



Resultaten bepaling netbelasting nieuwbouw Westervoort

Kenmerken			
Project	22531 Bepaling netbelasting aansluiten nieuwbouw	Datum	19 november 2025
Auteur	T.A. Boschma MSc	Co-lezer	ing. B.B. Hooghiemstra
Onderwerp	Resultaten bepaling netbelasting nieuwbouw Westervoort	Status	Definitief
		Kenmerk	22531-1657230

1 Inleiding

In deze resultaten notitie presenteren we de bevindingen van ons onderzoek naar de effecten van verschillende verwarmings- en koelscenario's op het elektriciteitsnet. Deze notitie bouwt voort op de uitgangspunten die zijn vastgelegd in de startnotitie, zoals overleg tussen de gemeente, ontwikkelaars en adviesbureau DWA (Bijlage 1). We laten de opbouw van de piekvraag van woningen op woningaansluitingniveau zien, en geven de piekvraag van elektriciteit op het hogere netvlak weer, wanneer woningen worden verwarmd met een individuele warmtepomp, of via een warmtenet.

2 Doel

Het doel van deze studie is om te analyseren welk effect de warmtevoorziening in de nieuw te ontwikkelen wijk in Westervoort heeft op de elektriciteitsvraag van woningen op het net, in het kader van de netcongestieproblematiek in Nederland. Hierbij worden de effecten onderzocht van warmtelevering via individuele warmtepompen en via het bestaande warmtenet. Omdat een groot deel van de netcongestieproblematiek zich op het 'hogere' netvlak afspeelt, kijken we hierbij niet

alleen naar de effecten op woningniveau, maar ook op wijkniveau. Hierbij wordt duidelijk dat door verschillende gebruikspatronen de pieken en dalen minder groot zijn dan op individueel woningniveau.

3 Scenario beschrijving

Dit hoofdstuk beschrijft de hoofdcomponenten van elektriciteitsgebruik die voor de verschillende scenario's doorgerekend zijn. Vervolgens wordt kort in gegaan op belangrijke punten in de berekeningen voor zowel de aansluiting op het warmtenet, als de individuele warmtevoorziening.

3.1 Hoofdcomponenten piekvraag netbelasting per woning op hoofdaansluiting

In het onderzoek analyseren we de invloed van huishoudelijk gebruik, elektrisch koken, het opladen van auto's en de warmtevoorziening op de totale piekvraag van woningen, waarbij ook het effect van PV-panelen (negatieve belasting) wordt meegenomen. Voor de bepaling van de hoofdcomponenten is het belangrijk dat deze op een de zelfde dag starten. Het wekelijks elektriciteitsprofiel kent een ander gebruik in de weekenden dan doordeweeks. Voor de bepaling van het huishoudelijk gebruik is een dataset uit 2013 gebruikt, omdat dit de meest recente beschikbare informatie was. We nemen hierbij aan dat het profiel van huishoudelijk elektriciteitsgebruik niet wezenlijk verandert is tussen 2013 en nu. Deze data wordt gecombineerd met data uit 2019 (warmteprofiel en de PV-instraling). Hiervoor is het van belang dat deze uit dezelfde periode komen. De warmtevraag is deels afhankelijk van de buitentemperatuur, die dan ook weer beïnvloed wordt door de zoninstraling (en daarmee ook de PV-opwek). De beschikbare data voor het laden van auto's is een profiel in 2023. De startdag van dit jaar is anders (zondag) dan van de andere profielen (dinsdag). Daarom is het profiel 'doorgeschoven' om te laten starten op een dinsdag.

3.1.1 Huishoudelijk elektriciteitsgebruik

Voor het bepalen van het huishoudelijk elektriciteitsgebruik is gebruikgemaakt van de openbare datasets van Liander (<https://www.liander.nl/over-ons/open-data>). Op basis van deze datasets zijn twee verschillende profielen opgesteld: één voor kleine woningen en één voor grote woningen. De profielen zijn samengesteld door het gemiddelde te nemen van een aantal geselecteerde datasets, zodat een representatief beeld ontstaat van het elektriciteitsgebruik in verschillende type woningen.

De gehanteerde methode voor het opstellen van deze profielen is verder uitgewerkt en toegelicht in de uitgangspuntennotitie.

3.1.2 Elektrisch koken

In de profielen van Liander wordt geen gebruik gemaakt van elektrisch koken in de woningen. Daarom is het zaak dit los te modelleren. Hiervoor hebben we gekeken naar het jaarlijks gebruik van een inductiekookplaat (ongeveer 174 kWh). Vervolgens gaan we er vanuit dat het dagelijks gebruik van de kookplaat niet veel varieert in een huishouden. Daarom hebben we een drietal profielen opgesteld van het gebruik van de kookplaat. In het vergelijk op wijkniveau verdelen we de woningen over de verschillende kookprofielen. Onderstaand zijn de profielen voor gebruik van de elektrische kookplaat weergegeven.

