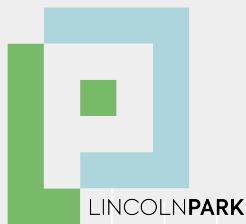


Onderzoek stroomlevering Lincolnpark

Haarlemmermeer

Juni 2022



Plaatje [1]



Voorwoord

De opdrachtgever (de gemeente Haarlemmermeer) stimuleert kennisuitwisseling en innovatie bij duurzame gebiedsontwikkeling. Zij stimuleert dat de inhoud van dit rapport actief wordt gedeeld, gebruikt en toegepast door derden. De inhoud van dit rapport is met zorgvuldigheid opgesteld. We kunnen echter niet garanderen dat de inhoud foutloos is. De gemeente Haarlemmermeer aanvaardt daarom geen aansprakelijkheid voor schade als gevolg van het gebruik van dit rapport. Derden gebruiken de inhoud op eigen risico. Meer projectinformatie: www.Lincolnpark.online

De gemeente Haarlemmermeer wil graag groeien door een nieuwbouwwijk aan de rand van Hoofddorp te bouwen, met veel aandacht voor duurzaamheid en circulariteit. Door de beperkingen op het elektriciteitsnetwerk in de regio staat de ontwikkeling van Lincolnpark onder druk. Daarom heeft de gemeente Haarlemmermeer Spectral gevraagd te onderzoeken welk effect de stroomproblematiek in de regio heeft op de plannen van dit gebied.

Vermoedelijk wordt in 2022-2023 de uitvraag gedaan voor de eerste kavels en kunnen ontwikkelaars zich hierop inschrijven. Echter, is de netcongestie op zijn vroegst in 2025/2026 opgelost. Hiervoor is het relevant voor ontwikkelaars en de gemeente om, voordat zij overgaan tot ontwikkeling, te weten welke kavels wel en niet gerealiseerd kunnen worden, welke eventuele oplossingen er mogelijk zijn en onder welke randvoorwaarden. Hiervoor wordt Lincolnpark ook in het breder perspectief van de ontwikkelingen in Hoofddorp, zoals bij bedrijventerrein de Hoek, de President en Schiphol Trade Park (STP) geplaatst. Met de in deze studie genoemde randvoorwaarden en oplossingsrichtingen kunnen naar verwachting in 2024 toch de eerste kavels worden uitgegeven.



Leeswijzer

Om de druk op het elektriciteitsnet te bepalen voor Lincolnpark, is het van belang de randvoorwaarden en een gebiedsoverzicht te geven. Deze kunnen, inclusief de probleemstelling en scope, gevonden worden in de inleiding van dit rapport. Hierna zijn de resultaten met betrekking tot de aansluitingen en maximale piekvermogens te vinden. De berekeningen en aannames achter deze bevindingen kunnen worden gevonden in de bijlagen. Op basis van deze resultaten kunnen we een aantal aanbevelingen doen met betrekking tot het aanvragen van verschillende aansluitingen. Eventuele oplossingsrichtingen voor het verminderen van netcongestieproblematiek worden besproken in het hoofdstuk oplossingsrichtingen. Eerst presenteren we een aantal generieke oplossingsrichtingen om vervolgens op alternatieve oplossingsrichtingen in te gaan. Overige achterliggende informatie kan worden gevonden in de bijlagen.

Begrippenlijst en terminologie

WP	Warmtepomp	Kleinverbruik-aansluiting (KV)	Partij met een aansluiting op het elektriciteitsnet kleiner of gelijk aan 3x80A (≤ 50 kW)
COP	Prestatiecoëfficiënt/coefficient of performance	Grootverbruik-aansluiting (GV)	Een partij met een aansluiting op het elektriciteitsnet groter dan 3x80A (> 50 kW)
WTW	Warmteterugwinning	Levering	Elektriciteit dat vanuit het net aan een gebruiker wordt geleverd (vraag)
WKO	Warmte koude opslag	Teruglevering	Elektriciteit dat aan het net wordt teruggeleverd (opwek)
MLOEA	Meerdere Leveranciers Op Een Aansluiting	Achter de meter	De klantkant van de elektriciteitsmeter / eigen installatie
LES	Lokaal EnergieSysteem		
TCT	Tijdsgebonden Contract bij Transportbeperking		
CV	Centrale Voorzieningen		



Inhoudsopgave

Inleiding

6

- Transitie in de energiesector
- Gebiedsoverzicht
- Probleemstelling

7
9
10

Resultaten

11

- Centrum 1
- Centrum 2
- Utiliteit Centrum 1 en 2
- Parkbos 1
- Parkbos 2

14
15
16
17
18

Aanbevelingen

19

- Utiliteit
- Woningbouw
- Aansluitingen

20
25
26

Oplossingsrichtingen

27

- Generieke oplossingsrichtingen
- Alternatieve oplossingsrichtingen

28
30

Bronnen

35

Bijlagen

38

- Achtergrondinformatie
- Aannames en berekeningen

39
42

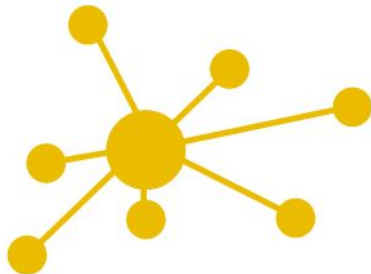


Inleiding

Transitie in de energiesector - *Meer lokale opwek*

Met een steeds grotere plaats voor duurzame energie en elektrificatie van huishoudens en industrie komen we voor nieuwe uitdagingen te staan binnen de energiesector. Dit zorgt voor een verandering van het energiesysteem zoals we dat nu kennen. Waar vroeger enkele tientallen grote energiecentrales voorzagen in de energievraag, bewegen we naar een systeem met meerdere kleinere opwekkers. Bij deze transitie van een **centraal naar een decentraal** opwek systeem, ontstaan er nieuwe uitdagingen en kansen.

Een centraal, voornamelijk nationaal, geregeld systeem, met centrale opwek



Een decentraal geregeld systeem, met decentrale opwek zonder grenzen

Als gevolg van deze decentralisatie ontstaat er meer tweerichtingsverkeer op het elektriciteitsnet. Consumenten worden ook producenten, ook wel **'prosumers'** genoemd, en het elektriciteitsnet dient bottom up en top down stroom te distribueren. Door de aanleg van ons elektriciteitsnet in de vorige eeuw volgens het oude systeem is veel van de infrastructuur niet voorbereid op deze nieuwe vorm van elektriciteitstransport.



Transitie in de energiesector - Elektrificatie

Anderzijds zien we ook dat veel processen verduurzaamd en daarmee vaak geëlektrificeerd worden. Zo gaan hele (nieuwbouw) wijken van het gas los en rijden en koken we steeds vaker elektrisch. Als gevolg van deze ontwikkelingen ontstaat er een steeds grotere vraag naar elektriciteit. Ook hier is het elektriciteitsnet van oudsher niet op voorbereid en om dit te kunnen bewerkstelligen moet er fors geïnvesteerd worden in de elektriciteitsinfrastructuur [\[2\]](#).

Deze verhoogde vraag vindt veelal op momenten plaats dat de zon niet schijnt (voor huishoudens bijvoorbeeld typisch in de vroege avonden), hierdoor is het niet mogelijk om deze opwek en vraag met elkaar te verenigen. Idealiter zouden deze twee samen komen zodat netverzwaring niet nodig is en partijen geen last gaan krijgen van **netcongestie**.

Netcongestie, ook wel transportschaarste, is krapte op het elektriciteitsnet. Doordat er veel stroomvraag of teruglevering is op hetzelfde moment, moet er ontzettend veel stroom over het net op die momenten, welke dan de capaciteit van het elektriciteitsnet overschrijdt. Dit kan voorkomen op kabelniveau, doordat er teveel vraag of opwek is bij partijen op die kabel, maar ontstaat meestal bij onder- en middenspanningsstations. Zo kan de capaciteit van een transformator op een onderstation al vol zitten en niet meer stroom transformeren of kan het zijn dat de kabels en transformator het niveau nog aankunnen, maar er 'file' ontstaat op het landelijke elektriciteitsnet. Congestieproblematiek is dus een plaatsgebonden problematiek en kan sterk verschillen per locatie.

Op de capaciteitskaart van Netbeheer Nederland [\[3\]](#) is te zien waar in Nederland congestieproblematiek voor afname en invoeding optreedt. Voor Haarlemmermeer kan dit nog specifieker gevonden worden op de Actie- en knelpunten lijst in Noord-Amstelland van Liander [\[4\]](#)

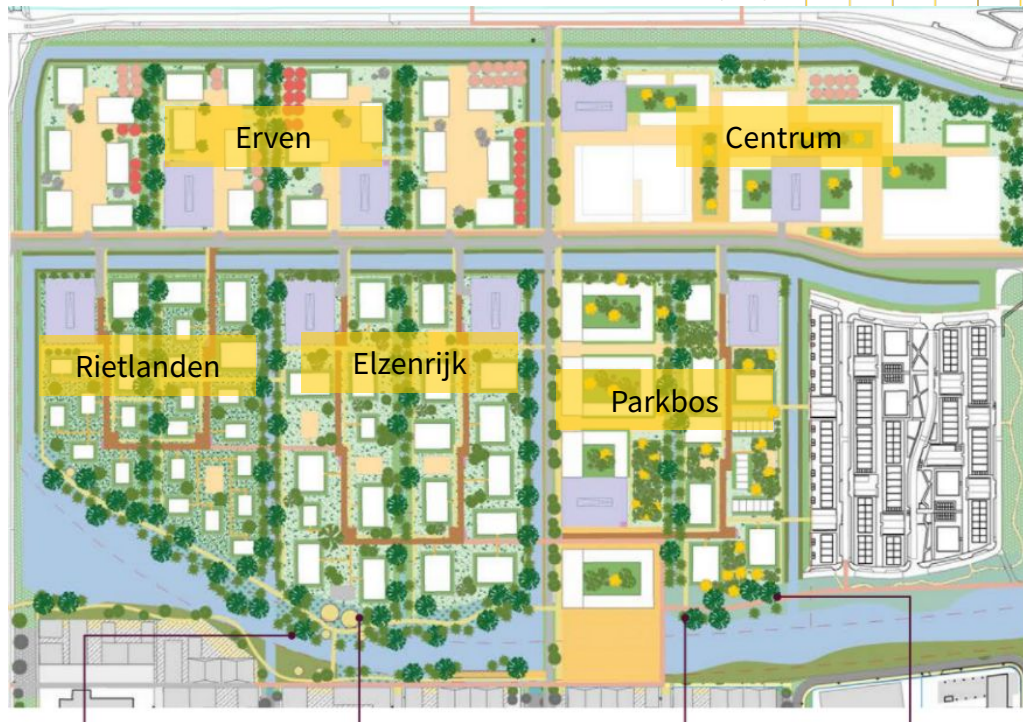
Gebiedsoverzicht

Aan de rand van Hoofddorp, in de gemeente Haarlemmermeer, gaat een gemengde stedelijke nieuwbouwwijk, Lincolnpark, komen. Deze wijk bestaat uit vijf deelgebieden; Centrum, Erven, Rietlanden, Elzenrijk en Parkbos. In totaal komen in al deze wijken gezamenlijk:

- 1.800 woningen
- 2 scholen (voortgezet onderwijs en praktijkonderwijs)
- Kantoren
- 2 supermarkten en kleinschalige detailhandel
- Sporthal
- Horeca, praktijkruimten, kleinschalige bedrijven
- 9 parkeerhubs

Meer informatie over de verdeling van utiliteit in de deelgebieden is te vinden in de [bijlage](#).

Figuur 1: Overzichtskaat [1]



Probleemstelling

Met de huidige plannen, zouden de eerste deelgebieden, Centrum en Parkbos, voor 2026 worden opgeleverd. Echter is er tot 2026 verwachte krapte op het elektriciteitsnet door overvraging op onderstation Hoofddorp. Zodoende kunnen er geen grootverbruik-aansluitingen (alles groter dan 3x80A, circa 50 kW, zie [bijlage](#) voor aansluitgroottes) worden gerealiseerd. Hierop kunnen uitzonderingen worden gemaakt, na een intern goedkeurings proces bij Liander, voor *aansluitingen ten behoeve van faciliteiten van woningen (zoals liften en WKO-installaties)*. Ook voor kleinverbruikaansluitingen kan in de komende jaren krapte ontstaan. Vanaf 2026 verwacht Liander dit onderstation te hebben uitgebreid.

