

---

# Probleemanalyse

---

# Congestie in het

---

# laagspanningsnet

---

Bijlage 1 bij de Actieagenda  
Netcongestie Laagspanningsnetten

---

Opgesteld onder leiding van Stephan Brandligt, onafhankelijk  
coördinator Actieagenda Netcongestie Laagspanningsnetten

Januari 2024

---

# Inhoud

---

---

<b>1. Samenvatting</b>	<b>1</b>
<b>2. Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>3. Kenmerken van het laagspanningsnet</b>	<b>4</b>
<b>4. Oorzaken congestie in het laagspanningsnet</b>	<b>6</b>
<b>5. Problemen door netcongestie in het laagspanningsnet</b>	<b>9</b>
<b>6. Benodigde inzet</b>	<b>15</b>

---

# 1. Samenvatting

De energietransitie zorgt voor een enorme verbouwing van het energiesysteem, waarbij fossiele brandstoffen plaatsmaken voor duurzame elektriciteit. De verduurzaming van bedrijven en huishoudens heeft consequenties voor het elektriciteitsnet. De grenzen van het elektriciteitsnet komen in zicht: in steeds meer gebieden in het land, in steeds grotere mate, en op meerdere spanningsniveaus (hoog-, midden- en laagspanning). Ook het laagspanningsnet – dat elektriciteit transporteert naar kleinverbruikers zoals huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen – heeft te maken met dreigende congestieproblematiek: kleinverbruikers vragen meer elektriciteitstransport dan het stroomnet aankan.

Daardoor ontstaan een drietal verschillende problemen:

1. Onderspanning
2. Overspanning en
3. Overbelasting met als gevolg afschakeling van de afnemers.

Overspanning (= meer dan 253 Volt) ontstaat als er meer aanbod aan elektriciteit is dan het net aankan. Overspanning in laagspanningsnetten is vrijwel altijd gerelateerd aan een surplus aan opgewekte zonnestroom. Het uit zich in beperkingen bij 'terugleveren'. In straten of wijken met veel zonnepanelen kan op piekmomenten ineens een te groot aanbod ontstaan aan zonnestroom. Om te voorkomen dat de netspanning oploopt tot te hoge voltages (= schadelijk voor apparatuur) schakelen de omvormers in de zonninstallaties zichzelf uit. De zonnestroom 'terugleveren' aan het net is dan tijdelijk niet mogelijk.

Onderspanning (= minder dan 207 Volt) ontstaat als de vraag naar elektriciteit te groot is, bijvoorbeeld vanwege een grote stroomvraag vanuit onder andere warmtepompen of laadpunten voor elektrisch vervoer. Wanneer onderspanning merkbaar is, is de hinder meestal groot: lampen knipperen of apparatuur raakt zelfs beschadigd.

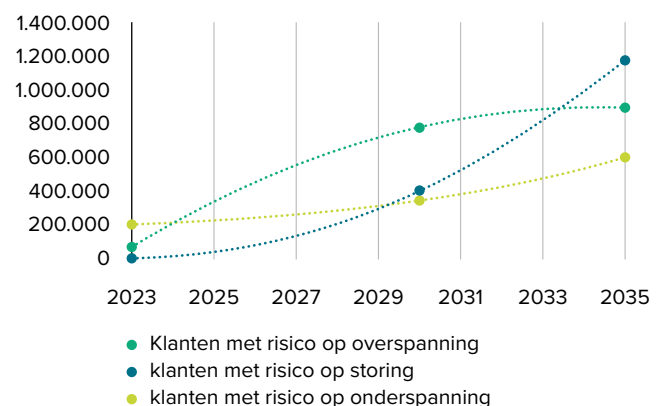
Capaciteitstekort ontstaat als men meer elektriciteit wil transporteren dan een kabel aankan. De netcomponenten warmen hierdoor extra op en kunnen versneld

verouderen of zelfs beschadigd raken (overbelasting). Doordat op het laagspanningsnet een groeiend aantal zonnepanelen, laadpalen en warmtepompen wordt aangesloten, is de transportbehoefte op het laagspanningsnet enorm gestegen. Als forse overbelasting dreigt (en daarmee het risico op doorbrandende kabels of transformatoren), schakelen de netcomponenten zichzelf uit om permanente schade te voorkomen. Aansluitingen komen in dat geval zonder stroom te zitten, totdat een monteur het net weer ingeschakeld heeft.

Als er geen actie ondernomen wordt, treffen deze problemen tot 2030 anderhalf miljoen kleinverbruikers, in de vorm van:

- meer dan 350.000 kleinverbruikers die herhaaldelijk te maken krijgen met onderspanning, waardoor lampen kunnen knipperen en apparatuur niet altijd goed werkt
- ongeveer 400.000 kleinverbruikers die een groter risico lopen op storingen
- ongeveer 750.000 kleinverbruikers die – jarenlang – te maken krijgen met overspanning. Hierdoor schakelen PV-omvormers uit en kan hun zonnestroom tijdelijk niet het net op.

Ook zal dan tot en met 2030 de wachttijd voor nieuwe of zwaardere kleinverbruikaansluitingen significant toenemen. Zonder aanvullende maatregelen kan deze gaan oplopen tot vele maanden.



Om effectief op te treden tegen de actuele en verwachte problemen op de laagspanningsnetten is het nodig om in te zetten op:

1. netverzwaringen
2. inzicht in de (toekomstige) belasting van de laagspanningsnetten
3. afstemming vraag en aanbod elektriciteit ter voorkoming van piekbelasting

De omvang van de benodigde netverzwaringen is echter dusdanig groot dat met de huidige manier van werken niet alle netverzwaringen tijdig gerealiseerd kunnen worden. Dit komt onder andere door onvoldoende beschikbaarheid van arbeidskrachten, materiaal en financiering. Ook zijn de huidige ruimtelijke procedures te tijdrovend.

Netbeheerders hebben momenteel te weinig inzicht in de (toekomstige) belasting van de laagspanningsnetten om nauwkeurig te kunnen bepalen waar en hoeveel het net verzaamd moet worden en waar de noodzaak het hoogst is. Dit komt onder andere doordat monitoring van de belasting van de laagspanningsnetten momenteel beperkt is, autonome groei zon-PV, warmtepompen en EV beperkt voorspelbaar is, en er beperkt inzicht is in de gemeentelijke plannen warmtetransitie, elektrisch vervoer en woningbouw.

Tegelijk is het, aanvullend op netverzwaringen en inzicht in de (toekomstige) belasting van de laagspanningsnetten, noodzakelijk om in te zetten op afstemming in vraag en aanbod van elektriciteit. Dit voorkomt piekbelasting. Dat is op dit moment nog nauwelijks mogelijk, omdat de meeste apparaten en systemen niet aanstuurbaar zijn en er geen sturing is om te voorkomen dat kleinverbruikers het laagspanningsnet overbelasten. Door lokale opwek en verbruik in de tijd op elkaar af te stemmen (op gebouw en/of wijkniveau) leidt dit bovendien tot een lagere totale belasting van de elektriciteitsnetten.

Gelet op de door de energietransitie toenemende vraag naar elektriciteit en de hierboven geschetste verwachte problemen zijn op korte termijn maatregelen nodig op bovenstaande drie onderdelen om de kwaliteit en betrouwbaarheid van de netten te waarborgen.

# 2. Inleiding

---

Nederland heeft een van de betrouwbaarste elektriciteitsnetten ter wereld. Met al jarenlang een betrouwbaarheid van rond de 99,99%<sup>1</sup> gaan de meeste Nederlanders er vanuit dat er altijd en overal stroom uit het stopcontact komt. Met diezelfde vanzelfsprekendheid rekenen veel particuliere en kleinzakelijke zonnepaneelbezitters erop dat zelf opgewekte elektriciteit ook altijd en overal is ‘terug te leveren’ aan het net. Maar dit zal in de toekomst niet altijd en overal het geval zijn.

De energietransitie betekent een ongekende verandering van het energiesysteem, die op korte en middellange termijn het uiterste vergt van het Nederlandse elektriciteitsnet. Elektrificatie en duurzame initiatieven zorgen voor een toename aan stroomtransport op ons stroomnet. Van het hoogspannings- en middenspanningsnet is al bekend dat de capaciteitsvraag sneller toeneemt dan het tempo waarmee de netbeheerders het net kunnen verzwaren of uitbreiden. Ook de laagspanningsnetten lopen steeds meer tegen hun grenzen aan.

