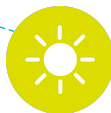


A large yellow circle containing the text 'Slimmer laden op Laadpleinen'.

Slimmer laden op Laadpleinen

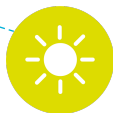




INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.....	4
1 Inleiding	5
2 Aanpak	7
3 Type laadpleinen.....	9
4 Optimalisatie laadprofielen	12
5 Aandachtspunten.....	14
6 Conclusies	16
7 Referenties.....	17
Bijlage 1 – Overzicht laadpleinen in de proeftuin.....	18
Bijlage 2 – Potentie van laadpleinen	19





SAMENVATTING

De elektriciteitsnetten in Nederland raken vol. Wat betreft elektrisch vervoer wordt het in de toekomst steeds moeilijker om nieuwe aansluitingen voor laadvoorzieningen op het net te realiseren. De inzet van laadpleinen kan daarom een praktische oplossing zijn om toch meer laadpalen te installeren, maar met minder aansluitingen en snellere doorlooptijden door bijvoorbeeld minder verkeersbesluiten. Bij een laadplein zitten er namelijk meerdere laadpunten aangesloten op dezelfde netaansluiting.

In de Proeftuin Slimme Laadpleinen zijn 46 laadpleinen gerealiseerd in 19 gemeenten om de rol en potentie van laadpleinen te onderzoeken in de totale uitrol van laadinfrastructuur. In dit onderzoek is de verbruiksdata van 22 van de laadpleinen uit de proeftuin geanalyseerd. Met behulp van een omgevingsanalyse zijn deze laadpleinen op basis van de respectievelijke laadprofielen geclassificeerd. Een laadprofiel geeft aan wat de elektriciteits- en vermogensvraag is per specifiek tijdsinterval.

Geografische variabelen blijken voorspellend en toonaangevend te zijn voor het type laadprofiel op een laadplein. Op basis van de laadprofielen van de 22 laadpleinen uit de proeftuin zijn drie typen te onderscheiden: **woon** (piek rond 18:00 uur), **werk** (piek rond 08:00 uur) of **bestemming** (geen duidelijke piek). Laadpleinen met een woonlaadprofiel vertonen een verband met gebouwen gebruiksfunctie 'woon'.

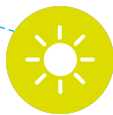
Bestemmingslaadpleinen laten soms ook veel gebouwen met woonfunctie in de omgeving zien. Echter, deze zijn weer specifiek te onderscheiden wanneer er veel gebouwen met logies- en sportfunctie in de buurt zijn. Het type laadprofiel 'werk' is goed te herkennen aan de gebouwen met gebouwfuncties industrie en kantoor.

Gemeenten en netbeheerders kunnen met de classificatie bijvoorbeeld beter anticiperen op netcongestie en de inzet van slimme laadconcepten bij de plaatsing van een nieuw laadplein. Ook kunnen marktpartijen de verschillende business cases voor laadpleinen beter afstemmen op de classificatie van de laadprofielen.

Naast de classificatie van de laadpleinen is ook de laadvraag per laadplein en bijbehorend laadprofieltype geoptimaliseerd aan de hand van netbewust laden, een vorm van slim laden, om de netcongestie te minimaliseren. Bij de meeste laadpleinen in de proeftuin ligt het door de CPO gekozen vermogen voor de netaansluiting al op gemiddeld 4 kW per laadpunt door load balancing. Netbewust laden biedt de mogelijkheid om het vermogen per laadpunt en dus de piek van het laadplein verder te reduceren, ook als het laadplein niet volledig bezet is. Per laadpleintype is hiervoor de avondpiek tussen 17: en 23:00 uur geoptimaliseerd door het vermogen te minimaliseren. De optimalisatie van de avondpiek laat zien dat ten opzichte van regulier laden er een reductiepotentie is van 34%, 16% en 23% op laadpleinen met respectievelijk een woon-, werk- en bestemmingslaadprofiel bij een basiscapaciteit van 4 kW. Als uitgesteld of gepauzeerd laden mogelijk wordt door wijze van 0 kW beschikbaar te stellen tijdens de piek, is er zelfs een reductie mogelijk van 77% voor een woon-, 34% voor een werk- en 49% voor een bestemmingslaadprofiel.

Om de berekende piekreductie daadwerkelijk te realiseren is onder andere de juiste informatie over de verwachte aansluitduur en energievraag per laadsessie nodig. Met de komst van de nieuwe communicatiestandaard [ISO-15118](#) wordt het mogelijk de *State of Charge* uit het voertuig op te halen. De verwachte aansluitduur is lastig te voorspellen en zal door input van de gebruiker beschikbaar moeten worden.





1 INLEIDING

De versnelling in de groei van elektrische voertuigen (EV's) vraagt ook om een versnelling in de realisatie van laadinfrastructuur. Op steeds meer plekken in Nederland worden daarom laadpalen geplaatst. Eind 2022 telde Nederland bijna 120.000 (semi-) publieke laadpunten. Echter, de elektriciteitsnetten raken ook steeds voller. Het wordt daarom in de toekomst steeds moeilijker om nieuwe aansluitingen, waaronder laadvoorzieningen, op het net te realiseren. De inzet van laadpleinen kan een praktische oplossing zijn om toch meer laadpalen te installeren, maar met minder aansluitingen en snellere doorlooptijden door minder verkeersbesluiten. Bij een laadplein zitten er namelijk meerdere laadpunten aangesloten op dezelfde netaansluiting.

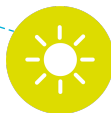
Om onderzoek te doen naar de optimale inzet van laadpleinen is het project **Proeftuin Slimme Laadpleinen** opgezet. Het doel van de proeftuin is om de rol en potentie van laadpleinen te onderzoeken in de totale uitrol van laadinfrastructuur. Hiervoor zijn binnen de proeftuin 46 laadpleinen gerealiseerd in 19 gemeenten. Op de kaart hiernaast en in bijlage 1 is een overzicht te zien van de laadpleinen gerealiseerd binnen het project.

Er zijn in de proeftuin ook slimme laadconcepten gerealiseerd, zoals het gebruik van lokaal opgewekte energie, slimme parkeersystemen en bovenal slim en Vehicle-2-Grid (V2G) laden. Laadpleinen bieden namelijk vaak ruimte om het beschikbare vermogen op de aansluiting slim over de verschillende laadpalen te verdelen. Er wordt zonder slimme aansturing bijvoorbeeld geen rekening gehouden met de *State of Charge* (SoC) van de batterij of de duur van een laadsessie. Door het toegekende vermogen aan een EV tijdens een laadsessie op een slimme manier te variëren, kan de vermogenspiek op het laadplein geoptimaliseerd worden.