Tabel 1: patronen voor elektrisch koken

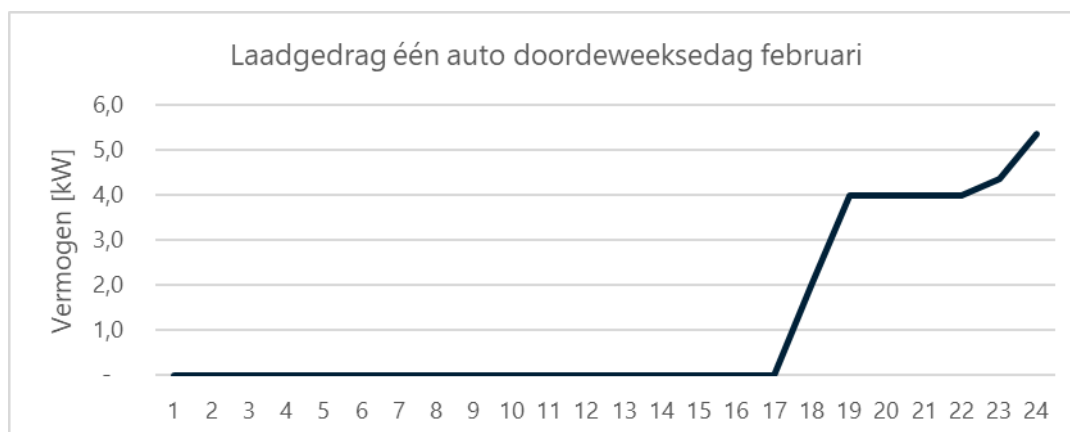
		kWh gebruik elektrisch koken		
	Kwartier	Patroon 1	Patroon 2	Patroon 3
1700	1	0	0,1	0,4
1700	2	0,1	0,8	0,8
1700	3	0,3	0,4	0,2
1700	4	0,8	0,3	0,3
1800	5	0,4	0,2	0
1800	6	0,2	0,1	0,1
1800	7	0,1	0	0
1800	8	0	0	0,1

3.1.3 Elektriciteitsgebruik voor het opladen van auto's

Voor het opladen van auto's is gebruikgemaakt van data van E-laad. Op basis van deze gegevens kan het energieverbruik van een laadpaal over een volledig jaar worden vastgesteld. In bijlage 2 zijn de gehanteerde uitgangspunten weergegeven.

Er is bij de analyse vanuit gegaan dat de laadpaal is voorzien van relatief slimme sturing. Dit betekent dat er tijdens piekmomenten niet maximaal wordt geladen, waardoor het elektriciteitsnet minder wordt belast op momenten dat de vraag naar stroom hoog is. Het laadschema wordt hierdoor afgestemd op de beschikbare capaciteit en het verbruikspatroon.

De onderstaande grafiek geeft het laadgedrag van de laadpaal weer gedurende het jaar. Zichtbaar is dat de auto niet direct maximaal (7 kW) gaat laden wanneer deze wordt aangesloten in de piekperiode, maar dat deze gemaximaliseerd op 4 kW laadt tot 21 uur, om vervolgens toe te nemen.



Figuur 1: Laadgedrag een auto

3.1.4 Elektriciteitsgebruik voor warmtevoorziening

Voor het bepalen van het elektriciteitsgebruik dat voortvloeit uit de warmtevoorziening, is in eerste instantie gebruikgemaakt van de warmteprofielengenerator van TNO. Met deze tool zijn twee afzonderlijke profielen opgesteld, die inzicht geven in het specifieke verbruiksprofiel per woningtype.

Profiel 'Grote woning'

