbouw elektriciteitsinfrastructuur in Nederland, geel gemarkeerd de scope van dit onderzoek



Netvlak	Spanningsniveau	Netbeheerder	Transformatorstations
Landelijk hoogspanningsnet (EHS)	380 kV	TenneT	Hoogspanningsstations (EHS/HS station)
Regionaal hoogspanningsnet (HS)	150 kV	TenneT	Koppelstations (HS/TS station)
Tussenspanningsnet (TS)	50 kV	Liander	50 kV onderstations (TS/MS station)
Middenspanningsnet (MS)	20 kV of 10 kV	Liander	20 kV of 10 kV onderstations (MS/MS station)
Laagspanningsnet (LS)	0,4 kV	Liander	Middenspanningsruimtes (MS/LS station)

De onderstations van Liander zijn aangesloten via de koppelstations van TenneT aangesloten op het 150 kV hoogspanningsnet van TenneT. Klantaansluitingen van grootverbruikers of grote opwek worden ook op 150 kV aangesloten via de koppelstations van TenneT. Het gaat dan bijvoorbeeld om datacenters met een aansluitvermogen van meer dan circa 80 MVA of klantaansluitingen van circa 100 MW of meer.

Elektrisch vermogen van apparaten en afnemers wordt in deze studie uitgedrukt in MW. Door één uur een apparaat met een vermogen van 1 MW te gebruiken, verbruik je 1 MWh (of 1.000 kWh) aan elektriciteit. De capaciteit van een transformatorstation wordt ook vaak uitgedrukt in MVA, dat is het schijnbaar vermogen dat vergelijkbaar is met het vermogen in MW, maar door wisselspanning op het elektriciteitsnet zijn beiden niet identiek. Een andere eenheid die al een paar keer voorbij is gekomen is kV (kilovolt), de eenheid voor spanning.

Congestie en congestiemanagement

Zowel de verbindingen als de transformatorstations hebben een bepaalde capaciteit, net als de capaciteit van treinen en treinstations. Als de capaciteit overschreden wordt, ontstaat er een knelpunt in de vorm van **congestie**. Op een gegeven moment is het niet meer veilig om méér reizigers in een trein of treinstation toe te laten. Net zo is het niet meer veilig om méér elektriciteit door een verbinding of transformatorstation te laten stromen. Als er sprake is van congestie, maakt een netbeheerder melding bij de Autoriteit Consument en Markt (ACM) en onderzoekt of er op korte termijn een oplossing mogelijk is via congestiemanagement. Het oplossen van netcongestie via verzwaring en uitbreiding is de klassieke weg, maar dit vergt veel tijd en ruimte. **Congestiemanagement** houdt in dat de netbeheerder afspraken maakt met grootzakelijke klanten in een congestiegebied. Die

afspraken houden in dat de klanten tegen betaling minder elektriciteit afnemen of opwekken op momenten dat het elektriciteitsaanbod of de elektriciteitsvraag groter is dan de capaciteit van het net. Om congestiemanagement mogelijk te maken in een gebied moeten voldoende klanten kunnen en willen meedoen.

Als congestiemanagement niet mogelijk blijkt, betekent dit dat de netbeheerder geen ruimte meer heeft voor nieuwe (grootverbruikers)aansluitingen of uitbreiding van (grootverbruikers)aansluitingen. Nieuwe klanten en uitbreidingen van aansluitingen moeten wachten tot de netbeheerder het net heeft kunnen verzwaren of uitbreiden.

1.6 Leeswijzer

Na de inleiding in dit hoofdstuk bespreken we in **Hoofdstuk 2** de gebruikte onderzoeksmethoden in deze studie. We gaan in op onze aanpak en de gebruikte scenario's en uitgangspunten. In **Hoofdstuk 3** bespreken we de huidige situatie van het elektriciteitsnet in Haarlemmermeer: welke knelpunten zijn er nu al of worden er op de korte termijn verwacht en aan welke oplossingen hiervoor wordt er gewerkt.

De resultaten van de analyse van de scenario's bespreken we in **Hoofdstuk 4**, een overzicht van alle knelpunten die daaruit volgen geven we in **Hoofdstuk 5**. Voor al deze knelpunten zijn er diverse oplossingsrichtingen mogelijk, die elk ook weer belemmeringen kennen en vragen om specifiek beleid. We gaan in **Hoofdstuk 6** hierop in. Tot slot bespreken we in **Hoofdstuk 7** de conclusies en onze adviezen die we kunnen halen uit de voorgaande hoofdstukken. Een aantal bijlages geeft nog wat nadere informatie op een aantal aspecten

De volledige analyse van de impact op de infrastructuur is uitgewerkt in het vertrouwelijke achtergrondrapport. In het voorliggende publieke rapport geven we de samenvatting van alle conclusies die in het vertrouwelijke achtergrondrapport zijn getrokken.

2 Methode onderzoek

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven we de methode van ons onderzoek om de impact op de lokale elektriciteitsinfrastructuur van toekomstige ontwikkelingen in Haarlemmermeer te bepalen en daaruit knelpunten te identificeren.

We werken hiervoor met scenario's die een kwantitatieve invulling geven aan toekomstige ontwikkelingen wat betreft elektriciteits- en vermogensvraag. De scenario's beschrijven we op hoofdlijnen in Paragraaf 2.2. Om invulling te geven aan de scenario's hebben we naast nationale ook lokale uitgangspunten verzameld. Beleidsmedewerkers van de gemeente en Liander hebben hier input voor geleverd. In Paragraaf 2.4 geven we per sector de uitgangspunten die zijn meegenomen in de verschillende scenario's.

De uitgangspunten van de scenario's en ook de scenario's van CE Delft zijn input geweest voor de analyse van de impact op de lokale elektriciteitsinfrastructuur. Voor de capaciteitsbepaling wordt echter voor een belangrijk deel uitgegaan van de scenario's die Liander hanteert voor haar belastingprognose. In Paragraaf 2.2 beschrijven we hoe we de scenario's hebben gebruikt in deze studie.

2.2 Scenario's voor toekomstige ontwikkelingen

In deze studie verkennen we de impact van de toekomstige ontwikkelingen in Haarlemmermeer op de lokale elektriciteitsinfrastructuur voor 2027, 2035 en 2050. Voor 2035 en 2050 werken we met twee scenariovarianten, die een bandbreedte geven aan de te verwachten ontwikkelingen in een laag en hoog variant. De scenario's zijn veelal geregionaliseerd naar buurtniveau en de buurten zijn gekoppeld aan onderstations op basis van gegevens van Liander over de voorzieningsgebieden van de transformatorstations.

In totaal gaat het om vijf scenario's met als belangrijkste hoofdlijnen:

- **Voor 2027 is dat één meest aannemelijk scenario**, dat gebaseerd is regionale plannen en nationale projecties.
- **Voor 2035 analyseren we twee scenario's, laag en hoog**. Hiermee geven we invulling aan de grote onzekerheden op deze zichtperiode. De scenario's zijn die gebaseerd op nationale projecties (zoals de Klimaat- en energieverkenning, KEV, van het PBL) en waar mogelijk lokale strategieën (zoals de RES) en de bandbreedtes daarbij. Realisatie van het Klimaatakkoord is daarbij het uitgangspunt.
- **Voor 2050 werken we ook met twee scenario's, laag en hoog**. Deze twee scenario's sluiten aan bij de verhaallijn van de Internationale Sturing (laag) en Regionale Sturing (hoog) scenario's van de nationale *Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (I13050)* van de netbeheerders (Netbeheer Nederland, 2021). We hebben de twee scenario's geselecteerd met de maximale en minimale elektriciteitsvraag en -aanbod op regionaal niveau om invulling te geven aan de bandbreedte voor 2050. Daarmee worden twee uiterste van het speelveld uitgewerkt, zie Figuur 4. De twee scenario's hebben elk een ander verhaallijn over hoe de energievoorziening tot 2050 kan veranderen tot een klimaatneutrale energievoorziening, zie het tekstkader. Dat wil zeggen dat de energievoorziening conform de (inter)nationale doelstellingen 100% CO₂-neutraal is.

Op onderdelen is er bewust afgeweken van I13050-scenario's om recht te doen aan de lokale context en de specifieke kenmerken en ontwikkelingen van het energiesysteem in de gemeente Haarlemmermeer.

Scenario 2050 Hoog - I13050-scenario Regionale Sturing



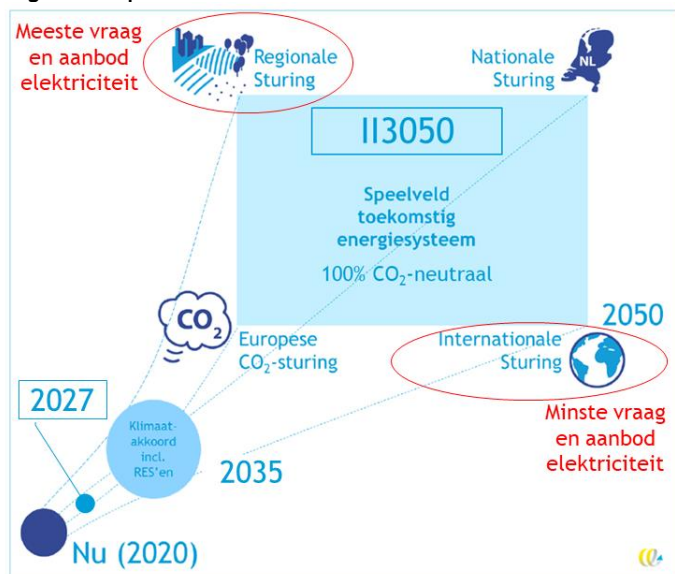
In dit toekomstbeeld hebben provincies en gemeenten veel regie. Zoveel mogelijk energie voor de productie van elektriciteit, gas en warmte komt uit lokale energiebronnen, zoals zon, wind, biomassa, restwarmte en geothermie. Er is veel meer energie-infrastructuur dan nu nodig om de ongelijktijdigheid en afstand tussen vraag en aanbod op te lossen. Warmtenetten groeien sterk, door benutting van lokale bronnen en geothermie. Er is veel elektrificatie van in de warmtevraag en in mobiliteit.

Scenario 2050 Laag - I13050-scenario Internationale Sturing



Nederland is in dit toekomstbeeld een mondiaal georiënteerd land dat verschillende vormen van hernieuwbare energie(dragers) importeert, zoals groengas en biomassa, en vooral ook waterstof. Er is een internationale productie en handel in waterstof uit klimaatneutrale bronnen. De omvang van zon en wind is veel minder dan in 'Regionaal'. Het aandeel 'gas' in de gebouwde omgeving is hoog, en verdeeld over groengas- en waterstofnetten. De hoeveelheid benodigde elektriciteitsinfrastructuur is beperkter ten opzichte van de scenario's 'Regionale Sturing' (maar neemt wel toe ten opzichte van huidig). Collectieve opties zoals warmtenetten nemen beperkt toe ten opzichte van huidig. Er is beperkte elektrificatie van de warmtevraag en in mobiliteit.

Figuur 4 - Opzet van de scenario's



We benadrukken dat deze scenario's niet zijn bedoeld als blauwdrukken voor de toekomst of keuzemenu voor beleid, maar juist als uiteenlopende beelden van hoe de toekomst eruit zou kúnnen zien. Hiermee kunnen we in kaart brengen wat er eventueel gevraagd wordt van de capaciteit van de elektriciteitsinfrastructuur en welke (capaciteits)knelpunten in de scenario's naar voren komen. De hoog scenario en laag scenario's geven een bandbreedte bij deze verwachtingen. In de praktijk zijn ontwikkelingen in de energievoorziening diffuus, (inter)nationaal samenhangend en complex. De werkelijkheid zal mogelijk ergens in het midden van de hoog scenario en laag scenario's uitkomen.

Relatie tussen dit onderzoek en de investeringsplannen van de netbeheerders

Deze studie en de investeringsplannen hebben verschillende doelen. Dit onderzoek heeft als doel inzichten verwerven in de mogelijke keuzes en ontwikkelrichtingen van het elektriciteitsnet, met name diegene die de gemeente Haarlemmermeer kan maken. De studie kijkt vooruit tot 2050, met 2027 en 2035 als tussenstap. Om die inzichten te verwerven, gaat de studie uit van scenario's met een aantal uitgangspunten rondom energievraagontwikkeling, de invulling van de warmtetransitie, elektrisch vervoer en gebiedsontwikkelingen binnen de gemeente Haarlemmermeer.

Een investeringsplan heeft als doel transparantie bieden aan het brede publiek over toekomstige investeringen van de netbeheerder. Netbeheerders zijn verplicht ontwerp investeringsplannen openbaar te maken en ter consultatie voor te leggen. Een investeringsplan kijkt maximaal tien jaar vooruit, is niet onderzoekend zoals dit onderzoek of een systeemstudie, maar veel concreter. Tussen dit onderzoek en een investeringsplan liggen stappen zoals een regiostudie, een gedetailleerde studie waar via een alternatievenstudie meerdere varianten tegen elkaar afgewogen worden.

2.3 Methode bepaling netimpact toekomstige ontwikkelingen

De verwachte toekomstige ontwikkelingen in Haarlemmermeer zorgen voor een grotere elektriciteitsvraag en een grotere vraag naar elektrisch vermogen. Dat elektrisch vermogen moet aangesloten worden op de het elektriciteitsnet en heeft daarmee impact op de elektriciteitsinfrastructuur en leidt mogelijk tot knelpunten. Om de impact op de verschillende onderdelen van de elektriciteitsinfrastructuur te bepalen hebben we verschillende analyses uitgevoerd in samenwerking met Liander.

We hebben die impact op drie niveaus geanalyseerd:

- kwantitatief op de capaciteit van de onderstations van Liander (150 kV koppelstations vanuit Liander én de 50/20/10 kV onderstations);
- kwalitatieve verkenning van de impact op de infrastructuur van TenneT (380/150 kV hoogspanningsstations en de 150 kV koppelstations);
- kwantitatief op het *aantal* publieke middenspanningsruimtes (MSRs) en middenspanningskabels (MS-ringen) van Liander in buurten.

We bespreken globaal onze aanpak per onderdeel.

2.3.1 Methode bepaling impact op koppel- en onderstations vanuit Liander

Elk onderstation van Liander heeft zijn eigen voorzieningsgebied in de gemeente Haarlemmermeer dat ze van elektriciteit voorzien. De ontwikkelingen in die voorzieningsgebieden leveren een belasting (vermogensvraag) op de onderstations van Liander. Daarnaast hebben een aantal onderstations ook voorzieningsgebieden buiten de gemeente Haarlemmermeer en zijn er ook een aantal onderstations buiten Haarlemmermeer die delen van Haarlemmermeer van elektriciteit voorzien. De koppelstations van TenneT waar Liander op aansluit voorzien op hun beurt weer verschillende onderstations van elektriciteit.

De onderstations kennen een belasting van de huidige aansluitingen en er lopen klant-aanvragen voor nieuwe aansluitingen. Op basis van die informatie kan de netbeheerder voor de korte termijn een prognose maken van de belasting op de onderstations. Voor de lange termijn is deze informatie er niet en moet er aanvullend gewerkt worden met scenario's. Om de belasting per transformatorstation van Liander vast te stellen, hebben we gebruik gemaakt van de prognoses die Liander zelf hanteert in haar 'belastingprognosetool' (afgekort als BPT). Deze belastingprognosetool wordt door Liander gebruikt voor haar investeringsbeslissingen en bevat voor toekomstige jaren vermogensinschattingen op basis

van klantaanvragen, bekende plannen en modelmatige verwachtingen op basis van scenario's. De scenario's van Liander zijn gebaseerd op de I13050-scenario's. Het hoog scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Regionale of Nationale Sturing, het laag scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Internationale Sturing. Dit is vergelijkbaar met de scenario's die CE Delft hanteert voor 2050.

De belastingprognose van Liander is opgesteld om doelmatige investeringen te kunnen doen. Het bevat ook de belasting van ontwikkelingen die Liander op de onderzochte onderstations ziet van het voorzieningsgebied buiten Haarlemmermeer. Dat is een andere scope dan de voorliggende studie en de scenario's die CE Delft heeft opgesteld voor de gebieden binnen Haarlemmermeer. We onderzoeken in deze studie of alle ambities van de gemeente, en de te verwachten toekomstige ontwikkelingen in de gemeente, te realiseren zijn binnen de elektriciteitsinfrastructuur. De belastingprognose tool bevat al veel van deze ontwikkelingen, maar niet allemaal. De scenario's die Liander gebruikt voor haar belastingprognose zijn niet precies gelijk aan de scenario's die CE Delft heeft opgesteld per sector. Om een volledige inschatting te maken moeten we de verschillen duiden tussen de scenario's in de belastingprognose van Liander en de scenario's van CE Delft. Vervolgens moeten we inschatten wat de extra belasting is die deze verschillen opleveren ten opzichte van de 'basisbelasting' van de belastingprognose tool van Liander. Het is niet haalbaar om alle uitkomsten van de scenario's of alle details van de scenario's te vergelijken. Daarom hebben we onderzocht waar er per sector grote verschillen zijn tussen de uitgangspunten (de input) van de scenario's van CE Delft en die van Liander. Deze grote verschillen zullen een significante impact hebben op de infrastructuur, bij kleine verschillen is dat niet zeer waarschijnlijk.

Samen met Liander en beleidsmedewerkers van de gemeente zijn de uitgangspunten voor de scenario's van CE Delft en die van de belastingprognose tool van Liander vergeleken. Die vergelijking hebben we gedaan per onderstation en haar voorzieningsgebied in de gemeente Haarlemmermeer. Zo hebben we per gebied gekeken naar de verschillen in het aantal elektrische voertuigen, de hoeveelheid datacenters, het aantal warmtepompen et cetera. Daaruit volgen een aantal belangrijke verschillen waarvoor door CE Delft, in samenspraak met Liander, een aanvullende orde-grootte belastinginschatting is gemaakt. Dit bespreken we per sector in Paragraaf 2.4, het gaat om de volgende aspecten:

- nieuwbouwwoningen die niet voorzien zijn door Liander;
- warmtetransitie bij woningen en bedrijven die door Liander lager wordt ingeschat;
- elektrische vrachtwagens en bestelbusjes die niet door Liander worden meegenomen;
- toekomstige ontwikkeling van datacenters, waar Liander alleen uitgaat van aanvragen.

De aanvullende belastinginschatting van CE Delft zijn globale orde-grootte inschattingen van de piekbelasting op basis van kentallen. De piekbelasting per categorie is opgeteld bij de piekbelasting van de 'basisbelasting' uit de belastingprognose tool van Liander. De uitkomst geeft inzicht in de globale effecten (orde-grootte) die ontwikkelingen kunnen hebben. Het is geen integrale doorrekening, hierdoor is het samenspel van de uurlijkse belasting (profieffecten) van verschillende verbruiks- en productiecategorieën niet in te schatten. Er kunnen dus geen harde conclusies getrokken worden over de precieze omvang van de knelpunten. Dat komt ook omdat op bepaalde stations de verschillen tussen Liander en CE Delft ook optreden in de gebieden buiten Haarlemmeer, maar die zijn niet in beeld. Deze methode geeft een eerste indicatie van de impact van de ontwikkelingen in de gemeente, het identificeert risico's, mogelijke knelpunten en de drivers hiervoor, maar kan die niet met zekerheid vaststellen, zie ook de toelichting in de kadertekst aan het eind van deze paragraaf.

Liander heeft met CE Delft de piekbelasting per onderstation gedeeld uit haar belastingprognose tool voor haar de laag, midden en hoog scenario's. We kijken naar drie zichtjaren

(2027, 2035 en 2050) en nemen zowel de laag als hoog scenario's van de laatste twee zichtjaren mee. Knelpunten die op die moment zichtbaar zijn, zullen in de tussenliggende periode ontstaan. In de analyse veronderstellen we dat alle ontwikkelingen in een voorzieningsgebied van een onderstation worden aangesloten op dat onderstation. Dat zal in de praktijk niet zo zijn, maar dat is wel het uitgangspunt van zowel de belastingprognosetool van Liander als de aanvullende belasting die CE Delft meeneemt.

We hebben in ons onderzoek een onderscheid gemaakt tussen de netbelasting van Liander en de additionele opgave die CE Delft heeft bepaald. Voor het identificeren van mogelijke knelpunten zijn we uitgegaan van de totale belasting van beiden. Op het niveau van de koppelstations is de additionele belasting per aangesloten onderstation opgeteld.

Tekstkader 2 - Verschil tussen netbelasting en additionele opgave

Liander berekent de netbelasting met de belastingprognosetool (BPT). In deze studie heeft Liander de verschillen tussen de scenario's van Liander en CE Delft niet integraal doorgerekend. CE Delft heeft daarom per sector de orde-grootte additionele opgave berekend per onderstation, uitgedrukt in de verwachte netbelasting van die specifieke sector. Echter hebben verschillende sectoren op andere momenten deze maximale piek. Daarnaast zijn de netcomponenten met elkaar verbonden, waardoor ze interactie met elkaar kunnen hebben. Daarom is deze additionele opgave niet gelijk aan de daadwerkelijke netbelasting. De netbelasting zal in werkelijkheid wat lager zijn omdat niet alle sectoren tegelijk dezelfde maximale netbelasting hebben. Liander zal later dit jaar naar verwachting wel de effecten doorrekenen doordat er wijzigingen gemaakt worden in de inputs voor de belastingprognosetool of een aparte berekening.

2.3.2 Aanpak impactbepaling op de hoogspanningsstations van TenneT

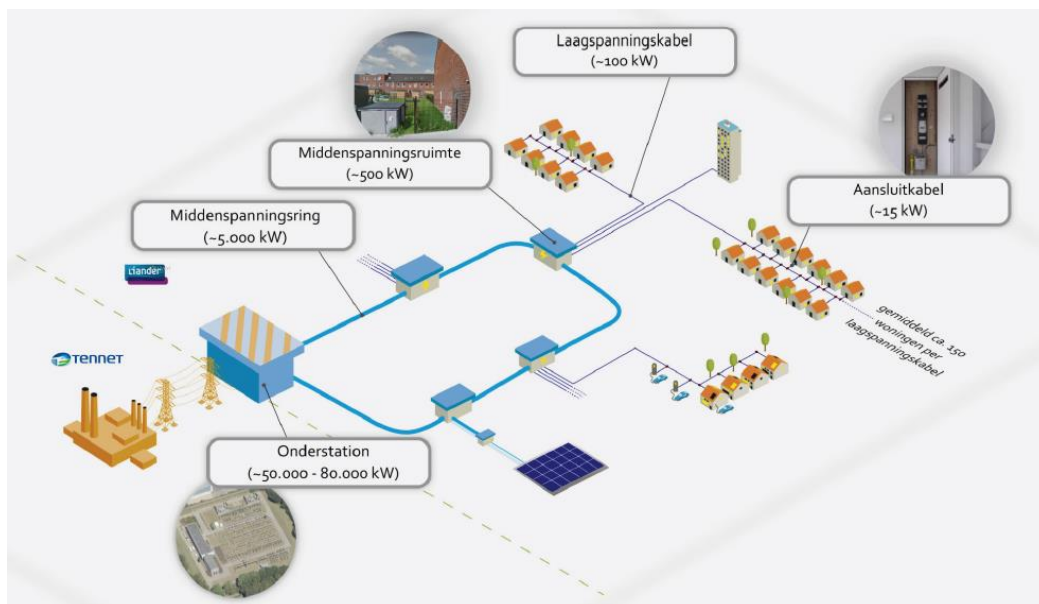
De belasting per koppelstation vanuit Liander en de belasting van datacenters werken door op de infrastructuur van TenneT. De koppelstations zijn aangesloten op het hoogspanningsnet van TenneT en ook datacenters, grootschalige opwek en klanten met een zeer grote vermogensvraag kunnen direct zijn aangesloten op de koppel- en hoogspanningsstations van TenneT (~100 MW of hoger). We hebben deze belasting in beeld gebracht en kwalitatief de impact hiervan besproken met TenneT. Op basis van deze kwalitatieve bespreking hebben we aanvullend met kentallen in beeld gevormd over de impact op het aantal hoogspanningsstations van TenneT. De resultaten van onze analyse is door TenneT gereviewd.

2.3.3 Aanpak impactbepaling op de middenspanningsruimtes van Liander

Een middenspanningsruimte bestaat uit een transformatorhuisje die het laagspanningsdistributienet in een buurt verbindt met een middenspanningskabel, ook wel middenspanningsring (MS-ring) genoemd. Op dit moment zijn er in de gemeente Haarlemmermeer 605 publieke middenspanningsruimtes (MSRs) in buurten. Deze middenspanningsruimtes worden (hoofdzakelijk) gebruikt om kleinverbruikers aan te sluiten. Het gaat dan met name om woningen en bedrijven met een laag elektriciteitsverbruik maar ook de publieke laadpalen voor elektrische auto's. Figuur 5 illustreert de positie van MSRs, MS-ringen in het elektriciteitsnet en welke relatie het heeft met de onderstations van Liander.

Grootverbruikers hebben op hun eigen terrein een inkoop- of klantstation, wat je kunt zien als een private MSR. Publieke MSR's bestaan uit prefab kasten/gebouwtjes of kunnen inpandig van nieuwe gebouwen of in parkeergarages gerealiseerd worden. Ook daarvoor zijn middenspanningskabels nodig. De ontwikkeling op dit detailniveau is voor klantaansluitingen niet te bepalen en is buiten scope van deze studie. In deze analyse kijken we naar de publieke MSRs die geplaatst moeten worden in de publieke ruimte en hoeveel extra MS-ringen daarvoor noodzakelijk zijn.

Figuur 5 - Illustratie van de positie van MSR's en MS-ringen in het elektriciteitsnet



Bron: [Liander](https://www.liander.nl).

In nieuwbouwwijken zal altijd rekening gehouden moeten worden met het realiseren van middenspanningsruimtes in de publieke ruimte of inpandig bij te ontwikkelen gebouwen. Daarvoor is het van belang om voldoende ruimte te reserveren voor deze MSR's en de middenspanningskabels (MS-ringen) die de MSR's verbinden met de onderstations. Ook in de bestaande bouw kan de toenemende vraag naar elektrisch vermogen ervoor zorgen dat er middenspanningsruimtes bijgeplaatst moeten worden. Omdat dit al een bebouwd gebied is, kan het bijplaatsen van extra MSR's een uitdaging zijn en zullen er ook nieuwe aansluitkabels in de ondergrond gelegd moeten worden.

Het doel van de middenspanningsruimte-analyse is om te bepalen hoeveel additionele middenspanningsruimtes (MSR's) vereist zijn door ontwikkelingen op buurtniveau en welke impact dat heeft op nieuwbouwbuurtten en bestaande buurtten. Voor nieuwbouwbuurtten is vooral van belang hoeveel MSR's vereist zijn, omdat in de ontwikkeling van de buurt hier ruimte voor gereserveerd moet worden. Voor bestaande buurtten moet nieuwe ruimte gezocht worden als een nieuwe MSR's gerealiseerd moeten worden.

Voor beide type buurtten zijn daarnaast het aantal aansluitvelden bij onderstations van belang dat vereist is voor de voeding van de MSR's. Voor de voeding van 6 tot 7 MSR's is één MS-kabel vereist op een 10 kV distributienet en 12 tot 14 MSR's bij aansluiting op een 20 kV distributienet. Deze kabel wordt aangesloten op een onderstation. Eén MS-kabel vereist in principe één veld (aansluitpunt op het onderstation), maar de netbeheerder kan door een efficiënt netontwerp soms meerdere MS-kabels aansluiten op één veld. Een metafoor voor velden zijn de stekkercontacten in een stekkerdoos. Het kan zijn dat een onderstation niet over belast is, maar dat er geen vrije velden meer beschikbaar zijn. Als er geen vrije velden meer beschikbaar zijn, moet er ook een nieuw onderstation gebouwd worden of moet er een uitbreiding van het bestaande station worden gerealiseerd.

Voor de MSR-analyse zijn de scenario's gebruikt zoals beschreven in Paragraaf 2.2 en 2.4 voor de verschillende sectoren. De subsectoren nieuwbouwwoningen, warmtetransitie woningen, kleinschalige zon-op-dak en elektrische mobiliteit zijn relevant voor de MSR-analyse. Dit zijn immers de (kleinverbruikers)ontwikkelingen die op buurtniveau plaatsvinden en op de middenspanningsruimtes worden aangesloten. De scenario's resulteren in aantallen MSRs en MS-ringen.

Liander heeft een MSR-model ontwikkeld om het aantal te verwachte additionele MSRs te bepalen in bestaande wijken. Dit model heeft CE Delft gebruikt. In het MSRs-model wordt elektrificatie van andere voertuigen (zoals bestelbusjes en taxi's) niet meegenomen. Het MSR-model is volgordelijk opgebouwd. Wat betekent dat eerst de impact van de warmtetransitie wordt bepaald, vervolgens de additionele impact van elektrisch vervoer en vervolgens van zonnepanelen.

De scenario's van CE Delft zijn ingevuld in het MSR-model van Liander. Er is besloten om wat betreft aannames over vermogens per techniek vast te houden aan de uitgangswaardes van Liander (zoals bijvoorbeeld het vermogen per elektrische auto). Hieraan is vastgehouden omdat Liander veel van deze kernwaarde baseert op daadwerkelijk gemeten waarde in het netwerk of hier onderzoek naar heeft gedaan. Het MSR-model rekent per buurt door wat het additionele vermogen van ontwikkelingen is en bepaalt daarmee wat het aantal vereiste additionele MSRs en MS-kabels is.

Voor buurten met bestaande bouw bepalen we per zichtjaar hoeveel MSRs er extra nodig zijn door additionele vermogensvraag. Voor nieuwbouwbuurten bepalen we in één keer hoeveel MSRs er nodig zijn, aangezien dit ook is hoe Liander het netwerk ontwerpt. De verschillen tussen het laag en hoog scenario ontstaat door andere warmtetechnieken en andere penetratiepercentages van elektrische auto's en zonnepanelen.

2.4 Uitgangspunten scenario's en belastingprognose per sector

Voor elke sector zijn uitgangspunten verzameld die invulling geven aan de verschillende scenario's. De uitgangspunten die CE Delft heeft opgesteld per scenario zijn vergeleken met de uitgangspunten die Liander, waarna vervolgens bepaald is of er een aanvullende belastingprognose noodzakelijk is. We bespreken de uitgangspunten en de belastingprognose per sector.

2.4.1 Mobiliteit

Uitgangspunten

Binnen de gemeente Haarlemmermeer maakt de sector mobiliteit een relatief groot deel uit van het energiegebruik (43% in 2019). Voor de sector mobiliteit zijn geen kwantitatieve uitgangspunten vanuit de gemeente meegegeven, anders dan dat alle ov-bussen naar verwachting vanaf 2030 elektrisch zullen zijn.

Door elektrificatie van voertuigen zal de sector in de toekomst een groot effect hebben op de elektriciteitsinfrastructuur in de gemeente. De belangrijkste categorieën in deze sector zijn de personenauto's, bestel- en vrachtwagens en bussen. Deze hebben we kwantitatief uitgewerkt, de luchtvaart is apart beschouwd en meegenomen op basis van scenario's die Schiphol zelf heeft opgesteld. Overig openbaar vervoer, mobiele werktuigen, tweewielers, binnen- en recreatievaart zullen in de toekomst maar beperkt extra belasting leveren op het elektriciteitsnet in Haarlemmermeer en zijn niet kwantitatief uitgewerkt.

CE Delft sluit in de kwantificering van het aantal elektrische voertuigen tot 2030 grotendeels aan bij de recent gepubliceerde studie over elektrificatie van de NAL West (Over Morgen et al., 2022). In deze studie is voor onder andere Noord-Holland op buurt-niveau de verwachte laadvraag van personenauto's, bestelauto's en vrachtauto's in kaart gebracht tot 2030. Hierbij is rekening gehouden met een elektrificatie als gevolg van de uitvoer van het Klimaatakkoord. Specifiek is ook de impact van de verschillende zero-emissiezones voor de stadslogistiek op de elektrificatie van de logistiek in de Haarlemmermeer meegenomen in de analyse. De prognoses voor 2035 en 2050 zijn opgesteld door de ontwikkelingen conform de NAL West prognose te extrapoleren op basis van aannames over de ingroei van elektrische voertuigen en verkeersgroei (door nieuwbouw van woningen en bedrijventerreinen). Voor autobussen hebben wij een aparte analyse gemaakt die uitgaat van de laadlocaties en het aantal bussen per halte (voor de helft op depots en voor de helft bij bushaltes).

Tabel 2 - Overzicht van de belangrijkste uitgangspunten voor mobiliteit

	2027	2035 - Laag	2035 - Hoog	2050 - Laag (Internationaal)	2050 - Hoog (Regionaal)
Focus	Klimaatakkoord	Klimaatakkoord en beperkte verdere elektrificatie na 2030	Klimaatakkoord en snelle verdere elektrificatie na 2030	Beperkte elektrificatie van personenauto's	Alle personenauto's en bussen zijn elektrisch
Aandeel elektrische personenauto's	14%	24%	56%	50%	100%
Aandeel elektrische OV-bussen	80%	100%	100%	100%	100%
Aandeel elektrische bestelauto's	11%	36%	77%	50%	100%
Aandeel elektrische vrachtauto's	6%	25%	60%	25%	75%
Verkeersgroei personenauto	De verkeersgroei van personenauto's is ingeschat op basis van aannames over nieuwbouw in de Haarlemmermeer. Het uitgangspunt is dat elke nieuwbouwwoning een gelijke stroomvraag genereert als bestaande bouw.				
Verkeersgroei logistiek	De verkeersgroei van logistiek is ingeschat op basis van aannames over toenames in het aantal hectare bedrijventerreinen in de Haarlemmermeer. Het uitgangspunt is dat elke extra hectare een gelijke stroomvraag genereert als bestaande bedrijventerreinen.				

Belastingprognose

Samen met Liander en de gemeente zijn de uitgangspunten voor de scenario's van CE Delft en die van de belastingprognosetool van Liander vergeleken. De scenario's van Liander zijn ook gebaseerd op de I13050-scenario's. Het hoog scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Regionale of Nationale Sturing, het laag scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Internationale Sturing.

Uit deze vergelijking blijken er significante verschillen in het aantal elektrische vrachtwagens en bestelbussen dat in de scenario's wordt meegenomen. Voor de andere vervoerscategorieën zijn er geen grote verschillen geïdentificeerd. Liander rekent op dit moment nog niet de vermogensvraag mee van elektrische vrachtwagens en bestelbussen, maar zal dit wel op korte termijn doen op basis van cijfers van Elaad. Dit heeft potentieel een grote impact op de netbelasting.

CE Delft heeft daarom in samenspraak met Liander op basis van kentallen de belasting aanvullend ingeschat. Voor heel Haarlemmermeer gaat het om circa 25 MW (2027) tot 350 MW (2050-hoog) meer dan Liander inschat. We zijn daarbij in het laag scenario's uitgegaan van de Elaad cijfers van Liander en in het hoog scenario's van de hoge inschatting van CE Delft. Wat precies de impact van deze categorie op de belasting is, is nog onzeker. Daardoor is er een grote bandbreedte tussen de hoog en de laag scenario's.

2.4.2 Gebouwde omgeving

Uitgangspunten

De sector Gebouwde omgeving bevat in deze studie de woningen en utiliteiten in de gemeente Haarlemmermeer. We hebben deze sector op buurniveau gekwantificeerd zodat we het verschil met de belastingprognose van Liander konden meenemen.

De sector Gebouwde omgeving is in de gemeente Haarlemmermeer verantwoordelijk voor een groot deel (ongeveer 35% in 2019⁴) van het energieverbruik. Utiliteiten op bedrijventerreinen zijn onder bedrijventerreinen meegenomen.

Er zijn in deze sector twee belangrijke ontwikkelingen:

- **Nieuwbouw**

De gemeente heeft voor deze studie een vertrouwelijk overzicht met alle verwachte nieuwbouwprojecten voor woningen gedeeld. Per woningbouwproject heeft de gemeente aangegeven hoeveel woningen naar verwachting gerealiseerd worden voor 2027, 2035 en 2050. Voor elk scenario nemen we de nieuwbouw mee die op dat moment gerealiseerd is. In Figuur 6 zijn de meegenomen gebieden weergegeven.

Er zijn overigens geen specifieke verwachtingen meegenomen voor nieuwbouw van utiliteitsgebouwen (winkels, scholen, etc.) die eventueel in nieuwbouwwijken gerealiseerd worden, omdat deze informatie niet beschikbaar was.

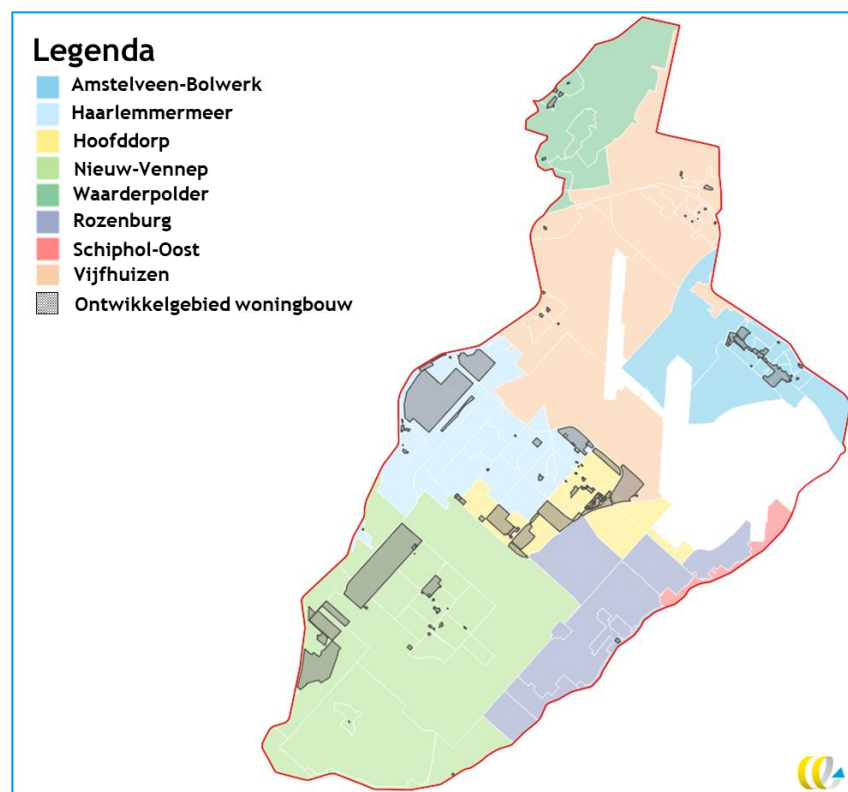
- **Warmtetransitie**

De Warmtevisie Haarlemmermeer wijst per buurt een warmtetechniek voor de toekomst aan, in de scenario's volgen we de toewijzing volgens de Warmtevisie Haarlemmermeer. De berekeningen voor de aantallen warmtepompen (volledig elektrisch, hybride en LT-warmtenet) doen we met behulp van de data, kentallen en de methodiek uit het CEGOIA-model dat is ontwikkeld door CE Delft.

De woningen van het nieuwbouwproject in Hoofddorp (project Hyde Park) krijgen als warmtetechniek een LT-warmtenet (Eteck, 2021). De gemeente Haarlemmermeer heeft aangegeven dat voor alle andere nieuwbouw elektrische warmtepompen voorzien worden. In de berekeningen gaan we hier ook vanuit.

⁴ De sector 'informatie en communicatie' waaronder onder andere datacenters vallen is hiervan afgetrokken. Het bevat nog wel een deel van het de utiliteiten op bedrijventerreinen.

Figuur 6 - Ontwikkelgebieden nieuwbouwwoningen in grijs weergegeven per voorzieningsgebied van de onderstations van Liander



Tabel 3 - Overzicht van de belangrijkste uitgangspunten voor de gebouwde omgeving

	2027	2035 - Laag	2035 - Hoog	2050 - Laag (Internationaal)	2050 - Hoog (Regionaal)
Focus	Klimaatakkoord/KEV, huidige bekende plannen.	Focus op warmtenetten, beperkte autonome transitie naar hybride	Focus op warmtepompen, optimistisch over autonome transitie naar hybride	Focus op HT/MT-warmtenetten (weinig elektrificatie)	Focus op warmtepompen en kleinschalige LT-warmtenetten (veel elektrificatie)
Tempo warmtetransitie	Isolatie, ingroei hybride warmtepompen	Startbuurten Warmtevisie op eindtechniek, Rijsenhout op warmtenet	Startbuurten Warmtevisie op eindtechniek, Rijsenhout op warmtepompen	Buurten Warmtevisie op eindtechniek, bij twijfel warmtenet	Buurten Warmtevisie op eindtechniek, bij twijfel warmtepomp
Autonome groei hybride warmtepompen	2,5% van bestaande woningen op hybride warmtepomp	Nationale trend KEV: 5,5% van bestaande woningen hybride		Volgens Warmtevisie	
Locatie autonome groei hybride warmtepompen	In alle buurten die niet als startbuurt zijn aangewezen			Volgens warmtevisie	
Nieuwbouwwoningen ⁵	O.b.v. plannen aangeleverd door de gemeente inclusief de fasering. Nieuwbouw in Hoofddorp centrum op LT-warmtenet. Andere nieuwbouw op luchtwater warmtepomp.				

⁵ Nieuwe woning is gelijk in oppervlak aan gemiddelde woning in buurt of 130 m².

Belastingprognose

Samen met Liander en de gemeente zijn de uitgangspunten voor de scenario's van CE Delft en die van de belastingprognosetool van Liander vergeleken. De scenario's van Liander zijn ook gebaseerd op de I13050-scenario's. Het hoog scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Regionale of Nationale Sturing, het laag scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Internationale Sturing.

Uit deze vergelijking blijken twee belangrijke verschillen:

– **Nieuwbouwwoningen**

Een belangrijke constatering is dat niet alle plannen van de gemeente bekend zijn bij Liander, omdat Liander zich hier baseert op de Monitor plancapaciteit. Niet alle actuele plannen van de gemeente zijn hierin meegenomen. Die database wordt één keer per jaar door de gemeente bijgewerkt met plannen die een zekere bestuurlijke status hebben. De gemeente werkt echter continu aan actualisatie van de plannen en woningaantallen. Hierdoor komen de cijfers momenteel vertraagd bij Liander in de prognoses. Daarnaast kent Liander een realisatiekans toe aan projecten op basis van de planstatus. Hierdoor neemt Liander netto minder woningen mee dan de gemeente voorziet. In 2027 gaat het om circa 7.500 woningen die niet voorzien zijn, in het hoog scenario van 2050 gaat het om ruim 29.000 woningen.

– **Warmtetransitie woningen**

Op basis van de warmtetransitievisie van de gemeente komt CE Delft tot een hogere inschatting van het aantal warmtepompen dan Liander voorziet. Liander verwacht dat er meer woningen aangesloten worden op laagtemperatuurwarmtenetten die een lagere netimpact hebben dan woningen die gebruik maken van warmtepompen. Het feit dat CE Delft meer nieuwbouwwoningen verwacht werkt ook hierin door.

Dit heeft potentieel een grote impact op de netbelasting. CE Delft heeft daarom in samenspraak met Liander op basis van kentallen de belasting van de verschillen aanvullend ingeschat. Voor heel Haarlemmermeer gaat het om circa 15 MW (2027) tot 70 MW (2050-hoog) meer dan Liander inschat.

2.4.3 Datacenters

Uitgangspunten

De sector Datacenters behandelen we afzonderlijk in deze studie omdat dit een grote sector is binnen de gemeente Haarlemmermeer en dan met name wat betreft de vermogensvraag (energiegebruik is ongeveer 9% in 2019⁶). We hebben deze sector voor elk voorzieningsgebied gekwantificeerd zodat we het verschil met de belastingprognose van Liander konden meenemen.

De gemeente heeft in haar beleid opgenomen dat in totaliteit maximaal 750 MVA datacenters extra gerealiseerd mogen worden tot 2030. Hierin is opgenomen dat alle datacenters met een totaal vermogen van meer dan 80 MVA verplicht een eigen 150 kV inkoopstation dienen te realiseren (Gemeenteraad Haarlemmermeer, 2020). Dat betekent concreet dat deze datacenters worden aangesloten bij TenneT. Het is op dit moment nog onzeker hoeveel capaciteit van de toekomstige datacenters aangesloten wordt op het netwerk van Liander of TenneT. Dat hangt dus mede af van de individuele omvang van de nieuwe datacenters (in MVA). De meeste bestaande datacenters in Haarlemmermeer

⁶ Dit is de hele sector 'informatie en communicatie' waaronder onder andere datacenters vallen.

hebben gemiddeld individueel een capaciteit van circa 20 MVA, variërend tussen de 2,5 en 75 MVA (Gemeenteraad Haarlemmermeer, 2020).

In deze studie hebben wij in eerste instantie de ontwikkelingen van datacenters geprognostiseerd op het netwerk van Liander. Via het netwerk van Liander werkt deze belasting door naar het netwerk van TenneT. Voor Liander vormen de datacenters daarmee een grotere onzekerheid dan voor TenneT, waar de gerealiseerde datacenters hetzij direct of indirect via Liander worden aangesloten.

We gaan daarbij uit van het gecontracteerde vermogen, dat is het vermogen waar de netbeheerder voor haar netinvesteringen rekening mee moet houden. Het is vanuit de praktijk bekend dat de daadwerkelijke vermogensvraag van datacenters vaak lager ligt en dat ze langzaam toegroeien naar het gecontracteerde vermogen. De gemiddelde benuttingsgraad (load factor) van de netaansluiting is 35% (TenneT, 2021) tot 70% van het gecontracteerde vermogen volgens de netbeheerders. Haarlemmermeer kent een aantal relatief jonge datacenters die nog toegroeien naar het gecontracteerde vermogen.