Figuur 1.1 Locaties van laadpleinen in de proeftuin Slimme Laadpleinen





Laadprofielen spelen een belangrijke rol bij de optimalisatie van de laadsessies (zie ook [ElaadNL Outlook Laadprofielen](#)). Een laadprofiel geeft aan wat de elektriciteits- en vermogensvraag is per specifiek tijdsinterval. Door inzicht te hebben in het laadprofiel van een laadplein kunnen netbeheerders beter anticiperen op de verwachte netbelasting en slimme laadconcepten inzetten tegen netcongestie. Ook kunnen marktpartijen interessante business cases rondom de flexibele vermogensvraag van EV's bedenken. De inzet van zonnepanelen bij een laadplein waar voornamelijk overdag geladen wordt, kan een goed middel zijn om geen (dure) stroom te hoeven inkopen bij energieleveranciers. Een laadplein waar de vermogenspiek zich meer in de avond bevindt, kan juist gebruik maken van duurzame opslag om de vermogenspiek te reduceren.

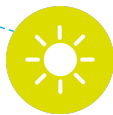
Dit wetende is het aantrekkelijk om al voor de realisatie van een laadplein een idee te krijgen van het te verwachten laadprofiel op een laadplein. Als er een mogelijkheid is om op voorhand een inschatting te maken van het laadprofiel, kunnen gemeenten gerichter laadpleinen realiseren of hierop inspelen. Ook is het dan mogelijk om de verwachte laadvraag op het laadplein te optimaliseren.

Binnen de Proeftuin Slimme Laadpleinen is er data verzameld van 22 laadpleinen. De laadpleinen zijn op basis van hun laadprofiel geclassificeerd. Vervolgens wordt in een omgevingsanalyse gekeken naar het verband tussen typen laadprofielen en gebouwen in de nabije omgeving. Daarna wordt de laadvraag per laadplein en laadprofieltype geoptimaliseerd. Verschillende laadprofielen leiden namelijk tot verschillende optimalisatieopties.

De opbouw van het document is als volgt. In hoofdstuk twee wordt eerst de aanpak die is toegepast binnen deze analyse besproken. Vervolgens

wordt in hoofdstuk 3 de classificatie van laadpleinen en de omgevingsanalyse toegelicht. In hoofdstuk 4 wordt inzicht gegeven in de optimalisatie van de verschillende typen laadprofielen. In hoofdstuk 5 worden de aandachtspunten besproken en, ten slotte, in hoofdstuk 6 de conclusies.





2 AANPAK

In dit hoofdstuk worden de aanpak en methodiek besproken die gebruikt zijn in deze analyse. De aanpak is tweeledig. Eerst is er een classificatie gedaan van de laadpleinen op basis van het laadprofiel. Hierbij is ook een omgevingsanalyse gedaan ter onderbouwing van de classificatie. Daarna is er een optimalisatie per laadplein uitgevoerd om de vermogensvraag te minimaliseren.

2.1 Classificatie laadprofieltypen

Om de laadpleinen te classificeren is gebruik gemaakt van laadtransactiedata van 22 verschillende laadpleinen uit de Proeftuin Slimme Laadpleinen. Deze data bestaat uit individuele laadsessies (starttijd, eindtijd, duur en elektriciteitsvraag per sessie) en meterwaarden (het vermogen van een laadsessie per 15 minuten) van AC-laadpalen met een maximaal vermogen van 11kW. Op basis van laadsessiedata en meterwaarden is een laadprofiel per laadplein opgesteld. Het type laadprofiel is geclassificeerd op basis van drie factoren: de gemiddelde sessietijd, de verhouding tussen de piek en het gemiddelde vermogen, en het moment van de vermogenspiek. Wanneer de vermogenspiek tweemaal zo groot is, of groter dan het gemiddelde vermogen op een laadplein, spreekt men van een duidelijke piek.

In lijn met inzichten uit de [ElaadNL Outlook Personenauto's](#) is aan laadpleinen met lange sessies waar de piek in de avond ligt een **woon**laadprofiel toegewezen. Waar er voornamelijk overdag geladen wordt en niet in de nacht, is een **werk**laadprofiel toegekend. Wanneer de laadsessies korter zijn en er niet een overduidelijke piek is, wordt er gesproken van een **bestemmings**laadprofiel. Een bestemmingslaadprofiel

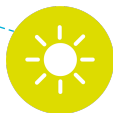
komt doorgaans voor bij laadpleinen voor bestemmingsverkeer breder dan wonen en werken, bijvoorbeeld in de buurt van winkelcentra of sportparken.

Omgevingsanalyse

Laadgedrag wordt veelal bepaald door de relatie tussen de EV-rijder en de omgeving waar de laadsessie plaatsvindt. Daarom is er gekeken of omgevingsfactoren, oftewel gebouwen in de nabije omgeving, bepalend zijn voor het laadprofiel op een laadplein. Als er een verband is tussen het laadprofiel en de omgevingsfactoren, kunnen gemeenten of andere (markt)partijen dit verwachte laadprofiel meenemen in de bepaling van de realisatie van een laadplein.

Er is een omgevingsanalyse uitgevoerd per laadplein op basis van gebouwen in de omgeving. Het Kadaster hanteert een dataset van openbare gebouwen inclusief de gebruiksfunctie. Denk hierbij aan woon-, kantoor-, winkel- of sportfunctie. Naar verwachting hebben bijvoorbeeld laadpleinen van het type 'woon' relatief meer gebouwen in de nabije omgeving met woonfunctie dan andere typen laadpleinen. Hiervoor is per type laadplein (woon, werk, bestemming) het aandeel gebruiksfuncties per gebouw binnen 250 meter van een laadplein bepaald. Dit komt overeen met de afstand die gemeenten over het algemeen aanhouden als maximale loopafstand naar een publieke laadpaal. De analyse is ook uitgevoerd voor een afstand van 500, 750 en 1000 meter, maar deze afstanden bleken minder goed uitsluitsel te geven voor een classificatie van het type laadprofiel op een laadplein. De resultaten van de omgevingsanalyse zijn daarom gebaseerd op een afstand van 250 meter.





2.2 Optimalisatie van de laadvraag

Het eerdergenoemde voordeel van laadpleinen is dat meerdere laadpalen op dezelfde netaansluiting aangesloten zitten. Het is mogelijk de aansluiting optimaal uit te nutten door de laadvraag op de laadpleinen zoveel mogelijk te verspreiden over de dag. Zo kan er evenveel energie geladen worden, terwijl de piek gereduceerd wordt. Een lagere capaciteit van de netaansluiting volstaat terwijl er evenveel energie geladen kan worden. Om inzichtelijk te maken hoeveel piekreductie per laadpleintype mogelijk is, is een optimalisatiemodel toegepast op de laadsessies voor de verschillende laadpleinen. Het is mogelijk verschillende laadstrategieën te hanteren, gestuurd op duurzame opwek, prijs of netcongestie. Deze analyse beperkt zich tot het laatste. Het optimalisatiemodel is onder andere opgebouwd aan de hand van uitgangspunten voor netbewust laden, een vorm van slim laden, uit het programma '[Slim Laden voor Iedereen](#)'. Om de potentie van de optimalisatie goed inzichtelijk te maken, wordt netbewust laden vergeleken met twee andere laadstrategieën: *regulier laden* en *load balancing*. Hieronder worden de uitgangspunten van de drie laadstrategieën besproken.