In dit document wordt de aard, oorzaak en omvang van de (verwachte) congestie in het Nederlandse laagspanningsnet geschetst. Het is een samenvatting van de belangrijkste publicaties tot nu toe<sup>2</sup> over dit onderwerp en vormt de basis van de Actieagenda Netcongestie Laagspanningsnetten.

De laagspanningsnetten worden gebruikt door kleinverbruikers (max 3x80 ampère) en enkele grootverbruikers met een eigen richting op het LS-rek (3x160 of 3x250 ampère). In deze probleemanalyse gaat het dan om bestaande en nieuwe aansluitingen van onder andere:

- woningen, van appartement tot vrijstaande villa;
- bedrijven, maatschappelijke instellingen (o.a. scholen, winkels, gezondheidscentra, sportzalen, en dergelijke);

- lichte industrie, boerenbedrijven;
- opwek met kleinschalige zon-op-dak.

Deze probleemanalyse richt zich niet op bestaande en nieuwe aansluitingen van:

- ziekenhuizen, grote winkelcentra, grote sportcomplexen, en dergelijke;
- industrie, grotere bedrijven, glastuinbouw, en dergelijke;

Deze hebben een eigen MS/LS-transformatorstation of een eigen aansluiting op het middenspanningsnet.

Deze analyse richt zich op het bepalen van de integrale impact van de ontwikkelingen van verbruik en opwek op het laagspanningsnet, waardoor de resultaten van analyses die zich richten op individuele ontwikkelingen niet zijn meegenomen. Voorbeelden hiervan zijn de rapporten ‘Impact van de warmtetransitie op het lokale elektriciteitsnet’ en ‘Analyse netimpact van elektrische mobiliteit’, welke zijn gericht op het gedetailleerd modelleren en analyseren van de impact van de warmtetransitie en elektrische mobiliteit. In dit soort specifieke analyses worden andere ontwikkelingen niet of globaal meegenomen en/of worden niet gestandaardiseerde methoden en modellen gebruikt. Deze geven hierdoor resultaten die geen nauwkeurig beeld schetsen van de integrale impact van de verschillende toekomstige ontwikkelingen van verbruik en opwek. Om deze inzichten te bieden ligt een analyse op basis van het Investeringsplan scenario “Klimaatambitie”<sup>3</sup> ten grondslag aan dit document, waarmee de integrale impact van de meest significante ontwikkelingen op het laagspanningsnet is bepaald.

Als vervolg op deze probleemanalyse zal in volgende iteraties de kwantificering van de impact van een aantal maatregelen nader in kaart worden gebracht. Ook zal de kwantificering van de netkelpunten verder worden uitgewerkt.

---

1 Bron: webbericht Netbeheer Nederland, maart 2023

2 Bij volgende iteraties wordt deze probleemstelling uitgebreid met inzichten uit lopende onderzoeken (o.a. de GAP-analyse van DNV) en nog uit te zetten onderzoek, waarin vragen uit de werkgroep Probleemanalyse worden opgenomen.

3 Dit is het middenscenario dat is opgesteld voor het bepalen van de investeringsplannen van de netbeheerders.  
<https://www.netbeheernederland.nl/nieuws/netbeheerders-presenteren-scenariorapport-voor-investeringsplannen-2024-1611>

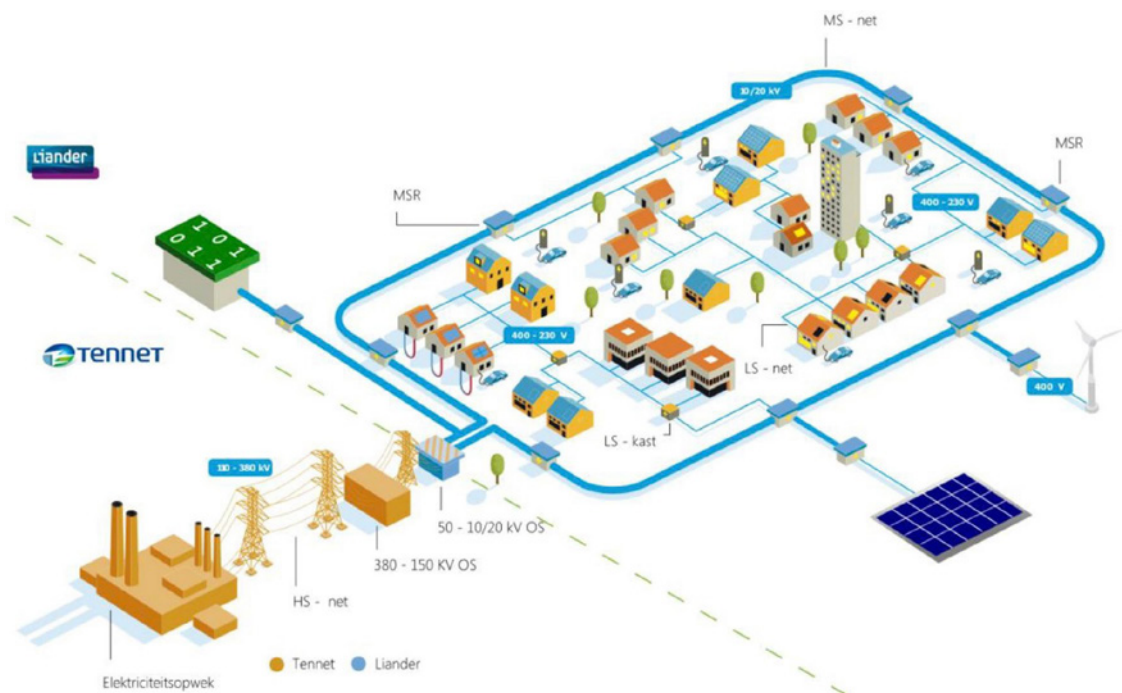
# 3. Kenmerken van het laagspanningsnet

Het elektriciteitsnet is een stelsel van verbindingen waardoor elektriciteit getransporteerd wordt. Het elektriciteitsnet valt onder te verdelen in het hoogspanningsnet, middenspanningsnet en het laagspanningsnet.

- Het *hoogspanningsnet* kan worden gezien als een snelweg voor elektriciteit. Stroom die wordt opgewekt in elektriciteitscentrales, wordt onder hoge spanning via masten en kabels over lange afstanden getransporteerd, terwijl er zo min mogelijk energie verloren gaat.
  - De elektriciteit van het hoogspanningsnet wordt overgebracht naar een transformator, die de spanning verlaagt.
- Vanaf hier gaat de elektriciteit het *middenspanningsnet* op. Zie het middenspanningsnet als de hoofdwegen in een stad of buurt. Vanaf het middenspanningsnet wordt de elektriciteit overgebracht naar een elektriciteitshuisje in de wijk, waar de stroom nog verder wordt verlaagd naar laagspanning.

- Tot slot is er het *laagspanningsnet*, wat je kan zien als de straten in de buurt. Het zijn kleine, lokale elektriciteitsnetwerken die woningen, bedrijfspanden en maatschappelijke instellingen en infrastructuur (zoals EV-laadpunten en straatverlichting) van stroom voorzien. Op het laagspanningsnet zijn onder andere gezinnen, kantoren, buurtwinkels, supermarkten, sportscholen en kleine werkplaatsen te vinden. Deze klanten worden onder de verzamelnaam 'kleinverbruikers' geschaard.

In Nederland zijn er zo'n 95.000 laagspanningsstations, die per stuk ongeveer honderd huishoudens en één of twee grotere kleinzakelijke aansluitingen (zoals een supermarkt) van stroom voorzien. In Nederland ligt zo'n 240.000 kilometer aan laagspanningskabel, vrijwel volledig ondergronds.<sup>4</sup>



4 Bron: I13050 Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050

Het laagspanningsnet bestaat uit laagspanningskabels, -kasten, en -aansluitingen. De kabels monden uit op een transformator in een midden-spanningsruimte (MSR) die het net voedt vanuit de middenspanningsring.

Wat opvalt aan de laagspanningsnetten is dat ze onderling sterk verschillen, met een veelheid aan technische standaarden. Dat heeft te maken met hun ontstaansgeschiedenis. Laagspanningsnetten vormen de oudste onderdelen<sup>5</sup> van het Nederlandse energienet, stammend uit de tijd dat energieproductie en -distributie onder toezicht stond van gemeentelijke energiebedrijven en dus sterk lokaal was georiënteerd. Vanaf 2007 is er sprake van één landelijke en zes regionale netbeheerders, die min of meer dezelfde ontwerpfilosofie hanteren.