In 2027 en de laag scenario's gaan we uit van de 750 MVA en de aangewezen gebieden uit het datacenterbeleid en daarna geen verdere doorgroei. Het is de verwachting dat de 750 MVA in bereikt wordt in 2027. In het hoog scenario veronderstellen we dat na 2030 de groeistop uit het datacenterbeleid door wat voor reden dan ook wordt losgelaten en datacenters verder groeien volgens de nationale ontwikkeling. In de scenario's die zijn opgesteld voor de I13050 wordt uitgegaan van een groei van 6% per jaar voor datacenters in alle scenario's (Berenschot & Kalavasta, 2020). We gaan ervan uit dat deze datacenters geplaatst worden op de huidige vijf aangewezen locaties. De doorgroei van datacenters in de hoog scenario's moet gezien worden als een indicatie van het effect als datacenters sterk groeien. De daadwerkelijke groei van datacenters is moeilijk te voorspellen en hangt ook sterk af van het gevoerde nationale, provinciale en lokale beleid; innovaties, gestapelde bouw en de fysieke ruimte die hiervoor beschikbaar wordt gesteld.

Tabel 4 - Overzicht uitgangspunten voor datacenters

	2027	2035 - Laag	2035 - Hoog	2050 - Laag (Internationaal)	2050 - Hoog (Regionaal)
Focus	Gemeentelijk datacenterbeleid	Niet additioneel t.o.v. gemeentelijk datacenterbeleid	Hoog scenario I13050 (6% groei per jaar)	Niet additioneel t.o.v. gemeentelijk datacenterbeleid	Hoog scenario I13050 (6% groei per jaar)
Methodologie			Ontwikkeling op bestaande aangewezen locaties. Nationaal groeipercentage.		Ontwikkeling op bestaande aangewezen locaties. Nationaal groeipercentage.
Additioneel (gecontracteerd) vermogen t.o.v. huidig	750 MVA	750 MVA	1.500 MVA	750 MVA	3.600 MVA

Belastingprognose

De ontwikkelingen van datacenters zijn enorm onzeker, maar hebben vanwege hun grote aansluitcapaciteit wel veel impact. Liander houdt rekening met bekende plannen, de realisatiekansen hiervan en klantaanvragen, maar niet met toekomstige prognoses. Daarnaast houdt Liander er rekening mee dat veel datacenters zullen aansluiten bij TenneT. CE Delft

heeft in de scenario's invulling gegeven aan de onzekerheid van de ontwikkeling van datacenters. De verschillen zijn groot en zijn aanvullend meegenomen op de infrastructuur van Liander.

2.4.4 Landbouw, veeteelt en glastuinbouw

Uitgangspunten

Deze sector is, wat betreft het energieverbruik, een relatief kleine sector in de gemeente Haarlemmermeer (energiegebruik is ongeveer 9% in 2019). In Nederland is de glastuinbouw verantwoordelijk voor het grootste aandeel energieverbruik in landbouw, veeteelt en glastuinbouw. Dat is in de gemeente Haarlemmermeer niet anders. Voor de landbouw en veeteelt verwachten CE Delft en Liander mede hierdoor weinig ontwikkelingen die impact gaan hebben op de elektriciteitsinfrastructuur.

Er zijn in deze sector twee belangrijke ontwikkelingen ten aanzien van de glastuinbouw:

- **Netto toename van het areaal aan glastuinbouwbedrijven**
In de gemeente Haarlemmermeer is een groot glastuinbouw gebied, het PrimA4a gebied aan de grens met de gemeente Aalsmeer. Er zijn nog twee kleine glastuinbouw gebieden bij Buitenkaag en Lissersbroek, verder zijn er een aantal losse glastuinbouwbedrijven. PrimA4a is een glastuinbouwgebied waar groei plaatsvindt, voor de andere gebieden is het mogelijk dat die glastuinbouwbedrijven verdwijnen of verplaatsen naar een groter glastuinbouw-gebied. Het netto areaal glastuinbouwgebied zou kunnen toenemen met 22 tot 78 hectare in de PrimA4 regio.
- **Warmtetransitie en mogelijke afbouw wkk's**
Naast groei van de sector is met name de warmtetransitie in de glastuinbouw van belang. In de huidige situatie wordt in de glastuinbouw gas in gasketels of wkk's⁷ gebruikt voor de warmtevoorziening. Voor het PrimA4a gebied wordt gekeken naar de mogelijkheden voor een warmtenet, bijvoorbeeld samen met de glastuinbouw in Aalsmeer. De Greenport Aalsmeer kijkt naar de mogelijkheden voor een warmtenet op geothermie en zoekt ook naar andere (rest) warmtebronnen. PrimA4a is al aangesloten op de OCAP leiding, een netwerk dat CO₂ naar glastuinbouw gebieden brengt (Onder Glas, 2018). Het is nog niet zeker dat dit warmtenet er ook echt komt, elektrificatie van de warmtevraag is een andere optie.
Er zijn twee aspecten in de warmtetransitie die een significant effect kunnen hebben op het elektriciteitsnet: elektrificatie van de warmtevraag wat zorgt voor een fors hogere elektriciteits- en vermogensvraag en afschalen van wkk's. Dat laatste zorgt voor een grotere vraag naar elektriciteit van het net, maar heeft vooral ook impact op de levering van elektriciteit aan het net dat wegvalt door het verdwijnen van de wkk's.

Belastingprognose

Samen met Liander en de gemeente zijn de uitgangspunten voor de scenario's van CE Delft en die van de belastingprognosetool van Liander vergeleken. Daaruit volgt dat Liander in haar belastingprognose rekening houdt met de genoemde uitgangspunten en vanwege de vertrouwelijke informatie die zij heeft over klantaansluitingen een betere inschatting heeft van de effecten hiervan op de netbelasting dan dat CE Delft kan maken op basis van

⁷ Wkk staat voor warmtekrachtkoppeling, de gelijktijdige productie van warmte en elektriciteit. In de glastuinbouw wordt hier meestal een gasmotor voor ingezet en wordt tevens de CO₂ gebruikt in de kassen. De elektriciteit wordt voor een deel zelf gebruikt en voor een deel verkocht en ingevoerd op het elektriciteitsnet.

openbare bronnen. We hebben daarom geen aanvullende inschatting gemaakt ten opzichte van de belastingprognose van Liander.

De scenario's van Liander zijn ook gebaseerd op de I13050-scenario's. Het hoog scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Regionale of Nationale Sturing, het laag scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Internationale Sturing. Liander houdt in haar hoog scenario rekening met hoge mate van elektrificatie en wkk-afbouw en in haar laag scenario met weinig elektrificatie en een lage wkk-afbouw. In de laag scenario's wordt de warmtevraag dan voorzien door niet-elektrische oplossingen zoals (hernieuwbaar) gas of warmtenetten.

2.4.5 Industrie en bedrijventerreinen

Uitgangspunten

Binnen de gemeente zijn er drie gezoneerde industrieterreinen, namelijk De Liede in Vijfhuizen, Spoorzicht in Nieuw-Vennep en Schiphol-Oost (Gemeente Haarlemmermeer, 2021). Schiphol-Oost valt onder beheer van de provincie en de andere twee terreinen onder de gemeente. Bedrijventerreinen vallen ook onder deze sector. In totaal zijn er 96 bedrijventerreinen in Haarlemmermeer volgens Plabeka (Metropool Regio Amsterdam, 2022). Deze liggen in zes gebieden: Badhoevedorp, Cruquius, Hoofddorp, Nieuw-Vennep, Schiphol en Vijfhuizen. In de gemeente zijn veel gemengde bedrijventerreinen en relatief veel distributiebedrijven gevestigd.

Er zijn in deze sector twee belangrijke ontwikkelingen:

1. Nieuwbouw

De groei van bedrijventerreinen en kantoren is gebaseerd op informatie van de gemeente voor de periode 2022-2030 en 2030-2040. Deze data hebben we geïnterpoleerd om te bepalen wat de groei was in de verschillende scenariojaren.

2. Warmtetransitie

We volgen hier de Warmtevisie van de gemeente. We hebben op verschillende manieren het vereiste vermogen voor de warmtetransitie op bedrijventerreinen geschat: (1) op basis van het gasgebruik per terrein uit Plabeka (Metropool Regio Amsterdam, 2022), (2) een kengetal per hectare, en (3) kengetallen per woningequivalent. Het 2035 en 2050 laag en hoog scenario is opgemaakt uit de minimum en maximum waarde.

Belastingprognose

Samen met Liander en de gemeente zijn de uitgangspunten voor de scenario's van CE Delft en die van de belastingprognosetool van Liander vergeleken. De scenario's van Liander zijn ook gebaseerd op de I13050-scenario's. Het hoog scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Regionale of Nationale Sturing, het laag scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Internationale Sturing.

Uit deze vergelijking blijkt dat er significante verschillen zijn voor wat betreft de warmtetransitie op industrie- en bedrijventerreinen. CE Delft heeft op verschillende manieren het vermogen ingeschat voor de warmtetransitie op de bedrijventerreinen en neemt hierbij ook nieuwbouwggebieden mee. Alle methoden resulteren in een grotere vermogensvraag dan Lianders modellen prognosticeren. Het maximale en het minimale verschil tussen Liander en de CE Delft methodes is aanvullende meegenomen in de hoog en laag scenario's.

Tabel 5 - Overzicht uitgangspunten per scenario voor industrie en bedrijventerreinen

	2027	2035 - laag	2035 - hoog	2050 - laag/ Internationaal	2050 - hoog/ Regionaal
Focus	Autonome ontwikkeling warmtetransitie, groei bedrijven- en kantorenterreinen	Autonome ontwikkeling warmtetransitie, groei bedrijven- en kantorenterreinen		Realisatie warmtetransitie, groei bedrijven- en kantorenterreinen	
Tempo warmtetransitie	Ingroei hybride warmtepompen	Ingroei warmtetechnieken, geen buurten		Buurten Warmtevisie op eindtechniek, bij twijfel warmtenet	Buurten Warmtevisie op eindtechniek, bij twijfel warmtepomp
Autonome groei hybride warmtepompen	2,5% van bestaande energievraag op hybride warmtepomp	Gevormd door nationale trend KEV: 5,5% van bestaande energievraag hybride		Volgens Warmtevisie	
Groei bedrijventerreinen	Prognose van de gemeente (interpolatie 2022-2030) - 90,9 hectare	Prognose van de gemeente (interpolatie 2030-2040) - 174,5 hectare		Prognose van de gemeente - 2040 - 203,5 hectare	
Groei kantoren	Prognose van de gemeente (interpolatie 2022-2030) - 47,2 hectare	Prognose van de gemeente (interpolatie 2030-2040) - 77,0 hectare		Prognose van de gemeente - 2040 - 86,6 hectare	

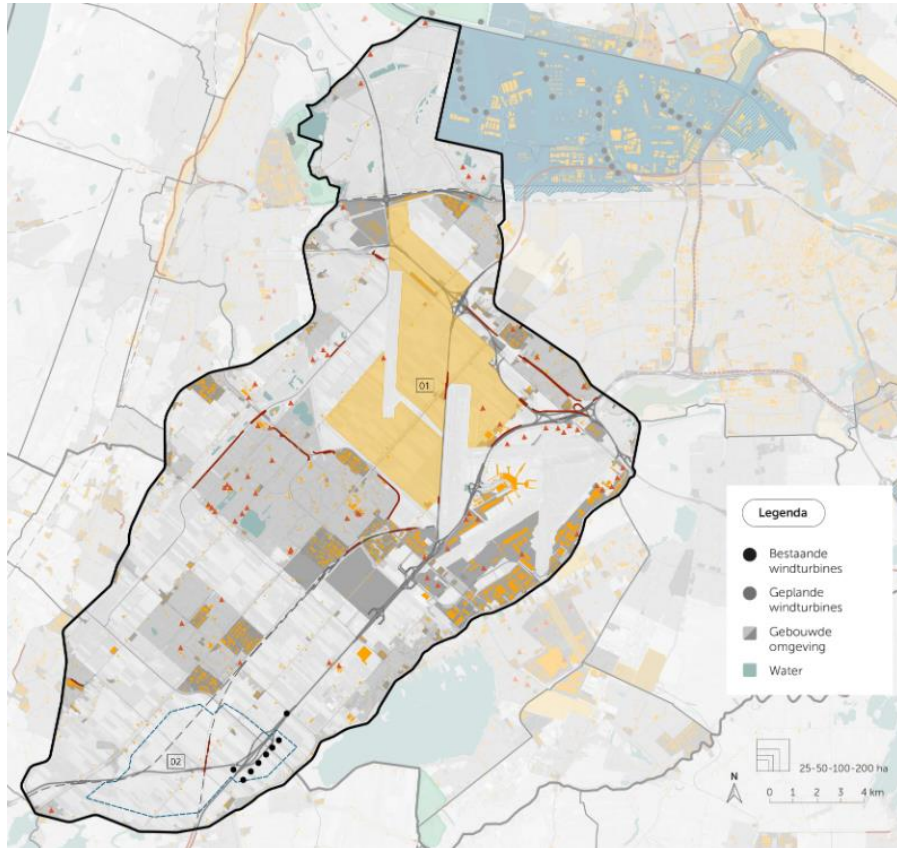
2.4.6 Hernieuwbare productie

Uitgangspunten

Voor de productie van hernieuwbare energie spelen er zowel kleinschalige ontwikkelingen als grootschalige ontwikkelingen. De grootschalige ontwikkelingen vloeien voort uit de afspraken die gemaakt zijn in de RES-regio Noord-Holland-Zuid en hebben betrekking op grootschalige zon-pv op daken en op land (met name de zogenaamde zonnecarré) en op windenergie, zie Figuur 7. De kleinschalige ontwikkelingen hebben te maken met zonnepanelen op kleine daken, met name woningen.

De uitgangspunten die we gebruikt hebben zijn weergegeven in Tabel 6.

Figuur 7 - Gebieden voor opwek uit de RES, met in geel [01] het zonnecarré en met [02] het windzoekgebied



Bron: [Noord-Hollandse Energie Regio](#).

Belastingprognose

Samen met Liander en de gemeente zijn de uitgangspunten voor de scenario's van CE Delft en die van de belastingprognosetool van Liander vergeleken. De scenario's van Liander zijn ook gebaseerd op de I13050-scenario's. Het hoog scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Regionale of Nationale Sturing, het laag scenario van Liander geeft invulling aan het I13050-scenario Internationale Sturing.

Uit deze vergelijking blijken een aantal significante verschillen. Die verschillen zijn deels terug te voeren op het feit dat Liander uitgaat van bekende plannen en de adviezen die in het kader van de RES zijn gegeven over het clusteren en aansluiten van de zonnecarré zodat ze aangesloten kunnen worden bij TenneT en wind op het nieuwe onderstation A4-zone 2 in de omgeving van Schiphol Trade Park.

Voor zon op grote daken zien we grote verschillen. De cijfers van CE Delft geven daarmee de maximale invoedingspiek die binnen de scenario's te verwachten valt: (1) we zijn uitgegaan van de NPRES-cijfers voor grootschalige zon-op-daken, die lijken aan de hoge kant en zijn door Liander in RES-doorrekening naar beneden bijgesteld; (2) we hierin niet het gelijktijdigheidseffect van afname en aanbod mee kunnen nemen, waardoor de netto opwekbelasting lager ligt.

Tabel 6 - Overzicht uitgangspunten per scenario voor hernieuwbare opwek

	2027	2035 - Laag	2035 - Hoog	2050 - Internationaal	2050 - Regionaal
Focus	Klimaatakkoord/ KEV, plannen RES	Zon-pv van 2030, geen wind	Groei volgens KEV na 2030, inclusief wind	– Veel import van energie, dus minder binnenlandse productie – Scenario met minste hernieuwbare elek- triciteitsproductie	– Vooral lokale oplossingen – Veel zon en wind-op-land
Kleinschalige zon- op-dak (< 15 kWp)	– Groeipad op basis van prognoses KEV 2021 – Correctie voor nieuwbouw- woningen – Regionalisatie additionele opwek vanaf huidig op basis vloeroppervlak inclusief nieuwbouw	Interpolatie tussen 2027 en 2050 Internationaal	Interpolatie tussen 2027 en 2050 Regionaal	– Vertaling nationaal scenario naar opgave gemeente op basis potentiekaarten NPRES (NPRES, 2020). – Correctie voor nieuwbouwoningen	– Vertaling nationaal scenario naar opgave gemeente op basis potentiekaarten NPRES (2020) – Correctie voor nieuwbouw- woningen
Grootschalig zon- op-dak (> 15 kWp)	Realisatie RES	Realisatie RES	Realisatie RES, met additionele groei conform KEV 2021 (PBL, 2021).	Vertaling nationaal scenario naar opgave gemeente op basis potentiekaarten NPRES (2020)	Benutting 50% van potentieel volgens RES 1.0.
Grootschalig zon- op-land (> 15 kWp)	Realisatie RES	Realisatie RES	Realisatie RES, met additionele groei gebaseerd op KEV.	Realisatie van totaal 750 hectare	Realisatie van totaal 1.000 hectare
Wind	Geen wind	Geen wind	15 turbines, 45 MW	Geen wind	15 turbines, 45 MW
Resultaten	Zon-dak-klein: 126 MW Zon-dak-groot: 205 MW Zon-veld: 377 MW Wind-op-land: 0 MW	Zon-dak-klein: 139 MW Zon-dak-groot: 233 MW Zon-veld: 377 MW Wind-op-land: 0 MW	Zon-dak-klein: 242 MW Zon-dak-groot: 319 MW Zon-veld: 536 MW Wind-op-land: 45 MW	Zon-dak-klein: 145 MW Zon-dak-groot: 296 MW Zon-veld: 1.342 MW Wind-op-land: 0 MW	Zon-dak-klein: 452 MW Zon-dak-groot: 618 MW Zon-veld: 1.778 MW Wind-op-land: 45 MW

We hebben met de cijfers van CE Delft, dus de maximale invoedingspiek, gekeken wat de impact hiervan is op de koppelstations van Liander en deze vergeleken met impact van de afname. Zo hebben we onderzocht of de afname (elektriciteitsvraag) of de invoeding bepalend is voor capaciteitsknelpunten op de koppelstations van Liander (zie Paragraaf 4.2).

2.5 Aanpak analyse knelpunten

De opgestelde scenario's resulteren in een vermogensvraag voor invoeding (productie van elektriciteit) en afname (vraag naar elektriciteit).

De studie brengt eerst de ontwikkelingen in kaart en vertaalt deze daarna naar mogelijke knelpunten. We doen dit door op verschillende niveaus, zoals besproken in Paragraaf 2.3, de capaciteit van het netwerk te vergelijken met het totaal van de verwachte netbelasting en additionele opgave. Hiermee schatten we in of een knelpunt ontstaat. De knelpunten worden bepaald in Hoofdstuk 4 en in Hoofdstuk 5 geïnterpreteerd naar de verschillende regio's (gebaseerd op de voorzieningsgebieden) en zichtjaren. Dit geeft een beter totaaloverzicht over de resultaten in Hoofdstuk 4.

2.6 Aanpak analyse oplossingsrichtingen

De oplossingsrichtingen bij de knelpunten die optreden zijn geïdentificeerd gebaseerd op kennis van CE Delft en een literatuurstudie. Daarnaast zijn de oplossingen in kaart gebracht die binnen de gemeente onderzocht worden en zijn alle oplossingsrichtingen getoetst aan lokale relevantie. We hebben gekken naar kansrijke oplossingsrichtingen. Vervolgens zijn de oplossingen uitgewerkt op verschillende thema's.

Ten eerste is de oplossingsrichting toegelicht en uitgewerkt. De beschrijvingen en kenmerken worden toegelicht en samengevat in een tabel per oplossing. Deze tabel met beschrijving is weergegeven in Tabel 7. De gevolgen voor de grondexploitatie zijn bepaald door het planeconomisch adviesbureau Planmaat in samenwerking met planeconomen van de gemeente Haarlemmermeer, gebaseerd op de kenmerken van de oplossingsrichtingen. Voor het realiseren van deze oplossingen zijn belemmeringen in kaart gebracht, om vervolgens mogelijk beleid te bepalen dat deze belemmeringen weg kan nemen.

Tabel 7 - Overzicht kenmerken per oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Typering van oplossing naar technisch, beleid, organisatorisch
Netvlak	Het spanningsniveau waar de oplossing impact op heeft
Oplossing	Concrete beschrijving van de oplossing
Indicatie kosten	Inschatting van de kosten
Kostendrager en initiatiefnemer	Partij die de kosten draagt en partij die initiatief neemt voor het uitvoeren van de oplossing
Ruimtebeslag (direct)	De vereiste ruimte voor de oplossing
Ruimtebeslag (hindercontour)	De hindercontour, oftewel indirect ruimtegebruik, van de oplossing
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	Het mogelijke ruimtelijke effect van de oplossing op MSR en MS-ringen
Toepassingsduur	Of de maatregel tijdelijk of permanent is
Effect op belasting	Hoe groot de impact is op de netbelasting in percentage of vermogen
Doorlooptijd	Doorlooptijd tot oplossing gereed is

Kenmerk	Beschrijving
Complexiteit	Inschatting van hoe lastig het is deze oplossing te realiseren van laag tot hoog
Typische locatie	Locatie kan zijn woonwijk, bedrijventerrein of buitengebied

De oplossingsrichtingen zijn niet vertaald naar een netimpact per onderstation en of daarmee een knelpunt voorkomen kan worden. Ze zijn generiek uitgewerkt.

3 Huidige situatie elektriciteitsinfrastructuur

In dit hoofdstuk focussen we op de huidige situatie van de elektriciteitsinfrastructuur in de gemeente Haarlemmermeer.

3.1 Huidige situatie in Haarlemmermeer

3.1.1 Onderstations Liander

Het elektriciteitsnet is zwaar belast

Haarlemmermeer is een aantrekkelijke vestigingsplek voor bewoners en bedrijven. Er is een groeiende vraag naar energie, zowel voor (nieuwbouw)woningen als voor bedrijven, waaronder datacentra, glastuinbouwbedrijven en Schiphol. Daarnaast is er een groei in opwek door zonneparken. De toename in de energievraag is echter aanzienlijk groter dan van opwek. Door de groei in de vraag is de maximale capaciteit van de transformatorstations in (en om) de gemeente Haarlemmermeer bereikt. Bovendien is de verwachting dat de elektriciteitsvraag en -aanbod verder gaan stijgen. Woningbouw, elektrificatie van de warmtevraag, elektrificatie van mobiliteit (logistiek, personenvervoer, Schiphol) en van bedrijven zullen de elektriciteitsvraag blijven omhoogstuwen. Er zijn veel plannen, de stijging is vrijwel zeker, de mate ervan is omgeven met onzekerheden.

De huidige situatie in Haarlemmermeer is nijpend. Grootverbruikers ondervinden beperkingen, waardoor een aantal onder hen zelf elektriciteit gaan opwekken door gasgeneratoren te plaatsen. Hiervoor doen ze een capaciteitsaanvraag op het gasnet. Het gaat hier vaak om grote vermogens. Liander is samen met Gasunie de mogelijkheden aan het bekijken om de gevraagde capaciteit te kunnen leveren⁸.

Congestie management kan geen soelaas brengen

De mogelijkheid voor congestie management is onderzocht in de gemeente Haarlemmermeer. Deze oplossing blijkt niet geschikt om twee redenen⁹:

- **Onvoldoende geschikte grootverbruikers.** Liander, en vervolgens DNV GL hebben onderzocht of congestie management mogelijk is. Daaruit bleek dat er slechts één grootverbruiker aan congestie management zou kunnen meedoen, wat onvoldoende is voor een congestie markt. Er zijn onvoldoende geschikte grootverbruikers omdat datacentra geen afschakelbare vraag hebben en zonneparken geen stuurbare opwekking. Daarnaast hebben verbruikers allemaal een vergelijkbaar profiel met weinig variatie, bovendien hebben ze contractuele verplichtingen.
- **De storingsreserve is losgelaten.** Liander heeft, na toestemming van het ACM, de voorwaarde voor enkelvoudig storingsreserve losgelaten voor levering vanuit het 20 kV deel van onderstation Haarlemmermeer. Dat betekent dat er geen reserve is voor onvoorziene situaties. Bij een overschrijding van de capaciteit zouden verbruikers door

⁸ Ontwerp Investeringsplan Elektriciteit en Gas. Liander. 2022.

⁹ <https://www.liander.nl/haarlemmermeer/congestie>

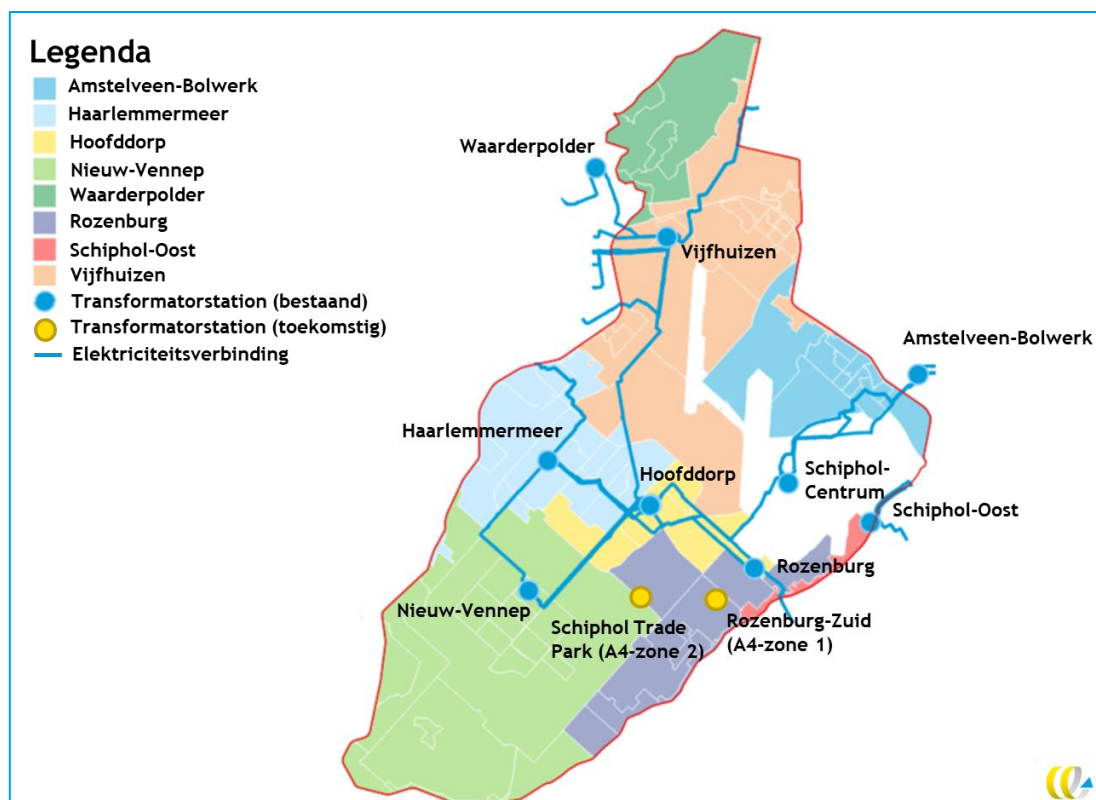
gebrek aan reservecapaciteit meteen afgeschakeld worden, zonder dat Liander tijd heeft om via congestiebedingen oplossingen te vinden.

Om deze twee redenen is congestie management als tijdelijke oplossing niet mogelijk. Structurele oplossingen vanuit de netbeheerder moeten dus gezocht worden in uitbreiding van bestaande stations of de bouw van nieuwe stations.

Bestaande transformatorstations in Haarlemmermeer

In Haarlemmermeer zijn enkele bestaande transformatorstations aanwezig. Figuur 8 geeft de ligging van de stations weer. Daarin zijn ook twee nieuw te bouwen transformatorstations in de A4-zone weergegeven.

Figuur 8 - Locatie bestaande (blauwe punten) en indicatief de nieuw te bouwen (gele punten) transformatorstations



Opmerking bij figuur: de locatie van de A4-zone 2 is illustratief, er is nog geen specifieke locatie. Een paar grootverbruikers in Schiphol-Rijk zijn aangesloten op onderstation Aalsmeer-Bloemenveiling gelegen buiten de gemeente Haarlemmermeer, dat onderstation is buiten beschouwing gelaten omdat het om weinig aansluitingen gaat.

Tabel 8 geeft een overzicht van de bestaande en verwachte knelpunten bij de bestaande onderstations, alsook een toelichting op de bestaande plannen en oplossingen.

Nieuwe transformatorstations in Haarlemmermeer

Nieuwe stations moeten verlichting brengen aan de nijpende situatie in Haarlemmermeer. Het gaat om twee stations in de A4-zone. Voor het eerste station is een locatie gemeentelijk vastgesteld, voor een tweede station wordt nog gezocht naar een locatie. Tabel 9 geeft een overzicht van de nieuwe onderstations met een toelichting op de plannen.

Tabel 8 - Overzicht bestaande transformatorstations in Haarlemmermeer

Transformatorstation	Knelpunt in ^{10*}	Toelichting ¹¹
Vijfhuizen	2021-2022	Dit is een belangrijk station waar drie netvlakken (150 kV, 50 kV en 10 kV) samenkomen. Knelpunten treden op sinds 2021 of 2022, afhankelijk van het spanningsniveau. Het station Vijfhuizen wordt uitgebreid op middenspanningsniveau (20 kV). De verwachte inbedrijfsstelling van de uitbreiding is in 2023.
Schiphol Centrum	2029	Dit is een specifiek station voor enkele grootverbruikers. Het station dient vernieuwd te worden en tegelijkertijd zal de capaciteit uitgebreid worden.
Nieuw-Vennep	2024 - 2028	Er zijn vooralsnog geen uitbreidingsplannen voor dit station.
Hoofddorp	2021	Er zijn vooralsnog geen uitbreidingsplannen voor dit station. De situatie is nijpend. Nieuwe stations in de A4-zone (zie hieronder) dienen te zorgen voor de nodige capaciteitsuitbreiding. Als tussenoplossing wordt deel vermogen omgeschakeld naar ander station in de buurt.
Haarlemmermeer	2021 - 2029	Dit is een belangrijk station waar vier netvlakken (150 kV, 50 kV, 20 kV en 10 kV) samenkomen. De 20 kV zit al vol (sinds 2021). Voor andere niveaus worden problemen verwacht tussen 2023 en 2029, afhankelijk van de niveaus en de scenario's. Er zijn vooralsnog geen uitbreidingsplannen voor dit station. De oplossing moet gezocht worden in twee nieuwe 150/20kV-stations in de A4-zone.
Rozenburg	2018	Dit station zit vol en staat op rood. De nieuwe stations in de A4-zone dienen te zorgen voor de nodige capaciteitsuitbreiding.

* Een jaartal in het verleden wijst op een reeds opgetreden knelpunt. Jaartallen in de toekomst geven verwachte knelpunten aan in verschillende scenario's volgens het Ontwerp Investeringsplan 2022 van Liander.

Tabel 9 - Overzicht nieuwe transformatorstations in Haarlemmermeer

Transformatorstation	Inbedrijfname	Toelichting ¹²
Rozenburg-Zuid (A4-zone 1)	2025	Nieuw station voor 150/20 kV. Locatie definitief vastgesteld door gemeenteraad. Ontwerp verbinding met bestaande stations gemaakt door TenneT.
Nieuw A4-zone 2 (omgeving Schiphol Trade Park)	2026	Nieuw station voor 150/20 kV. Locatie is nog niet definitief.

¹⁰ Ontwerp Investeringsplan Elektriciteit en Gas. Bijlage 1. Liander. 2022.

¹¹ Ontwerp Investeringsplan Elektriciteit en Gas. Liander. 2022; Stationsvermogen en vrije velden. Liander.

¹² Ontwerp Investeringsplan Elektriciteit en Gas. Liander. 2022; Stationsvermogen en vrije velden. Liander.

Rozenburg-Zuid (A4-zone 1)

Voor het eerste station heeft de gemeenteraad van Haarlemmermeer op 27 mei 2021 ingestemd met de definitieve locatie aan de Incheonweg in Rozenburg. Het station heeft de werknaam Rozenburg-Zuid en zal gezamenlijk door Liander en TenneT gebouwd en beheerd worden. Rozenburg-Zuid moet aangesloten worden op het landelijke hoogspanningsnet. Hiervoor is een nieuwe ondergrondse verbinding nodig met de bestaande stations Vijfhuizen en Nieuwe Meer (in Amsterdam).

Nieuw station A4-zone 2

Een tweede onderstation in de A4-zone is noodzakelijk om te kunnen voldoen aan de groeiende elektriciteitsvraag. Aangezien de congestie vooral aan de vraagkant optreedt, is het wenselijk dat het onderstation in de buurt van grote verbruikers ligt. Het station moet ook verbonden kunnen worden met Rozenburg-Zuid en huidige 150 kV-station. De verwachte benodigde ruimte voor het station is 6 hectare¹³.

3.1.2 Hoogspanningsstations TenneT

Op dit moment zijn er vier 150 kV koppelstations die gebieden in Haarlemmermeer voeden die verbonden zijn met het TenneT netwerk. Dit zijn de stations Haarlemmermeer, Vijfhuizen, Amstelveen en Waarderpolder. De netbelasting op de stations Haarlemmermeer en Vijfhuizen zijn voor een groot gedeelte afkomstig van de gemeente Haarlemmermeer. De netbelasting van de stations Amstelveen en Waarderpolder komt slecht voor een klein gedeelte uit de gemeente. TenneT voedt deze stations vanuit het landelijke 380 kV netwerk (onder andere Vijfhuizen) en, na transformatie van 380 kV naar 150 kV, via het regionale 150 kV hoogspanningsnetwerk (o.a. Haarlemmermeer en in de toekomst ook de twee nieuwe stations in de A4-zone). Vervolgens wordt dit in de transformatorstations van Liander omgezet naar lagere voltages (50, 20 of 10 kV) voor het netwerk van Liander.

Voor netuitbreidingen baseert TenneT zich met name op de prognoses voor de komende tien jaar van de regionale netbeheerders en op de prognoses en aanvragen van nieuwe en bestaande klanten die direct aansluiten bij TenneT. Klanten die direct bij TenneT aansluiten zijn grootverbruikers zoals datacenters en grote industrieën.

TenneT heeft op dit moment de volgende uitbreidingsplannen in en rond de gemeente Haarlemmermeer:

- **Uitbreiding hoogspanningsstation Vijfhuizen**
Hoogspanningsstation Vijfhuizen is een 380/150 kV station met een vermogen van 1.000 MVA (N-1)¹⁴ wat vergroot gaat worden naar 1.500 MVA (N-1) rond 2030. Daarmee komt dus 500 MVA additioneel vermogen beschikbaar, voornamelijk bedoeld om de groei van datacenters en om de groeiende vraag in de Liander netwerken te kunnen faciliteren. TenneT geeft aan dat deze uitbreiding gerealiseerd kan worden binnen de grenzen van het stationsterrein. Hier is tijdens de bouw al rekening mee gehouden.
- **Realisatie 150 kV koppelstation Rozenburg-Zuid (A4-zone 1)**
Rozenburg-Zuid is een nieuw 150 kV station. TenneT realiseert in 2025 een capaciteit van 1.050 MVA (N-1), wat eventueel uitgebreid kan worden tot maximaal 1.400 MVA. Onderzocht zal moeten worden of dat binnen de huidige footprint mogelijk is. Voor die aanvullende uitbreiding zijn wel extra voedende 150 kV kabels nodig en is op een nader

¹³ Regiostudie Haarlemmermeer. Liander. 2019.

¹⁴ Dit is het continu beschikbare vermogen. Om stringen op te vangen heeft TenneT één transformator beschikbaar als back-up, de zogenaamde enkelvoudige storingsreserve (N-1).

te bepalen locatie ten zuiden van het bestaande station Vijfhuizen een geheel nieuw 380/150 kV-station nodig om de uitbreiding aan te sluiten. Het grootste gedeelte van de huidige geplande capaciteit van 1.050 MVA is nu al gereserveerd voor Liander (400 MVA), en klantaansluitingen van onder andere datacenters. Dit hoogspanningsstation zit nu dus al contractueel vol als alle aanvragen daadwerkelijk worden gecontracteerd.

- **Realisatie 150 kV koppelstation A4-zone 2 (werknaam Schiphol Trade Park)**
TenneT en Liander willen in de A4-zone een tweede transformatorstation realiseren 2026. Dit transformatorstation wordt gevoed vanuit koppelstation Vijfhuizen. Liander realiseert hier een (start)capaciteit van 160 MVA, dat is ook de capaciteit die TenneT hier realiseert. TenneT verwacht hier vooralsnog geen klantaansluitingen op 150 kV. Een eventuele verdere uitbreiding van dit station door Liander van 160 MVA naar 400 MVA vereist dus ook additionele capaciteit bij TenneT op zowel het A4-zone 2 station als station Vijfhuizen. Er zijn dan ook één of twee additionele hoogspanningskabels nodig tussen deze beide stations en één of twee extra 380/150 kV transformatoren. Gemiddeld is er 5 à 7 jaar nodig om extra kabels te realiseren (exclusief vergunningverlening). Gesprekken over grondaankopen lopen nog met de gemeente, omvang moet uiteindelijk geschikt zijn voor uitbreiding tot 400 MVA.
- **Er wordt gezocht naar een locatie voor een nieuw 380/150 kV hoogspanningsstation ten zuiden van het Noordzeekanaal tussen Beverwijk en Vijfhuizen**
Voor een nieuw hoogspanningsstation van TenneT met een beoogde capaciteit van 1.500 MVA (N-1) wordt een locatie gezocht in een zoekgebied ten zuiden van Noordzeekanaal, tussen Beverwijk en Vijfhuizen. Het is voornamelijk bedoeld voor de industrie in de Haven van Amsterdam en zal in de periode 2029-2031 beschikbaar zijn. Mogelijk kunnen in de toekomst grootverbruikers in Haarlemmermeer ook aangesloten worden op dit nieuwe hoogspanningsstation en kan het OS Vijfhuizen (380/150 kV) ontlasten. Er wordt op deze locatie nog geen aansluiting met het netwerk van Liander verwacht.


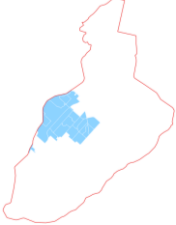
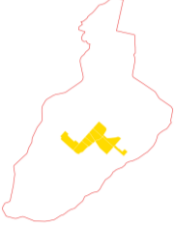
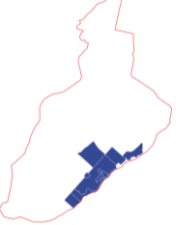
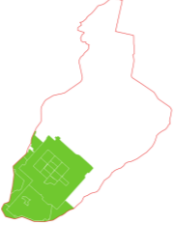
3.2 Voorziene knelpunten in de periode voor 2027

Op dit moment en op de korte termijn tot 2027 zijn er een aantal stations waar zich volgens de netbeheerders capaciteitsknelpunten (gaan) voordoen. Voor deze korte termijn heeft CE Delft geen aanvullende analyses gedaan, omdat het gaat om kortetermijnplannen en inschattingen die de netbeheerders zo goed als mogelijk kunnen maken op basis van bekende plannen en klantaanvragen. Voor al deze inzichten geldt dat het gaat om de huidige momentopname, er kunnen altijd onvoorziene klantaanvragen komen die mogelijk voor extra of vervroegde knelpunten zorgen.

3.2.1 Onderstations van Liander

Liander voorziet tijdelijke knelpunten die opgelost zouden moeten zijn wanneer in 2025 het nieuwe onderstation Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) gereed komt en een jaar later het nieuwe onderstation A4-zone 2. De volgende knelpunten worden voorzien:

Tabel 10 - Overzicht huidige knelpunten bij onderstations van Liander

Onderstation	Knelpunten tot 2027
<p>OS Vijfhuizen (150 kV)</p> 	<p>Liander geeft aan dat zij in de periode tot 2027 geen capaciteitsknelpunten verwacht op de capaciteit die ze heeft op de 150 kV-koppelstations Haarlemmermeer en Vijfhuizen. Onderstation Vijfhuizen voedt een deel van de gemeente Haarlemmermeer en is contractueel wel bijna vol. Eén enkele grote klantaanvraag kan de restcapaciteit op dit station volledig benutten. Op dit station bestaat dus het risico dat er in de periode tot 2027 geen nieuwe grootverbruikers meer kunnen worden aangesloten. Er worden aansluitvelden bijgebouwd, zodat er opwek aangesloten kan worden.</p>
<p>Schakelstation Hoofddorp (onderdeel van OS Haarlemmermeer 20 kV)</p> 	<p>Op dit schakelstation zijn bedrijven aangesloten (m.n. datacenters). Dit schakelstation is momenteel overbelast¹⁵. Liander verwacht dat dit probleem uiterlijk in 2025 is opgelost wanneer het nieuwe onderstation Rozenburg-Zuid gereed komt. De overbelasting zal in de toekomst aangesloten worden op het nieuwe onderstation A4-zone 2. Voor dit schakelstation bleek congestie-management niet mogelijk met de toen geldende codes. Dat betekent dat grootverbruikers in het voorzieningsgebied van dit schakelstation tot 2025 geen nieuwe of extra capaciteit kunnen krijgen. Kleinverbruikers, zoals woningen, zijn niet aangesloten op dit schakelstation en krijgen niet te maken met deze beperking.</p>
<p>OS Hoofddorp (50 kV)</p> 	<p>Dit onderstation heeft op dit moment capaciteitsproblemen¹⁶, waardoor er tijdelijk geen nieuwe aansluitingen voor grootverbruik-afnemers gerealiseerd kunnen worden. Het aansluiten van opwek is nog beperkt mogelijk. Liander verwacht dat dit probleem uiterlijk in 2025 is opgelost wanneer het nieuwe onderstation Rozenburg-Zuid gereed komt. Voor dit station bleek congestie-management niet mogelijk. Dat betekent dat grootverbruikers (bijvoorbeeld grote winkels en andere bedrijven) in het voorzieningsgebied van dit onderstation tot 2025 geen nieuwe of extra capaciteit kunnen krijgen. Woningbouwplannen die bekend zijn bij Liander kunnen vooralsnog wel aangesloten worden. Liander stelt in algemene zin wel eisen voor het aansluiten van woningen aan de maximale capaciteit in kW per woning.</p>
<p>OS Rozenburg (50 kV)</p> 	<p>Dit onderstation heeft op dit moment capaciteitsproblemen¹⁷, waardoor er tijdelijk geen nieuwe aansluitingen voor grootverbruik-afnemers gerealiseerd kunnen worden. Het aansluiten van opwek is nog wel mogelijk. Liander verwacht dat dit probleem uiterlijk in 2025 is opgelost wanneer het nieuwe onderstation Rozenburg-Zuid gereed komt. Voor dit station bleek congestie-management niet mogelijk. Dat betekent dat grootverbruikers (bijvoorbeeld grote winkels en andere bedrijven) in het voorzieningsgebied van dit onderstation tot 2025 geen nieuwe of extra capaciteit kunnen krijgen. Woningbouwplannen die bekend zijn bij Liander kunnen wel aangesloten worden. Liander stelt in algemene zin wel eisen voor het aansluiten van woningen aan de maximale capaciteit in kW per woning.</p>
<p>OS Nieuw-Vennep (50 kV)</p> 	<p>Dit onderstation kent op dit moment nog geen capaciteitsproblemen, maar de verwachting van Liander is dat op dit onderstation in 2024 of 2025 de maximale capaciteit wordt bereikt. In 2025 komt het nieuwe onderstation Rozenburg-Zuid gereed, dat moet een oplossing bieden voor de capaciteitsbeperkingen op deze locatie. Er kan dus een relatief korte periode zijn waar het op dit station niet mogelijk is om grootverbruikers (bijvoorbeeld grote winkels en andere bedrijven) in het voorzieningsgebied van dit onderstation van nieuwe of extra capaciteit te voorzien. Woningbouwplannen die bekend zijn bij Liander kunnen wel aangesloten worden.</p>

3.2.2 Koppelstation capaciteit Liander

Liander geeft aan dat zij in de periode tot 2027 geen capaciteitsknelpunten verwacht op de capaciteit die zij beschikbaar heeft op de 150 kV koppelstations. Koppelstation Vijfhuizen voedt een deel van Haarlemmermeer en is contractueel wel bijna vol. Eén enkele grote klantaanvraag kan de restcapaciteit op dit station volledig benutten, ook de voorziene uitbreiding met 80 MVA op 20 kV in 2024 is al zo goed als vergeven. Op dit station bestaat dus het risico dat er in de periode tot 2027 geen nieuwe grootverbruikers meer kunnen worden aangesloten.

3.2.3 Koppel- en hoogspanningsstations van TenneT

TenneT geeft aan te verwachten voor de komende jaren over voldoende capaciteit te beschikken voor nieuwe aansluitingen. TenneT kijkt voor haar investeringen tien jaar vooruit, knelpunten die daaruit voorzien worden, worden opgelost met de in Paragraaf 3.1.2 beschreven netinvesteringen.

3.2.4 Overzicht capaciteitsknelpunten

Bovenstaande capaciteitsknelpunten zijn samengevat in Tabel 11.