Regulier laden

Op de meeste laadpleinen die zijn geanalyseerd in dit onderzoek wordt load balancing toegepast. Echter, dit is niet altijd het geval. Wanneer er geen load balancing wordt toegepast, wordt er vaak regulier geladen. Bij regulier laden wordt er bij het moment van aankomst maximaal vermogen geladen. Om de potentiële meerwaarde van load balancing en netbewust laden inzichtelijk te kunnen maken, is er voor de geanalyseerde laadpleinen op basis van de aankomsttijd en de laadvraag een projectie gemaakt van de vermogensvraag als er regulier geladen zou worden.

Load balancing

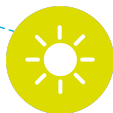
Bij slim laden op laadpleinen wordt er vaak gerefereerd naar load balancing. Bij load balancing is er keuze uit twee opties. De eerste optie is het evenredig verdelen van het vermogen over alle actieve laadsessies. De tweede optie is om de laadsessies van voertuigen wisselend van vermogen te voorzien. Op de geanalyseerde laadpleinen binnen de proeftuin is vaak voor de laatste optie gekozen, omdat sturen op gereduceerd vermogen kan leiden tot het in slaap vallen van enkele voertuigtypen. De laadsessies van de laadpleinen uit de proeftuin zijn gebruikt om de impact van load balancing in kaart te brengen.

Netbewust laden

Voor de laadpleinen is een optimalisatiemodel ontwikkeld om de potentie in piekreductie inzichtelijk te maken. Als uitgangspunt is het vermogen tussen 17:00 en 23:00 uur geminimaliseerd. Deze is afgezet tegen het reguliere laadprofiel (referentieprofiel) wanneer er 11 kW wordt geladen. Per plein zijn er twee modellen doorgerekend. Geminimaliseerd laden tussen 17:00 en 23:00 uur met een minimaal vermogen van 4 kW en volledig uitgesteld laden door 0 kW beschikbaar te stellen in deze periode. Het minimaal vermogen van 4 kW is toegepast als uitgangspunt, omdat netbeheerders dit als basiscapaciteit aanhouden voor netbewust laden in het programma '[Slim Laden Voor Iedereen](#)'.

Het optimalisatiemodel werkt volgens lineair programmeren, waarbij per laadplein het vermogen van alle laadpalen in kW op elk kwartier van de dag wordt opgeteld. Het doel is om het gevraagde vermogen per kwartier te minimaliseren tussen 17:00 en 23:00 uur. Dit onder de voorwaarde dat aan de energievraag voldaan wordt. Het doel van de optimalisatie is om aan te tonen hoeveel piekreductie er met deze twee opties haalbaar is.





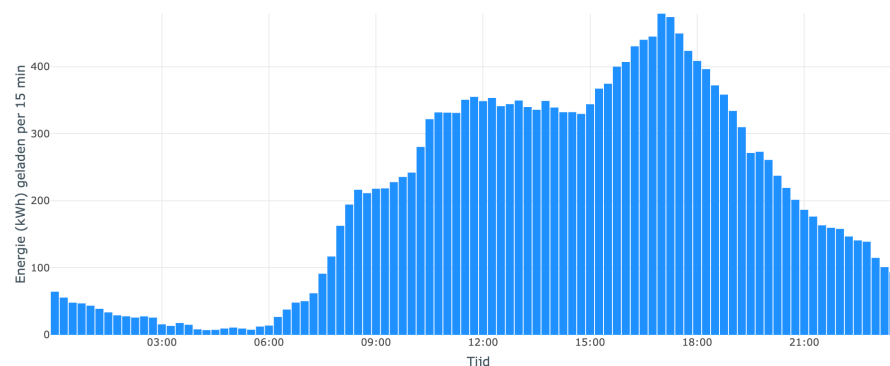
3 TYPE LAADPLEINEN

Dit hoofdstuk gaat in op de classificering van laadpleinen. Op basis van het laadprofiel zijn de 22 laadpleinen uit de Proeftuin Slimme Laadpleinen, waarvoor data is verzameld, toebedeeld aan een van drie typen: **woon**, **werk** of **bestemming**. Verder wordt er gekeken naar het verband tussen laadprofieltypen en gebouwen in de nabije omgeving. Zo is er bepaald of een laadprofieltype te detecteren is aan de hand van omgevingsfactoren.

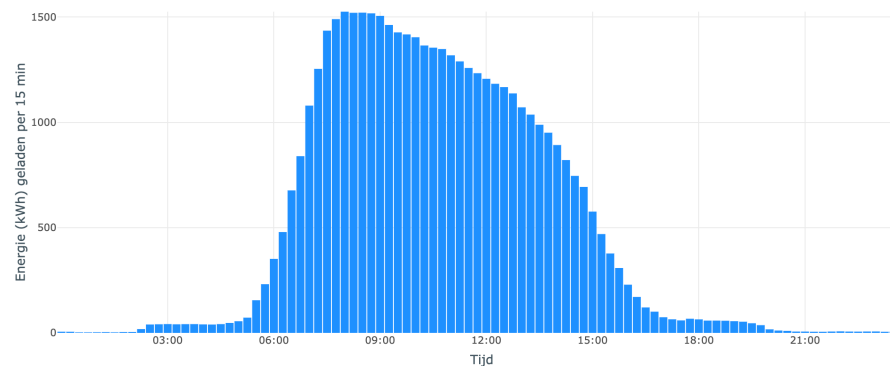
3.1 Classificatie laadprofielen

De laadpleinen binnen de proeftuin vertonen verschillende laadprofielen. Op basis van de locatie en grootte van de vermogenspiek op een laadplein is te bepalen wat voor type laadprofiel er plaatsvindt. Figuur 3.1 laat een voorbeeld zien van een woonlaadprofiel. De piek van zo'n profiel vormt zich rond 18:00. Het laadgedrag is kenmerkend voor de EV-rijder die na werk thuiskomt en een laadsessie start.

Figuur 3.2 toont een voorbeeld van een typisch werklaadprofiel. De laadvraag concentreert zich hier vooral overdag met een piek rond 08:00 uur als de werkdag begint. In de avond en nacht is er weinig tot geen activiteit.