Door deze congestieproblematiek ontstond er een probleem voor de nieuw te bouwen wijk Lincolnpark. Sommige utilitaire voorzieningen welke niet rechtstreeks impact hebben op wonen (zoals een supermarkt of school) gebruiken normaliter een grootverbruikaansluiting om te kunnen voorzien in de energievraag. Hierdoor ontstond de vraag naar verder onderzoek: **Voor welke kavels is een grootverbruikaansluiting (GV) benodigd?** en daaropvolgend: **Kunnen deze kavels (tijdelijk) uit met een kleinverbruikaansluiting (KV) door gebruik te maken van slimme oplossingen?**

Scope

Om bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden is de te verwachten **piekbelasting** van de verschillende **deelgebieden onderzocht** welke volgens de huidige planning tot 2026 worden opgeleverd, Centrum ([1](#) en [2](#)) en Parkbos ([1](#) en [2](#)). Hierbij ligt de focus op de piekbelasting van de utiliteit in het centrum. Woningen en centrale voorzieningen van VvE's, zoals liften, verlichting en verwarming in gezamenlijke ruimtes, zullen de grens van 3x80A namelijk niet overschrijden. Voor verwarming van deze nieuwe wijk, welke niet aangesloten wordt op het gasnetwerk, is er in opdracht van de gemeente Haarlemmermeer onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van een Nul-op-de-meter concept op gebiedsniveau met drie verschillende warmteconcepten (lucht-water warmtepomp (WP), water-water warmtepomp (WP) en weerstandsverwarming).



Resultaten

Inleiding op resultaten

De volgende slides bevatten een overzicht van de totale piekvraag van alle gebouwen in de wijken Centrum 1 en 2 en Parkbos 1 en 2. Bij het interpreteren van deze resultaten is enkele uitleg benodigd. We willen graag benadrukken dat voor de woningen, de totale piekvraag van alle woningen in een appartementengebouw bij elkaar opgeteld zijn. Dit betekent dat **elk van de woningen in een gebouw zijn eigen aansluiting** krijgt, maar voor het uitdrukken van de piek op het net zijn deze gebundeld.

In Lincolnpark is nog niet gekozen voor een specifieke warmte-oplossing voor de gebouwen. Echter heeft deze wel impact op de totale elektrische piekvraag door de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance (COP)), welke techniek afhankelijk is. Voor deze resultaten is een bodem-water warmtepomp, welke de hoogste prestatiecoëfficiënt heeft, als uitgangspunt genomen. Voor resultaten met een lucht-waterwarmtepomp of weerstandsverwarming verwijzen we naar [de bijlagen](#).

De kans dat elk van de gebouwen of woningen in een gebied tegelijkertijd elektriciteitsvraag heeft is beperkt, en afhankelijk van de herkomst van de vraag kan de kans op gelijktijdigheid met burens hoger of lager zijn. Zo heeft bijvoorbeeld elektrisch koken een relatief beperkte gelijktijdige vraag. Voor warmte is dit nog sterk afhankelijk van de invulling van het warmtesysteem en de mate van individualiteit hierin. De volgende slides gaan uit van volledige gelijktijdigheid voor de warmtepompen (worst case). In realiteit komt de maximale piekvraag dus lager te liggen dan het beeld wat geschetst wordt op de volgende slides.

Voor woningen en praktijkruimten is uitgegaan van een standaard 3x25A KV-aansluiting, het is aan de bouwer om hier een keuze in te maken en deze aansluitingen aan te vragen. Komende slides inclusief benodigde aansluitingen is **zonder eventuele verlaging van piekvermogens**. Het verlagen van piekvermogens en het aanvragen van alternatieve (kleinere) aansluitingen wordt besproken in het volgende hoofdstuk: [Aanbevelingen](#).

Individuele en collectieve oplossingen

In dit onderzoek is de focus gelegd op individuele warmte oplossingen. Het is aan de bouwers om een keuze te maken voor een warmteoplossing. Een collectief warmtesysteem kan een positief effect hebben op de reductie van de piekvraag. Aangezien een individuele warmteoplossing tot de mogelijkheden behoort is ervoor gekozen met deze (worst-case) situatie te rekenen.

Wanneer er toch wordt overwogen om een collectief warmtesysteem op kavelniveau te onderzoeken dient er een grotere aansluiting voor de centrale voorzieningen aangevraagd te worden. In de [bijlage](#) staat de piekvraag warmte per woningtype, en afhankelijk van het aantal woningen van een woningtype per kavel kan zo de maximale warmtevraag van een kavel bepaald worden. Liander heeft aangegeven dat deze GV-aansluitingen per kavel of wijk, ondanks de geldende transportbeperking, wel kunnen worden verstrekt. We raden aan om dit verder te onderzoeken.

Daarnaast, zullen alle kavels met appartementen- en woningcomplexen een gemeenschappelijke aansluiting nodig hebben voor de centrale voorzieningen (CV). Deze is nodig om verlichting en verwarming in collectieve ruimtes en de lift, indien deze aanwezig is, te voorzien van energie. Deze staat dan ook aangegeven in de overzichten met aansluitingen op de volgende slides (vaak een 3x35A aansluiting). Wanneer er toch een collectieve warmteoplossing gekozen wordt door de bouwers, zal deze aansluiting vermoedelijk groter zijn en kunnen de bouwers kiezen voor een kleinere aansluiting per woning.

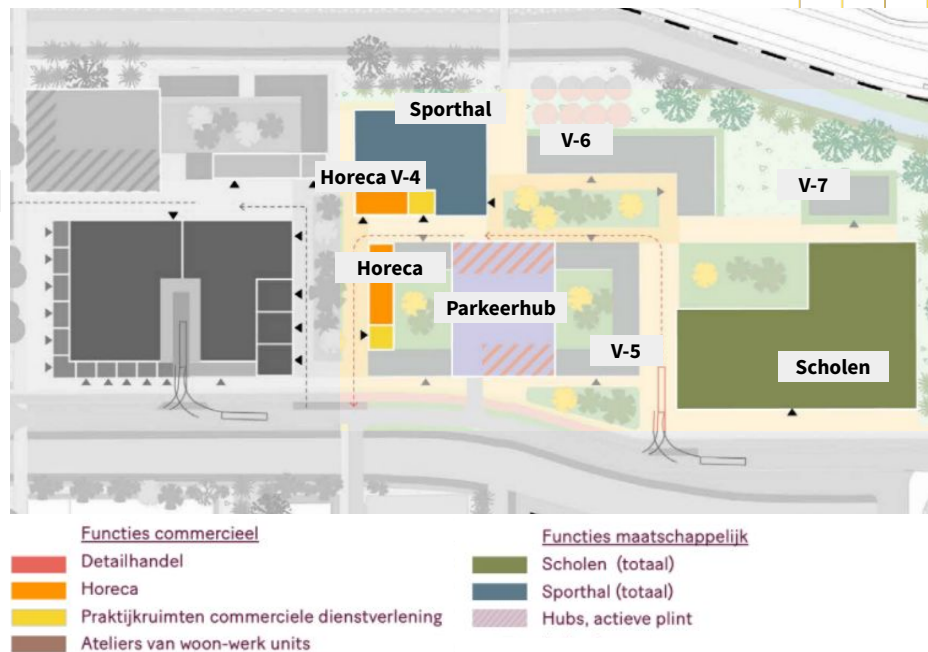
Deelgebieden - Centrum 1

Deelgebied Centrum 1 betreft vijf kavels; de scholen, twee woontorens, een sporthal en één kavel met gedeelde functie van woningen en een parkeerhub. In onderstaande tabel staan de verwachte piekvermogens (kW) en de hierbij benodigde aansluiting(en) voor de verschillende kavels vermeld.

Kavel	Levering/teruglevering	Benodigde aansluiting
Sporthal	34/128	3x80A + ?x 3x25A aansluiting (praktijkruimten)
Horeca V-4	?	1x 3x250A*
Horeca	?	1x 3x35A*
V-5	300/636	1x 3x35A voor CV + 38x 3x25A aansluiting + ?x 3x25A aansluiting (praktijkruimten)
Parkeerhub	128/?	Tot 630 KVA - in de toekomst mogelijk uitbreiding
V-6	87/878	1x 3x35A voor CV + 75x 3x25 aansluiting
V-7	37/351	1x 3x35A voor CV + 21x 3x25A aansluiting
School	56/351	1x 3x250A

* Allemaal onder voorbehoud met grove schattingen, daarom sterk aangeraden dit verder te onderzoeken

Figuur 2: Kavels in Centrum 1



Deelgebieden - Centrum 2

Deelgebied Centrum 2 betreft vier kavels; een parkeerhub, een supermarkt met daarop zorgwoningen, een kavel met woningen en praktijkruimten. Aan de rechterkant staan de piekvermogens van al deze kavels vermeld. Op het dak van zorgwoningen komen naar waarschijnlijkheid zonnepanelen, waarvoor het raadzaam is deze aan te sluiten op de aansluiting van de supermarkt om hier zo veel mogelijk in het eigen verbruik te voorzien.

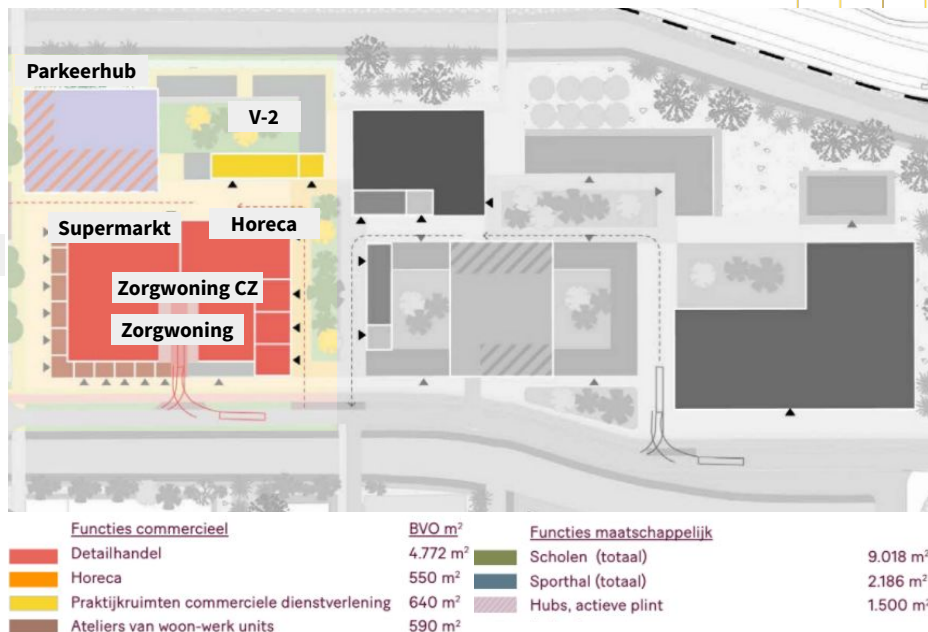
Wat	Levering/teruglevering	Benodigde aansluiting
Parkeerhub	144/?	Tot 630 kVA - in de toekomst mogelijk uitbreiding
V-2	161/602	1x 3x35A voor CV + 146x 3x25A aansluiting
Horeca	?	1x 3x35A*
Supermarkt	?	2x 3X250A of groter
Zorgwoningen	156/-	50x 3x25A aansluiting
Zorgwoningen CV	32/-	3x80A

Voor zowel de horeca, als de praktijkruimte en ateliers van woon-werk units is nog weinig bekend. Hiervoor is de piekvraag niet bepaald.

Onderzoek stroomlevering Lincolnpark

* Allemaal onder voorbehoud met grove schattingen, daarom sterk aangeraden dit verder te onderzoeken

Figuur 3: Kavels in Centrum 2



Deelgebieden -Utiliteit Centrum 1 en 2

Voor het bepalen van de piekvraag van de utiliteit is het standaard energieverbruik per vierkante meter plus eventuele verwarming bepaald. Belangrijke aannames die de uitkomsten in grote mate beïnvloeden zijn hieronder benoemd, een volledige lijst met aannames en verdere informatie over specifieke aansluitingen kan gevonden worden in [de bijlagen](#).

Past binnen een KV-aansluiting (A), past onder voorbehoud (B), één van de verwarmings opties past binnen een KV-aansluiting (C), past niet (D).