Tabel 11 - Overzicht huidige capaciteitsknelpunten op de elektriciteitsinfrastructuur in Haarlemmermeer

Knelpunten	Onder- en koppelstations vanuit Liander	Hoogspanningsstations TenneT	MSRs
Huidig	Ja, in de voedingsgebieden van: <ul style="list-style-type: none">– Hoofddorp (nu - 2025);– Schakelstation Hoofddorp (nu - 2025);– Rozenburg (nu - 2025);– Nieuw-Vennep (2024-2025). De capaciteit bij Vijfhuizen is nog zeer beperkt.	Nee	Onbekend

¹⁵ <https://www.liander.nl/sites/default/files/20190528%20Vooraankondiging%20verwachte%20congestie%20verdeelstation%20Haarlemmermeer%20v1.0.pdf>

¹⁶ <https://www.liander.nl/sites/default/files/20201210%20Vooraankondiging%20verwachte%20congestie%20verdeelstation%20Hoofddorp%20V1.2.pdf>

¹⁷ <https://www.liander.nl/sites/default/files/20191128%20Vooraankondiging%20verwachte%20congestie%20verdeelstation%20Rozenburg%20%28Schiphol-Rijk%29%20v1.0.pdf>

4 Resultaten verwachte ontwikkelingen

De verwachte toekomstige ontwikkelingen in Haarlemmermeer zorgen voor een grotere elektriciteitsvraag en een grotere vraag naar elektrisch vermogen. Dat elektrisch vermogen moet aangesloten worden op de het elektriciteitsnet en heeft daarmee impact op de elektriciteitsinfrastructuur. In dit hoofdstuk bespreken we de impact op de elektriciteitsinfrastructuur en de knelpunten die dit oplevert voor de zichtjaren van de scenario's: 2027, 2035 en 2050. We hebben die impact op drie niveaus kwantitatief en op één niveau kwalitatief geanalyseerd:

- kwantitatief op de capaciteit van de onderstations van Liander (50/20/10 kV onderstations);
- kwantitatief op de capaciteit van de koppelstations vanuit Liander (150 kV koppelstations);
- kwalitatieve verkenning van de impact op de infrastructuur van TenneT (380/150 kV koppel- en hoogspanningsstations);
- kwantitatief op het *aantal* publieke middenspanningsruimtes (MSRs) en midden-spanningskabels (MS-ringen) van Liander in buurten.

Afname is bepalend voor de netimpact

In de gemeente Haarlemmermeer zijn er zowel ontwikkelingen op het gebied van de afname of verbruik van elektriciteit, als op het gebied van de invoeding of opwek van elektriciteit. We zullen in dit hoofdstuk de nadruk leggen op de afname van elektriciteit, omdat uit onze analyse is gebleken dat de afname veelal bepalend is voor de netimpact. De prognose van de teruglevering van elektriciteit door kleinverbruikers komt bij CE Delft en Liander vrij goed overeen. Liander verwacht als gevolg hiervan geen knelpunten op de onderstations en haar capaciteit op de koppelstations. Voor de grootschalige opwek van wind en zon zien wij wel verschillen. Hoe dit zich verhoudt ten opzichte van de afname hebben we in kaart gebracht op het niveau van de koppelstations vanuit Liander, zie Paragraaf 4.2.

Achtergrondrapport

De volledige analyse van de impact op deze aspecten is uitgewerkt in het vertrouwelijke achtergrondrapport. In dit publieke rapport geven we de samenvatting van alle conclusies die in het vertrouwelijke achtergrondrapport zijn getrokken. We bespreken de knelpunten allereerst per infrastructuurniveau voor de verschillende zichtjaren, daarna geven we een samenvattend overzicht van de knelpunten per zichtjaar.

In Hoofdstuk 2.2 hebben we beschreven welke methode we gebruikt hebben om tot deze resultaten te komen.

Kanttekeningen bij de resultaten

Voor de interpretatie van de resultaten is het van belang om een aantal opmerkingen en kanttekeningen te plaatsen:

- Alle ontwikkelingen in een voorzieningsgebied van een onderstation zijn geprojecteerd op dat desbetreffende onderstation. Aansluiten van elke ontwikkeling op dat onder-

station is niet altijd het geval. Sommige ontwikkelingen vereisen een hoger vermogen en worden bijvoorbeeld niet op een 10 kV onderstation, maar op een 20 kV of 50 kV onderstation aangesloten. Bij zeer grote vermogens, zoals datacenters, behoort aansluiten bij TenneT ook tot een mogelijkheid.

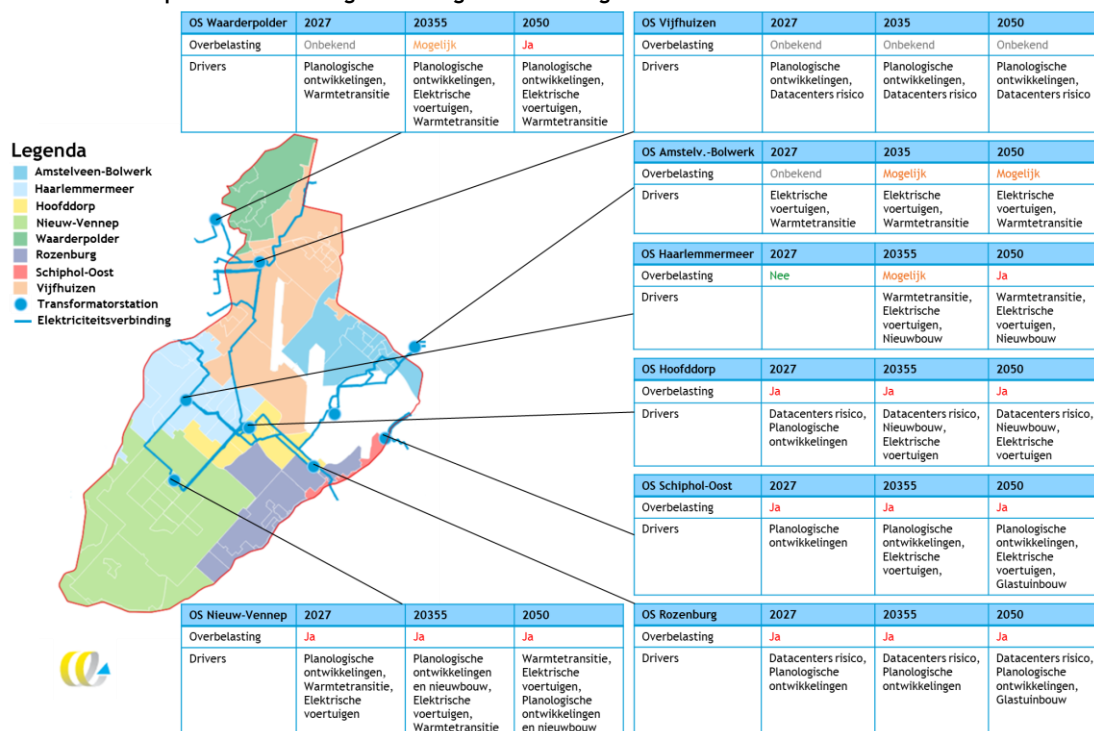
- Het datacenterbeleid van de gemeente stuurt erop dat datacenters zoveel mogelijk aansluiten bij TenneT. Het hangt echter af van het aansluitvermogen dat een datacenter contracteert of dat ook het geval zal zijn. Als er veel datacenters met een beperkt vermogen een aanvraag doen, kan het grootste deel alsnog bij Liander aangesloten moeten worden. Wij projecteren daarom datacenters ook op de onderstations van Liander. De belasting van datacenters komt sowieso op de infrastructuur van TenneT terecht, hetzij via directe aansluitingen bij TenneT, hetzij via de infrastructuur van Liander.
- Datacenters hebben een continue belasting en zorgen altijd voor een toename op het piekmoment. Datacenters kenmerken zich echter wel door het feit dat ze over het algemeen een veel groter vermogen contracteren dan dat ze gebruiken. Wij rekenen met de gecontracteerde capaciteit, de fysieke belasting door datacenters kan dus in de praktijk lager uitvallen (zie ook Paragraaf 2.4.3).
- Dit onderzoek telt de orde-grootte inschattingen van de piekbelasting van extra ontwikkelingen op bij de bestaande piekbelasting zonder rekening te houden met profieffecten. In de praktijk kan de gesommeerde piekbelasting wat lager uitvallen. Om dit precies te bepalen zal Liander een integrale doorrekening moeten doen die niet mogelijk was binnen dit onderzoek. Ook kan het zijn dat de hoogste piek enkele uren per jaar optreedt, waardoor met flexibiliteitsmiddelen de uitbreiding van netinfrastructuur wat beperkter kan zijn dan geschetst in dit rapport. Dit geldt met name in de periode 2035 en 2050 waarbij CE Delft relatief veel extra ontwikkelingen ziet.
- Onze analyse bekijkt vanuit verschillende invalshoeken de ontwikkelingen van de netbelasting in relatie tot de beschikbare netcapaciteit nu en in de toekomst. De studie geeft daarmee inzicht in waar en in welk scenariojaar er mogelijk knelpunten kunnen ontstaan en wat daarvoor oplossingen kunnen zijn. De studie kan hier echter geen zekerheid over geven of een sluitend oplossingspakket aanbieden. Dat heeft er mee te maken dat we (1) ver in de toekomst kijken en ontwikkelingen onzekerheden kennen, (2) Liander geen integrale doorrekening heeft kunnen doen van alle ontwikkelingen zodat alle belastingpieken minder nauwkeurig zijn, (3) knelpunten in de scenariojaren zullen in de tussenliggende periode ontstaan, wanneer is moeilijk te voorspellen, (4) sommige potentiële knelpunten niet op dit niveau door Liander zijn vast te stellen als het gaat om kabelbelastingen, ondergrondse knelpunten en vrije velden, (5) een deel van het netwerk ook te maken heeft met ontwikkelingen buiten de gemeente die we niet allemaal in deze studie hebben kunnen bepalen. De ontwikkelingen die wij extra zien in de gemeente Haarlemmermeer kunnen ook in andere gemeenten plaatsvinden, die ontwikkelingen zijn echter buiten beeld. Met name voor 2035 en 2050 zien we veel ontwikkelingen die op sommige onderstations een extra impact kunnen opleveren.
- Deze methode geeft een eerste indicatie van de impact van de ontwikkelingen in de gemeente, het identificeert risico's, mogelijke knelpunten en de drivers hiervoor, maar kan die niet met zekerheid vaststellen.

4.1 Impact op de onderstations van Liander (50/20/10 kV stations)

Voor de toekomstjaren spelen er een aantal zaken. Allereerst zijn er veel ontwikkelingen in de voorzieningsgebieden van de huidige onderstations ten aanzien van de afname van elektriciteit. Voor bijna elk van deze onderstations geldt dat in één of meerdere toekomstjaren de ontwikkelingen in deze gebieden niet op de bestaande stations aangesloten kunnen worden omdat de capaciteit van deze stations daarvoor niet volstaat. De kaart van Figuur 9

illustreert dit beeld. In de figuur is weergegeven wanneer de vermogensvraagontwikkeling in het voorzieningsgebied naar verwachting de stationscapaciteit overschrijdt en wat hiervoor per gebied de voornaamste drivers zijn. In Bijlage A bespreken we kort elk onderstation.

Figuur 9 - Vermogensvraagontwikkeling in de voorzieningsgebieden van de bestaande onderstations in relatie tot de stationscapaciteit exclusief grootschalige hervredeling naar nieuwe onderstations



Opmerking: onderstation Schiphol Centrum is vanwege vertrouwelijkheid buiten beschouwing gelaten omdat hier slechts enkele klanten en geen kleinverbruikers op zijn aangesloten.

Dat is iets wat Liander al deels heeft zien aankomen, waardoor er nu twee nieuwe onderstations in Haarlemmermeer gerealiseerd gaan worden in de zogenaamde A4-zone: onderstation Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) in 2025 en onderstation A4-zone 2 in 2026, zie ook Hoofdstuk 3. Ontwikkelingen die plaatsvinden in de voorzieningsgebieden van de bestaande onderstations wil Liander dan (deels) aansluiten op deze nieuw te bouwen onderstations. De overbelasting van de bestaande onderstations, die is weergegeven in Figuur 9, hoeft dus mogelijk niet op al deze stations plaats te vinden. Ook zal Liander een aantal onderstations uitbreiden met meer capaciteit.

Voor een aantal voorzieningsgebieden bieden deze nieuw te bouwen A4-zone stations niet een voor de hand liggende oplossing, bij die onderstations is er sprake van een knelpunt dat een andere oplossing vergt. Dat is het geval bij:

- Onderstation Schiphol-Oost, hier verwacht Liander dat de overbelasting aangesloten kan worden op een nieuw te bouwen onderstations elders in de regio (Amstelveen-Zuid).
- Onderstation Amstelveen-Bolwerk, dit station zal Liander vernieuwen en verzwaren in de nabijheid van de huidige locatie.
- Onderstation Waarderpolder-Haarlemmerliede, hier is slechts een klein deel van de gemeente aangesloten en de geografische afstand ten opzichte van de A4-zone stations is te groot.
- Voor onderstation Vijfhuizen is aansluiten op de A4-zone niet vanzelfsprekend. Dat heeft te maken met de afstand tussen dit gebied en het de nieuwe A4-zone

onderstations en de aanwezigheid van gebieden waar in de ondergrond knelpunten zijn voor het aanleggen van kabels.

Een nadere toelichting op de verschillende gebieden en de mogelijkheid om aan te sluiten op de nieuwe A4-zone stations geven we in Hoofdstuk 5.1. Voor alle onderstations waar de nieuwe A4-zone stations wel een oplossing kan zijn, resteert de vraag of de nieuwe A4-zone stations voldoende nieuwe capaciteit aan het netwerk toevoegen om te voorzien in de vermogensvraag die we verwachten in alle scenario's. Als dat niet het geval is, ontstaan er capaciteitsknelpunten en zijn er extra onderstations nodig.

Totale vermogensvraag (belasting) ten opzichte van de totale capaciteit

Om te onderzoeken of er voldoende capaciteit is in het Liander netwerk voor de ontwikkelingen in Haarlemmermeer, hebben we de totale belasting van alle onderstations opgeteld en deze vergeleken met de totale capaciteit van die de onderstations, inclusief de twee nieuwe A4-zone onderstations. Dit beeld is geschetst in Figuur 10. We moeten bij dit figuur en de achterliggende analyse wel een aantal kanttekeningen plaatsen, die zijn beschreven in het tekstkader onder het figuur.

We hebben in Figuur 10 in kaart gebracht wat de prognose van Liander is ('Basisbelasting Liander', grijs gearceerd weergegeven) en wat CE Delft daar nog voor aanvullende ontwikkelingen bovenop ziet op basis van de scenario's (de CE-categorieën), zoals beschreven in Hoofdstuk 2.2. De figuur laat in staafjes de opbouw zien van de vermogensvraag of belasting in de scenario's voor de verschillende zichtjaren. De rode lijnen geven de totale stationscapaciteit weer, dat is de maximale vermogensvraag of belasting waarin een station kan voorzien. De huidige totale stationscapaciteit is ongeveer 550 MW (onderste bruinrode lijn), met de geplande uitbreidingen tot 2027 is de capaciteit ongeveer 1.340 MW (middelste rode lijn). De geplande netuitbreidingen zijn het verzwaren van station Vijfhuizen, het nieuw te bouwen Rozenburg-Zuid (eerste station A4-zone, gereed in 2025) en een tweede nieuw te bouwen station in de A4-zone met een capaciteit 160 MVA (gereed in 2026). Dat laatste station kan op termijn mogelijk uitgebreid kan worden met 240 MVA tot 400 MVA en is dan beschikbaar in scenariojaar 2035 (bovenste dunne rode lijn)¹⁸. De totale stationscapaciteit is dan circa 1.580 MW.

De uitsplitsing van de 'Basisbelasting Liander' is eronder in Figuur 11 weergegeven voor hun midden scenario (de 'investeringslijn'). In dit figuur geven de verticale zwarte intervallijnen geven aan waar het laag scenario uitkomt (onderkant van de intervallijn) en waar het hoog scenario uitkomt (bovenkant van de intervallijn).

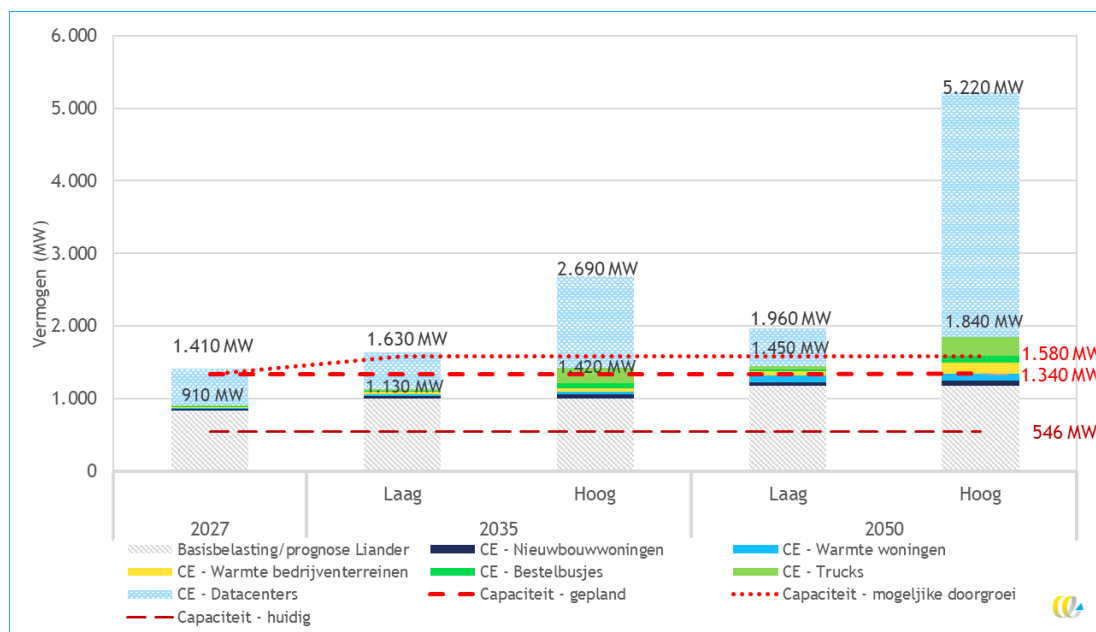
Uit beide grafieken kunnen we meteen een aantal conclusies trekken:

- De totale capaciteit van alle bestaande stations is vanaf 2027 niet voldoende om in de totale verwachte belasting te voorzien. Dat geldt zowel voor de prognose van Liander volgens haar investeringslijn, als het totaal van de investeringslijn van Liander en de aanvullende belasting die door CE Delft voorzien wordt in de scenario's. Het essentieel dat de twee nieuwe onderstations in de A4-zone tijdig gereed zijn.
- De totale capaciteit inclusief de nieuwe onderstations volstaat voor alle zichtjaren voor de belasting die Liander meeneemt in haar prognose voor de investeringslijn. Dit is echter voor de hele gemeente, en geen garantie dat de individuele onderstations voldoende capaciteit hebben of dat de kabels van het distributienet niet overbelast raken.

¹⁸ Daarvoor zullen Liander en TenneT echter wel aanvullende netuitbreidingen moeten doen, zoals het leggen van extra hoogspanningskabels en het bijbouwen van transformatoren op station Vijfhuizen.

- Voor de energiescenario's van CE Delft zien we een ander beeld. Als je kijkt naar de totaal te verwachten belasting op basis van de laag en hoog scenario's (waarin de plannen van de gemeente verwerkt zitten), dan volstaat de totale capaciteit van de onderstations niet. Potentieel in alle zichtjaren. De inschattingen laten zien dat de vermogensvraag fors groter kan zijn dan waar Liander nu vanuit gaat.

Figuur 10 - Totale vermogensvraag (balkjes) ten opzichte totale capaciteit (lijnen) onderstations Haarlemmermeer

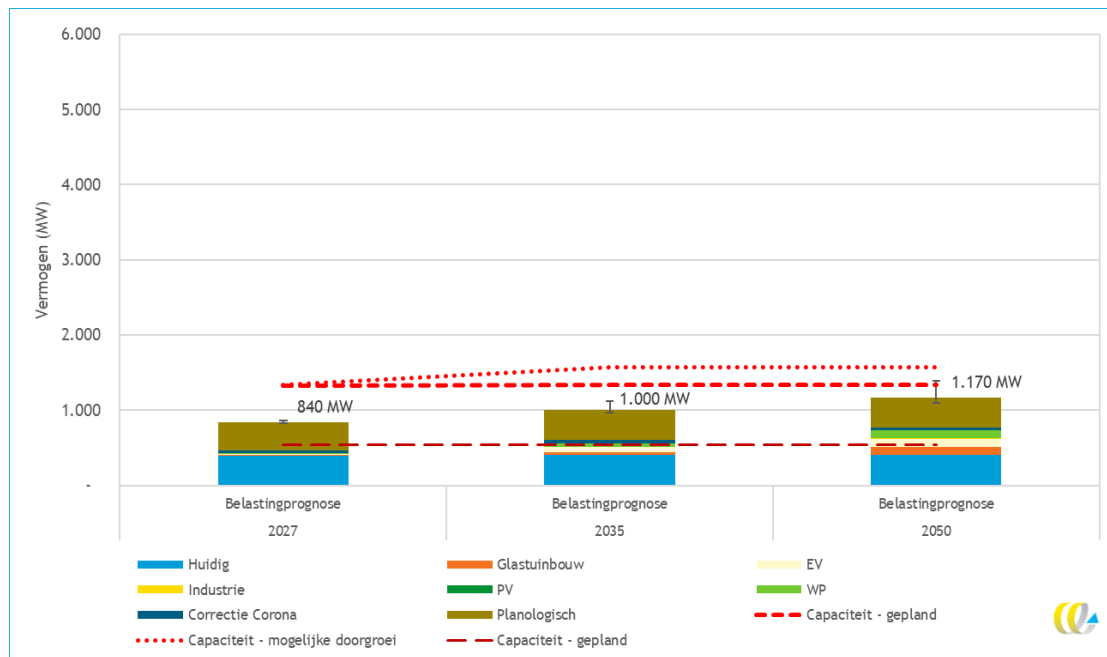


Kanttekeningen bij figuur

- Niet alle belasting kan vrijelijk over alle stations verdeeld worden vanwege de onderlinge afstand tussen een aansluiting en een station. Dit beeld geeft dus enkel een eerste indicatie of er in totaal voldoende capaciteit is in Haarlemmermeer en laat vooral zien hoe de belasting zich ontwikkelt en welke drivers hiervoor zijn.
- Een aantal stations waar gebieden in Haarlemmermeer op zijn aangesloten, bevinden zich buiten de gemeente en de vrije capaciteit op deze stations moet gedeeld worden met nieuwe ontwikkelingen buiten de gemeente. Ook hier speelt dat de aanvullende ontwikkelingen ('CE Delft - Opgave') alleen voor de gemeente Haarlemmermeer in beeld zijn gebracht, maar ook buiten de gemeente tot additionele vermogensvraag kunnen leiden. Dat geldt ook voor stations die gedeeltelijk een gebied buiten de gemeente voeden.
- Bij een herverdeling van de belasting op stations kan het samenspel tussen gelijktijdige belasting van verschillende belastingcategorieën net iets anders zijn, waardoor de netto belasting iets hoger of lager kan zijn. Ook het samenspel van de piekbelasting van de additionele opgave van CE Delft kan in praktijk lager uitpakken. In deze studie heeft Liander de verschillen tussen de scenario's van Liander en CE Delft niet doorgerekend. CE Delft heeft daarom per sector de additionele opgave berekend per onderstation, uitgedrukt in de verwachte netbelasting van die specifieke sector. Echter hebben verschillende sectoren op andere momenten deze maximale piek. Daarnaast zijn de netcomponenten met elkaar verbonden, waardoor ze interactie met elkaar kunnen hebben. Daarom is deze additionele opgave niet gelijk aan de daadwerkelijke netbelasting. De netbelasting zal naar verwachting lager zijn omdat niet alle sectoren tegelijk dezelfde maximale netbelasting hebben.
- In dit figuur laten we alleen de belasting door de afname zien, we zullen later bespreken dat het totaal aan opwek lager ligt dan de afname, waardoor de afname bepalend is voor de capaciteit.

- De volgorde van de verbruikscategorieën zijn willekeurig. We hebben enkel datacenters bovenop gearceerd weergegeven omdat er veel onzekerheid is over de omvang van datacenters die zullen aansluiten bij Liander. Het beleid is erop gericht dat datacenters zullen aansluiten bij TenneT.

Figuur 11 - Totale vermogensvraag volgens de investeringslijn van Liander (balkjes) ten opzichte totale capaciteit (lijnen) onderstations Haarlemmermeer



Voorname drivers voor vermogensvraag en overbelasting

Als we nauwkeuriger naar Figuur 10 kijken, zien we dat een aantal ontwikkelingen in de gemeente Haarlemmermeer veel bijdragen aan de toename van de vermogensvraag. Dat zijn (potentieel) datacenters, elektrische voertuigen (met name trucks en bestelbusjes), de warmtetransitie (warmtepompen) en de planologische ontwikkelingen die Liander voorziet, in combinatie met de nieuwbouwwoningen die Liander nog niet voorziet. De planologische ontwikkelingen die Liander meeneemt zijn alle bekende plannen van Liander voor klantaansluitingen van bedrijven, datacenters en nieuwbouwprojecten voor woningen. Daarbij moet opgemerkt dat Liander niet alle woningbouwplannen van de gemeente kent.

De volgorde van de verbruikscategorieën in Figuur 10 is willekeurig. We hebben enkel datacenters bovenop gearceerd weergegeven omdat er veel onzekerheid is over de omvang van datacenters die zullen aansluiten bij Liander. Dat heeft ermee te maken dat datacenters grote vermogensvragen kennen en daarmee veel impact hebben op de elektriciteitsinfrastructuur, terwijl de precieze ontwikkelingen moeilijk valt te voorspellen:

- In de scenario's is een grote bandbreedte in de mogelijke ontwikkeling van datacenters.
- Het is onzeker of datacenters aansluiten bij Liander of direct op TenneT, dat hangt mede af van de omvang van de nieuwe datacenters. Vooral nog lijkt het op korte termijn veelal te gaan om aansluitingen bij TenneT.
- De gecontracteerde belasting van datacenters is hoog, terwijl de fysieke belasting vaak fors lager is, zeker in de beginperiode.

De precieze ontwikkeling van datacenters vormt dus een risico voor de beschikbare stationscapaciteit op het netwerk van Liander voor overige ontwikkelingen.



Bestelbusjes en trucks kennen na datacenters de grootste onzekerheid omdat zowel het aantal als het gelijktijdige laadvermogen nog onzeker is. In 2027 volstaat de totale stationscapaciteit alleen als niet alle datacenters aansluiten bij Liander. In de jaren erna zien we een wisselend beeld. Vanaf het 2035 hoog scenario volstaat ook zonder dat datacenters aansluiten bij Liander de huidige voorziene stationscapaciteit van de nieuw te bouwen A4-zone stations niet meer. Daarbij moet opgemerkt worden dat niet elk gebied in Haarlemmeer aangesloten kan worden op de nieuwe A4-zone stations. Het is dan echter moeilijk aan te geven op welke onderstations er dan knelpunten zullen ontstaan en waar er in dat geval nieuwe onderstations moeten komen, dat hangt af van hoe Liander precies de capaciteit op de nieuwe A4-zone onderstations gaat invullen.

Om verder te onderzoeken of de nieuw te bouwen A4-zone stations volstaan en wat de omvang van de capaciteitsknelpunten in Haarlemmeer zijn, hebben we de belastingontwikkeling op de belangrijkste 150 kV-stations voor Haarlemmeer onderzocht. We bespreken dit in de volgende paragraaf.

4.2 Impact op de koppelstations vanuit Liander (150 kV stations)

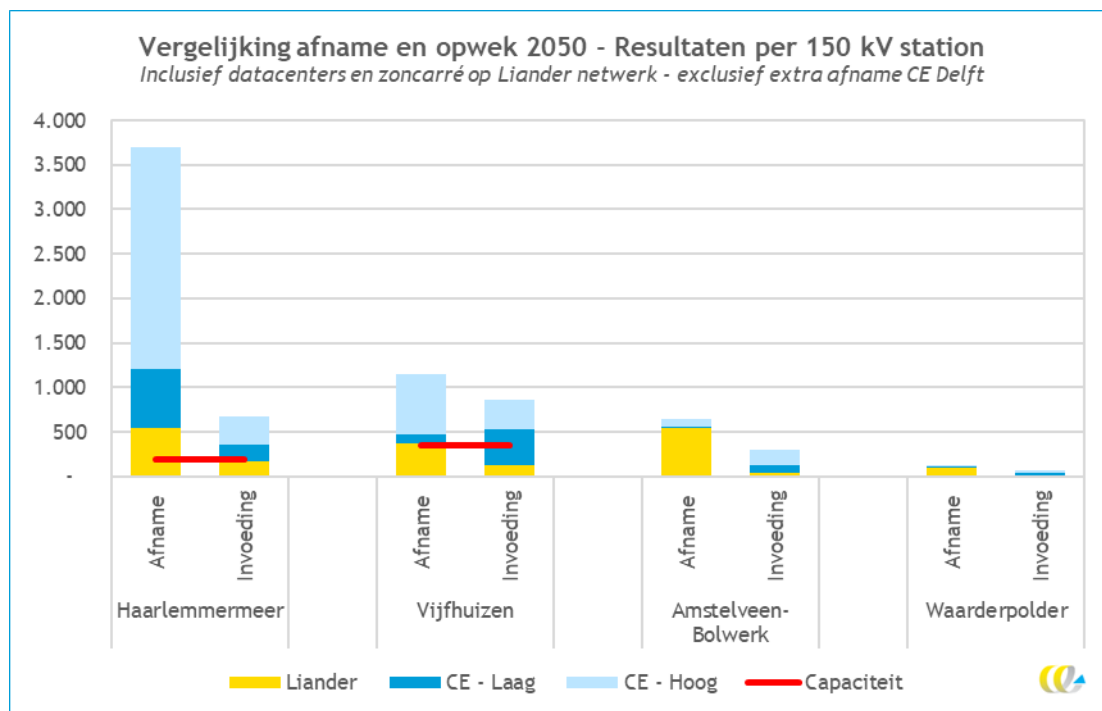
Op het 150 kV spanningsniveau komt alle belasting van de onderstations van Liander samen en koppelt deze belasting door naar het netwerk van TenneT. Ook de nieuw te ontwikkelen A4-zone stations koppelen aan het 150 kV net van TenneT. Of herverdelen van de belasting op de onderstations naar de A4-zone stations volstaat om in alle vermogensvraag te voorzien, kan op dit niveau goed inzichtelijk worden gemaakt. Ook kunnen we op dit niveau goed aanschouwelijk maken of opwek of afname bepalend is voor de capaciteitsknelpunten op het elektriciteitsnet.

Op dit moment zijn er vier 150 kV koppelstations die gebieden in Haarlemmeer voeden. Dit zijn station Haarlemmeer, station Vijfhuizen, station Amstelveen en station Waarderpolder. De netbelasting van de stations Amstelveen en Waarderpolder komt slechts voor een klein gedeelte uit de gemeente. De netbelasting op de stations Haarlemmeer en Vijfhuizen zijn voor een groot gedeelte afkomstig van de gemeente Haarlemmeer. We kijken in deze analyse naar de belasting die vanuit de Liander netten geplaatst worden op de 150 kV koppelstations in relatie tot de capaciteit die Liander bij TenneT beschikbaar heeft op deze koppelstations. Ook TenneT heeft vaak zelf nog aansluitcapaciteit op deze koppelstations beschikbaar voor klantaansluitingen zoals grote datacenters, dat bespreken we onder andere in de volgende paragraaf (Paragraaf 4.3).

Afname is bepalend voor de netimpact

We zien forse ontwikkelingen en ambities die zorgen voor een hogere vermogensvraag door afname, maar ook door opwek. Als we de vermogensgroei voor opwek per gebied afzetten tegen de vermogensgroei voor afname, dan zien we dat de belasting op koppelstations vanuit Liander in gelijke scenario's (dit betekent voor zowel opwek als vraag het hoog scenario, of voor beide het laag scenario) de afname bepalend is voor de hoogte van de capaciteitsknelpunten. Dat is weergegeven in Figuur 12 voor het scenariojaar 2050 waar zowel de belasting door de vraag als die door opwek het grootst is.

Figuur 12 - Vergelijking afname en opwek in 2050 inclusief datacenters en zonnecarré (150 kV vanuit Liander)



Toelichting: de grafiek toont de afname en opwekpiek (invoeding) voor de relevante 150 kV stations vanuit het Liander net. In geel is de belasting weergegeven die Liander vanuit haar belastingprognosestool verwacht op dit niveau, in de blauwkleuren is de belasting weergegeven die volgt uit de aanvullende opgave van de scenario's die CE Delft heeft opgesteld. Geel en donkerblauw geven samen de belasting van het laag scenario weer, geel en alle blauwkleuren samen de belasting van het hoog scenario. De beschikbare capaciteit van Liander op de koppelingen (in 2050) is weergegeven met de rode lijn. De capaciteit van station Amstelveen-Bolwerk en station Waarderpolder zijn niet ingetekend omdat slechts een gedeelte van het vermogen uit de gemeente Haarlemmermeer komt. De vergelijking met de capaciteit zou daarom een onrealistisch beeld geven.

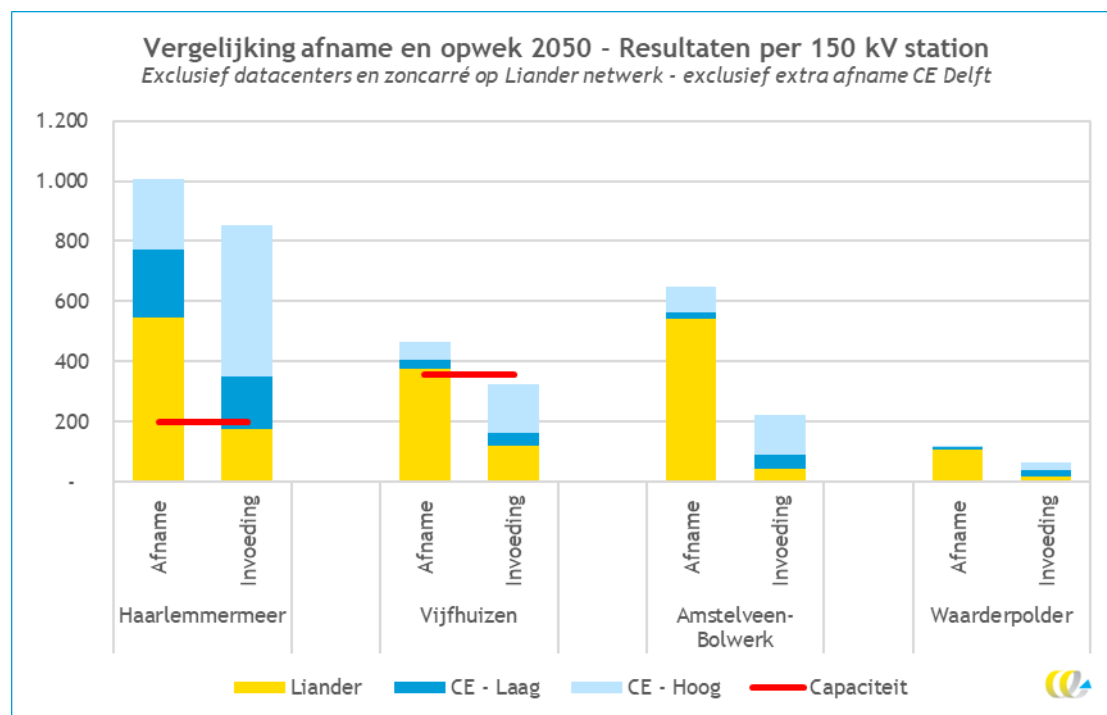
Figuur 12 geeft de afname en opwekpiek (invoeding) weer voor de relevante 150 kV stations, daarbij is verondersteld dat alle datacenters en het volledige zonnecarré aansluit op het net van Liander. Liander pleit ervoor om zoveel mogelijk van de grote zonneakkers, voornamelijk in het zonnecarré, te clusteren en aan te sluiten op het TenneT-netwerk. Liander geeft aan dat zonder clustering er een extra onderstation nodig is¹⁹. Voor datacenters pleit Liander hier ook voor. De gemeente sluit hier in haar (datacenter)beleid ook bij aan.

Het aansluiten met grote vermogens op het TenneT-netwerk heeft een positief effect op de netbelasting van het Liander netwerk en het aantal beschikbare vrije velden op de Liander onderstations. Bij TenneT komt echter nog steeds, naast de belasting via het Liander netwerk, de belasting van de datacenters en de zonneakkers op de koppel- en hoogspanningsstations. De conclusie uit Figuur 12 dat afname en niet de opwek bepalend is voor de netcapaciteit vanuit Haarlemmermeer geldt daarmee ook voor de belasting bij TenneT.

¹⁹ Het aansluiten van opgewekte elektriciteit bij een grootverbruiker zoals een datacenter (cable pooling/ clustering met een grootverbruiker) kan ook een optie zijn. Dat vraagt wel veel afstemming tussen twee partijen op het gebied van technische, organisatorische, juridische en financiële aspecten.

Figuur 13 toont het beeld op het 150 kV koppelstation vanuit Liander voor de situatie dat alle datacenters en alle zonneakkers van de zonnecarré na 2027 aangesloten zijn bij TenneT en dus niet voor belasting zorgen bij Liander. Ook hier zien we dat in gelijke scenario's de opwek piek lager ligt dan de afname piek en dat dus de afname bepalend is voor eventuele capaciteitsknelpunten op de 150 kV koppelstations vanuit Liander.

Figuur 13 - Vergelijking afname en opwek in 2050 excl. datacenters en zonnecarré (150 kV vanuit Liander)



Toelichting: zie toelichting onder Figuur 17.

Opwekpiek in praktijk lager

We gaan in de analyse van deze paragraaf uit van de maximale invoedingspiek die binnen de scenario's te verwachten valt. Dat komt omdat we:

1. Zijn uitgegaan van de NPRES-cijfers voor grootschalige zon-op-daken, die lijken aan de hoge kant en zijn door Liander in de RES-doorrekening naar beneden bijgesteld;
2. Hierin niet het gelijktijdigheidseffect van afname en aanbod mee kunnen nemen, waardoor de netto opwekbelasting lager ligt: op momenten dat er vraag en opwek op een aansluit is, is de netto teruglevering op het net lager dan de opwekpiek.

Vanaf 2050 zien we op dit niveau wel dat de bestaande stationscapaciteit ook voor opwek onvoldoende is en dat de twee nieuwe A4-zone stations noodzakelijk zijn, inclusief de volledige additionele uitbreiding op het geplande tweede A4-zone station. We gaan hierbij in bovenstaande analyse uit van de maximale invoedingspiek die binnen de scenario's te verwachten valt, zie de toelichting in het tekstkader onder Figuur 13.

De belangrijkste driver voor knelpunten ligt dus aan de afname zijde, daar zijn wij in onze analyse verder op ingegaan en daar richten de oplossingsrichtingen zich ook op. Op een aantal specifieke locaties zijn er wel knelpunten ten aanzien van de opwek:

- Conform het RES-advies van de netbeheerders vereist het aansluiten van de zonnecarré clustering van verschillende projecten tot het aansluitniveau van TenneT (150 kV).

Eenzijds omdat Liander niet beschikt over voldoende vrije aansluitvelden en netcapaciteit, en anderzijds vanwege knelpunten in de ondergrond in het gebied van de zonnecarré. Liander geeft aan dat zonder clustering er een extra onderstation nodig is.

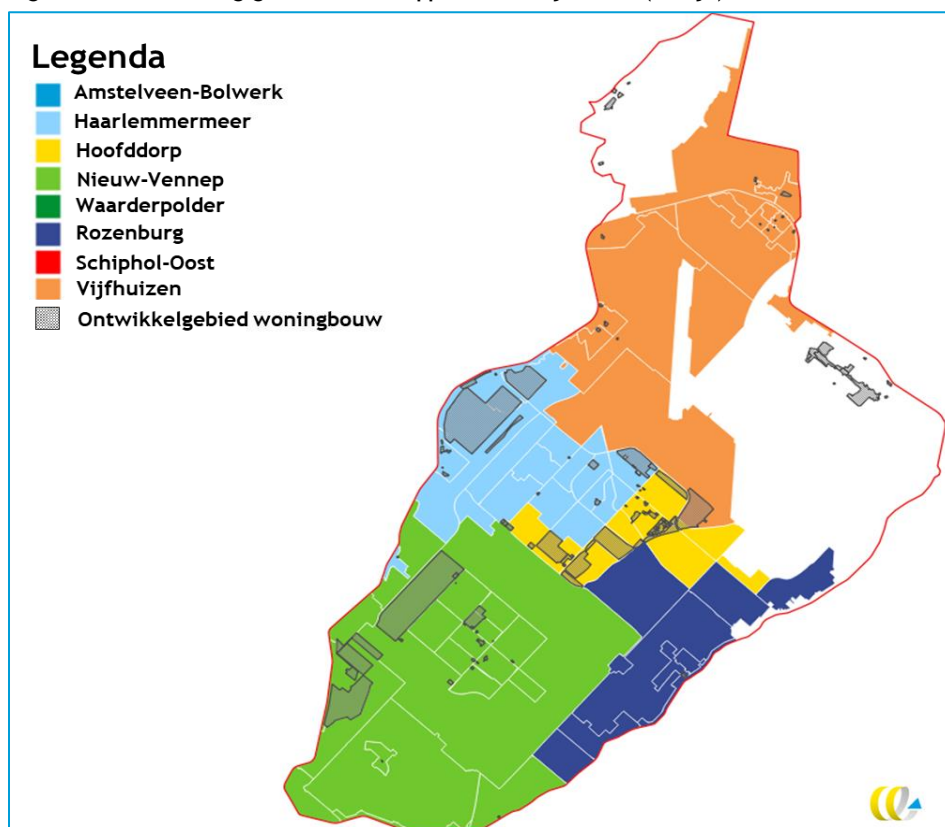
- Het aansluiten van de plannen voor een windpark (45 MW) in de regio van Nieuw-Vennep kan alleen op het nieuwe station A4-zone 2. Op onderstation Nieuw-Vennep kan alleen een windpark (of andere opwek) in kleinere configuratie worden aangesloten (kleiner dan 36 MW).

Ook valt niet uit te sluiten dat er door opwek op bepaalde kabels knelpunten kunnen ontstaan.

Voorziene knelpunten na ingebruikname A4-zone stations

Om verder te onderzoeken of de capaciteit van de te realiseren A4-zone stations (Rozenburg-Zuid en A4-zone 2) volstaat om de verwachte overbelasting van de bestaande onderstations te ondervangen, hebben we de belastingontwikkeling vanuit Liander op de belangrijkste 150 kV-stations voor Haarlemmermeer onderzocht. Het gaat om het 150 kV-station Haarlemmermeer en Vijfhuizen, ook de overbelasting van onderstation Amstelveen-Bolwerk is hierin in overleg met Liander meegenomen. Op dit niveau komt de belasting van de meeste onderstations in de gemeente samen, de beschouwde voorzieningsgebieden zijn weergegeven in Figuur 14.

Figuur 14 - Voorzieningsgebieden van koppelstation Vijfhuizen (oranje) en Haarlemmermeer (overige kleuren)



Opmerking: grijs gearceerd zijn ter informatie de woningbouwgebieden uit de monitor Plancapaciteit weergegeven. Van onderstation Amstelveen-Bolwerk hebben we alleen de overbelasting meegenomen, dit gebied is niet weergegeven op de kaart.

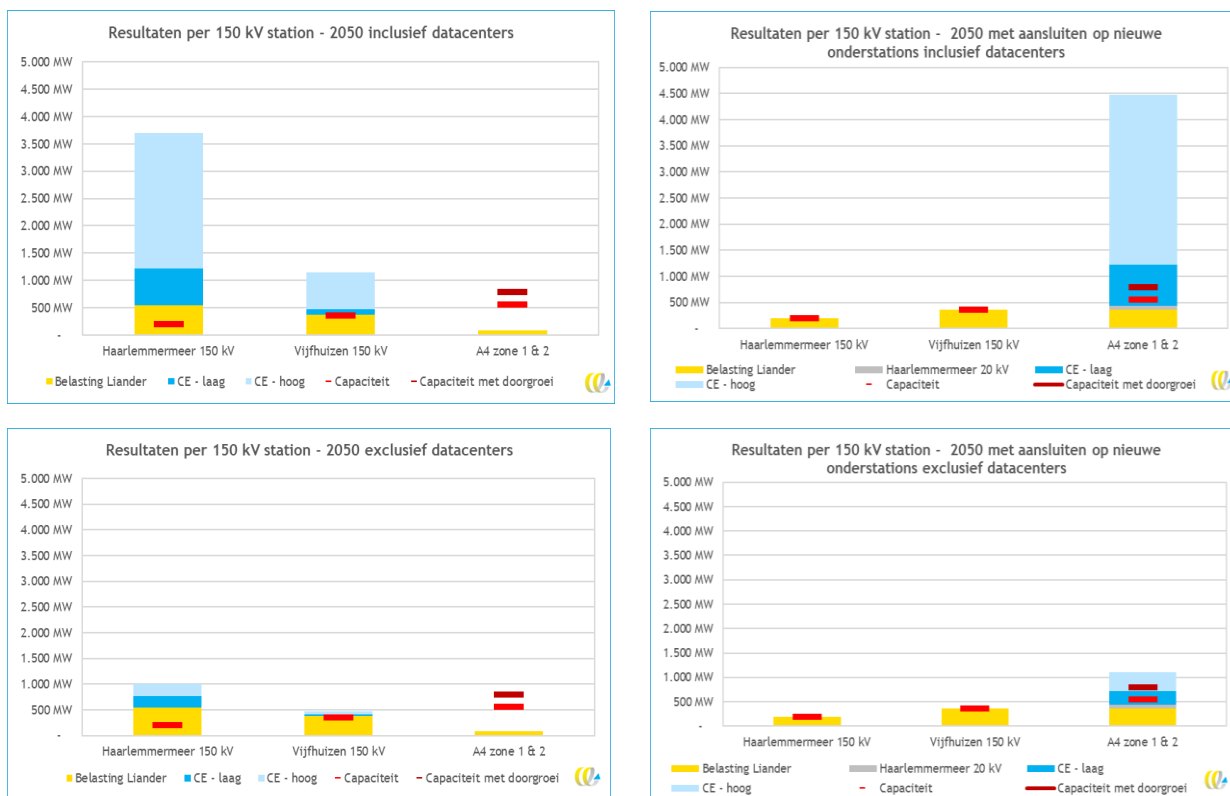
Voor het voorzieningsgebied van het koppelstation Haarlemmermeer vormen de A4-zone stations volgens Liander een oplossing, voor Vijfhuizen ligt dit vanwege de geografische afstand minder voor de hand. In Vijfhuizen komt ook nog veel belasting uit buurgemeenten, voornamelijk Haarlem. Ook daar zal in de scenario's de belasting groter zijn dan Liander prognosticeert, net zoals de additionele ontwikkelingen die CE Delft in kaart heeft gebracht voor de gemeente Haarlemmermeer. Liander geeft echter aan dat de ontwikkelingen in dit gebied voor een groot deel zullen worden ondervangen met een nieuw onderstation in Haarlem. De netbelasting uit Haarlemmermeer op de 150 kV-stations Amstelveen en Waarderpolder komt slechts voor een klein gedeelte uit de gemeente en kunnen we niet volledig in beeld brengen.