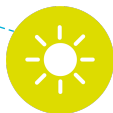


Figuur 3.1 Voorbeeld van een woonlaadprofiel op een van de laadpleinen

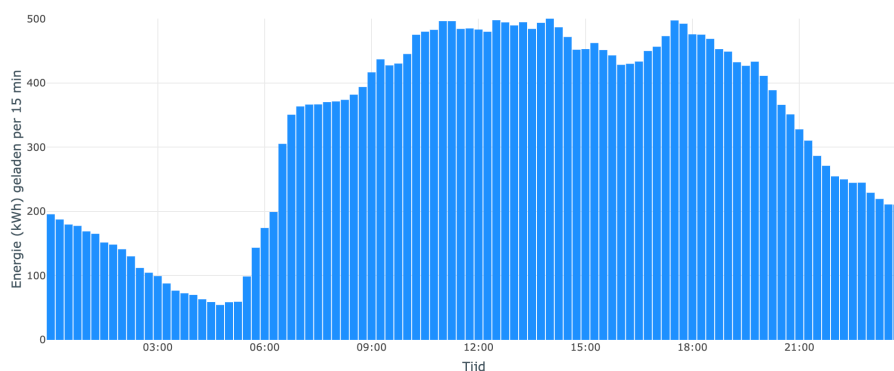


Figuur 3.2 Voorbeeld van een werklaadprofiel op een van de laadpleinen





Ten slotte geeft figuur 3.3 een bestemmingslaadprofiel weer. Bij dit type laadprofiel is er geen duidelijke piek zichtbaar en wordt er verspreid over de dag en nacht geladen. Zoals eerder genoemd, komt een bestemmingslaadprofiel voor bij laadpleinen voor bestemmingsverkeer breder dan woon en werk, bijvoorbeeld in de buurt van winkelcentra of sportparken. Vaak is de duur van laadsessies op bestemmingslaadpleinen ook korter dan van laadsessies op laadpleinen met een woon- of werklaadprofiel. Zo zijn de vier laadpleinen met de kortste laadsessies alle vier in de buurt van een winkelcentrum of sportpark.



Figuur 3.3 Voorbeeld van een bestemmingslaadprofiel op een van de laadpleinen

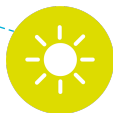
De eigenschappen van deze typische laadprofielen zijn gebruikt om op basis van laaddata een woon-, werk- of bestemmingslaadprofiel toe te wijzen aan de laadpleinen. De classificatie van de 22 laadpleinen uit de Proeftuin Slimme Laadpleinen is weergegeven in tabel 3.1. Aan de meeste laadpleinen is een woonlaadprofiel toegekend. Drie laadpleinen hebben een werkprofiel en vijf een bestemmingsprofiel. Ook is per laadpleintype de gemiddelde sessieduur en het gemiddeld verbruik per sessie te zien. Hierbij valt het op dat de gemiddelde connectietijd bij het woonlaadprofiel significant langer is. Bij het bestemmingslaadprofiel is het verbruik significant lager dan de andere typen.

Laadprofieltype	Aantal	Gemiddelde connectietijd per sessie (uren)	Gemiddeld verbruik per sessie (kWh)
Woon	15	14,8	22,1
Werk	2	6,9	19,0
Bestemming	5	6,5	15,3

Tabel 3.1 Overzicht laadpleinentypen

Soms is er sprake van een gecombineerd laadprofiel op een laadplein, omdat er verschillende gebruiksfuncties in de buurt zijn. Bijvoorbeeld wanneer er kantoren nabij een laadplein zijn, maar het laadplein zich ook in een woonwijk bevindt. In dat geval zal er een ochtend- en avondpiek zijn. Het is dus niet altijd mogelijk om compleet te voldoen aan de kwalificaties van één laadprofieltype. De omgevingsanalyse in de volgende paragraaf gaat dieper in op de gebruiksfuncties per type laadplein.





3.2 Omgevingsanalyse

De omgevingsanalyse kijkt naar het verband tussen de laadprofielen op de laadpleinen en de gebouwen in de nabije omgeving. De resultaten van de omgevingsanalyse worden besproken aan de hand van de gebouwfuncties rondom de verschillende typen laadpleinen.

Gebouwfuncties

De Basisregistratie Adressen en Gegevens ([BAG](#)) bevat een overzicht van alle gebouwen in Nederland, inclusief hun gebruiksfunctie en oppervlakte. Met behulp van deze data is het aandeel van elke gebruiksfunctie per laadpleintype binnen 250 meter vastgelegd. In tabel 4.2 is per laadpleintype een overzicht gemaakt van het aandeel per gebruiksfunctie binnen 250 meter.

Laadpleinen met een woonlaadprofiel vertonen een verband met gebouwen gebruiksfunctie 'woon'. Dit is in de lijn der verwachting en laat zien dat woontype laadprofielen te onderscheiden zijn wanneer er veel gebouwen met woonfunctie in de nabijheid zijn. Bestemmingslaadpleinen laten soms ook veel gebouwen met woonfunctie in de omgeving zien. Echter, deze zijn weer specifiek te onderscheiden wanneer er veel gebouwen met logiesfunctie in de buurt zijn. Ditzelfde geldt voor gebouwen met sportfunctie

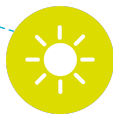
Het type laadprofiel 'werk' is goed te herkennen aan de gebouwfuncties industrie en kantoor. Wanneer deze hoog zijn is een werklaadprofiel te verwachten op het plein. Verder is te zien dat de andere gebouwfuncties niet tot nauwelijks aanwezig zijn.

Laadprofieltype	Woon	Werk	Bestemming
Gebouwfunctie			
Woonfunctie	47.000	9.500	27.000
Kantoorfunctie	8.000	12.500	7.500
Industriefunctie	6.000	15.500	0
Sportfunctie	500	1.000	2.500
Logiesfunctie	500	0	3.000
Overig	500	1.500	1.500

Tabel 4.2 Gemiddelde oppervlakte per gebouwfunctie in m²

Uit de omgevingsanalyse blijkt dat de aanwezigheid van bepaalde typen openbare gebouwen in de omgeving daadwerkelijk iets zegt over het te verwachten laadprofiel. Dat betekent dat het mogelijk is om bij het plaatsen van een laadplein een inschatting te krijgen van het type laadprofiel dat zal voorkomen op het laadplein. Dit kan dus interessant zijn voor bijvoorbeeld gemeenten en netbeheerders in de overweging van de plaatsing van een nieuw laadplein, bijvoorbeeld ter voorkoming van netcongestie.



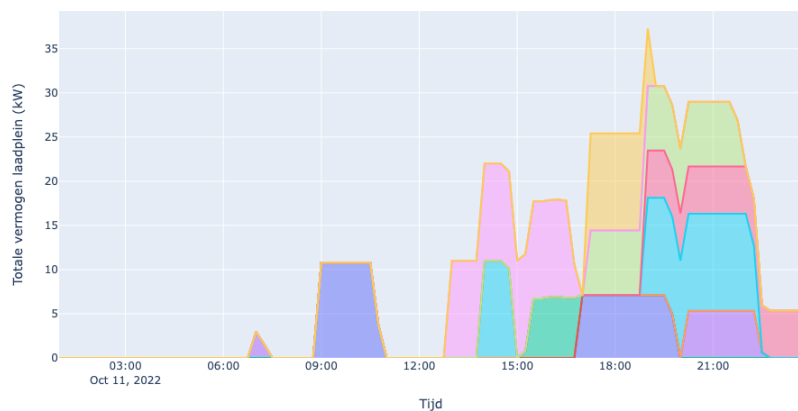


4 OPTIMALISATIE LAADPROFIELEN

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van de drie toegepaste laadstrategieën de potentie voor de optimalisatie van de laadprofielen op de geanalyseerde laadpleinen besproken.