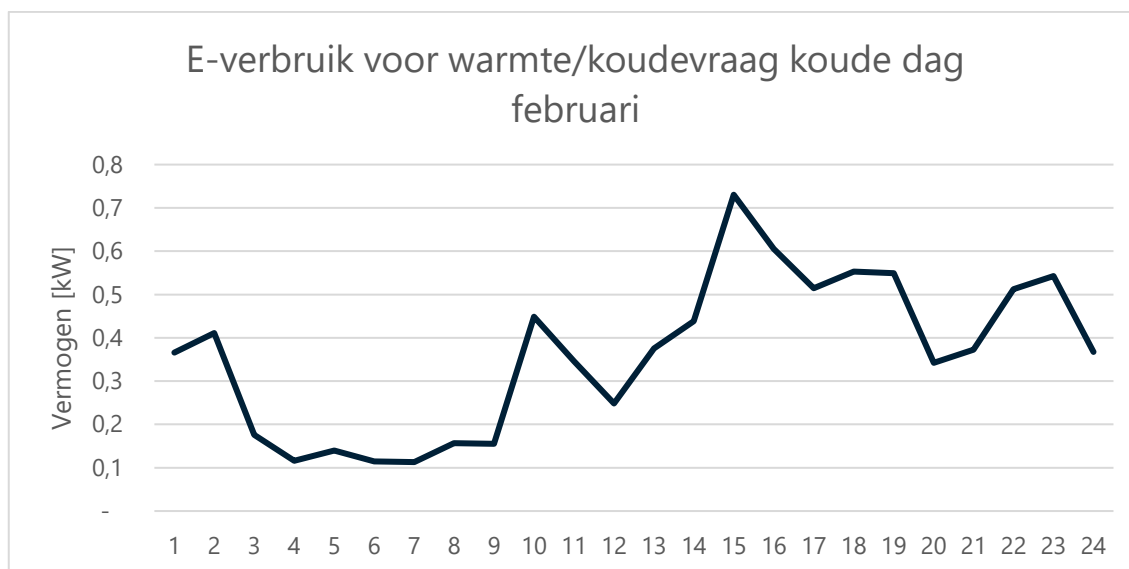
Voor het profiel van een 'grote woning' is uitgegaan van een tussenwoning, gebouwd ná 2014. Hierbij zijn de isolatiewaarden aangehouden zoals omschreven in de uitgangspuntennotitie. Dit zorgt voor een representatief beeld van de energievraag van moderne, goed geïsoleerde woningen binnen deze categorie.

Profiel 'Kleine woning'

Voor het profiel 'kleine woning' is gekozen voor een galerijwoning, eveneens met bouwjaar na 2014 en dezelfde isolatiewaarden als bij de grote woning. Op deze manier ontstaat een vergelijkbare basis om het elektriciteitsverbruik voor verschillende woningtypen te analyseren.

3.1.5 Bepaling elektriciteitsprofielen op woningniveau

Uitgaande van de vastgestelde warmtevraagprofielen is het bijbehorende elektriciteitsverbruik berekend, specifiek voor de inzet van warmtepompen bij de opwekking van warmte. Voor de grote woningen is gerekend met een COP die hoort bij een WPU 5G bodem-warmtepomp van het merk Itho-Daalderop. Voor de kleine woningen is uitgegaan van een lucht-waterwarmtepomp van Mitsubishi.



Figuur 2: E-verbruik voor warmte/koudevraag

3.1.6 Afweging tussen theoretische data en werkelijke gebruiksddata

Na de presentatie, en interpretatie van de conceptresultaten, gebaseerd op de uitkomsten van de TNO-profielgenerator is geconcludeerd dat de hieruit voortkomende waarden voor piekvraag te hoog zijn in vergelijking met wat we zien in praktijksituaties. Er is daarom onderzocht of het aanhouden van de waarden uit de TNO profielgenerator nog waardevol is voor dit project. Geconcludeerd wordt, dat dit voor dit project niet het geval is, en dat het aanhouden van de profielen generator tot een overschatting van de piekvermogens voor de individuele concepten zou leiden. Onderstaande alinea's geven de waarden uit de TNO profielgenerator weer, de theoretische piekvraag van de warmtepompen op basis van de technische handleiding, en de piekvraag van de warmtepomp, op de momenten dat er ook piekvraag in het elektriciteitsnet is: de relevante piekvraag (een koude dag met maximaal ruimteverwarmingsvermogen).

Maximum vermogen op basis van profielgenerator

Wanneer we kijken naar de maximale piek op basis van de profielen uit de TNO-profielgenerator, gecombineerd met de tapwatervraag en ruimteverwarmingsvraag, komen we uit op een maximale piek van 3,4 kW. De zwaarste variant van de WPU 5-G bodemwarmtepompen heeft een maximaal opgenomen vermogen van 3,5 kW (op basis van de technische handleiding van de bodemwarmtepomp). Ook voor de kleinere woningen zien we een theoretische maximale piek van 4,4 kW. Tegelijkertijd is vanuit de ontwikkelaars aangegeven dat woningen in de praktijk worden verwarmd met een maximaal elektrisch piekvermogen van 2 kW.

Theoretische piekvraag warmtepompen en relevante piekvraag

Hoewel vooraf is gekozen om de TNO-profielgenerator te hanteren en op basis van de efficiëntie van de warmtepompen het maximale elektriciteitsvermogen te bepalen, is besloten om deze methode los te laten en uit te gaan van waarden zoals die in de praktijk voorkomen. Het maximale vermogen voor warmte- en koudelevering op piekmomenten wordt in dit geval dus niet uitsluitend bepaald door het theoretisch maximum van de warmtepomp, maar door het slim inzetten van de warmtepomp en het

uitgesteld laden van warm tapwater ten opzichte van het maximum ruimteverwarmingsvermogen van de woning.