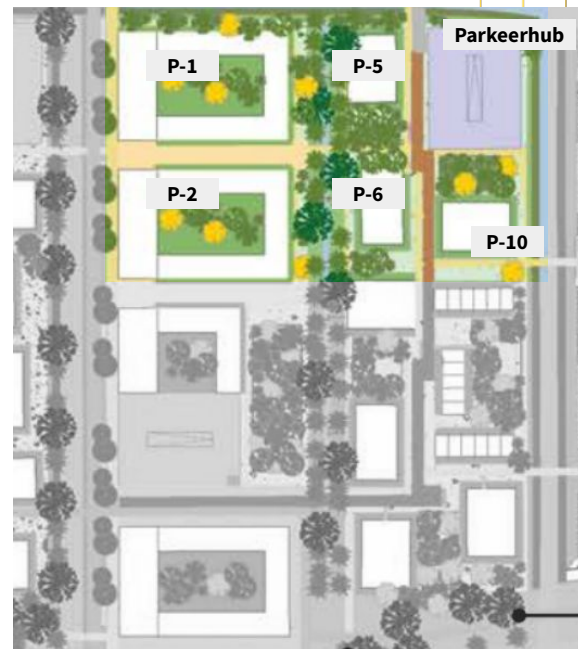
A	Gemeenschappelijke ruimtes zorgwoningen	Liften (2), inductiekookplaten (3), ventilatie met warmteterugwinning , geen warm water
B	School	Lift (1), ventilatie met warmteterugwinning, geen warm water
A	Kantoren	Lift (1), ventilatie met warmteterugwinning, geen warm water
C	Sporthal	Ventilatie, verwarming, geen warm water (zie bijlage)
B	Supermarkt	Koeling en verwarming, geen warm water
B	Horeca	Inductiekookplaten (?), ventilatie met warmteterugwinning, evt. een frituur
D	Parkeerhubs	29-35 laadpunten per parkeerhub voor Centrum 1 en 2 en Parkbos 1 en 2 (met 10% van de parkeerplekken een laadpunt)

Deelgebieden - Parkbos 1

Deelgebied Parkbos 1 betreft zes kavels, waarvan vijf met een woonfunctie en één parkeerhub. Van deze kavels is er eentje (P6) gedeeld met deelgebied Parkbos 2. In onderstaande tabel staan de verwachte piekvermogens (kW) en de hierbij benodigde aansluiting(en) voor de verschillende kavels vermeld.

Wat	Levering/teruglevering	Benodigde aansluiting
P-1	192/269	1x 3x35A aansluiting voor CV + 54x 3x25A aansluiting
P-2	224/361	1x 3x35A aansluiting voor CV + 64x 3x25A aansluiting
P-5	149/192	1x 3x35A aansluiting voor CV + 48x 3x25A aansluiting
P-6	95/94	1x 3x35A aansluiting voor CV + 24x 3x25A aansluiting
Parkeerhub	118/?	Tot 630 kVA - in de toekomst mogelijk uitbreiding
P-10	107/132	1x 3x35A aansluiting voor CV + 33x 3x25A aansluiting

Figuur 4: Kavels in Parkbos 1

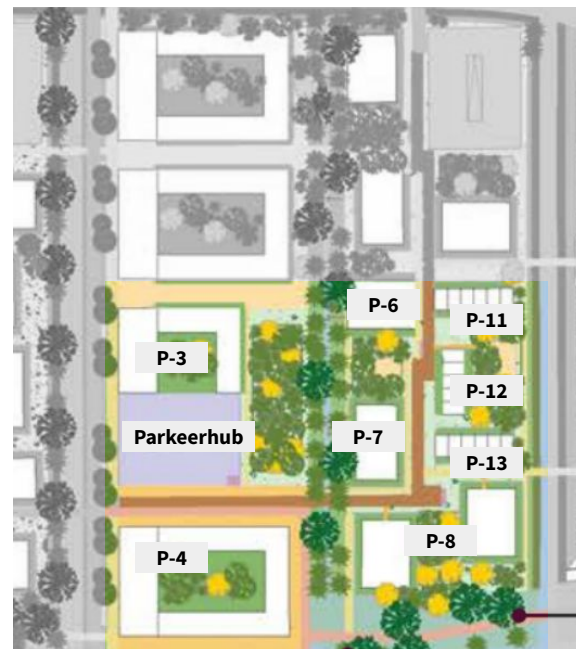


Deelgebieden - Parkbos 2

Deelgebied Parkbos 2 betreft acht kavels; ook hier is er eentje met parkeerfunctie en de rest betreft woningen (zowel verzamelgebouwen als rijwoningen). In onderstaande tabel staan de verwachte piekvermogens (kW) en de hierbij benodigde aansluiting(en) voor de verschillende kavels vermeld.

Wat	Levering/teruglevering	Benodigde aansluiting
P-3	141/223	1x 3x80A aansluiting voor CV + 34x 3x25A aansluiting
Parkeerhub	117/?	Tot 630 kVA - in de toekomst mogelijk uitbreiding
P-4	249/470	1x 3x35A aansluiting voor CV + 69x 3x25A aansluiting
P-6	107/132	1x 3x35A aansluiting voor CV + 33x 3x25A aansluiting
P-7	138/386	1x 3x35A aansluiting voor CV + 45x 3x25A aansluiting
P-8	215/264	2x 3x35A aansluiting voor CV + 66x 3x25A aansluiting
P-11	18/68	6x 3x25A aansluiting
P-12	15/57	5x 3x25A aansluiting
P-13	18/69	6x 3x25A aansluiting

Figuur 5: Kavels in Parkbos 2





Aanbevelingen

Zorgwoningen met KV of GV-aansluiting

Voor de aansluiting van de zorgwoningen en de gemeenschappelijke ruimtes van de zorgwoningen zijn twee opties mogelijk. Het piekvermogen voor elk van deze losse woningen, plus het piekvermogen van de gemeenschappelijke ruimtes overschrijdt het maximale vermogen van een KV-aansluiting. Aangezien het woningen betreft is het momenteel nog mogelijk een GV-aansluiting aan te vragen voor de gemeenschappelijke voorzieningen. Deze GV-aansluiting kan daarnaast worden gebruikt om de individuele woningen op aan te sluiten. Dit betekent dat de zorgwoningen achter de hoofdaansluiting apart aangesloten en eventueel bemeterd moeten worden. Om akkoord te krijgen op de GV-aansluiting ten behoeve van woningen dient een procedure met Liander te worden doorlopen.

Het is ook mogelijk om voor elke zorgwoningen een individuele KV-aansluiting aan te vragen. Voor de gemeenschappelijke voorzieningen dient dan nog een separate aansluiting aan te worden gevraagd. De aansluiting van de gemeenschappelijke voorzieningen kan uit met een grote KV-aansluiting (max. 3x80A). Hiervoor dienen alle zorgwoningen over een eigen elektrische installatie te beschikken.

Beide opties hebben voor- en nadelen en het is aan de bouwer om hier een keuze in te maken. In bovenstaande afweging is niet uitgegaan van een PV-installatie achter de aansluiting van de zorgwoningen. In de huidige plannen wordt de PV-installatie op het dak van het pand aangesloten op de aansluiting van de onderliggende supermarkt. Mocht de PV-installatie wel op het zorgcomplex worden aangesloten, dan heeft de GV-aansluiting de voorkeur aangezien hier meer zonopwek kan worden teruggeleverd aan het net op momenten met overschot.

De zorgwoningen zijn door hun ligging boven de supermarkt, afhankelijk van de bouw van de supermarkt. Op de volgende pagina wordt de situatie rond de supermarkt toegelicht.

Supermarkt tijdelijk binnen KV-aansluiting

De supermarkt past onder voorwaarden binnen een KV-aansluiting en aangezien de aansluiting van deze utiliteit niet *ten behoeve van woningen* is dit in de huidige congestiesituatie ook de enige manier waarop deze kavels van vermogen uit het net kunnen worden voorzien. Hieronder een toelichting op deze voorwaarden.

De piekvraag van een supermarkt zoals voorzien in Centrum 2 van Lincolnpark wordt normaalgesproken aangesloten op een GV-aansluiting van 160-250 kVA. Er zijn echter supermarkten die reeds ervaring hebben opgedaan met een batterijsysteem in combinatie met een PV-installatie achter een 3x80A aansluiting. De batterij wordt hierbij ingezet om de pieken van de grote stroomvragers op te vangen en wordt bij voorkeur geladen uit een overschot aan zonne energie en anders met stroom uit het elektriciteitsnet op dalmomenten. Hiermee kan de periode van netcongestie worden overbrugd.

Door gebrek aan data over het verwachte (piek)gebruik van de supermarkt is er in overleg met de gemeente voor gekozen om dit nu niet verder te onderzoeken. Wij adviseren om alvast een KV-aansluiting van 3x80A en een zwaardere aansluiting van 160-250 kVA aan te vragen in samenspraak met de supermarkt. Hierdoor krijgt de aansluiting een plaats op de wachtrij en wordt het proces voor het verkrijgen van een aansluiting met het gewenste transportvermogen gestart.

Twée aparte aansluitingen scholencomplex, aanvullend onderzoek piekvraag warmte sporthal

Zoals aangegeven is de piekvraag van de scholen te hoog om binnen een KV-aansluiting te passen. Echter, aangezien er twee scholen in het pand zitten, denken we dat het goed te verdedigen is dat elk van deze twee scholen een eigen aansluiting krijgt. Dit betekent wel dat er aan een aantal bouwtechnische normen dient te worden voldaan, met name een Galvanische en installatietechnische scheiding, welke in een latere fase toegelicht kan worden aan de bouwer. Met het scheiden van deze scholen en aansluitingen is de verwachting dat beide scholen uit kunnen met een KV-aansluiting. Hiervoor moet wel met de scholen in gesprek worden gegaan om te bepalen of ze nog specifieke apparatuur hebben welke voor hoge piekbelasting kan zorgen die niet in onze analyse is meegenomen.

Voor de sporthal is de elektriciteitsvraag voor warm tapwater in de analyse buiten beschouwing gelaten. Desalniettemin zorgt deze waarschijnlijk voor een hoge piekvraag op gezette tijden door de relatief hoge gelijktijdigheid in de momenten van warm tapwatervraag. Momenteel wordt er gekeken naar het benutten van zonne-boilers voor het verwarmen van tapwater. Echter zijn die slechts in staat om water op te warmen tot 25-30 °C in de winter. Tijdens koude dagen, wanneer de belasting op het net al hoog is, dient dit water verwarmd te worden met een booster. Door het grote volume aan water dat verwarmd dient te worden (minstens 96 liter per minuut (zie [bijlage](#))) is het aannemelijk dat hier ook een hoge pieklast voor te verwachten valt. In samenspraak met de installateur van het zonne-boilersysteem is het de moeite waard te onderzoeken wat de piekvraag van deze installatie gaat zijn en of deze met behulp van een (groter) buffervat verlaagd kan worden. Mocht deze oplossing niet toereikend zijn dan raden we aan een gebieds-WKO of het tijdelijk verwarmen met gas te onderzoeken.

Teruglevering zonne-energie met behulp van aftoppen en afspraken Liander

De teruglevering van zonne-energie vormt een uitdaging voor zowel de scholen als de sporthal. De piekvraag voor levering kan, onder de hiervoor besproken voorwaarden, binnen de limiet van een KV-aansluiting blijven. De opwek piek is echter hoger dan de limiet van de KV-aansluiting. Omdat op onderstation Hoofddorp een tekort is op transportvermogen voor levering, adviseren we in gesprek te gaan met Liander voor mogelijkheden om volledige teruglevering mogelijk te maken. Zo zou de mogelijkheid voor een GV-aansluiting met limitaties op de levering onderzocht kunnen worden. Dit zou in sommige gevallen zelfs verlichting kunnen bieden op het elektriciteitsnet (zie de alternatieve [oplossingsrichting met betrekking tot teruglevering](#)).

Daarnaast is het aftoppen van zonne-installaties, door bijvoorbeeld 60% van het geïnstalleerde vermogen te contracteren een veel genomen maatregel voor het efficiënter benutten van ons elektriciteitsnet [5]. Bij een oost-west opstelling is het verlies slechts 3% op jaarbasis. Voordeel hiervan is dat de pieken verlaagd worden op het onderstation en het gecontracteerd vermogen van de aansluiting omlaag kan. Helaas is dit zowel voor de sporthal als voor de school niet genoeg om binnen een KV-aansluiting te passen.

Organiseren van realisatie laadinfrastructuur parkeerhubs, inzetten op slimme laadoplossingen

De verwachte elektriciteitsvraag voor het laden van elektrische voertuigen in de parkeerhubs valt als snel boven de grens van een KV-aansluiting. Zonder het tijdelijk verlagen van het laadvermogen kunnen er circa 4 tot 7 auto's tegelijkertijd laden in een parkeerhub met KV-aansluiting. Wij raden daarom aan om slimme laadoplossingen direct onderdeel te laten zijn van de te realiseren laadinfrastructuur. Hiermee is het mogelijk om meer auto's te laden achter een KV-aansluiting. Daarnaast is het hiermee in de toekomst mogelijk om met een kleinere GV-aansluiting uit te kunnen, maar biedt dit bijvoorbeeld ook de mogelijkheid om te laden op lokaal opgewekte zonne-energie of op momenten met lage elektriciteitsprijzen.