4.1 Regulier laden

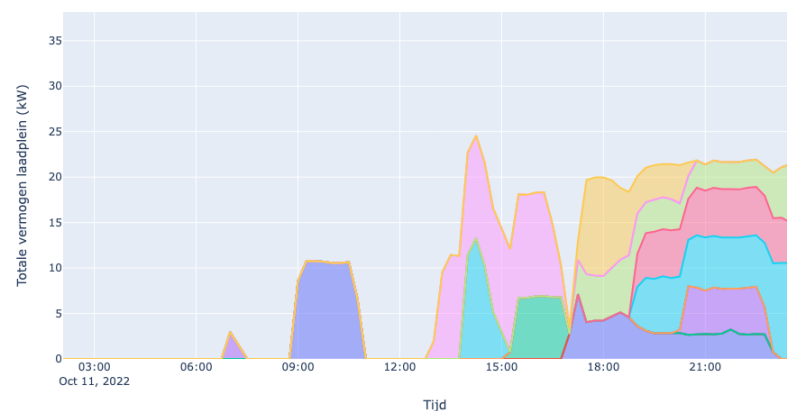
Op de laadpleinen binnen de Proeftuin Slimme Laadpleinen wordt load balancing toegepast, om onder de capaciteit van de netaansluiting te blijven. Om een beeld te krijgen van hoe er geladen zou zijn zonder load balancing is er voor elk laadplein een regulier laadprofiel toegepast. In figuur 4.1, waar elke kleur een laadsessie voorstelt, is te zien hoe de vermogenspiek rond zes uur 's avonds geweest zou zijn als er regulier geladen zou worden op een laadplein binnen de categorie woonlaadprofiel.



Figuur 4.1 Voorbeeld van regulier laden op een van de laadpleinen

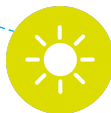
4.2 Load balancing

Load balancing is een principe waarbij op basis van een maximaal vermogen de beschikbare energie verdeeld wordt over de laadpunten. In dit specifieke voorbeeld is de capaciteit van de aansluiting 3x35 A, wat resulteert in een maximaal vermogen van 24 kW. Figuur 4.2 laat een voorbeeld zien van een laadplein uit de proeftuin waar load balancing ervoor zorgt dat het maximale vermogen niet overschreden wordt. Met behulp van load balancing wordt de vermogenspiek dus begrenst. Echter, load balancing is vaak niet optimaal met betrekking tot netbewust laden. Het effect van load balancing is vooral te zien bij woonlaad-profielen, omdat hier een duidelijke avondpiek is. Gemiddeld zou er bij deze profielen 12% meer geladen worden in de piek zonder load balancing. In figuur 4.2 is duidelijk nog een grote laadvraag te zien rond het avonduur. Wanneer het net overvraagd wordt rond dit tijdstip, is het wenselijk de laadvraag hier nog meer te beperken.



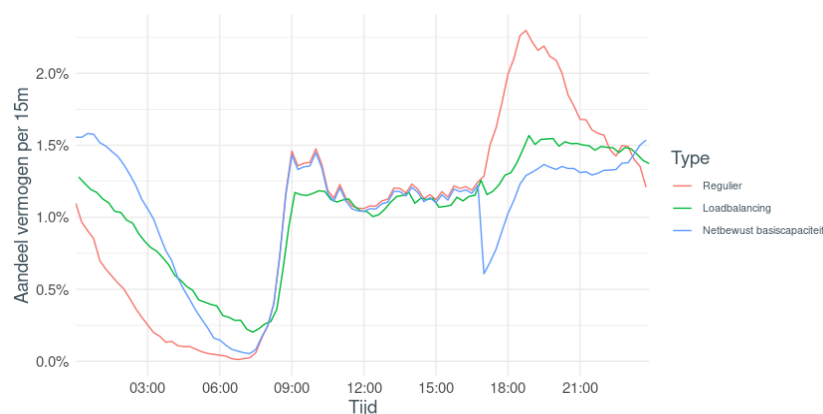
Figuur 4.2 Voorbeeld van load balancing op een van de laadpleinen





4.3 Netbewust laden

Voor elk laadplein is het optimalisatiemodel toegepast voor een jaar aan data. Er is geminimaliseerd in de piek tussen 17:00 en 23:00 uur. Figuur 4.3 geeft een voorbeeld van de resultaten voor de piekreductie bij netbewust laden ten opzichte van regulier laden. De piekreductie is daarin ook afgezet tegen load balancing. Bij volledige bezetting van een laadplein heeft netbewust laden een vergelijkbaar effect als load balancing. Het door de CPO gekozen vermogen voor de netaansluiting ligt bij de meeste laadpleinen in de proeftuin op gemiddeld 4 kW per laadpunt. Netbewust laden biedt de mogelijkheid om het vermogen per laadpunt en dus de piek van het laadplein ook te reduceren als het laadplein niet volledig bezet is. De resultaten laten dan ook zien dat, in tegenstelling tot load balancing, bij netbewust laden de avondpiek compleet verdwijnt. In alle gevallen is nog steeds aan de laadvraag voldaan.



Figuur 4.3 Voorbeeld van regulier laden, load balancing en netbewust laden op een laadplein



Piekreductie per type laadplein

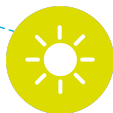
Per laadplein en per laadstrategie (regulier, netbewust 4 kW en 0 kW) is het gemiddeld vermogen tussen 17:00 en 23:00 uur genomen. De piekreductie wordt per laadplein berekend en uitgemiddeld per type laadplein, met duidelijke zichtbare verschillen. Tabel 4.1 laat zien dat er bij woonlaadprofielen 34% piekreductie mogelijk is, waar dit bij bestemming 23% is en bij werk 16% ten opzichte van regulier laden. Als de basiscapaciteit helemaal weggenomen wordt en het mogelijk wordt gemaakt om helemaal uitgesteld te laden 0 kW als minimaal vermogen te hanteren, loopt de piekreductie zelfs op tot 77% voor woonlaadprofielen en 34% voor werklaadprofielen en 49% voor bestemmingslaadprofielen.

Laadprofieltype	Netbewust laden 4 kW	Netbewust laden 0 kW
Woon	-34%	-77%
Werk	-16%	-34%
Bestemming	-23%	-49%

Tabel 4.1 Piekreductie per laadpleintype

Netbewust laden in de praktijk

De resultaten in piekreductie zijn vergelijkbaar met andere onderzoeken en initiatieven waar netbewust laden in de praktijk al wordt toegepast. In [FlexPower 3](#) wordt bijvoorbeeld voor een cluster van laadpalen een variabel vermogen toegekend. Bij het project [FLEET](#) wordt door middel van flexibele nettarieven een hoger tarief gehanteerd wanneer de netcapaciteit hoog is en zo de piek gereduceerd.