Voor grote woningen geldt dat het theoretisch maximum volgens de technische bijlage gemiddeld 3,5 kWe bedraagt, terwijl het relevante piekvermogen een vermogen van 0,7 kWe is. Voor kleinere woningen ligt is het maximaal relevante piekvermogen 1,02 kWe.

3.1.7 Tapwaterproductie en reductie van de tapwaterpiek

De tapwaterpiek uit de profielengenerator van de TNO wordt aangehouden om te bepalen hoe groot het theoretisch elektrisch vermogen voor tapwatervoorziening is. In de uiteindelijke bepaling van de piekbelasting op individueel woningniveau is dit geen factor. De maximum piek van de warmtepomp wordt bepaald door de ruimteverwarmingspiek (zie paragraaf 3.1.6).

3.1.8 Gebruik airco

Uit onderzoek blijkt dat in steeds meer woningen waar airconditioning aanwezig is, deze ook wordt ingezet voor het verwarmen van de woning. In 43,5% van de woningen in Nederland is airco aanwezig, in 2023 gebruikte 40% daarvan de airco ook voor ruimteverwarming. Daarom rekenen we 82,6% van de totale warmtevraag voor ruimteverwarming toe aan de warmtepomp. De rest wordt met airco voorzien. Omdat we nu niet meer werken met de warmteprofielen, is het niet correct om deze 1-op-1 over te nemen voor de invulling van warmtevraag. Daarom wordt het maximum vermogen wat gevraagd wordt door de airco bepaald door het maximum vermogen op basis van het warmteprofiel van de TNO, te verlagen met de factor tussen het warmteprofiel van de TNO en de resultaten zoals we deze zien in de praktijk (3.4.3).

3.1.9 PV-panelen

Op basis van de zonne-instraling, zoals vastgesteld via https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP, wordt berekend hoeveel energie wordt opgewekt en op welk moment van de dag dit plaatsvindt. In deze berekening is uitgegaan van een woning met zes zonnepanelen, waarbij drie panelen op het oosten en drie panelen op het westen zijn gericht. De onderstaande grafiek toont de per uur opgewekte energie gedurende een doordeweekse dag in mei.

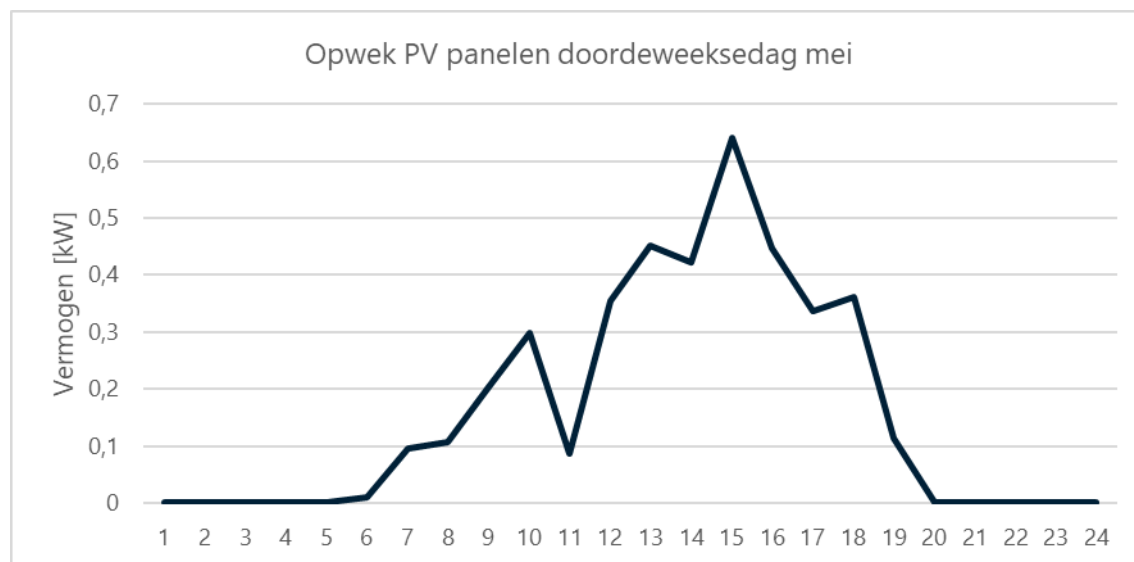
Opwekking van zonne-energie in grote woningen

De berekening van de opgewekte zonne-energie voor het profiel grote woning' is gebaseerd op de gemeten zonne-instraling, zoals vastgesteld via https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP. Hierbij is niet alleen gekeken naar de totale hoeveelheid opgewekte energie, maar ook naar het moment van de dag waarop deze productie plaatsvindt. We gaan uit van 6 zonnepanelen: drie panelen zijn gericht op het oosten en drie panelen op het westen.