De analyse is uitgevoerd inclusief en exclusief datacenters. Inclusief datacenters betekent dat alle datacenters aangesloten worden op het Liander netwerk. Exclusief datacenters betekent dat er geen enkel additioneel datacenter wordt aangesloten op het Liander netwerk, hetzij doordat datacenters niet meer groeien, hetzij doordat ze op TenneT worden aangesloten. De werkelijkheid ligt ergens in deze bandbreedte, afhankelijk hoe datacenters zich zullen gaan ontwikkelen. In de laag scenario's is verondersteld dat datacenters tussen nu en 2030 niet verder groeien dan het vermogen dat is opgenomen in het datacenterbeleid van de gemeente.

De analyse is voor 2050 grafisch weergegeven in Figuur 15, de analyse is voor de overige zichtjaren op een vergelijkbare manier uitgevoerd.

De figuur laat in de linker grafieken zien dat er in het voorzieningsgebied van station Haarlemmermeer en Vijfhuizen er in 2050 meer belasting wordt verwacht (de staafdiagrammen) dan dat er capaciteit beschikbaar is op deze stations (de rode lijnen). Met name in de situatie waarin alle datacenters worden aangesloten op het Liander netwerk (bovenste figuren) zorgt dat voor een fors tekort aan capaciteit. Liander geeft aan (een deel) van de nieuwe belasting te kunnen aansluiten op de te ontwikkelen A4-zone stations. In de rechter grafieken is alle overbelasting op de stations Haarlemmermeer en Vijfhuizen 'aangesloten' op de te ontwikkelen A4-zone stations. We zien dat in 2050 de capaciteit van deze stations niet volstaat om alle belasting te faciliteren. Met name als alle ontwikkelingen van datacenters aansluiten bij Liander levert dit een fors capaciteitstekort op, in zowel het hoog (de hele staafdiagram) als het laag scenario (de geel en donkerblauwe delen van de staafdiagram samen). Alleen wanneer alle nieuwe datacenters worden aangesloten bij TenneT, kan in het laag scenario volstaan worden met een uitbreiding van de te ontwikkelen tweede A4-zone station (grafiek rechts onder).

Figuur 15 - Visuele weergave capaciteitsanalyse 150 kV vanuit Liander voor scenariojaar 2050



Toelichting: de bovenste twee grafieken tonen de analyse inclusief alle datacenters aangesloten bij Liander, de onderste twee grafieken tonen de analyse exclusief datacenters. Voor beide situaties is links de belasting weergegeven zoals deze verwacht wordt in de huidige voorzieningsgebieden van de koppelstations. De situatie rechts laat zien of er voldoende capaciteit is op de te ontwikkelen A4-zone stations als alle overbelasting op de Liander netten van de koppelstations Haarlemmermeer en Vijfhuizen geplaatst kan worden op de A4-zone stations. De staafdiagrammen tonen de belasting. In geel is de belasting weergegeven die Liander vanuit haar belastingprognose tool verwacht op dit niveau, in de blauwkleuren is de belasting weergegeven die volgt uit de aanvullende opgave van de scenario's die CE Delft heeft opgesteld. Geel en donkerblauw geven samen de belasting van het laag scenario weer, geel en alle blauwkleuren samen de belasting van het hoog scenario. De beschikbare capaciteit van Liander op de koppelstations (in 2050) is weergegeven met de rode lijn. De donkerrode lijn geeft de capaciteit weer als het tweede A4-zone station wordt uitgebreid tot zijn maximale capaciteit.

Uit de volledige analyse voor alle zichtjaren van de scenario's volgen de resultaten die weergegeven zijn in Tabel 12. Hieruit blijkt dat er in alle gevallen knelpunten kunnen ontstaan na 2027. In 2027 kan er een capaciteitsknelpunt zijn in de orde grootte van 100 MW als datacenters bij Liander blijven aangesloten. Liander en TenneT verwachten dat dit niet volledig het geval zal zijn. Als datacenters niet aansluiten bij Liander, kan er waarschijnlijk in alle andere zichtjaren volstaan worden met een uitbreiding van de capaciteit van het te ontwikkelen A4-zone 2 station en kan het in 2050 nodig zijn om één extra onderstation²⁰ te realiseren. Uitbreidingen van de capaciteit op de bestaande stations, is voor zover door Liander voorzien al meegenomen in de analyse. Als er toch nog veel datacenters gaan aansluiten bij Liander zullen er mogelijk eerder en meer nieuwe onderstations in de regio noodzakelijk zijn. Dat kan in het hoog scenario van

²⁰ Hierbij gaan we uit van een onderstation dat bestaat uit een capaciteit van maximaal 400 MVA.

2050, waarbij onder andere datacenters zich fors ontwikkelen, zelfs oplopen tot tien extra onderstations als alle datacenters aansluiten bij Liander.

Tabel 12 - Overzicht resultaten analyse 150 kV vanuit Liander - overschotten t.o.v. geplande stationscapaciteit en vereiste aantal additionele 150 kV stations

Belasting koppelstations Haarlemmermeer en Vijfhuizen	2027		2035		2050	
	Inclusief datacenters	Exclusief datacenters	Inclusief datacenters	Exclusief datacenters	Inclusief datacenters	Exclusief datacenters
Overschot additionele opgave	120 MW	-	Laag: 360 MW Hoog: 1.450 MW	Laag: - Hoog: 190 MW	Laag: 670 MW Hoog: 3.930 MW	Laag: 170 MW Hoog: 550 MW
Mogelijk aantal additionele onderstations ²¹	Wellicht uitbreiding A4-2, maar is waarschijnlijk nog niet haalbaar voor 2027	-	Laag: Uitbreiding A4-2 én één extra onderstation. Hoog: Uitbreiding A4-2 én drie extra onderstations.	Laag: Geen uitbreiding vereist Hoog: Uitbreiding A4-2	Laag: Uitbreiding A4-2 én twee extra onderstations. Hoog: Uitbreiding A4-2 én tien extra onderstations.	Laag: Uitbreiding A4-2 Hoog: Uitbreiding A4-2 én één extra onderstation

Opmerking: de weergegeven overschot in MW is het resultaat van onze analyse, het is niet noodzakelijkerwijs de overbelasting op de stations. Dat heeft ermee te maken dat de gebruikte methode de overbelasting waarschijnlijk overschat omdat alle piekbelastingen gelijktijdig verondersteld zijn, dat is niet noodzakelijkerwijs het geval.

Wanneer er nieuwe onderstations nodig zijn, ligt het vanuit het perspectief van de netbeheerder en de maatschappelijke kosten voor netuitbreidingen, het meest voor de hand dat deze onderstation zo dicht mogelijk bij de grote klantontwikkelingen gerealiseerd worden. Een netarchitect van Liander zal samen met de gemeente moeten uitwerken wat in dat geval de meest voor de hand liggende locaties zijn.

4.3 Impact op de hoogspanningsstations van TenneT (380 en 150 kV stations)

De meer kwalitatieve analyse in deze paragraaf bouwt voort op de analyse van de belasting op de koppelstations vanuit Liander in de vorige paragraaf. Dat betekent dat we ook hier de focus leggen op de overbelasting van de voornaamste koppelstations Haarlemmermeer en Vijfhuizen.

De impact op de koppelstations vanuit het Liander netwerk belanden uiteindelijk op de koppel- en hoogspanningsstations van TenneT. De koppelstations zijn aangesloten op het hoogspanningsnet van TenneT en ook datacenters, grootschalige opwek en klanten met een zeer grote vermogensvraag kunnen direct zijn aangesloten op de hoogspanningsstations van TenneT (~100 MW of hoger). Waar er bij de analyse van het Liander netwerk onzekerheid is of met name datacenters zorgen voor belasting op het netwerk van Liander, komt deze belasting sowieso bij TenneT terecht. Hetzij via de koppelstations vanuit het Liander netwerk, hetzij via een directe aansluit op de TenneT stations.

²¹ In deze tabel wordt overal uit gegaan van de realisatie van onderstation met een maximaal vermogen van 400 MVA. Liander kan er uiteraard ook voor kiezen om meerdere onderstations met een kleinere capaciteit te plaatsen.



Vanaf 2035 is het de verwachting dat de in de scenario's voorziene ontwikkelingen meer capaciteit van TenneT vragen dan dat er momenteel beschikbaar is. In de laag scenario's betekent dit dat de uitbreidingsmogelijkheden die er zijn op de te ontwikkelen A4-zone stations mogelijk benut moeten worden²². Daarbij nemen we aan dat circa 600 MVA bij TenneT op Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) ingevuld kan worden met datacenters en dat hier vanaf 2035 nog een uitbreiding met 350 MVA mogelijk is die volledig voor Haarlemmermeer beschikbaar is. We veronderstellen we dat alle overbelasting geografisch gezien aangesloten kan worden op de nieuw te bouwen A4-zone stations. Voor ontwikkelingen in de regio van Vijfhuizen hoeft dat niet het geval te zijn.

Als de ontwikkelingen verlopen volgens het hoog scenario, waarin onder andere datacenters fors groeien, is er in 2035 mogelijk één additioneel 380/150 kV hoogspanningsstation²³ vereist en in 2050 mogelijk twee, naast uitbreiding van de A4-zone stations. In 2050 en mogelijk in 2035 gaat het om zulke grote vermogens dat er mogelijk ook additionele (bovenlijn)verbindingen van 380 kV vereist zijn. Vanuit een netwerkperspectief zou een locatie voor een additioneel 380/150 kV-station zuidelijk van Vijfhuizen gezocht moeten worden. De ruimtelijke impact is fors: één 380/150 kV hoogspanningsstation van TenneT vereist ongeveer 100.000 m² aan ruimte.

Tabel 13 - Overzicht resultaten analyse TenneT - overschotten t.o.v. geplande stationscapaciteit en vereiste aantal additionele 380/150 kV hoogspanningsstations

Belasting koppelstations Haarlemmermeer en Vijfhuizen	2027		2035		2050	
	Inclusief datacenters	Exclusief datacenters	Inclusief datacenters	Exclusief datacenters	Inclusief datacenters	Exclusief datacenters
Aantal additionele hoogspannings- stations TenneT	Geen (inpasbaar binnen geplande capaciteit)		Laag: Mogelijk uitbreiding A4-zone 2 station t.b.v. Liander Hoog: Uitbreiding A4-zone 1+2 stations én één additioneel 380/150 kV station		Laag: Uitbreiding A4-zone 2 station Hoog: Uitbreiding A4-zone 1+2 stations én twee additionele 380/150 kV stations	

4.4 Impact op middenspanningsniveau Liander (MS/LS netvlak)

Op het laagste niveau, de middenspanningsruimtes, waar de meeste kleinverbruikers op zijn aangesloten, zullen ook capaciteitsknelpunten gaan ontstaan. Dat heeft ook gevolgen voor het aantal middenspanningskabels.

²² Het gaat om een uitbreiding van 350 MVA op station Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) bij TenneT en een uitbreiding van 240 MVA op A4-zone 2 ten behoeve van Liander. Voor die uitbreiding zijn wel extra voedende 150 kV kabels naar onderstation Vijfhuizen nodig en is bij Vijfhuizen ook één of twee extra 380/150 kV trafo (of een nieuw 380/150 kV-station) noodzakelijk. Ook voor alle ontwikkelingen waarbij er voor Liander een uitbreiding op de A4-zone stations of een nieuw onderstation noodzakelijk is, zijn er ook nieuwe voedende 150 kV kabels nodig vanaf een 380/150 kV hoogspanningsstation.

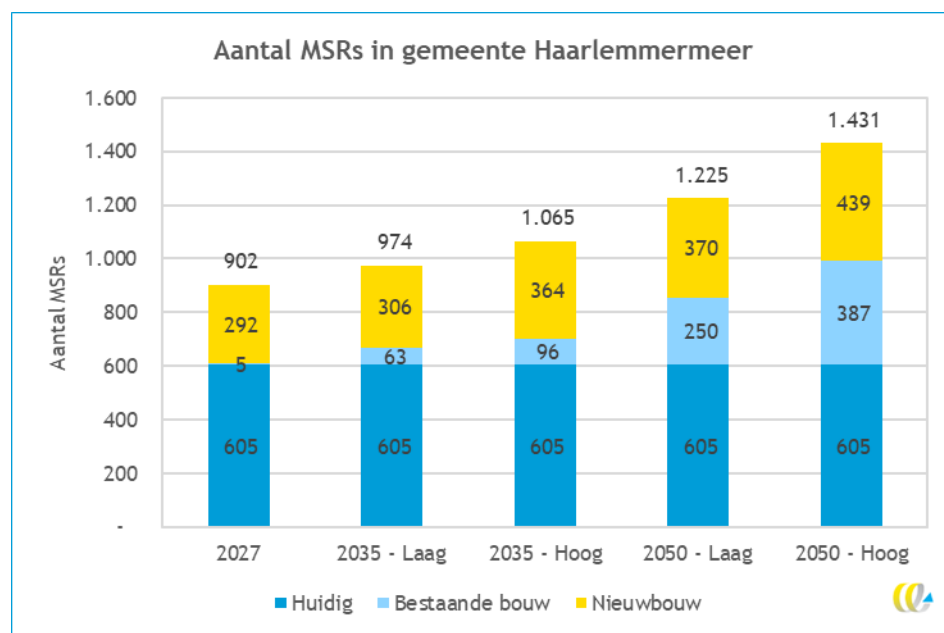
²³ We gaan hierbij uit van hoogspanningsstations met een capaciteit van 1.500 MVA. Eén extra 380/150 kV hoogspanningsstation van TenneT vereist ongeveer 100.000 m² aan ruimte en heeft dus een grote ruimtelijke impact. TenneT kan er uiteraard ook voor kiezen om meerdere hoogspanningsstations met een kleinere capaciteit te plaatsen.

Middenspanningsruimtes

Door de ontwikkelingen op het gebied van woningbouw, de warmtetransitie, zonnepanelen en elektrische auto's zullen er meer middenspanningsruimtes (MSRs) nodig zijn om in voldoende capaciteit te voorzien. Voor (grote) nieuwbouwwontwikkelingen zijn altijd al nieuwe MSRs nodig die tegelijk met de woningontwikkelingen gerealiseerd moeten worden in de publieke ruimte of in pandig in te ontwikkelen gebouwen. In buurten met bestaande bouw zal de toenemende vraag naar elektrisch vermogen ervoor zorgen dat er middenspanningsruimtes bijgeplaatst moeten worden. Omdat dit al bebouwd gebied is, kan het bijplaatsen van extra MSRs een uitdaging zijn. Ook zullen er nieuwe aansluitkabels in de ondergrond gelegd moeten worden. Gemiddeld duurt het realiseren van een nieuwe MSR drie jaar, dus tijdig hierop anticiperen is van belang.

In de bestaande bouw verwachten we dat het in 2027 nog gaat om een beperkt aantal (5), in 2035 verwachten we een toename van het aantal MSRs van 10-15%, wat in 2050 is opgelopen tot 40-65% ten opzichte van het huidige aantal van ruim 600 MSRs. Voor nieuwbouw gaat het om circa 290 in 2027. In 2035 zijn er circa 305 tot 365 MSRs in nieuwbouwwijken vereist. In 2050 zijn dit er circa 370 tot 440 MSRs vereist voor alle nieuwbouwwijken. De ontwikkeling van het totaal aantal MSRs in de gemeente is weergegeven in Figuur 16.

Figuur 16 - Aantal MSRs in gemeente Haarlemmermeer per scenario



Dit soort knelpunten op het niveau van MSRs zijn groot in aantal, maar per stuk beperkt in omvang. Dat betekent dat de totale opgave wel groot is, zeker in de bestaande bouw, maar een individueel MSR-knelpunt heeft enkel effect op circa 100 kleinverbruikersaansluitingen.

In 2027 is het aantal additionele MSRs en MS-ringen nog beperkt in aantal. In de bestaande bouw zien we dat er mogelijk nieuwe MSRs nodig zijn in een enkele buurt in Hoofddorp, Nieuw-Vennep en drie buurten in Badhoevedorp. In de periode tussen 2027 en 2035 begint de MSR-opgave in een aantal warmtepompbuurten met bestaande bebouwing een grote vorm aan te nemen: Hoofddorp Floriande West (21-25 MSRs), Hoofddorp Toolenburg-Oost

(16-20 MSRs), Hoofddorp Floriande Oost (13-15 MSRs). In 2050 is de MSR-opgave in de bestaande bouw groot. In een groot deel van de buurten zullen extra MSRs en MS-ringen noodzakelijk zijn.

Middenspanningskabels

Het aansluiten van deze MSRs vraagt ook om nieuwe middenspanningskabels (MS-ringen). Tabel 14 geeft het aantal additionele verwachte MS-ringen weer in de gemeente Haarlemmermeer. Het aantal hangt af of het distributienet wordt uitgevoerd op 10 kV of op 20 kV spanningsniveau. In vooral 2027 maar ook 2035 wordt de ontwikkeling van het aantal MS-ringen sterk gedreven door nieuwbouw. In 2050 wordt ook een belangrijk gedeelte van het aantal MS-ringen bepaald door de energietransitie in de bestaande bouw.

Op specifieke locaties kan het uitdagend zijn om extra kabels in de ondergrond te leggen omdat hier al veel kabels en leidingen liggen. Typische worden de kabels gelegd onder wegen, voor MS-kabels gaat het volgens Liander om 30 cm sleufbreedte op een diepte van 60 cm. Met name bij de onderstations waar alle kabels samenkomen kan dit potentieel tot knelpunten leiden.

Tabel 14 - Aantal additionele MS-ringen uitgaande van 7 MSRs (10 kV) tot 14 MSRs (20 kV) per MS-ring

	2027	2035 - laag	2035 - hoog	2050 - laag	2050 - hoog
Bestaande bouw	1	9	14	36	56
Nieuwbouw (ondergrens indien aangesloten op 20 kV, bovengrens indien aangesloten op 10 kV)	21-42	22-44	26-52	27-53	32-63
Totaal	22-43	31-53	40-66	63-89	88-119

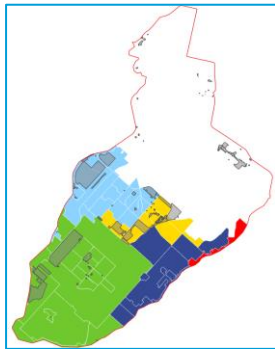
5 Overzicht mogelijke knelpunten

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de mogelijk knelpunten die in de voorgaande hoofdstukken zijn geïdentificeerd. We lichten toe wat de impact en risico's per gebied zijn en wat nog onbekendheden zijn. Tot slot geven we een overzicht van de knelpunten per zichtjaar.

5.1 Impact van knelpunten in verschillende gebieden

We beschrijven kort de impact van knelpunten op de verschillende gebieden. We maken onderscheid in drie regio's op basis van de voorzieningsgebieden en de mate waarin we de knelpunten in die gebieden kunnen duiden. Tot slot gaan we in op het niveau van de buurten.

5.1.1 Voorzieningsgebied Haarlemmermeer en A4-zone



Vrijwel alle onderstations zullen door de ontwikkelingen in Haarlemmermeer overbelast raken, vaak al in het zichtjaar 2027. De twee nieuw te bouwen A4-zone onderstations bieden hiervoor in eerste instantie een uitkomst, met name voor de onderstations en voorzieningsgebieden die nabij gelegen zijn. Het omvat een groot deel van de gemeente Haarlemmermeer en de grootste plaatsen binnen de gemeente. In deze gebieden vinden tevens veruit de meeste ontwikkelingen plaats: 88% van de nieuwbouwwoningen zijn hier voorzien, 70% van de nieuwe bedrijventerreinen, ruim meer dan 80% van de warmtetransitie en elektrische voertuigen, bijna 80% van de datacenters en meer dan 60% van de logistieke laadvraag. De woningbouwontwikkelingen

spelen met name in de voorzieningsgebieden van onderstation Hoofddorp, Nieuw-Vennep en Haarlemmermeer (zie de grijs gearceerde gebieden in Figuur 14 in het vorige hoofdstuk die ontwikkelgebieden voor woningbouw weergeven).

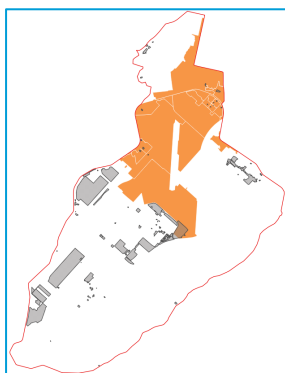
In scenario's waar ook de nieuw te bouwen A4-zone stations overbelast zullen raken, is moeilijk aan te geven voor welke specifieke deelgebieden en ontwikkelingen dit het meest beperkend gaat zijn. Het hangt af van hoe Liander gebieden gaat aansluiten op de A4-zone stations en wat de volgorde is waarin bepaalde ontwikkelingen vermogens aanvragen bij Liander. Dat betekent soms dat kabels over langere afstand gelegd moeten worden naar deze onderstations. Hoe Liander precies de gebieden gaat aansluiten op de nieuwe onderstations vraagt om een nadere uitwerking van de netarchitecten van Liander. Dat geldt ook voor de noodzaak van eventuele additionele onderstations. Wij gaan er in onze analyses vanuit dat dit gebeurt op een vergelijkbare manier als de nieuwe A4-zone stations, maar Liander kan ook met het voorstel komen voor een netontwerp met kleinere stations of een combinatie van een koppelstation met diverse onderstations in de regio.

In de voorzieningsgebieden waar de meeste ontwikkelingen op de onderstations plaatsvinden en waar de stationscapaciteit fors overschreden wordt, is het risico op knelpunten en de beperkingen hiervan op ontwikkelingen het grootst. Het risico op grootschalige effecten van congestie is het grootst in de voorzieningsgebieden van onderstation Hoofddorp en Nieuw-Vennep. Hier zijn veel kleinverbruikersontwikkelingen zoals nieuwbouwwoningen en de warmtetransitie. Op het onderstation Haarlemmermeer

lijkt in deze scenario's de capaciteit tot 2035 niet of slechts beperkt overschreden te worden²⁴. Ook in het voorzieningsgebied van onderstation Rozenburg zijn de ontwikkelingen en capaciteitsoverschrijdingen exclusief datacenters groot, maar heeft het vooral effect op de ontwikkelingen bij bedrijven.

Liander reserveert netcapaciteit voor toekomstige ontwikkelingen voor woningbouw en ontwikkelingen door de energietransitie bij woningen. Om knelpunten voor woningbouw-ontwikkelingen en de warmtetransitie te voorkomen is het van belang dat de plannen bij Liander bekend zijn en dat onderling overeenstemming is over de bijbehorende realisatie-kansen. Hoe sneller plannen bekend zijn en hoe zekerder ze zijn, hoe eerder en vollediger Liander de capaciteit kan reserveren in haar prognoses. Dit is de belangrijkste aanpak om te voorkomen dat bij congestie woningbouw en de energietransitie bij woningen gedupeerd wordt.

5.1.2 Voorzieningsgebied Vijfhuizen



Voor ontwikkelingen in het voorzieningsgebied van onderstation Vijfhuizen is aansluiten op de nieuw te bouwen A4-zone stations niet vanzelfsprekend. Dat heeft te maken met de afstand tussen dit gebied en de nieuw te bouwen A4-zone onderstations en de aanwezigheid van gebieden waar in de ondergrond knelpunten zijn voor het aanleggen van kabels.

Op onderstation Vijfhuizen komt in de toekomst wel meer capaciteit beschikbaar vanwege een nieuw te ontwikkelen onderstation in Haarlem. Het is echter nog niet duidelijk om hoeveel capaciteit het precies gaat voor het voorzieningsgebied in Haarlemmermeer en hoe zich dat verhoudt tot de belasting die

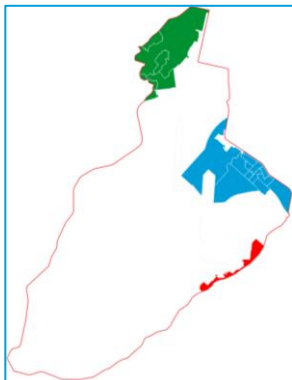
hier vanuit Haarlemmeer te verwachten valt.

Op dit station zijn ook gebieden van buiten Haarlemmermeer aangesloten. De additionele ontwikkelingen die in deze studie specifiek voor Haarlemmeer in kaart zijn gebracht, zijn niet bekend voor de gebieden buiten Haarlemmermeer. Dat betekent dat er een risico is dat er knelpunten in dit gebied ontstaan, wanneer er niet op tijd maatregelen worden genomen. Hoe groot dit risico is en of de voorziene maatregelen al voldoende zijn, valt op basis van de beschikbare gegevens vanuit Liander niet vast te stellen. Het kan ertoe leiden dat er in dit gebied aanvullende uitbreidingen of een nieuw onderstation noodzakelijk is.

In dit gebied zijn relatief weinig gebiedsontwikkelingen voorzien (7% van de nieuwbouwwoningen, 8% van de bedrijventerreinen). Eventuele knelpunten hebben vooral gevolgen voor datacenters en elektrificatie van voertuigen.

²⁴ Liander geeft aan de capaciteit van Haarlemmermeer op 20 kV te zullen verplaatsen naar het nieuw te bouwen A4-zone 1 onderstation Rozenburg-Zuid, daarmee komt er op onderstation Haarlemmermeer extra capaciteit beschikbaar.

5.1.3 Voorzieningsgebieden met onderstations buiten Haarlemmermeer



Ook de voorzieningsgebieden van de onderstations Waarderpolder-Haarlemmerliede, Schiphol-Oost en Amstelveen-Bolwerk kennen een onbekend risico op knelpunten omdat er ook grote delen buiten van buiten de gemeente Haarlemmermeer op zijn aangesloten. Met uitzondering van Schiphol-Oost staan deze stations buiten de gemeentegrenzen van Haarlemmermeer. De additionele ontwikkelingen die in deze studie in kaart gebracht zijn voor Haarlemmermeer, kunnen ook plaatsvinden in de voorzieningsgebieden van deze onderstations in buurgemeenten, maar is buiten beeld van dit onderzoek. Aansluiten op de nieuw te bouwen A4-zone stations is niet uitgesloten, maar ligt niet direct voor de hand bij deze onderstations. Liander ziet wel andere mogelijkheden om de capaciteit te vergroten of via anders aansluiten op nieuwe onderstations in buurgemeenten (zie ook Bijlage A).

Er zijn dus vier voorzieningsgebieden waarbij niet met zekerheid is vast te stellen wat de omvang is van de knelpunten en wanneer die precies zullen ontstaan: Vijfhuizen, Amstelveen-Bolwerk, Schiphol-Oost en Waarderpolder-Haarlemmerliede. Voor de laatste drie geldt dit ook voor de bovenliggende koppelstations van TenneT. Liander ziet op deze onderstations nog wel mogelijkheden om belasting anders aan te sluiten of de capaciteit te vergroten, zie ook Bijlage A.

5.1.4 Buurniveau: middenspanningsruimtes en -kabels

Door de ontwikkelingen op het gebied van woningbouw, de warmtetransitie, zonnepanelen en elektrische auto's zullen er meer middenspanningsruimtes (MSRs) en middenspanningskabels (MS-ringen) nodig zijn. Voor (grote) nieuwbouwwontwikkelingen zijn altijd al nieuwe MSRs nodig die tegelijk met de woningontwikkelingen gerealiseerd moeten. In bestaande bouw kan het bijplaatsen van extra MSRs en MS-ringen een uitdaging zijn vanwege de beschikbare ruimte.

5.2 Knelpunten per zichtjaar

We hebben per zichtjaar de knelpunten in kaart gebracht. Voor de zichtjaren 2027, 2035 en 2050 hebben de resultaten betrekking op de voorzieningsgebieden Haarlemmermeer en de A4-zones en aanvullend voor MSRs en MS-ringen op alle buurten in de gemeente. De knelpunten zijn gebaseerd op een analyse die inzicht geeft in de orde grootte van de knelpunten die in verschillende scenario's kunnen optreden. Het is belangrijk om een aantal kanttekeningen te plaatsen bij de uitkomsten van de knelpunten, zie hiervoor onderstaand tekstkader.

Kanttekeningen bij knelpunten

- Dit onderzoek telt orde-grootte inschattingen van de piekbelasting van additionele scenario-ontwikkelingen op bij de piekbelasting uit de belastingprognosetool van Liander zonder rekening te houden met profieffecten. In de praktijk kan de piekbelasting wat lager uitvallen.
- Deze methode geeft een eerste indicatie van de impact van de ontwikkelingen in de gemeente, het identificeert risico's, mogelijke knelpunten en de drivers hiervoor, maar kan die niet met zekerheid vaststellen.
- Datacenters kenmerken zich door het feit dat ze over het algemeen een veel groter vermogen contracteren dan dat ze gebruiken. Wij rekenen met de gecontracteerde capaciteit die de netbeheerder ook moet reserveren, de fysieke belasting door datacenters kan dus in de praktijk lager uitvallen.

- Knelpunten in de scenariojaren zullen in de tussenliggende periode ontstaan, wanneer is moeilijk te voorspellen.
- Sommige potentiële knelpunten zijn niet op het schaalniveau van deze studie door Liander vast te stellen als het gaat om kabelbelastingen, ondergrondse knelpunten en vrije velden.
- De gevolgen van knelpunten zijn weergegeven volgens aannames over hoeveel capaciteit een onderstation of koppelstation typisch heeft, zie hiervoor voetnoot 24. Liander en TenneT kunnen daar in de praktijk uiteraard andere keuzes in maken. Nieuwe onderstations en koppelstations worden logischerwijs geplaatst nabij locaties van grote ontwikkelingen, waar precies zullen de netbeheerders moeten verkennen. Het staat niet vast dat deze nieuwe onderstations of hoogspanningsstations allemaal binnen de grenzen van de gemeente Haarlemmermeer gerealiseerd moeten worden.
- Uitbreidingen van bestaande en te ontwikkelen onderstations, nieuwe onderstations en anders aansluiten van voorzieningsgebieden vraagt ook om kabels in de ondergrond of mogelijk hoogspanningslijnen (zie vorige hoofdstuk).
- Deze studie is een verkennende scenariostudie voor de gemeente Haarlemmermeer. De studie is uitgevoerd met medewerking van Liander en TenneT, De uitkomsten van deze studie vormen voor de gemeente en Liander uitgangspunten voor verdere verkenningen. Liander en TenneT zullen niet op basis van de uitkomsten van deze verkennende studie nieuwe investeringen gaan doen. Daarvoor is een uitgebreidere analyse van de netbeheerders nodig.

5.2.1 Huidige knelpunten

Onder- en koppelstations: Op dit moment zijn een aantal onderstations van Liander in Haarlemmermeer overbelast voor het aansluiten van afnemers. Voor het aansluiten van opwek wordt geen capaciteitsknelpunt verwacht. Deze vraagknelpunten zijn het meest urgent omdat ze de komende periode beperkingen leggen op de ontwikkelingen in deze gebieden. Ze zijn opgelost als in 2025 het nieuwe station Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) gereed is. De woningbouwplannen die voorzien zijn voor de periode tot 2025 ondervinden hiervan geen hinder anders dan een beperking op de maximale aansluitwaarde in bepaalde gebieden. Grootverbruikers (bedrijven) in deze gebieden kunnen echter tot die tijd geen nieuwe of extra capaciteit voor afname krijgen in die gebieden. Grootverbruikers met een aansluitcapaciteit van circa 100 MW of hoger kunnen nog wel gewoon een aansluiting bij TenneT krijgen.

Hoogspanningsstations: Er wordt geen knelpunt verwacht.

s en MS -ringen: Wat precies de actuele situatie is ten aanzien van knelpunten op MSRs is niet bekend. Het gaat om kleine voedingsgebieden en zal specifiek per casus met Liander bekeken moeten worden.

Tabel 15 toont een samenvatting van de knelpunten en de verwachte vereiste net-uitbreiding die het als gevolg heeft.

Tabel 15 - Verwachte knelpunten per scenario en netvlak voor dit moment en de korte termijn

Scenario's	Knelpunt bij onder- en koppelstations vanuit Liander?	Knelpunt bij koppel- en hoogspanningsstations TenneT?	Impact op aantal MSRs en MS-ringen Liander
Huidig en korte termijn	Ja, in de voedingsgebieden van: <ul style="list-style-type: none"> – Hoofddorp (nu - 2025); – Schakelstation Hoofddorp (nu - 2025); – Rozenburg (nu - 2025); – Nieuw-Vennep (2024-2025). De capaciteit bij Vijfhuizen is nog zeer beperkt.	Nee	Onbekend

5.2.2 Knelpunten in zichtjaar 2027

Onder- en koppelstations: In 2027 zullen de meeste van de huidige onderstations overbelast zijn. De te bouwen A4-zone stations zijn naar verwachting gereed en kunnen volgens Liander de overbelasting overnemen van de nabij gelegen stations. Indien alle datacenters die in die periode nog voorzien worden (conform het datacenterbeleid) zullen worden aangesloten bij Liander, ontstaat er mogelijk een knelpunt en is er uitbreiding nodig van de aansluitcapaciteit in de orde van 100 MW. Dat is op deze termijn echter moeilijk te realiseren. TenneT en Liander zien nu veel aanvragen van datacenters bij TenneT. Hoewel niet uit de sluiten, lijkt op basis van die informatie de kans niet heel groot dat de geschatte overbelasting als gevolg van datacenters (in de orde van 100 MW) een knelpunt gaat optreden. Uit onze analyse blijkt dat tot 2027 in totaal 7.500 woningen niet volledig opgenomen zijn in de Liander prognoses. Dat is een belangrijk aandachtspunt, want hiervoor is nu geen netcapaciteit gereserveerd. Indien er een knelpunt ontstaat, kan de woningbouw daar dan hinder van ondervinden. Ook in navolgende jaren zijn niet alle woningbouwplannen bij Liander volledig meegenomen.

Hoogspanningsstations: Er wordt geen knelpunt verwacht.

MSRs en MS -ringen: In 2027 is het aantal additionele MSRs en MS-ringen nog beperkt in aantal. In de bestaande bouw zien we dat er mogelijk nieuwe MSRs nodig zijn in een enkele buurt in Hoofddorp, Nieuw-Vennep en drie buurten in Badhoevedorp.

Tabel 16 toont een samenvatting van de knelpunten en de verwachte vereiste netuitbreiding.

Tabel 16 - Verwachte knelpunten en mogelijke gevolgen per scenario en netvlak voor zichtjaar 2027

Scenario's		Mogelijk knelpunt bij onder- en koppelstations vanuit Liander?	Mogelijk knelpunt bij hoogspanningsstations TenneT?	Impact op aantal MSRs en MS-ringen Liander
2027	Incl. datacenters bij Liander	Ja, A4-zone stations bieden mogelijk orde grootte 100 MW te weinig capaciteit.	Nee	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw. Vijf extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 22-43 nieuwe MS-ringen.
	Excl. datacenters bij Liander	Nee		

Opmerking bij tabel: in de analyse voor de toekomstjaren kon geen inschatting gemaakt worden de mogelijk overbelasting op de Liander onderstations Vijfhuizen, Amstelveen-Bolwerk, Schiphol-Oost en Waarderpolder-Haarlemmerliede met name omdat hier ook grote gebieden van buiten de gemeente Haarlemmermeer zijn aangesloten. Hetzelfde geldt voor de TenneT koppel- en hoogspanningsstations waar deze onderstations onder vallen. Ze zijn dus niet meegenomen in de resultaten van deze tabel.

5.2.3 Knelpunten in zichtjaar 2035

Onder- en koppelstations: De mogelijke knelpunten in het zichtjaar 2035 zullen in de periode tussen 2027 en 2035 ontstaan. Dan zullen de huidige onderstations overbelast zijn. De te bouwen A4-zone stations kunnen volgens Liander deels de overbelasting wegnemen van de nabij gelegen stations. In het laag scenario én als er geen additionele datacenters meer bij Liander worden aangesloten volstaan de geplande A4-zone stations. In andere onderzochte scenario's is er op het net van Liander uitbreiding nodig.

Hoogspanningsstations: Op het net van TenneT zullen in het hoog scenario de A4-zone stations uitgebreid moeten worden en is er een additioneel 380/150 kV station nodig. In het

laag scenario inclusief alle datacenters bij Liander is uitbreiding van de het A4-zone twee stations nodig.

MSRs en MS -ringen: In 2035 begint de MSR-opgave in een aantal buurten waar de bestaande bebouwing overgaat op warmtepompen een grote vorm aan te nemen. Het gaat dan met name om:

- Hoofddorp Floriande West (21-25 MSRs);
- Hoofddorp Toolenburg-Oost (16-20 MSRs);
- Hoofddorp Floriande Oost (13-15 MSRs).

Tabel 17 toont een samenvatting van de knelpunten en de verwachte vereiste net-uitbreiding die het als gevolg heeft.

Tabel 17 - Verwachte knelpunten en mogelijke gevolgen per scenario en netvlak voor zichtjaar 2035²⁵

Scenario's		Mogelijk knelpunt bij onder- en koppelstations vanuit Liander?	Mogelijk knelpunt bij hoogspanningsstations TenneT?	Impact op aantal MSRs en MS-ringen Liander
2035 Laag scenario	Incl. datacenters bij Liander	Ja, mogelijk orde grootte 350 MW te weinig capaciteit: uitbreiding A4-2 én 1 extra onderstation.	Mogelijk uitbreiding A4-2 station t.b.v. Liander	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw. 10% extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 31-53 nieuwe MS-ringen.
	Excl. datacenters bij Liander	Nee		
2035 Hoog scenario	Incl. datacenters bij Liander	Ja, mogelijk orde grootte 1.500 MW te weinig capaciteit: uitbreiding A4-2 én drie extra onderstations.	Ja, uitbreiding A4-zone 1+2 stations én één additioneel 380/150 kV station.	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw. 15% extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 40-66 nieuwe MS-ringen.
	Excl. datacenters bij Liander	Ja, mogelijk orde grootte 200 MW te weinig capaciteit: uitbreiding A4-2.		

Opmerking bij tabel: in de analyse voor de toekomstjaren kon geen inschatting gemaakt worden de mogelijk overbelasting op de Liander onderstations Vijfhuizen, Amstelveen-Bolwerk, Schiphol-Oost en Waarderpolder-Haarlemmerliede met name omdat hier ook grote gebieden van buiten de gemeente Haarlemmermeer zijn aangesloten. Hetzelfde geldt voor de TenneT koppel- en hoogspanningsstations waar deze onderstations onder vallen. Ze zijn dus niet meegenomen in de resultaten van deze tabel.

Op basis van de scenario's is de kans aanzienlijk dat er knelpunten in 2035 gaan ontstaan en dat hiervoor een uitbreiding van de A4-zone stations nodig is, mogelijk zelfs extra onderstations. De omvang van het knelpunt verschilt sterk per scenario. De kans dat er geen enkel datacenter meer bij Liander zal aansluiten is niet zo groot, evenmin de kans dat alle datacenters zullen aansluiten bij Liander. De werkelijkheid zal waarschijnlijk ergens in het

²⁵ Uitgangspunt onderstation is maximaal 400 MVA per stuk met een footprint van circa 6 ha, voor 380/150 kV stations is het uitgangspunt maximaal 1.500 MVA per stuk met een footprint van circa 10 ha. Liander en TenneT kunnen er uiteraard ook voorstellen om meerdere stations met een kleinere capaciteit te plaatsen. Bij uitbreiding A4-zone gaat het om een uitbreiding van 350 MVA op station Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) bij TenneT én om een uitbreiding van 240 MVA op A4-zone 2 ten behoeve van Liander (A4-2) binnen de mogelijkheden die daar nu voor liggen. Een nieuwe MSR heeft een footprint van 10-35 m².



midden uitkomen en de behoefte aan nieuwe onderstations zal dan sterk afhangen van de groei van de datacentersector in Haarlemmermeer.

5.2.4 Knelpunten in zichtjaar 2050

Onder- en koppelstations: De mogelijke knelpunten in het zichtjaar 2050 zullen in de periode tussen 2035 en 2050 ontstaan. Dat is nog ver weg en de onzekerheid over de ontwikkelingen is dan nog groot. Knelpunten zullen zeker ontstaan op alle niveaus. De datacenterontwikkeling in het hoog scenario is erg hoog, vanuit infrastructuur en ruimtelijk perspectief zou doorgroei volgens de nationale trend niet wenselijk zijn. Na 2030 vasthouden aan het datacenterbeleid leidt ertoe dat het aantal onderstations beperkt blijft.

Hoogspanningsstations: In het hoog scenario is de kans op twee extra hoogspanningsstation groot. Uitbreiding van de te bouwen A4-zone stations is daarbij ook noodzakelijk. Als we de middenwaarde tussen het laag en hoog scenario als meest kansrijk beschouwen, dan is de kans op één extra hoogspanningsstation groot.

MSRs en MS -ringen: In 2050 is de MSR-opgave in de bestaande bouw groot. In een groot deel van de buurten zullen extra MSRs en MS-ringen noodzakelijk zijn.

Tabel 18 - Verwachte knelpunten en mogelijke gevolgen per scenario en netvlak voor zichtjaar 2050²⁶

Scenario's		Mogelijk knelpunt bij onder- en koppelstations vanuit Liander?	Mogelijk knelpunt bij hoogspanningsstations TenneT?	Impact op aantal MSRs en MS-ringen Liander
2050 Laag scenario	Incl. datacenters bij Liander	Ja, mogelijk orde grootte 700 MW te weinig capaciteit: uitbreiding A4-2 én twee extra onderstation.	Ja, uitbreiding A4-zone 2.	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw. 40% extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 63-89 nieuwe MS-ringen.
	Excl. datacenters bij Liander	Ja, mogelijk orde grootte 150 MW te weinig capaciteit: uitbreiding A4-2.		
2050 Hoog scenario	Incl. datacenters bij Liander	Ja, mogelijk orde grootte 4.000 MW te weinig capaciteit: uitbreiding A4-2 én tien extra onderstations.	Ja, uitbreiding A4-zone 1+2 stations én twee additioneel 380/150 kV stations.	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw. 65% extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 88-119 nieuwe MS-ringen.
	Excl. datacenters bij Liander	Ja, mogelijk orde grootte 550 MW te weinig capaciteit: uitbreiding A4-2 én één extra onderstation.		

Opmerking bij tabel: in de analyse voor de toekomstjaren kon geen inschatting gemaakt worden de mogelijk overbelasting op de Liander onderstations Vijfhuizen, Amstelveen-Bolwerk, Schiphol-Oost en Waarderpolder-Haarlemmerliede met name omdat hier ook grote gebieden van buiten de gemeente Haarlemmermeer zijn aangesloten. Hetzelfde geldt voor de TenneT koppel- en hoogspanningsstations waar deze onderstations onder vallen. Ze zijn dus niet meegenomen in de resultaten van deze tabel.

²⁶ Uitgangspunt onderstation is maximaal 400 MVA per stuk met een footprint van circa 6 ha, voor 380/150 kV stations is het uitgangspunt maximaal 1.500 MVA per stuk met een footprint van circa 10 ha. Liander en TenneT kunnen er uiteraard ook voorstellen om meerdere stations met een kleinere capaciteit te plaatsen. Bij uitbreiding A4-zone gaat het om een uitbreiding van 350 MVA op station Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) bij TenneT én om een uitbreiding van 240 MVA op A4-zone 2 ten behoeve van Liander (A4-2) binnen de mogelijkheden die daar nu voor liggen. Een nieuwe MSR heeft een footprint van 10-35 m².

5.3 Overige knelpunten

Tijdens de studie zijn een aantal overige knelpunten geïdentificeerd ten aanzien van opwek en knelpunten in de ondergrond.

5.3.1 Specifieke knelpunten ten aanzien van opwek

Op een aantal specifieke locaties zijn er knelpunten ten aanzien van de opwek:

- Conform het RES-advies van de netbeheerders vereist het aansluiten van het zonnecarré clustering van verschillende projecten tot het aansluitniveau van TenneT (150 kV). Enerzijds omdat Liander niet beschikt over voldoende vrije aansluitvelden en netcapaciteit, en anderzijds vanwege knelpunten in de ondergrond in het gebied van de zonnecarré, zie ook Figuur 17 in het tekstkader van de volgende paragraaf. Liander geeft aan dat zonder clustering er een extra onderstation nodig is.
- Het aansluiten van de plannen voor een windpark (45 MW) in de regio van Nieuw-Vennep kan alleen op het nieuwe station A4-zone 2. Op onderstation Nieuw-Vennep kan alleen een windpark (of andere opwek) in kleinere configuratie worden aangesloten (kleiner dan 36 MW).

Ook valt niet uit te sluiten dat er door opwek op bepaalde kabels knelpunten kunnen ontstaan.

5.3.2 Specifieke knelpunten ten aanzien van kabels en ondergrond

Kabels en ondergrond: kabels verbinden verschillende transformatorstations aan elkaar. Ook als de stations niet overbelast zijn, kunnen kabels wel overbelast zijn. Het is niet mogelijk om per kabel of onderstation concrete uitspraken te doen over knelpunten op kabels of in de ondergrond als gevolg van kabels.