5 AANDACHTSPUNTEN

Hieronder worden aandachtspunten besproken die gelden bij het bepalen en toepassen van de classificatie en optimalisatie van laadprofielen op verschillende typen laadpleinen.

5.1 Laadstrategie

Binnen de toegepaste optimalisatie is netbewust geladen, gedefinieerd als het sturen van het laden op het minimaliseren van netcongestie. Echter, er zijn meerdere manieren om te optimaliseren. Er kan ook optimaal geladen worden wanneer de stroom goedkoop is of wanneer er duurzame energie beschikbaar is, zoals in het project [SmoothEMS met Gridshield](#). De daadwerkelijke potentie van optimalisatie op laadpleinen is dus mede afhankelijk van de gekozen strategie.

5.2 Haalbaarheid optimale piekreductie

De berekende piekreductie in de resultaten laat een potentieel te behalen optimum zien. Dit is bereikbaar in het best case scenario dat afhankelijk is van meerdere factoren. De juiste informatie moet bijvoorbeeld beschikbaar zijn over de verwachte aansluitduur en energievraag per laadsessie. Met de komst van de communicatiestandaard [ISO-15118](#) wordt het mogelijk om de *State of Charge* (SoC) van het voertuig op te halen via de laadpaal en zo de laadvraag te bepalen. Een spoedige uitrol van deze standaard is daarom belangrijk voor het optimaal benutten van netbewust laden, en slim laden in het algemeen. Naast de energievraag per sessie is ook de aansluitduur nodig. Met het model DSCAI is door ElaadNL geprobeerd deze te voorspellen. Echter, hier kwam een gemiddelde afwijking van 3 uur uit per voorspelling. Deze was te groot om

mee te werken. Hierdoor is ervoor gekozen in deze analyse de aansluittijd aan te nemen. Zolang de aansluitduur niet goed voorspeld kan worden, wordt de gebruiker geacht hierin de optimalisatiemodellen van input te voorzien.

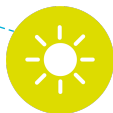
5.3 Omgevingsanalyse

De omgevingsanalyse is uitgevoerd op basis van gebouwfuncties van verblijfsobjecten geregistreerd in BAG. Het is mogelijk om naast gebouwfuncties van verblijfsobjecten naar andere objecten en factoren te kijken in de omgevingsanalyse. Zo is in deze analyse ook gekeken naar Points of Interests (POIs) en TOP10NL gebouwen. Dit zijn gebouwen met een specifieke bezoekersfunctie, denk hierbij aan restaurants, bioscopen, supermarkten, hotels etc. Hiervoor is gekeken naar het aandeel gebouwen per type laadplein. De aanwezigheid van deze POIs en TOP10NL gebouwen boden echter geen meerwaarde ten opzichte van alleen gebouwfuncties.

5.4 Toepassing op potentiële laadpleinen

ElaadNL heeft in de [ElaadNL Outlook Personenauto's](#) de kansrijkheid van nieuwe potentiële locaties van laadpleinen in Nederland in kaart gebracht aan de hand van het verwachte laadvolume (zie bijlage 2). De omgevingsanalyse uit deze analyse om laadpleinen te classificeren biedt de mogelijkheid het verwachte laadvolume uit te breiden met het verwachte laadprofiel voor de potentiële laadpleinen in Nederland. Zeker wanneer gebouwfuncties oververtegenwoordigd zijn, is het mogelijk een duidelijk laadprofieltype te onderscheiden. Netbeheerders en gemeenten kunnen zich dan beter voorbereiden op de uitrol en het gebruik van deze laadpleinen.

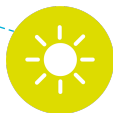




5.5 Vrije capaciteit anders inzetten

De karakteristieken van de verschillende typen laadpleinen zorgen ervoor dat ze naast het optimaliseren van de laadvraag ook het net op een andere manier kunnen ondersteunen. Bij laadpleinen met een werklaadprofiel wordt er bijvoorbeeld 's avonds en 's nachts over het algemeen weinig geladen. Deze pleinen lenen zich daardoor goed voor een oplossing als '**Non-Firm Capaciteit**' contracten (zie ook het [landelijk actieplan netcongestie](#)). Dit is een contractvorm die nog in ontwikkeling is, waarbij er niet de hele dag hetzelfde vermogen beschikbaar is op de aansluiting. Hier bestaan twee varianten. Bij tijdsgebonden NFC kiest de aangeslotene ervoor om in bepaalde tijdsblokken afstand te doen van zijn capaciteit. In dit geval krijgt hij een korting op zijn transporttarief. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid voor nieuwe verbruikers om aangesloten te worden. Bij de andere variant wordt gewerkt met een non-firm contract boven op een firm contract. Overdag heeft een laadplein een vaste aansluiting met een bepaald vermogen, wat aangevuld kan worden met een variabel vermogen (afhankelijk van de restcapaciteit). Zo kan overschot aan zon- of windenergie makkelijker benut worden.





6 CONCLUSIES

6.1 Type laadpleinen te classificeren

De Proeftuin Slimme Laadpleinen laat zien dat laadpleinen geclassificeerd kunnen worden aan de hand van het laadprofiel. Er zijn drie type laadpleinen te onderscheiden op basis van het laadprofiel; woon-, werk- en bestemmingslaadpleinen. Deze typen zijn door middel van een omgevingsanalyse in kaart gebracht. Geografische variabelen blijken voorspellend en toonaangevend te zijn voor het type laadprofiel op een laadplein. Zo zijn woonlaadpleinen te herkennen aan de aanwezigheid van objecten in de omgeving met een woonfunctie. Bij werklaadpleinen zijn er voornamelijk objecten in de buurt met industrie- of kantoorfunctie. Bestemmingslaadpleinen zijn te onderscheiden wanneer er voornamelijk gebouwen zijn met sport- en logiesfunctie. Wanneer er een mix is van gebouwtypen is er geen duidelijk type toe te wijzen.

De classificatie van laadprofielen op laadpleinen geeft onder andere gemeenten en netbeheerders de mogelijkheid om met slimme laadoplossingen de uitrol van laadinfrastructuur te versnellen. Op basis van de verwachte laadprofielen kan er geanticipeerd worden op het toekomstige verbruik van laadpleinen. Werklaadpleinen worden bijvoorbeeld voornamelijk overdag gebruikt om te laden. Realisatie van dit type laadpleinen biedt dus de optie om overdag te voldoen aan de laadbehoefte van EV-rijders rondom gebouwen met een industrie- of kantoorfunctie. 's Nachts kan bijvoorbeeld met behulp van Non-Firm Capaciteit contracten, ruimte gecreëerd worden op het net voor andere verbruikers. Ook kunnen marktpartijen de verschillende business cases voor laadpleinen beter afstemmen op de classificatie van de laadprofielen.