Deze oriëntatie zorgt ervoor dat de energieopwekking meer gespreid is over de dag, met productie in de ochtend door de oostelijke panelen en later op de dag door de westelijke panelen. Op die

manier wordt beter aangesloten op het dagelijkse verbruiksprofiel van bewoners. Door deze spreiding wordt het eigen verbruik van de opgewekte zonnestroom zo groot mogelijk gemaakt, wat gunstig is voor de bewoners en het elektriciteitsnet.

De onderstaande grafiek geeft een overzicht van de per uur opgewekte energie gedurende een doordeweekse dag in mei.



Figuur 3: Opwek PV-panelen

3.1.10 Aansluiting warmtenet

Voor de aansluiting van een woning op het warmtenet gelden, naast de eerder beschreven uitgangspunten, enkele aanvullende uitgangspunten

- Er is geen elektriciteitsgebruik in de woning zelf, aangezien de warmtevoorziening volledig door verbranding wordt verzorgd.
- Het elektriciteitsverbruik van de centrale voor pompenergie wordt hierbij buiten beschouwing gelaten.

3.2 Bepaling pieken op hoger netvlak

Bij het bepalen van de totale energievraag en -opwekking binnen een wijk, is het niet voldoende om alle individuele componenten van de woningen bij elkaar op te tellen. In de wijk bevinden zich 438 grondgebonden woningen, en 164 gestapelde woningen. Het totaalbeeld van de elektriciteitspiek wordt in dit geval beïnvloed door gelijktijdigheid: niet alle woningen vragen op hetzelfde moment hun maximale vermogen. Daarnaast spelen verschillende tapwaterprofielen en laadprofielen voor elektrische auto's een belangrijke rol in de spreiding van de energievraag. De bepaling van de piek op het hoger netvlak wordt daarom opgesplitst in de piek van het huishoudelijk gebruik, een piek voor elektrisch vervoer, en de (teruglever)piek van PV panelen.

3.2.1 Piek voor huishoudelijk gebruik, ruimteverwarming en warm tapwater

De gecombineerde huishoudelijke piekvraag van elektriciteit en die van ruimteverwarming en tapwater is in beeld gebracht in een de handreiking netbewuste energieconcepten voor nieuwbouwwoningen (Buitenklank & Nuna, 2025). In dit rapport wordt op basis van de thermische schil en het ventilatiesysteem de bandbreedte van de gelijktijdige netbelasting voor woningen op een zeer koude dag weergegeven. Uitgangspunt is hierbij dat de grote woningen 110 m² GBO hebben, en een individuele bodem warmtepomp krijgen, de appartementen zijn 70 m² GBO, en krijgen een individuele lucht warmtepomp. Voor het niveau van de thermische schil en het ventilatiesysteem houden we niveau 2 aan. De gelijktijdige netbelasting voor de grotere woningen is, 1,1 kW_e per woning, op basis van 10 W_e/m² GBO. De gelijktijdige netbelasting voor appartementen is 0,95 kW_e (op basis van 13,5 W_e/m² GBO).

3.2.2 Elektrisch vervoer

De impact van het elektrisch laden op het hogere netvlak is lager dan op het niveau van individuele aansluitingen. De gelijktijdige netbelasting voor het opladen van elektrische auto's is in het rapport van Buitenklank en Nuna ook bepaald aan de hand van vierkante meter BVO, en komt neer op ongeveer 0,28 tot 0,44 kW per woning. Deze piek valt echter niet gelijk met de piekvraag van de woningen, en kan nog verder verplaatst worden naar een periode waarin woningen een elektrische kleinere piekvraag hebben (na 21.00 uur). Zo zien we dat voor de kleinere woningen, de piekvraag toe neemt met 0,14 kW op het hogere netvlak. Voor grotere woningen stijgt de piekvraag per woning ook met 0,14 kW, wanneer we uit gaan van een gemiddelde toename op de piek van 1,25 W_e/m².

3.2.3 PV opwek

Op basis van de resultaten op woningniveau zien we dat de (teruglever) piek van PV opwek een stuk kleiner is dan de individuele piek: maximaal 7 kW_e voor het elektrisch laden ten opzichte van 0,8 kW_e voor de zonnepanelen. Daarnaast valt de maximale piek voor zonnestroom meestal aan het einde van het voorjaar, of het begin van de zomer, niet gelijk met de maximale piek voor elektriciteitsvraag van de woningen. Daarom wordt de PV-piek niet verder mee genomen voor de bepaling van de maximale piekvraag op het hogere netvlak.