Het ene laagspanningsnet is het andere niet. Over het algemeen zijn de laagspanningsnetten in het landelijk gebied lichter uitgevoerd dan in stedelijk gebied, vanwege het geringere aantal aansluitingen per kabel. Ook zijn de kabellengtes daar langer dan in stedelijk gebied. De nieuwere laagspanningsnetten – aangelegd in de afgelopen tien jaar – zijn zwaarder uitgevoerd dan die uit de pre-energietransitietijd.

---

5 Bron: Geschiedenis van de techniek in Nederland – M.S.C. Bakker e.a

# 4. Oorzaken congestie in het laagspanningsnet

---

Wanneer we het hebben over ‘netcongestie in het laagspanningsnet’ bedoelen we dat er meer elektriciteit getransporteerd wordt door een laagspanningskabel dan waar het voor ontworpen is. Om bij de metafoor van autowegen te blijven: er is file op het stroomnet. Zowel aan de vraag-kant (mensen die stroom afnemen) als de aanbodkant (mensen die stroom terugleveren) is een grote groei te zien: Op zonnige zomerdagen wordt er meer zonnestroom teruggeleverd dan het net aankan. Huishoudens koken op inductie, laden hun auto’s elektrisch op en verwarmen hun huizen met warmtepompen. De Nederlandse laagspanningsnetten worden daarvoor steeds zwaarder belast.

Zonder het probleem te bagatelliseren, heeft die ontwikkeling ook een positieve kant: het toont dat de energietransitie in en verduurzaming van de bebouwde omgeving in betrekkelijk korte tijd een grote vlucht heeft genomen. De Nederlandse huishoudens, bedrijven en instellingen verduurzamen in een hoog tempo.

Tot voor kort was de norm voor laagspanningsnetten op een vermogen van 1 à 1,5 kW per aansluiting. Lang was dat genoeg voor huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen. Door de energietransitie hebben aansluitingen aanzienlijk meer vermogen nodig, soms wel drie of vier keer meer, tot wel 5 kW voor huizen die volledig op elektriciteit draaien.<sup>6</sup>

Het Nederlandse stroomnet, anders dan in veel andere Europese landen, hoefde nooit toegerust te zijn op warmtevoorziening. Nadat in 1959 het Groninger gasveld was ontdekt, koos Nederland immers voor een warmtevoorziening op basis van

aardgas. Daardoor volstond het decennialang om de Nederlandse laagspanningsnetten relatief ‘licht’ aan te leggen. Nu we echter verschuiven naar het gebruik van duurzame energiebronnen en de afbouw van aardgas, ontstaat er meer drukte op het elektriciteitsnet. Het stroomnet moet nu veel meer elektriciteit transporteren omdat we elektriciteit nu gebruiken als vervanging voor onze traditionele warmtebronnen. Ook gaat het vervoer over van het gebruik van vloeibare brandstoffen naar elektriciteit. Ons stroomnet is daar (nog) niet op gebouwd.

De ontwikkelingen verlopen in hoog tempo:

- Nederland is in korte tijd Europees koploper geworden op het gebied van **zonnestroom**.<sup>7</sup> Afgelopen jaar registreerde het CBS weer nieuwe records; met 490.425 zonnepaneelinstallaties steeg het nieuw opgesteld vermogen met 11 procent.<sup>8</sup> In totaal liggen er inmiddels ruim 2 miljoen zonnepanelen op woningen.
- Mede door de hoge aardgasprijs groeit de animo voor **warmtepompen**. Volgens de Vereniging Warmtepompen zijn in de periode van januari tot september 2023 al 110.000 warmtepompen geplaatst; evenveel als in heel 2022.<sup>9</sup> De branche verwacht voor heel 2023 170.000 warmtepompinstallaties te plaatsen waarvan 120.000 in bestaande woningen. Circa de helft hiervan zijn hybride warmtepompen.

---

<sup>6</sup> Het laagspanningsnet kan individuele gebruikers die veel stroom gebruiken wel aan, maar als iedereen aan hetzelfde LS-net tegelijkertijd veel begint te gebruiken, overschrijdt dat de huidige capaciteit van het net.

<sup>7</sup> Bron: NOS | Nederland Europees koploper zonnepanelen, maar hoe kan het beter?

<sup>8</sup> Bron: [Solar Magazine](#)

<sup>9</sup> Bron: Volkskrant | Installateurs verwachten dit jaar recordaantal warmtepompen te plaatsen. (Hierin gaat het om zowel hybride als elektrische warmtepompen.)

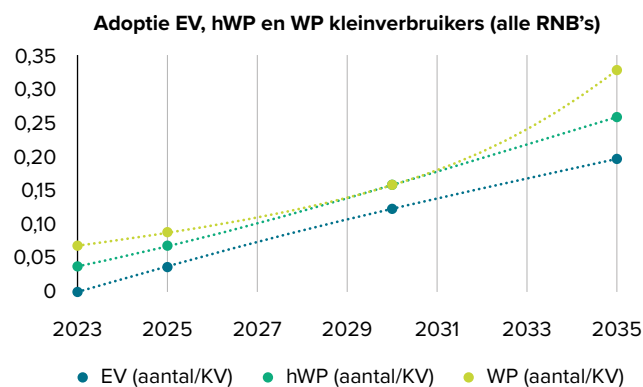
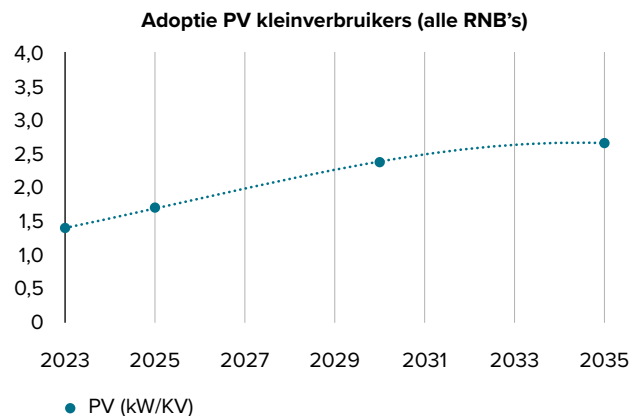


- Ook **elektrisch vervoer** groeit snel. De Nationale Agenda Laadinfrastructuur meldde eind april de grens van een half miljoen laadpunten te hebben doorbroken.<sup>10</sup> Van de in totaal 518.000 laadpunten zijn er 133.800 (semi)publiek. Dat betekent dat Nederland 384.200 private laadpunten telt, deze zijn aangesloten op het laagspanningsnet.

De netbeheerders verwachten dat de adoptie van zonnepanelen (PV) de komende jaren zal blijven stijgen en op den duur af zal vlakken, naarmate de hoeveelheid geschikt dakoppervlak afneemt. Hoewel de groei van zonnepanelen al afneemt, is er nog steeds sprake van groei, met bijbehorende netbelasting. Naar verwachting krijgt Enexis meer PV- groei te verwerken dan Stedin en Liander. Dat heeft te maken met de aard van hun verzorgingsgebieden: Stedin en Liander bedienen relatief meer stedelijke gebieden, waar minder geschikt dakoppervlak is ten opzichte van het aantal huishoudens.

De netbeheerders verwachten dat de grootste groei in vraag naar elektriciteit nog moet beginnen. De verwachting van de netbeheerders is dat de groei van elektrisch vervoer (EV), hybride warmtepompen (hWP) en warmtepompen (WP) aanvankelijk nog geleidelijk zal verlopen en vanaf 2030 versnellen.