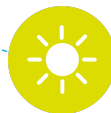
Denk hier bijvoorbeeld aan het goedkoop inkopen van stroom en sturen op zelf consumeren van de stroom bij duurzame opwek, waardoor de elektriciteit niet het net opgaat.

6.2 Piekreductie door netbewust laden

In deze analyse is de avondpiek geoptimaliseerd om de netcongestie te minimaliseren. Per laadpleintype is gekeken naar de potentie van netbewust laden, dan wel de energie-flexibiliteit. De optimalisatie waarbij de piek wordt gereduceerd in de avond ten opzichte van regulier laden laat zien dat er een reductiepotentie is van 34%, 16% en 23% op laadpleinen met respectievelijk een woon-, werk- en bestemmingslaadprofiel bij een basiscapaciteit van 4 kW. Als uitgesteld of gepauzeerd laden mogelijk wordt door wijze van 0 kW laden tijdens de piek, dan is er zelfs een reductie mogelijk van 77% voor een woonlaadprofiel, 34% voor een werklaadprofiel en 49% voor een bestemmingslaadprofiel. Met name door laadpleinen in woonwijken te plaatsen en netbewust laden toe te passen, kunnen gemeenten en marktpartijen meer laadinfrastructuur realiseren terwijl de piekreductie en daarmee netcongestie verminderd kan worden.

Om de berekende piekreductie daadwerkelijk te realiseren is onder andere de juiste informatie over de verwachte aansluitduur en energievraag per laadsessie nodig. Met de komst van de nieuwe communicatiestandaard [ISO-15118](#) wordt het mogelijk de *State of Charge* uit het voertuig op te halen. De verwachte aansluitduur daarentegen is niet te achterhalen en niet goed te voorspellen. De input van de gebruiker over de sessieduur is daarom nog een belangrijke factor om de daadwerkelijke potentie te benutten.

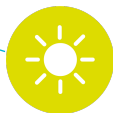




7 REFERENTIES

<u>Bron</u>	<u>Informatie of titel publicatie</u>
Kadaster	TOPNL (2021) BAG verblijfsobjecten (2021)
OpenStreetMap	Points of Interest (2021)
ElaadNL	Outlook Laadprofielen Personenauto's (jan 2023) Outlook Personenauto's (okt 2021)
NAL	Actieplan Slim Laden voor iedereen (sep 2022)
FlexPower 3	FlexPower 3: Meer laden op een vol elektriciteitsnet (nov 2022)
Rijksoverheid	Landelijk actieplan netcongestie (dec 2022)
Eco-movement/RVO.nl	Dataset laadinfrastructuur (okt 2022)

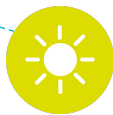




BIJLAGE 1 – OVERZICHT LAADPLEINEN IN DE PROEFTUIN

Gemeente	Locatie	Aantal geanalyseerde sessies	Gemiddelde connectietijd (uren)	Energie Verbruik (kWh)	Verhouding tussen laadpiek en gemiddeld vermogen op laadplein	Type Laadprofiel	Aantal laadpunten	Aansluitwaarde laadplein	Gem. vermogen per laadpunt (kW)
Utrecht	Aquamarijnlaan	13523	14,38	15,84	2,01	Woon	16	3x35A	1,5
Utrecht	Burchtpromenade	1975	5,18	16,66	1,50	Bestemming	12	3x35A	2,0
Utrecht	De Wadden	2274	16,79	18,36	1,98	Woon/bestemming	8	3x35A	3,0
Utrecht	Lepelenburg	2495	21,96	16,84	1,83	Woon/Bestemming	10	3x35A	2,4
Utrecht	Laadplein Van Asch van Wijckskade	3187	15,14	19,68	2,20	Woon	10	3x35A	2,4
Utrecht	Maliestraat	2650	14,4	18,83	1,59	Woon/werk	8	3x35A	3,0
Utrecht	Pieter d'Hontlaan	1752	17,13	20,51	2,18	Woon	8	3x35A	3,0
Utrecht	Reactorweg	2471	5,62	18,57	3,18	Werk	8	3x35A	3,0
Utrecht	Vaartscherijnstraat	816	22,64	19,58	2,06	Woon	8	3x35A	3,0
Utrecht	Wittevrouwenkade	600	20,94	19,04	2,44	Woon	10	3x35A	2,4
Utrecht	Wisselstraat	209	20,39	19,04	2,37	Woon	12	3x35A	2,0
Rotterdam	Cor Kieboomplein	2120	6,75	18,16	-	Woon	12	3x50A	2,9
Rotterdam	Nassauhaven	1415	14,71	21,95	2,11	Woon	6	3x35A	4,0
Rotterdam	Schiedamse Vesthof	2095	10,13	19,44	2,02	Woon/werk	9	3x80A	6,1
Rotterdam	Stieltjesstraat	1804	9,21	20,46	2,11	Woon	9	3x80A	6,1
Schiedam	Prinses Beatrixlaan	1160	3,95	15,15	-	Bestemming	8	3x50A	4,3
Schiedam	Rembrandtlaan	847	11,48	16,63	-	Woon	8	3x50A	4,3
Gouda	Graaf Florisweg	247	8,08	19,36	-	Werk	8	3x80A	6,9
Gouda	Heuvellaan	922	4,51	13,83	-	Bestemming	8	3x80A	6,9
Gouda	Schouwburgplein	447	6,34	16,33	-	Woon	8	3x80A	6,9
Gouda	Kolfwetering	1997	6,38	14,93	-	Bestemming	8	3x80A	6,9
Maastricht	Alexander Battalaan	1316	12,3	16,01	2,33	Bestemming	6	3x63A	7,2





BIJLAGE 2 – POTENTIE VAN LAADPLEINEN

ElaadNL heeft in het verleden al onderzoek gedaan naar de potentie van slimme laadpleinen.

Om 'kansrijke' laadpleinen te identificeren zijn in eerdere Outlooks clusters van minimaal 20 parkeervakken geanalyseerd als potentiële locaties voor realisatie van laadpleinen.

Deze 'kansrijkheid' is een indicatie per locatie gebaseerd op onder andere de bestemmingen voor bezoekers, bijvoorbeeld supermarkten, theaters, openbare gebouwen en winkels, die zich in de nabijheid van de locaties bevinden. En de dichtheid van nabijgelegen functies die een langere parkeerduur, dus langere potentiële laadvraag, aantrekken zoals de kantoren, industrie en woningen.

Uitkomsten potentie laadpleinen

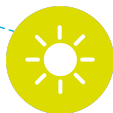
Er zijn meer dan 8.000 potentiële laadpleinen geanalyseerd met als uitkomst ongeveer 2.600 kansrijke locaties met ruimte voor circa 40.000 oplaadpunten. Onderstaande kaart geeft de dichtheid van deze 2.600 locaties per gemeente weer. Zie 'Basistabellen laadvraag bezoekers' voor de volledige lijst met indicatoren en methodiek die voor deze locatieanalyse is gebruikt.

