

Smart Charging

Tussenresultaten analyse Smart Charging potentieel

Jeroen Groot
Thom Bleeker
Robert van den Hoed
Youssef El Bouhassani



Hogeschool van Amsterdam
Urban Technology



Context

Smart Charging is gericht op het laden van de elektrische auto op het meest optimale moment, bijvoorbeeld als het hard waait en er weinig vraag naar stroom is, en de mogelijkheid van flexibele tarieven in te zetten. De G4, MRA-Elektrisch en ElaadNL (samenwerkende netwerkbeheerders) willen meer gaan samenwerken op het gebied van slim laden.

Deze samenwerking en uitwisseling van ervaringen op diverse projecten vindt plaats binnen het landelijke Living Lab Smart Charging met gemeenten, regionale overheden, netbeheerders, energieleveranciers, kennis- en onderzoekstellingen en andere (markt)partijen. Het voornemen van het opzetten van een Living Lab Smart Charging is onderdeel van de Green Deal Elektrisch Vervoer 2016-2020 en wordt gefaciliteerd door ElaadNL.

Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek smart charging is om met analyses van laadtransacties op **publieke palen** inzicht te geven in het **potentieel van smart charging** op dit moment. Het beoogde resultaat bestaat uit inzicht in:

1. de mogelijkheden voor smart charging binnen laadsessies zoals ze op dit moment plaatsvinden.
2. de mogelijkheden om binnen de huidige laadtransacties elektrische auto's op te laden met duurzame energie uit zon en wind.

Het team



Jeroen Groot
Student Toegepaste
Wiskunde en minor Big
Data aan de HvA. Werkt
als freelance Data
Scientist.



Robert van de Hoed
Geeft als lector Energie en
Innovatie vorm aan het
onderzoeksthema
laadinfrastructuur en
onderzoeksteam (10fte) binnen
HVA.



Thom Bleeker
Student Toegepaste
Wiskunde en minor Big
Data aan de HvA.
Analist bij
AmsterdamArena en
Urban Technology.

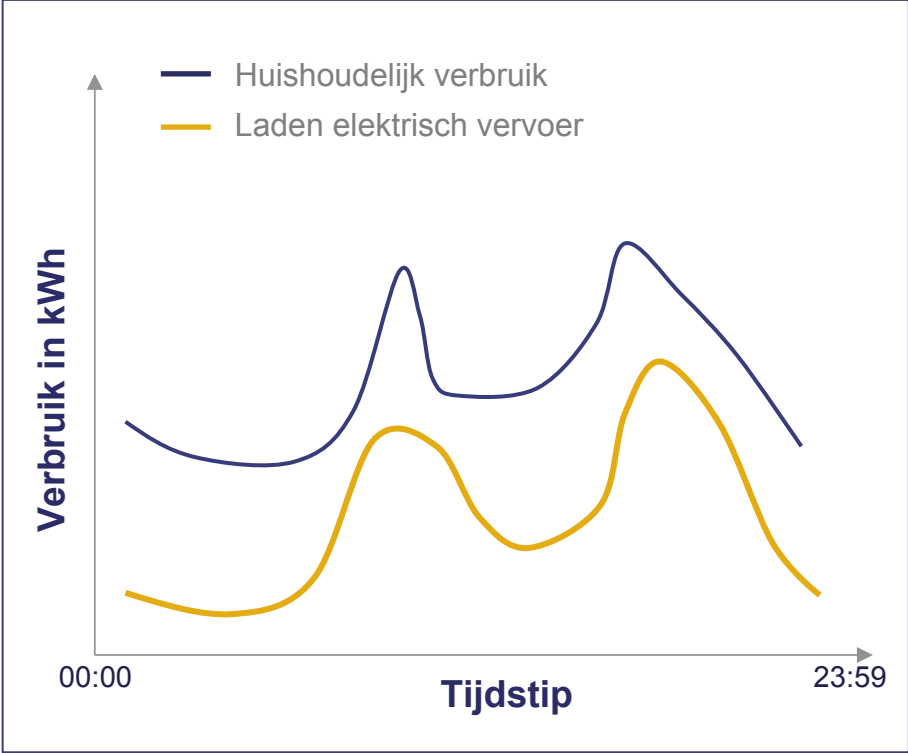


Youssef El Bouhassani
Docent van het jaar '17.
Betrokken bij het
lectoraat Big Data en
verschillende
onderzoeken bij Urban
Technology.

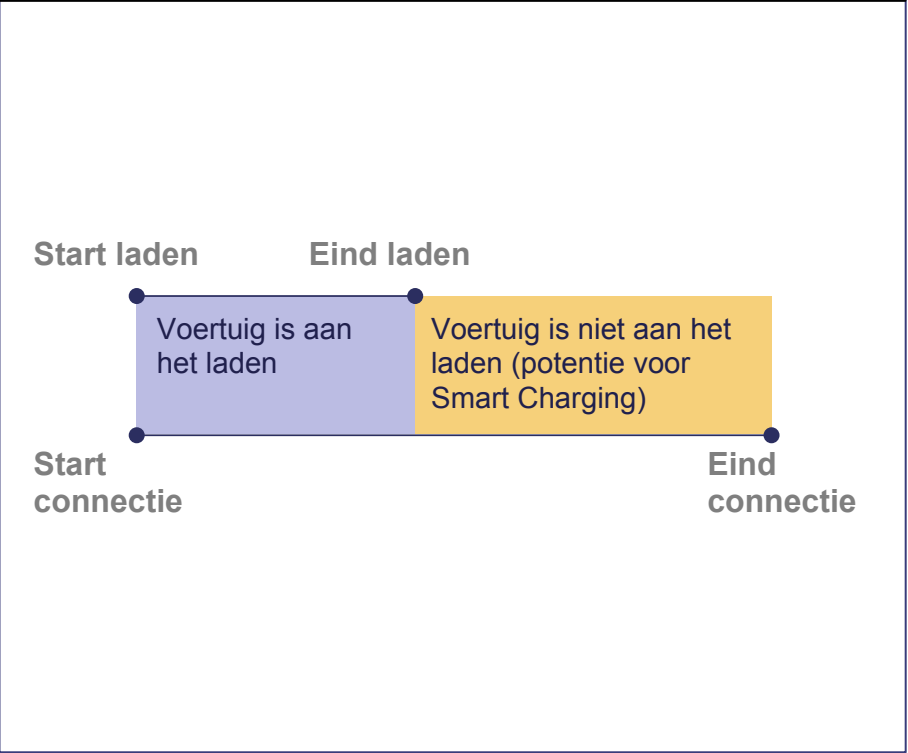
Smart Charging biedt kansen om de vraag naar elektrisch vermogen voor EV's beter te verdelen over de tijd

CONCEPTUEEL

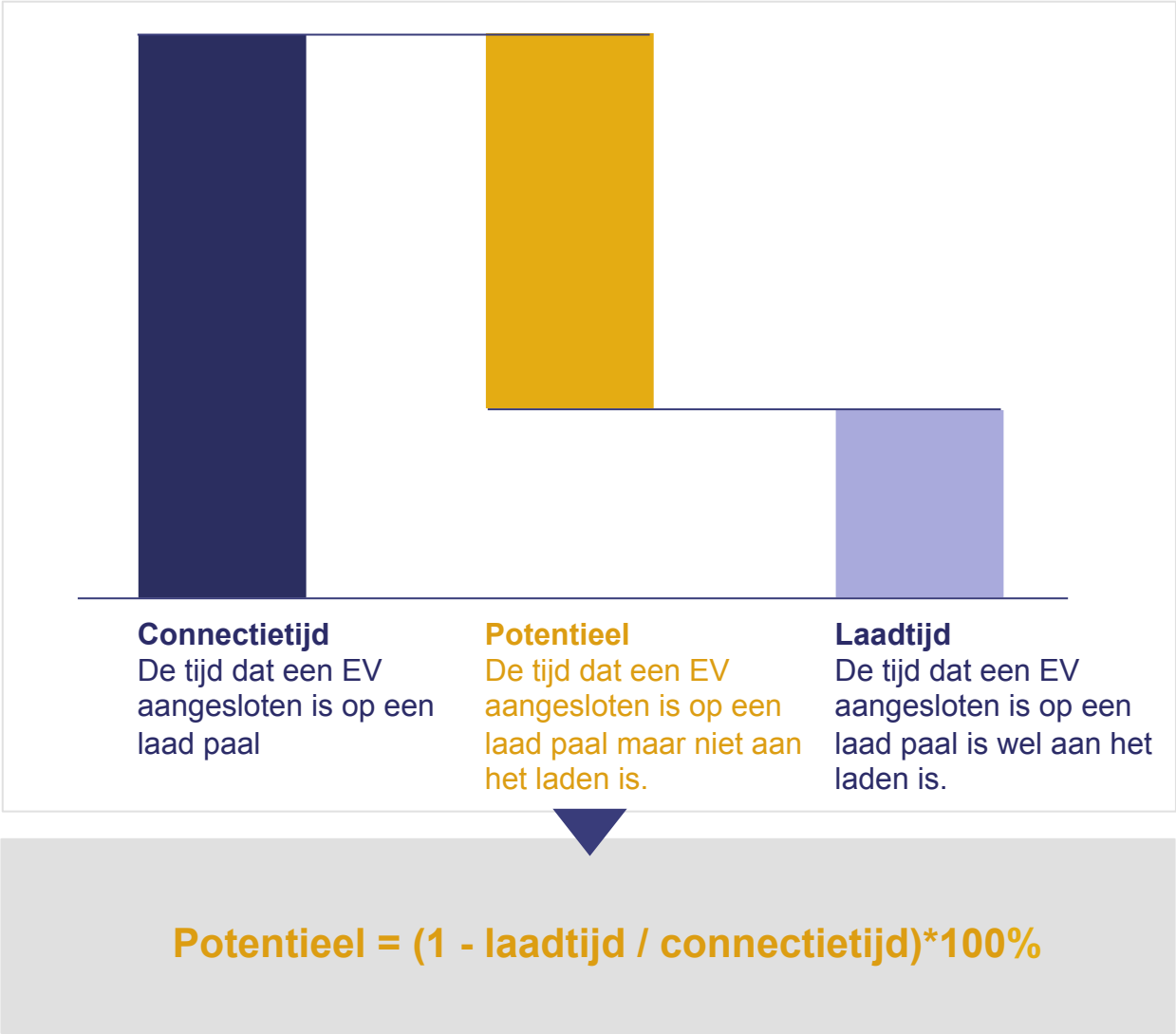
De pieken in vraag naar energie voor elektrisch laden corresponderen met de pieken in huishoudelijk gebruik



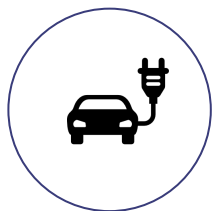
...tegelijkertijd wordt slechts een deel van de connectietijd gebruikt om te laden



Het potentieel voor Smart Charging is bepaald aan de hand van de laadtijd en connectietijd.



In dit onderzoek kijken we naar het potentieel van Smart Charging op basis van vier verschillende kenmerken



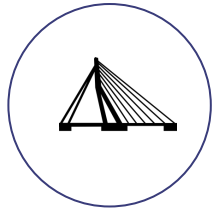
Type Voertuig

We onderscheiden twee type voertuigen Full Electric Vehicle (EV) en Plugin Hybrid Vehicle (PHEV)



Type gebruiker

We onderscheiden verschillende type gebruikers. Denk aan taxi's, reguliere gebruikers, car sharing en doelgroepenvervoer. Het type gebruikers verschillen in de datasets van EVNET en G4



Stad / Regio

We kijken naar vier steden (Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht), naar de regio's MRA, MRR en provincies Noord Brabant, Gelderland en andere provincies ⁽¹⁾ die als een groep beschouwd worden.



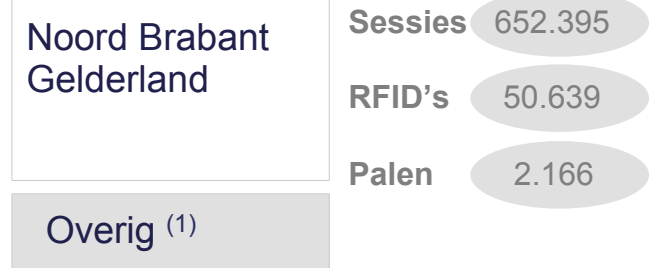
Mate van stedelijkheid

We onderscheiden vijf niveaus voor de mate van stedelijkheid. Dit is gedaan op basis van CBS data. Per postcodegebied is in de CBS data aangegeven wat de mate van stedelijkheid is.

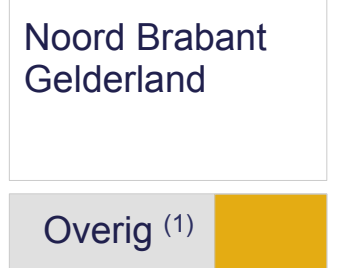
(1) Overige provincies = Drenthe (DR), Friesland (FR), Groningen (GR), Limburg (LB), Noord Holland (NH), Overijssel (OV), Zuid Holland (ZH), Zeeland(ZL)

De twee datasets zijn van publieke laadpunten. Deze hebben een overlap en in de analyse is hier rekening mee gehouden.