De meeste parkeerplaatsen worden in eigendom van omwonenden, waarmee de organisatie van de laadinfrastructuur wel een punt van aandacht wordt. Indien dit vanuit een VvE wordt georganiseerd raden wij aan om al in een vroeg stadium begeleiding in het proces te vragen. Dit kan bijvoorbeeld via het ['VvE Laadloket'](#).

De laadvraag van de parkeerhubs waar binnen dit onderzoek mee is gerekend is op dit moment gebaseerd op de regels van de RVO met betrekking tot het aantal verplicht te plaatsen palen [6]. De elektrische auto is aan een opmars bezig en het is in lijn der verwachting dat er meer en meer laadpalen nodig gaan zijn de komende jaren [7]. Mede hierdoor zien we de grens van 1 laadpunt per 10 parkeerplekken niet als eindstadium. Om deze reden is het aan te raden om, naast het inzetten op slimme laadoplossingen, de infrastructuur voor te bereiden op deze te verwachten uitbreiding. Op de parkeerhubs betekent dit concreet dat er ruimte voor een tweede transformator gereserveerd dient te worden of om deze te wisselen voor een zwaardere transformator op termijn.

PV opwek woningbouw delen, collectieve warmte oplossing onderzoeken voor verlagen piekvraag

Voor alle gebouwen met hoogbouw waarin meerdere woningen geconcentreerd zijn is het piekvermogen van de zonnepanelen vele malen hoger dan een KV-verbruikaansluiting. Zelfs wanneer er voor gekozen zou worden om een aansluiting aan te vragen op 60% van het geïnstalleerde vermogen van de zonnepanelen, dan nog overschrijden de terugleverpieken het maximale vermogen (50 kW (3x80A)) van een KV-aansluiting. Het aansluiten van zonnepanelen achter de meter van de woningen zou hiervoor een oplossing kunnen zijn, maar is technisch moeilijk te realiseren. Ook hier is het raadzaam om samen met Liander naar oplossingen te zoeken, dit wordt [hier](#) verder beschreven.

Daarnaast zien we nog de mogelijkheid om collectieve warmte-oplossingen voor woningen te onderzoeken. Een voordeel hiervan is dat een collectieve warmte-oplossing pieken afvlakt doordat de gelijktijdigheid van warmtepompen op gebiedsniveau laag is. Hiermee kunnen investeringen in netinfrastructuur op straatniveau wellicht vermeden worden. Daarnaast kan warmte makkelijker collectief opgeslagen worden en eventueel gestuurd worden op het vermijden van pieken. In gesprekken met Liander bleek dat de piekvraag op station Hoofddorp sterk tijdsafhankelijk is. Met het slim bufferen van warmte kunnen pieken op onderstation Hoofddorp vermeden worden door de vraag te verplaatsen naar momenten van lage vraag. Er loopt reeds een onderzoek naar de mogelijkheden en voordelen van collectieve warmtevoorziening (WKO). We raden aan om de uitkomsten van dit onderzoek mee te nemen in de gesprekken met Liander om te kijken welke mogelijkheden er zijn voor een GV-aansluiting voor de collectieve warmtevoorziening (ten behoeve van woningen) wanneer aannemelijk te maken is dat dit de piekvraag significant verlaagt ten opzichte van individuele verwarmingsoplossingen.

In algemene zin moeten bouwers worden uitgedaagd om de woningbouw met een zo laag mogelijke (gemiddeld gelijktijdige) piek te ontwerpen. Hier kan in het tenderproces op worden getoetst. Daarnaast kan de gemeente inzetten op het stimuleren van energiezuinige apparaten in de gebouwen.

Aansluitingen

Gemeenschappelijke ruimtes zorgwoningen

Aanvragen van een maximale kleinverbruikaansluiting. Deze aansluiting van 3x80A is toereikend voor de gemeenschappelijke ruimtes .

School

Aanvragen twee 3x80A aansluitingen. Nadere verkenning in samenwerking met de scholen nodig.

Kantoren

Voor elk van de gemeenschappelijke ruimtes in kantoorverzamelgebouwen raadzaam om een 3x80A aansluiting aan te vragen. Een 3x63A aansluiting voldoet wellicht op sommige plekken, maar hiervoor is meer informatie nodig.

Sporthal

Indien mogelijk grootverbruikaansluiting tot 160 kVA voor terugleveren zonne-energie met limitatie op leverkant van maximaal 3x80A. Indien dit in overleg met Liander niet mogelijk is aanvragen van een 3x80A en een aansluiting van 160 kVA voor teruglevering wanneer onderstation Hoofddorp gereed is.

Supermarkt

Voor nu 3x80A aansluiting aanvragen. Daarnaast adviseren we om alvast grootverbruikaansluitingen op de middenspanningstransformator (tot 630 kVA) aan te vragen voor wanneer onderstation Hoofddorp gereed is, zodat de aanvraag hoger op de lijst staat.

Horeca

Sterk afhankelijk van de aparte functie van de horeca en benodigde apparatuur, verdere gesprekken zijn hiervoor vereist. In elk geval raadzaam een kleinverbruikaansluiting aan te vragen voor de horeca in de sporthal, en daarnaast de horeca / sportfuncties galvanisch en installatietechnisch gescheiden uit te voeren, waardoor er 2 KV-aansluitingen mogelijk worden. .

Parkeerhubs

Aanvragen kleinverbruikaansluiting om 12 laadpalen (met load balancing) per parkeerhub te kunnen installeren. Aanvragen van grootverbruikaansluitingen om op termijn meer laadpalen te kunnen plaatsen sterk aanbevolen.



Oplossings- richtingen

Generieke oplossingsrichtingen reductie piekvraag



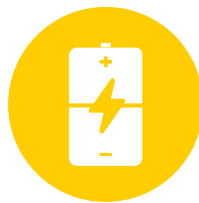
Vraagsturing

Processen welke (deels) verplaatsbaar zijn in de tijd, aansturen op basis van eigen beschikbaar vermogen (of eigen opwek). Verwarmings- en koelprocessen, het laden van elektrische voertuigen of ventilatie zijn hier bijvoorbeeld geschikt voor.



Collectieve warmtevoorziening (WKO)

In plaats van individuele warmteoplossingen zoals warmtepompen een collectief systeem met warmtebuffer of WKO. De piekvraag van een collectieve warmtevoorziening laat zich makkelijker sturen mede door gebruik te maken van de warmtebuffer.



Opslag

Opslag, zoals batterijen, kunnen worden ingezet om (kortstondige) piekvraag op te vangen door deze te ontladen. Deze batterij kan vervolgens opgeladen worden op momenten van overschot van hernieuwbare elektriciteit, of op momenten wanneer er weinig vraag is.



Regelbare opwekcapaciteit

Wanneer er tijdelijk een tekort is aan vermogen in het gebied is het een optie om regelbare opwekcapaciteit in te zetten om de piekvraag op te vangen (bijvoorbeeld een (bio)gasgenerator)

Generieke oplossingsrichtingen reductie terugleverpiek



Vraagsturing

Processen welke (deels) verplaatsbaar zijn in de tijd, aansturen op basis van een overschot aan opwek in het gebied. Verwarmings- en koelprocessen, het laden van elektrische voertuigen of ventilatie zijn hier bijvoorbeeld geschikt voor.



Opslag

Het opslaan van energie op momenten van overschot, bijvoorbeeld als de zon schijnt, en deze gebruiken op momenten van veel vraag. Dit kunnen bijvoorbeeld batterijen zijn, maar hier kan ook gedacht worden aan thermische opslag.



Conversie

Een overschot aan elektriciteit kan worden omgezet in een andere energievorm of drager, zoals warmte of gas (waterstof). Door deze omzetting kan de overtollige elektriciteit voor andere doeleinden worden ingezet of opgeslagen.



Dynamisch aftoppen

Wanneer er op moment van veel opwek onvoldoende vraag is, de energie niet opgeslagen kan worden en ook niet teruggeleverd kan worden aan het net, kan een opwekinstallatie tijdelijk worden teruggeregeld.

Alternatieve oplossingsrichtingen congestieproblemen

Voor GV-aansluiting die niet 'ten behoeve van wonen' zijn worden samen met Liander verschillende oplossingsrichtingen verkend. De generieke oplossingsrichtingen zoals hiervoor samengevat verlichten de congestieproblematiek door de pieken te reduceren, dit is echter niet voldoende om direct ruimte te maken voor nieuwe GV-aansluitingen in het gebied. De oplossingsrichting die met Liander zijn verkend zijn de volgende:

- GV-aansluiting enkel voor teruglevering
- Parkeerhub die gebruik maakt van PV opwek van nabijgelegen gebouwen (meerdere leveranciers op een aansluiting (MLOEA) of virtueel)
- Virtueel lokaal energiesysteem (LES) in het gebied, eventueel in combinatie met bedrijventerrein 'De President'
- Tijdelijk extra vermogen in de daluren - Tijdsgebonden Contract bij Transportbeperking (TCT)

Deze oplossingsrichtingen worden hierna verder beschreven.

GV-aansluiting enkel voor teruglevering

Er zijn een aantal locaties zoals de scholen en sporthal die qua elektriciteitsvraag uit lijken te kunnen met een of meerdere KV-aansluitingen. Deze aansluiting kan direct worden gerealiseerd, aangezien een KV-aansluiting (nog) niet onder de beperkingen voor dit congestiegebied valt. Deze locaties bieden veel kansen voor de opwek van zonne energie op de daken, zoveel zelfs dat ze in de GV-aansluitcategorie vallen.

Het aanvragen van een aparte GV-aansluiting voor teruglevering, naast de KV-aansluiting voor levering, zorgt voor extra kosten en onnodige infrastructuur. Daarnaast is het hiermee niet mogelijk om 'achter de meter' de eigen opwek te gebruiken en op momenten van veel opwek vraagsturing toe te passen of opslagsystemen te gebruiken. Hernieuwbare opwek draagt bij aan de duurzaamheids- en klimaatdoelstellingen in algemene zin en specifiek voor Lincolnpark. Daarnaast kan extra opwek de congestieproblemen aan de leveringskant op sommige momenten verlichten.

Liander onderzoekt daarom de mogelijkheid om partijen zoals de scholen en de sporthal van een GV-aansluiting met het passende terugleververmogen te voorzien met op diezelfde aansluiting een (tijdelijke) contractuele beperking op levering ter grootte van een KV-aansluiting.

Deze oplossingsrichting zou ook interessant kunnen zijn voor woningcomplexen met gemeenschappelijke voorzieningen die binnen de KV-aansluitcategorie vallen en de potentie voor grootschalige PV opwek.

Parkeerhub die gebruik maakt van PV opwek omliggende gebouwen

Het is nog niet bekend of en hoeveel zonne energie er opgewekt gaat worden op de parkeerhubs. Wel is al duidelijk dat het vermogen binnen een KV-aansluiting zeer beperkt is voor de parkeerhubs, gegeven de verwachte behoefte voor het laden van elektrische voertuigen. Voor de lange termijn is een GV-aansluiting benodigd. Aangezien deze op dit moment niet kan worden gerealiseerd, zijn andere oplossingen onderzocht.

De parkeerhub die naar verwachting als eerste wordt gerealiseerd is die in Centrum 1. Deze parkeerhub is gepland naast het scholencomplex. Het PV systeem van het scholencomplex wekt meer op dan het verbruik van de scholen op zonnige momenten in het jaar. Het is daarom interessant om te onderzoeken op welke manier de parkeerhub gebruik zou kunnen maken van deze overschotten. Concreet zou dit betekenen dat de laadpalen in de parkeerhub meer vermogen beschikbaar krijgen op momenten dat er bij de scholen meer wordt opgewekt dan er gebruikt wordt (zie [bijlage](#)).

Het is nog de vraag of dit technisch en regulatorisch mogelijk is. Middels een extra meetpunt bij de school (MLOEA - Meerdere Leveranciers Op Een Aansluiting) zouden theoretisch gezien laadpunten in de parkeerhub fysiek achter de aansluiten van de scholen worden aangesloten. Het is hier van belang dat het technisch systeem in de parkeerhub dat achter de aansluiting van de scholen komt galvanisch gescheiden wordt van de technische installatie die achter de eigen aansluiting van de parkeerhub zit. Dit zou ook betekenen dat specifieke laadpunten enkel werken op moment van overschot aan zonne energie bij de scholen.

Een technisch eenvoudigere oplossing is het virtueel delen van een aansluiting tussen de scholen en de parkeerhub. Via real-time metingen en slimme monitorings- en aansturingsoftware is het mogelijk om de laadpunten in de parkeerhub enkel extra vermogen te laten afnemen op het moment dat dit beschikbaar is door de extra opwek bij de scholen. Hiervoor dient de parkeerhub een GV-aansluiting te krijgen, met een dynamische beperking op het transportvermogen. De mogelijkheid hiervan moet regulatorisch nog verder worden onderzocht en lijkt op de oplossingsrichting van het virtueel lokaal energiesysteem die hierna verder wordt toegelicht.