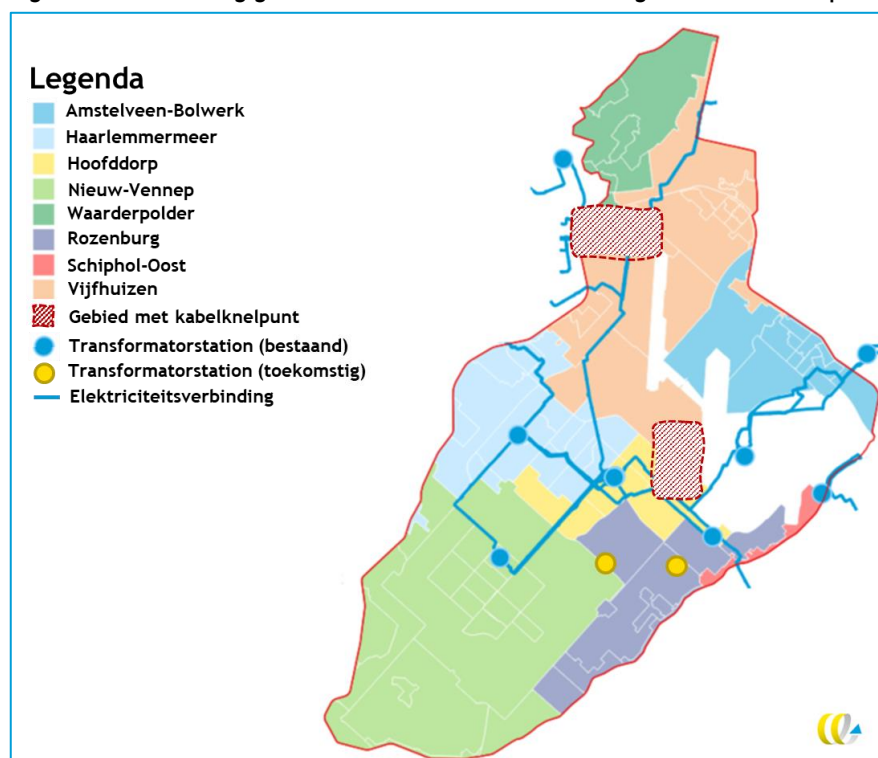
In algemene zin geldt dat Liander niet kan uitsluiten dat er knelpunten op kabels ontstaan. Ook verwacht Liander dat in de straten nabij onderstations waar de distributienetten doorheen lopen en waar een flinke vermogensgroei op de distributienetten door warmtepompen en elektrische voertuigen wordt voorzien, er knelpunten kunnen ontstaan in de ondergrond. In de kadertekst hieronder lichten we nog een voorbeeld verder toe van kabels onder de A4.

Vrije velden: (aansluit)velden zijn de aansluitingen op een station. Een station heeft een beperkt aantal vrije velden waarop nog nieuwe kabels kunnen worden aangesloten. Ook als een station nog voldoende capaciteit heeft, kan aansluiten van meer vermogen beperkt worden door de beschikbaarheid van voldoende vrije velden. In deze studie kon vanwege gebrek aan detail in verschillende databronnen geen analyse gedaan worden van de velden op onderstations en middenspanningsruimtes.

Kabelknelpunten

Er zijn op dit moment twee locaties waar Liander aangeeft dat het lastig is om nieuwe kabels doorheen te leggen vanwege grote knelpunten in de ruimte van de ondergrond. Het gaat om de gearceerde gebieden in Figuur 17. Ontwikkelingen nabij deze gebieden die aansluitkabels door de gearceerde gebieden vereisen, krijgen hiermee te maken. Het gaat dan bijvoorbeeld om de zonneakkers binnen de zonnecarré. Liander geeft aan dat het aansluiten van deze ambitie alleen te realiseren is door clustering en aansluiten op 150 kV-kabel bij TenneT, onder andere vanwege de ondergrondse knelpunten voor aansluitkabels. Liander geeft aan dat zonder clustering er een extra onderstation nodig is.

Figuur 17 - Voorzieningsgebieden bestaande onderstations en gebieden kabelknelpunten (rood gearceerd)



Opmerking bij figuur: de locatie van A4-zone 2 is illustratief (linker gele stip), er is nog geen specifieke locatie.

6 Oplossingsrichtingen

Op basis van de analyse zien we dat er knelpunten gaan ontstaan. Er zijn oplossingen nodig om te voorkomen de verschillende onderstations in Haarlemmermeer overbelast zullen raken. Niets doen is geen optie als de gemeente alle voorziene ontwikkelingen in de gemeente wil faciliteren en alle planontwikkelingen wil laten doorgaan.

In de vorige hoofdstukken hebben we de gevolgen geïllustreerd in termen van extra onderstations, maar er zijn afhankelijk van de situatie meer oplossingsrichtingen. In dit hoofdstuk gaan we in op de oplossingsrichtingen die wij zien als kansrijk. We gaan ook in op welke belemmeringen die oplossingsrichtingen hebben en wat mogelijk de gevolgen zijn voor de grondexploitaties in de gemeente.

Drie categorieën van oplossingsrichtingen

We zien drie verschillende categorieën oplossingsrichtingen voor knelpunten:

1. **Netverzwaring:** de netbeheerder kan netverzwaring uitvoeren en daarbij gefaciliteerd worden door de gemeente. De **netverzwaring oplossingen**, beschreven in Paragraaf 6.1, die we in dit hoofdstuk bespreken zijn:
 - aansluiten op twee nieuwe onderstations bij A4;
 - toekomstige uitbreiding onderstation A4-zone 2;
 - nieuw 380 kV hoogspanningsstation;
 - nieuw koppelstation TenneT/Liander 150kV naar 50/20/10 kV;
 - (Ruimtelijke reserveringen voor) nieuwe middenspanningsruimtes.
2. **Specifieke beleidsopties Haarlemmermeer:** zij kan beleid voeren om de noodzaak voor netverzwaring te verkleinen. We richten ons op twee beleidsrichtingen die zeer specifiek zijn voor Haarlemmermeer. We hebben twee specifieke **beleidsrichtingen** uitgewerkt die relevant zijn voor de netsituatie in Haarlemmermeer in Paragraaf 6.2:
 - reguleringsbeleid datacenters;
 - clusteren van zonnecarré.
3. **Maatregelen door eindgebruikers (bedrijven):** zij kunnen tot netverzwaring gerealiseerd wordt ook technische maatregelen nemen waardoor zij ondanks congestie wel meer elektriciteit kunnen gebruiken. De **eindgebruikers oplossingen**, beschreven in Paragraaf 6.3. om meer elektriciteit te gebruiken ondanks beperkte netcapaciteit zijn:
 - eigen lokale elektriciteitsproductie (generator);
 - energiehubs;
 - grootschalige batterij;
 - congestiemanagement;
 - slim laden van elektrische voertuigen;
 - warmtenetten als alternatief voor warmtepompen.

Voor slim laden en warmtenetten brengen we kwantitatief in kaart wat het potentiële effect is op de netbelasting in Haarlemmermeer. Deze oplossingen kunnen namelijk de netbelasting van de technieken naar beneden brengen. De andere oplossingen hebben geen direct effect op de netbelasting (zoals netverzwaring), kunnen geschaald worden afhankelijk van de behoefte (generator/batterij) of de impact is te onzeker (energiehubs).

Gevolgen grondexploitatie

CE Delft verwacht potentiële overbelasting op veel verschillende stations in alle drie de zichtjaren. Door de overbelasting kunnen nieuwe bedrijven en mogelijk nieuwe woningbouwprojecten niet aangesloten worden tot de netverzwaring is gerealiseerd. Dit resulteert in kosten en gemiste baten voor de planontwikkelingen. Door het tijdig realiseren van oplossingen moet dit voorkomen worden.

Als er op enig moment onverhoopt toch een tekort aan capaciteit ontstaat, kan dat gevolgen hebben voor ontwikkelingen in de gemeente. Welke ontwikkeling hierdoor beperkt wordt, is vooraf moeilijk te zeggen. Aansluitingen op het elektriciteitsnet worden in volgorde van aanvraag afgehandeld ('first come, first served'), de aanvragen en ontwikkelingen die nog in de rij staan op het moment dat congestie optreedt, kunnen geen elektriciteit krijgen. Waar grootverbruikers (bedrijven) kunnen kiezen voor een eindgebruikers oplossing, ligt dat bij kleinverbruikers zoals woningen niet voor de hand.

Liander houdt in de capaciteitsprognose rekening met bekende nieuwbouwplannen voor woningen met een realisatiekans (een correctiefactor) afhankelijk van de planstatus. Die informatie van Liander komt uit de monitor plancapaciteit. Die database wordt één keer per jaar door de gemeente bijgewerkt met plannen die een zekere bestuurlijke status hebben. De gemeente werkt echter continu aan actualisatie van de plannen en woningaantallen. Hierdoor komen de cijfers momenteel vertraagd bij Liander in de prognoses.

Voor de woningbouwplannen is het van belang dat de netbeheerder vroegtijdig op de hoogte is en dat ook de realisatiekansen onderling goed worden afgestemd. Als dat allemaal goed verloopt, de woningaantallen vroeg genoeg bekend zijn, de realisatiekansen goed zijn ingeschat, én de plannen bekend zijn voordat de benodigde capaciteit vergeven is, kan Liander de benodigde capaciteit voor de woningen goed meenemen in haar prognoses en netuitbreidingen. Dat geldt overigens niet de faciliteiten in nieuwe woonbuurten zoals supermarkten, die een grootverbruikersaansluiting hebben. Als woningbouw sneller wil gaan dan de benodigde groei van de netcapaciteit (een nieuw onderstation duurt 7-10 jaar) en er net congestie optreedt, dan zal eerst gekeken worden of congestiemanagement ruimte kan bieden om de plannen toch door te laten gaan. Als dat niet het geval is, ontstaan er alsnog knelpunten, dat heeft gevolgen voor de grondexploitatie (zie kader). Het hoeft echter niet zover te komen en het is nu nog prematuur om op oplossingen voor deze hypothetische situatie voor te sorteren.

Kosten uitstel woningbouwplannen

Om de kosten van oplossingen in perspectief te plaatsten, illustreren we in deze tekstkader de kosten die een eventueel uitstel van woningbouwplannen met zich meebrengt als gevolg van een knelpunt op het elektriciteitsnet dat niet tijdig kan worden opgelost. We gaan hierbij uit van een fictieve nieuwbouwwijk van 1.000 woningen met een dichtheid van 40 woningen per hectare (een dichtheid vergelijkbaar met een wijk zoals Pax in Hoofddorp²⁷). Het totale plangebied bestaat dan uit 25 ha.

Stel de ontwikkeling van een locatie tijdelijk wordt stop gezet en er is al € 100/m² in een bouwlocatie geïnvesteerd (aankoop/bouwrijp maken/plankosten), dan zijn de financieringskosten bij 2,5% rente € 2,50/m²/jaar. De ervaring leert dat plankosten meestal nog doorlopen, ook als een project stil ligt. De typische jaarlijkse plankosten bedragen in dit voorbeeld circa € 1/m²/jaar uitstel. Voor deze locatie zijn de veronderstelde jaarlijkse kosten, voor elk jaar vertraging, dus € 3,50/m²/jaar. In totaal gaat het voor deze fictieve bouwlocatie om € 875.000 aan kosten per jaar die een negatief effect geven op de grondexploitatie.

²⁷ <https://gemeenteraad.haarlemmermeer.nl/Documenten/Hoofddorp-30--Ontwerp-Deelstructuurvisie-Hoofddorp-2030-02052013.pdf>



De gevolgen kunnen in de praktijk echter veel hoger uitvallen, bijvoorbeeld als lopende contracten met ontwikkelaars ontbonden moeten worden. Daarnaast heeft dit natuurlijk ook impact op de gemeentebegroting, bijvoorbeeld voor de inkomsten uit de OZB, en kan negatieve media-aandacht uitstralen op het imago van de gemeente.

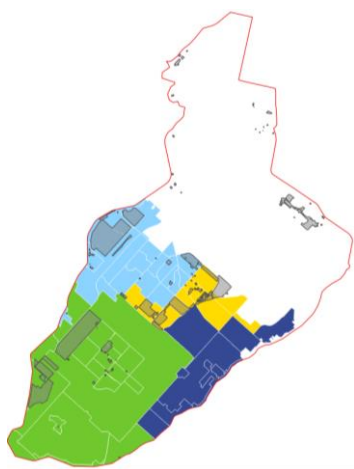
6.1 Netverzwaring als oplossing bij geïdentificeerde knelpunten

6.1.1 Anders aansluiten en gereedkomen twee nieuw onderstations bij A4-zone

Liander werkt aan twee onderstations rond de A4. Het onderstation A4-1 (Rozenburg-Zuid) heeft een capaciteit van 400 MVA is daarmee een van de grootste in Nederland. Daarnaast is een tweede station gepland met een capaciteit van 160 MVA (A4-zone 2), wat op de zoeklocatie moet kunnen doorgroeien naar 400 MVA. Onderstation Rozenburg-zuid wordt naar verwachting gerealiseerd in 2025 en het onderstation A4-zone 2 in 2026.

Liander ontwikkelt deze stations met het doel om een toekomstbestendig netwerk te realiseren in de gemeente. Nieuwe of bestaande MSR-stations of grote klanten kunnen aangesloten worden op de nieuwe onderstations of herverdeeld worden. Herverdeling betekent dat stations aangesloten worden op een van de nieuwe onderstations waardoor bestaande onderstation verlicht worden en daar ook capaciteit ontstaat.

Figuur 18 - Gebieden waar onderstations A4 zone verlichting kunnen beiden



Deze oplossing is meegenomen in het beoordelen van mogelijke knelpunten. We zijn dus al uitgegaan van de realisatie van deze stations.

6.1.2 Uitbreiding toekomstig onderstation A4-zone 2

Het onderstation A4-zone 2 zal gerealiseerd worden met een capaciteit van 160 MVA. Bouwkundig zal het station direct gereed zijn voor 240 MVA en het terrein biedt in totaal ruimte voor 400 MVA aan capaciteit. Een uitbreiding is dus relatief snel mogelijk en er is geen additionele grond vereist. De stationscapaciteit van 400 MVA zal in 2035 mogelijk zijn, waarbij ook een verzwaring vanuit TenneT tijdig vereist is. Dit maakt het mogelijk om meer klanten in de gebieden zoals aangegeven in Figuur 18 te voorzien van elektriciteit. In de knelpuntanalyse is de uitbreiding van A4-zone 2 opgenomen als standaard oplossingsrichting en is daarnaast bepaald hoeveel additionele onderstations vereist zijn.

6.1.3 Nieuw 380 kV hoogspanningsstation TenneT

Om de elektrificatie van energievraag en de uitrol van hernieuwbare energie te faciliteren zijn op alle spanningsniveaus uitbreidingen nodig van het elektriciteitsnet. Nieuwe infrastructuur draagt direct bij aan het oplossen van knelpunten doordat de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet toeneemt.

Er is onder meer ruimte nodig voor nieuwe 380 kV stations, waar het 380 kV net gekoppeld wordt aan het 150 kV net. Bij deze stations wordt stroom via transformatoren omgezet van 380 kV naar 150 kV en vice versa. Op deze manier is minder transport op het 150 kV net nodig, waardoor de belasting op dit netvlak minder is. Daarnaast kunnen grote nieuwe afnemers of producenten van elektriciteit direct aangesloten worden op deze stations.

Tot 2027 is de geplande capaciteit voldoende en zijn geen verdere uitbreidingen noodzakelijk. Tussen 2027 en 2035 is mogelijk één nieuw 380/150 kV station nodig bij doorgroei van datacenters en na 2035 mogelijk nog een tweede in het hoge scenario met doorgroei van datacenters.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Nieuwe hoogspanningsstations zijn onderdeel van het hoogspanningsnet en worden aangelegd door TenneT. De gemaakte kosten worden gesocialiseerd en via de nettarieven doorbelast aan iedereen in Nederland met een aansluiting op het elektriciteitsnet. Deze stations hebben een forse ruimtelijke impact. Per hoogspanningsstation gaat het om 40.000 tot 100.000 m² (Netbeheer Nederland, 2019). Deze stations worden vaak geplaatst aan de randen van steden, in industrieclusters of bij grootschalige producenten van elektriciteit (Bright et al., 2022). Er mogen zich geen kwetsbare objecten²⁸ bevinden binnen 350 meter afstand van het hoogspanningsstation. Naast het nieuwe station zijn ook nieuwe 150 kV verbindingen nodig. Deze verbindingen worden doorgaans ondergronds aangelegd. De lengte is afhankelijk van de locatie van de nieuwe stations.

De hoogspanningsstations zijn onderdeel van het hoogspanningsnet, dus TenneT is initiatiefnemer en kostendrager van deze oplossingsrichting. De gemaakte kosten worden uiteindelijk via de nettarieven doorbelast aan iedereen met een aansluiting op het elektriciteitsnet. Hoogspanningsstations vallen onder de rijkscoördinatieregeling²⁹ (RCR) en het aankomende Programma Energiehoofdstructuur. De ruimtelijke inpassing van deze stations valt daarmee onder verantwoording van het rijk. Een RCR-procedure is een ingewikkeld en langdurend proces, waarbij Milieueffectenrapportage-procedure (MER) doorlopen moet worden. Vanwege de forse ruimtelijke impact, de vele betrokken stakeholders en het ingewikkelde vergunningstraject is de aanleg van een nieuw hoogspanningsstation een complex traject met een lange doorlooptijd.

Tabel 19 geeft een samenvatting van de belangrijkste kenmerken van deze oplossingsrichting.

²⁸ Het gaat dan onder andere om woningen, scholen, ziekenhuizen en gebouwen waar doorgaans een groot deel van de dag veel personen aanwezig zijn.

²⁹ Zie [link](#) voor omschrijving RCR-procedure.

Tabel 19 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	<ul style="list-style-type: none"> – Technische infrastructurele oplossing (netinvestering) – Beleidsmaatregel: ruimtelijke reservering
Netvlak	EHS (380 kV nationaal hoogspanningsnet)/HS (150 kV regionaal hoogspanningsnet)
Oplossing	Aanleggen nieuw hoogspanningsstations
Indicatie kosten	Meer dan € 100 mln per station (Netbeheer Nederland, 2019)
Kostendrager en initiatiefnemer	TenneT
Ruimtebeslag (direct)	40.000-100.000 m ² (Netbeheer Nederland, 2019)
Ruimtebeslag (hindercontour)	Geen kwetsbare objecten binnen 350 meter (Bright et al., 2022)
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	N.v.t
Toepassingsduur	Lange termijn structurele oplossing
Effect op belasting	Draagt bij aan toename capaciteit elektriciteitsnet voor zowel afname als aanbod.
Doorlooptijd	7-10 jaar (CE Delft, 2021)
Complexiteit	Hoge complexiteit
Typische locatie	Randsteden, industriecluster, grootschalige producenten

Gevolgen voor grondexploitatie

Deze nieuwe hoogspanning stations worden vooral in het buitengebied gerealiseerd. Deze hoogspanningsstations zijn zo groot dat ze zelfstandig worden ontwikkelt waardoor ze de gemeentelijke grondexploitatie niet raken.

Belemmeringen en benodigd beleid

Belangrijke belemmeringen bij het realiseren van nieuwe hoogspanningsstations zijn de lange vergunningstrajecten en beperkte beschikbare ruimte. Daardoor hebben de investeringen vaak lange doorlooptijden en kunnen ze niet altijd tijdig gerealiseerd worden. De bevoegdheid voor de ruimtelijke reserveringen voor hoogspanningsstations ligt bij het rijk. Dit wordt geregeld via de rijkscoördinatieregeling (RCR). Daarnaast is het rijk bezig met het opstellen van het Programma Energiehoofdstructuur. De gemeente heeft geen directe bevoegdheid, maar kan zelf of via de provincie lobbyen bij het rijk om te zorgen dat de benodigde ruimte voor deze nieuwe stations tijdig beschikbaar komt.

Daarnaast kan TenneT pas een investeringsbeslissing nemen als zij aanvragen van klanten en regionale netbeheerders ontvangen. Dan kan ook pas de RCR-procedure in gang gezet worden. De gemeente kan grote afnemers stimuleren om hun verduurzamingsplannen snel te concretiseren en tijdig een aanvraag te doen voor een grotere aansluiting. Belangrijke klanten voor TenneT zijn daarnaast de regionale netbeheerders, die contracteren immers een groot gedeelte van de capaciteit. Als de plannen dus duidelijk zijn en de regionale netbeheerders goede berekeningen en modellen inzetten, wordt de juiste capaciteit ook bij TenneT gecontracteerd.

Daarnaast is het gebrek aan technisch personeel bij netbeheerders in het algemeen een belemmering voor de tijdige realisatie van nieuwe infrastructuur. Dit speelt niet alleen bij de netbeheerders, maar in de hele samenleving. Hier is dus nationaal beleid voor nodig. Ook voor het versnellen van vergunningstrajecten is nationaal beleid nodig.

6.1.4 Nieuw koppelstation TenneT/Liander 150kV naar 50/20/10 kV

Om de elektrificatie van energievraag en de uitrol van hernieuwbare energie te faciliteren zijn op alle spanningsniveaus uitbreidingen nodig van het elektriciteitsnet. Nieuwe infrastructuur draagt direct bij aan het oplossen van knelpunten doordat de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet toeneemt.

Er is onder meer ruimte nodig voor nieuwe 150 kV stations, waar het net van Liander gekoppeld wordt aan het hoogspanningsnet van TenneT. Bij deze stations wordt stroom via transformatoren omgezet van het hoogspanningsnet naar de regionale net of vice versa. Op deze manier is minder transport op het regionale elektriciteitsnet nodig, waardoor de belasting op dit netvlak minder is. Daarnaast kunnen grote nieuwe afnemers of producenten van elektriciteit direct aangesloten worden op deze stations.

CE Delft verwacht uit haar analyses dat er tussen 2027 en 2035 0 tot 3 nieuwe koppelstations nodig zijn en tussen 2035 en 2050 0 tot 10.

Tussenspanning/middenspanning (TS/MS) stations

Het elektriciteitsnet van Liander bevat naast koppelstations en MSR's ook nog een ander type stations, namelijk de TS/MS stations. Deze stations koppelen het 50 kV net aan het de 20 kV en 10 kV netten. Deze stations hebben een ruimtebeslag van 2.000 tot 10.000 m² per station (Netbeheer Nederland, 2019). Het is nog onduidelijk en hoeveel nieuwe TS/MS stations noodzakelijk zijn in de toekomst en waar deze moeten komen. Dit hangt er vanaf hoe Liander hun netten wil inrichten. Daarom nemen we deze niet mee als afzonderlijke oplossingsrichting.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Het aanleggen van nieuwe onderstations is een technische infrastructurele oplossing die door netbeheerders wordt uitgevoerd. Nieuwe onderstations hebben een forse ruimtelijke impact. Per onderstation gaat het vaak om 15.000 tot 45.000 m² (Netbeheer Nederland, 2019), voor een 400 MVA station zelfs 60.000 m². Deze ruimte is bovengronds nodig. Daarnaast mogen er zich geen kwetsbare objecten bevinden binnen 350 meter afstand. Onderstations worden vaak geplaatst aan de randen van steden of op bedrijventerreinen bij grootschalige afnemers of producenten met een directe aansluiting (Bright et al., 2022)

Aangezien het om de koppeling tussen de netten van Liander en TenneT gaat zijn beide partijen betrokken en doen beide partijen investeringen. De gemaakte kosten worden uiteindelijk via de nettarieven doorbelast aan iedereen met een aansluiting op het elektriciteitsnet. Daarnaast is de gemeente (en mogelijk provincie) betrokken bij het vinden van de benodigde ruimte en het vergunningsproces voor deze stations. Dit moet in samenspraak met netbeheerders gebeuren. Door de forse ruimtelijke impact, de vele stakeholders en het ingewikkelde vergunningsproces is de aanleg van nieuwe koppelstations complex en is de doorlooptijd lang.

Tabel 20 geeft een samenvatting van de belangrijkste kenmerken van deze oplossingsrichting.

Tabel 20 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	– Technische infrastructurele oplossing (netinvestering) – Beleidsmaatregel: ruimtelijke reservering
Netvlak	HS (regionaal hoogspanningsnet)/MS (middenspanningsnet) of HS/TS (tussenspanningsnet)
Oplossing	Aanleggen nieuw koppelstation
Indicatie kosten	Meer dan € 25 mln per station (Netbeheer Nederland, 2019)
Kostendrager en initiatiefnemer	TenneT en Liander
Ruimtebeslag (direct)	60.000 m ² voor de grootte onderstation (400 MVA) in de gemeente.
Ruimtebeslag (hindercontour)	Geen kwetsbare objecten binnen 350 meter (Bright et al., 2022)
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	N.v.t
Toepassingsduur	Lange termijn structurele oplossing
Effect op belasting	Draagt bij aan toename capaciteit elektriciteitsnet voor zowel afname als aanbod.
Doorlooptijd	7-10 jaar (CE Delft, 2021)
Complexiteit	Hoge complexiteit
Typische locatie	Randsteden, bedrijventerreinen, grote afnemers/producenten

Gevolgen voor grondexploitatie

Deze oplossing wordt vaak gerealiseerd in het buitengebied aan de rand van steden of bij bedrijventerreinen. Deze oplossing raakt potentieel de gemeentelijke grondexploitatie als het onderstations op gemeentelijke grond wordt gerealiseerd en niet op private grond.

Een netbeheerder zal de grond van de gemeente willen kopen. Afhankelijk van de oorspronkelijk beoogde bestemming van de grond, is het waarschijnlijk dat de grondprijs voor een onderstation lager ligt. Het is denkbaar dat dit verschil in de grondprijs ongeveer 100 €/m² lager is dan de eerder verwachte grondprijs voor (hoogwaardige) bedrijventerreinen in de gemeente Haarlemmermeer. Voor de realisatie van nieuwe gebieden zijn onderstations echter vereist: het is een randvoorwaardelijke voorziening om ook nieuwe gebieden te kunnen ontwikkelen. We kennen daarom in de referentiesituatie geen effect op de grondexploitatie toe aan het onderstation. Als er echter door sterke elektrificatie een extra onderstation nodig is, heeft dat mogelijk een negatief effect op de grondexploitatie als deze grond anders verkocht had kunnen worden aan bedrijven en de gemeente dit ook had gewild. Het effect is in de geschetste situatie dan $100 \text{ €/m}^2 * 60.000 \text{ m}^2 = \text{€ } 6,0 \text{ miljoen}$. Als door het toepassen van oplossingen echter mogelijk is om een onderstation te besparen ten opzichte van de referentie, zou dit gezien kunnen worden als een positief effect op de grondexploitatie van € 6 miljoen.

Belemmeringen en benodigd beleid

Belangrijke belemmeringen bij het realiseren van nieuwe koppelstations zijn de lange vergunningstrajecten en beperkte beschikbare ruimte. Daardoor hebben de investeringen vaak lange doorlooptijden en kunnen ze niet altijd tijdig gerealiseerd worden. De gemeente kan, in samenwerking met de provincie, bijdragen aan het verkorten van de doorlooptijden door samen met de netbeheerders op zoek te gaan naar ruimte voor nieuwe koppelstations en hiervoor tijdig ruimte te reserveren. Het is nu nog niet precies duidelijk waar deze nieuwe koppelstations komen, maar logische locaties zijn aan de rand van de stedelijke omgeving, bij bedrijventerreinen of vlakbij een grotere afnemer (bijvoorbeeld nieuw datacenter). De gemeente en de netbeheerder moeten in gesprek gaan om samen geschikte locaties te zoeken.

Daarnaast kan TenneT pas een investeringsbeslissing nemen als zij klantaanvragen ontvangen of aanvragen van de regionale netbeheerders. Dan kan ook pas de ruimtelijke procedure in gang gezet worden. De gemeente kan grote afnemers stimuleren om hun verduurzamingsplannen snel te concretiseren en tijdig een aanvraag te doen voor een grotere aansluiting.

Daarnaast is het gebrek aan technisch personeel bij netbeheerders in het algemeen een belemmering voor de tijdige realisatie van nieuwe infrastructuur. Dit speelt niet alleen bij de netbeheerders, maar in de hele samenleving. Hier is dus nationaal beleid voor nodig.

6.1.5 (Ruimtelijke reservering voor) nieuwe middenspanningsruimtes (MSRs) en middenspanningskabels (MS-ringen)

Om de elektrificatie van energievraag en de uitrol van hernieuwbare energie te faciliteren zijn op alle spanningsniveaus uitbreidingen nodig van het elektriciteitsnet. Nieuwe infrastructuur draagt direct bij aan het oplossen van knelpunten doordat de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet toeneemt.

Er is onder meer ruimte nodig voor nieuwe middenspanningsruimtes (MSRs). Dat zijn transformatoren die kleinverbruikers op het laagspanningsnet verbinden met het middenspanningsnet. Dit zijn kleine transformatorhuisjes die onder andere in de openbare ruimte van woonwijken geplaatst worden. Aangezien er forse aantallen MSRs nodig zijn in woonwijken, waar weinig ruimte beschikbaar is, kan de ruimtelijke inpassing hiervan uitdagend zijn. Momenteel zijn er 605 MSRs in de gemeente Haarlemmermeer. Tot 2027 voorziet CE Delft 297 nieuwe MSRs, waarvan vijf in bestaande wijken en 292 in nieuwbouwwijken. Tussen 2027 en 2035 worden naar verwachting nog eens 72 tot 163 MSRs bijgebouwd. In 2050 zijn er naar verwachting in totaal tussen de 1.225 en 1.431 MSRs nodig in de gemeente, meer dan twee keer zoveel als nu. Daarvan zijn er 370 tot 439 additioneel vereist in nieuwbouwwijken en 250 tot 387 in bestaande wijken.

Daarnaast moet ook de transportcapaciteit van verbindingen op het middenspanningsnet vergroot worden door verzwaring van de MS-ringen. Een MS-ring is een middenspanningskabel die meerdere MSRs aansluit op een onderstation. We zijn uitgegaan van 7 MSRs per MS-ring op een 10 kV distributienet en 14 MSRs per MS-ring op een 20 kV distributienet. Tot 2027 zijn 22 tot 43 nieuwe MS-ringen nodig en tussen 2027 en 2035 moeten hier nog 9 tot 23 extra bijkomen. Tot 2050 zijn er in totaal 63 tot 118 nieuwe MS-ringen nodig.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Het aanleggen van nieuwe MSRs en MS-ringen is een technische infrastructurele oplossing die door netbeheerders wordt uitgevoerd. Nieuwe MSRs hebben per station een kleine ruimtelijke impact, van 10 tot 35 m² per MSR (Netbeheer Nederland, 2019). Maar aangezien er forse aantallen nodig zijn, krijg je in totaal een forse ruimtelijke opgave. Tot 2050 is tussen de 6.200 en 21.700 m² aan bovengrondse ruimte nodig voor nieuwe MSRs. Bij elke MSR moet er daarnaast voldoende ruimte beschikbaar zijn voor het veilig plegen van onderhoud (Bright et al., 2022). MS-verbindingen hebben een sleufbreedte van 30 cm en een tracébreedte tussen de 1 en 10 meter (Netbeheer Nederland, 2019).

Liander is initiatiefnemer en kostendrager van deze oplossingsrichting. De totale kosten voor alle voorziene nieuwe MSRs liggen naar verwachting tussen de € 22 en € 155 miljoen tot 2050. De gemaakte kosten worden uiteindelijk via de nettarieven doorbelast aan iedereen met een aansluiting op het elektriciteitsnet. De gemeente zijn betrokken bij het vinden van de benodigde ruimte en het vergunningsproces voor deze stations en

verbindingen. Vanwege de beperkte ruimtelijke impact van MSRs en het beperkt aantal stakeholders is het aanleggen van nieuwe MSRs niet zo'n complex proces en is de doorlooptijd beperkt.

Tabel 21 geeft een samenvatting van de belangrijkste kenmerken van deze oplossingsrichting.

Tabel 21 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Technische infrastructurele oplossing
Netvlak	MS (middenspanningsnet) en MS/LS (laagspanningsnet)
Oplossing	Aanleg nieuwe MSRs en MS verbindingen
Indicatie kosten	MSR: € 35.000 - 250.000 per MSR. MS verbindingen: € 100 - 400 per meter (Netbeheer Nederland, 2019)
Kostendrager en initiatiefnemer	Liander
Ruimtebeslag (direct)	10-35 m ² per MSR. MS-verbindingen hebben een kabelbreedte van 30 cm en een tracébreedte van 1 tot 10 meter (Netbeheer Nederland, 2019).
Ruimtebeslag (hindercontour)	Ruimte nodig voor veilig onderhoud en een kraanwagen
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	N.v.t
Toepassingsduur	Lange termijn structurele oplossing
Effect op belasting	Draagt bij aan toename capaciteit elektriciteitsnet voor zowel afname als aanbod.
Doorlooptijd	MSR: 0,5 tot 1 jaar. MS verbinding: 0,5 tot 3 jaar (Netbeheer Nederland, 2019).
Complexiteit	Niet erg complex
Typische locatie	In gebouwde omgeving

Gevolgen voor grondexploitatie

Middenspanningsruimtes worden geplaatst binnen een woonwijk of op bedrijventerrein voor verschillende kleine bedrijven. De opbrengsten voor de grondexploitatie voor een MSR zijn ongeveer € 3.500. De ruimte vereist voor een MSR is te vergelijken met de ruimte voor één woning. De opbrengst voor de grondexploitatie is ongeveer 50.000 €/woning. De additionele kosten voor een extra MSR zijn dus € 46.500 per MSR. Als door het toepassen van een oplossing het aantal MSRs verminderd kan worden, zijn de baten voor de grondexploitatie dus € 46.500 per MSR.

Belemmeringen en benodigd beleid

Er is in totaal een forse hoeveelheid ruimte nodig voor nieuwe MSRs. Aangezien deze ruimte nodig is in de gebouwde omgeving kan de ruimtelijke inpassing hiervan in de bestaande bouw problemen opleveren. De gemeente moet bij nieuwbouwplannen rekening houden met de benodigde ruimte voor nieuwe MSRs in deze buurten. Daarnaast is er veel nieuwe ruimte in bestaande buurten. Het is nu nog niet precies duidelijk waar deze nieuwe MSRs komen. De gemeente en de netbeheerder moeten in gesprek gaan om samen geschikte locaties te zoeken.

Daarnaast is het gebrek aan technisch personeel bij netbeheerders in het algemeen een belemmering voor de tijdige realisatie van nieuwe infrastructuur. Dit speelt niet alleen bij de netbeheerders, maar in de hele samenleving. Hier is dus nationaal beleid voor nodig.

6.2 Specifiek beleid Haarlemmermeer als oplossing voor netcongestie

6.2.1 Reguleringsbeleid datacenters

Hoe de groei van datacenters zich ontwikkeld is bepalend voor de beschikbare netcapaciteit in Haarlemmermeer en de benodigde netuitbreidingen. Elk nieuwe datacenter legt in een kort tijdsbestek een forse claim om de capaciteit van het elektriciteitsnet. Het beperken van de groei van datacenters is nodig om voldoende capaciteit beschikbaar te houden voor overige ontwikkelingen in de gemeente Haarlemmermeer.

Nationaal beleid

In 2019 is een eerste aanzet voor een strategie voor datacenter gemaakt. Die aanzet is de Ruimtelijke Strategie Datacenters, die onder andere drie mogelijke ruimtelijke scenario's beschrijft voor groei van datacentra in Nederland (REOS, 2019). De Ruimtelijke Strategie Datacenters is gebruikt als input voor de Nederlandse Omgevingsvisie (NOVI), die in 2020 door de Kamer is aangenomen. De NOVI richt zich op een selectieve groei van datacentra, met name dat ze aan de randen van Nederland, bij voorkeur op bestaande locaties zoals Eemshaven en Middenmeer (Ministerie van BZK, 2020). Het is echter weinig concreet.

Eind 2021 is de oproep voor nationale regie vanuit de sector herhaald met een brandbrief van de Dutch Data Center Association. Er is nu wel een Ontwerpbesluit voor de vestiging van hyperscale datacentra. Hyperscale datacentra worden daarin gedefinieerd als 'rekencentra of datacenters, of een verzameling als geheel op eenzelfde locatie, van 10 ha of meer en een elektriciteitsaansluiting van 70 MW of meer' (Ministerie van BZK, 2022a, 2022b). Het besluit stelt dat gemeenten geen nieuwe hyperscale datacentra mogen toelaten, behalve in gemeente Het Hogeland en Hollandse Kroon. Het ontwerpbesluit stelt dat colocatie datacentra makkelijker inpasbaar zijn en minder energievraag hebben dan hyperscale datacentra. Colocatie kan door gebieden aan te wijzen waar datacentra wel en niet zijn toegestaan en voorwaarden stellen bij het wel toestaan van vestiging van datacentra.

Gemeentelijk beleid

De gemeente heeft in haar beleid opgenomen dat in totaliteit maximaal 750 MVA datacenters gerealiseerd mogen worden tot 2030. Daarnaast zijn alle datacenters met een totaal vermogen van meer dan 80 MVA verplicht een eigen 150 kV inkoopstation dienen te realiseren (Gemeenteraad Haarlemmermeer, 2020). Dat betekent concreet dat deze datacenters worden aangesloten bij TenneT. De regel geldt voor de totale capaciteit van één aanbieder, ook voor de aanbieders met een bestaand datacenter die een groeiambitie hebben. In het datacenterbeleid is verder aangegeven dat ook datacenters met een aansluitcapaciteit tussen de 40 en 80 MVA op basis van maatschappelijke kosten en impact wordt beoordeeld door de netbeheerders. Het is op dit moment nog onzeker hoeveel capaciteit van de toekomstige datacenters aangesloten worden op het netwerk van Liander of TenneT. Dat hangt dus mede af van de individuele omvang van de nieuwe datacenters (in MVA). De meeste bestaande datacenters in Haarlemmermeer hebben gemiddeld individueel een capaciteit van circa 20 MVA, variërend tussen de 2,5 en 75 MVA (Gemeenteraad Haarlemmermeer, 2020).

Mogelijk additioneel beleid

Het huidige beleid richt zich tot 2030, zowel nationaal als gemeentelijk niveau. De strategie kan uitgebreid worden met een strategie voor vraag na 2030, of een onverwacht snelle groei tussen nu en 2030.

De gemeente Haarlemmermeer kan haar datacenterbeleid aanscherpen door:

- Het gemeentelijke besluit vereist een Power Usage Effectiveness (PUE)³⁰ van minimaal 1,2. De nieuwste datacentra halen 1,1. De gemeente kan strengere PUE-eisen hanteren en/of een combinatie met andere kenmerken zoals piekverbruik per m², wat ook in lijn is met de adviezen van het CRa³¹.
- Daarnaast kan de gemeente ook voorwaarden voor onder andere eigen opwek concretiseren.
- De gemeente vereist dat bij een stroomvraag of groeiambitie groter dan 80 MVA een eigen 150 kV inkoopstation moet worden gerealiseerd³². De ondergrens kan aangescherpt worden in het licht van de definitie van hyperscale datacentra uit het ontwerpbesluit.
- Niet alleen het datacenter zelf, ook de omgeving kan aan voorwaarden gebonden worden. De gemeente kan voorwaarden stellen om voor integraal en klimaatbestendig ontwerpen van de buitenruimte rondom een datacenter om koelvraag te beperken door gebruik te maken van beplanting, waterpartijen en windkoeling. Dit wordt ook ondersteund door de sector zelf³³.

Maatregelen voor lagere netgebruik

We voorzien twee mogelijke richtingen hoe datacenters minder netbelasting kunnen realiseren:

1. **Use-it-or-lose it principe toepassen.** Datacentra contracteren in de regel (veel) meer capaciteit dan wat ze daadwerkelijk gebruiken. Met aanpassing van wet- en regelgeving zouden netbeheerders de niet gebruikte capaciteit weer kunnen terugvorderen. Dit is ook een voorstel van het IPO³⁴, de gemeente Haarlemmermeer zou zich desgewenst mee achter het voorstel kunnen scharen. De mogelijkheid hiertoe is ook opgenomen in het wetsvoorstel van de nieuwe Energiewet.
2. **UPS-systemen van datacentra inzetten voor oplossen netcongestie.** Datacentra hebben typisch grote back-upsystemen, uninterruptible power supply of UPS genoemd. Dit zijn steeds vaker batterijen. In de VS werden recent UPS-systemen van een datacenter van Microsoft ingezet voor onder andere peak-shaving³⁵. UPS-systemen kunnen dus gebruikt worden om netcongestie mee op te lossen. Daarnaast kunnen afspraken gemaakt worden met datacentra voor afschakeling, net als voor andere industriële gebruikers. Dat vraagt wel een enorme verandering in denkpatroon, zeker bij datacentra, en zal daarom tijd vergen.

Gevolgen voor grondexploitatie

De prijs voor bouwrijpe grond voor datacenters is vergelijkbaar met de prijs voor andere bedrijven. Als de grond anders niet verkocht zou worden aan andere bedrijven, is er logischerwijs een positief effect van het verkopen aan datacenters op de grondexploitatie.

³⁰ Een PUE van 1,2 betekent dat er 120 watt nodig is om een server van 100 watt van stroom te voorzien. Het verschil is nodig voor het koelen van de servers en de andere voorzieningen van het datacenter.

³¹ www.collegevanrijksadviseurs.nl/binaries/college-van-rijksadviseurs/documenten/publicatie/2021/08/31/advies-datacentrum-zeewolde/210803_CRa+Zeewolde_advies_DEF.pdf

³² <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR646404>. Hoofdstuk 6.2.1.

³³ <https://datacenterworks.nl/artikelen/goed-her-ontwerp-maakt-datacenters-betrouwbaar-klimaat-en-toekomstbestendig>

³⁴ www.ipa.nl/media/zieg1xlt/position-paper-ipo-commissiedebat-datacenters-21-april-pdf.pdf

³⁵ www.eaton.com/nl/nl-nl/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/backup-power-ups/dual-purpose-ups-technology.html



Als de grond anders verkocht zou worden aan een andere commerciële partij is er geen effect op de grondexploitatie.

6.2.2 Clusteren van zonnecarré

In het zonnecarré in Haarlemmermeer worden veel zonneakkers gerealiseerd tot 2030 en is er nog veel doorgroei potentieel tot 750-1.000 hectare in 2050. Deze projecten worden nu los van elkaar aangesloten op het netwerk van Liander. Liander pleit voor een clustering van deze grote zonneprojecten tot één of meerdere 150 kV aansluiting, om netcongestie bij Liander te voorkomen. Dit resulteert er ten eerste in dat Liander minder aansluitingen hoeft te realiseren en er minder vrije velden gebruikt worden. De vrije velden op de onderstations kunnen anders mogelijk een belemmering worden voor het aansluiten van alle partijen. Een ander mogelijk voordeel is dat grotere vermogens op hogere netvlakken aangesloten kunnen worden. Het gaan dan over grote projecten op het Liander netwerk waardoor ze direct aangesloten kunnen worden op onderstations, in plaats van het MS-netwerk te belasten. Een verdere clustering kan mogelijk zelfs betekenen dat het vermogen groter is dan 60 tot 100 MW. Dan worden de projecten aangesloten op het TenneT-netwerk. Daarmee wordt congestie door invoeding op het Liander-netwerk voorkomen. Dan is het logischerwijs wel van belang om te valideren dat er voldoende capaciteit op het TenneT-netwerk beschikbaar is.

Liander geeft specifiek voor Haarlemmermeer in de RES-analyse aan dat clustering noodzakelijk is (Netbeheer Nederland et al., 2022) om het zonnecarré aan te sluiten. Kijkend naar de huidige toegekende projecten is er echter niet geclusterd, maar worden alle projecten los aangesloten. Clustering is dus pas mogelijk bij de ontwikkeling van nieuwe projecten.

We richten ons voor zon alleen op de clustering van zonneakkers, omdat dit direct aansluit bij concreet en bestaand gemeentebestuur in combinatie met een knelpunt dat Liander voorziet. Er zijn ook andere oplossingen voor de netcongestie door invoeding, maar hier richten we ons niet op omdat in Haarlemmermeer voornamelijk knelpunten verwacht worden door afname van elektriciteit. Potentiële andere oplossingen voor netcongestie door invoeding zijn curtailment (beperken van de opwekpiek), combinatie van vraag en opwek, batterij-opslag en conversie naar waterstof. Hier zit voor een deel overlap met de eindgebruiker oplossingsrichtingen die in Paragraaf 6.3 worden besproken.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Het clusteren van zon-pv vereist samenwerking tussen verschillende partijen of het realiseren van een groot zonnepark door één partij. Het clusteren van zonneparken is pas weer mogelijk bij de realisatie van nieuwe parken.

Tabel 22 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Beleid, opwek
Netvlak	MS
Oplossing	Clustering van zonneprojecten tot netaansluiting(en) met hogere vermogen
Indicatie kosten	Kosten voor netaansluiting zijn lager op hogere netvlakken, investering vereist in tijd voor organisatie

Kenmerk	Beschrijving
Kostendrager en initiatiefnemer	Kosten worden gedragen door ontwikkelaar van zon-pv-project, gemeente en Liander moeten initiatief nemen.
Ruimtebeslag (direct)	Er is geen additioneel ruimtebeslag, mogelijk wel andere locaties. De noodzaak voor een extra onderstation kan voorkomen worden.
Ruimtebeslag (hindercontour)	Geen
Toepassingsduur	Langetermijnoplossing, pas mogelijk met realisatie nieuwe zonneparken
Effect op belasting	Deze maatregel verplaatst de netbelasting naar mogelijk andere netcomponenten, hieronder wordt congestie mogelijk voorkomen in de lagere netvlakken. Daarnaast worden er minder vrije velde gebruikt.
Doorlooptijd	De doorlooptijd voor de realisatie van de zonprojecten wordt mogelijk langer door de onderlinge afstemming
Complexiteit	Het ruimtelijk clusteren vereist meer vrije ruimte dicht bij elkaar, maar dit is naar verwachting goed beschikbaar in het zonnecarré. De complexiteit is dan vooral in het realiseren van onderlinge afstemming tussen verschillende partijen
Typische locatie	Buiten de ontwikkelgebieden
Benodigd beleid	Gemeentelijk beleid over de clustering voor nieuwe zonneparken
Belemmeringen	Clustering is nu niet te verplichten door de netbeheerder. De gemeente kan ook niet verplichten, maar beslist wel welke zonprojecten een vergunning krijgen. Er is geen duidelijk incentive voor bedrijven om te clusteren tot nu toe, behalve als er op hogere netvlakken wel capaciteit beschikbaar is.
Mogelijke oplossing belemmering en initiatiefnemer	Voor geplande projecten is dit beleid niet mogelijk. Voor nieuwe ontwikkelingen zijn er mogelijkheden om te sturen op clustering via onder andere clustering, maar de keuze hiervoor ligt bij de gemeente.