4 Resultaten

4.1 Woningniveau: grote woningen

Onderstaande tabel geeft de maximum waarden weer voor iedere categorie. Deze maximum waarden vinden niet per definitie op het piekmoment van de totale woning plaats. Dit is terug te vinden in de kolom piekmoment. Zo zien we bijvoorbeeld dat het maximum vermogen wat de bodemgebonden warmtepomp kan onttrekken aan het elektriciteitsnet op basis van de technische beschrijving komt op 3,5 kW. Door slimme regelingen, zien we echter dat op het piek moment de vraag van deze warmtepomp niet dit berekende maximum is, maar bepaald wordt door het benodigde vermogen voor ruimteverwarming voor de woning: 0,7 kW. Bijlage 3 bevat de grafieken met daarin het verbruik per uur weergegeven over de periode van een jaar. In de tabel zien we dat de maximale belasting van elektrisch vervoer, in verhouding tot de andere componenten vrij groot is.

Tabel 2: Resultaten maximum vermogen per categorie grote woningen (kW)

Een woning	Huishoudelijk	Koken	Warmte/koude	Elektrisch vervoer	Totaal	PV opwek	PV overschot	Piekmoment
Individuele oplossing	2,3	1,2	0,7	7,0	8,0	0,8	-	8,0
Warmtenet zonder airco	2,3	1,2	-	7,0	7,8	0,8	-	7,8
Warmtenet met airco	2,3	1,2	0,4	7,0	7,8	0,8	-	7,8

4.2 Woningniveau: kleine woningen

Wanneer we naar de kleine woningen kijken, zien we opvallend genoeg dat de piek van het huishoudelijk gebruik hoger is dan voor de grotere woningen. Een directe verklaring is hier niet direct voor gevonden, maar omdat dit voor alle scenario's gelijk is, wordt de impact ervan niet groot verwacht. Ook bij dit vergelijk zien we dat de impact van elektrisch vervoer groot is op de totale elektriciteitsvraag van de woning. Ook wordt zichtbaar dat de inzet van de bodemwarmtepompen zoals bij de grotere woningen leidt tot een kleiner verschil tussen de verschillende warmtevoorzieningen dan in dit scenario, waarbij er lucht warmtepompen geplaatst worden.

Tabel 3: Resultaten maximum vermogen per categorie kleine woningen (kW)

Een woning	Huishoudelijk	Koken	Warmte/koude	Elektrisch vervoer	Totaal	PV opwek	PV overschot	Piekmoment
Individuele oplossing	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	-	-	8,1
Warmtenet zonder airco	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	-	-	7,4
Warmtenet met airco	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	-	-	7,9

4.3 Hoger netvlak

In het wijkoverzicht is de stroomvraag van de buurt op een centraal punt berekend. Zichtbaar is, dat de impact van elektrisch vervoer nu een stuk minder groot is, dan wanneer we naar individuele woningen kijken. Dit komt doordat er veel verschillende laadprofielen tegelijkertijd plaats vinden. Ook is zichtbaar dat de keuze voor een individueel systeem leidt tot een hogere piek

vermogensvraag dan het warmtenet, maar dat dit per woning een stuk minder groot is dan de optelling van de huishoudelijk gebruik en de maximum piekvraag van warmtepomp.

Tabel 4: Resultaten maximum vermogen volledige wijk (kW)

Een woning	Huishoudelijk gebruik, ruimteverwarming en warm tapwater	Elektrisch vervoer	Totaal	PV opwek
Individuele oplossing	637	83	720	nvt
Warmtenet zonder airco	251	83	334	Nvt
Warmtenet met airco	301	83	384	nvt

5 Conclusie

Op basis van de huidige uitgangspunten blijkt dat de extra vermogensvraag voor warmtepompen bij individuele woningen op woningniveau sterk afhankelijk is van het type warmtepomp en de aanwezigheid van elektrisch vervoer. Voor bodemgekoppelde warmtepompen is de extra vermogensvraag relatief beperkt; dit komt doordat het aandeel van elektrische auto's aanzienlijk bijdraagt aan de maximale piekvraag.