Virtueel lokaal energiesysteem in het gebied

Op het bedrijventerrein Schiphol Trade Park (STP) is onlangs een pilot project gerealiseerd met een zogenaamd 'Virtueel Net' of 'Virtueel Lokaal EnergieSysteem (LES)'. Deze oplossing maakt het mogelijk voor partijen met beperkt gecontracteerd transportvermogen om toch levering van elektriciteit te krijgen door gebruik te maken van de ongebruikte gecontracteerde capaciteit van andere partijen in het gebied (zie voor meer informatie de [website](#) van initiatiefnemer SADC). Door middel van real-time metingen en slimme sturing wordt de beschikbare netcapaciteit optimaal benut en de leveringszekerheid gewaarborgd. Indien er onvoldoende capaciteit beschikbaar is in het gebied, worden batterijen en generatoren achter de meter bij deelnemende partijen automatisch ingeschakeld. Deze partijen nemen deel in een energiecollectief waarin onderlinge afspraken zijn gemaakt over verrekeningen welke automatisch worden verwerkt. Dit systeem kan daarnaast worden gebruikt om duurzame energie onderling uit te wisselen.

Eén van de voorwaarden om een virtueel LES oplossing technisch mogelijk te maken is dat alle deelnemende partijen op hetzelfde deel van het net zijn aangesloten (bijvoorbeeld dezelfde MS-route) en het net voldoende robuust is. Aangezien het elektriciteitsnet voor Lincolnpark grotendeels nog moet worden gerealiseerd lijkt dit geen obstakel te vormen. Wel is dit iets om in een vroeg stadium rekening mee te houden bij het netontwerp.

De virtueel LES oplossing bij STP heeft een pilotstatus bij Liander. Het systeem is op 14 april 2022 '[live](#)' gegaan waarbij ook de werking is aangetoond. Liander evalueert het effect op het net in de komende periode. Liander ziet de meerwaarde van een dergelijke oplossing, maar wil ervoor waken dat het optimaliseren van het gebruik van het elektriciteitsnet in het ene gebied, geen negatieve impact heeft op andere delen van het net en de leveringszekerheid voor iedereen geborgd blijft. De virtuele LES oplossing werkt binnen de huidige wettelijke kaders. Op meerdere vlakken moeten nog stappen gezet worden om de virtueel LES oplossing vanuit de Netbeheerder in te zetten. Voorlopig wil Liander een virtueel LES oplossing alleen op initiatief van en gedragen door gebiedspartijen (waaronder bijvoorbeeld de gemeente) faciliteren.

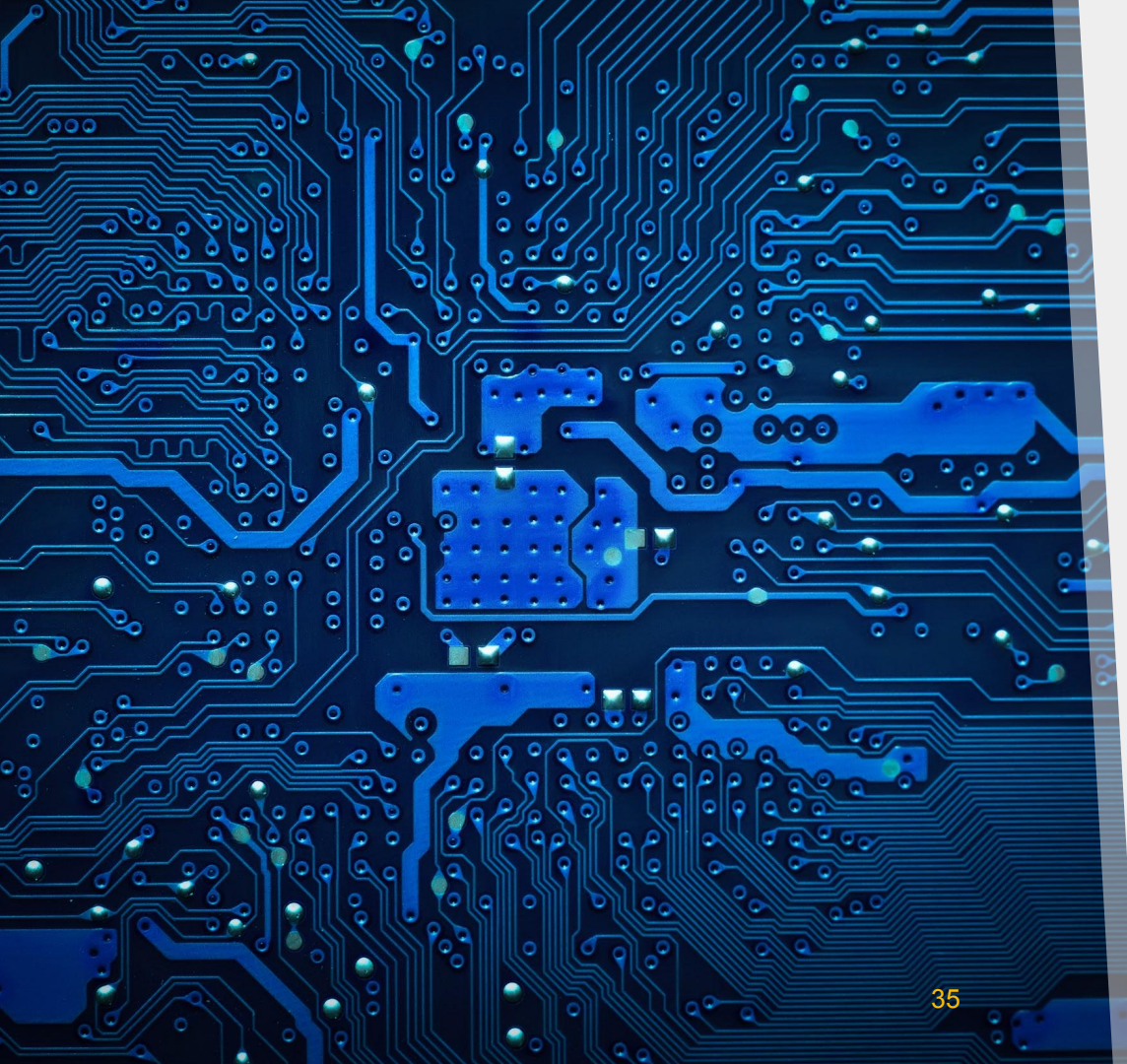
Tijdelijk extra vermogen in de daluren

In de daluren, voornamelijk 's nachts, in de weekenden en op zonnige dagen, is er nog veel capaciteit in het elektriciteitsnet beschikbaar. Deze capaciteit kan interessant zijn voor partijen die bijvoorbeeld batterijsystemen of een warmtebuffer hebben die ze met elektriciteit in de daluren kunnen opladen om daarmee de vraag tijdens de piekuren te kunnen verminderen.

Dit houdt in dat een partij een aangepast contract krijgt aangeboden van Liander, waarbij overdag bijvoorbeeld maximaal 50kW mag worden afgenomen en in de daluren (bijvoorbeeld 22:00 - 5:00) 150kW. Hiervoor dient de partij een GV-aansluiting en bijbehorende technische installatie te krijgen. Deze contractvorm is momenteel in ontwikkeling binnen Liander en wordt in sommige gevallen al aangeboden aan klanten - Tijdsgebonden Contract bij Transportbeperking (TCT).

Voor partijen die een batterijsysteem overwegen, zoals bijvoorbeeld de exploitant van de supermarkt, kan een TCT extra mogelijkheden bieden om de piekvraag verder te reduceren.

Het is voor ontwikkelende partijen daarom goed om, samen met Liander, de mogelijkheden van deze nieuwe contractvorm per specifieke situatie te onderzoeken.



Bronnen

Bronnenlijst (1/2)

- [1] Posad Maxwan, Lincolnpark tweede fase, Stedenbouwkundig plan op hoofdlijnen.
- [2] De energietransitie en de financiële impact voor netbeheerders, 7 April 2021, PwC.
https://www.netbeheernederland.nl/_upload/RadFiles/New/Documents/20210407-Finaal%20rapport%20Project%20FIEN.pdf
- [3] Capaciteitskaart, 2022, Netbeheer Nederland. <https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>
- [4] Actuele knelpunten en oplossingen in Amstelland-Meerlanden (Noord-Holland), Liander.
<https://www.liander.nl/sites/default/files/Overzicht%20knelpunten%20-%20Noord-Holland%20-%20Regio%20Amstelland-Meerlanden.pdf>
- [5] Meer rendement door aftoppen, Liander. https://www.liander.nl/sites/default/files/Liander_inlegvel_Aftop.pdf
- [6] Bouwbesluit online, 2012, Rijksoverheid. https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012_nvt/artikelsgewijs/hfd3/afd3-6
- [7] Open datasets for Electric Mobility Research, April 2020, Elaad. https://platform.elaad.io/analyses/ElaadNL_opendata.php
- [8] Algemene Voorwaarden aansluiting en transport elektriciteit voor zakelijke afnemers (niet-zijnde producenten), Liander, 2001.
https://www.liander.nl/sites/default/files/Aansluitingen-Algemene_voorwaarden-Elektriciteit-Zakelijke_afnemers.pdf
- [9] Lincolnpark; Haalbaarheidsstudie voor Nul Op De Meter Woonwijk, 23 februari 2022, TNO & Cauberg.
- [10] Bouwbesluit Online 2012: Afdeling 3.6 Luchtverversing, 2012, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012_nvt/artikelsgewijs/hfd3/afd3-6
- [11] Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen, Energieonderzoek Centrum Nederland, 2016.
<https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3A6c43a6ac-1a4a-423b-b4ad-dcab9eae86d7>

Bronnenlijst (2/2)

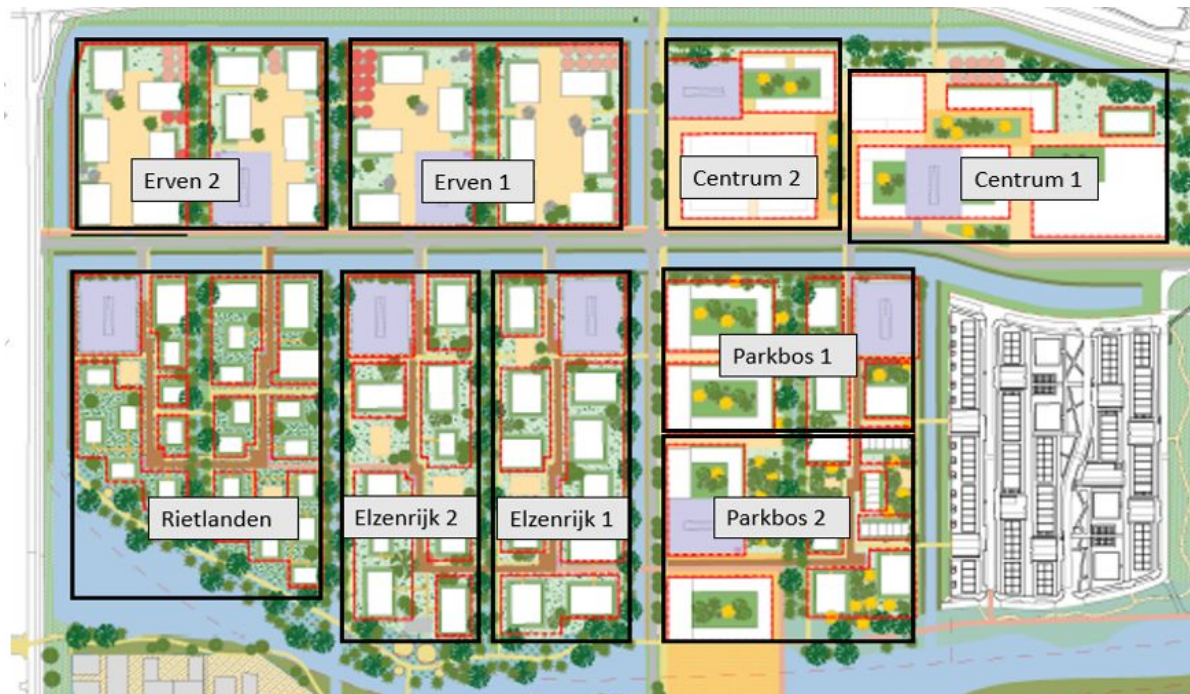
- [12] Verbruiksprofielen, NEDU, 2022. <https://www.nedu.nl/documenten/verbruiksprofielen/>
- [13] Handreiking optimaal ventileren op Scholen, 14 december 2021, VO-Raad.
<https://www.vo-raad.nl/system/downloads/attachments/000/001/048/original/2021handreiking-optimaal-ventileren-op-scholen.pdf>
- [14] KVLO-normen tegenwoordig maatgevend voor bouw en inrichting gymzalen, oktober 2009, KLVO.
<https://www.kennisbanksportenbewegen.nl/?file=5591&m=1449495112&action=file.download#:~:text=De%20belijning%20moet%20minimaal%20zijn%20en%20afgestemd%20op%20de%20schoolge%2D%20bruikers.&text=De%20zaalruimte%20moet%20verwarmd%20kunnen.maximaal%2025%20%C2%B0C%20bedragen.>
- [15] Kwaliteitsnormen club-/kleedgebouw, december 2017, KNVB. <https://www.knvb.nl/downloads/bestand/1920/kwaliteitsnormen-club--en-kleedgebouw>
- [16] Normen kleed-wasruimten, januari 2011, NOS-NSF. <https://sportvloeren.sport.nl/umbraco/api/normen/getfilebyid?id=59>
- [17] Fornuis, elektrisch met oven, Horecaworld. <https://www.horecaworld.biz/fornuis-elektrisch-met-oven-4-platen-saro-423-1080>
- [18] Koelkast glazen deur, Horecaworld. <https://www.horecaworld.biz/koelkast-glazen-deur-115-liter-h-84-x-54-x-53-cm-zwart-gastro>
- [19] Koelcel 136x136x220(H) cm, Horecaworld. <https://www.horecaworld.biz/koelcel-136-x-136-x-220-h-cm-80mm-wanden-wand-motor-combisteel>
- [20] Vriescel 166x226x220(H) cm, Horecaworld. <https://www.horecaworld.biz/vriescel-166-x-226-x-220-h-cm-80mm-wanden-wand-motor-combisteel>
- [21] Datasheet Friteuse 700, B400, 2x8L, Bartscher. <https://www.bartscher.com/de/permalink/datasheet/272335/nl>
- [22] Laadinfrastructuur voor elektrisch vervoer - EPBD III, 18 Mei 2021, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
<https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-regels/laadinfrastructuur-elektrisch-vervoer>
- [23] Elektrisch rijden in stroomversnelling, Oktober 2021, Elaad. https://www.elaad.nl/uploads/files/202103_Elaad_Outlook_Personenautos_2050.pdf