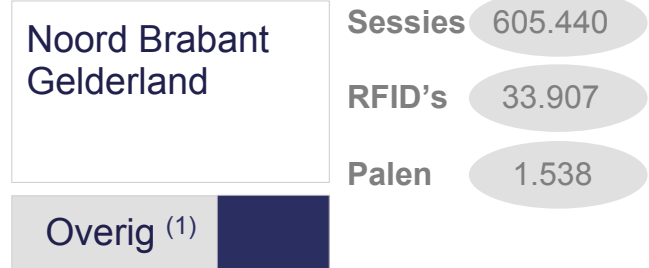
EVNET data



EVNET data



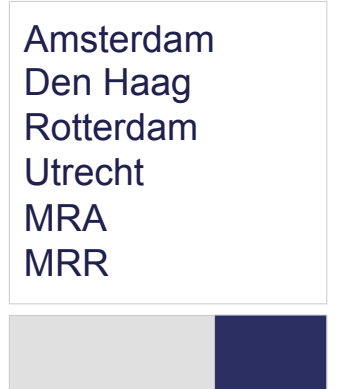
EVNET data



G4 / MRA data



G4 / MRA data



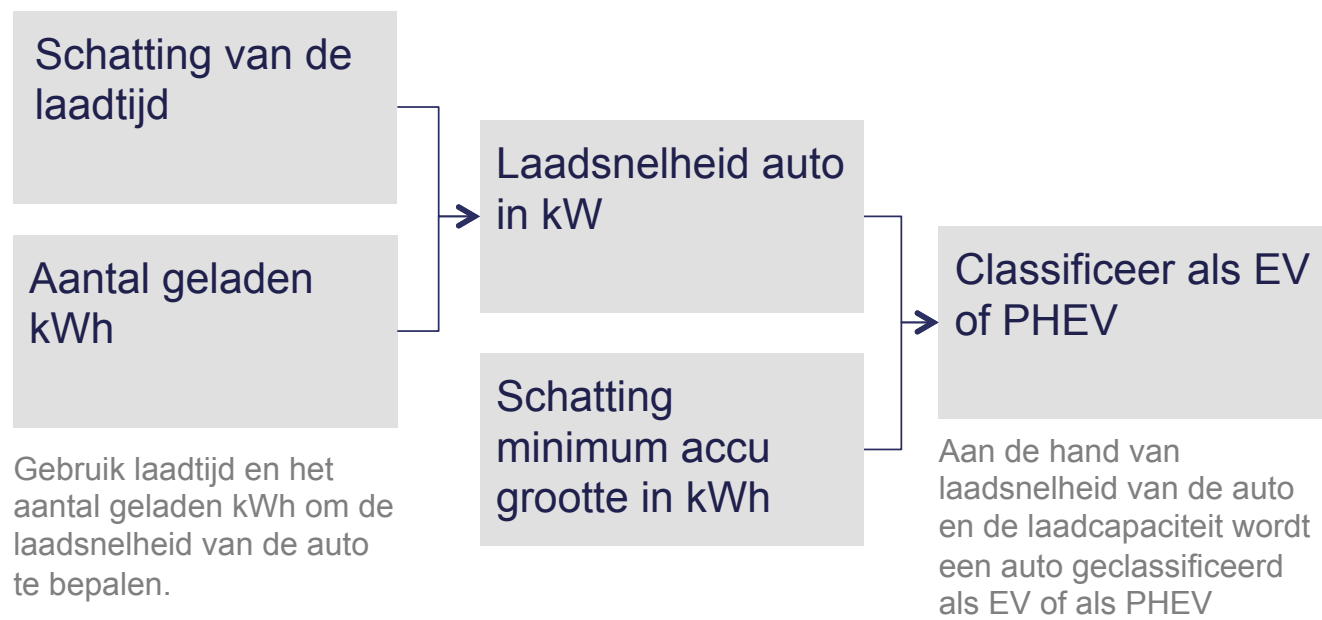
G4 / MRA data



Laadsessies bij palen in de G4, MRA of MRR Laadsessies bij palen in Noord Brabant, Gelderland of overige provincies

(1) Overige provincies = Drenthe (DR), Friesland (FR), Groningen (GR), Limburg (LB), Noord Holland (NH), Overijssel (OV), Zuid Holland (ZH), Zeeland (ZL)
(2) NA = Dit zijn transacties die niet binnen G4, MRA of MRR vallen maar geen regio gespecificeerd kregen. De transacties zijn gekoppeld aan de bijbehorende provincies. De transacties die binnen EVNET data vallen werden niet meegenomen in de G4 / MRA data

Het classificeren van auto's als EV of PHEV is gedaan aan de hand van de laadsnelheid en de accu grootte.



Alle transacties worden met een grote zekerheid geclassificeerd als EV of PHEV. EV's die traag laden en minder van 16 KWh hebben geladen worden als PHEV's gezien.

	> 16 kWh	< 16 kWh
> 3.8 kW	EV (1) Met grote zekerheid als EV geclassificeerd	EV (2) Met grote zekerheid als EV geclassificeerd
< 3.8 kW	EV (3) Met grote zekerheid als EV geclassificeerd	PHEV (4) Kan een EV zijn met een deels geladen accu bij een trage lader

- (1) Auto's die een capaciteit hebben van meer dan 16 KWh en snel kunnen laden worden geclassificeerd als een EV.
- (2) Auto's die in staat zijn om snel te laden, en minder dan 16 KWh hebben geladen worden als EV geclassificeerd. Hiervan wordt aangenomen dat de accu deels geladen was.
- (3) Auto's die meer dan 16 KWh hebben geladen met een trage laadsnelheid worden als EV geclassificeerd. Hier wordt aangenomen dat de laadsnelheid beïnvloed wordt door andere EV die op dat moment aan het laden zijn.
- (4) Auto's die minder dan 16 KWh geladen hebben met een lage snelheid worden als PHEV geclassificeerd. Auto's die wel een EV zijn met en deels geladen accu die traag laden worden dus verkeerd geclassificeerd.

Alle transacties worden met een grote zekerheid geclassificeerd als EV of PHEV. EV's die traag laden en minder van 16 kWh hebben geladen worden als PHEV's gezien.

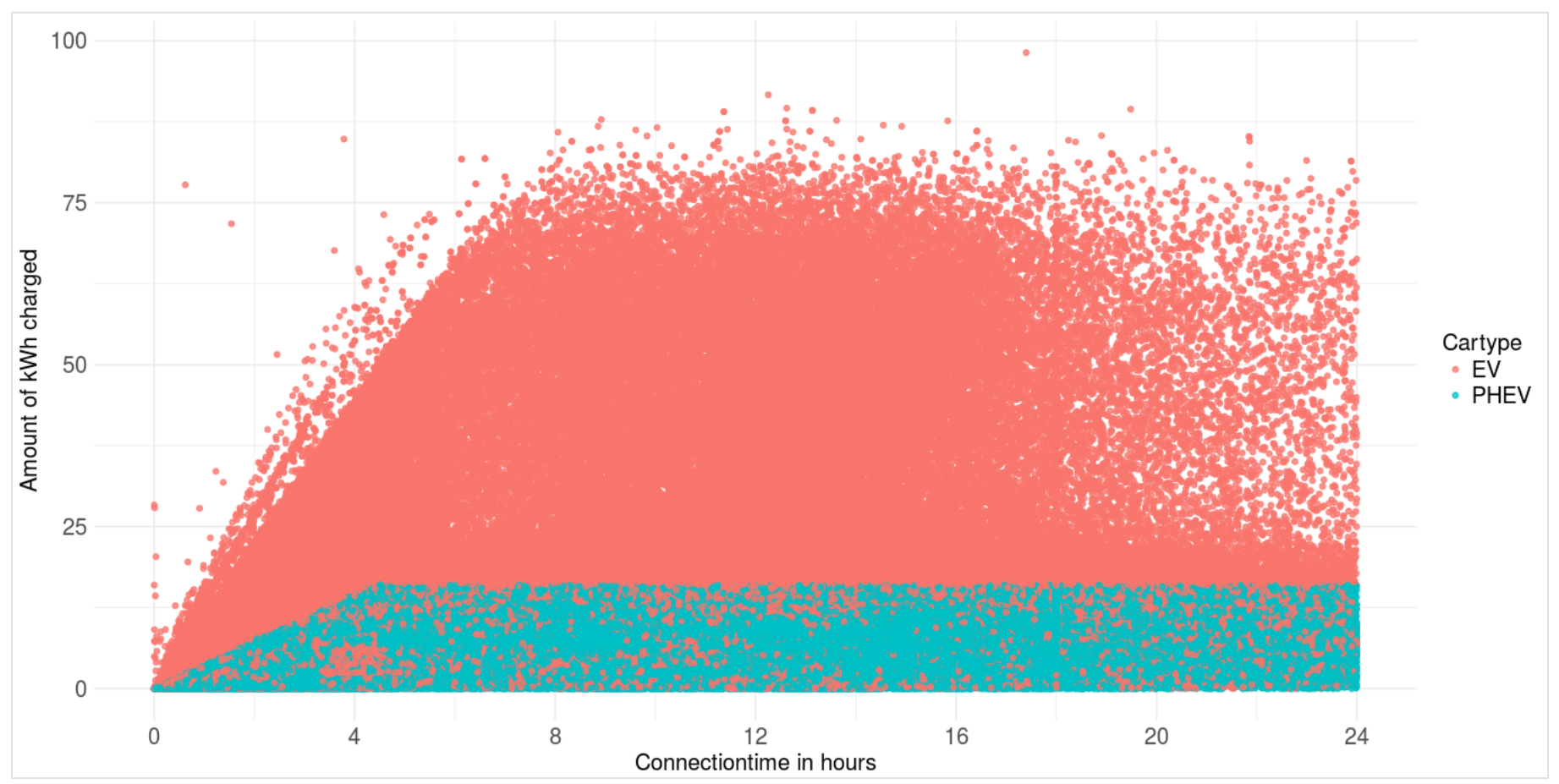
Accu grootte		
G4 MRA	> 16 kWh	< 16 kWh
> 3.8 kW	EV (1) Sessies = 95.458 RFID's = 5.538	EV (2) Sessies = 373.635 RFID's = 25.765
< 3.8 kW	EV (3) Sessies = 24.800 RFID's = 2.370	PHEV (4) Sessies = 49.226 RFID's = 2.370

Accu grootte		
EVNET	> 16 kWh	< 16 kWh
> 3.8 kW	EV (1) Sessies = 28.584 RFID's = 3.475	EV (2) Sessies = 172.311 RFID's = 16.276
< 3.8 kW	EV (3) Sessies = 4.814 RFID's = 680	PHEV (4) Sessies = 399.731 RFID's = 23.851

- (1) Auto's die een capaciteit hebben van meer dan 16 KWh en snel kunnen laden worden geclassificeerd als een EV.
- (2) Auto's die in staat zijn om snel te laden, en minder dan 16 KWh hebben geladen worden als EV geclassificeerd. Hiervan wordt aangenomen dat de accu deels geladen was.
- (3) Auto's die meer dan 16 KWh hebben geladen met een trage laadsnelheid worden als EV geclassificeerd. Hier wordt aangenomen dat de laadsnelheid beïnvloed wordt door andere EV die op dat moment aan het laden zijn.
- (4) Auto's die minder dan 16 KWh geladen hebben met een lage snelheid worden als PHEV geclassificeerd. Auto's die wel een EV zijn met en deels geladen accu die traag laden worden dus verkeerd geclassificeerd.

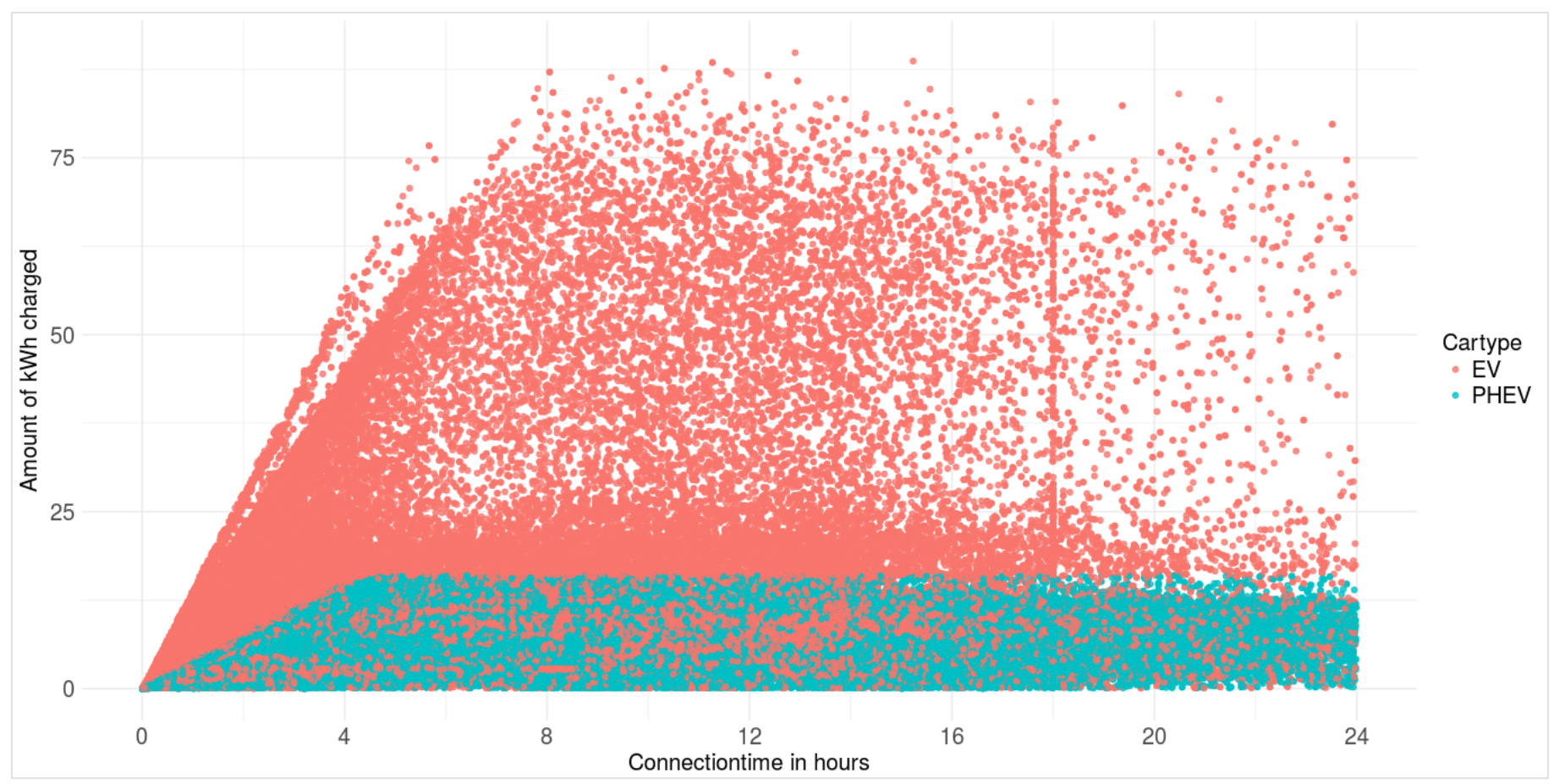
Classificeren van laadsessies naar EV en PHEV en gedaan aan de hand van connectietijd en laadcapaciteit.

G4 MRA



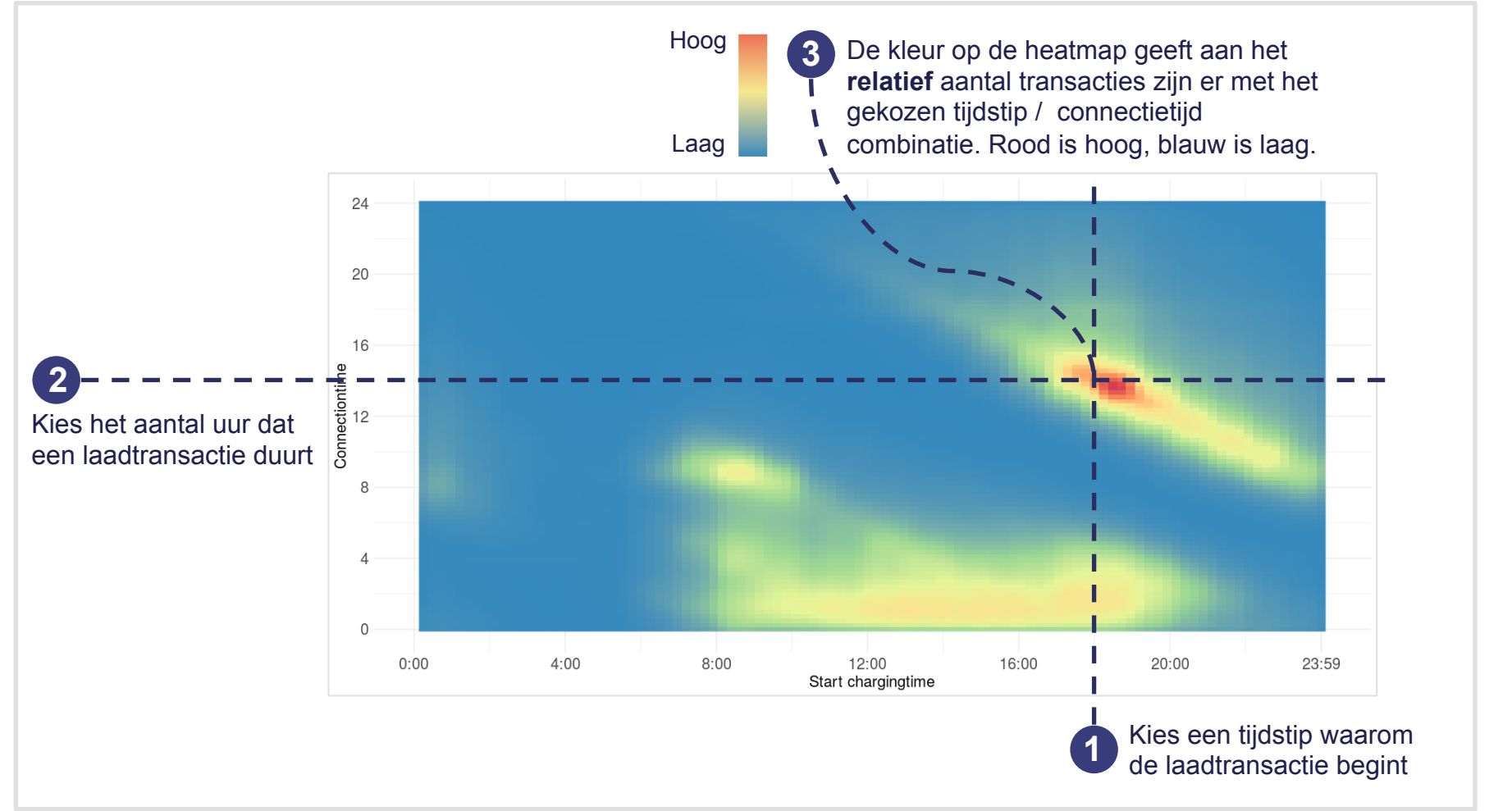
Classificeren van laadsessies naar EV en PHEV en gedaan aan de hand van connectietijd en laadcapaciteit.