Deze methode om 'kansrijke' locaties te identificeren geeft een indicatie over de potentie op de onderzochte locaties. In praktijk blijkt dat er ook laadpleinen bestaan op locaties met minder dan twintig geclusterde parkeerplaatsen. Het kan zijn dat compactere locaties met de juiste functiemix en -dichtheid ook potentie hebben maar met deze methode buiten de boot zijn gevallen.

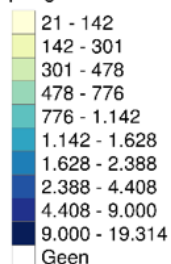
Ten opzichte van deze eerdere analyse valt ook in de lijn der verwachting dat verschillende functies, met verschillende openingstijden rond de bestemmingen kunnen leiden tot verschillende laadpatronen. En afhankelijk van het soort bestemming en parkeerduur is men bereid om (minder) ver te lopen van de parkeerplek tot de bestemming. Verdieping van kennis hierover kan helpen om de business case voor een laadplein beter in beeld te brengen. Maar ook om de potentie van slim laden te maximaliseren.

Door bestaande laadpleinen te analyseren ontstaat er meer inzicht in laadgedrag en de samenhang met de soorten functies in de directe omgeving van deze pleinen. Hiermee kan de eerder gebruikte analysemethode verbeterd worden

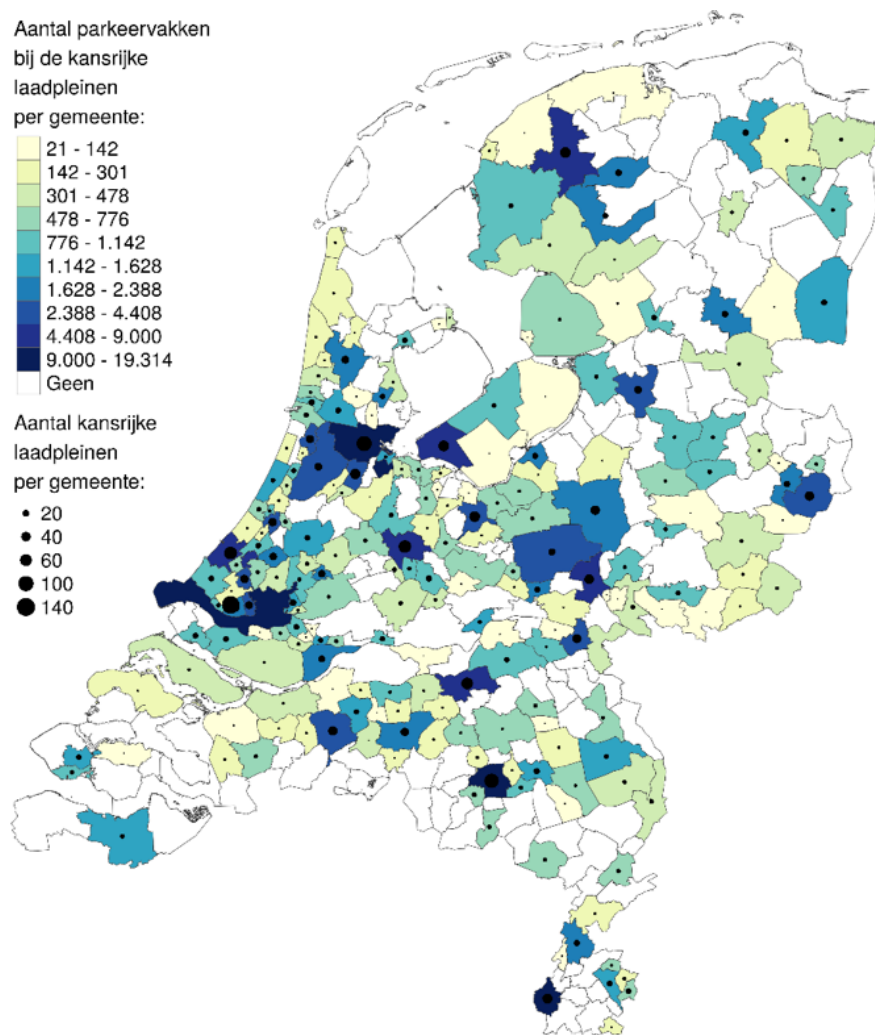
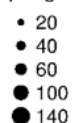




Aantal parkeervakken
bij de kansrijke
laadpleinen
per gemeente:



Aantal kansrijke
laadpleinen
per gemeente:



Figuur 8.1 Overzicht van kansrijke laadpleinen (ElaadNL Outlook)

Voor de GIS-analyses zijn de volgende datasets gebruikt:

1. TOP10NL (2021) gebouwen

Uit deze dataset is een selectie van gebouwen gemaakt waarbij het 'TYPEGEBOUW' een van de volgende teksten bevat: bezoekerscentrum, crematorium, museum, kapel, kasteel, kunstijsbaan, moskee, ziekenhuis, universiteit, sporthal, stadion, zwembad.

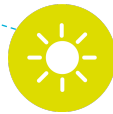
2. Points of Interest (POI) van OpenStreetMap (OSM, 2021)

Uit deze dataset is een selectie van gebouwen gemaakt waarbij de 'fclass' een van de volgende waarden is: cinema, golf_course, hotel, museum, arts_centre, theatre, stadium, theme_park, zoo, bank, department_store, hospital, ice_rink, library, mall, sports_centre, stadium, supermarket, coworking_space, town_hall, university, courthouse, station, sports_centre, motel, guesthouse, attraction, public_building.

3. BAG (2021) verblijfsobjecten (VBO)

Uit deze dataset is een selectie van gebouwen gemaakt waarbij de 'fclass' een van de volgende waarden is: bijeenkomstfunctie, gezondheidszorgfunctie, industrie functie, kantoorfunctie, logiesfunctie, onderwijsfunctie, sportfunctie, winkelfunctie.





Bij deze locaties is met GIS-analyse extra informatie aan de bezoekerslocaties toegevoegd:

1. Oppervlaktes van de bezoekersfuncties

De (punt)locaties zijn geografisch gekoppeld aan BAG-panden. Op basis van de verblijfsobjecten kan de oppervlakte gesommeerd worden. Als er geen verblijfsobjecten met oppervlakte gekoppeld kunnen worden is de oppervlakte van de contour van het pand (pandafdruk) een tweede indicator.

2. De afstand over de weg tot het dichtstbijzijnde (hoofd)weg

Om een inzicht te krijgen of een bezoekerslocatie strategisch gelegen is om onderweg te laden zijn afstanden tot de dichtstbijzijnde hoofdroute (max. 5000 meter), provinciale weg en snelweg weergegeven. Daarbij is aangegeven of er al dan niet sprake is van een Europese route (E-weg) of stadsroute (s-weg). De afstanden zijn berekend over het wegennetwerk. De bepaling van het type weg of route is met behulp van het Nationaal Wegenbestand (NWB, 2021) uitgevoerd. Dit wegenbestand is door RWS beschikbaar gesteld via het open data portaal.