Bijlagen

Deelgebieden

Figuur 6: Overzichtskaart van Lincolnpark met concept indeling van de deelgebieden [1]



Deelgebieden

Figuur 7: Concept overzichtskaart van Lincolnpark met kavels [1]



Achtergrond - Overzicht aansluitingen

De vermogens (met een power factor van 0,85, welke de minimale power factor is welke Liander levert [\[8\]](#)) in de tabel hieronder is de maximale piekbelasting die een aansluiting mag vragen om in die categorie te passen. Voor de grootverbruikaansluitingen (GV) is ook weergegeven op welke laag van het stroomnet deze dient te worden aangesloten.

Kleinverbruikaansluitingen (KV)			Grootverbruikaansluitingen (GV)	
1-fase	<16 kW	100 kVA	85 kW	Laagspanningsnet
3x25 A	15 kW	160 kVA	136 kW	Laagspanningsnet/Middenspanningsnet
3x35 A	21 kW	630 kVA	553 kW	Middenspanningsnet
3x50 A	29 kW	1 MVA	850 kW	Middenspanningsnet
3x63 A	37 kW	2 MVA	1700 kW	Middenspanningsnet
3x80 A	47 kW	5 MVA	4250 kW	Middenspanningsnet/Hoogspanningsnet
		10 MVA	4250 kW	Middenspanningsnet/Hoogspanningsnet
		>10MVA	maatwerk	Hoogspanningsnet

Tabel 1: Klein- en grootverbruikaansluitingen en het corresponderende vermogen

Van bovenstaande tabel is Liander in staat het linkerdeel, de KV-aansluitingen te realiseren voor woningbouw en utiliteit. Collectieve voorzieningen kunnen onder voorwaarden en in gesprek met de netbeheerder soms worden aangesloten met een GV-aansluiting in de rechterkolom.

Aannames - Kentallen warmte

	1. Lucht-water	2. Bodem-water	3. Weerstand verwarming
COP verwarming	3,7	4,4	1
COP douche	3,3	2,6	3,3
COP koeling	3	10	3
Warmteterugwinning (WTW)	Ja	Ja	Nee
Energievraag [kWh/m2/jaar]	50,34	44,96	64,2

Tabel 2: Kentallen warmtepompen op basis van TNO/Cauberg rapport [9]

Isolatie waarden

- Vloer 3,7 m²K/W
- Gevel 4,7 m²K/W
- Dak 6,3 m²K/W
- Glas 1,2 W/m²

Warmtevraag anders

- Tapwater 880 kWh/persoon/jaar

Overig

- Maximaal temperatuurverschil 30 °C (sporthal: 28 °C)
- Maximaal temperatuurverschil 20 °C koeling
- Verversingssnelheid lucht 25 m³/hr/persoon [\[10\]](#)
- Rendement WTW 95%

Aannames - Kentallen zonne-energie

Voor zonne-energie is gerekend met oost-west opstellingen voor alle gebouwen in het gebied. Ondanks dat de opbrengst van oost-west opstellingen lager is dan opstellingen die 100% op het zuiden liggen, kennen deze een aantal voordelen. Allereerst is deze opstelling consistent in haar opbrengst en levert deze eerder in de ochtend en langer op de dag stroom. Daarnaast kan een groter deel van het dak benut worden doordat de zonnepanelen dichter op elkaar kunnen liggen. Voor alle analyses is aangenomen dat deze panelen onder een hoek van 10° liggen.

Verder hebben de panelen een vermogen van 210 Wp/m^2 en voor eerste berekeningen een opbrengst van 900 kWh/kWp voor het dak en 130 kWh/m^2 voor de gevel. Van het totale dak is 70% beschikbaar voor het leggen van zonnepanelen. Enige uitzondering hierop zijn de scholen, waar een deel van het dak bekleed is met sedumdak.

Voor meer gedetailleerde analyses van de school en de sporthallen is er uitgegaan van een performance ratio (PR) van 85% en weerdata van het KNMI uit 2021.



Utiliteit - Gemeenschappelijke ruimtes zorgwoningen

De gemeenschappelijke ruimtes in de zorgwoningen zijn plekken waar de bewoners samen kunnen komen en waar het (avond)eten voor hen bereid wordt en opgediend. Om deze reden dienen er dus meerdere inductiekookplaten aanwezig te zijn (inschatting: 10-16 pitten) en moeten deze ruimtes goed worden verwarmd. In tegenstelling tot centrale voorzieningen in appartementengebouwen, dient de gang en gezamenlijke woonruimte een behagelijke temperatuur te hebben en kan hier dus meer warmtevraag worden verwacht.

Daarnaast, door de doelgroep, die niet altijd goed ter been is, is het belangrijk dat er genoeg liften in het gebouw aanwezig zijn. Om die reden is er voor gekozen te rekenen met 2 liften.

Het totale piekvermogen voor de verschillende warmte-oplossingen is:

- | | | |
|----|----------------------|--------|
| 1. | Lucht-water | 33 kWp |
| 2. | Bodem-water | 32 kWp |
| 3. | Weerstandsverwarming | 40 kWp |

Overzicht

Zonnepanelen	-
Liften	2
Liften	20 kWp
Inductiekookplaat	3
Inductiekookplaat	2 kWp
Aantal personen	50
Warmteterugwinning	Ja
Warm water	Nee
Oppervlak	613 m ²
Elektriciteitsverbruik	55 kWh/m ² /jaar [11]
Referentieprofiel	NEDU [12]
Piek profiel	7 kWp
Warmtevraag thermisch	14 kW
Warmtevraag elektrisch	
1. Lucht-water	4 kW
2. Bodem-water	3 kW
3. Weerstand	11 kW

Utiliteit - Scholen

In Centrum 1 zitten binnen één kavel twee scholen. Een praktijkschool en een voortgezet onderwijs. Een architect dient het ontwerp van de scholen verder uit te werken. Bij gebrek aan voorlopig ontwerp is er gerekend met de volgende aannames. De scholen zitten in hetzelfde pand en deze hebben 1 lift in het pand. Gezien er geen avondeten gemaakt dient te worden zijn er geen inductiekookplaten aanwezig. Wel is hier voor te stellen dat de praktijkschool of het voortgezet onderwijs praktijklokalen met inductiekookplaten zou willen. Dit moet in overleg met de school worden kortgesloten. Gezien de gelijktijdigheid van het aanzetten van deze kookplaten aan het begin van een les kan dit problematisch zijn voor de aansluiting. Dit geldt voor alle apparatuur die eventueel nog niet meegenomen is in deze studie maar wel geïnstalleerd dient te worden voor educatieve doeleinden.

Voor de warmtevraag is er rekening gehouden met hogere ventilatienormen (zo'n acht keer hoger) dan de standaard kentallen, zoals beschreven in het rapport van de VO-raad over ventileren op scholen [\[13\]](#).

Het totale piekvermogen voor de verschillende warmte-oplossingen is:

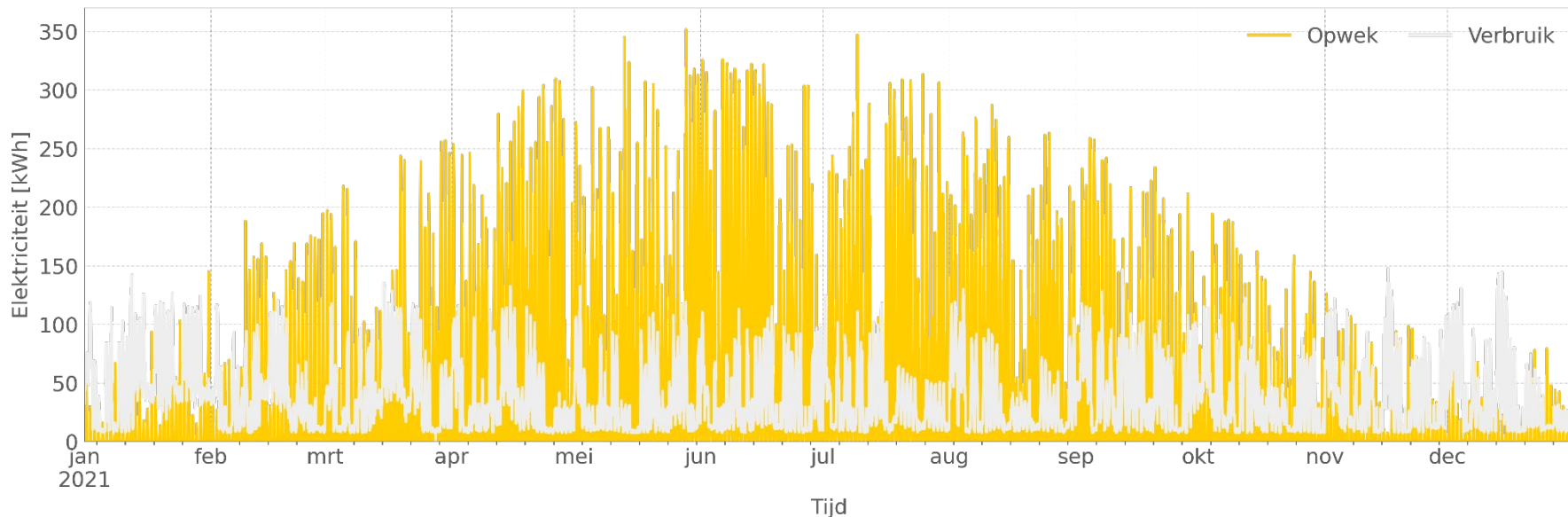
- | | | |
|----|------------------|---------|
| 1. | Lucht-water | 68 kWp |
| 2. | Bodem-water | 64 kWp |
| 3. | Weerstandswarmte | 127 kWp |

Overzicht

Zonnepanelen	351 kWp
Liften	1
Liften	10 kWp
Inductiekookplaat	-
Inductiekookplaat	-
Aantal personen	500
Warmteterugwinning	Ja
Warm water	Nee
Oppervlak	9.000 m ²
Elektriciteitsverbruik	37 kWh/m ² /jaar [11]
Referentieprofiel	Referentieprofiel
Piek profiel	36 kWp
Warmtevraag thermisch	80 kW
Warmtevraag elektrisch	
1. Lucht-water	22 kW
2. Bodem-water	18 kW
3. Weerstand	81 kW