EVNET

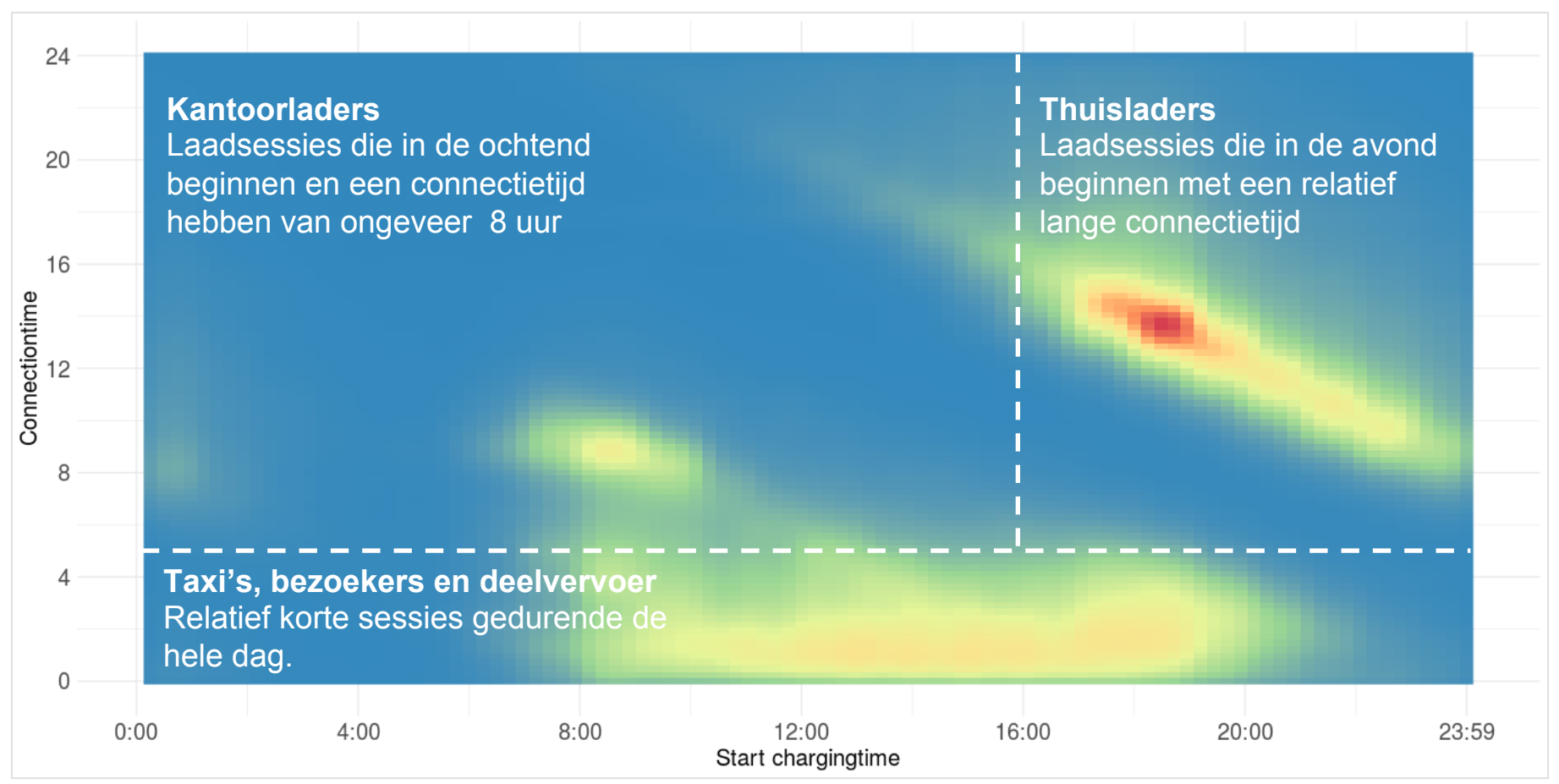


Een heatmap geeft wat de dichtheid is van het aantal transacties voor een gekozen combinatie van twee parameters

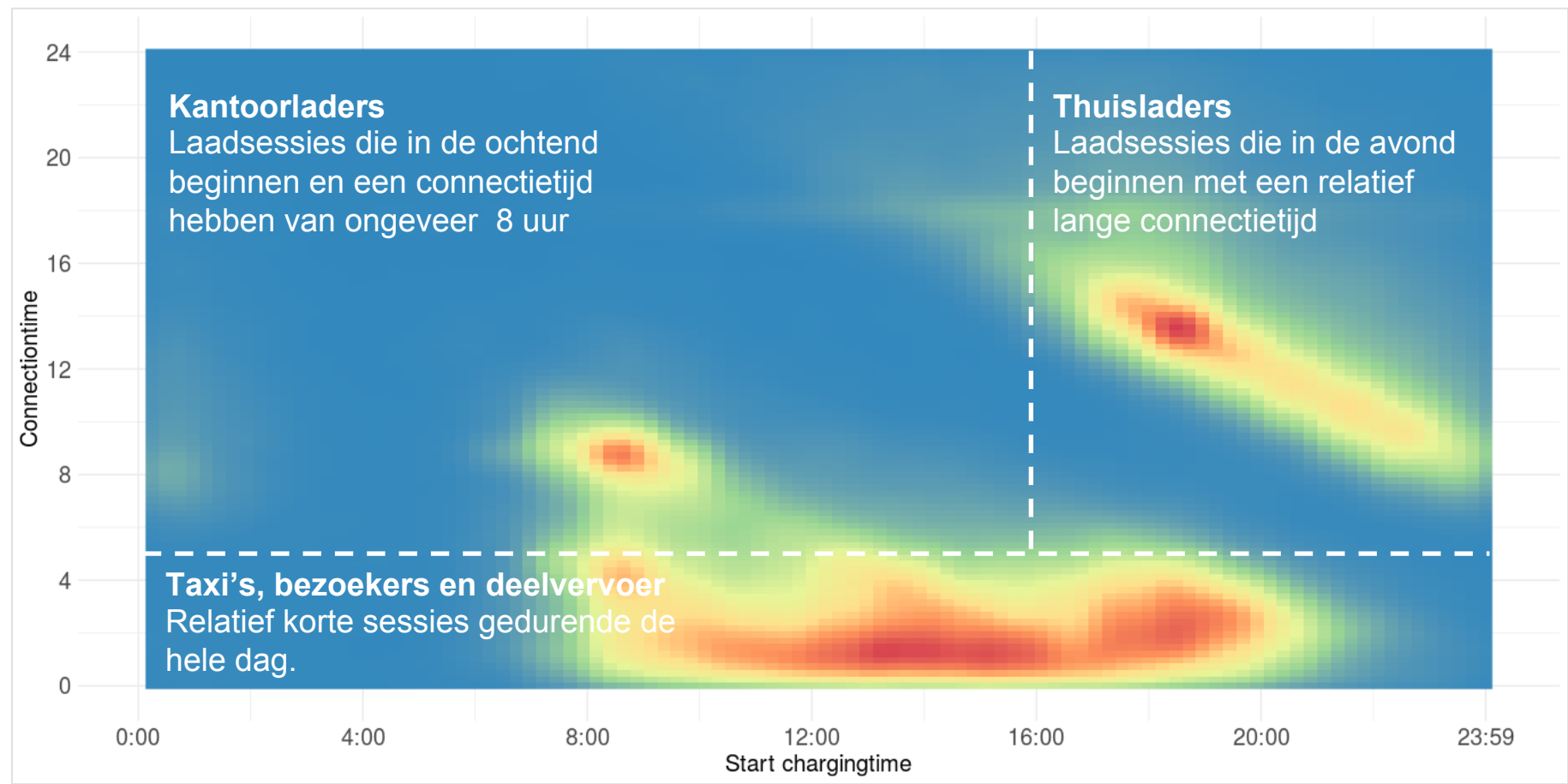
Hoe lees ik een heatmap van het type gebruikers?



Aan de hand van wanneer een laadsessie start en de connectietijd kunnen drie type gebruikers onderscheiden worden.

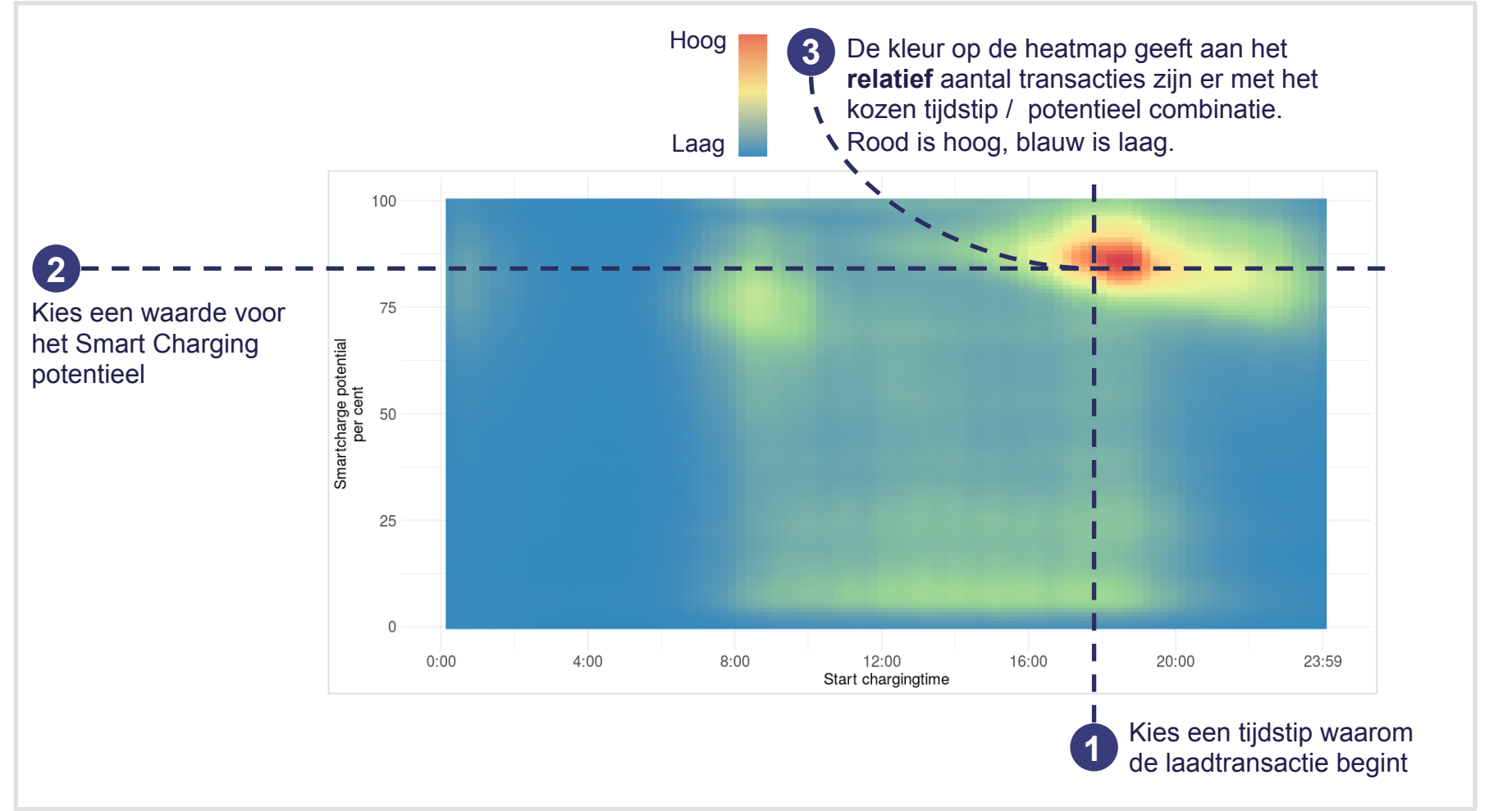


Aan de hand van wanneer een laadsessie start en de connectie tijd kunnen drie type gebruikers onderscheid worden.