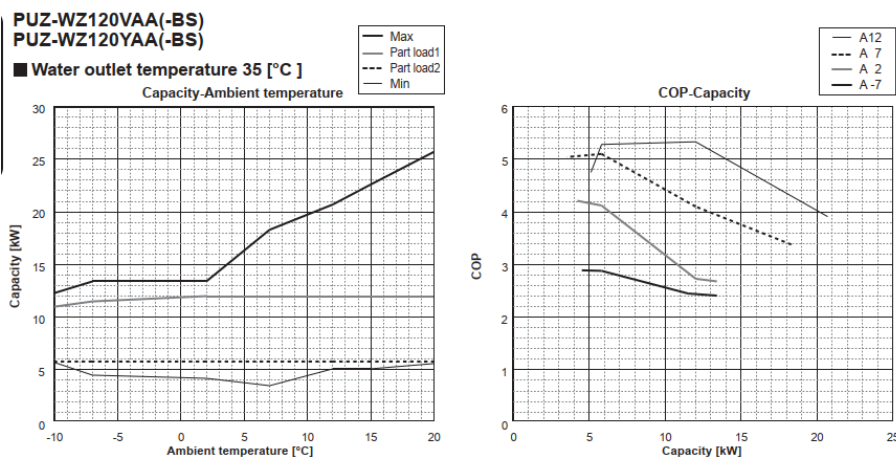
Bij kleinere woningen die zijn uitgerust met lucht-water warmtepompen, is het verschil in vermogensvraag groter: per woning bedraagt dit circa 1 kW extra per woning. Ook hier speelt elektrisch vervoer een bepalende rol bij de maximale vraag per woning.

Kijken we naar het totaalbeeld op wijkniveau, dan ontstaat er een hogere piekvraag wanneer individuele oplossingen worden toegepast in vergelijking met collectieve oplossingen. Dit verschil is te verklaren doordat collectieve systemen in deze situatie geen elektriciteitsvraag hebben; de benodigde warmte wordt centraal opgewekt, bijvoorbeeld bij afvalverbranding, en vervolgens aan de woningen geleverd. Daarbij moet worden vastgesteld dat de totale extra vermogensvraag per woning op wijkniveau een stuk lager uitvalt dan het individuele aansluitvermogen van een warmtepomp per woning.

6 Discussie

Na het uitgevoerde onderzoek blijven er enkele onzekerheden en mogelijke vervolgstappen over, die indien nodig kunnen worden meegenomen in een gevoeligheidsanalyse. Hieronder worden deze punten gestructureerd besproken.

- Piekvermindering door Warm Tapwaterproductie tijdens PV-overschot
 - Het drukken van de pieklevering door PV-panelen door warm tapwater te produceren met de warmtepomp op momenten van een PV-overschot is nu buiten beschouwing gelaten. Hoewel dit lokaal gunstig kan uitpakken, wordt dit met het oog op duurzaamheid gezien als een kortzichtige oplossing.
- Efficiëntie-uitgangspunten airco-bijdrage
 - Voor de bijdrage van airconditioning is nu uitgegaan van de efficiëntie bij maximale frequentie. Het zou mogelijk gunstiger zijn om deze units op een lagere frequentie te laten draaien, wat de efficiëntie kan verhogen.
- COP van de warmtevoorziening
 - De COP voor de warmtevoorziening is gebaseerd op de aangeleverde tool van Alklima: 2,42. Het is echter niet volledig duidelijk welke combinaties van warmtepomp-units hieraan ten grondslag liggen. Vooralsnog wordt uitgegaan van onderstaande grafieken voor ruimteverwarming en een COP van 1,6 voor warm tapwater. Op basis van deze grafieken is de COP geëxtrapoleerd naar hogere en lagere temperaturen.