Utiliteit - Scholen

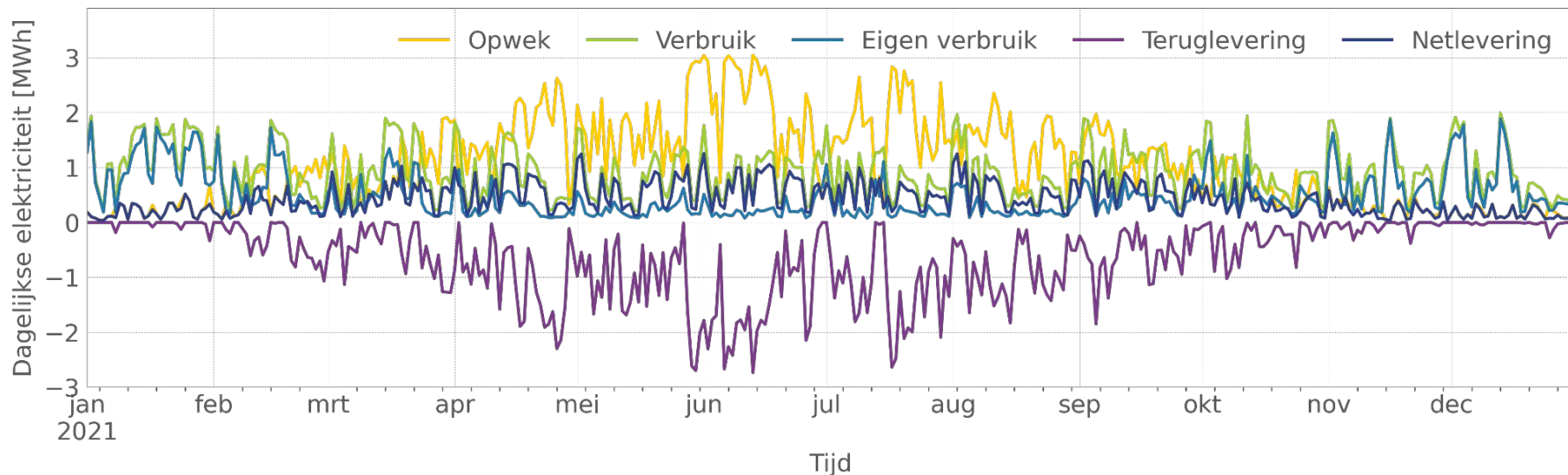
Grafiek 1: Opwek en verbruik van scholen per uur



Totale opwek van de zonnepanelen op het dak van de school en het verbruik over het jaar 2021. Opwek gebaseerd op aannames zoals benoemd in [bijlage](#) en verbruiksprofiel op basis van referentieprofiel. De jaarlijkse opwek voor 2021 was **383 MWh** en de jaarlijkse vraag was **333 MWh**.

Utiliteit - Scholen

Grafiek 2: Energiestromen en origine per dag



Bovenstaande grafiek laat de oorsprong van de stroom, de opwek en het verbruik zien per dag. Op momenten dat er geen zonne-stroom beschikbaar is dient er stroom te worden geleverd door het net en bij overschotten wordt er teruggeleverd. De zelf geconsumeerde stroom, ook wel het eigen verbruik is voor de scholen **53%** van de totale vraag. Omdat de leverprijs van stroom hoger is dan de terugleverprijs is een hoog eigen verbruik voordelig.

Utiliteit - Kantoren

Alle kantoren en praktijkruimten in de gebieden Centrum en Parkbos zullen voor nu met een KV-aansluiting moeten doen. Aangezien hier geen speelruimte in is is hier geen verdere analyse naar gedaan. Wel voorzagen we wellicht problemen voor de gemeenschappelijke ruimten van kantoorgezamel panden. Echter, waren er nog geen gegevens bekend over afmetingen en eventuele extra functies van deze ruimten. Hierdoor was het moeilijk een prognose te maken voor piekvermogens. Om deze reden is er gerekend met kentallen van de centrale voorzieningen van de zorgwoningen. Deze kentallen zijn teruggeschaald naar het oppervlak van de kantoorruimten,

Het totale piekvermogen voor de verschillende warmte-oplossingen is:

- | | | |
|----|------------------|--------|
| 1. | Lucht-water | 21 kWp |
| 2. | Bodem-water | 20 kWp |
| 3. | Weerstandswarmte | 30 kWp |

Overzicht

Zonnepanelen	-
Liften	1
Liften	10 kWp
Inductiekookplaat	-
Inductiekookplaat	-
Aantal personen	50
Warmteterugwinning	Ja
Warm water	Nee
Oppervlak	600 m ²
Elektriciteitsverbruik	55 kWh/m ² /jaar [11]
Referentieprofiel	NEDU [12]
Piek profiel	7 kWp
Warmtevraag thermisch	14 kW
Warmtevraag elektrisch	
1. Lucht-water	4 kW
2. Bodem-water	3 kW
3. Weerstand	13 kW

Utiliteit - Sporthal

Op het kavel van de sporthal zit zowel de sporthal als een in pandige horecagelegenheid. Er is aangenomen dat de horeca in dit pand zijn eigen aansluiting krijgt. Wanneer deze horecagelegenheid en sporthal galvanisch en installatietechnisch gescheiden zijn, is dit mogelijk.

Voor het bepalen van het piekvermogen van de warmte-oplossingen is er aangenomen dat de maximale temperatuur in de sporthal 18 °C hoeft te zijn [\[14\]](#). Verder wordt er in de sporthal een zonneboiler systeem geplaatst voor verwarming van douchewater. Het is aannemelijk dat een deel van deze vraag ook ten behoeve komt van de warmte-oplossing of een booster warmtepomp. Gezien de afwezigheid van randvoorwaarden en technische specificaties van dit systeem, is dit in deze fase van het onderzoek nog niet onderzocht.

Het totale piekvermogen voor de verschillende warmte-oplossingen is:

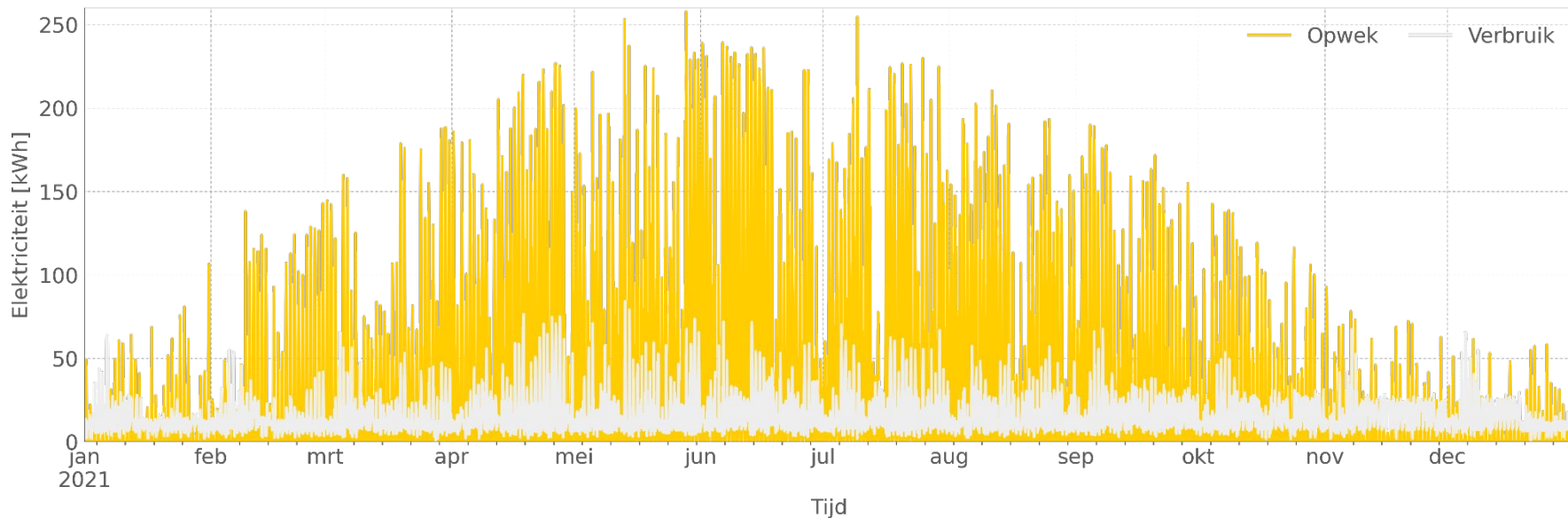
1.	Lucht-water	36 kWp
2.	Bodem-water	34 kWp
3.	Weerstandsverwarming	77 kWp

Overzicht

Zonnepanelen	128 kWp
Liften	-
Liften	-
Inductiekookplaat	-
Inductiekookplaat	-
Aantal personen	50
Warmteterugwinning	Nee
Warm water	Nee
Oppervlak	2.200 m ²
Elektriciteitsverbruik	63 kWh/m ² /jaar [11]
Referentieprofiel	Referentieprofiel
Piek profiel	21 kWp
Warmtevraag thermisch	56 kW
Warmtevraag elektrisch	
1. Lucht-water	15 kW
2. Bodem-water	13 kW
3. Weerstand	56 kW

Utiliteit - Sporthal

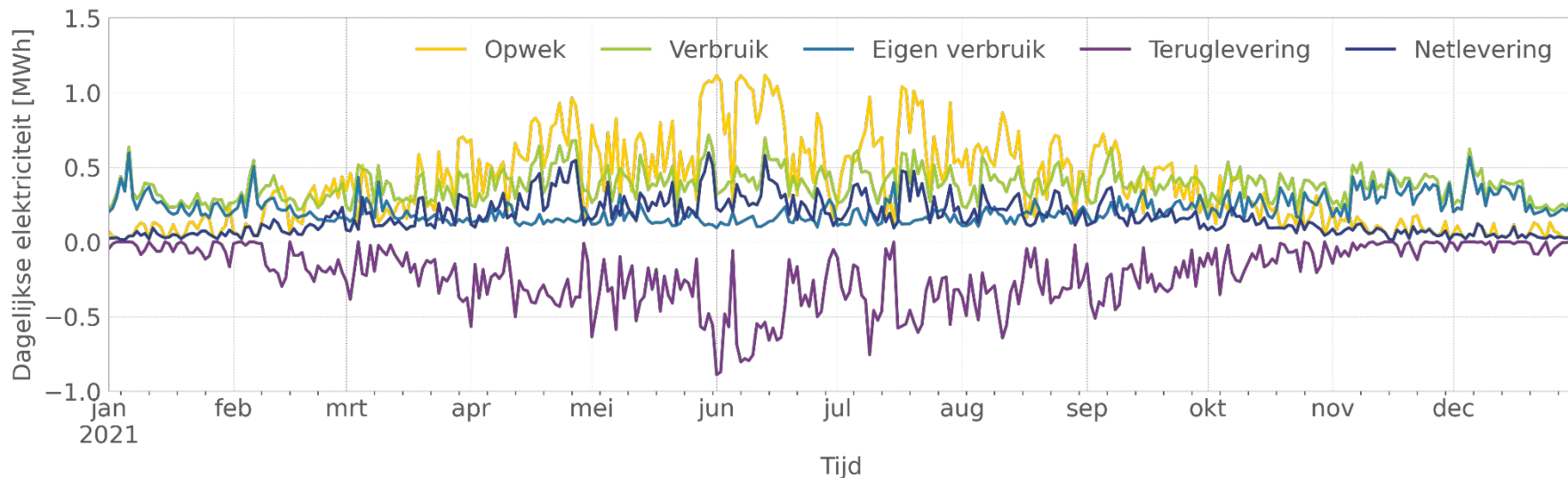
Grafiek 3: Opwek en verbruik van sporthal per uur



Totale opwek van de zonnepanelen op het dak van de school en het verbruik over het jaar 2021. Opwek is gebaseerd op aannames zoals benoemd in [bijlage](#) en verbruiksprofiel op basis van referentieprofiel. De jaarlijkse opwek voor 2021 was **139 MWh** en de jaarlijkse vraag was **140 MWh**.

Utiliteit - Sporthal

Grafiek 4: Energiestromen en origine per dag



Bovenstaande grafiek laat de oorsprong van de stroom, de opwek en het verbruik zien per dag. Op momenten dat er geen zonne-stroom beschikbaar is dient er stroom te worden geleverd door het net en bij overschotten wordt er teruggeleverd. De zelf geconsumeerde stroom, ook wel het eigen verbruik is voor de scholen **56%** van de totale vraag. Omdat de leverprijs van stroom hoger is dan de terugleverprijs is een hoog eigen verbruik voordelig.

Utiliteit - Sporthal

Zoals aangegeven is het warm water voor de sporthal niet meegenomen in de elektrische piekvraag. Wel is aannemelijk te maken dat het verwarmen van het tapwater voor een hogere piek elektriciteitsvraag zorgt.