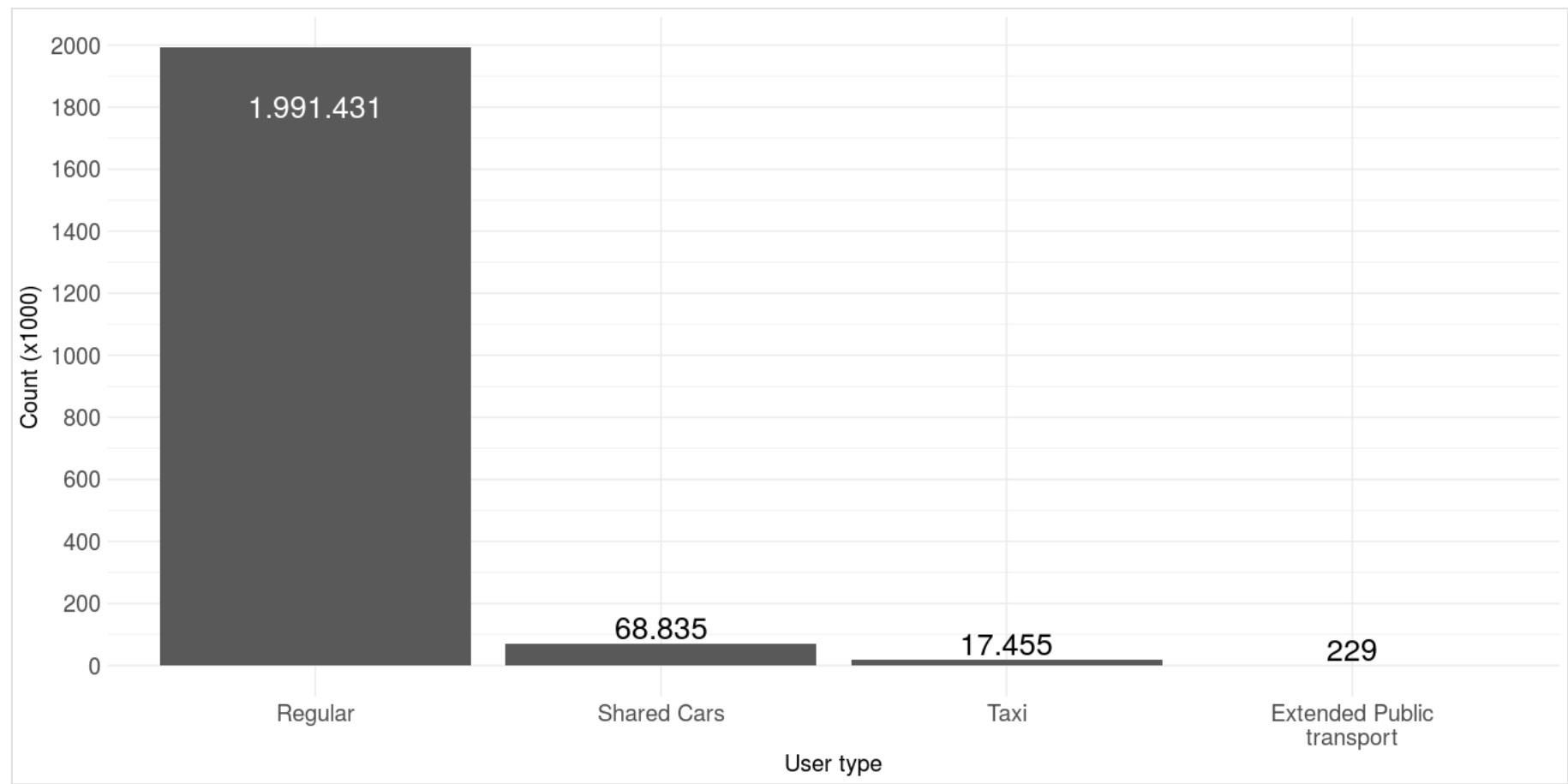
Een heatmap geeft wat de dichtheid is van het aantal transacties voor een gekozen combinatie van twee parameters

Hoe lees ik een heatmap van het Smart Charging potentieel?

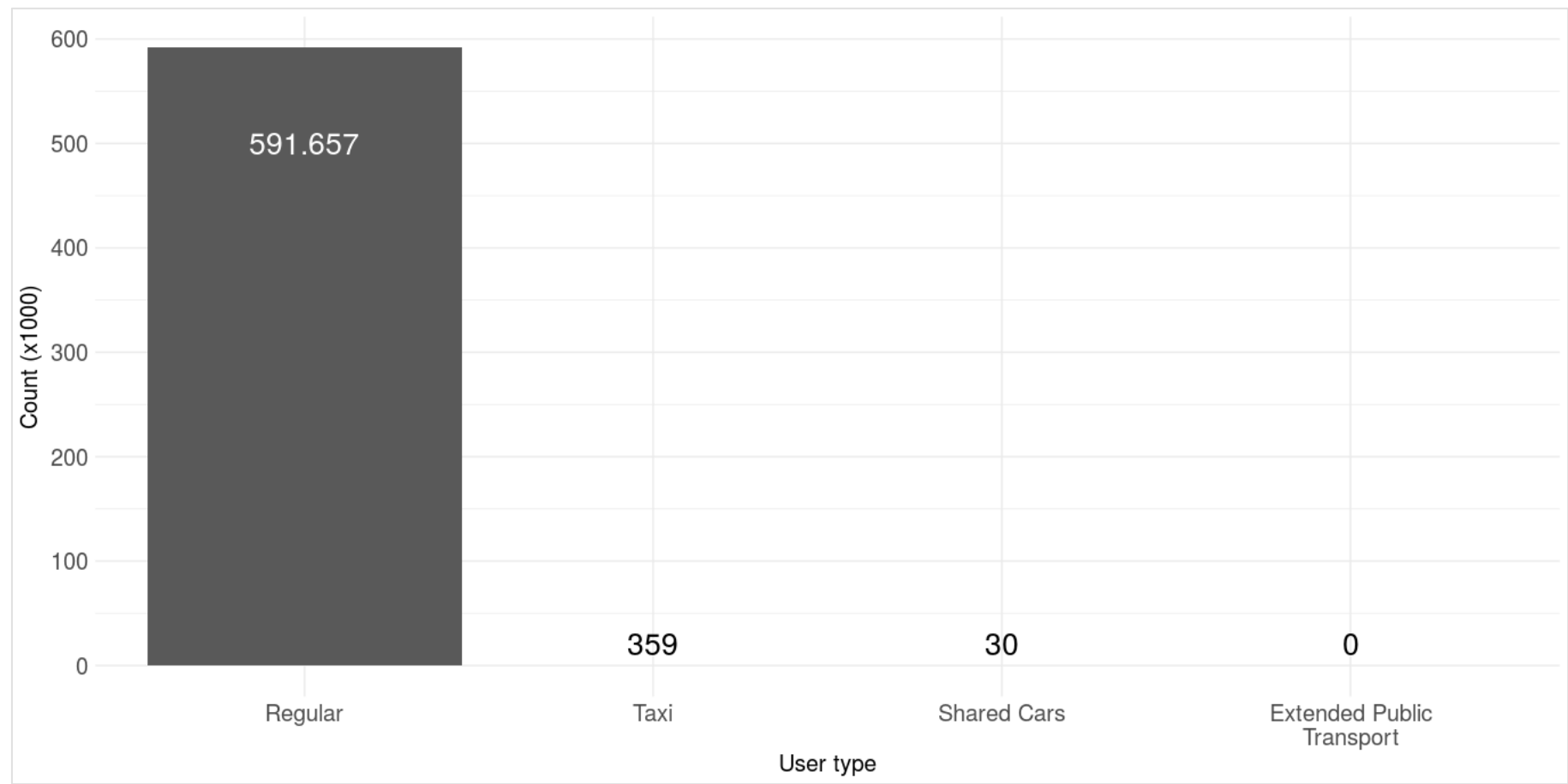


Reguliere gebruikers hebben de meeste laadtransacties en heeft daarom de meeste potentie voor Smart Charging.

G4 MRA

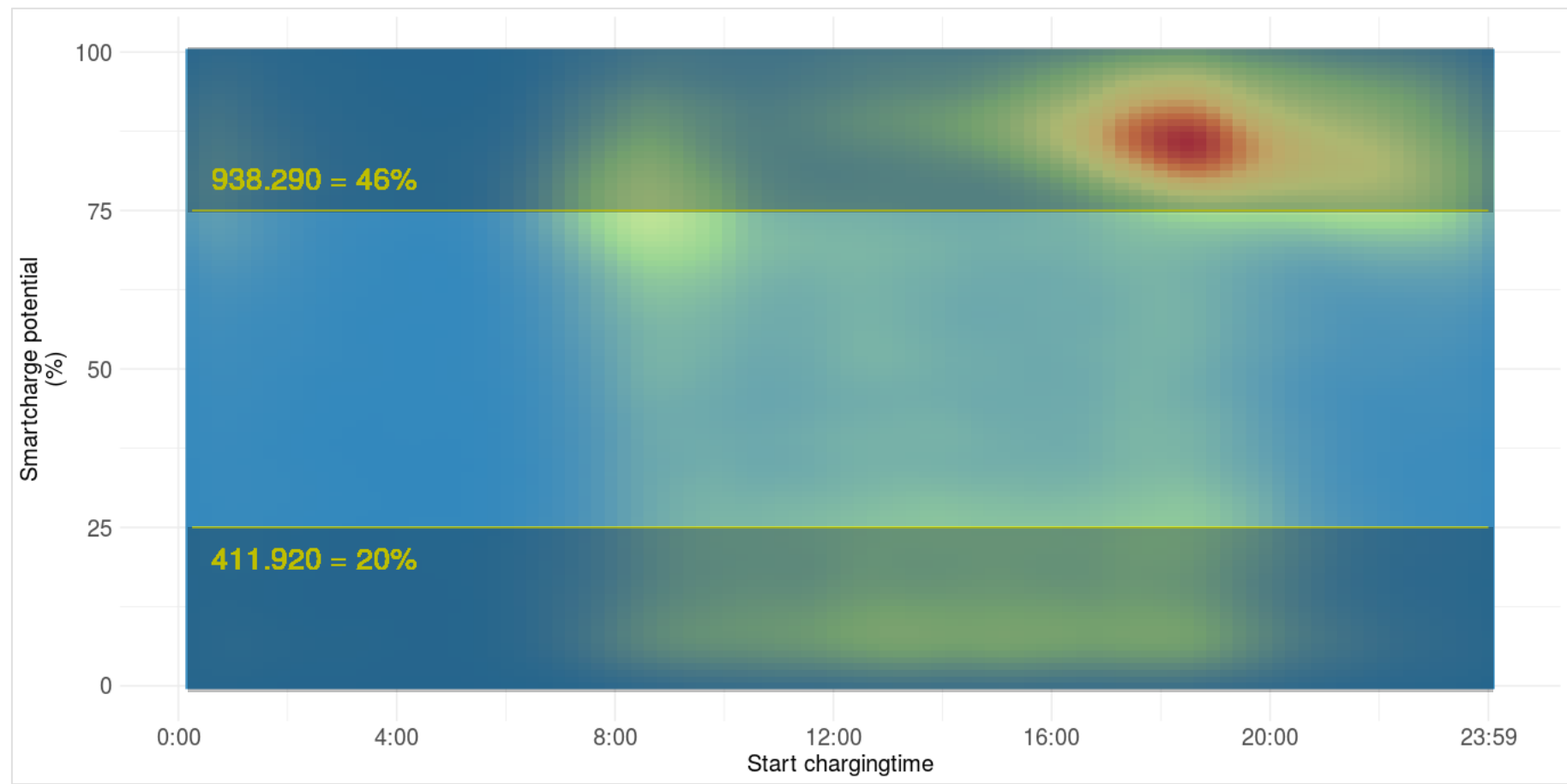


Reguliere gebruikers hebben de meeste laadtransacties en heeft daarom de meeste potentie voor Smart Charging.



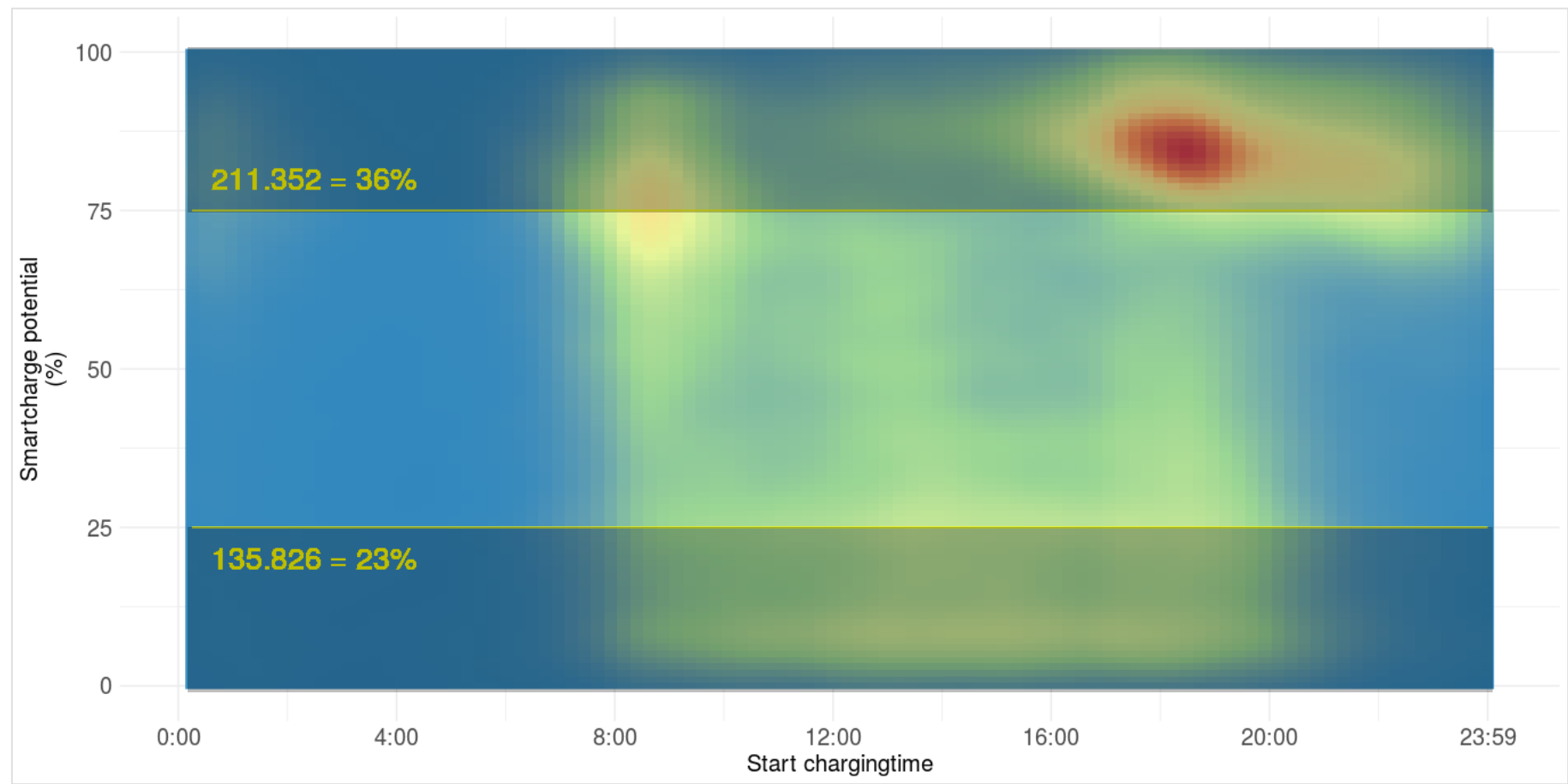
46% van de laadsessies hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Deze sessies komen vooral van de thuisladers (starttijd tussen 16:00 – 20:00)

G4 MRA



(1) Voor de heatmaps van Amsterdam, Den Haag, Rotterdam, Utrecht, MRA en MRR zie appendix