Gevolgen voor grondexploitatie

Het clusteren van zonneakkers heeft geen direct effect op de grondexploitatie. Dezelfde hoeveelheid grond wordt ingezet voor het ontwikkelen van zonneakkers, alleen mogelijk is de locatie anders. Mocht er in verhouding meer of minder grond van de gemeente gekocht worden door de andere locatie heeft dit wel effect op de grondexploitatie, maar naar verwachting is de meeste grond van private partijen.

De noodzaak voor een extra onderstation voor de zonnecarré kan voorkomen worden, dat heeft mogelijk een gunstig effect voor de grondexploitatie, zie Paragraaf 6.1.4.

Belemmeringen en oplossingen daarvoor

Clusteren van zonneakkers is niet logisch voor individuele bedrijven die een zonneakker ontwikkelen. Dit vereist immers samenwerking en additionele afstemming, terwijl de baten relatief beperkt zijn. Er zijn daarom extra incentives van de gemeente of netbeheerder nodig. De locaties voor het huidige zonnecarré zijn al vergeven. Clustering kan dus pas worden toegepast vanaf de verdere ontwikkeling van het zonnecarré.

Benodigd beleid

Als de gemeente ervoor kiest om bij volgende concessies voor zonneakkers clustering mee te nemen dienen verschillende acties genomen te worden. Ten eerste kan er met de vergunningen gestuurd worden op de locaties en daarmee clustering. De gemeente kan vooraf een initiërende en verbindende rol nemen in het realiseren van zo'n clustering (ruimtelijk clusteren tot grote percelen) en samenwerking (clustering van initiatieven).

De gemeente dient te waarborgen dat er voldoende ruimte beschikbaar is bij elkaar in de buurt om de clustering mogelijk te maken. Het sterkste incentive is als partijen niet kunnen aansluiten vanwege congestie, maar door clustering een aansluiting op een hoger netvlak kunnen krijgen en dan wel kunnen aansluiten. Hiervoor zijn vooral inzichten vanuit de netbeheerder vereist.

6.3 Eindgebruiker oplossingsrichtingen bij geïdentificeerde knelpunten

6.3.1 Eigen lokale elektriciteitsproductie (generator)

Tot 2025 is er sprake van congestie op het elektriciteitsnet van Liander in een gedeelte van Haarlemmermeer. Er is daarmee sprake van tijdelijke knelpunten, waardoor geen nieuwe aansluitingen gerealiseerd kunnen worden en bestaande afnemers geen grotere aansluitingen kunnen krijgen. De congestie wordt verholpen door netuitbreidingen, dit kost echter relatief veel tijd.

Om ook op de korte termijn te kunnen elektrificeren of uitbreiden, kunnen afnemers kiezen voor een tijdelijke oplossing waarbij een bestaande aansluiting aangevuld wordt met eigen productie. Hierbij wordt vraag en aanbod lokaal zo goed mogelijk op elkaar afgestemd. Een partij die geen aansluiting kan krijgen en zich nieuw wil vestigen, kan zelf overwegen om een off-grid-oplossing te realiseren. Dit betekent dat de partij geen aansluiting op het elektriciteitsnetwerk heeft en alle elektriciteit zelf opwekt.

Op deze manier kan extra elektriciteitsvraag gerealiseerd worden zonder dat hier een grotere aansluiting op het elektriciteitsnet voor nodig is. Duurzame opwek met zonnepanelen en windmolens leveren niet op elk moment elektriciteit waardoor ze niet geschikt zijn om de volledige elektriciteitsbehoefte van bedrijven in te vullen. In dat geval heb je nog een andere bron nodig, zoals een batterij. Het is belangrijk om dat goed uit te zoeken dat er wel altijd voldoende elektriciteit opgeslagen kan worden. Een andere optie is lokale elektriciteitsproductie met aggregaten op diesel of gasmotoren.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Een (off-grid)-oplossing met eigen productie is een maatregel die individuele bedrijven zelf kunnen nemen als tijdelijke oplossing bij congestie. Zij kunnen zelf investeren in eigen productie met zonnepanelen in combinatie met opslag of in gasmotoren of aggregaten. Er is ook geen tussenkomst van de netbeheerder nodig aangezien de capaciteit van de netaansluiting niet verandert. Aangezien alles plaatsvindt op het eigen terrein hoeft ook de gemeente niet betrokken te zijn, maar vaak zullen (milieu)vergunningen wel nodig zijn.

Het ruimtebeslag is afhankelijk van de specifieke invulling. Het slim afstemmen van vraag en aanbod levert geen extra ruimtebeslag op, maar de lokale opwek en mogelijke batterijen wel. Al deze ruimte is nodig op het eigen terrein.

De kosten van een off-grid-oplossing met eigen opwek is afhankelijk van de precieze invulling, maar in algemene zin is dit wel een stuk duurder dan het aanvragen van een nieuwe aansluiting. Daarom is dit alleen een reële optie in tijden van congestie, waarin geen nieuwe aansluiting mogelijk is.

Tabel 23 geeft een samenvatting van de belangrijkste kenmerken van deze oplossingsrichting.

Tabel 23 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Tijdelijke oplossing congestie
Netvlak	MS (middenspanning)
Oplossing	Off-grid-oplossing met eigen productie
Indicatie kosten	Hoog t.o.v. elektriciteit uit het netwerk afnemen. Kosten hangen af van de specifieke situatie.
Kostendrager en initiatiefnemer	Bedrijf/grootverbruiker
Ruimtebeslag (direct)	Afhankelijk van specifieke oplossing. Alleen op eigen terrein. Aggregaat van 100 kW vereist 15-20 m ² . Mobiele batterij 10 m ² voor 350 kW/350 kWh.
Ruimtebeslag (hindercontour)	-
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	Niet: geen extra netbelasting ondanks hogere elektriciteitsvraag
Toepassingsduur	Tijdelijke oplossing
Effect op belasting	Geen additionele netbelasting
Doorlooptijd	Eén dag (huur) tot enkele weken (koop)
Complexiteit	Laag, maar combinatie van bronnen (zon, batterijen, generatoren) verhoogd wel de complexiteit
Typische locatie	Bedrijventerreinen

Het effect op de netbelasting van deze oplossing kan niet gekwantificeerd worden voor Haarlemmermeer.

Gevolgen voor grondexploitatie

Een generator wordt geplaatst bij een bedrijf op haar eigen terrein. Het heeft daarom geen impact op de grondexploitatie.

Belemmeringen en benodigd beleid

Een van de belemmeringen bij eigen productie met een gasmotor is de aansluiting op het gasnet. De bestaande aansluiting op het gasnet moet voldoende capaciteit hebben voor de gasvraag van de gasmotor. Het aanvragen van een grotere gasaansluiting hiervoor kost tijd, als dit al mogelijk is. Daarom is een gasmotor alleen een reële optie bij een voldoende grote gasaansluiting.

Verder kunnen de hoge kosten van deze oplossing een belemmering zijn voor bedrijven. Bedrijven dienen zelf de afweging te maken of de hoge kosten opwegen tegen de mogelijkheid om sneller te elektrificeren of uit te breiden.

6.3.2 Energiehubs

Een mogelijkheid is om (tijdelijk) met andere partijen samen te werken en daardoor de beschikbare netcapaciteit en/of (bestaande) aansluiting efficiënter te gebruiken. Daardoor kunnen meer partijen meer elektriciteit gebruiken met dezelfde netbelasting. Dit principe komt overeen met wat veel mensen zien als een 'energiehub' en is effectief een samenwerkingsverband tussen bedrijven. Een energiehub kan op veel verschillende manieren vormgegeven worden maar om echt minder netcapaciteit te gebruiken zijn er nu nog veel barrières in wetgeving en nettarieven. Daarom is een energiehub om een lagere netbelasting te realiseren vaak nu nog niet mogelijk.

Een energiehub kan resulteren in een lagere netbelasting doordat bedrijven samenwerken. Stel twee bedrijven hebben maximaal 4 MW aan vermogen nodig, oftewel 8 MW

netbelasting als zij een losse aansluiting aanvragen, terwijl de gezamenlijke vermogensvraag vaak lager ligt. Door slim energiegebruik op elkaar af te stemmen kunnen zij een kleinere aansluiting aanvragen, bijvoorbeeld één 6 MW-aansluiting. Het delen van de netaansluiting maakt het ook mogelijk dat één bedrijf soms 5 MW gebruikt, zo lang het andere bedrijf op dat moment maximaal 1 MW gebruikt. Ze stemmen dan het energiegebruik op elkaar af. Achter de gezamenlijke aansluiting kan ook gebruik gemaakt worden van energieopslag of elektriciteitsproductie.

In de interactie met de netbeheerder en het elektriciteitsnetwerk zijn er twee mogelijkheden om dit te realiseren:

1. **Een gesloten distributiesysteem:** Deze optie is nu al mogelijk, maar is niet eenvoudig. Er wordt dan één aansluiting aangevraagd bij de netbeheerder waarachter een privaat elektriciteitsnetwerk wordt gebouwd. Alle deelnemende bedrijven zijn aangesloten op dit netwerk, wat wordt beheerd door één partij. Deze partij is een commerciële netbeheerder. Voor een gesloten distributiesysteem zijn strikte voorwaarden van toepassing en dient een ontheffing bij de ACM aangevraagd te worden.³⁶ Het netwerk op het luchthaventerrein van Schiphol is een voorbeeld van een gesloten distributiesysteem.
2. **Virtuele gecombineerde netaansluiting:** Deze oplossing is nu nog niet standaard mogelijk, de netbeheerder moet de oplossing nog verder uitwerken en hier nettarieven voor ontwikkelen. Soms is deze optie al wel mogelijk, bijvoorbeeld in pilots of als onderdeel van congestiemanagement. Bedrijven worden virtueel aan elkaar gekoppeld en passen hun gedrag op elkaar aan, zodat zij binnen de netcapaciteit van het bedrijventerrein blijven.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Een energiehub moet gerealiseerd door meerdere bedrijven en zij moeten onderling afspraken maken over bijvoorbeeld de lokale afstemming vraag en aanbod, kosten van het lokale private netwerk en het beheer van dit netwerk. Daarnaast zijn er strikte voorwaarden voor private elektriciteitsnetwerken vanuit het ACM en moet ontheffing aangevraagd worden³⁷.

Bij een virtuele gecombineerde aansluiting is geen privaat net nodig. Er is dan wel afstemming met de netbeheerder nodig. Zij onderzoeken de effecten van de energiehub op het net en kan meedenken aan een geschikte invulling. De virtuele gecombineerde aansluiting is nog niet standaard mogelijk. Er zijn nu enkele pilots met een virtuele energiehub, maar het is nog niet duidelijk wanneer dit concept breed beschikbaar zal zijn. Dit alles zorgt ervoor dat het opzetten van beide varianten van een energiehub een complex proces is.

Het ruimtebeslag is afhankelijk van de specifieke invulling. Het slim afstemmen van vraag en aanbod levert geen extra ruimtebeslag op, maar indien extra opwek of opslag geïnstalleerd wordt dan is hier wel ruimte voor nodig. Deze ruimte is nodig op het eigen terrein van bedrijven. Bij een gesloten distributiesysteem is ondergronds ruimte nodig voor het private elektriciteitsnet, maar er is dan achter de aansluiting geen netwerk van Liander meer nodig. Vermoedelijk leidt dit daarom niet tot een hoger ruimtebeslag.

³⁶ Voor meer informatie over deze regels: www.acm.nl/nl/onderwerpen/energie/netbeheerders/ontheffing-aanwijzing-netbeheer

³⁷ Voor meer informatie over deze regels: www.acm.nl/nl/onderwerpen/energie/netbeheerders/ontheffing-aanwijzing-netbeheer

De kosten van een energiehubs zijn afhankelijk van de precieze invulling, maar in algemene zin is dit wel een stuk duurder dan alleen het aanvragen van een nieuwe aansluiting bij de netbeheerder. Een energiehubs maakt het wel mogelijk om andere verdienmodellen te ontsluiten, zoals het onderling verhandelen van elektriciteit. De kosten worden gedragen door de bedrijven die aangesloten zijn bij de energiehubs.

Tabel 24 geeft een samenvatting van de belangrijkste kenmerken van deze oplossingsrichting.

Tabel 24 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Tijdelijke oplossing congestie
Netvlak	MS (middenspanning) of hoger
Oplossing	Energiehubs
Indicatie kosten	Hoog, maar mogelijke extra verdienmodellen
Kostendrager en initiatiefnemer	Bedrijven aangesloten bij energiehubs
Ruimtebeslag (direct)	Afhankelijk van precieze invulling oplossing. Ondergrondse ruimte voor privaat net komt in plaats van bestaand net, dus geen extra ruimtebeslag.
Ruimtebeslag (hindercontour)	-
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	Geen extra belasting ondanks hogere elektriciteitsvraag
Toepassingsduur	Tijdelijke oplossing
Effect op belasting	Minder belasting door lokaal afstemmen vraag en aanbod
Doorlooptijd	Enkele jaren, vooral organisatorisch
Complexiteit	Hoog
Typische locatie	Bedrijventerreinen

Gevolgen voor grondexploitatie

Een energiehubs heeft geen directe impact op de grondexploitatie omdat er geen additionele ruimte nodig is maar voornamelijk gebruik gemaakt wordt van bestaande technieken. Als er extra technieken vereist zijn, dan worden deze geplaatst op privaat terrein.

De gemeente zal wel een rol krijgen in de procesbegeleiding om de energiehubs tot stand te brengen. De gemeente schat deze kosten op € 50.000.

Belemmeringen en benodigd beleid

Er zijn vanuit de regulering verschillende belemmeringen voor de ontwikkeling van energiehubs. Voor een gesloten distributiesysteem is ontheffing nodig van de ACM. Er zijn strenge eisen verbonden aan deze ontheffing. Een virtueel gecombineerde netaansluiting is in de meeste gevallen überhaupt nog niet mogelijk. De gemeente kan niet direct iets doen om deze belemmeringen weg te halen, anders dan lobbyen voor nationaal beleid.

Een andere belemmering voor energiehubs is dat bedrijven onderling afspraken moeten maken over hun energiegebruik, de kosten en het beheer van het lokale netwerk. De gemeente kan een faciliterende rol spelen door samen met Liander en de bedrijven te onderzoeken op welke bedrijventerreinen een energiehubs potentie heeft en door bedrijven bij elkaar te brengen.

6.3.3 Grootschalige batterij

Batterijen kunnen gebruikt worden om pieken in de vraag of productie op te vangen en om de belasting op het elektriciteitsnet af te vlakken. Op momenten met veel productie of weinig vraag kan de batterij opgeladen worden en momenten van veel vraag kan dan extra elektriciteit geleverd worden vanuit batterijen. Batterijen kunnen doorgaans enkele uren op vol vermogen stroom afnemen of terugleveren. Dit betekent dat batterijen gebruikt kunnen worden voor balancering binnen een dag, maar niet voor seizoensopslag.

Batterijen kunnen voor verschillende doelen en op verschillende (elektriciteits)markten ingezet worden. Batterijen kunnen bijdragen aan een vermindering van de belasting op het elektriciteitsnet door:

1. **Deelnemen aan congestiemanagement.** Eigenaren van batterijen kunnen bijdragen aan het oplossen van lokale congestie door deel te nemen aan congestiemanagement (zie Paragraaf 6.3.4). Op momenten van lokale congestie kunnen deze batterij voor een vergoeding extra elektriciteit invoeden of stroom opladen.
2. **Balancering achter de aansluiting.** Batterijen kunnen worden ingezet om de vraagpieken achter de aansluiting af te vlakken. Of, als er ook opwek aanwezig is, om vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen. Op deze manier kunnen bedrijven extra elektriciteit gebruiken zonder dat er een grotere aansluiting nodig is. Dit is een optie indien bedrijven willen elektrificeren of willen uitbreiden, maar dit niet mogelijk is door congestie. Dit is een off-grid-oplossing (zie Paragraaf 6.3.1).
3. **Afvlakken productie hernieuwbare elektriciteit.** Producenten van hernieuwbare elektriciteit kunnen batterijen plaatsen om de productiepieken op een dag af te vlakken. Dit kan met name bij zonneparken of zon-op-daken bijdragen aan het verminderen van de productiepiek binnen de dag. Op deze manier kan meer productie op dezelfde aansluiting aangesloten worden. Dit is eigenlijk ook een vorm van balancering achter de aansluiting die ingezet kan worden wanneer capaciteitsknelpunten door opwek veroorzaakt worden. Daarnaast kan een batterij ingezet worden om elektriciteit op te slaan en op een voordeliger moment te verkopen.
4. **Alternatief voor netverzwaring.** Batterijen die op gunstige locaties in het net worden geplaatst, kunnen ingezet worden om netverzwaring te voorkomen. Netbeheerders mogen in principe niet zelf investeren in installaties voor opslag en mag deze ook niet exploiteren, maar bij onvoldoende aanbod van marktpartijen kunnen netbeheerders een vrijstelling aanvragen zodat dit in uitzonderingsgevallen alsnog toegestaan is³⁸. Zij kopen dan eigenlijk een flexibiliteitsdienst in. Naar verwachting zal dit vooral tijdelijk zijn tot netverzwaring gerealiseerd wordt, maar het kan ook permanent

Batterijen worden op dit moment vooral gebruikt om te handelen op onbalansmarkten, aangezien dit de enige toepassing is met een positieve businesscase. Dit betekent dat ze vooral worden inzetten voor het balanceren van vraag en aanbod op nationaal niveau. Hiermee dragen batterijen op dit moment niet direct bij aan het oplossen van lokale congestie. Deze batterijen kunnen daarnaast ook een deel van het jaar ingezet worden voor congestiemanagement om de businesscase te verbeteren. Daarmee dragen bestaande batterijen wel bij aan het oplossen van congestie. Batterijen inzetten voor balancering achter de meter of het afvlakken van productie is op dit moment nog niet rendabel (CE Delft, 2022). Verschillende partijen realiseren wel dit soort type batterijen, voornamelijk om ervaring op te doen.

³⁸ In eerste instantie moeten netbeheerders flexibiliteit inkopen bij netpartijen, bijvoorbeeld via de congestie-markt. Het verschil met het oplossen van 'gewone' congestie is wel dat de batterij bij verzwaren tenzij een permanente oplossing is en er geen netverzwaring meer komt, terwijl het bij congestiemanagement een tijdelijke oplossing is.



Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Verschiedene commerciële partijen kunnen investeren in grootschalige batterijen. Het kunnen bedrijven zijn die hun verbruik achter de meter willen balanceren, eigenaren van zonneparken of investeerders die batterijen aanschaffen voor handelen op onbalans- en congestiemarkten. De kosten voor de batterijen worden gedragen door de investeerders. De inkomsten die batterij-eigenaren krijgen voor het leveren van balanceringsdiensten of congestiemanagement worden betaald door netbeheerders. Congestie gerelateerde kosten worden doorbelast aan alle partijen met een aansluiting op het elektriciteitsnet. Onbalanskosten worden doorgerekend naar de partijen die onbalans creëren.

De complexiteit van deze maatregel is afhankelijk van de toepassing. De aanschaf van een batterij voor balancering achter de meter of voor het afvlakken van productiepieken is niet erg complex. Dit kunnen bedrijven zelf doen. Voor deelname aan congestiemanagement is afstemming met de netbeheerder nodig, dus dan neemt de complexiteit iets toe. De inzet van batterijen als alternatief voor netverzwaring betekent ook veel interactief met de netbeheerder en deze systemen zijn nog in ontwikkeling, maar in principe is dit ook een relatief eenvoudig systeem.

Tabel 25 geeft een samenvatting van de belangrijkste kenmerken van deze oplossingsrichting.

Tabel 25 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Tijdelijke oplossing congestie, behalve bij <i>alternatief voor netverzwaring</i>
Netvlak	MS
Oplossing	Grootschalige batterijen
Indicatie kosten	€ 225.000/MW/jaar (CE Delft, 2022)
Kostendrager en initiatiefnemer	Eigenaar batterij
Ruimtebeslag (direct)	70 m ² /MWh (Generation Energy & Posad Maxwan, 2020)
Ruimtebeslag (hindercontour)	-
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	Geen: geen extra belasting ondanks hogere elektriciteitsvraag
Toepassingsduur	Tijdelijke oplossing, behalve bij <i>alternatief voor netverzwaring</i>
Effect op belasting	Minder belasting door lokaal afstemmen vraag en aanbod
Doorlooptijd	Enkele weken voor huur, 6 tot 12 maanden voor zelf aanschaffen
Complexiteit	Afhankelijk van toepassing, maar niet enorm
Typische locatie	Bedrijven, koppelstations, zonneparken

Gevolgen voor grondexploitatie

Grootschalige batterijen kunnen door bedrijven geplaatst worden op private grond of door de netbeheerder. Batterijen passen over het algemeen binnen de locatie van het onderstation, waardoor geen additionele ruimte vereist is. Er is dus geen effect op de grondexploitatie.

Belemmeringen en benodigd beleid

De belangrijkste belemmering voor de inzet van grootschalige batterijopslag voor het verminderen van lokale congestie is de businesscase. Op dit moment worden batterijen ingezet om te handelen op onbalansmarkten. Het plaatsen van batterijen voor balancering achter de meter en om netverzwaringen te voorkomen is voorlopig nog niet rendabel

(CE Delft, 2022). Een deel van het jaar batterijen inzetten voor congestiemanagement (bovenop handelen op onbalansmarkten) kan wel rendabel zijn (CE Delft, 2022). De netbeheerders kunnen de businesscase van batterijen rendabeler te maken door meer in te zetten op congestiemanagement en tenders uit te schrijven. Recent maakte Liander bekend dat het op drie locaties gaat experimenteren met batterijsystemen bij onderstations.

Een andere belemmering voor het realiseren van grootschalige batterijen is dat er voldoende aansluitcapaciteit beschikbaar moet zijn. Op dit moment moet de netbeheerder rekening houden met 40 MW netbelasting als een 40 MW batterij aangesloten worden voor zowel afname als invoeding, er is immers geen garantie voor de netbeheerder dat deze batterij niet tot extra netbelasting gaat leiden op de piekmomenten. Aangezien batterijen vooral ingezet worden buiten de piekmomenten op het elektriciteitsnet kan een tijdsgebonden contract een oplossing zijn. Bij een tijdsgebonden contract (ook wel non-firm ATO) fluctueert de toegestane netbelasting van de batterij in de tijd, afhankelijk van de hoogte van de lokale netbelasting. De batterij mag het netwerk dan meer belasten op momenten dat daar ruimte voor is. De netbeheerder bepaalt wanneer dit het geval is. Tijdsgebonden contracten zijn een mogelijkheid die netbeheerders op dit moment onderzoeken.

6.3.4 Congestiemanagement

Congestiemanagement past de netbeheerder toe als er congestie ontstaat. Met congestiemanagement koopt de netbeheerder producten in bij marktpartijen. Deze 'producten' betekent dat partijen hun energiegebruik aanpassen om netcongestie op te lossen.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Recent is de *Code congestiemanagement* gepubliceerd waarin de regels rond congestiemanagement zijn vastgesteld. Dit is een wijziging van de 'Netcode elektriciteit'. Dit is de regelgeving over de netbeheerders en alle aangeslotenen op het elektriciteitsnetwerk. De code is 25 mei 2022 gepubliceerd en de netbeheerders hebben 6 maanden om de regels te implementeren. Tot nu toe wordt congestiemanagement maar beperkt toegepast. Vanaf eind 2022 zullen we dus zien of de code congestiemanagement een verschil maakt.

Het basisprincipe van congestiemanagement is dat partijen hun energiegebruik aanpassen om congestie te voorkomen die netbeheerder verwacht. De netbeheerder kijkt ongeveer één dag vooruit en zoekt de goedkoopst mogelijke optie om congestie te voorkomen. Als op deze manier congestie voorkomen wordt, kunnen er meer partijen aangesloten worden op het elektriciteitsnetwerk. Als er congestie ontstaat onderzoekt de netbeheerder of congestiemanagement mogelijk is, de voorwaarde daarvoor zijn:

- Er zijn voldoende partijen om flexibiliteit te leveren.
- Er hoeft geen congestiemanagement uitgevoerd te worden als de congestie korter dan één jaar duurt. Als er de afgelopen drie jaar congestie is geweest, moet er ook congestie onderzoek gedaan worden als de congestie korter dan één jaar duurt.
- De kosten zijn maximaal 1,02 €/MWh.
- Er is een technische grens op congestiemanagement van 110 tot 150% van de netcapaciteit afhankelijk van het regelbaar vermogen. In een congestieonderzoek onderzoekt de netbeheerder hoeveel regelbaar vermogen er is. De grens is dus de technische grens (110%) + het regelbaar vermogen.

In de code congestiemanagement zijn twee producten opgenomen die daadwerkelijk afgenomen kunnen worden door de netbeheerder:

1. Redispatch product: Bedrijven doen biedingen voor hoeveel geld ze hun energiegebruik (afname of invoeding) willen aanpassen. De netbeheerder bepaalt hoeveel flexibiliteit nodig is van de bedrijven en gaat in op de goedkoopste biedingen tot de gewenste flexibiiteit bereikt is. Er kan een redispatch contract worden afgesloten waarin de contractant wordt verplicht biedingen te doen.
2. Capaciteitsbeperking product³⁹: Dit zijn langetermijncontracten waarin het bedrijf afspreekt zijn transportbehoefte te beperken tot een bepaalde capaciteit voor een bepaalde prijs. De capaciteit wordt verlaagd op momenten dat er congestie verwacht wordt, bijvoorbeeld in de avondpiek. Deze oplossing wordt ook ontwikkeld als standaard netwerktarief, zie hiervoor Tekstkader 3.

Tekstkader 3 - Tijdsgebonden contracten

Tijdsgebonden contracten, in netbeheerders termen ook wel non-firm aansluiting genoemd, komen grotendeels overeen met het capaciteitsbeperking product van congestiemanagement. De netbeheerders werken er in 2022 aan om deze oplossing ook te implementeren in het tariefstelsel. Als er congestie dreigt kunnen partijen dan in plaats van een normale, oftewel 'firm' aansluiting, een tijdsgebonden contract kiezen. Daarmee kunnen zij wel stroom gebruiken als er geen hoge netbelasting is, maar mogen ze minder stroom gebruiken tijdens piek-momenten. Zo kunnen bedrijven wel een (grotere) aansluiting krijgen als er congestie is.

Als deze producten effectief ingezet kunnen worden, betekent dit dat congestie wordt opgelost en er meer partijen aangesloten kunnen worden. Hoeveel extra partijen er dan daarmee aangesloten kunnen worden hangt af van hoeveel flexibiliteit ontsloten kan worden met congestiemanagement.

Tabel 26 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Organisatorisch, flexibele aanpassing van energiegebruik
Netvlak	Toepassing voornamelijk vanaf MS-netvlak en hoger
Oplossing	De netbeheerder betaalt partijen om hun energiegebruik aan te passen en daarmee congestie op te lossen
Indicatie kosten	Kosten zijn nog onbekend maar maximaal 1,02 €/MWh.
Kostendrager en initiatiefnemer	Netbeheerder neemt initiatief, marktpartijen moeten acties ondernemen. Kosten worden gesocialiseerd via de nettarieven, maar netbeheerder ervaart wel een prikkel in tariefstructuur om congestie op te lossen door verzwaring.
Ruimtebeslag (direct)	Geen direct ruimtebeslag
Ruimtebeslag (hindercontour)	Geen hindercontour
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	Er is naar verwachting geen tot beperkt effect op MS-ringen. Congestiemanagement wordt naar verwachting vooral op hogere netvlakken toegepast.
Toepassingsduur	Congestiemanagement wordt tijdelijk toegepast tot netverzwaring is gerealiseerd.
Effect op belasting	Congestiemanagement kan toegepast worden op afname en opwek. De impact hangt af van hoe flexibel de partijen in het netgebied zijn. De ACM heeft de maximale toepassing van congestiemanagement vastgesteld op 150% van de capaciteit.

³⁹ Dit komt overeen met non-firm ATO, tijdsgebonden aansluiting of ongegarandeerde aansluiting.

Kenmerk	Beschrijving
Doorlooptijd	Eerst zal een congestieonderzoek toegepast worden wat ongeveer 6 maanden zal duren. De doorlooptijd schatten we in op één jaar.
Complexiteit	De systematiek van congestiemanagement is ontwikkeld en wordt de komende jaren steeds meer toegepast. De complexiteit bij bedrijven om hun energiegebruik aan te passen verschilt per bedrijf.
Typische locatie	Er is geen ruimtegebruik.
Benodigd beleid	Met de code congestiemanagement is net nieuw beleid geïmplementeerd. Vooral beleid rond batterijen is vereist, om te zorgen dat ze goed ingepast worden in het systeem. In 2023 wordt meer ervaring opgedaan met de nieuwe regels rond congestiemanagement, en dienen wellicht wijzigingen gemaakt te worden.
Belemmeringen	De nettarieven zijn niet altijd geschikt voor flexibele oplossingen. Batterijen kunnen nog leiden tot congestie, in plaats van bijdragen aan de oplossing.
Mogelijke oplossing belemmering en initiatiefnemer	Aanpassingen in tarieven, geïnitieerd door de netbeheerder, kunnen hier de oplossing voor zijn.

Gevolgen voor grondexploitatie

Er is geen ruimtegebruik van congestiemanagement. Het is namelijk een aanpassing in de operationalisering bij bestaande installaties. Daardoor is er geen impact op de grondexploitatie.

Belemmeringen en oplossingen daarvoor

De nieuwe code voor congestiemanagement is pas net in werking getreden. Dit betekent dat er nog geen ervaring is hoe dit gaat doorwerken in de praktijk en het nog niet mogelijk is alle belemmeringen te benoemen.

De nettarieven zijn een mogelijke belemmering, aangezien deze niet geschikt zijn voor flexibele toepassingen en niet flexibele toepassingen sturen. Een goed voorbeeld zijn batterijen. De netbeheerders zijn bezig met hoe ze flexibiliteit goed kunnen inzetten met tarieven.⁴⁰

6.3.5 Slim laden van elektrische voertuigen eventueel met gebruik van laadpleinen

Slim laden betekent dat het opladen van elektrische personenauto's, bestelauto's en vrachtwagens slim wordt aangestuurd. Normaal laden voertuigen met het maximale vermogen op momenten dat ze aangesloten worden op een laadpaal. Met slim laden wordt de laadbehoefte anders verdeeld waardoor de piekbelasting lager wordt of om bijvoorbeeld te handelen op de energiemarkten.

Slim laden om netbelasting te verlagen kan actief en passief ingezet worden. Passief betekent dat een partij probeert binnen haar eigen aansluiting te blijven, door bijvoorbeeld meerdere voertuigen op een laag vermogen op te laden. Actief betekent dat de voertuigen ook sturen op de netbelasting en bijvoorbeeld minder laden op momenten met een hoge netbelasting. Dit kan geoperationaliseerd worden door deel te nemen aan

⁴⁰ Zie bijvoorbeeld: <https://energeia.nl/energeia-artikel/40102920/netbeheerders-willen-batterij-alleen-nog-met-tijdsgebonden-contract-aansluiten> en <https://www.energystoragenl.nl/regionale-netbeheerders-onderzoeken-tijdsgebonden-contract-voor-grootschalige-batterijopslag/6248>

congestiemanagement wanneer er sprake is van congestie, met tijdsgeboden contracten of netwerkstarieven specifiek gericht op deze toepassingen. De laatste twee producten kan de netbeheerder momenteel nog niet aanbieden, maar wordt voor de toekomst wel naar gekeken. Met het inzetten van slim laden kunnen de kosten voor de gebruiker lager zijn en netbelasting gereduceerd worden.

Met laadpleinen kan de laadvraag beter geoptimaliseerd worden. Doordat er meerdere laadpalen zijn, kan de beschikbare netcapaciteit efficiënt verdeeld worden over de auto's. Dit betekent lagere netkosten voor de gebruikers en de netbeheerders. De gemeente heeft alleen invloed op publieke laadinfrastructuur, bijvoorbeeld in aanbestedingen of specifieke contracten met exploitanten. Private partijen zullen zonder juiste incentives niet direct gaan slim laden en hierop heeft de gemeente ook beperkte invloed.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Slim laden is zowel een organisatorische als technische oplossing. Het draagt bij aan het reduceren van de netbelasting op LS en MS-netvlakken en zal doorwerken op de netbelasting op hogere niveaus. Er zijn investeringskosten voor het realiseren van de oplossing en mogelijk later nog voor software en onderhoud.

Tabel 27 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Organisatorisch en technisch
Netvlak	LS, MS
Oplossing	Slim laden van elektrische voertuigen
Indicatie kosten	Meerkosten voor slim laden zijn €1.000 voor klein aantal voertuigen tot € 2.500 voor groter aantal voertuigen
Kostendrager en initiatiefnemer	De eindgebruiker draagt de kosten voor slim laden, maar ook de mogelijke baten
Ruimtebeslag (direct)	Er is geen ruimtebeslag voor slim laden
Ruimtebeslag (hindercontour)	-
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	Het aantal MSRs neemt af met 12-14%.
Toepassingsduur	Langetermijnoplossing
Effect op belasting	De netbelasting veroorzaakt door personenauto's kan met slim laden teruggebracht worden met 45%. Met laadpleinen is een verdere reductie mogelijk. In het 2035 kan slim laden in potentie de netbelasting van elektrische voertuigen met 40 tot 180 MW reduceren. In 2050 is dat 80 tot 260 MW.
Doorlooptijd	Enkele maanden tot maximaal 2 jaar
Complexiteit	Technisch is de complexiteit beperkt, de inzet van slim laden kan complexer zijn
Typische locatie	Bedrijventerreinen en woningen
Benodigd beleid	Concessies laadinfrastructuur, additionele nettarieven
Belemmeringen	Actief sturen op netbelasting is nu nog niet standaard mogelijk
Mogelijke oplossing belemmering en initiatiefnemer	Ontwikkeling nieuwe tarieven, primair is de netbeheerder daarvoor verantwoordelijk

Impact netbelasting

Slim laden kan in potentie de netbelasting van elektrische voertuigen tot nul brengen op momenten van piekbelasting. Het laden vindt dan buiten de piek plaats, bijvoorbeeld in de nacht. CE Delft heeft in de MSR-analyse de impact van slim laden ingeschat als het wordt

gebruikt om de laadvraag gelijk te verdelen. We schatten in dat met slim laden 45% van de netbelasting van personenauto's gereduceerd kan worden en met laadpleinen nog eens additioneel 15-20% waardoor de totale netbelasting van elektrische personenauto's 60 tot 65% lager kan zijn.

Middenspanningsruimtes

In bestaande wijken kon het aantal additionele vereiste MSRs teruggebracht worden met 13% met slim laden van losse laadpunten en met 14% met slim laden en laadpleinen. In nieuwbouwwijken ging dit om 12 en 14% respectievelijk. In combinatie met een HT-warmtenet is een reductie van 28% in bestaande wijken en 23% in nieuwbouwwijken mogelijk. Bedrijven zijn geen onderdeel van de MSR-analyse methodiek en het effect van slim laden van logistiek is daarom niet te analyseren binnen de scope.

Onderstations

Voor de impact op de onderstations zijn we uitgegaan van de totale belasting in de gemeente Haarlemmermeer volgens de CE Delft scenario's. Vervolgens hebben we het effect van slim laden en slim laden met laadpleinen bepaald. Laadpleinen kunnen alleen plaats vinden bij publieke laadpunten en niet bij privé laadpunten. Elaad verwacht voor Haarlemmermeer ongeveer 25% publieke laadpunten en 75% thuislaadpunten. Tabel 28 toont de netbelasting zonder en met maatregelen.

Tabel 28 - Indicatieve impact slim laden op netbelasting personenauto's

Vermogen (MW)	2027	2035 - laag	2035 - hoog	2050 - laag	2050 - hoog
Totaal zonder maatregel (MW)	19	38	86	84	168
Slim laden (MW)	11	21	48	46	92
Slim laden + laadplein (MW)	10	19	43	42	84

De netimpact van slim laden van logistiek is nog onbekend. Dit komt doordat er nog maar beperkte elektrische logistiek is en er dus ook weinig ervaring is met slim laden. In de Elaad outlook bedrijventerrein is een indicatieve besparing van de netbelasting opgenomen van 50% (Elaadnl, 2022). Dit komt overeen met slim laden op een laadplein voor personenauto's. Mogelijk is er meer potentiële reductie mogelijk als de logistieke voertuigen pas 's nachts gaan laden of nog meer gespreid laden. Tabel 29 toont de indicatieve netimpact voor de logistiek.

Tabel 29 - Indicatieve impact slim laden op netbelasting logistiek

Vermogen (MW)	2027	2035 - laag	2035 - hoog	2050 - laag	2050 - hoog
Totaal zonder maatregel (MW)	25	35	284	79	348
Slim laden - 50% reductie (MW)	13	17	142	39	174

In het 2035 kan slim laden in potentie de netbelasting van elektrische voertuigen met 40 tot 180 MW reduceren. In 2050 is dat 80 tot 260 MW.

Gevolgen voor grondexploitatie

De gemeente verwacht niet dat slim laden of laadpleinen impact hebben op de grondexploitatie. Mogelijk is er additioneel management nodig, bijvoorbeeld van de aanbesteding of ruimtelijke inrichting, maar dit hoeft de gemeente geen geld te kosten.

Belemmeringen en oplossingen daarvoor

Er zijn nu geen belemmeringen voor slim laden. Voor het inzetten van elektrische voertuigen aan het actief verlagen van de netbelasting zijn er nog wel belemmeringen. Sinds de codewijziging congestiemanagement kunnen grotere aantallen voertuigen deelnemen aan congestiemanagement maar dit is nog lastig. Andere methodes om de voertuigen actief te laten bijdragen moeten op nationaal niveau ontwikkeld worden, waarvoor de netbeheerders in eerste instantie verantwoordelijk zijn.

Benodigd beleid

Er zijn geen ruimtelijke reserveringen voor slim laden nodig. De gemeente kan sturen op slim laden in haar concessies voor publieke laadinfrastructuur en kiezen voor laadpleinen in plaats van individuele laadpalen. Daarnaast kan het in gesprek gaan met logistieke bedrijven over de inzet van slim laden of de exploitanten van (grote) parkeerplaatsen.

6.3.6 Warmtenetten als alternatief voor warmtepompen

In veel buurten in de gemeente Haarlemmermeer vormen warmtepompen de voorkeurs-warmtetechniek voor de warmtetransitie. Vanuit het oogpunt van betaalbaarheid is het van belang dat er een techniek gekozen wordt met de laagste maatschappelijke kosten. De kosten van netverzwaring zouden onderdeel moeten zijn in deze afweging meewegen op basis van maatschappelijke kosten. Warmtepompen kennen een relatief sterk effect op de netbelasting. In deze paragraaf illustreren we het verschil in netbelasting bij het toepassen van warmtenetten ten opzichte van warmtepompen.

Een warmtenet voorziet woningen en bedrijven van warm water op een vastgestelde temperatuur. Deze wordt voor ruimteverwarming en warm tapwater ingezet. Voor tapwater warmte kan het water direct gebruikt worden (bij een hoge- en middentemperatuur-warmtenet) of de temperatuur moet nog door middel van een booster warmtepomp verhoogd worden voor gebruik (lagetemperatuurwarmtenet). Een warmtenet is een alternatief voor een warmtepomp. De belasting van een warmtenet op het elektriciteits-netwerk is veel lager ten opzichte van een warmtepomp.

De gelijktijdige netbelasting in het LS-netwerk van een warmtepomp is ongeveer 3 kW per WEQ⁴¹, van een booster warmtepomp 1 kW en een hogetemperatuurwarmtenet resulteert in 0,25 kW additionele netbelasting in het lokale netwerk wat wordt veroorzaakt door elektrisch koken. Op hogere netvlakken zal de gelijktijdige netbelasting lager zijn vanwege een groter aantal huishoudens. Ter referentie: voor het standaard huishoudelijk verbruik rekenen de netbeheerders met ongeveer 1 kW per huishoudens. De warmtepompen resulteren dus in een zeer significante additionele netbelasting. Een keuze voor een duurzaam gas, zoals groengas of waterstof, kan op deze manier ook resulteren in een lagere netbelasting.

Door een warmtenet aan te leggen in plaats van in te zetten op een all electric-oplossing in de wijk kan de netimpact significant verlaagd te worden. Voor de realisatie van een warmtenet dienen echter natuurlijk ook grote investeringen in de infrastructuur gedaan te worden, moeten de benodigde (duurzame) warmtebronnen beschikbaar zijn en moet er ook veel in de ondergrond aangelegd te worden. De vermeden netbelasting werkt logischerwijs wel door op de hogere netvlakken.

⁴¹ Woningequivalent (WEQ) is een woning of 130 m² utiliteitsbouw.

Beschrijving en kenmerken oplossingsrichting

Warmtenetten kennen een andere kostenopbouw dan individuele oplossingen. De investeringskosten hangen af van de wijk, de type woningen en de afstand tot de warmtebron. Bij een nieuwbouwwijk zijn de kosten vaak lager. Per wijk kan bepaald worden wat de goedkoopste optie is en wat eventuele meerkosten zijn van een warmtenet. De eigenschappen van een warmtenet zijn opgenomen in Tabel 30.

Tabel 30 - Samenvattend overzicht kenmerken oplossingsrichting

Kenmerk	Beschrijving
Type oplossing	Technisch, warmte
Netvlak	LS en MS/LS
Oplossing	Aanleg van warmtenet
Indicatie kosten	Kosten voor een warmtenet lopen sterk uiteen afhankelijk van de locatie van het warmtenet en het type wijk. Over het algemeen zijn warmtenetten voordeliger in buurten met veel hoogbouw. Ook is het goedkoper een warmtenet aan te leggen in een nieuwbouwuurt, dan in een bestaande buurt.
Kostendrager en initiatiefnemer	De kosten voor de aanpassingen aan de woning zijn voor de bewoner of het bedrijf. De aanleg van warmtenet is voor het warmtebedrijf. Dit wordt doorbelast in de energierekening, die vaak hoger is dan voor alternatieven.
Ruimtebeslag (direct)	Vereist is: <ul style="list-style-type: none"> — Bovengronds is er ongeveer 25x35m nodig per 10.000 woning equivalent⁴² (WEQ) voor een warmteverdeelstation — Bovengronds is er ongeveer 5x5 m nodig per 250 woning equivalent⁴³ (WEQ) voor een lokaal warmteverdeelstation — Ondergronds is er dan 500 m² per 250 WEQ nodig voor opslag van warmte. — Piekinstallatie: 25 m² voor 10.000 woningen, oftewel 0,6 m² per 250 WEQ bovengronds — Ondergronds is er daarnaast voor pijpleidingen. Op wijkniveau zijn dit sleuven van 1 tot 1,3 meter breedte en op straatniveau sleuven van 0,8 tot 1,1 meter. Eventueel additioneel: <ul style="list-style-type: none"> — Een buurtwarmtepomp: 30x40m voor 15.000 tot 25.000 woningen, oftewel 15 m² per 250 WEQ bovengronds voor — Warmtebuffer: 200x200 meter per 20.000 woningen, oftewel 500 m² per 250 WEQ ondergronds
Ruimtebeslag (hindercontour)	Een leiding van een warmtenet is niet te combineren met een waterleiding in de nabijheid. Daarnaast is het doorgaans niet te combineren met elektriciteitskabels.
Ruimte-effect MSR en MS-ringen	Het aantal MSRs in bestaande wijken neemt af met 25% en in nieuwbouwwijken met 13% ten op zichte van de nu veelal all electricreferentie.
Toepassingsduur	Lange termijn
Effect op belasting	Dit heeft effect op netbelasting van de woningbouw en bedrijventerreinen. De netbelasting voor het invullen van de warmtevraag kan van 3 kW/WEQ teruggebracht worden naar 1 kW bij een boosterwarmtepomp of 0 kW bij een hogetemperatuurwarmtenet. Voor 2035 is de netbelasting reductie potentieel 60 tot 90 MW en in 2050 potentieel 150 tot 260 MW.

⁴² Woningequivalent (WEQ) is een woning of 130 m² utiliteitsbouw.

⁴³ Woningequivalent (WEQ) is een woning of 130 m² utiliteitsbouw.

Kenmerk	Beschrijving
Doorlooptijd	Een warmtenet aanleggen duurt gemiddeld 6 tot 8 jaar, maar is van veel factoren afhankelijk. Het grootste gedeelte van de doorlooptijd is de besluitvormings- en planningsfase. Een belangrijke factor is het overhalen van alle bewoners om deel te nemen, waardoor een warmtenet in een wijk met veel particulier bezit een vertraging kan veroorzaken.
Complexiteit	Het organiseren van een warmtenet is complex. De volle ondergrond kan de technische complexiteit voornamelijk vergroten
Typische locatie	Woningbouwgebied
Benodigd beleid	Gemeente kan na invoering van de 'wet collectieve warmtevoorziening' naar verwachting warmtekavels aanwijzen, waarna daar een warmtenet gerealiseerd zal worden door een warmtebedrijf.
Belemmeringen	Volle ondergrond, vereiste hoge participatie van bewoners.
Mogelijke oplossing belemmering en initiatiefnemer	In de ondergrond is een duidelijk plan op het ruimtegebruik vereist inclusief ruimtereserveringen. Voor participatie van bewoners is goede voorlichting en financiële zekerheid over de kosten van belang.