Een douche verbruikt gemiddeld 6 liter per minuut en elke kleedkamer dient minstens vier douches te hebben [\[15\]](#). Het is goed mogelijk dat dit er nog meer zijn per kleedkamer. Voor een sporthal van dit formaat is het waarschijnlijk dat deze op te delen is in meer dan 1 gymzaal wat stelt dat er minstens 4 kleedkamers aanwezig dienen te zijn [\[16\]](#). In totaal zouden er in deze lage inschatting dus 16 douches in het pand aanwezig zijn. Wanneer deze allen 6 liter per minuut aan water nodig hebben resulteert dat in 96 liter per minuut of 5760 liter per uur voor het totaal.

In acht nemende dat een zonneboiler het water tot 30 °C kan opwarmen op een koude winterdag (best case) en tot 55 °C graden opgewarmd dient te worden dient er in zijn totaliteit 100 kW thermisch geleverd te worden voor alle douches samen. Bij een COP van 4 is er dan een totaal elektrisch vermogen van 25 kW nodig.

Voor het spreiden van deze pieken kan het relevant zijn om te onderzoeken of een buffervat mogelijk is op deze locatie. Hiervoor is het belangrijk eerste met de installateur van de zonne-boilers te praten om de specificaties van het systeem op te halen.

Utiliteit - *Supermarkt*

Zoals eerder aangegeven kan de tijd tot een GV-aansluiting mogelijk overbrugd worden met het slim inzetten van batterijen en zonnepanelen. Helaas waren er voor deze studie geen referentieprofielen beschikbaar en hebben we dit niet verder kunnen onderzoeken. Met hulp van de supermarktketen die hier al zijn eerste pilots mee draait is het relevant om dit verder te onderzoeken.

Utiliteit - Horeca

Over de horecagelegenheden is nog weinig bekend. Voorzover nu bekend is het totale oppervlak verdeeld over twee of drie locaties, waarvan één in de sporthal. Het hoge elektriciteitsverbruik per vierkante meter van een horecalocatie en de te verwachten correlatie tussen specifieke functie en verbruik kunnen veel impact hebben op de piekverbruik. Horeca kan zowel een lunchzaak als een restaurant zijn, ook dit heeft veel invloed op het piekvermogen. Vanwege de grote mate van onduidelijkheid met betrekking tot de horecagelegenheden zijn hier nog geen uitgebreide analyses over gedaan.

Ondanks de onzekerheid in vraagprofielen, is er een hoog-over berekening voor een restaurant van 300 m² gemaakt om gevoel te krijgen voor de mogelijke piekvraag*. Hierbij willen we benadrukken dat deze berekening is gemaakt met beperkte kennis en dat de werkelijkheid sterk af kan wijken van deze berekening. We nemen aan dat een restaurant van 300 m² ten minste één vierpit-fornuis met oven nodig heeft, welke volgens specificaties [17] 16 kW maximaal vraagt. Daarnaast een kleine koeling voor drinken met een maximaal vermogen van 0,85 kW [18]. Daarbij is er een koelcel nodig van 0,6 kW [19] en een vriescel van 2,1 kW [20]. Voor andere keukenapparatuur (denk aan mixers, bordenverwarmers, koffiezetapparaten, waterkokers, etc) en verlichting, nemen we aan dat er ook minstens 10 kW nodig is. Dit is in zijn totaliteit een vraag van 32 kWp. Hierbij is vooral het aantal pitten en ovens een bepalende factor voor het benodigde piekvermogen. Daarbij nemen we aan dat voor de warmtevraag nog eens 10-15 kWp (afhankelijk van de warmte-oplossing) aan elektrisch vermogen nodig is (geschaalde warmtevraag van kantoren). In totaal piekvermogen komt naar schatting op 40-45 kWp. In deze situatie zou dit nog net binnen een KV-aansluiting vallen, maar een extra oven met kookpitten zorgt voor problemen. Een friteuse met twee manden voegt daarbij nog eens 14 kWp [21] toe en daarom is het aannemelijk dat de horeca in de sporthal waarschijnlijk niet genoeg gaat hebben aan een kleinverbruikaansluiting.

Overzicht

Zonnepanelen	Geen
Liften	0
Inductiekookplaat	16 kWp* (4-pits+ oven)
Warmteterugwinning	Ja
Warm water	Onbekend
Oppervlak	550 m ²
Elektriciteitsverbruik	214 kWh/m ² /jaar [11]
Referentieprofiel	Geen
Keukenapparatuur	Vriezer, koelcel, koeling, frituur
Piek profiel	32 kWp**
Warmtevraag thermisch	14 kW**
Warmtevraag elektrisch	
1. Lucht-water	4 kW**
2. Bodem-water	3 kW**
3. Weerstand	13 kW**

* Met meerdere horecagelegenheden in het gebied is het aannemelijk te maken dat één hiervan een oppervlakte van 300 m² heeft)

** Allemaal onder voorbehoud en verdere aanscherping is nodig

Utiliteit - Parkeerhubs

Bij de aanleg van nieuwe parkeerplaatsen dient 10% van deze parkeerplaatsen te beschikken over laadpunten per 2025 [22]. Daarnaast, dient volgens dezelfde verplichting, de bouwer voorbereid te zijn op laadpunten bij 20% van de parkeerplekken door het aanleggen van loze leidingen voor deze plekken.

Afgelopen jaren neemt de maximale laadsnelheid van laadpalen toe [23]. Om deze reden nemen we aan dat op de parkeerhubs overwegend 11 kW laders geplaatst zullen worden. Echter, door de gemengde functie van deze parkeerplekken, welke zowel werknemers, bewoners, bezoekers en bestuurders van deelauto's moeten bedienen, is het onwaarschijnlijk dat de gelijktijdigheid van de laadpalen hoog is. Volgens dezelfde open data van Elaad [7] ziet het laadprofiel van residentieel en werkgebonden laden er namelijk anders uit. Om dit mee te nemen is het maximaal vermogen van de laadhubs bepaald op basis van 4 kW per lader gelijktijdig.

	Bewoners	Bezoek bewoners	Werknemers	Bezoek bedrijven	Deelauto's	Dubbelgebruik	Totaal	Piekvraag 10% [kW]	Piekvraag 20% [kW]
Centrum 1	156	59	48	81	20	-46	318	127,2	254,4
Centrum 2	20	15	34	282	-	-	351	140,4	280,8
Parkbos 1	186	70	46	20	23	-49	296	118,4	236,8
Parkbos 2	184	69	46	20	23	-49	293	117,2	234,4

Tabel 3: Gebruiksaantallen en piekvraag parkeerhubs Centrum en Parkbos

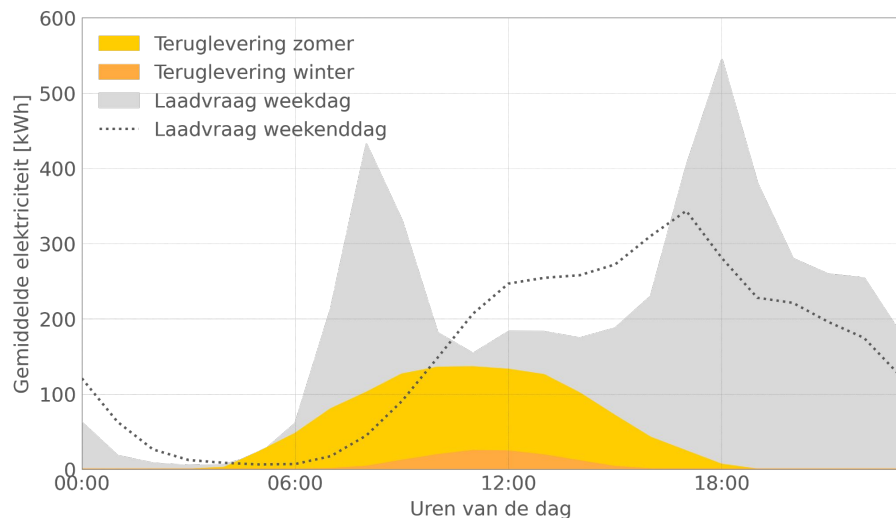
Utiliteit - Parkeerhubs

Het is interessant om de mogelijkheid te onderzoeken om de parkeerhub gebruik te laten maken van de opwek van zonne energie bij bijvoorbeeld de scholen.

De grafiek rechts laat de verwachte teruglevering van het scholencomplex zien ten opzichte van de verwachte laadvraag (zonder toepassing slim laden) wanneer 10% van de parkeerplekken een laadpunt heeft.

Hierin is te zien dat een deel van het gevraagd laadvermogen direct uit de teruggeleverde zonne energie kan komen.

Grafiek 5: Laadvraag tov teruglevering



Woningen

Het aantal woningen in het gebied wordt meer dan in eerste instantie ingeschat is op basis van het Stedenbouwkundig plan [1]. Daarom was het nodig dit te herschalen naar het nieuw aantal woningen (van 1.500 naar 1.800). Hierna is op basis van kentallen uit het TNO/Cauberg rapport [9], gegevens over de indeling van de wooncomplexen een inschatting gemaakt naar de piekbelasting voor de verschillende warmte-oplossingen. Hierin is geen rekening gehouden met differentiatie tussen verschillende huizen van hetzelfde woningtype. Zo is de piekbelasting van elke rijwoning hetzelfde, ongeacht haar ligging. Het TNO/Cauberg rapport toont aan dat dit een incorrecte aanname is, maar gezien het detailniveau van deze studie voor nu niet relevant. Ook voor de opbrengsten van zonnepanelen, met uitzondering indien aangeven, is hier geen verschil in gemaakt.

Voor alle woningen is er per woningtype op huisniveau en op gebiedsniveau een inschatting gemaakt van de piekvraag. Op basis van deze getallen en de indeling van de kavels, welke was verstrekt door de gemeente Haarlemmermeer, kon bepaalt worden wat de piekvraag per kavel gaat zijn. De volgende slides bevatten achtergrondinformatie om tot deze piekgetallen te komen.

Woningen - Herschaling aantallen

	Urban villa	Kleine urban villa	Toren	Rijwoningen	Hofwoningen	Totaal
Blokken	22	20	23	0	4	69
Woningen	360	120	580	62	200	1.322
Oppervlakte [m2]	120	60	70	120	114	-
Oppervlakte totaal [m2]	43.200	7.200	40.600	7.440	22.857	121.297
Bouwlagen	4	2	3,2	0	4	-
Verdiepingen	1	1	1	3	1	-
Herschaling						
Blokken	22	20	23	0	4	69
Aantal	490	163	790	84	272	1.800
Oppervlakte [m2]	120	60	70	120	114	-
Oppervlakte totaal [m2]	58.820	9.803	55.280	10.130	31.122	165.155
Bouwlagen	6	2	4	0	4	-
Verdiepingen	1	1	1	3	1	-
Gevel oppervlakte [m2]	0	0	1.846	0	1.000	2.846
Gemiddeld aantal personen huishouden	2	2	2	2	2	-

Tabel 4: Woningaantallen op basis van TNO/Cauby rapport [9] en geschaald naar een totaal van 1800 woningen

Woningen - Piekvraag

	Urban villa	Kleine urban villa	Toren	Rijwoningen	Hofwoningen	Totaal
1. Lucht-water						
Elektrische warmtepiek [kWp/woning]	1,6	0,9	1,0	1,1	1,4	1,2
Totale warmtepiek [MWp]	784	143	751	96	377	2150
Elektrische koelpiek [MWp/woning]	1,0	0,6	0,6	0,8	0,9	0,8
Totale koelpiek [MWp]	503	91	479	64	244	1381
2. Bodem-water						
Elektrische warmtepiek [kWp/woning]	1,3	0,7	0,8	1,0	1,2	1,0
Totale warmtepiek [MWp]	659	120	631	81	317	1808
Elektrische koelpiek [MWp/woning]	0,6	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4
Totale koelpiek [MWp]	289	53	276	35	139	791
3. Weerstand warmte						
Elektrische warmtepiek [kWp/woning]	6,4	3,7	4,0	4,7	5,6	4,9
Totale warmtepiek [MWp]	3145	611	3172	396	1530	8854
Elektrische koelpiek [MWp/woning]	2,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,5
Totale koelpiek [MWp]	962	175	919	117	462	2636

Tabel 5: Piekvraag op basis van kerntallen warmte per woning en totaal voor alle woningen van dat woningtype in heel Lincolnpark

Woningen - Piekvraag

	Urban villa	Kleine urban villa	Toren	Rijwoningen	Hofwoningen
Elektrisch koken piekvraag [kWp]	1	1	1	1	1
Piekvraag (excl. w/k en koken) [kWp]	1	1	1	1	1
Totaal [kWp]	2	2	2	2	2
Totaal incl. warmte [kWp]					
1. Lucht-water WP [kWp]	3,6	2,9	3,0	3,1	3,4
2. Bodem-water WP [kWp]	3,3	2,7	2,8	3,0	3,2
3. Weerstand warmte [kWp]	8,4	5,7	6,0	6,7	7,6

Tabel 6: Piekvraag per woningtype incl. piekvraag ongerelateerd aan warmte