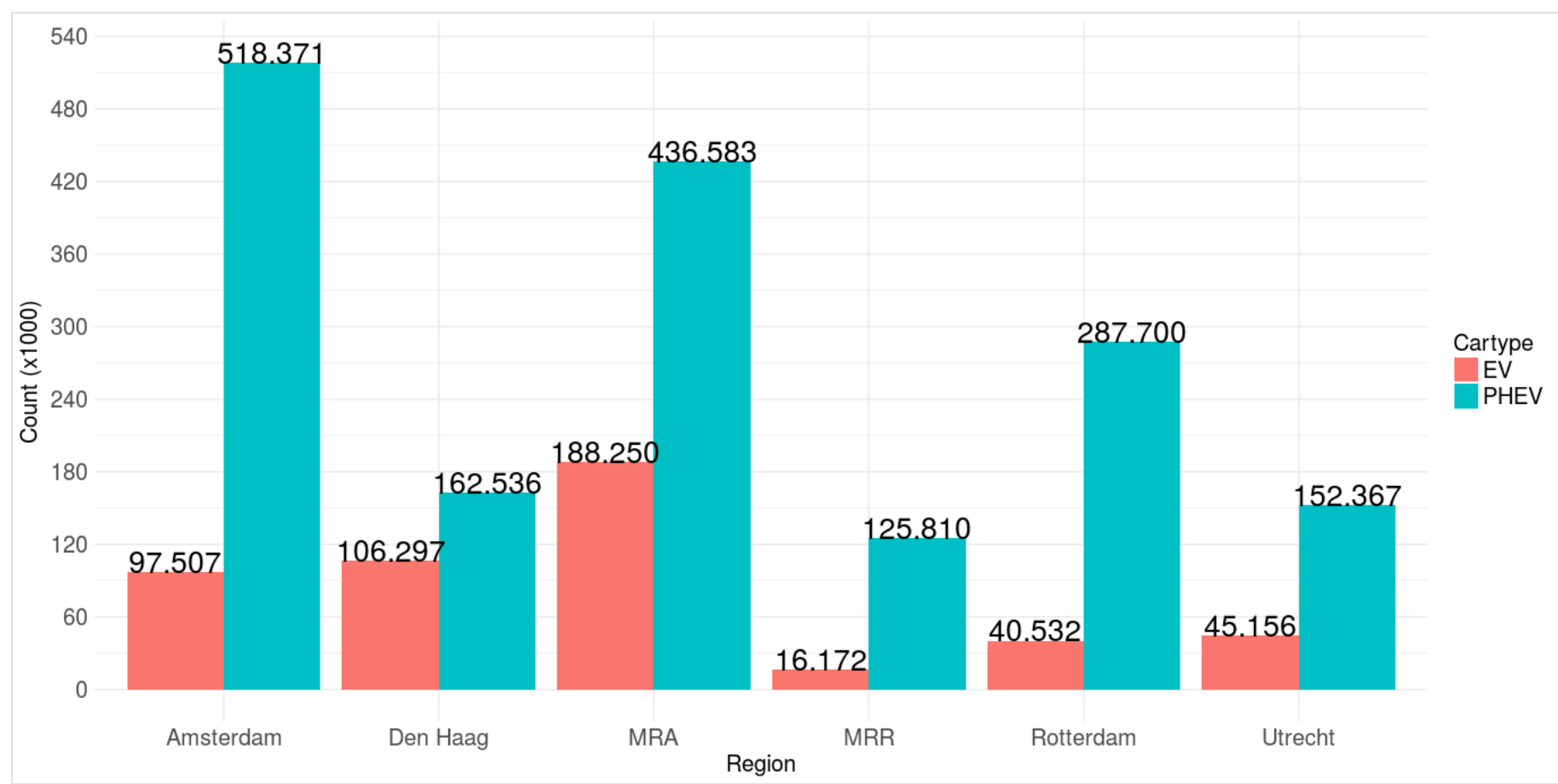
36% van de laadsessies hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Deze sessies komen vooral van de thuisladers (starttijd tussen 16:00 – 20:00)



(1) Voor de heatmaps van Noord Brabant, Gelderland en overige provincies, zie appendix/

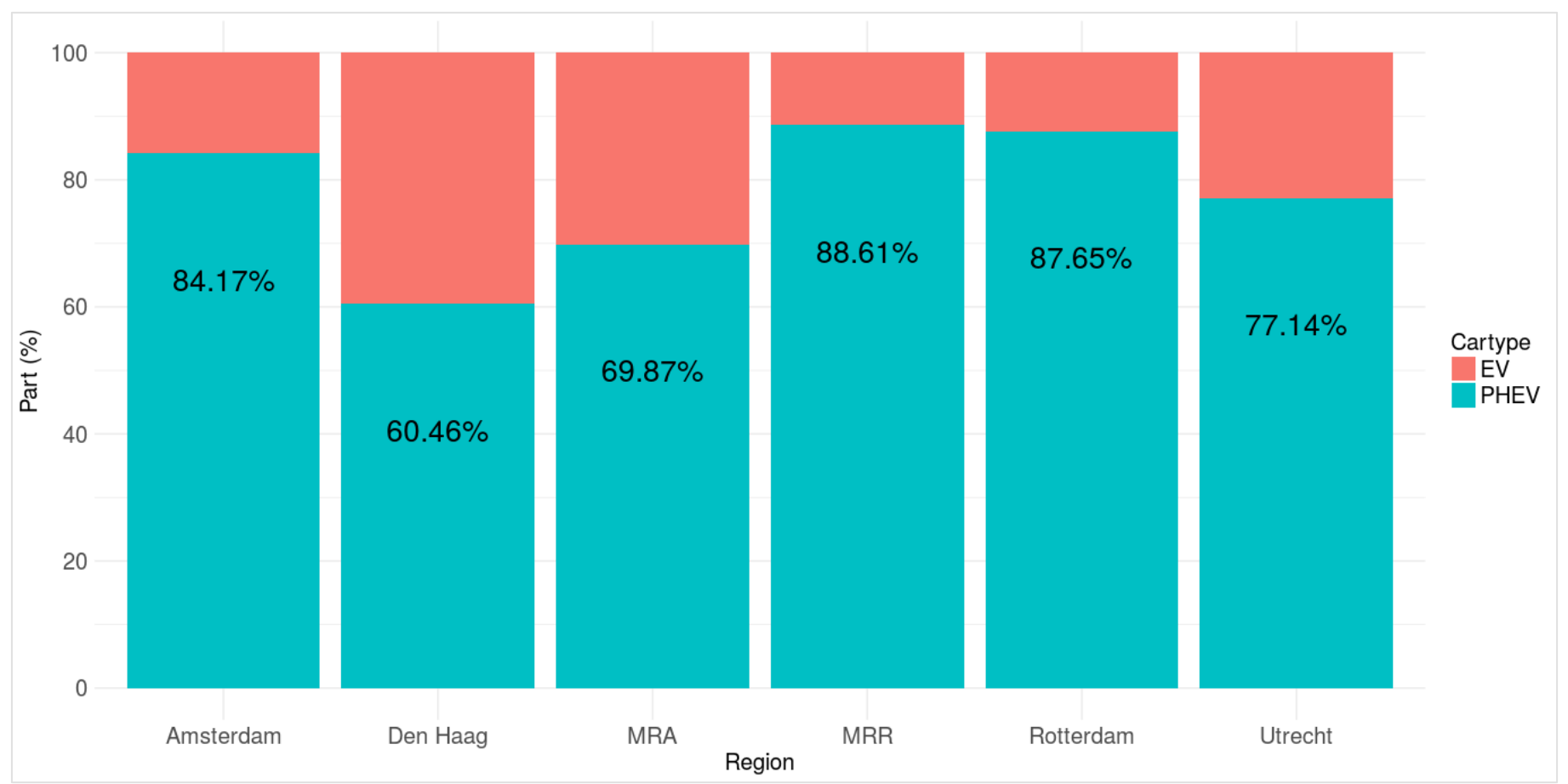
De meeste laadsessies zijn van PHEV's

G4 MRA



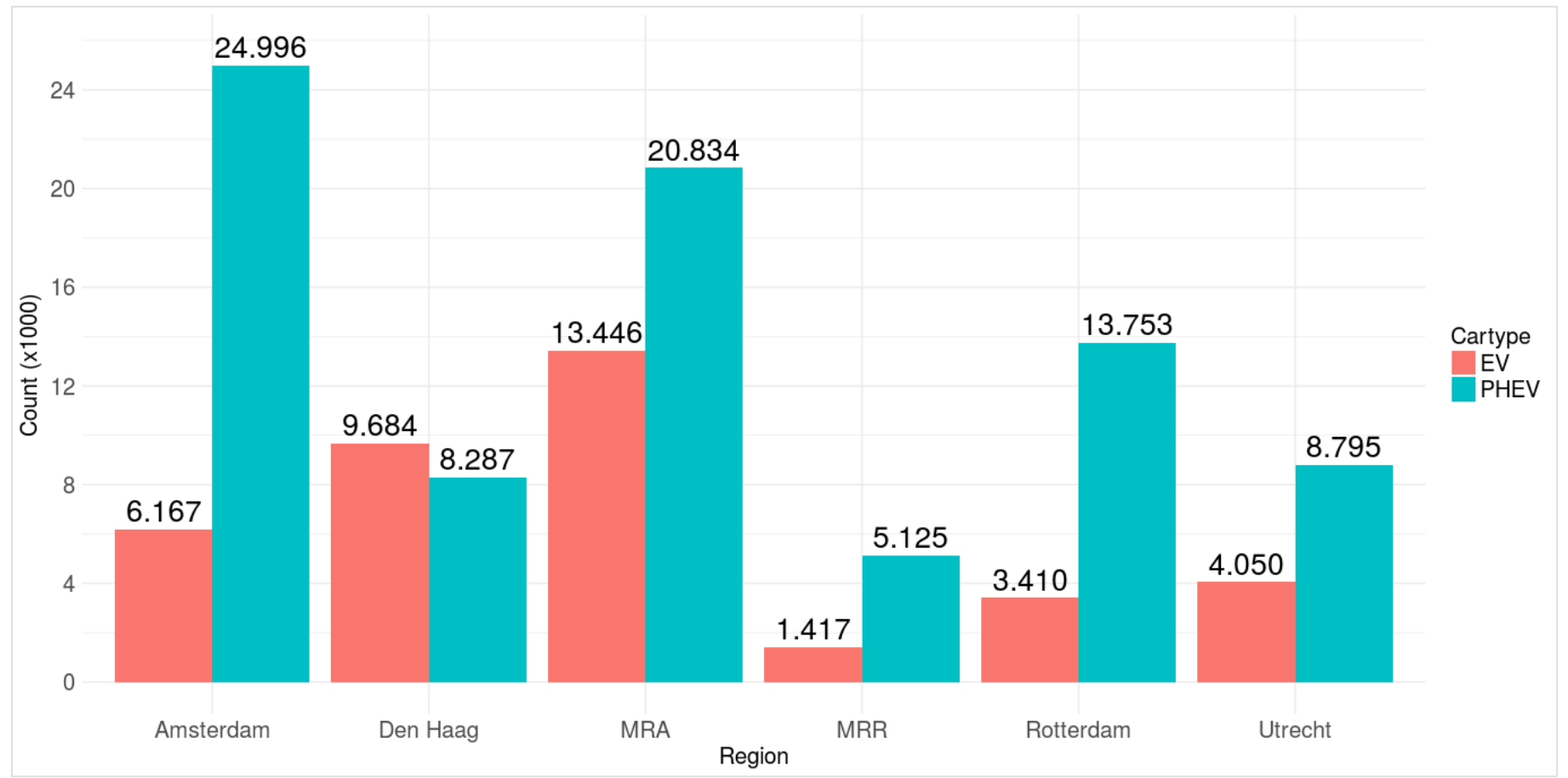
Het aandeel van laadtransacties door PHEV's is het laagst in Den Haag en het hoogst in Rotterdam.

G4 MRA



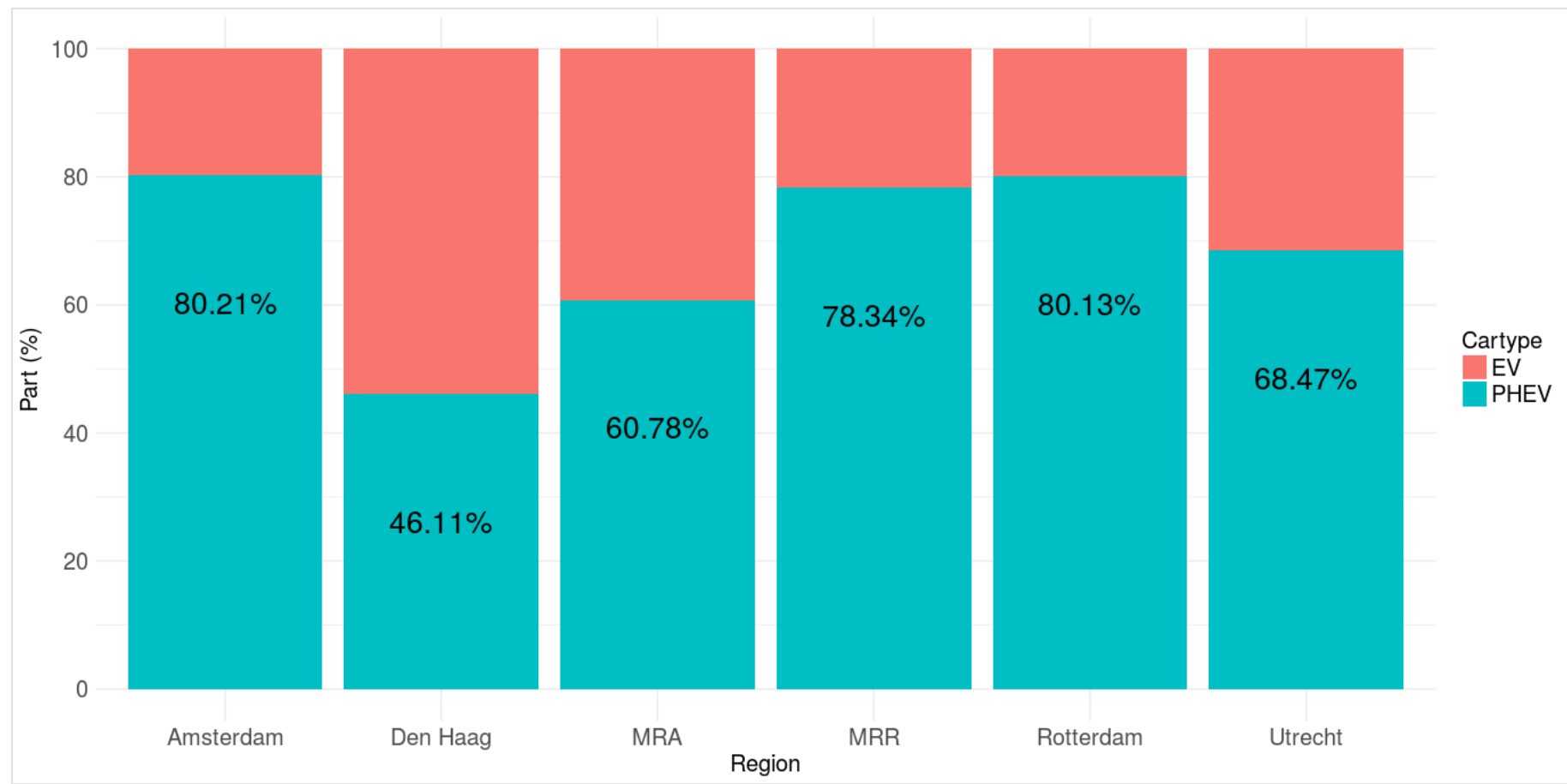
Er zijn meer unieke RFID's van PHEV's behalve in Den Haag. Daar is het aantal RFID's van EV's het hoogst.