In onderstaande figuren is de verwachte adoptie in beeld gebracht.<sup>11</sup>



<sup>10</sup> Bron: <https://www.agendalaadinfrastructuur.nl/nieuws/2494699.aspx?t=NAL-voortgangsrapportage-grens-500000-laadpunten-gepasseerd>

<sup>11</sup> Dit is het midden-scenario dat is opgesteld voor het bepalen van de investeringsplannen van de netbeheerders. <https://www.netbeheernederland.nl/nieuws/netbeheerders-presenteren-scenarioreportage-voor-investeringsplannen-2024--1611>

	ELEKTRISCH PIEKVERMOGEN	GELIJK- TIJDIGHEID	IMPACT OP NET	IS HET HUIDIGE ELEKTRICITEITSNET OP INGERICHT	WORDT HET TOEKOMSTVAST ELEKTRICITEITSNET OP INGERICHT <sup>12</sup>
Elektrische CV <sup>13</sup>	Hoog (10-24 kW)	Hoog	Hoog	Nee	Nee
Infrarood panelen	Midden (5-10kW)	Hoog	Hoog	Nee	Nee
Doorstroomwarmte	Hoog (10-24 kW)	Laag	Midden/ Hoog	Nee	Nee
Elektrische auto	Midden/Hoog (11 kW)	Midden/ Hoog	Midden/ Hoog	Nee	Ja
Water-warmtepomp (bodem/ oppervlakte/zeer LT-net)	Midden/Laag (2-5 kW)	Hoog	Midden	Nee	Ja
Lucht-warmtepomp L/W	Midden/Laag (3-6 kW)	Hoog	Midden	Nee	Ja
Hybride warmtepomp L/W	Laag (1-3 kW)	Hoog	Midden	Deels	Ja
Zonnepanelen	Midden (4-8 kW)	Hoog	Midden	Nee	Ja
Elektrische boiler (groter reservoir)	Laag (2-3 kW)	Midden	Laag/ Midden	Nee	Ja
Elektrische boiler (zeer klein reservoir <5L)	Laag (1-2 kW)	Laag	Laag	Ja	Ja
Elektrisch koken	Midden (5-8 kW)	Laag	Laag	Ja	Ja
Warmtenet op restwarmte of geothermie.	Geen (0kW)	Hoog	Geen	Ja	Ja
Zonneboiler	Geen (0 kW)	Midden	Geen	Ja	Ja

**Figuur:** installaties van huishoudens die een (relatief) grote impact hebben op het elektriciteitsnet (Bron: Liander).

<sup>12</sup> Hiermee wordt bedoeld dat de netbeheerders niet van plan zijn om de netten op deze apparatuur in te richten, omdat dit aanzienlijke extra investeringen zou eisen. Het betekent dat de netbeheerder het gebruik van deze apparatuur niet ondersteunt of zelfs afraadt.

<sup>13</sup> Netbeheerders gaan bij een duurzame warmtevoorziening uit van een warmtepomp. Doordat een warmtepomp letterlijk "warmte pompt", dus warmte vanuit de buitenlucht of de bodem wint met behulp van elektriciteit, hebben deze installaties een relatief lage elektriciteitsvraag ten opzichte van apparaten die direct elektriciteit gebruiken om een ruimte te verwarmen of warm tapwater te maken. Als consumenten kiezen voor bijvoorbeeld een elektrische CV, dan is de impact op het net vele malen groter.

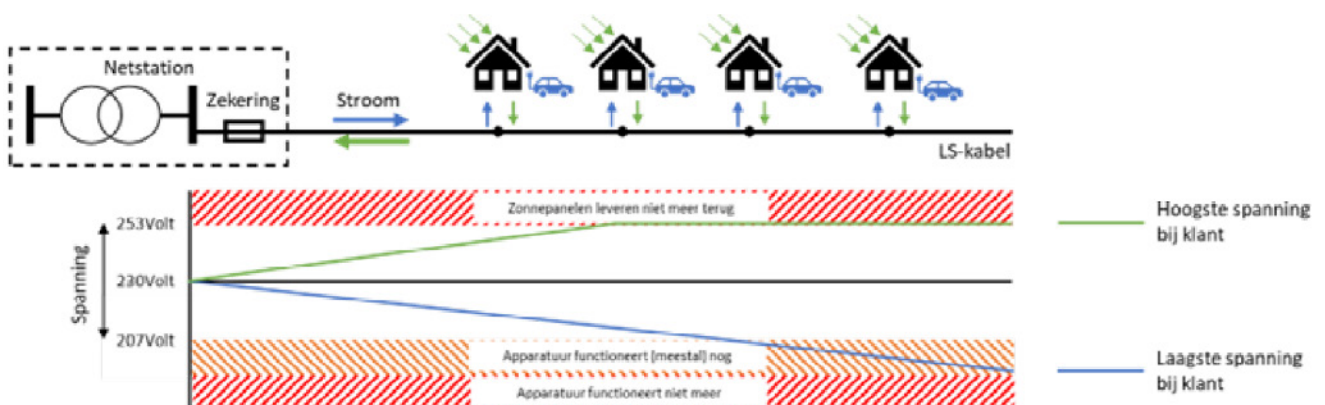
# 5. Problemen door netcongestie in het laagspanningsnet

In het laagspanningsnet kunnen zich twee soorten problemen voordoen door de groei van vraag en aanbod:

- *Spanningskwaliteit*, wat overlast veroorzaakt voor aangesloten kleinverbruikers, in de vorm van onderspanning of overspanning. Bij overspanning schakelen omvormers uit en kan je geen stroom leveren aan het net. Bij onderspanning krijg je te maken met bijvoorbeeld knipperende lichten, of laad je EV trager op.
- *Capaciteitstekort* zorgt ervoor dat er geen aansluitingen verzwaid kunnen worden, of nieuwe aansluitingen kunnen worden gelegd. Hierdoor lopen duurzaamheidsinitiatieven van kleinverbruikers spaak of kunnen er geen nieuwe woningen of bedrijven worden aangesloten op het net. Ook is bij capaciteitstekort een toename aan het aantal storingen.

In stedelijk gebied is vooral capaciteit de kritische factor, in landelijk gebied is spanningskwaliteit vaker een probleem. Slechte spanningskwaliteit is hinderlijk, capaciteitstekort is problematisch.

De netbeheerders hebben op basis van hun investeringsplan gesimuleerd wat effecten zijn op de huidige netten als er geen actie wordt ondernomen op gebied van netverzwaring of efficiëntere benutting. In dit hoofdstuk wordt de impact van het “Klimaat-ambitie” scenario geschetst. De impact is gebaseerd op samengevoegde doorrekeningen van de drie grote netbeheerders. In de gepubliceerde investeringsplannen van de netbeheerders staat de methodiek voor het berekenen van de knelpunten globaal beschreven.<sup>14</sup> De doorrekeningen tot en met 2035 zijn op een vergelijkbare manier gedaan.



<sup>14</sup> Dit is het middenscenario dat is opgesteld voor het bepalen van de investeringsplannen van de netbeheerders. Bron: I13050

## Problemen met spanningskwaliteit

In het stroomnet zijn er standaard schommelingen in de voltage (V) van elektriciteit. Deze schommelingen ontstaan door veranderingen in hoeveel energie er wordt afgenomen of opgewerkt. Als deze waarde te veel fluctueert t.o.v. de standaardspanning, leidt dat tot problemen met de spanningskwaliteit.

De standaardspanning in het Nederlandse laagspanningsnet bedraagt 230 Volt, maar verschilt dus per moment en per plek in het net, afhankelijk van de lokale afname en opwek. Volgens de wet<sup>15</sup> moet de spanning op het laagspanningsnet tussen de 207 en 253 Volt liggen. Apparaten zijn ontworpen om binnen deze spanning te werken. Buiten deze voltages bestaat er een risico dat apparaten niet goed functioneren, of zelfs beschadigd raken. Apparatuur krijgt dan te kampen met over- of onderspanning. Dit probleem doet zich vooral voor in oudere laagspanningsnetten met relatief lange en dunne kabels.

- Overspanning (= meer dan 253 Volt) ontstaat als er meer aanbod aan elektriciteit is dan het net aan kan. Overspanning in laagspanningsnetten is vrijwel altijd gerelateerd aan een surplus aan opgewekte zonnestroom. Het uit zich in beperkingen bij 'terugleveren'. In straten of wijken met veel zonnepanelen kan op piekmomenten ineens een te groot aanbod ontstaan aan zonnestroom. Om te voorkomen dat de netspanning oploopt tot te hoge voltages (=schadelijk voor apparatuur) schakelen de omvormers in de zonne-installaties zichzelf uit. De zonnestroom 'terugleveren' aan het net is dan tijdelijk niet mogelijk.
- Onderspanning (= minder dan 207 Volt) ontstaat als de vraag naar elektriciteit te groot is, bijvoorbeeld vanwege een grote stroomvraag vanuit o.a. warmtepompen of laadpunten voor elektrisch vervoer. Wanneer onderspanning merkbaar is, is de hinder meestal groot: lampen knipperen of apparatuur raakt zelfs beschadigd.