Bijlage 1 - Uitgangspuntennotitie

Bijlage 2 - Uitgangspunten elektrisch laden

Parameters

Runs

Description

Profile type ⓘ
Charging Station

Location type ⓘ
home

Yearly Demand (kWh) ⓘ
Based on all Charging Data

Number of profiles ⓘ
1 50

Year ⓘ
2023 2050

Max charging power (kW) ⓘ
1 kW 7 kW 11 kW

Number of charging points ⓘ
☒ 1 ☐ 2

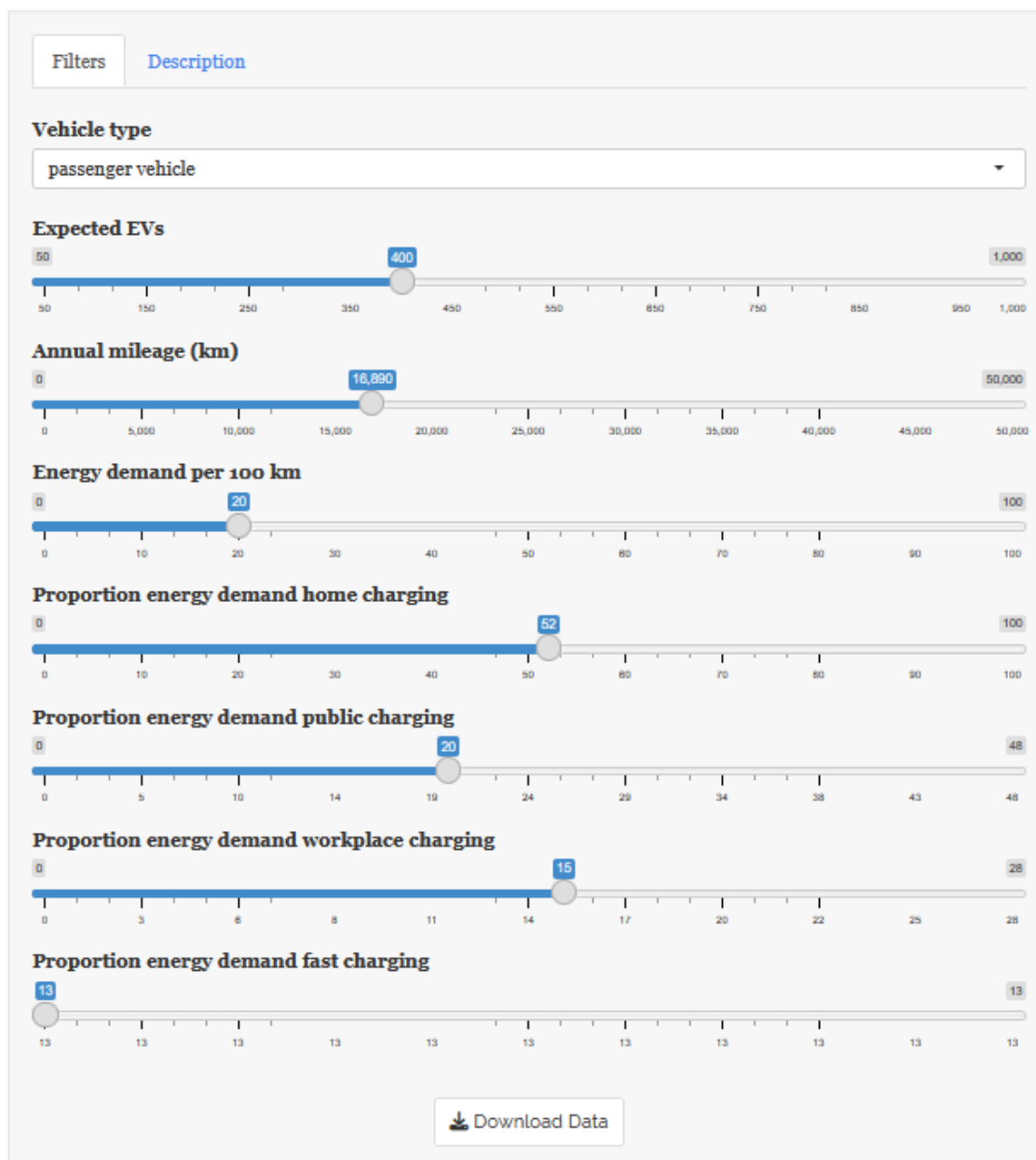
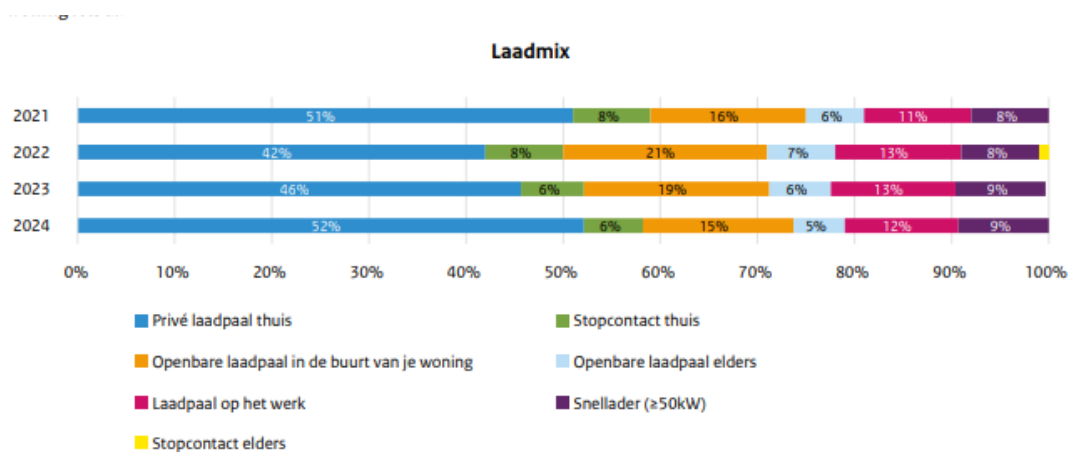
Max charging station capacity (kW) ⓘ
1 kW 17.25 kW

Smart Charging ⓘ
Static Profile

Base charging point capacity (kW) ⓘ
0 kW 4 kW 8.625 kW

Peak period start hour ⓘ
0:00 17:00 24:00

Peak period end hour ⓘ
0:00 23:00



Bijlage 3 - Elektriciteitsgebruik per uur