G4 MRA

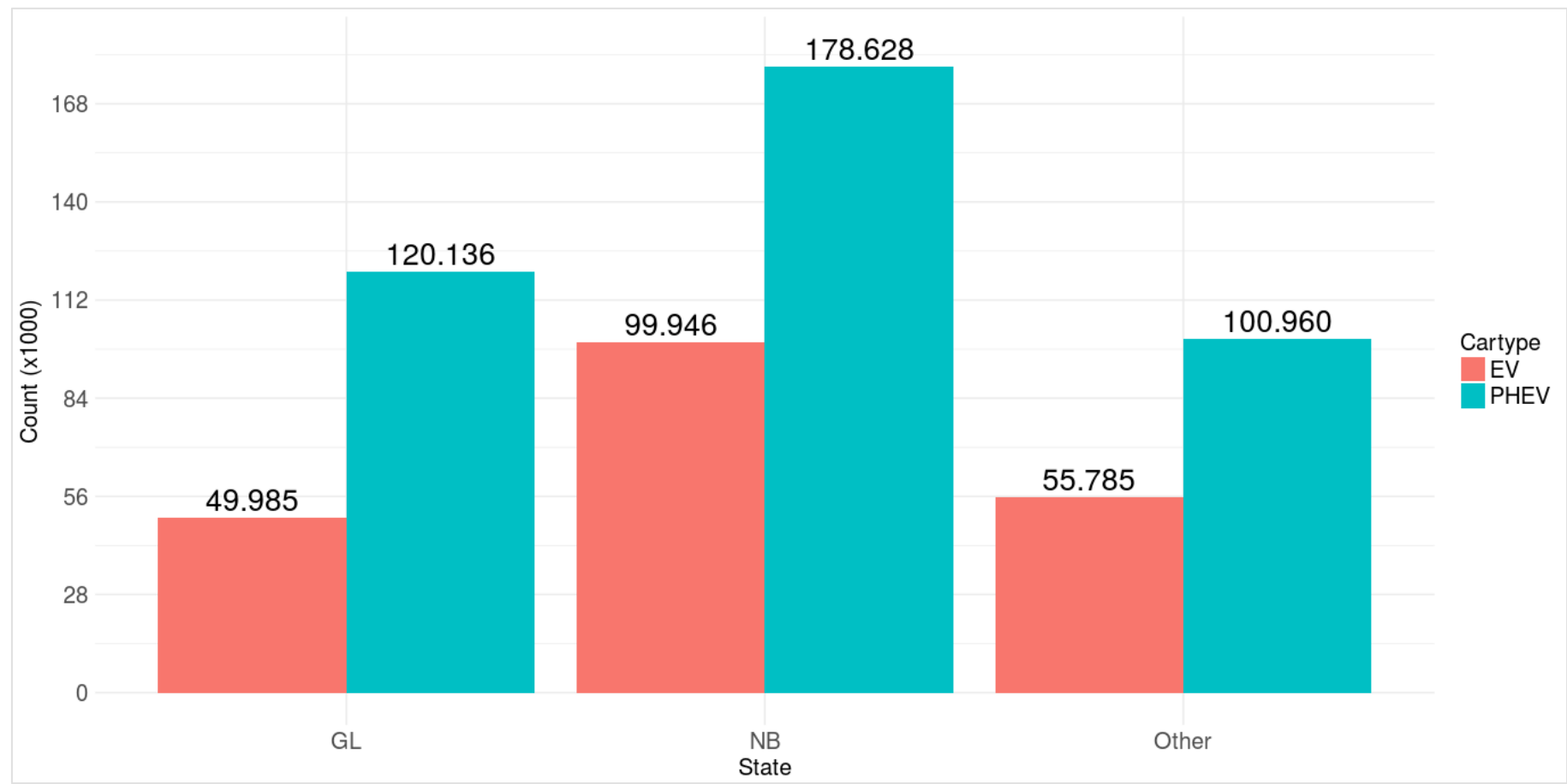


Het aandeel unieke RFID's van PHEV's is in Den Haag het laagst en in Amsterdam het hoogst.

G4 MRA

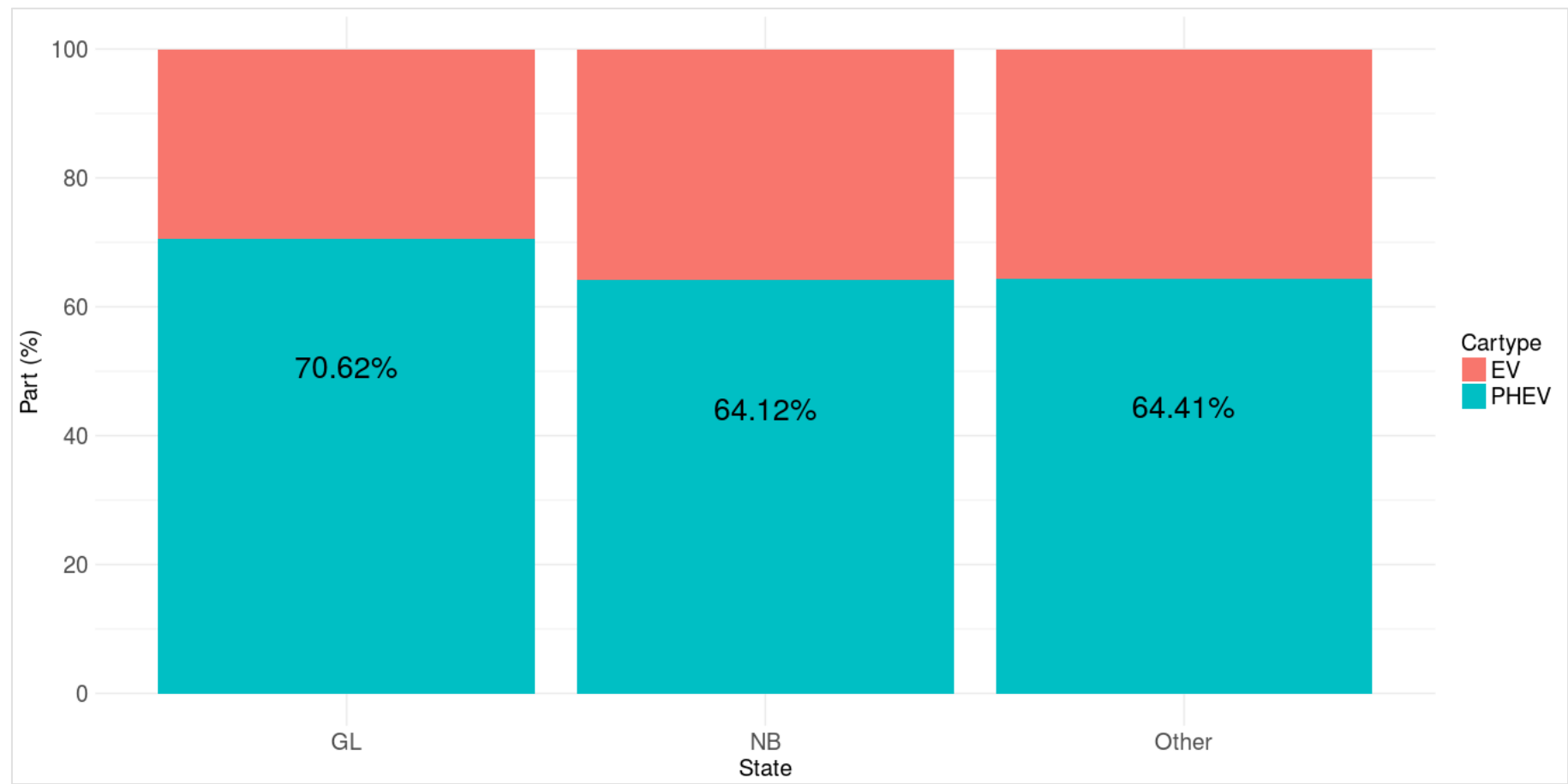


De meeste laadsessies zijn van PHEV's. Het aantal transacties in Noord Brabant zijn het hoogst.



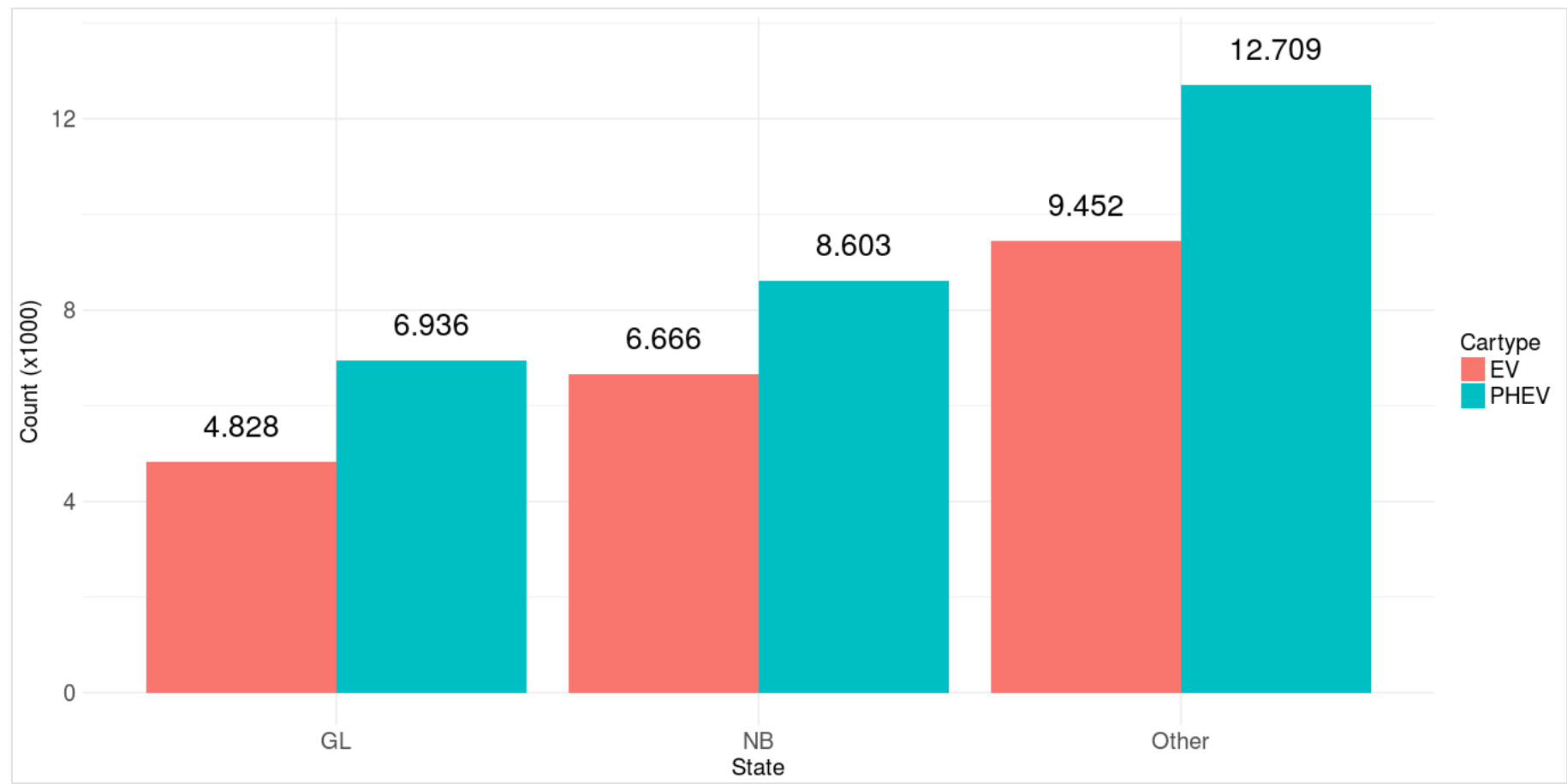
Het aandeel laadsessies van PHEV's is in provincie Gelderland het hoogst.

EVNET



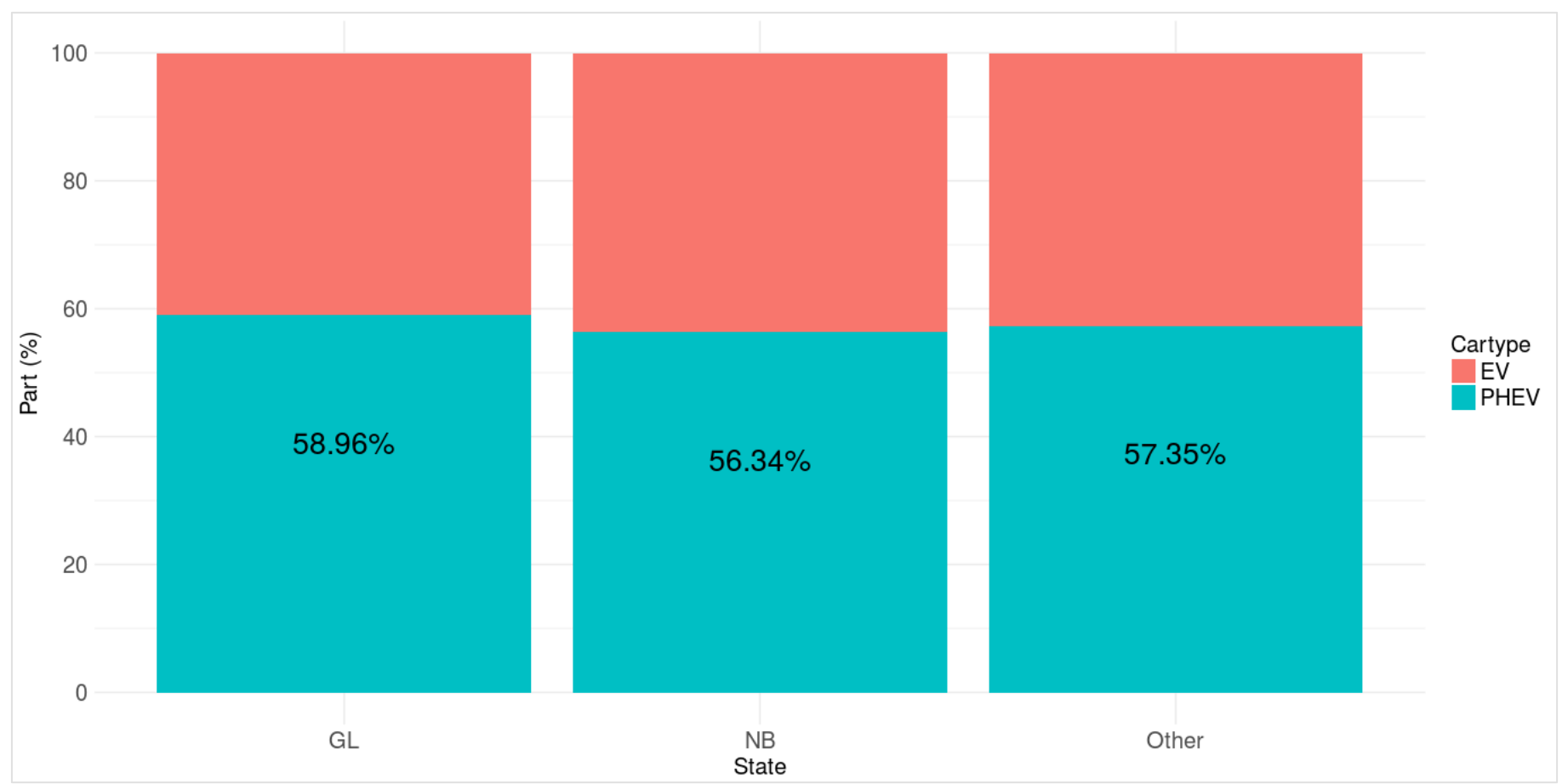
Bij elkaar opgeteld hebben overige provincies het meeste unieke RFID's ondanks dat het aantal laadsessies lager is vergeleken met Gelderland en Noord Brabant