### Impact van overspanning op consument:

In het geval van overspanning zullen omvormers zichzelf uitschakelen. Hierdoor zal er tijdelijk geen stroom meer opgewekt worden, ook niet voor het eigen verbruik. Als gevolg hiervan zullen de zonne-installaties van consumenten dus minder stroom opwekken dan in een situatie zonder overspanning. Hiervoor loopt de consument dan de terugleververgoeding of – zolang de salderingsregeling nog geldt – het gebruikelijke energietarief mis. In dat geval zal de consument zelf stroom moeten afnemen en hiervoor betalen om diens eigen energieverbruik te dekken.

### Impact van onderspanning op consument:

In het geval van onderspanning kan de consument verschillende problemen ervaren. De mate van deze hinder varieert per aangesloten apparaat van de consument. Moderne(re) apparaten kunnen onderspanning beter opvangen waardoor het door de kleinverbruiker niet wordt opgemerkt. Onderspanning kan leiden tot een lagere prestatie van het apparaat of (tijdelijke) onderbreking. Denk hierbij bijvoorbeeld aan flikkerende lampen, niet kunnen laden van een elektrische auto of het niet snel genoeg kunnen verwarmen met een warmtepomp. Het is op dit moment nog niet helder op welke wijze ieder apparaat reageert op onderspanning. De netbeheerders onderzoeken dit de komende tijd om de impact van onderspanning nog beter te kunnen duiden. In tegenstelling tot bij overspanning zijn er geen probleembeperkende maatregelen. De verwachting is dat de spanning verder zou kunnen dalen en schade aan apparatuur kan veroorzaken. We zien dit nu al sporadisch gebeuren bij mechanische pompen zoals melkmachines of vijverpompen.

### Impact op bedrijfsleven en maatschappelijke instellingen bij laagspannings-problematiek

Op het laagspanningsnet zijn ook bedrijven en maatschappelijke instellingen aangesloten. Die kunnen bij spanningsproblematiek en capaciteitstekort ook problematiek ervaren. De impact van deze problematiek is uiteraard afhankelijk van de werkzaamheden die bij de bedrijven en instellingen worden uitgevoerd.

<sup>15</sup> Netcode, art. 7:3

Zowel bij over- als onderspanning bestaat het risico dat elektrische apparatuur niet goed functioneert of zelfs permanent beschadigd raakt. Vooral aansluitingen aan het einde van een laagspanningskabel zijn gevoelig voor over- en onderspanning: de spanningsvariatie is het grootst aan het einde van de kabel. Daarom zijn spanningsvariaties groter in uitgestrektere netten. Je merkt dat spanningsproblemen daarom vaker voorkomen in landelijke gebieden. Over- en onderspanning is vaak, maar niet altijd, een voorbode van een capaciteitstekort.

Als er geen aanvullende maatregelen worden getroffen op het laagspanningsnet, is de verwachting van de netbeheerders dat tot en met 2030:

- Meer dan 350.000 kleinverbruikers (huishoudens, bedrijven en maatschappelijke organisaties) jarenlang te maken krijgen met onderspanning, waardoor elektrische apparatuur niet goed functioneert en lampen kunnen gaan knipperen.
- Ruim 750.000 kleinverbruikers (huishoudens, bedrijven en maatschappelijke organisaties) jarenlang te maken krijgen met overspanning, waardoor PV-omvormers uitschakelen en hun zonnestroom tijdelijk niet het net op kan.

## Capaciteitstekort

Problemen met capaciteit hebben te maken met stroomsterkte, uitgedrukt in ampère (A). Capaciteitstekort ontstaat als men meer elektriciteit wil transporteren dan een kabel aankan. De netcomponenten warmen hierdoor extra op en kunnen versneld verouderen of zelfs beschadigd raken (overbelasting). Doordat op het laagspanningsnet een groeiend aantal zonnepanelen, laadpalen en warmtepompen wordt aangesloten, is de transportbehoefte op het laagspanningsnet enorm gestegen.

Als forse overbelasting dreigt (en daarmee het risico op doorbrandende kabels of transformatoren), schakelen de netcomponenten zichzelf uit om permanente schade te voorkomen. Aansluitingen komen in dat geval zonder stroom te zitten, totdat een monteur het net weer ingeschakeld heeft. Hiervoor moet de monteur ter plaatse komen, waardoor het enkele uren kan duren tot de storing verholpen is. Als de overbelasting gering is (stel: 101%) schakelen de netcomponenten zichzelf niet – of pas in een veel

later stadium – uit. Die sluimerende overbelasting zorgt echter wel voor versnelde veroudering van de netcomponenten, waardoor het risico toeneemt op plotselinge en permanente schade.

### Impact van capaciteitstekort op kleinverbruiker:

Indien er overbelasting optreedt in het net kan dit tot een bepaald niveau plaatsvinden zonder dat de kleinverbruiker daar direct hinder van ondervindt. Zodra de overbelasting echter van dusdanige aard is dat bijvoorbeeld zekeringen in een middenspanningsruimte (MSR) uitvallen, is het effect vergelijkbaar met een stroomstoring. Deze stroomstoring kan meerdere uren duren en daarmee ook substantiële impact hebben op de kleinverbruiker. In tegenstelling tot reguliere storingen is, zonder aanvullende maatregelen in het net, het risico op opnieuw optreden van de storing hoog. Kleinverbruikers hebben in geval van een storing geen toegang tot elektriciteit en kunnen daarmee geen gebruik maken van alle processen waarvoor elektriciteit nodig is. Ook kan apparatuur van zowel de kleinverbruiker als de netbeheerder stuk gaan of sneller verouderen.

Het ene type problematiek is het andere niet: kleinverbruikers ervaren andere klachten bij capaciteitstekort dan bij onderspanning of overbelasting. Bovendien is het stroomnet beter toegerust op bijvoorbeeld overspanning (waarbij als oplossing tijdelijk omvormers afschakelen) dan op onderspanning of capaciteitstekort, waar momenteel geen ingrepen op mogelijk zijn. In het Nederlandse laagspanningsnet is het al enkele keren voorgekomen dat capaciteitstekort leidde tot overbelasting en bijbehorende uitval op het laagspanningsnet. Het risico op capaciteitstekort is met name aanwezig op zeer koude winterdagen, als warmtepompen zorgen voor een piek in de stroomvraag. Ook zonnige zomerdagen brengen risico op capaciteitstekort met zich mee, door sterkere behoefte aan koeling of door overproductie van zonnepanelen. Als er geen aanvullende maatregelen worden getroffen op het laagspanningsnet, is de verwachting van de netbeheerders dat tot en met 2030 ongeveer 400.000 kleinverbruikers (huishoudens, bedrijven en maatschappelijke organisaties) herhaaldelijk storingen riskeren in de stroomtoevoer.

## Transportschaarste

Als er sprake is van slechte spanningskwaliteit, of van capaciteitsstekort, spreken we over transportschaarste. Om transportschaarste in kaart te brengen, berekenen netbeheerders in hoeverre de netcapaciteit al in gebruik is. Dat kan op drie verschillende manieren: door capaciteitstoetsingen, metingen of integrale doorrekening.

- *Capaciteitstoetsing* houdt in dat de netbeheerder de belasting op het net bepaalt, en deze vergelijkt met de beschikbare netcapaciteit. Ook wordt er gekeken naar waar knelpunten zijn op het net. Capaciteitstoetsing wordt uitgevoerd bij het doorrekenen van aanvragen voor nieuwe of verzwaarde aansluitingen.
- *Metingen* zijn directe waarnemingen. Hiermee wordt op specifieke locaties gekeken naar hoe het net daadwerkelijk presteert en belast wordt.
- *Integrale doorrekeningen* zijn analyses en modelleringen van hoe het net gaat reageren onder specifieke omstandigheden, zoals momenten van hoog verbruik, of piekbelasting tijdens zonnige dagen. Deze worden meestal in bulk uitgevoerd.

Bij het bepalen van transportschaarste spelen er enkele issues: doordat er nog niet overal sensoriek is aangebracht, kan er niet overal gemeten worden. Ook moeten netbeheerders rekening houden met de verwachte groei van het netgebruik, binnen de capaciteit van de aansluiting, bijvoorbeeld omdat kleinverbruikers laadpalen en warmtepompen installeren. Bij de beoordeling of er ruimte is voor een nieuwe of grotere aansluiting, moet een netbeheerder rekening houden met die groei en daar dus marge voor reserveren. Hierdoor moeten netbeheerders meer marge bewaren, en zijn toekomstige knelpunten moeilijk te voorspellen.