Impact netbelasting

De gelijktijdige netbelasting in het LS-netwerk van een warmtepomp is ongeveer 3 kW per WEQ, van een booster warmtepomp 1 kW en een hogetemperatuurwarmtenet resulteert niet in additionele netbelasting in het lokale netwerk.

Uit de MSR-analyse is gebleken dat als alle wijken een warmtenet krijgen (dit zal resulteren in hogere energiekosten voor sommige wijken), het vereiste aantal MSRs in bestaande wijken neemt af met 25% en in nieuwbouwwijken met 13% ten opzichte van de nu veelal all electric-referentie. Tabel 31 toont de indicatieve netimpact als alle woningen overstappen op een LT- of HT-warmtenet en Tabel 32 voor bedrijventerreinen.

Tabel 31 - Indicatieve impact warmtenet i.p.v. warmtepomp voor huishoudens

	2027	2035 - laag	2035 - hoog	2050 - laag	2050 - hoog
Totaal zonder beleid (MW)	21	67	71	177	206
LT-warmtenet (MW)	8	24	24	68	68
HT-warmtenet (MW)	2	6	6	17	17

Tabel 32 - Indicatieve impact warmtenet i.p.v. warmtepomp voor bedrijventerreinen

	2027	2035 - laag	2035 - hoog	2050 - laag	2050 - hoog
Totaal zonder beleid (MW)	8	23	29	60	81
LT-warmtenet (MW)	4	9	11	22	38
HT-warmtenet (MW)	1	3	3	6	11

In 2027 is een potentiële vermogensreductie mogelijk van 17 MW bij een LT warmtenet en 26 MW bij een HT-warmtenet. In 2035 is de reductie tussen de 57 en 65 MW mogelijk bij een LT-warmtenet en 81 tot 91 MW bij een HT-warmtenet. Voor 2050 schatten we de mogelijke reductie op 147 tot 181 MW voor een LT-warmtenet en 214 tot 259 voor een HT-warmtenet. Dit is de maximale reductie maar het is niet realistisch dat alle buurten een warmtenet krijgen.

Gevolgen voor grondexploitatie

Warmteleidingen liggen doorgaans in de ondergrond in de openbare ruimte. Mits goed gecoördineerd en georganiseerd is er in het reguliere straatprofiel voldoende ruimte om de leidingen in te passen. Er is dan geen extra ondergrondse ruimte vereist. Inspectieruimte voor het warmtenet kunnen doorgaans ondergrond geplaatst worden, maar er kan geen bebouwing gerealiseerd worden boven deze ruimtes. De inrichtingskosten voor een wijk met of zonder warmtenet zijn naar verwachting gelijk. De gemeente ziet daarnaast geen verschil in de grondprijs tussen wijken met of zonder warmtenet. Daaruit concluderen we dat een warmtenet geen effect heeft op de grondexploitatie ten opzichte van andere warmte-opties.

Belemmeringen en oplossingen daarvoor

Er zijn fysieke belemmeringen in de ondergrond. Zeker in de wijken zelf is de ondergrond enorm vol. Daarnaast kan een warmtenet niet te dichtbij waterleidingen en elektriciteitskabel geplaatst worden. Waterleidingen aangezien het water niet mag opwarmen in verband met legionella en elektriciteitskabels omdat de capaciteit afneemt als deze opwarmen.

Een andere mogelijk belemmering is de vereiste hoge participatie van bewoners en bedrijven. Woningcorporaties moeten toestemming hebben van 70% van de bewoners. Huiseigenaren of bedrijven kunnen zelf de keuze maken of ze overstappen op een warmtenet of niet. Voor een rendabel warmtenet is echter een hoge participatie vereist.

Benodigd beleid

Als de gemeente een warmtekavel aanwijst moet hier boven- en ondergronds ruimte voor beschikbaar zijn en gereserveerd worden. Het ontwikkelen van een plan voor het ruimtegebruik ondergronds is van belang. Daarvoor is goed overleg nodig tussen de verschillende partijen die de ondergrond gebruiken en de gemeente. Voor voldoende participatie moeten bewoners en bedrijven voldoende informatie ontvangen maar vooral zekerheid over de energiekosten is belangrijk.

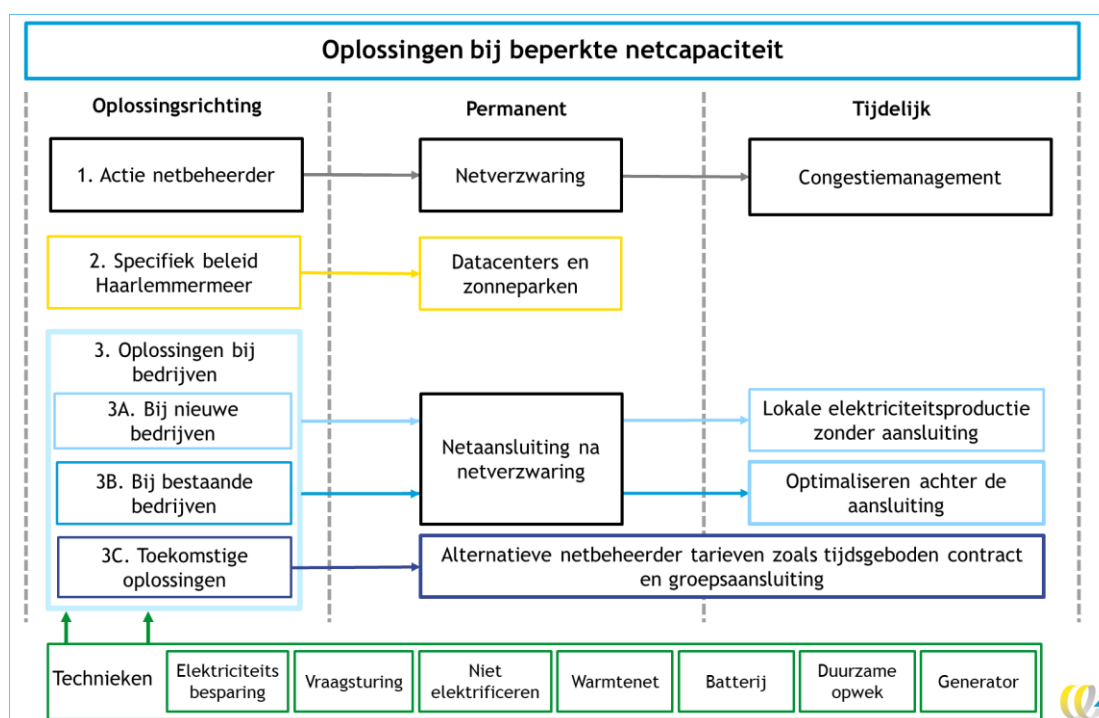
6.4 Overzicht mogelijke oplossingsrichtingen

In de vorige paragrafen hebben we verschillende oplossingsrichtingen in kaart gebracht. We identificeren hierbij drie type oplossingsrichtingen die zowel oplossingen op de korte en lange termijn bieden en weergegeven zijn in Figuur 20:

1. **Actie netbeheerder:** De standaardoplossing voor netcongestie is het verzwaren van het elektriciteitsnetwerk: er zijn extra onderstations en hoogspanningsstations nodig om in de gevraagde capaciteit te voorzien. Doordat dit lang kan duren, zijn er ook tijdelijke oplossingen nodig. De netbeheerder zet hiervoor congestiemanagement in, wat betekent dat grootverbruikers tegen betaling hun energiegebruik aanpassen en daarmee de netbelasting verlagen. Hierdoor kunnen er meer partijen aangesloten worden, zoals recent bleek in Brabant en Limburg (Ministerie van EZK, 2022).
2. **Specifieke beleidsopties Haarlemmermeer:** Datacenters en zonneparken in Haarlemmermeer hebben voor zowel afname als invoeding een grote impact op het elektriciteitsnetwerk van Haarlemmermeer. Specifiek beleid kan de netimpact, netbelasting en vrije velden, beperken en daarmee knelpunten voorkomen of de omvang hiervan beperken.

3. **Oplossingen bij bedrijven (grootverbruikers):** bedrijven in congestiegebieden kunnen een nieuwe of grotere aansluiting krijgen nadat de netverzwaring gerealiseerd is. Tot dat moment kunnen ze tijdelijk verschillende technieken gebruiken. Door deze technieken slim aan te sturen en te organiseren wordt het mogelijk om wel weer (meer) elektriciteit te gebruiken. Voor bestaande en nieuwe bedrijven zijn er oplossingen zoals een generator en batterij. Daarnaast zijn er andere type oplossingen die eerst nog ontwikkeld moeten worden zoals tijdsgebonden contracten. Deze oplossingen zijn geschikt voor bedrijven, maar vaak niet (praktisch, technisch en/of economisch) voor woningen.

Figuur 19 - Schema oplossingsrichtingen bij beperkte netcapaciteit



Uiteindelijk is netverzwaring de gewenste permanente oplossing, die vaak de laagste maatschappelijke kosten kent. De netbeheerder moet netverzwaring uitvoeren en de gemeente kan dat faciliteren (vergunningen, ruimtelijke reserveringen) en daarnaast in haar beleid sturen op een beperkte groei van de capaciteitsvraag (van met name datacenters). In afwachting van een permanente oplossing, kunnen er tijdelijke oplossingen genomen worden. Dat speelt in Haarlemmermeer op dit moment tot circa 2025, wanneer de nieuwe A4-zone stations beschikbaar komen. De netbeheerder is in eerste instantie verantwoordelijk voor het organiseren van congestiemanagement, waaraan grootverbruikers (bedrijven) kunnen deelnemen.

Als met congestiemanagement de knelpunten niet tijdelijk opgelost kunnen worden, kunnen bedrijven zelf initiatief nemen. Bestaande grootverbruikers die meer elektriciteit willen gebruiken kunnen het verbruik en de opwek achter de aansluiting optimaliseren. Nieuwe grootverbruikers die geen aansluiting kunnen krijgen, moeten op zoek naar een zelfvoorzienende off-grid-oplossing. In beide situatie zijn verschillende technieken nodig (zoals vraagsturing, zonnepanelen, gasmotoren en accu's) om zelf in het benodigde vermogen te voorzien. We zien dat als bedrijven geen aansluiting kunnen krijgen, een combinatie van een aggregaat met batterij vaak gekozen wordt als oplossing.

In de toekomst zijn er mogelijk meer oplossingen, als het nationale beleid en de regelgeving de netbeheerder toestaat nieuwe tariefproducten als een tijdgebonden contract en een groepsaansluiting aan te bieden. Daarmee kan congestie voorkomen en opgelost worden.

De grootste vermogensimpact voor Haarlemmermeer kan gerealiseerd worden door strikt datacenterbeleid. Technieken zoals slim laden (onderdeel van vraagsturing) of batterijen kunnen de piekbelasting gedeeltelijk verlagen. Daarnaast zijn deze vermogensvragen, van bijvoorbeeld mobiliteit en bedrijven, relatief klein ten opzichte van het potentiële vermogen van datacenters. Door sterk te sturen op de sector datacenters kan de grootste impact gerealiseerd worden.

We zien dat veel oplossingen hogere kosten hebben dan netverzwaring. Zo kan een warmtenet aanleggen in een buurt om netcongestie te voorkomen een dure oplossing zijn. Ook andere eindgebruikersoplossingen zoals een batterij of een aggregaat kennen veel hogere kosten dan stroom uit het elektriciteitsnetwerk. Het beleid van de gemeente moet dus wel sturen op het voorkomen van netcongestie waar dit mogelijk is, maar in haar beleid netcongestie vooral zien als een onderdeel van de beleidsafweging en niet de belangrijkste parameter. Daarnaast raden we aan dat de netbeheerders en de ACM inzetten op een snelle invoering van de toekomstige oplossingen, omdat dit tegen lage maatschappelijke kosten tot extra netcapaciteit kan leiden.

Belemmeringen bij de oplossingsrichtingen

Belemmeringen voor netverzwaring zijn een tekort aan technisch personeel bij de netbeheerders, procedures en vergunningen, versnelling van realisatieproces intern bij de netbeheerders, materiaaltekorten en het verkrijgen van grond voor netuitbreiding. Voor congestie management zijn in 2022 nieuwe regels vastgesteld. Het lijkt alsof congestieonderzoeken nu sneller een positief resultaat verkrijgen, zoals in Brabant en Limburg. De belangrijkste belemmeringen blijft dan of er voldoende flexibiliteit beschikbaar is voor de maximale gestelde prijs.

Voor het specifieke beleid van Haarlemmermeer is het belangrijk dat dit beleid bindend is en afgedwongen kan worden. Voor zonneakkers wil Liander graag dat deze geclusterd worden tot hoge vermogens (groot oppervlak per aansluiting) zodat deze efficiënt kunnen worden aangesloten. Liander geeft aan dat zonder clustering er een extra onderstation nodig is. De huidige zonneakkers zijn gegund op een transparante en eerlijke manier, waarin gunning gebaseerd op clustering niet past. Er zijn geen directe middelen waarmee de gemeente clustering van bestaande gunningen echt kan sturen. De belangrijkste belemmering voor deze oplossingsrichting is dus dat de gemeente mogelijk niet altijd de juiste middelen heeft om het beleid echt handen en voeten te geven. Samen met de ontwikkelaars en de netbeheerder kan onderzocht worden op welke manier aansluiten technisch wel (efficiënt) mogelijk is. Alternatief kan de gemeente er bij het rijk aandringen op regelgeving die het wel mogelijk maakt om het clusteren van aansluitingen voor opwek af te dwingen.

Voor oplossingen bij eindgebruikers bestaan economische, praktische en juridische belemmeringen. Economisch zien we dat veel oplossingen (veel) duurder zijn dan stroom uit het elektriciteitsnetwerk waardoor energiekosten zullen stijgen als bedrijven dit soort maatregelen moeten nemen en de concurrentiepositie verslechterd. Praktisch zien dat voor sommige oplossingen praktijkkennis ontbreekt, hierdoor hebben bedrijven te weinig vertrouwen in de oplossingen. Daarnaast zijn er voor sommige oplossingen nog praktische belemmeringen zoals brandveiligheidseisen voor batterijen, vergunningen en ruimtegebruik

op het terrein. Juridische belemmeringen zien we vooral in regelgeving voor de toekomstige oplossingen rond nieuwe nettatariefstructuren.

Gevolgen voor de grondexploitatie

Netcongestie heeft op twee manieren effect op de grondexploitatie:

- Oplossingen vereisen ruimte, wat de grondexploitatie raakt als dit publieke grond is. Netverzwaring zal voornamelijk ruimte in het publieke domein vereisen. De gemeente verkoopt dan grond hiervoor aan de netbeheerder. De andere oplossingsrichtingen hebben geen ruimtegebruik of enkel bij bedrijven op het eigen terrein.
- Als netverzwaring niet tijdig gerealiseerd wordt kunnen nieuwe ontwikkelingen voor woningbouw en bedrijventerreinen niet gefaciliteerd worden. Dit raakt de grondexploitatie doordat de gemeente de grond dan bouwrijp heeft gemaakt maar de grond niet kan verkopen aan exploitanten. Daarmee leidt de gemeente een verlies door een rentebedrag per jaar en zijn er nog jaarlijkse plan- en proceskosten vereist. Dit is ongeveer ingeschat op respectievelijk 2,5 €/m²/jaar en 1 €/m²/jaar.

In ons overleg met planeconomen werden geen andere effecten van de oplossingen op de grondexploitatie vastgesteld.

7 Conclusies en advies

In de voorgaande hoofdstukken is uitgebreid gekeken naar de impact van de toekomstige ontwikkelingen in Haarlemmermeer op de elektriciteitsinfrastructuur in Haarlemmermeer. Daaruit volgen mogelijke knelpunten die tijdig opgelost moeten worden. Daarvoor zijn verschillende oplossingsrichtingen, die soms ook belemmeringen kennen. In dit hoofdstuk zetten we de belangrijkste conclusies en adviezen op een rij.

7.1 Ontwikkeling van de netbelasting

We zien ontwikkelingen en ambities in de gemeente die zorgen voor grotere belasting op het elektriciteitsnet door een groeiende vraag naar elektriciteit (afname), maar ook door toename van de hernieuwbare opwek van elektriciteit (invoeding). Op alle niveaus van de elektriciteitsinfrastructuur neemt de belasting op de transformatorstations fors toe, zowel bij de hoogspannings- en koppelstations van TenneT als de onderstations en middenspanningsruimtes van Liander. Dat is in deze studie onderzocht voor 2027, 2035 en 2050. Op onze resultaten zijn enkele disclaimers van toepassing, zoals beschreven in de management samenvatting in Kader 1.

Afname is bepalend voor de netbelasting

Als we per gebied de belastingtoename door opwek afzetten tegen die door de afname (elektriciteitsverbruik), dan zien we dat de afname - en niet de opwek uit zon en wind - bepalend is voor de hoogte van de capaciteitsknelpunten op de stations van Liander. De noodzaak van eventuele nieuwe onderstations en in veel gevallen ook voor de middenspanningsruimtes, komt dus voort uit de groei van het elektriciteitsverbruik. Oplossingsrichtingen moeten dan ook voornamelijk gericht zijn op het verminderen van de netbelasting door afname.

Figuur 20 - Voorzieningsgebieden per transformatorstation van Liander

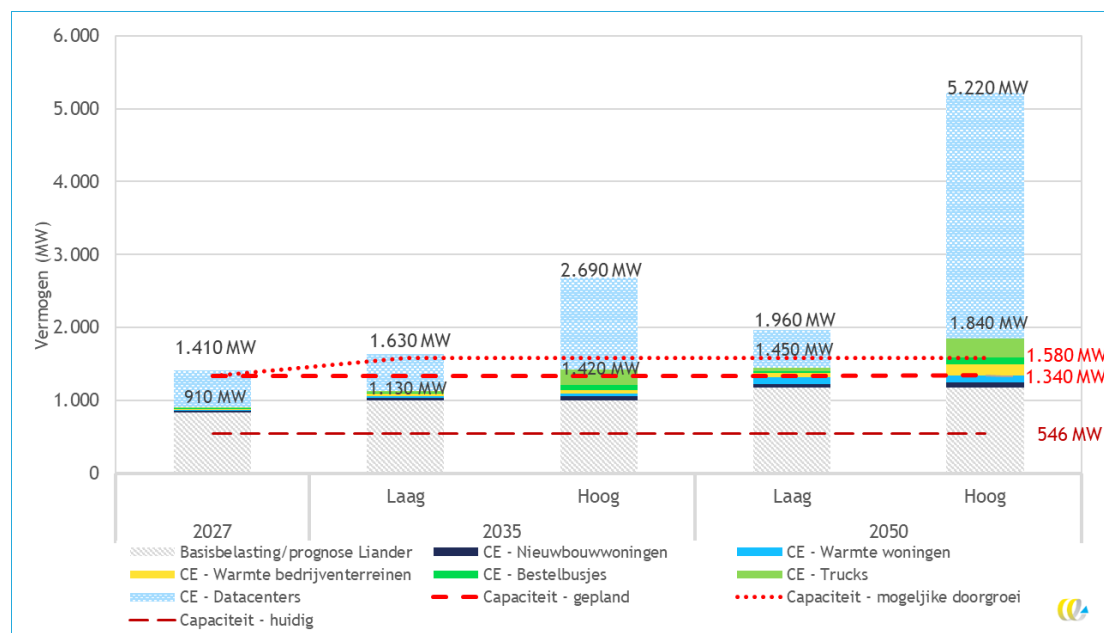


Opmerking bij figuur: de locatie van de A4-zone 2 is illustratief, er is nog geen specifieke locatie.

Belasting op onderstations Liander neemt fors toe, datacenters risicofactor

Alle voor Haarlemmermeer relevante onderstations van Liander zijn weergegeven in Figuur 20. Van deze onderstations hebben we de totale belasting per sector als gevolg van de elektriciteitsvraag in kaart gebracht, evenals de beschikbare (stations)capaciteit. Dit geeft een beeld van de ontwikkelingen die in Haarlemmermeer veel impact hebben op de netbelasting, zoals geïllustreerd in Figuur 21.

Figuur 21 - Totale vermogensvraag (balkjes) ten opzichte van de totale stationscapaciteit (lijnen) van de onderstations



In dit figuur is per zichtjaar en scenario zowel de totale belasting (weergegeven door de balkjes) als de totale capaciteit (weergegeven door de rode lijnen) op alle onderstations opgeteld. In het figuur is in grijs de totale prognose van Liander weergegeven, daarbovenop voor een aantal sectoren de ‘additionele opgave’. De ‘additionele opgave’ is het verschil tussen hetgeen Liander heeft meegenomen in haar prognoses en wat CE Delft in haar scenario’s voorziet op basis van de input van de gemeente. CE Delft verwacht meer nieuwbouwwoningen en, mede daardoor, meer warmtepompen bij woningen. Daarnaast verwacht CE Delft nieuwe datacenters, elektrificatie van bestelbusjes en trucks, en warmtepompen op bedrijventerreinen.

We zien dat de huidige totale stationscapaciteit niet volstaat om alle ontwikkelingen te faciliteren (de balkjes overstijgen de onderste rode lijn). De geplande A4-zone stations (Rozenburg-Zuid en A4-zone 2) zijn hard nodig, maar ook dan ontstaan er waarschijnlijk vanaf 2027 knelpunten op de onderstations (de balkjes overstijgen de bovenste twee rode lijnen).

Datacenters maken een groot deel uit van de belasting en kunnen grote impact hebben op de mate van overbelasting, terwijl het nog erg onzeker is hoe deze sector zich ontwikkelt⁴⁴. Het is ook nog onzeker of datacenters allemaal aansluiten bij Liander of juist TenneT. We

⁴⁴ Voor 2027 en de laag scenario’s is uitgegaan van het datacenterbeleid van de gemeente. Voor 2035 en 2050 zijn de hoog scenario’s gebaseerd op nationale prognoses.

hebben daarom datacenters gearceerd bovenaan weergegeven. Na datacenters zorgen elektrische voertuigen (met name trucks en bestelbusjes), de warmtetransitie (warmtepompen) en planologische ontwikkelingen voor een toename van de netbelasting.

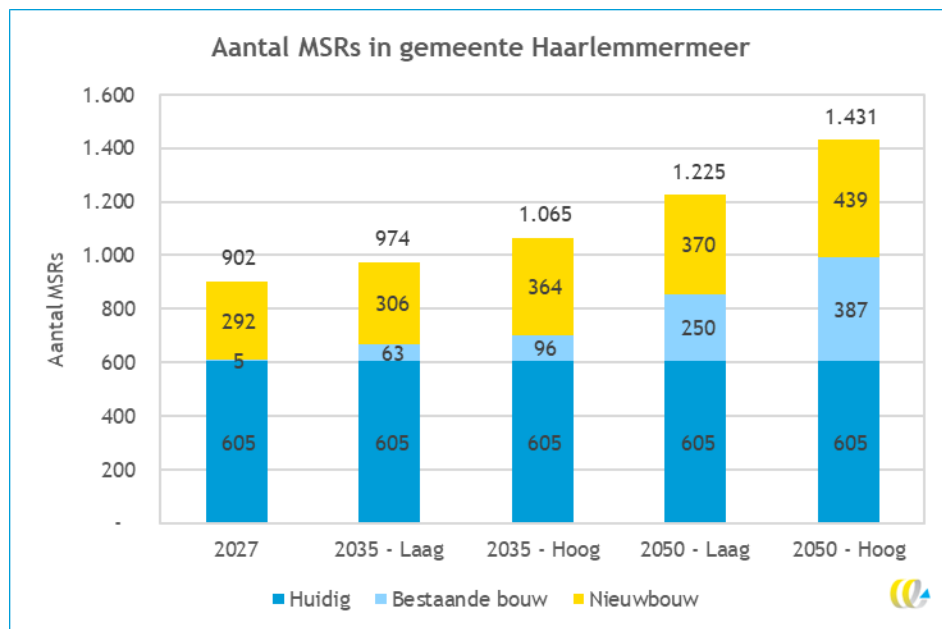
Belasting op de stations van TenneT nemen eveneens toe

De belasting van het Liander netwerk zet zich door naar de koppel- en hoogspanningsstations van TenneT. Dat is in deze studie meer kwalitatief beschouwd. Voor de gemeente Haarlemmermeer zijn de voornaamste hoogspanningsstations Haarlemmeer en Vijfhuizen. Alle belasting van datacenters zal sowieso merkbaar zijn op de stations van TenneT, hetzij via de netten van Liander, hetzij via directe aansluitingen bij TenneT. Op basis van de scenario's verwachten we dat vanaf 2035 de voorziene ontwikkelingen meer capaciteit van TenneT vragen dan dat er momenteel beschikbaar is.

Veel nieuwe middenspanningsruimtes en -kabels in de buurten nodig

Door de ontwikkelingen op het gebied van woningbouw, de warmtetransitie, zonnepanelen en elektrische auto's zullen er meer middenspanningsruimtes (MSRs, dat zijn de transformatorhuisjes in wijken) en middenspannings-kabels (MS-ringen) nodig zijn. Voor (grote) nieuwbouwontwikkelingen zijn altijd al nieuwe MSRs nodig, die tegelijk met de woningen gerealiseerd moeten worden. In bestaande bouw kan het bijplaatsen van extra MSRs en MS-ringen een uitdaging zijn vanwege de benodigde ruimte. De ontwikkeling van het aantal MSRs is per scenario weergegeven in Figuur 22. Het aantal MS-ringen dat nodig is om de MSRs aan te sluiten zal dezelfde ontwikkeling laten zien, er kunnen per MS-ring 7 tot 14 MSRs aangesloten worden.

Figuur 22 - Aantal middenspanningsruimtes (MSRs) in gemeente Haarlemmermeer per scenario



7.2 Huidige knelpunten en kortetermijnvooruitzichten

Knelpunten op zeker drie stations tot 2025

Haarlemmermeer wordt via negen onderstations van Liander van elektriciteit voorzien, zie Figuur 20. Op dit moment hebben twee onderstations (Hoofddorp en Rozenburg) geen capaciteit meer beschikbaar om nieuwe grootverbruikers van capaciteit te voorzien. Liander verwacht dat een derde onderstation (Nieuw-Vennep) rond 2024/2025 overbelast raakt. Op station Vijfhuizen wordt nog geen knelpunt verwacht, maar het nadert wel de grenzen van zijn capaciteit.

Deze knelpunten beperken de komende jaren de ontwikkelingen in deze gebieden, totdat in 2025 het nieuwe onderstation Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) gereed is.

Knelpunten raken grootverbruikers (bedrijven), niet zozeer woningen

Grootverbruikers (bedrijven) in deze gebieden kunnen tot die tijd geen nieuwe of extra capaciteit voor afname krijgen. Grootverbruikers met een aansluitcapaciteit van circa 100 MW of hoger kunnen nog wel een aansluiting bij TenneT krijgen.

De kortetermijn-woningbouwplannen die bij Liander bekend zijn⁴⁵, kunnen doorgaan. Wel geldt er een beperking op de maximale aansluitwaarde per woning⁴⁶.

Opwek niet beperkt, situatie middenspanningsruimtes onbekend

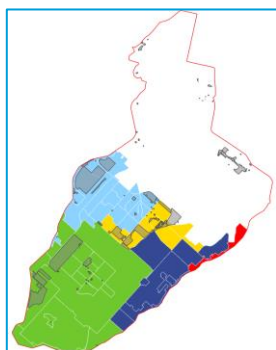
Voor het aansluiten van elektriciteitsproductie met zon en wind wordt de komende jaren geen capaciteitsknelpunt op de onderstations van Liander verwacht.

Wat precies de actuele situatie is ten aanzien van knelpunten op middenspanningsruimtes (MSRs) is niet bekend. MSRs voorzien slechts kleine gebieden en de knelpunten zullen per casus door Liander bekeken worden.

7.3 Verwachte knelpunten in de periode tot 2027, 2035 en 2050

De verwachte knelpunten voor de toekomstjaren zijn gebaseerd op een analyse die inzicht geeft in de orde grootte van de knelpunten die in verschillende scenario's kunnen optreden.

Beschouwde voorzieningsgebieden



De resultaten van hebben betrekking op de voorzieningsgebieden Haarlemmermeer en de A4-zones (hiernaast weergegeven). Het beschouwde voorzieningsgebied omvat een groot deel van de gemeente Haarlemmermeer en daarmee de meeste (gebieds)-ontwikkelingen.

De resultaten voor de MSRs en MS-ringen hebben betrekking op alle buurten in de gemeente.

Van de overige vier voorzieningsgebieden hebben we niet goed in kunnen schatten wat de omvang is van de knelpunten op de onderstations van Liander en wanneer die precies zullen ontstaan: Vijfhuizen, Amstelveen-Bolwerk, Schiphol-Oost en Waarderpolder-Haarlemmerliede. Voor de laatste drie geldt dit ook voor de bovenliggende stations van

⁴⁵ Tot 2025 lijken er geen grote verschillen tussen de woningaantallen van Liander en die van de gemeente.

⁴⁶ Ook dat kan gevolgen hebben. Betrokkenen vanuit de gemeente geven aan dat dit beperkingen oplevert voor bijvoorbeeld de mogelijkheid om liften van een netaansluiting te voorzien.

TenneT. Liander ziet op deze onderstations nog wel mogelijkheden om de belasting op andere stations aan te sluiten of de capaciteit te vergroten. Aansluiten op de nieuwe A4-zone stations is hier niet altijd vanzelfsprekend vanwege de te overbruggen afstand. Op deze vier onderstations zijn ook gebieden van buiten Haarlemmermeer aangesloten, waarvan de ontwikkelingen die Liander niet in beeld heeft onbekend zijn. Dat geeft een risico op onvoorziene knelpunten. Hoe groot dit risico is en of de voorziene maatregelen al voldoende zijn, valt op basis van de beschikbare gegevens vanuit Liander niet vast te stellen. Het kan ertoe leiden dat er in dit gebied aanvullende uitbreidingen of een nieuw onderstation noodzakelijk is en dat er in de tussentijd nog netcongestie kan optreden.

Vanwege de onzekerheid rondom datacenters hebben we analyses gedaan met en zonder nieuwe datacenters op het Liander netwerk. Bij TenneT zorgen nieuwe datacenters altijd voor een verhoogde belasting.

Knelpunten in de periode tot 2027

De meeste van de huidige onderstations zullen in 2027 overbelast zijn, de te bouwen A4-zone stations zijn daarvoor een oplossing. Het is essentieel dat die stations volgens de planning gereed zijn. Ze kunnen volgens Liander de overbelasting wegnemen van de nabij gelegen stations.

Indien vrijwel alle nieuwe datacenters aansluiten bij Liander, ontstaat er mogelijk een knelpunt in de orde van 100 MW. Netverzwaring is op deze termijn lastig te realiseren. TenneT en Liander zien nu veel aanvragen van datacenters bij TenneT. Hoewel niet uit de sluiten, lijkt op basis van die informatie de kans niet heel groot dat de geschatte overbelasting als gevolg van datacenters een knelpunt oplevert.

In buurten met bestaande bouw zien we dat er mogelijk nieuwe MSRs nodig zijn in een enkele buurt in Hoofddorp, Nieuw-Vennep en in drie buurten in Badhoevedorp voornamelijk als gevolg van de warmtetransitie, maar ook door de groei van het aantal elektrische voertuigen.

Knelpunten in de periode 2027-2035

In het laag scenario én als er geen additionele datacenters meer bij Liander worden aangesloten, volstaan de huidige stations samen met de geplande A4-zone stations. In de andere onderzochte scenario's ontstaan er knelpunten. Het gevolg is dat er op het net van Liander uitbreiding nodig is: het A4-zone 2 station moet maximaal uitgebreid worden binnen de ruimte die daarvoor voorzien wordt en als er veel datacenters aansluiten bij Liander zijn er tot 3 nieuwe onderstations nodig. Op het net van TenneT ontstaan ook knelpunten en als gevolg daarvan zullen mogelijk de A4-zone stations uitgebreid moeten worden ten opzichte van de huidig geplande capaciteit. Afgezien van de kabelverbindingen, kan dat waarschijnlijk nog binnen de ruimte die daarvoor voorzien wordt. In het hoog scenario is dat sowieso nodig en is daarnaast ook een nieuw 380/150 kV station nodig.

Richting 2035 begint de MSR-opgave fors te worden in een aantal buurten waar de bestaande bebouwing warmtepompen krijgen. Het gaat dan met name om drie buurten in Hoofddorp die in deze periode over gaan naar warmtepompen: Floriande West (21-25 MSRs), Toolenburg-Oost (16-20 MSRs) en Floriande Oost (13-15 MSRs).

Knelpunten in de periode 2035-2050

De periode tussen 2035 en 2050 is nog ver weg en de onzekerheid over de ontwikkelingen is nog groot. We zien wel dat knelpunten zullen ontstaan op alle niveaus. Uitbreiding van het A4-zone 2 station aan de zijde van Liander en TenneT is nodig in alle scenario's. In het hoog scenario moet ook bij TenneT het A4-zone 1 station uitgebreid. Afgezien van de kabelverbindingen, kan dat waarschijnlijk nog binnen de ruimte die daarvoor voorzien wordt.

De datacenterontwikkeling in het hoog scenario is zeer groot, in dit scenario is verondersteld dat datacenters na 2030 verder groeien volgens de nationale ontwikkeling. Het maximum uit het datacenterbeleid, dat het uitgangspunt is van de laag scenario's, wordt in het hoog scenario los gelaten. Afhankelijk van het scenario heeft dat als gevolg dat er tot wel tien nieuwe onderstations nog zijn en tot twee nieuwe hoogspanningsstations. Alleen in het laag scenario waarbij alle datacenters aansluiten op het hoogspanningsnet van TenneT zijn er waarschijnlijk geen aanvullende transformatorstations nodig bij Liander en TenneT.

Richting 2050 is de MSR-opgave in de bestaande bouw groot. In een groot deel van de buurten zullen extra MSRs en MS-ringen noodzakelijk zijn.

Overzicht knelpunten

Tabel 33 geeft een overzicht van de benoemde knelpunten, waarbij geïllustreerd is wat het gevolg is voor het aantal benodigde onderstations en hoogspanningsstations als de knelpunten met netverzwaringen worden opgelost.

In scenario's waar ook de A4-zone stations overbelast zullen raken, is moeilijk aan te geven voor welke specifieke voorzieningsgebieden en ontwikkelingen dit het meest beperkend gaat zijn. Het hangt af van hoe Liander gebieden gaat aansluiten op de A4-zone stations, in welk tempo en wat de volgorde is waarin bepaalde ontwikkelingen vermogens aanvragen bij Liander. Dat geldt ook voor eventuele additionele onderstations.

Het risico op grote effecten van netcongestie is het grootst in de voorzieningsgebieden van onderstation Hoofddorp en Nieuw-Vennep. Hier zijn veel kleinverbruikersontwikkelingen zoals nieuwbouwwoningen en de warmtetransitie. Op het onderstation Haarlemmermeer lijkt de capaciteit tot 2035 niet of slechts beperkt overschreden te worden⁴⁷. Ook in het voorzieningsgebied van onderstation Rozenburg zijn de ontwikkelingen en capaciteitsoverschrijdingen groot, maar dat heeft vooral effect op de ontwikkelingen bij bedrijven.

⁴⁷ Liander geeft aan de capaciteit van Haarlemmermeer op 20 kV te zullen verplaatsen naar het nieuw te bouwen onderstation Rozenburg-Zuid, daarmee komt er op onderstation Haarlemmermeer extra capaciteit beschikbaar.

Tabel 33 - Overzicht verwachte knelpunten en mogelijke gevolgen per scenario en netvlak⁴⁸

Scenario's (zichtjaar en incl. of excl. datacenters aangesloten op het Liander netwerk)		Mogelijke knelpunt bij onder- en koppelstations vanuit Liander?			Mogelijke knelpunt bij koppel- en hoogspanningsstations TenneT?			Impact op aantal MSRs en MS-ringen Liander
		Knelpunt (en orde grootte mogelijk tekort)	Uitbreiding A4-2	Extra onderstations	Knelpunt	Uitbreiding A4-1 + 2	Extra 380/150kV stations	
2027	Incl. datacenters	Ja/mogelijk, ~100 MW	Niet mogelijk	Niet mogelijk	Nee	-	-	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw; vijf extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 22-43 nieuwe MS- ringen.
	Excl. datacenters	Nee	-	-				
2035 Laag scenario	Incl. datacenters	Ja, ~ 350 MW	Ja	1	Ja	Mogelijk, A4-2	-	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw; 10% extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 31-53 nieuwe MS-ringen.
	Excl. datacenters	Nee	-	-				
2035 Hoog scenario	Incl. datacenters	Ja, ~1.500 MW	Ja	3	Ja	Ja, A4-1 en A4-2	1	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw; 15% extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 40-66 nieuwe MS-ringen.
	Excl. datacenters	Ja, ~200 MW	Ja	-				
2050 Laag scenario	Incl. datacenters	Ja, ~ 700 MW	Ja	2	Ja	Ja, A4-2	-	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw; 40%
	Excl. datacenters	Ja, ~150 MW	Ja	-				

⁴⁸ Uitgangspunt onderstation is maximaal 400 MVA per stuk met een footprint van circa 6 ha, voor 280/150 kV stations is het uitgangspunt maximaal 1.500 MVA per stuk met een footprint van circa 10 ha. Liander en TenneT kunnen er uiteraard ook voorstellen om meerdere stations met een kleinere capaciteit te plaatsen. Bij uitbreiding A4-zone gaat het om een uitbreiding van 350 MVA op station Rozenburg-Zuid (A4-zone 1) bij TenneT én om een uitbreiding van 240 MVA op A4-zone 2 ten behoeve van Liander (A4-2) binnen de mogelijkheden die daar nu voor liggen. Een nieuwe MSR heeft een footprint van 10-35 m².

Scenario's (zichtjaar en incl. of excl. datacenters aangesloten op het Liander netwerk)		Mogelijke knelpunt bij onder- en koppelstations vanuit Liander?			Mogelijke knelpunt bij koppel- en hoogspanningsstations TenneT?			Impact op aantal MSRs en MS-ringen Liander
		Knelpunt (en orde grootte mogelijk tekort)	Uitbreiding A4-2	Extra onderstations	Knelpunt	Uitbreiding A4-1 + 2	Extra 380/150kV stations	
								extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 63-89 nieuwe MS-ringen.
2050 Hoog scenario	Incl. datacenters	Ja, ~ 4.000 MW	Ja	10	Ja	Ja, A4-1 en A4-2	2	Nieuwe MSRs voor nieuwbouw; 65% extra in bestaande bouw. Gezamenlijk 88-119 nieuwe MS- ringen.
	Excl. datacenters	Ja, ~ 550 MW	Ja	1				

Opmerking bij tabel: in de analyse voor de toekomstjaren kon geen inschatting gemaakt worden de mogelijk overbelasting op de Liander onderstations Vijfhuizen, Amstelveen-Bolwerk, Schiphol-Oost en Waarderpolder-Haarlemmerliede met name omdat hier ook grote gebieden van buiten de gemeente Haarlemmermeer zijn aangesloten. Hetzelfde geldt voor de TenneT koppel- en hoogspanningsstations waar deze onderstations onder vallen. Ze zijn dus niet meegenomen in de resultaten van deze tabel.

Overige knelpunten

Tijdens de studie zijn nog een aantal overige knelpunten geïdentificeerd:

- Conform het RES-advies van de netbeheerders vereist het aansluiten van de zonnecarré clustering van verschillende projecten tot het aansluitniveau van TenneT (150 kV). Anders zijn er naar verwachting te weinig vrije aansluitvelden en netcapaciteit.
- Het aansluiten van de plannen voor een windpark (45 MW) in de regio van Nieuw-Vennep kan alleen op het nieuwe station A4-zone 2. Op onderstation Nieuw-Vennep kan alleen een windpark (of andere opwek) in kleinere configuratie worden aangesloten (kleiner dan 36 MW).
- Ook als de transformatorstations niet overbelast zijn, kunnen kabels en de aansluitvelden voor kabels wel overbelast zijn. In algemene zin geldt dat Liander niet kan uitsluiten dat er knelpunten op kabels ontstaan, maar dat is niet onderzocht in deze studie. Ook verwacht Liander dat er knelpunten kunnen ontstaan in de ondergrond in de straten nabij onderstations, waar de distributienetten doorheen lopen. Rondom Schiphol zijn er twee punten waar het moeilijk is om nieuwe aansluitkabels te leggen.

Gevolgen voor de woningbouw en grootverbruikers (bedrijven)

Uit onze analyse blijkt dat tot 2027 in totaal 7.500 woningen niet volledig opgenomen zijn in de Liander prognoses. Ook in navolgende jaren zijn lang niet alle woningbouwplannen bij Liander volledig bekend. Dat is een belangrijk aandachtspunt, want hiervoor is nu geen netcapaciteit gereserveerd. Indien er een knelpunt ontstaat dat niet tijdig kan worden opgelost, kan de woningbouw die Liander niet in haar prognoses heeft meegenomen daar hinder van ondervinden. Aansluitingen op het elektriciteitsnet worden in volgorde van aanvraag afgehandeld ('first come, first served'). De aanvragen en ontwikkelingen die nog in de rij staan op het moment dat congestie optreedt, kunnen geen transportcapaciteit krijgen. Ook voor grootverbruikers (bedrijven) geldt dat als er knelpunten optreden zij geen aansluiting of uitbreiding hiervan kunnen krijgen.

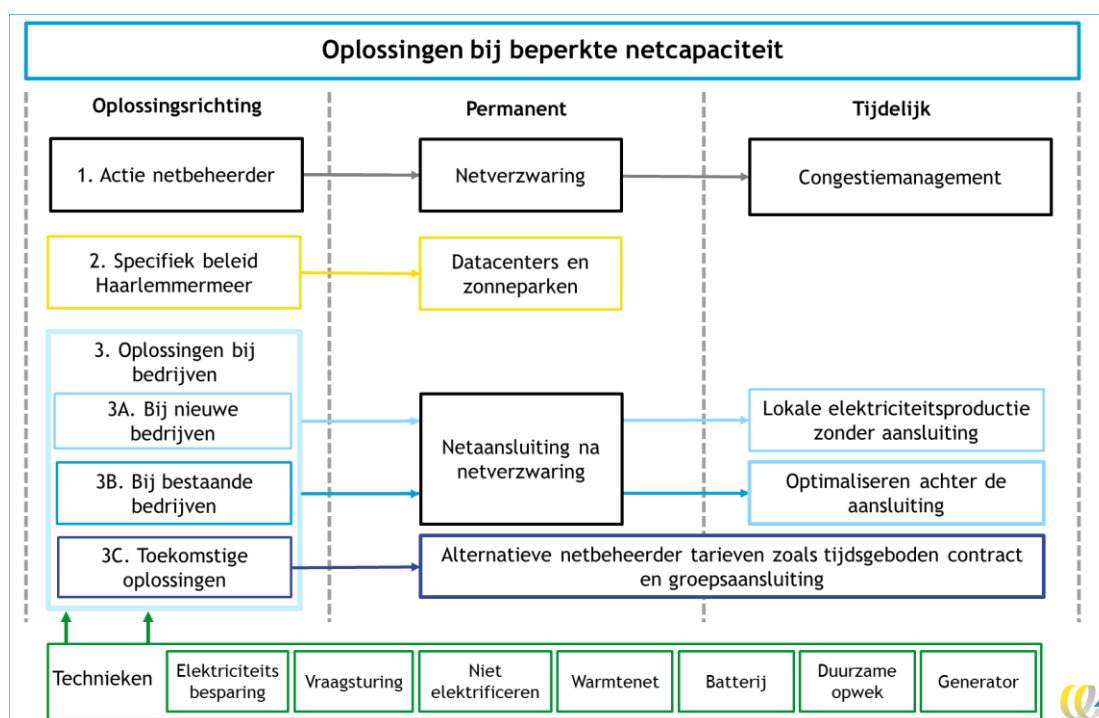
7.4 Mogelijke oplossingsrichtingen

Knelpunten in de elektriciteitsinfrastructuur kunnen voorkomen en opgelost worden. CE Delft heeft in deze studie verschillende oplossingsrichtingen in kaart gebracht voor de gemeente Haarlemmermeer. Na 2027 wordt de omvang van de knelpunten dermate groot dat er veel oplossingen vereist zijn. We identificeren hierbij drie type oplossingsrichtingen die zowel oplossingen op de korte en lange termijn bieden en weergegeven zijn in Figuur 23:

1. **Actie netbeheerder:** De standaardoplossing voor netcongestie is het verzwaren van het elektriciteitsnetwerk. Dat is in de vorige paragraaf geïllustreerd met het aantal extra onderstations en hoogspanningsstations dat nodig is om in de gevraagde capaciteit te voorzien. Doordat dit lang kan duren, zijn er tijdelijke oplossingen nodig. De netbeheerder zet hiervoor congestiemanagement in, wat betekent dat grootverbruikers tegen betaling hun energiegebruik aanpassen en daarmee de netbelasting verlagen. Hierdoor kunnen er meer partijen aangesloten worden, zoals recent bleek in Brabant en Limburg (Ministerie van EZK, 2022)
2. **Specifieke beleidsopties Haarlemmermeer:** Datacenters en zonneparken in Haarlemmermeer hebben voor zowel afname als invoeding een grote impact op het elektriciteitsnetwerk van Haarlemmermeer. Specifiek beleid kan de netimpact, netbelasting en vrije velden, beperken en daarmee knelpunten voorkomen of de omvang hiervan beperken.