EVNET

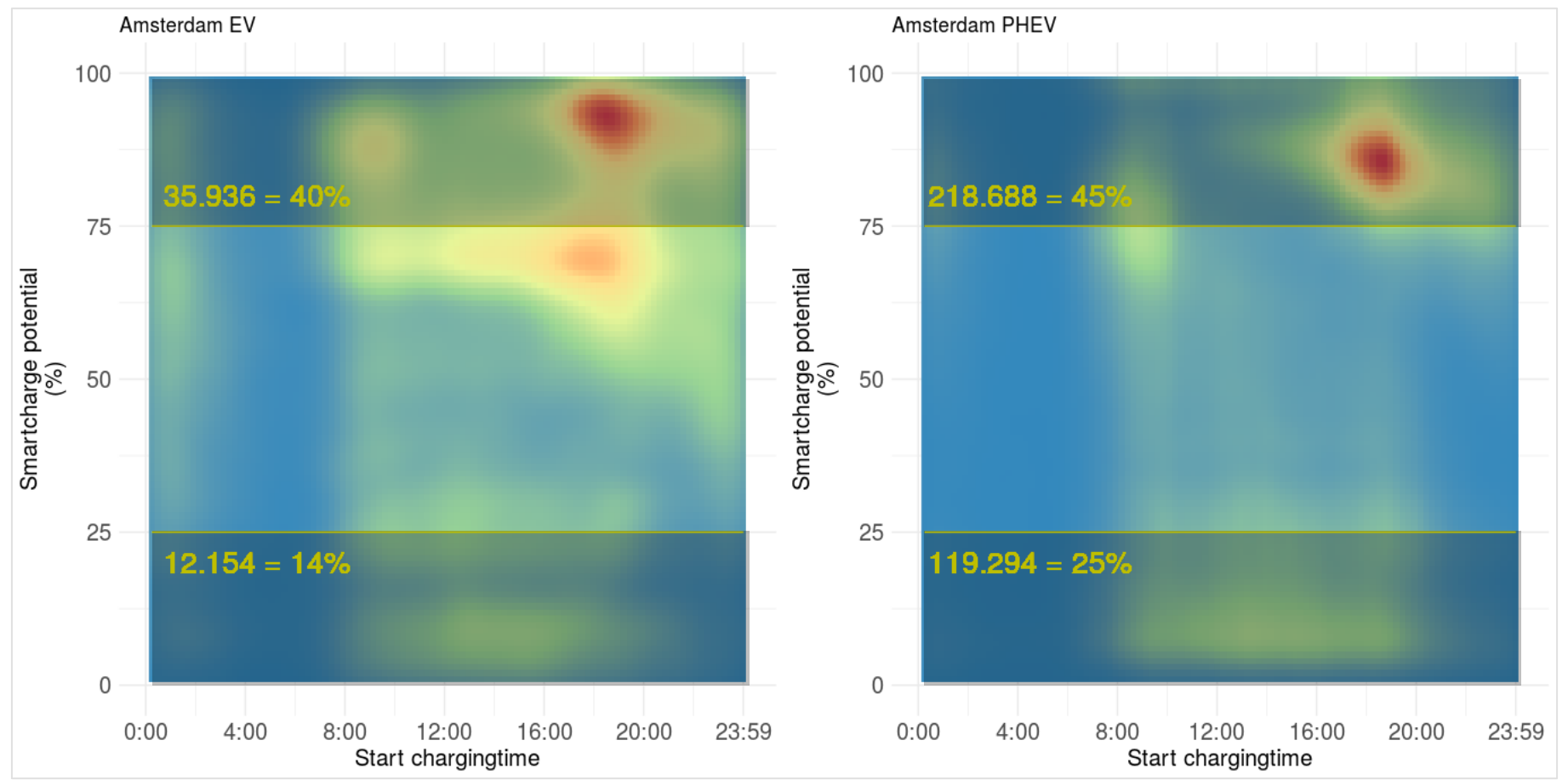


Het aandeel unieke RFID's van PHEV's is vergelijkbaar voor Gelderland, Noord Brabant en overige provincies

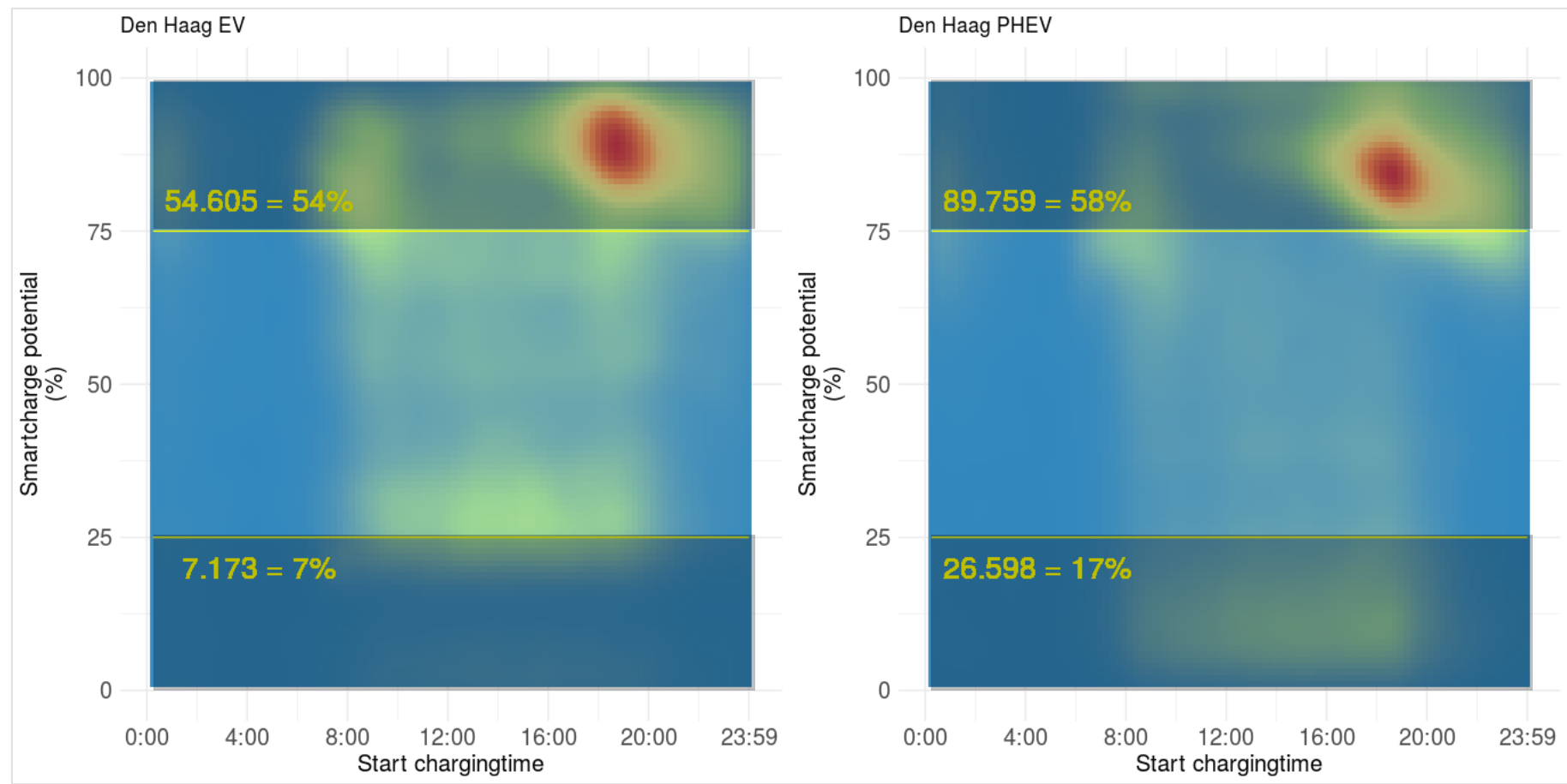
EVNET



45% van transacties door PHEV's in Amsterdam hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 40% van de transacties.

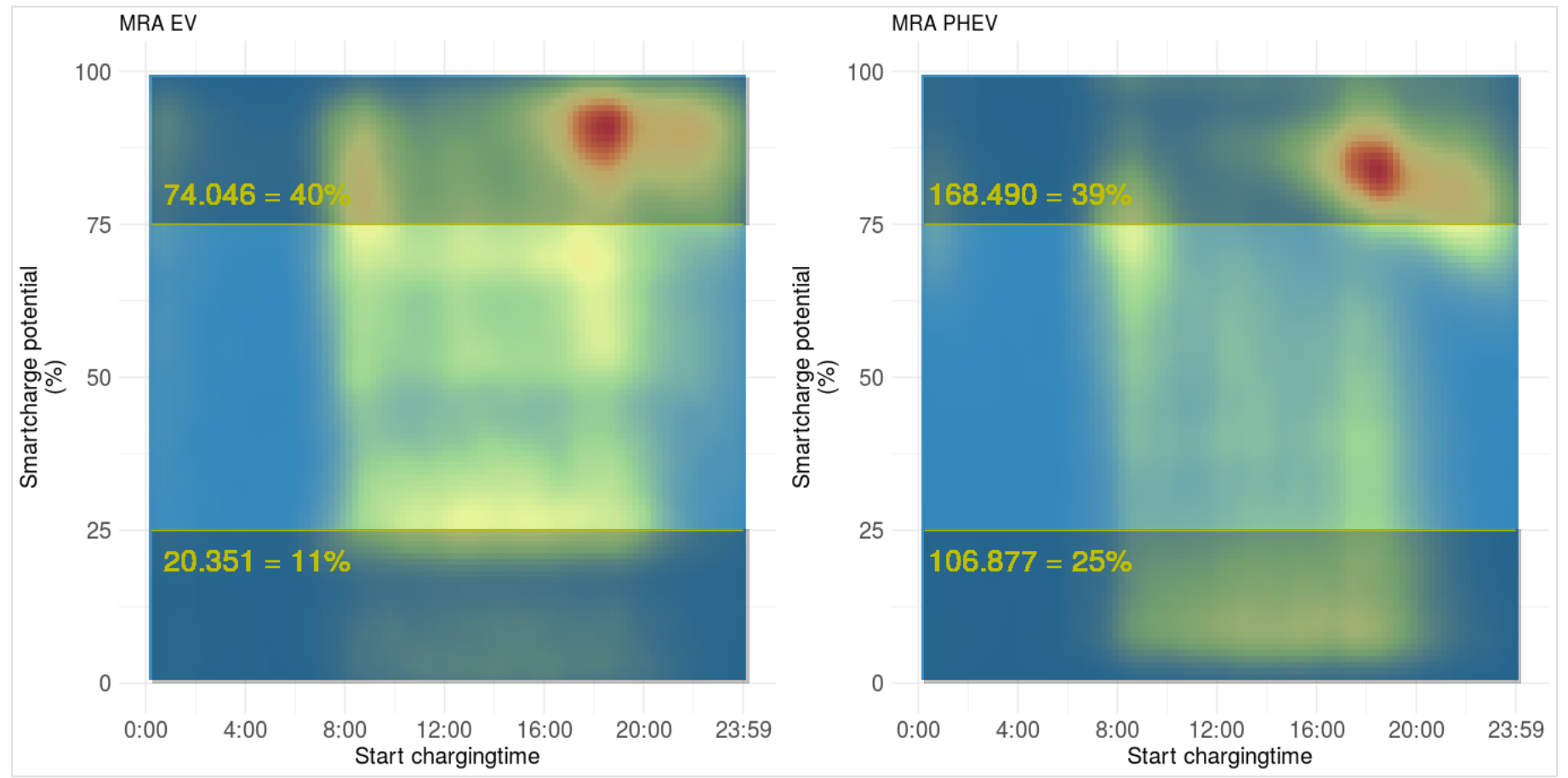


58% van transacties door PHEV's in Den Haag hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 54% van de transacties.



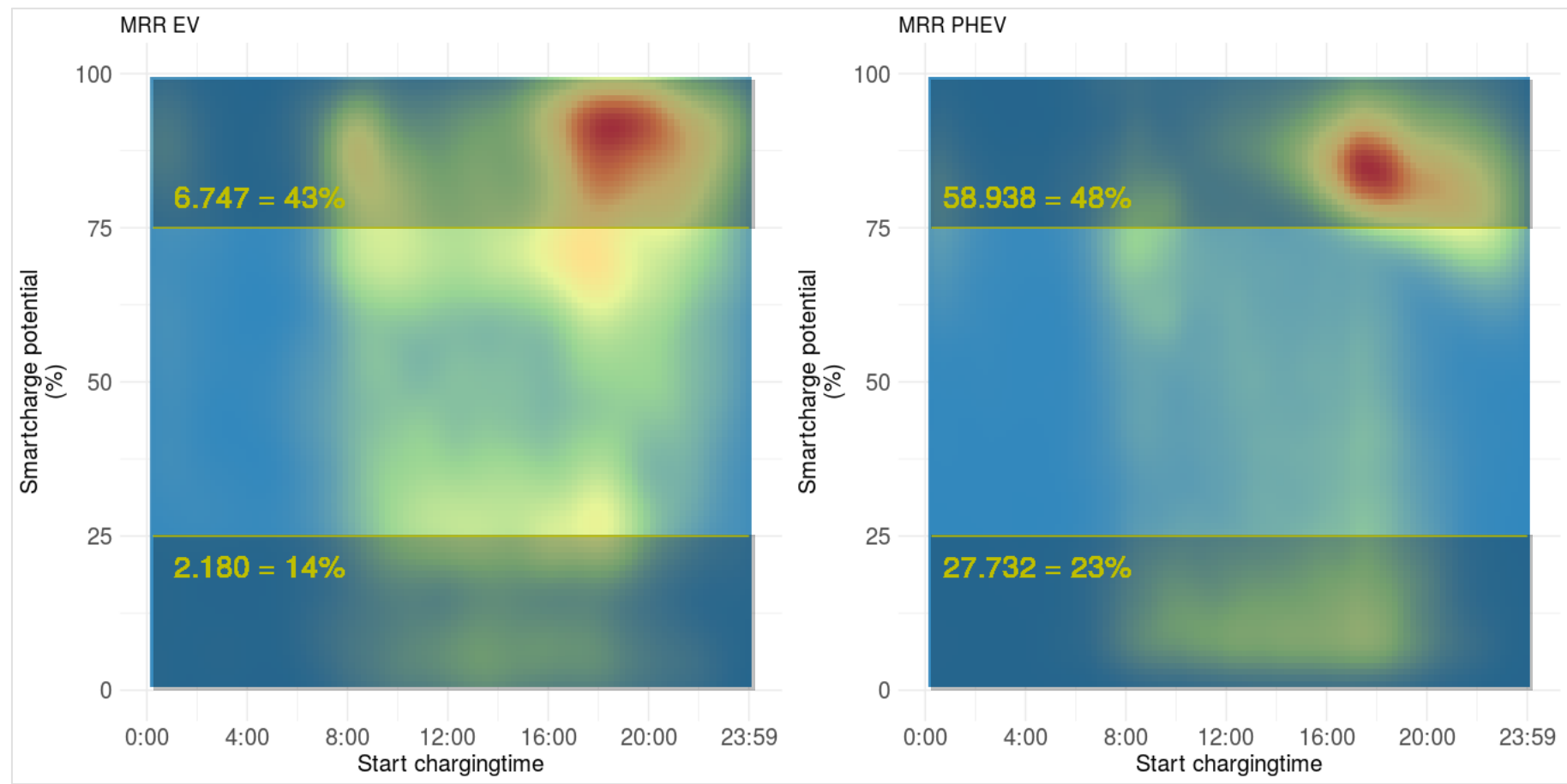
39% van transacties door PHEV's in MRA hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 40% van de transacties.