Aan de hand van deze methodiek stelt de netbeheerder transportschaarste vast. Als er sprake is van transportschaarste, worden er geen nieuwe of verzwaarde aansluitingen gerealiseerd. Transportschaarste kan maanden of zelfs jaren duren. In het

ergste geval, bijvoorbeeld op plaatsen waar ook het MS-net verzwakt moet worden, duurt het jaren voordat de netbelemmering is verholpen, en zijn zwaardere netaansluitingen in de tussentijd niet mogelijk.

Ook kan structurele transportschaarste leiden tot stroomstoring op het net. Netbeheerders proberen dit te voorkomen door monitoring van kritische netcomponenten en het tijdig verzwaren van het net. Dat kan echter niet altijd op korte termijn plaatsvinden, door bijvoorbeeld gebrek aan ruimte of personeel. In dat geval wordt er overgegaan op tijdige noodmaatregelen zoals aggregaten. Ook het vermijden van piekbelasting kan helpen. Omdat nu nog niet alle netcomponenten voorzien zijn van sensoren – waarvoor we overbelasting niet goed in kaart kunnen brengen – zal het aantal stroomstoringen toenemen.

Als er geen aanvullende maatregelen worden getroffen op het laagspanningsnet, is de verwachting van de netbeheerders dat tot en met 2030 de wachttijd voor nieuwe of zwaardere kleinverbruik-aansluitingen significant zal toenemen. Nu al is de wettelijke aansluittermijn van achttien weken amper haalbaar voor de netbeheerders. Zonder aanvullende maatregelen kan die termijn gaan oplopen tot vele maanden. Dat kan een rem zetten op verduurzamingsplannen van huishoudens, bedrijven en maatschappelijke instellingen. Concreet kan dit betekenen dat nieuwe bewoners van een huis jarenlang hun huis niet kunnen verduurzamen, nieuwbouwprojecten stil komen te liggen of worden opgeleverd zonder werkende elektriciteitsaansluiting en dat aanvragen voor publieke laadpalen worden afgewezen.

Deze kleinverbruikers kunnen in de tussentijd hun bestaande ‘kleine’ aansluiting intensiever gaan benutten, waardoor netcongestie verergert<sup>16</sup> – zonder dat het zichtbaar is voor de netbeheerders. Toenemende belasting van kleinere netgebruikers wordt niet direct opgemerkt door de netbeheerder, die hierdoor niet proactief kan ingrijpen om netcongestie te voorkomen.

<sup>16</sup> Een huishouden met 3 x 25 A aansluiting kan maximaal een vermogen van 17,3 kW verbruiken of invoeden. Het net is aangelegd op een gelijktijdig verbruik/invoeding van 1-1,5 kW per huishouden.

Belangrijk om te weten is dat transportschaarste op de LS-netten twee soorten bronnen kent: enerzijds kan er transportschaarste ontstaan doordat er teveel stroomverkeer op de laagspanningsnetten zelf plaatsvindt. Anderzijds kan er ook transportschaarste ontstaan doordat de 'hogere netten' vol zitten, waardoor ook het onderliggende laagspanningsnet zonder capaciteit zit. In deze probleemanalyse wordt er gericht op transportschaarste die in de laagspanningsnetten zelf ontstaat.

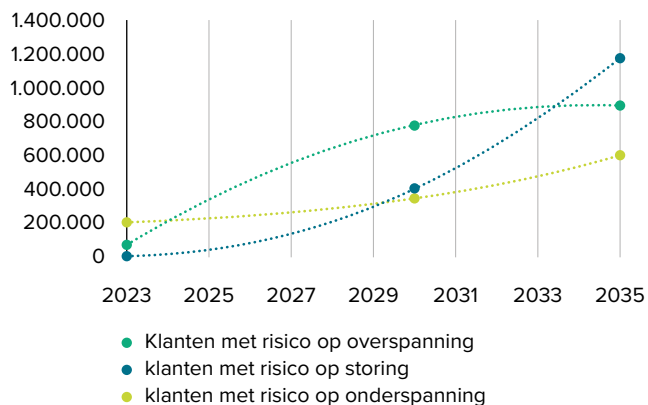
### Impact van transportschaarste op kleinverbruikers:

Als een kleinverbruiker door transportschaarste geen verzwaring van de aansluiting kan krijgen, betekent dit dat de apparaten waarvoor deze verzwaring nodig zijn (zoals bijvoorbeeld een volledig elektrische warmtepomp of laadpaal) niet de benodigde stroom krijgen. Kleinverbruikers moeten daardoor wachten met de aanschaf van deze apparaten, óf kunnen slechts beperkt gebruik maken van deze apparaten.

Wanneer kleinverbruikers langer moeten wachten op een zwaardere aansluiting kan dat ertoe leiden dat zij de aanschaf van bijvoorbeeld warmtepompen of laadpalen uitstellen. Dit heeft direct impact op de landelijke duurzaamheidsambities. In het geval dat nieuwe aansluitingen niet op redelijke termijn worden gerealiseerd, kan dit effect hebben op de snelheid waarmee bijvoorbeeld nieuwe woningbouw wordt gerealiseerd en op het aantal nieuwe publieke laadpalen dat geplaatst wordt in een wijk.

## Samenvattend

Als er geen aanvullende maatregelen worden getroffen, verwachten de netbeheerders dat tot en met 2035 anderhalf miljoen de Nederlandse huishoudens te maken kan krijgen met een knelpunt in het elektriciteitsnet en de bijbehorende gevolgen: overspanning, storingen, wachttijden voor aansluitingen en/of terugleverbeperkingen.



Let op:

- Het aantal storingen is enkel gebaseerd op transformator capaciteit ten gevolge van afname. Hierbij is aangenomen dat PV omvormers uitschakelen voordat overbelasting optreedt.
- De grafiek betreft een prognose van de situatie zónder aanvullende maatregelen door de netbeheerders en/of interventies vanuit de overheid of markt.

De effecten van laagspanningscongestie treden lokaal op: op het niveau van een individuele aansluiting of op buurt- of wijkniveau. Voor de continuïteit van de regionale of landelijke stroomvoorziening vormt laagspanningscongestie geen grote risicofactor; er is geen substantieel gevaar voor een sneeuwbaaleffect naar de hogere netten.

Omgekeerd is dat risico er wel: problemen in het hoog- of middenspanningsnet beïnvloeden de onderliggende laagspanningsnetten. Netbeheerders proberen dit risico zoveel mogelijk te beperken door veel ruimte vrij te boeken op hoog- en middenspanningsstations voor de kleinverbruiker. Dat is helaas niet altijd toereikend, waardoor er op het laagspanningsnet geen extra aansluitingen of verzwaringsmogelijk zijn, totdat de bovenliggende

netcongestie is opgelost. Een voorbeeld is de situatie die dreigt in Almere, waar nieuwbouwwoningen niet aangesloten kunnen worden, mocht er voor 2026 geen ruimte worden gevonden op het hoog- of middenspanningsnet.

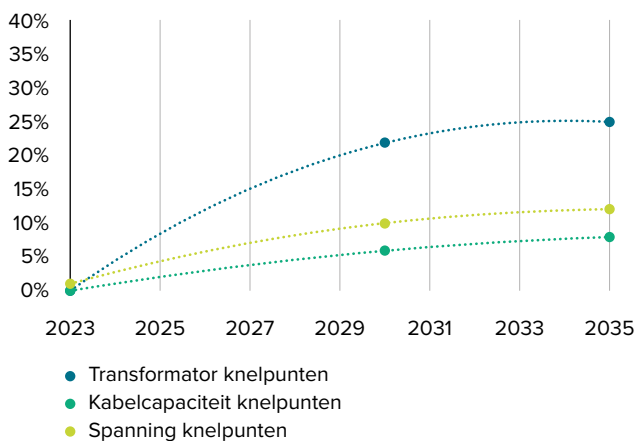
Zonder aanvullende maatregelen verwachten de netbeheerders dat het aantal knelpunten in de laagspanningsnetten de komende jaren zal toenemen. Dat geeft een groter risico op storingen in de stroomvoorziening. Ook zorgt overbelasting ervoor dat netcomponenten sneller verouderen. Onderstaande tabellen laten de ontwikkeling zien van het totale aantal knelpunten. Voor 2030 is de verwachting dat, zonder aanvullende maatregelen, in 40 procent van de laagspanningsnetten sprake is van een knelpunt en het net dus niet voldoet aan de eisen van de netbeheerder.