- Oplossingen bij bedrijven (grootverbruikers):** bedrijven in congestiegebieden kunnen een nieuwe of grotere aansluiting krijgen nadat de netverzwaring gerealiseerd is. Tot dat moment kunnen ze tijdelijk verschillende technieken gebruiken. Door deze technieken slim aan te sturen en te organiseren wordt het mogelijk om wel weer (meer) elektriciteit te gebruiken. Voor bestaande en nieuwe bedrijven zijn er oplossingen zoals een generator en batterij. Daarnaast zijn er andere type oplossingen die eerst nog ontwikkeld moeten worden zoals tijdsgebonden contracten. Deze oplossingen zijn geschikt voor bedrijven, maar vaak niet (praktisch, technisch en/of economisch) voor woningen.

Figuur 23 - Schema oplossingsrichtingen bij beperkte netcapaciteit



Netverzwaring is de gewenste permanente oplossing en kent vaak de laagste maatschappelijke kosten. De netbeheerder moet netverzwaring uitvoeren en de gemeente kan dat faciliteren en daarnaast in haar beleid sturen op een beperkte groei van de capaciteitsvraag (van met name datacenters). In afwachting van een permanente oplossing, kunnen er tijdelijke oplossingen genomen worden. Dat speelt in Haarlemmermeer op dit moment tot circa 2025, wanneer de nieuwe A4-zone stations beschikbaar komen. De netbeheerder is in eerste instantie verantwoordelijk voor het organiseren van congestiemanagement. Binnen congestiemanagement gaan grootverbruikers (bedrijven) deelnemen en flexibiliteit aanbieden.

Als met congestiemanagement de knelpunten niet tijdelijk opgelost kunnen worden, kunnen bedrijven zelf initiatief nemen. Bestaande grootverbruikers die meer elektriciteit willen gebruiken kunnen het verbruik en de opwek achter de aansluiting optimaliseren. Nieuwe grootverbruikers die geen aansluiting kunnen krijgen, moeten op zoek naar een zelfvoorzienende off-grid-oplossing. In beide situatie zijn verschillende technieken nodig (zoals vraagsturing, zonnepanelen, gasmotoren en accu's) om zelf in het benodigde vermogen te

voorzien. We zien dat als bedrijven geen aansluiting kunnen krijgen, een combinatie van een aggregaat met batterij vaak gekozen wordt als oplossing.

In de toekomst zijn er mogelijk meer oplossingen, als het nationale beleid en de regelgeving de netbeheerder toestaat nieuwe tariefproducten als een tijdgebonden contract en een groepsaansluiting aan te bieden. Daarmee kan congestie voorkomen en opgelost worden.

De grootste vermogensimpact voor Haarlemmermeer kan gerealiseerd worden door strikt datacenter beleid. Technieken zoals slim laden (onderdeel van vraagsturing) of batterijen kunnen de piekbelasting gedeeltelijk verlagen. Daarnaast zijn deze vermogensvragen, van bijvoorbeeld mobiliteit en bedrijven, relatief klein ten opzichte van het potentiële vermogen van datacenters. Door sterk te sturen op de sector datacenters kan de grootste impact gerealiseerd worden.

We zien dat veel oplossingen hogere kosten hebben dan netverzwaring. Zo kan een warmtenet aanleggen in een buurt om netcongestie te voorkomen een dure oplossing zijn. Ook andere eindgebruikersoplossingen zoals een batterij of een aggregaat kennen veel hogere kosten dan stroom uit het elektriciteitsnetwerk. Het beleid van de gemeente moet dus wel sturen op het voorkomen van netcongestie waar dit mogelijk is, maar in haar beleid netcongestie vooral zien als een onderdeel van de beleidsafweging en niet de belangrijkste parameter. Daarnaast raden we aan dat de netbeheerders en de ACM inzetten op een snelle invoering van de toekomstige oplossingen, omdat dit tegen lage maatschappelijke kosten tot extra netcapaciteit kan leiden.

Belemmeringen bij de oplossingsrichtingen

Belemmeringen voor netverzwaring zijn een tekort aan technisch personeel bij de netbeheerders, procedures en vergunningen, versnelling van realisatieproces intern bij de netbeheerders, materiaal tekorten en het verkrijgen van grond voor netuitbreiding. Daarnaast zien we dat het goed inschatten van de vereiste netverzwaring een verbetering van de modellen bij de netbeheerder vereist. Voor congestiemanagement zijn in 2022 nieuwe regels vastgesteld. Het lijkt alsof congestieonderzoeken nu sneller een positief resultaat verkrijgen, zoals in Brabant en Limburg. De belangrijkste belemmeringen blijft dan of er voldoende flexibiliteit beschikbaar is voor de maximale gestelde prijs.

Voor het specifieke beleid van Haarlemmermeer is het belangrijk dat het datacenterbeleid bindend is en afgedwongen kan worden. Voor zonneakkers wil Liander graag dat deze geclusterd worden tot hoge vermogens (groot oppervlak per aansluiting) zodat deze efficiënt kunnen worden aangesloten. De huidige zonneakkers zijn gegund op een transparante en eerlijke manier, waarin gunning gebaseerd op clustering niet past. Er zijn geen directe middelen waarmee de gemeente de clustering van bestaande gunningen echt kan sturen. De belangrijkste belemmering voor deze oplossingsrichting is dus dat de gemeente mogelijk niet altijd de juiste middelen heeft om het beleid echt handen en voeten te geven. Samen met de ontwikkelaars en de netbeheerder kan onderzocht worden op welke manier aansluiten technisch wel (efficiënt) mogelijk is. Alternatief kan de gemeente en Liander er bij het rijk aandringen op regelgeving die het wel mogelijk maakt om het clusteren van aansluitingen voor opwek af te dwingen.

Voor oplossingen bij eindgebruikers bestaan economische, praktische en juridische belemmeringen. Economisch zien we dat veel oplossingen (veel) duurder zijn dan stroom uit het elektriciteitsnetwerk waardoor energiekosten zullen stijgen als bedrijven dit soort maatregelen moeten nemen en de concurrentiepositie verslechterd. Praktisch zien dat voor sommige oplossingen praktijkkennis ontbreekt, hierdoor hebben bedrijven te weinig

vertrouwen in de oplossingen. Daarnaast zijn er voor sommige oplossingen nog praktische belemmeringen zoals brandveiligheidseisen voor batterijen, vergunningen en ruimtegebruik op het terrein. Juridische belemmeringen zien we vooral in regelgeving voor de toekomstige oplossingen rond nieuwe nettariestructuren.

Gevolgen voor de grondexploitatie

Netcongestie heeft op twee manieren effect op de grondexploitatie:

- Oplossingen vereisen ruimte, wat de grondexploitatie raakt als dit publieke grond is. Netverzwaring zal voornamelijk ruimte in het publieke domein vereisen. De gemeente verkoopt dan grond hiervoor aan de netbeheerder. De andere oplossingsrichtingen hebben geen ruimtegebruik of enkel bij bedrijven op het eigen terrein.
- Als netverzwaring niet tijdig gerealiseerd wordt kunnen nieuwe ontwikkelingen voor woningbouw en bedrijventerreinen niet gefaciliteerd worden. Dit raakt de grondexploitatie doordat de gemeente de grond dan bouwrijp heeft gemaakt maar de grond niet kan verkopen aan exploitanten. Daarmee leidt de gemeente een verlies door een rentebedrag per jaar en zijn er nog jaarlijkse plan- en proceskosten vereist. Dit is ongeveer ingeschat op respectievelijk 2,5 €/m²/jaar en 1 €/m²/jaar.

In ons overleg met planeconomen werden geen andere effecten van de oplossingen op de grondexploitatie vastgesteld.

7.5 Aanbevelingen

Door de snelle groei van de elektriciteitsvraag en -opwek is de beschikbaarheid van capaciteit op het elektriciteitsnet geen vanzelfsprekendheid meer. Liander en TenneT zijn verantwoordelijk voor de beschikbaarheid van het elektriciteitsnet in Haarlemmermeer en de gemeente kan in haar beleid(keuzes) rekening houden met de gevolgen voor het elektriciteitsnet. Op basis van deze studie komen we tot een aantal aanbevelingen voor de gemeente en de netbeheerders:

Stem (woningbouw)plannen en realisatiekansen periodiek af met Liander

Meer dan vroeger is er afstemming nodig tussen de netbeheerder en de gemeente om te zorgen dat de ontwikkeling van de elektriciteitsvraag en -opwek in de pas loopt met de ontwikkeling van de capaciteit op het elektriciteitsnet. Liander houdt in de capaciteitsprognose rekening met openbaar bekende nieuwbouwplannen voor woningen, met daarbij een realisatiekans (een correctiefactor) afhankelijk van de planstatus. Dat zijn niet alle actuele woningaantallen waar de gemeente vanuit gaat⁴⁹ en de realisatiekans is een inschatting van Liander. **Voor de realisatie van de woningbouwplannen is het van belang dat de netbeheerder vroegtijdig op de hoogte is van de plannen en dat ook de realisatiekansen onderling goed worden afgestemd. Breng Liander op regelmatige basis op de hoogte van de stand van zaken van de gemeentelijke woningbouwplannen, ook als deze nog in ontwikkeling zijn, en bepaal gezamenlijk de bijbehorende realisatiekansen.** Als dat allemaal goed verloopt, de woningaantallen vroeg genoeg bekend zijn, de realisatiekansen goed zijn ingeschat, én de plannen bekend zijn voordat de benodigde capaciteit vergeven is, kan Liander de benodigde capaciteit voor de woningen goed meenemen in haar prognoses en netuitbreidingen. Dat geldt overigens niet de faciliteiten in nieuwe

⁴⁹ Die informatie van Liander komt uit de monitor plancapaciteit. Die database wordt één keer per jaar door de gemeente bijgewerkt met plannen die een zekere bestuurlijke status hebben. De gemeente werkt echter continu aan actualisatie van de plannen en woningaantallen. Hierdoor komen de cijfers momenteel vertraagd bij Liander in de prognoses.

woonbuurten zoals supermarkten, die een grootverbruikersaansluiting hebben. Voor elk jaar dat een bepaalde gebiedsontwikkeling vertraagd wordt, zijn de kosten voor de gemeente 35.000 €/ha per jaar aan grondexploitatie, exclusief alle overige kosten die volgen uit eventuele contracten met ontwikkelaars en de gemiste OZB-belastingen.

Voer een strikt datacenterbeleid, ook na 2030, om te voorkomen dat de capaciteitsvraag van datacenters te sterk groeit

Voor Haarlemmermeer vormt de ontwikkeling van datacenters een grote onzekerheid met grote impact op netcongestie, de toename van de netbelasting komt voor het overgrote deel van deze sector. Het levert daarmee de belangrijkste bijdrage aan de noodzaak tot veel netuitbreidingen (extra onderstations, koppel- of hoogspanningsstations). Het ruimtebeslag daarvan is fors, een hoogspanningsstation heeft alleen al een footprint van circa 10 ha. De extra transformatorstations raken mogelijk de grondexploitatie van de gemeente, al hangt dat sterk af van de locatie die hier uiteindelijk voor gekozen wordt. Er zijn minder onderstations in het publieke domein nodig als datacenters aansluiten op het hoogspanningsnet. Als een onderstation niet gerealiseerd hoeft te worden, levert dat de gemeente naar schatting € 6 miljoen aan besparing op in de grondexploitatie als het onderstation beoogd zou zijn op een bedrijventerrein. Ook de kosten die de netbeheerder moet maken voor een onderstation zijn hoog, van meer dan € 25 miljoen tot meer dan € 100 miljoen. Die kosten komen via de nettarieven uiteindelijk terecht bij iedereen met een elektriciteitsaansluiting.

Een strikt datacenterbeleid om de groei van datacenters te beperken, moet voorkomen dat datacenters sneller groeien dan de uitbreiding van de infrastructuur kan bijbenen.

Zo kan de kans op netcongestie verkleind worden en daarmee de kans dat grootverbruikers niet kunnen worden aangesloten. Ook kan hiermee een forse groei van het aantal onderstations en hoogspanningsstations in de gemeente voorkomen worden. Concreet betekent dit dat de effectiviteit van het huidige datacenterbeleid goed gemonitord moet worden en waar nodig aangescherpt (zie Paragraaf 6.2.1). Ook na 2030 blijft een strikt datacenterbeleid nodig.

In het wetsvoorstel van de nieuwe Energiewet is het *use-it-or-lose-it principe* opgenomen, dat houdt in dat netbeheerders bij een aangesloten partij het ongebruikte deel van de gecontracteerde capaciteit kunnen laten vervallen als het niet gebruikt wordt. Die capaciteit kan dan gebruikt worden om anderen aan te sluiten. De netbeheerders zouden hier in de toekomst gebruik van kunnen maken om de veelal grote omvang van de ongebruikte, maar wel gecontracteerde, capaciteit van datacenters in te zetten voor andere ontwikkelingen.

Goede (provinciale) prognoses zijn en blijven vereist, haak aan bij PMIEK

In deze studie is veel nauwkeuriger dan in de provinciale systeemstudie met beleidsmedewerkers van de gemeente en Liander gekeken naar de lokale ontwikkelingen in de gemeente richting 2050. We hebben gezien dat er een aantal belangrijke ontwikkelingen verwacht worden die nu niet allemaal in de investeringsmodellen van de netbeheerder meegenomen worden. Dat geldt waarschijnlijk ook voor de buurgemeenten, maar daar is in deze studie alleen gebruik gemaakt van de prognoses van Liander. Het elektriciteitsnet houdt echter niet op bij de gemeentegrens, dat betekent dat ontwikkelingen in de buurgemeente impact kan hebben op de mogelijkheden in Haarlemmermeer. Het is belangrijk om samen met andere gemeenten in de regio en de netbeheerders een integraler beeld te vormen van toekomstige ontwikkelingen, met integraal programmeren van het energiesysteem op provinciaal niveau wordt dat beoogd. Van elke provincie wordt uiterlijk in het voorjaar van 2023 een *Provinciaal Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat* (PMIEK) verwacht. In deze PMIEK wordt in een werkorganisatie van gemeenten,

provincie en netbeheerders uitgewerkt welke uitbreidingsinvesteringen van regionale energie-infrastructuur nodig zijn met een prioritering. Daarnaast bevat het afspraken over het borgen van de keuzes in investeringsplannen van netbeheerders en in het ruimtelijk beleid van provincies en gemeenten. Hier kan bijvoorbeeld prioriteit gegeven worden aan een onderstation in een gebied waar woningbouwontwikkeling plaatsvindt. **Het is belangrijk dat de gemeente Haarlemmermeer actief betrokken is bij de PMIEK zodat de inzichten uit deze studie meegenomen kunnen worden in de PMIEK en de prioritering van de infrastructuur in de PMIEK de ontwikkelingen in Haarlemmermeer goed faciliteert.**

Maak ruimtelijke reserveringen voor onderstations, doe dat 10 jaar vooruit

Hoewel er dus mogelijkheden zijn om het aantal nieuwe transformatorstations beperkt te houden, **blijkt uit de scenario's dat er in de periode 2027-2035 extra onderstations en hoogspanningsstations nodig kunnen gaan zijn.** Het is belangrijk om hier als gemeente op voorbereid te zijn. Het realiseren van een nieuw transformatorstation duurt 7 tot 10 jaar, waarbij de meeste tijd gaat zitten in vergunningverlening en grondverwerving. Het ruimtegebruik van één zo'n onderstation (400 MVA) is ongeveer 6 hectare. **Het is dus belangrijk om 10 jaar vooruit te kijken en nu te beginnen met stappen zetten om te komen tot ruimtelijke reserveringen, ook voor de ondergrondse verbindingen.** Hiervoor is nader onderzoek en overleg met de netbeheerder nodig over het aantal en de locatie van deze stations. **Liander en TenneT zouden zich ook moeten voorbereiden op verdere uitbreiding van het elektriciteitsnet en de nieuw te bouwen A4-zone stations, waar waarschijnlijk in de periode 2027-2035 extra capaciteit nodig is.**

De gemeente kan, in samenwerking met de provincie, bijdragen aan het verkorten van de doorlooptijden voor onderstations door samen met de netbeheerders op zoek te gaan naar ruimte voor nieuwe onderstations en hiervoor tijdig ruimte te reserveren voor de stations bovengronds en de benodigde verbindingen ondergronds. Daarmee kan er sneller gereageerd worden als de capaciteitsvraag zich sneller dan voorzien ontwikkelt. Het is nu nog niet precies duidelijk waar deze nieuwe onderstations en verbindingen komen, maar logische locaties zijn aan de rand van de stedelijke omgeving, bij bedrijventerreinen of vlakbij een grotere afnemer. De gemeente, buurgemeenten en de netbeheerder moeten in gesprek gaan om samen geschikte locaties te zoeken.

De ontwikkeling van hoogspanningsstations valt onder de rijkscoördinatie-regeling. De gemeente kan aandringen op nationaal beleid voor het versnellen van vergunnings-trajecten binnen de rijkscoördinatie-regeling voor hoogspanningsstations. Minister Jetten heeft in een recente brief⁵⁰ ook aangegeven hierop in te zetten. Zo is de capaciteit versterkt voor de rijkscoördinatie-regeling en onderzoekt hij hoe de bezwaar en beroepsfase bij de Raad van State kan worden versneld. Ook IPO, VNG en Netbeheer Nederland doen in samenwerking met marktpartijen een onderzoek naar hoe de omgevingsprocedures kunnen worden ingekort.

Zoek en bestem geschikte locaties voor nieuwe MSRs in de bestaande bouw

De gemeente moet bij nieuwbouwplannen rekening houden met de benodigde ruimte voor nieuwe middenspanningsruimtes (MSRs) in deze buurten. Daarnaast is er veel nieuwe ruimte nodig in bestaande buurten. Het is nu nog niet precies duidelijk waar deze nieuwe MSRs komen. **De gemeente en de netbeheerder moeten in gesprek gaan om samen geschikte locaties te zoeken voor nieuwe MSRs. De gemeente moet de gevonden ruimte bestemmen voor nieuwe MSRs.**

⁵⁰ www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/09/09/transportschaarste-op-het-elektriciteitsnet-in-nederland

Weeg het risico op netcongestie mee in beleidsafwegingen

We zien dat veel oplossingen hogere kosten hebben dan netverzwaring. Zo kan een alternatief voor warmtepompen bij netcongestie een dure oplossing zijn. Ook andere eindgebruikersoplossingen zoals een batterij of een aggregaat kennen veel hogere kosten dan stroom uit het elektriciteitsnetwerk. **Het beleid van de gemeente moet wel sturen op het voorkomen van netcongestie waar dit mogelijk is, maar in haar beleid netcongestie vooral zien als een onderdeel van de beleidsafweging** en niet de belangrijkste parameter. Uiteindelijk is het goed om de keuze te baseren op de laagste maatschappelijke kosten, waar ook de maatschappelijke kosten voor netuitbreidingen meegenomen moeten worden. Daarnaast raden we aan dat de netbeheerders en de ACM inzetten op een snelle invoering van de toekomstige oplossingen, omdat dit tegen lage maatschappelijke kosten tot extra netcapaciteit kan leiden.

Benut het elektriciteitsnet efficiënt, faciliteer onder andere slim laden

Het is verstandig om efficiënt om te gaan met de capaciteit die beschikbaar is door het net efficiënt te benutten. Het meest concrete handelingsperspectief voor de gemeente ligt hier op het gebied van slim laden van elektrische voertuigen. Daarvoor is het wel nodig dat er nettarieven worden ontwikkeld die slim laden naar gelang de netcapaciteit mogelijk maken. **De gemeente kan sturen op slim laden in haar concessies voor publieke laadinfrastructuur en kiezen voor laadpleinen in plaats van individuele laadpalen.** Daarnaast kan het in gesprek gaan met logistieke bedrijven over de inzet van slim laden of de exploitanten van (grote) parkeerplaatsen. Technieken zoals slim laden (onderdeel van vraagsturing) of batterijen kunnen de piekbelasting gedeeltelijk verlagen maar niet volledig. Daarnaast zijn deze vermogensvragen, van bijvoorbeeld mobiliteit en bedrijven, relatief klein ten opzichte van het potentiële vermogen van datacenters.

Ondersteun bedrijven die te maken krijgen met netcongestie

Als er op enig moment onverhoopt een tekort aan capaciteit ontstaat, kan dat gevolgen hebben voor ontwikkelingen in de gemeente. Op dit moment hebben een aantal grootverbruikers te maken met congestie. Grootverbruikers (bedrijven) kunnen kiezen voor deelname aan congestiemanagement van de netbeheerder of een eigen eindgebruikersoplossing. **De gemeente kan samen met de provincie en de netbeheerder een ondersteunende rol spelen bij bedrijven/grootverbruikers die tegen tijdelijke congestie aanlopen en opzoek moeten naar een geschikte eindgebruikersoplossing.** In veel gevallen zal het gaan om maatwerk. De gemeente kan bedrijven helpen door mogelijke oplossingen aan te reiken of deze samen met de bedrijven en Liander te onderzoeken, bedrijven of producenten met elkaar in contact brengen die mogelijk gezamenlijk een oplossing kunnen zoeken en de eventueel benodigde (milieu)vergunningen snel af te handelen.

Tot slot, houdt de belastingontwikkeling in de gaten en stuur tijdig bij

Deze studie is een scenario-studie die ver vooruit kijkt, op de lange termijn zijn er nog veel onzekerheden. Dat laten de bandbreedtes ook goed zien. Het is niet uit te sluiten dat er op enig moment onverhoopt een tekort aan capaciteit ontstaat. Dat kan dan gevolgen hebben voor ontwikkelingen in de gemeente. Welke ontwikkeling hierdoor beperkt wordt, is vooraf moeilijk te zeggen. Aansluitingen op het elektriciteitsnet worden in volgorde van aanvraag afgehandeld ('first come, first served' is voornamelijk een verplichting vanuit de wetgeving). De aanvragen en ontwikkelingen die nog in de rij staan op het moment dat congestie optreedt, kunnen geen transportcapaciteit krijgen. Volgens de huidige regelgeving mag de netbeheerder bij congestie woningen geen voorrang geven op andere klanten. Waar

grootverbruikers (bedrijven) kunnen kiezen voor deelname aan congestiemanagement van de netbeheerder of een eigen eindgebruikers-oplossing, ligt dat bij kleinverbruikers zoals woningen niet voor de hand. Het is dus belangrijk om de komende jaren de belasting-ontwikkeling goed in de gaten te houden samen met de netbeheerders, zodat tijdig bijgestuurd kan worden.

Literatuur

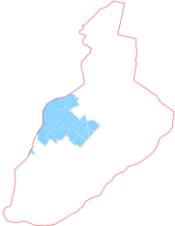

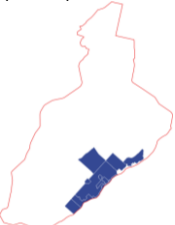
- Berenschot & Kalavasta, 2020.** *Klimaatneutrale Energiescenario's 2050 : Scenariostudie ten behoeve van de integrale infrastructuurverkenning 2030-2050*, Utrecht: Berenschot.
- Bright, Generation Energy & Groenlicht, 2022** *Ruimte voor Energie* [Online] <https://www.ruimtevoorenergie.nl/> 2022.
- CE Delft, 2021.** *Doorlooptijden investeringen elektrificatie : Inzicht in de tijdlijn van het Klimaatakkoord*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2022.** *Omslagpunt grootschalige batterijopslag. Wat is de betekenis van batterijopslag voor de inpassing van zon in het energiesysteem?*, Delft: CE Delft.
- Elaadnl, 2022.** *Bedrijventerreinen in beweging - Outlook Logistiek & Bedrijventerreinen*, Arnhem: ElaadNL.
- Auteur, Jaar. Titel. Editie ed. Plaats van uitgave: Uitgever.**
- Gemeente Haarlemmermeer, 2021.** *Omgevingsvisie Haarlemmermeer 2040*, Haarlemmermeer: Gemeente Haarlemmermeer.
- Gemeenteraad Haarlemmermeer, 2020.** *Besluit van de gemeenteraad van de gemeente Haarlemmermeer houdende regels omtrent het datacenterbeleid*, Haarlemmermeer: Gemeente Haarlemmermeer.
- Generation Energy & Posad Maxwan, 2020.** *Ruimtelijke uitwerking Energiescenario's: Generation Energy*.
- Metropool Regio Amsterdam, 2022** *Plabeka Atlas* [Online] <https://www.atlasplabeka.nl/05/16/2022>.
- Ministerie van BZK, 2020.** *Nationale Omgevingsvisie - Duurzaam perspectief voor onze leefomgeving*, Den Haag: Rijksoverheid.
- Ministerie van BZK, 2022a.** *Beantwoording Kamervragen datacenters*, Den Haag: Rijksoverheid.
- Ministerie van BZK, 2022b.** *Ontwerpbesluit met en Nota van toelichting over regels voor vestiging hyperscale datacentra*.
- Ministerie van EZK, 2022.** *Kamerbrief d.d. 9 september 2022 over transportschaarste op het elektriciteitsnet in Nederland*, Den Haag: Tweede Kamer der Staten-Generaal.
- Netbeheer Nederland, 2019.** *Basisdocument over energie-infrastructuur*.
- Netbeheer Nederland, 2021.** *Bijlagen Het Energiesysteem van de Toekomst - Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050*: Netbeheer Nederland.
- Netbeheer Nederland, Liander, TenneT & Stedin, 2022.** *Impact van RES 1.0 op het energienet RES regio: Noord-Holland Zuid*, Arnhem.
- NPRES, 2020** *Analysekaarten* [Online] <https://www.regionale-energiestrategie.nl/ondersteuning/analysekaarten+np+res/default.aspx> 2022.
- Onder Glas, 2018** *OCAP start dit jaar met CO2-levering aan glastuinbouwgebied Prima4a* [Online] <https://www.onderglas.nl/ocap-start-co2-levering-prima4a/> 2022.








- Over Morgen, Districon & Bureau GIJS, 2022 Model laadbehoefte mobiliteit NAL West**
[Online]
<https://experience.arcgis.com/experience/298ce66c9694478c906a929cc4a64032/page/Uitleg/> 3/2022.
- PBL, 2021. Klimaat- en energieverkenning (KEV) 2021, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).**
- REOS, 2019. Ruimtelijke Strategie Datacenters: REOS.**
- TenneT, 2021. Ontwerpinvesteringsplan Net op land 2022-2031 - Consultatiedocument 1 november 2021: TenneT.**



A Overzicht knelpuntanalyse per onderstation

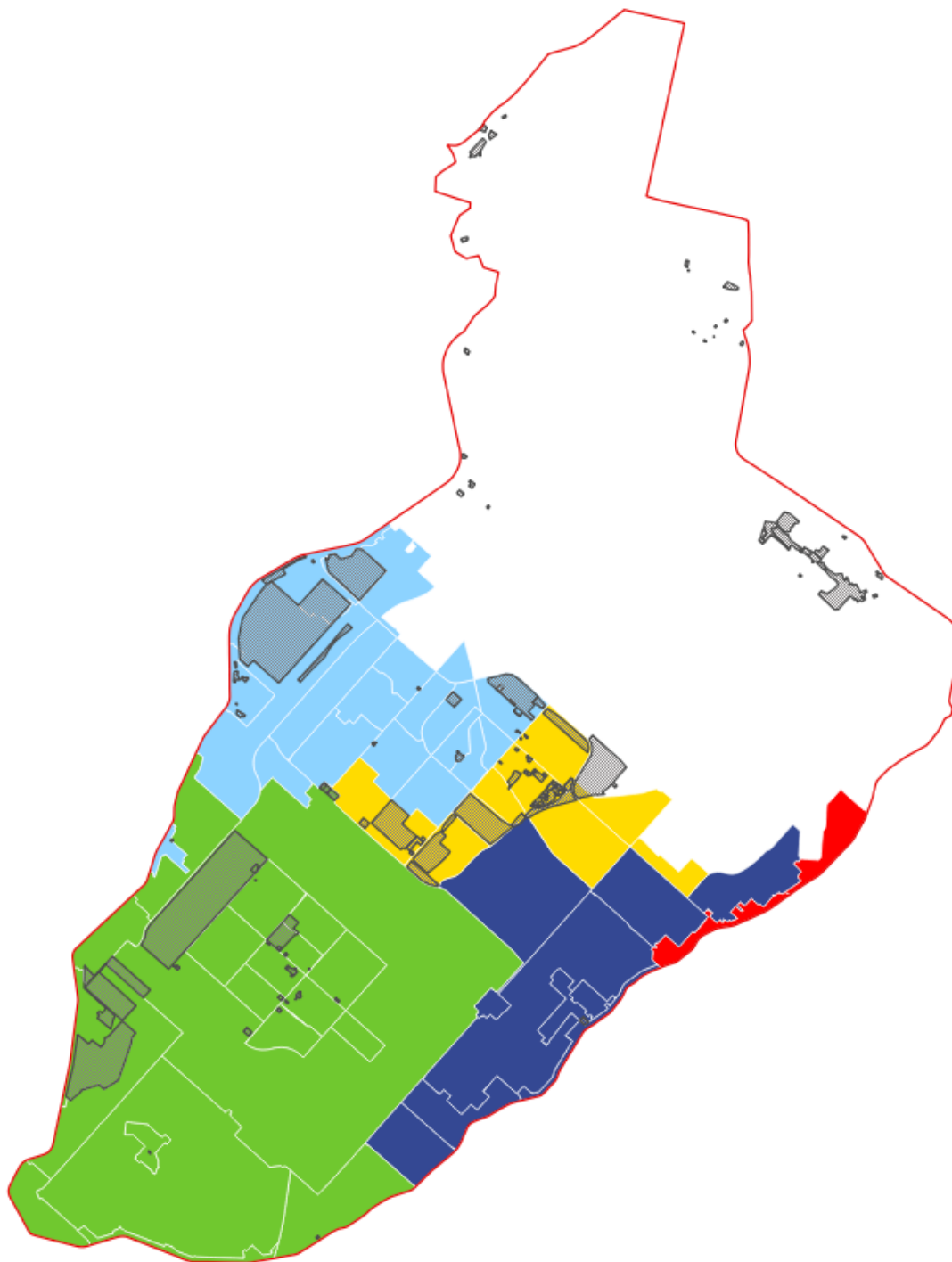
Onderstation		Knelpunten in scenariojaren				
		2027	2035		2050	
			Laag	Hoog	Laag	Hoog
OS Haarlemmermeer (10 en 20 kV) 	Knelpunt	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja
	Drivers	-	Warmtetransitie, Elektrische voertuigen, Nieuwbouw		Warmtetransitie, Elektrische voertuigen, Nieuwbouw	
	Toelichting	<ul style="list-style-type: none"> Onderstation voedt op 20 kV Schakelstation Hoofddorp, die wordt in 2025 aangesloten op het nieuw te bouwen onderstation Rozenburg-Zuid. De capaciteit die hierdoor beschikbaar komt op OS Haarlemmermeer is al meegenomen in de knelpuntanalyse. In 2027 verwacht Liander nog voldoende capaciteit voor alle ontwikkelingen doordat er extra vermogen beschikbaar komt op dit station na realisatie van het nieuwe onderstation Rozenburg-Zuid. Belastingprognose van Liander levert geen knelpunt op, de aanvullende inschatting van CE Delft voor de warmtetransitie, elektrische voertuigen en in mindere mate nieuwbouw zorgt wel voor overbelasting vanaf het 2035 hoog scenario. Voor 2050 is het risico groot dat dit onderstation niet alle ontwikkelingen in het voorzieningsgebied kan aansluiten. 				
	Oplossing Liander	Een mogelijk oplossing die Liander ziet is het aansluiten van capaciteit op het nieuwe onderstation A4-zone 2.				
OS Hoofddorp (50 kV) 	Knelpunt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Drivers	Datacenters groot risico, Planologische ontwikkelingen	Datacenters groot risico, Nieuwbouw, Elektrische voertuigen		Datacenters groot risico, Nieuwbouw, Elektrische voertuigen	
	Toelichting	<ul style="list-style-type: none"> Belastingprognose van Liander levert nu en in de toekomst een knelpunt op. Samen met de additionele belasting uit de scenario's van CE Delft is de capaciteitoverschrijding heel fors. Liander heeft geen vrije velden meer op dit station beschikbaar. 				
	Oplossing Liander	Nieuw onderstation(s) A4-zone nemen capaciteit over en omschakelen van capaciteit naar andere stations op korte termijn.				
OS Rozenburg (50 kV) 	Knelpunt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Drivers	Datacenters groot risico, Planologische ontwikkelingen	Datacenters groot risico, Planologische ontwikkelingen		Datacenters groot risico, Planologische ontwikkelingen, Glastuinbouw	
	Toelichting	<ul style="list-style-type: none"> Belastingprognose van Liander levert nu en in de toekomst een knelpunt op. Samen met de additionele belasting uit de scenario's van CE Delft is de capaciteitoverschrijding heel fors. 				
	Oplossing Liander	Nieuw onderstation(s) A4-zone nemen capaciteit over.				
OS Nieuw-Vennep	Knelpunt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Onderstation		Knelpunten in scenariojaren				
		2027	2035		2050	
			Laag	Hoog	Laag	Hoog
(50 kV) 	Drivers	Planologische ontwikkelingen, Warmtetransitie, Elektrische voertuigen	Planologische ontwikkelingen en nieuwbouw, Elektrische voertuigen, Warmtetransitie		Warmtetransitie, Elektrische voertuigen, Planologische ontwikkelingen en nieuwbouw	
	Toelichting	<ul style="list-style-type: none"> — Belastingprognose van Liander levert in de toekomst een knelpunt op. Samen met de additionele belasting uit de scenario's van CE Delft is de capaciteitoverschrijding fors. — Liander heeft geen vrije velden meer op dit station beschikbaar. 				
	Oplossing Liander	Nieuw onderstation(s) A4-zone nemen capaciteit over				
OS Vijfhuizen (50, 20, 10 kV) 	Knelpunt	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
	Drivers	Planologische ontwikkelingen, Datacenters groot risico	Planologische ontwikkelingen, Datacenters groot risico		Planologische ontwikkelingen, Datacenters groot risico	
	Toelichting	<ul style="list-style-type: none"> — Op dit moment nog beperkt capaciteit beschikbaar. — Op dit station zijn ook gebieden van buiten Haarlemmeer aangesloten. Liander gaat aanpassingen doen op dit station waardoor er meer capaciteit beschikbaar komt voor Haarlemmeer. Het is daardoor niet vast te stellen of dit stations overbelast raakt. 				
	Oplossing Liander	Uitbreiden capaciteit op dit onderstation en verplaatsen van belasting van buiten Haarlemmeer naar een nieuw te bouwen onderstation in Haarlem. Onduidelijk is of dit volstaat of dat er nog meer oplossingen noodzakelijk zijn.				
OS Amstelveen-Bolwerk (50 kV) 	Knelpunt	Onbekend/ Ja	Onbekend/ Ja	Ja	Onbekend/ Ja	Ja
	Drivers	Elektrische voertuigen, Warmtetransitie	Elektrische voertuigen, Warmtetransitie		Elektrische voertuigen, Warmtetransitie	
	Toelichting	<ul style="list-style-type: none"> — Dit onderstation is gelegen buiten de gemeentegrenzen. — Op dit station zijn ook grote gebieden van buiten Haarlemmeer aangesloten. De additionele belasting die we voor Haarlemmeer in kaart hebben gebracht zal ook voor gebieden buiten Haarlemmeer voor meer belasting zorgen. Hoeveel dat is, is niet bekend. Daarmee is de overbelasting niet vast te stellen. — We zien forse additionele ontwikkelingen door trucks in Haarlemmeer die een grote extra belasting gaan leveren op dit onderstation. Waar nu Haarlemmeer circa 10% uitmaakt van dit station, zou dat percentage fors kunnen oplopen afhankelijk van de ontwikkelingen buiten Haarlemmeer meer. — In de hoog scenario's raakt het station alleen al door de additionele belasting van Haarlemmeer overbelast (inclusief de voorziening uitbreiding van de capaciteit op dit station). Additionele belasting uit Haarlemmeer moet waarschijnlijk elders aangesloten. 				
	Oplossing Liander	Een deel van de overbelasting kan mogelijk aangesloten worden op onderstation Rozenburg-Zuid (A4-zone 1). Capaciteitsuitbreidingen op dit station en aansluiten op een nieuw te bouwen onderstation Amstelveen-Zuid dat daarmee verder uitgebreid moet worden is mogelijk een optie.				

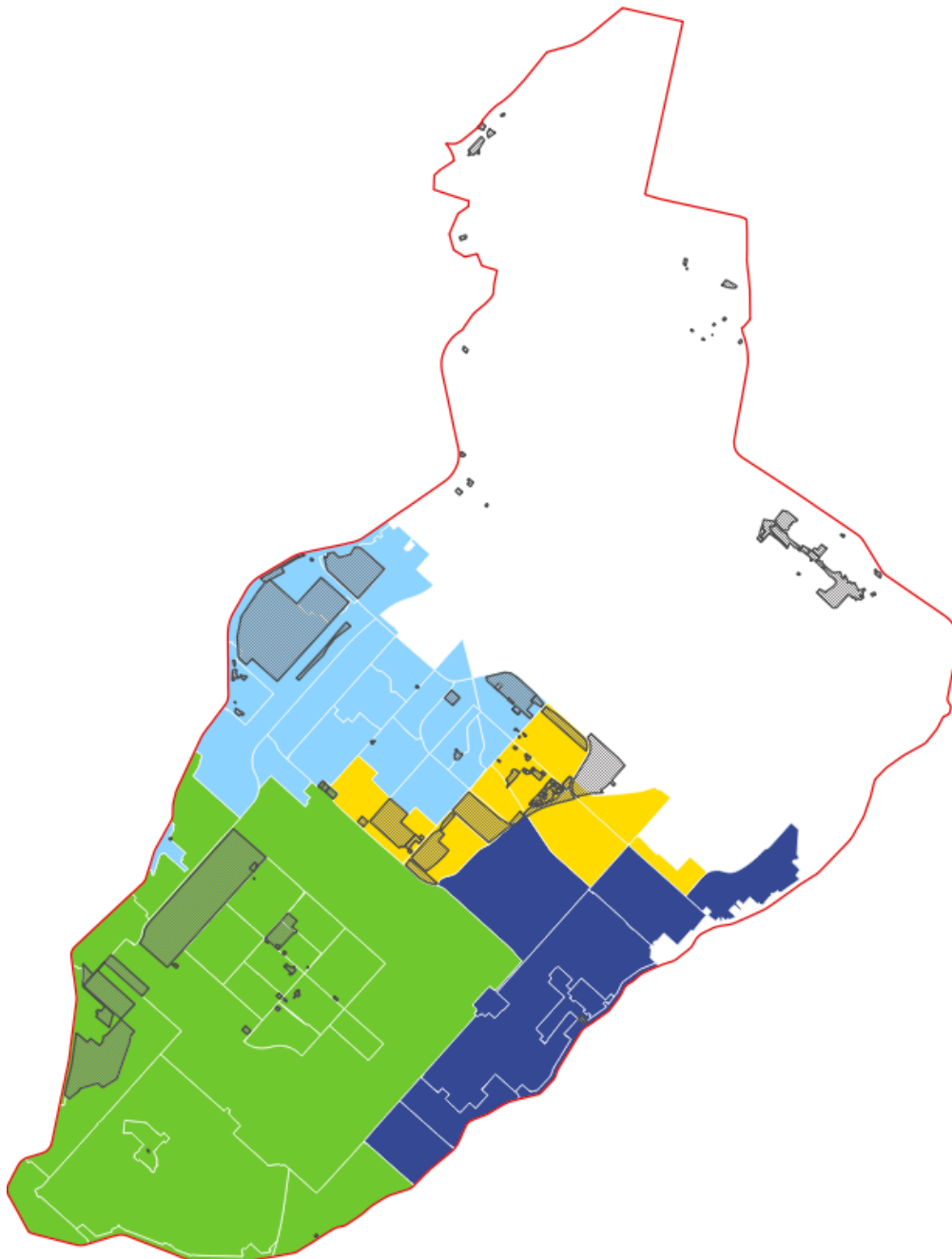
Onderstation		Knelpunten in scenariojaren				
		2027	2035		2050	
			Laag	Hoog	Laag	Hoog
OS Waarderpolder-Haarlemmerliede (10 kV) 	Knelpunt	Onbekend	Onbekend	Ja	Ja	Ja
	Drivers	Planologische ontwikkelingen, Warmtetransitie	Planologische ontwikkelingen, Elektrische voertuigen, Warmtetransitie	Planologische ontwikkelingen, Elektrische voertuigen, Warmtetransitie		
	Toelichting	<ul style="list-style-type: none"> — Dit onderstation is gelegen buiten de gemeentegrenzen. — Op dit station zijn ook grote gebieden van buiten Haarlemmeer aangesloten. De additionele belasting die we voor Haarlemmeer in kaart hebben gebracht zal ook voor gebieden buiten Haarlemmeer voor meer belasting zorgen. Hoeveel dat is, is niet bekend. Daarmee is de overbelasting niet vast te stellen. — Vanaf het scenario 2035-hoog raakt het station alleen al door de additionele belasting van Haarlemmeer overbelast. 				
	Oplossing Liander	Oplossing is nog niet voorzien.				
OS Schiphol-Oost (50 kV) 	Knelpunt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Drivers	Planologische ontwikkelingen	Planologische ontwikkelingen, Elektrische voertuigen	Planologische ontwikkelingen, Elektrische voertuigen, Glastuinbouw		
	Toelichting	<ul style="list-style-type: none"> — Het station is volgens de prognoses van Liander al overbelasting in 2027. — Op dit station zijn ook grote gebieden van buiten Haarlemmeer aangesloten. De additionele belasting die we voor Haarlemmeer in kaart hebben gebracht zal ook voor gebieden buiten Haarlemmeer voor meer belasting zorgen. Hoeveel dat is, is niet bekend. Daarmee is de mate van overbelasting niet vast te stellen. — Liander heeft geen vrije velden meer op dit station beschikbaar. 				
	Oplossing Liander	Overbelasting wordt aangesloten op het nieuw te bouwen onderstation Amstelveen-Zuid.				

B Gebieden onderstations

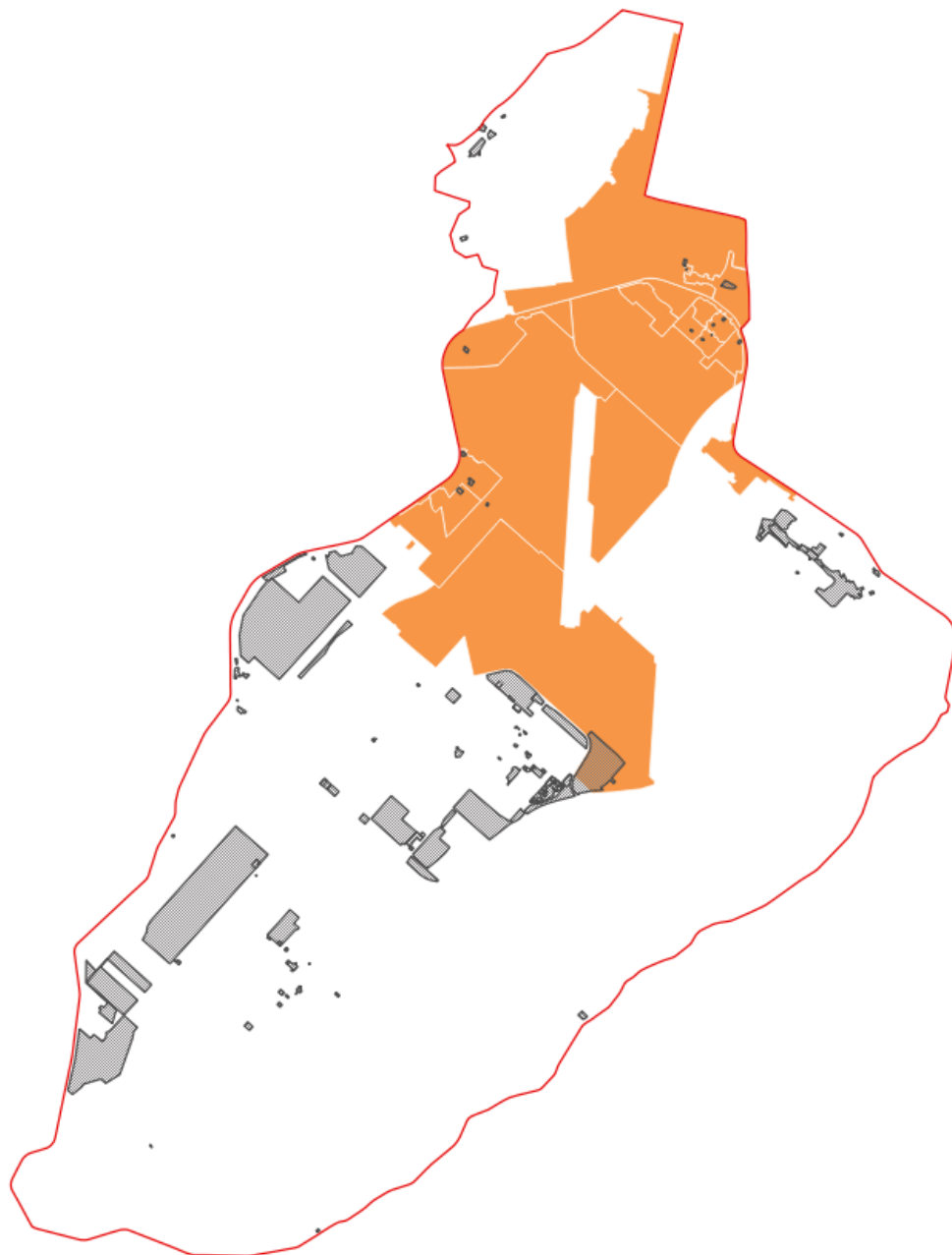
Gebieden waar de A4-zone stations capaciteit voor kunnen leveren



Stations onder 150 kV koppelstation Haarlemmermeer



Stations onder 150 kV koppelstation Vijfhuizen



Gebieden onder overige 150 kV koppelstations buiten Haarlemmermeer