De trend is duidelijk:

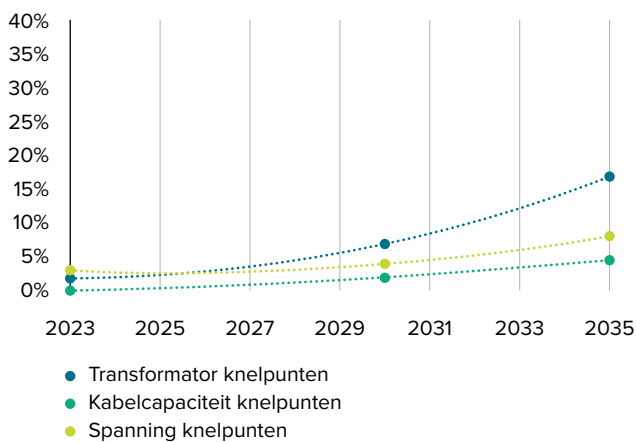
- De meeste knelpunten worden veroorzaakt door een te groot aanbod aan opgewekte zonnestroom (PV). De toename daarvan zwakt na 2030 iets af, doordat zonnestroom tegen die tijd niet meer zo stormachtig zal groeien. Per regio kan deze trend iets verschillen.
- Vanaf 2027 krijgt Nederland vaker te maken met knelpunten die worden veroorzaakt door de stijgende elektriciteitsbehoefte. Deze knelpunten kunnen in bepaalde gebieden ook nu al optreden. Hierbij is de pijn voelbaar door langere wachttijden voor een aansluiting of een verzwaring.

Overigens bestaat er een overlap tussen de knelpunten door opwek en de knelpunten door afname: vaak betreft dat eenzelfde zwakke plek in het net. Zo'n locatie telt als één knelpunt in de grafiek met het totaal aan knelpunten.

**Knelpunten t.g.v. opwek (alle RNB's)**



**Knelpunten t.g.v. afname (alle RNB's)**





# 6. Benodigde inzet

Netcongestie op de laagspanningsnetten is niet onoplosbaar; het doet zich voor omdat verduurzaming van de gebouwde omgeving sneller gaat dan de laagspanningsnetten verzaamd kunnen worden. Ook is voor netbeheerders moeilijk om te voorspellen waar en wanneer problemen op het laagspanningsnet gaan optreden. Dat komt onder andere omdat de zogenaamde natuurlijke groei: de extra stroombehoefte die klanten in het laagspanningsnet in de toekomst willen afnemen, moeilijk inzichtelijk te krijgen is en moeilijk voorspelbaar is.

Netbeheerders monitoren continu de drukte op het elektriciteitsnet. Het laagspanningsnet wordt ten opzichte van het hoogspanningsnet en de

middenspanningsnetten echter beperkt bemeten. Hier was lange tijd geen noodzaak toe, de netten waren ingericht op eenrichtingsverkeer van elektriciteit, en het stroomverbruik groeide maar langzaam in de laagspanningsnetten. Momenteel is ongeveer een kwart van de transformatoren voorzien van een sensor. Dit geeft inzicht in onder andere de netbelasting en wanneer sprake is van piekbelasting. Er valt echter niet uit te herleiden op exact welke kabel of bij welke aansluiting de problemen zich voordoen. Netbeheerders zijn daarom aangewezen op rekenmodellen om inzicht te krijgen in zowel de toekomstige vermogensvraag als de mogelijke knelpunten in het net. Dit geeft een beeld op landelijk niveau. Het exact kunnen voorspellen van netcongestie op straat- en



buurniveau is daardoor niet mogelijk. Daarmee is het ook moeilijk om te bepalen waar het laagspanningsnet als eerste verzwaaard moet worden en waar netverzwaring pas later (of niet) aan de orde is.

## (Versnellen) Netverzwaring

Netverzwaring is bijna altijd de enige toekomstvaste oplossing voor netcongestie. Het zwaartepunt van de verzwaringsopgave voor de energietransitie naar 2050 van de regionale netbeheerders ligt in de periode van nu tot aan 2035. Volgens berekeningen van Netbeheer Nederland moeten er tot 2030/2035 tussen de 37.000 (+39%) en 54.000 (+57%) extra elektriciteits-huisjes worden bijgebouwd. Ook moet er tussen de 80.000 en 105.000 km kabel worden gelegd; minstens twee keer de aarde rond. De netverzwaring vraagt tussen de 260 en 330 km<sup>2</sup> aan extra ondergrondse ruimte voor laag- en middenspanningskabels. Daarmee is het niet alleen een technische, maar ook een ruimtelijke en logistieke opgave.

Die nieuwe assets hebben een forse impact op de openbare ruimte. Complicerende factor is dat al die ruimte specifiek in bestaande wijken moet worden gevonden, waar de druk op ruimte al groot is. Er is vaak weerstand van omwonenden door bijvoorbeeld belemmering van vrij uitzicht. Ook het openbare leven wordt erdoor geraakt: naar verwachting gaat één op de drie straten in Nederland open om zwaardere kabels aan te leggen. Zowel voor de ruimtelijke inpassing als voor de planning van (graaf- of bouw) werkzaamheden geldt dat vergunningverlening een vertragende factor is. Door gebrek aan personeel en tijdrovende ruimtelijke procedures duurt het verzwaren van laagspanningsnetten lang. Denk hierbij aan doorlooptijden van maanden, kwartalen en zelfs jaren. Mede hierdoor is het niet mogelijk gelijk tempo te houden met de verduurzaming. Hoe groot de kloof is tussen de uitrolsnelheid van verzwaringen door netbeheerders en de autonome ontwikkelingen, is momenteel onderwerp van onderzoek binnen het LAN. De resultaten van dit onderzoek worden in het eerste kwartaal van 2024 verwacht.

## Verbeteren inzicht in de (toekomstige) belasting van laagspanningsnetten

Het is voor netbeheerders moeilijk om te voorspellen waar en wanneer problemen op het laagspanningsnet gaan optreden. Dit is afhankelijk van (het samenspel van) een aantal factoren, zoals:

- De hoeveelheid opwek (zonnepanelen) of afname (warmtepompen, laadpalen etc.) die lokaal wordt toegevoegd;
- De technische standaard van het lokale net (dikte en lengte van de kabels, maar bijvoorbeeld ook de vermazing van het net);
- De technische standaard van de gebouwde omgeving (de mate van isolatie);
- Het gedrag van kleinverbruikers (o.a. gelijktijdig gedrag);
- De specificaties van apparaten (o.a. standaard programmering).

### Ter illustratie:

In een wijk met een oud net met relatief dunne kabels wordt als warmtevoorziening gekozen voor een warmtenet op basis van restwarmte of geothermie in plaats van volledig elektrische warmtepompen voor elke woning. De bewoners maken gebruik van openbaar vervoer in plaats van elektrische auto's en installeren weinig zonnepanelen. In een dergelijke wijk zal dat 'oudere' net ook in de toekomst volstaan om te voldoen aan de vraag. In een wijk met matig geïsoleerde woningen waar volledig elektrische warmtepompen in elke woning worden geïnstalleerd kan ook een relatief 'nieuw' net tegen grenzen aanlopen. Als deze huizen vervolgens zeer goed geïsoleerd worden waardoor er minder elektriciteit benodigd is om het huis te verwarmen, kunnen deze problemen juist weer meevallen. Als men in een straat allemaal rond dezelfde tijd thuiskomt en de elektrische auto's inpluigt, de thermostaat (en daarmee de warmtepomp) omhoog zet en elektrisch gaat koken, zorgt dit voor een piek in het gebruik op dat specifieke net. Dit kan leiden tot problemen. Als men eerst verwarmd en kookt en vervolgens een uur later de auto inpluigt is deze piek al veel minder en zullen er minder problemen ontstaan. Bij specificaties van apparaten kan men bijvoorbeeld denken aan een standaard geprogrammeerd reinigingsprogramma van warmtepompen dat in elk huis in een gehele wijk op hetzelfde moment start. Dit zorgt voor een tijdelijke piek waardoor onderspannings- of overbelastingproblemen kunnen ontstaan.

De groei van het aantal zonnepanelen, warmtepompen en (private) laadpalen is lastig te voorspellen, te meten en te alloceren. Van georganiseerde, wijkmatige verduurzamingsprojecten is (nog) amper sprake; de groei komt vooral door keuzes van individuele burgers, bedrijven en maatschappelijke instellingen. Het is mogelijk een voorspelling van de ontwikkeling van deze technologieën te maken op landelijk niveau. Maar welk specifiek huishouden of bedrijf overstapt, en wanneer, is bijna niet te voorspellen.

Dat maakt het voor netbeheerders moeilijk om adequaat te anticiperen en op de juiste plekken het net tijdig te verzwaren. In laagspanningsnetten kunnen enkele aanvragen namelijk al significante gevolgen hebben. De keuze van een enkel bedrijf om een schuur wel of niet met zonnepanelen te bedekken kan bijvoorbeeld grote invloed hebben op dat specifieke net. Dat heeft te maken met de kleine schaal van de laagspanningsnetten, c.q. het geringe aantal aansluitingen. Het is (bijna) niet te voorspellen hoeveel zonnepanelen, warmtepompen en/of laadpalen in een wijk/straat nog kunnen worden aangesloten voordat er problemen ontstaan.

Deze factoren (variërende netkwaliteit, variërende wijkaanpak en individuele keuzes en gedrag) zorgen ervoor dat netbeheerders niet met 100% zekerheid kunnen aangeven waar laagspanningsnet-problemen exact gaan plaatsvinden. Een vuistregel die de netbeheerders hanteren is dat laagspanningsnetten in landelijke gebieden vaker problemen met spanningskwaliteit kennen. En laagspanningsnetten in stedelijk gebieden meer kampen met capaciteitstekorten. De spanningsproblematiek in landelijke gebieden ontstaat doordat deze laagspanningsnetten relatief uitgestrekt zijn, waardoor er een hoge spanningsvariatie is. Met name vanwege stijging van aanbod van elektriciteit (zonnepanelen) ontstaat er druk op deze netten. In stedelijk gebied ontstaat er een capaciteitstekort op de laagspanningsnetten door de groeiende vraag naar elektriciteit. Spanningskwaliteit is hier minder een probleem, omdat in stedelijke gebieden relatief weinig fysieke ruimte is om zelf zonnestroom op te wekken. Wel is het aantal aansluitingen per kabel hoog. Als de kleinverbruikers in een dergelijk gebied besluiten hun woningen en/of vervoer te elektrificeren, dan ontstaat in het betreffende laagspanningsnet sneller een capaciteitstekort.

In het elektriciteitsnetwerk in de wijk worden op steeds meer plekken sensoren ingebouwd. Ze worden

geplaatst in elektriciteitshuisjes en voorzien de netbeheerders van waardevolle informatie over hoe hun transformatoren en kabels belast worden. Elke netbeheerder is gestart met het uitrollen van sensoriek in hun laagspanningsnetten, om daarmee meer inzicht te krijgen in de haarkvaten van hun elektriciteitsnet. Hierdoor krijgen netbeheerders in toenemende mate inzicht in de daadwerkelijke situatie op het laagspanningsnet; zowel de beschikbare capaciteit als wanneer er piekbelasting plaatsvindt. De uitrol van sensoren is echter nog in volle gang. Met de huidige uitrolsnelheid duurt het naar verwachting tot 2030 duren voordat het volledige laagspanningsnet in Nederland is voorzien van sensoren en er volledig inzicht is in de netten. Van de 96.000 stations in Nederland is op dit moment ongeveer een kwart voorzien van slimme sensing, dit verschilt per netbeheerder en per gebied. De netbeheerders streven ernaar om in 2030 90% van de stations te voorzien van een sensor. Tot die tijd blijven er dus nog 'blinde vlekken' in het inzicht in de laagspanningsnetten en moeten netbeheerders werken met aannames en modellen. Modelleren, ook wanneer zeer nauwkeurig, heeft altijd een bepaalde onzekerheidsmarge: zeker voor de langetermijnperspectieven waarmee de netbeheerders werken. De dynamiek van energievraag en -aanbod is lastig te voorspellen, mede doordat de technologie die huishoudens gebruiken nog voortdurend verandert qua netimpact – neem bijvoorbeeld nieuwe opties zoals bidirectioneel laden bij elektrisch vervoer of de opkomst van de buurtbatterij. Daarnaast speelt mee dat het aantal aansluitingen relatief laag is in de laagspanningsnetten: per net gaat het hooguit over honderden aansluitingen. Dat maakt het werken met gemiddelden minder betrouwbaar dan op het niveau van de hogere netvlakken, met minimaal duizenden aangeslotenen.

Uit onderzoek van CE Delft komt naar voren dat de keuze voor het warmtealternatief wat betreft elektriciteitsvraag één van de meest bepalende factoren voor de omvang van de benodigde netverzwaringen kan zijn. Ook de gemeentelijke plannen met betrekking tot elektrisch vervoer kunnen een grote invloed hebben op de benodigde netverzwaringen. Qua energielevering is de plaatsing van zonnepanelen op daken voornamelijk relevant voor de belasting van laagspanningsnetten. Het is daarom van belang dat gemeenten zo snel mogelijk duidelijkheid bieden met betrekking tot hun plannen voor de warmtetransitie en elektrisch laden. Op basis van die informatie kunnen netbeheerders netverzwaring in de juiste wijken

prioriteren. Wanneer een gemeente er bijvoorbeeld voor kiest in een wijk een warmtenet aan te leggen, dan kan hiermee een gedeelte van de toename in elektriciteitsvraag in die wijk worden voorkomen en is netverzwaring in die wijk mogelijkwets pas (veel) later noodzakelijk.

## **Afstemming vraag en aanbod elektriciteit ter voorkoming van piekbelasting**

Versnelling van uitbreiding en verzwaring van de laagspanningsnetten zal waarschijnlijk niet voldoende zijn om gelijke tred te houden met de snelheid van de verwachte ontwikkelingen en netcongestie te voorkomen. De netbeheerders geven aan dat het realistisch is dat de komende tien jaar netcongestie op de laagspanningsnetten optreedt.<sup>17</sup> Daarom is het, aanvullend op netverzwaringen en inzicht in de (toekomstige) belasting van de laagspanningsnetten, noodzakelijk om in te zetten op afstemming in vraag en aanbod van elektriciteit om piekbelasting te voorkomen. Door lokale opwek en verbruik in de tijd op elkaar af te stemmen (op gebouw en/of wijkniveau) leidt dit bovendien tot een lagere totale belasting van de elektriciteitsnetten. Dat is op dit moment nog nauwelijks mogelijk, omdat de meeste apparaten en systemen niet aanstuurbaar zijn en er geen enkele sturing is om te voorkomen dat kleinverbruikers het laagspanningsnet overbelasten.

Gelet op de door de energietransitie toenemende vraag naar elektriciteit en de hierboven geschetste verwachte problemen zijn op korte termijn maatregelen nodig op bovenstaande drie onderdelen om de kwaliteit en betrouwbaarheid van de netten te waarborgen.

---

<sup>17</sup> Meer inzicht volgt dit voorjaar uit de maakbaarheidsanalyse die momenteel binnen het LAN wordt uitgevoerd.

# Bijlage 1: Achtergrond knelpuntenanalyse

De basis voor deze probleemanalyse is een onderzoek van NBNL naar de verwachte impact van de energietransitie op de laagspanningsnetten. Voor dit onderzoek zijn de individuele analyses van de drie grote netbeheerders over de verwachte knelpunten in het laagspanningsnet vergeleken en samengevoegd. Globaal gezien volgen alle drie de netbeheerders de stappen zoals weergegeven in de figuur hieronder.

Het startpunt is de ligging en staat van het huidige netwerk in combinatie met het klantbestand in het verzorgingsgebied. Vervolgens worden er gezamenlijk op nationaal niveau scenario's opgesteld over de ontwikkeling van nieuwe technologieën zoals warmtepompen, elektrische auto's en zonnepanelen. Er worden verschillende scenariolijnen opgesteld, de gegevens in deze analyse zijn gebaseerd op de lijn die is afgeleid van het klimaatakkoord. Deze nationale scenario's worden vervolgens door de individuele netbeheerders aangevuld met spreidingsmodellen en inzicht in concrete plannen in het eigen verzorgingsgebied.

Hieruit volgen prognoses voor de adoptie van de technologieën in de verzorgingsgebieden in de loop der jaren. Alle netbeheerders hebben een eigen model waarmee ze de impact van deze adoptie op de netbelasting berekenen. Hieruit volgen de knelpunten op de laagspanningsnetten en vervolgens een globale vertaling naar het werkpakket dat dit met zich meebrengt.

## Toelichting impactanalyse