G4 MRA



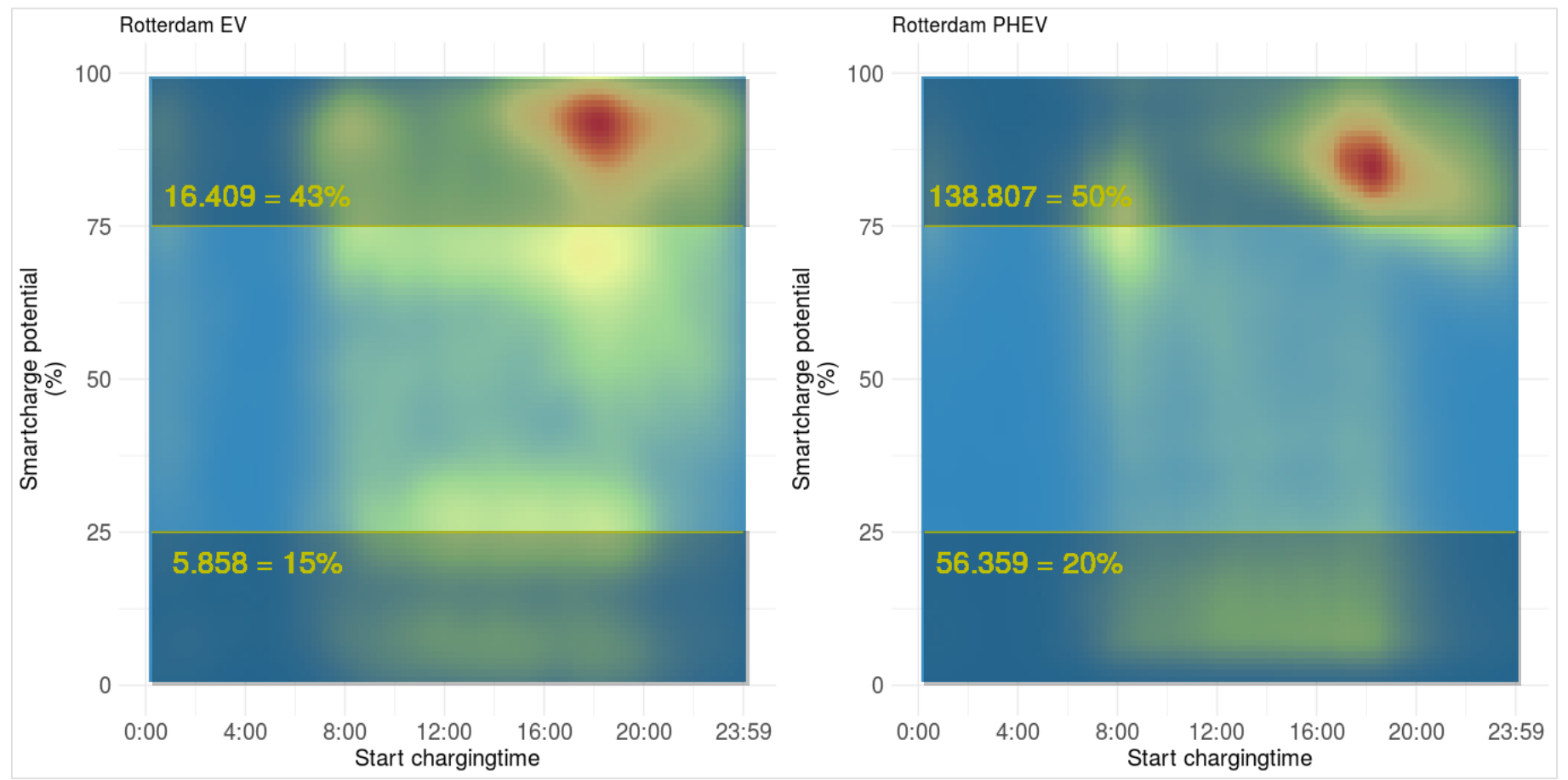
48% van transacties door PHEV's in MRR hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 43% van de transacties.

G4 MRA

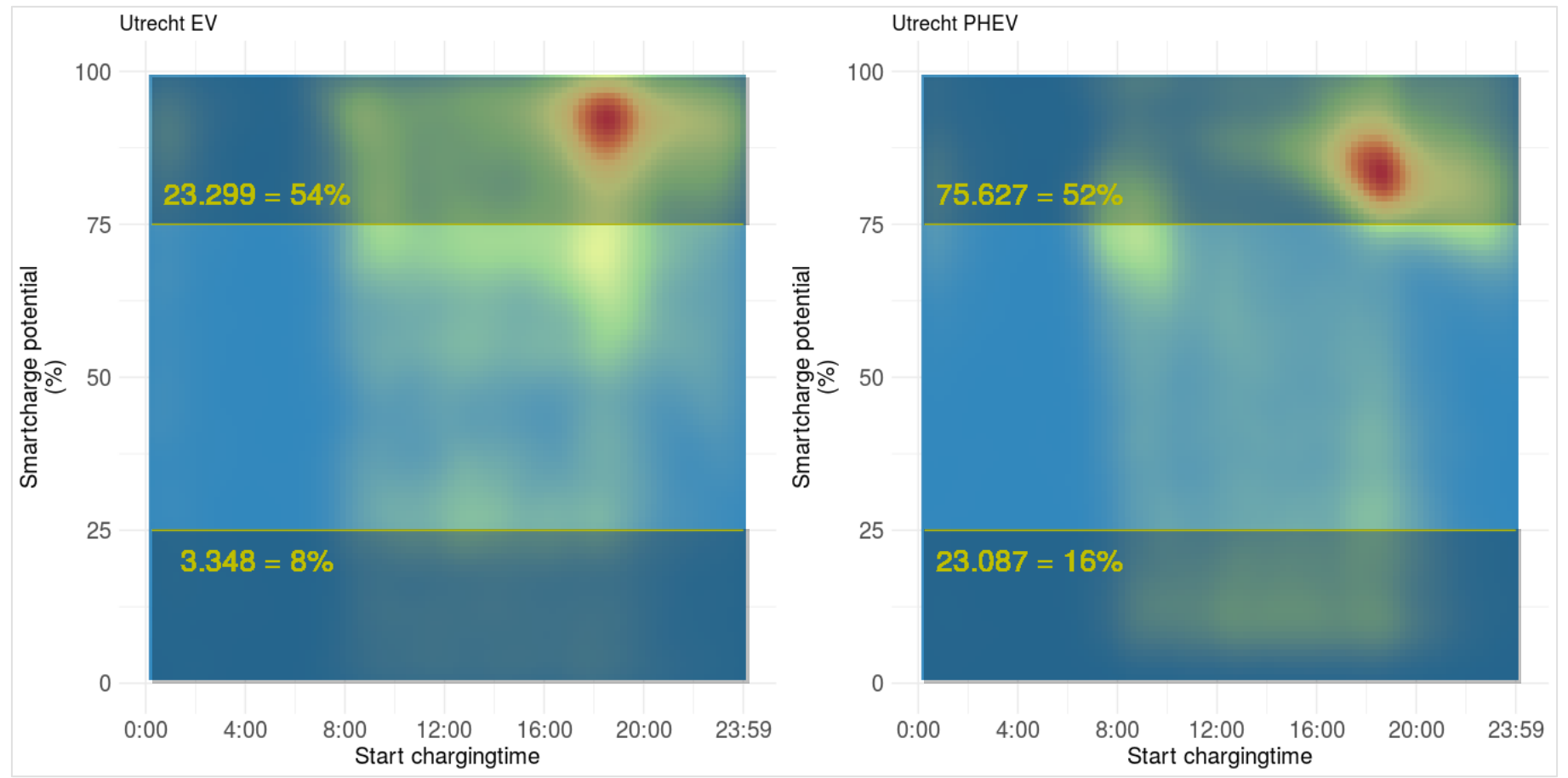


50% van transacties door PHEV's in Rotterdam hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 43% van de transacties.

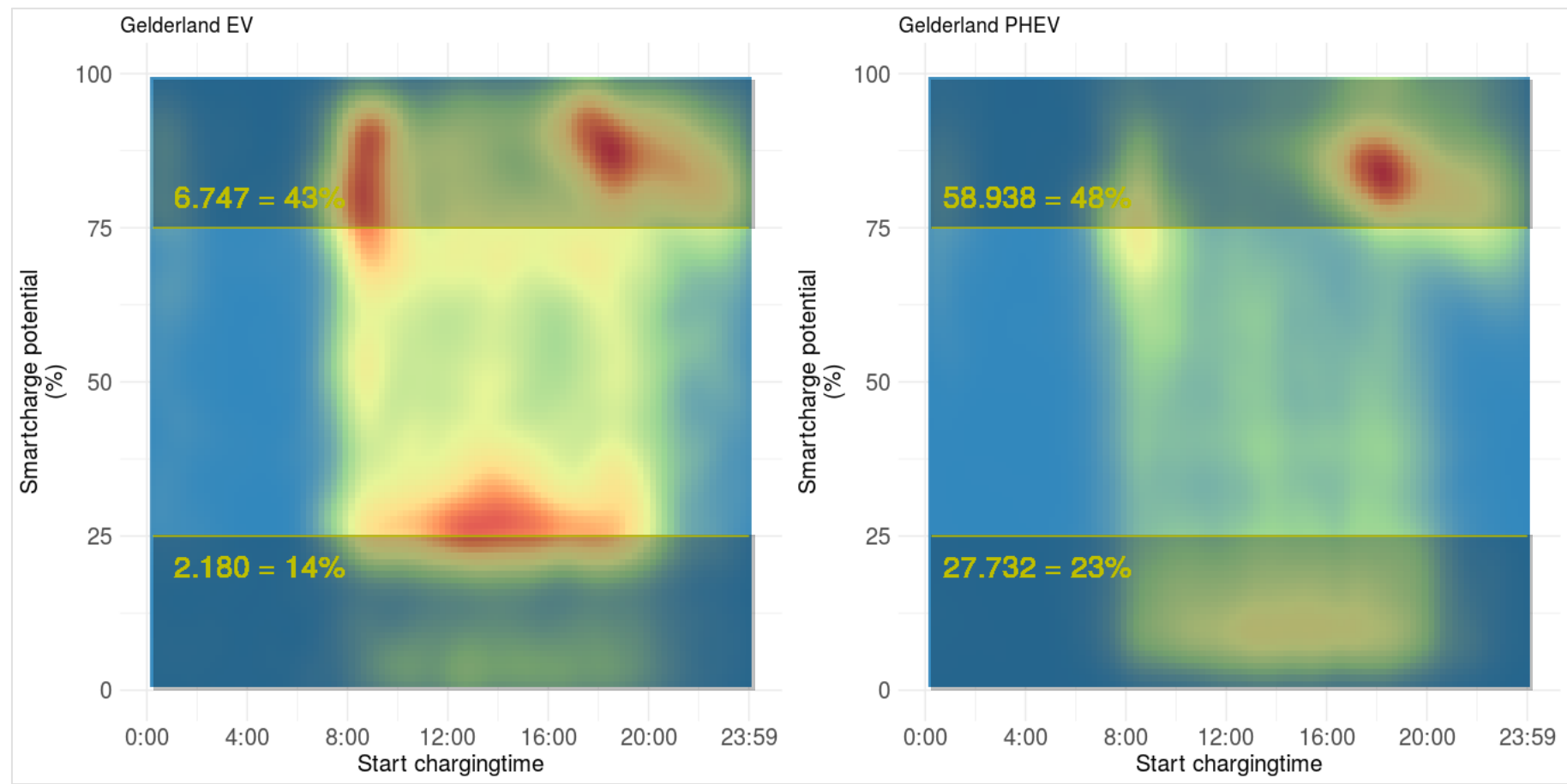
G4 MRA



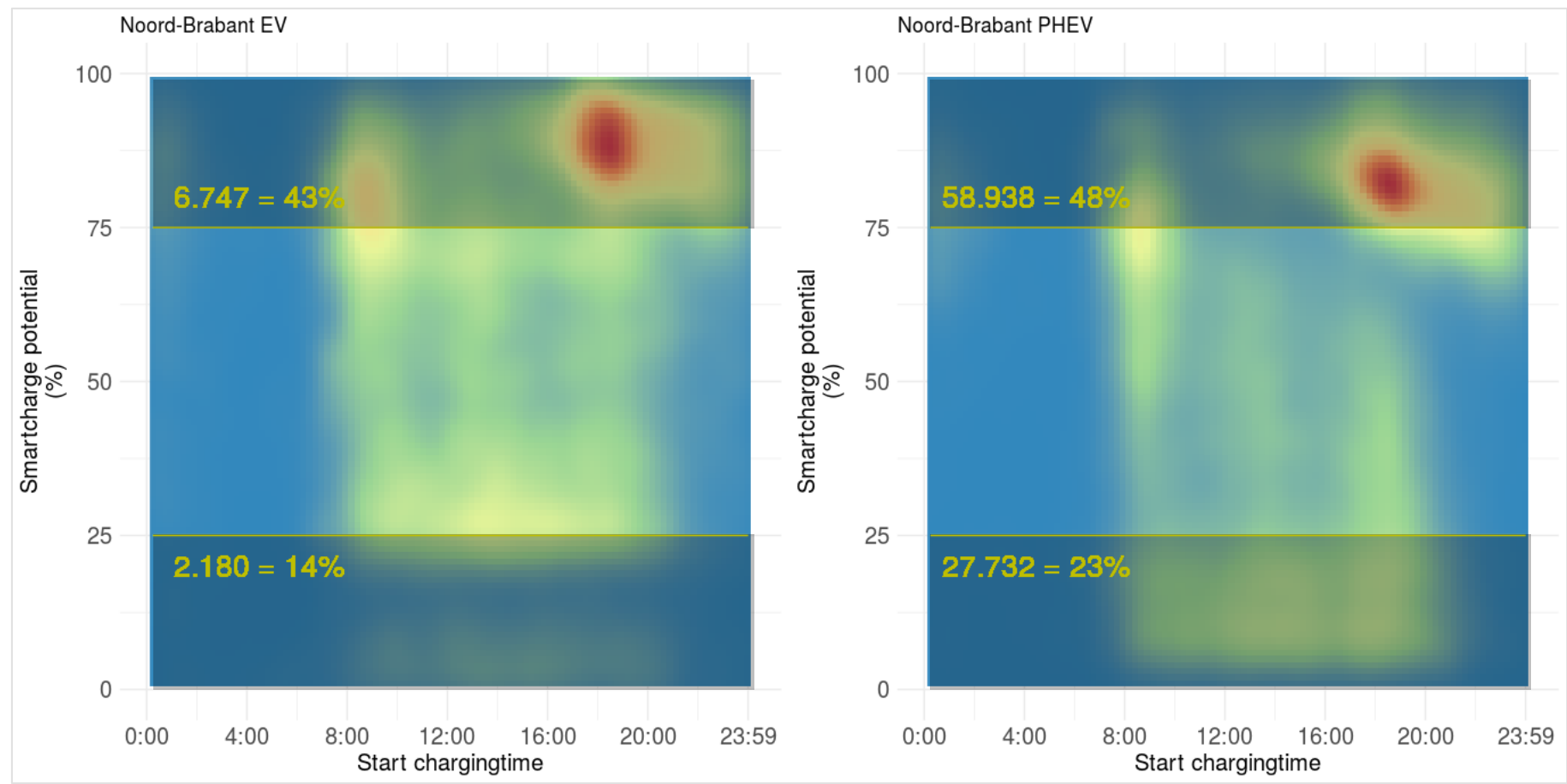
52% van transacties door PHEV's in Amsterdam hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 54% van de transacties.



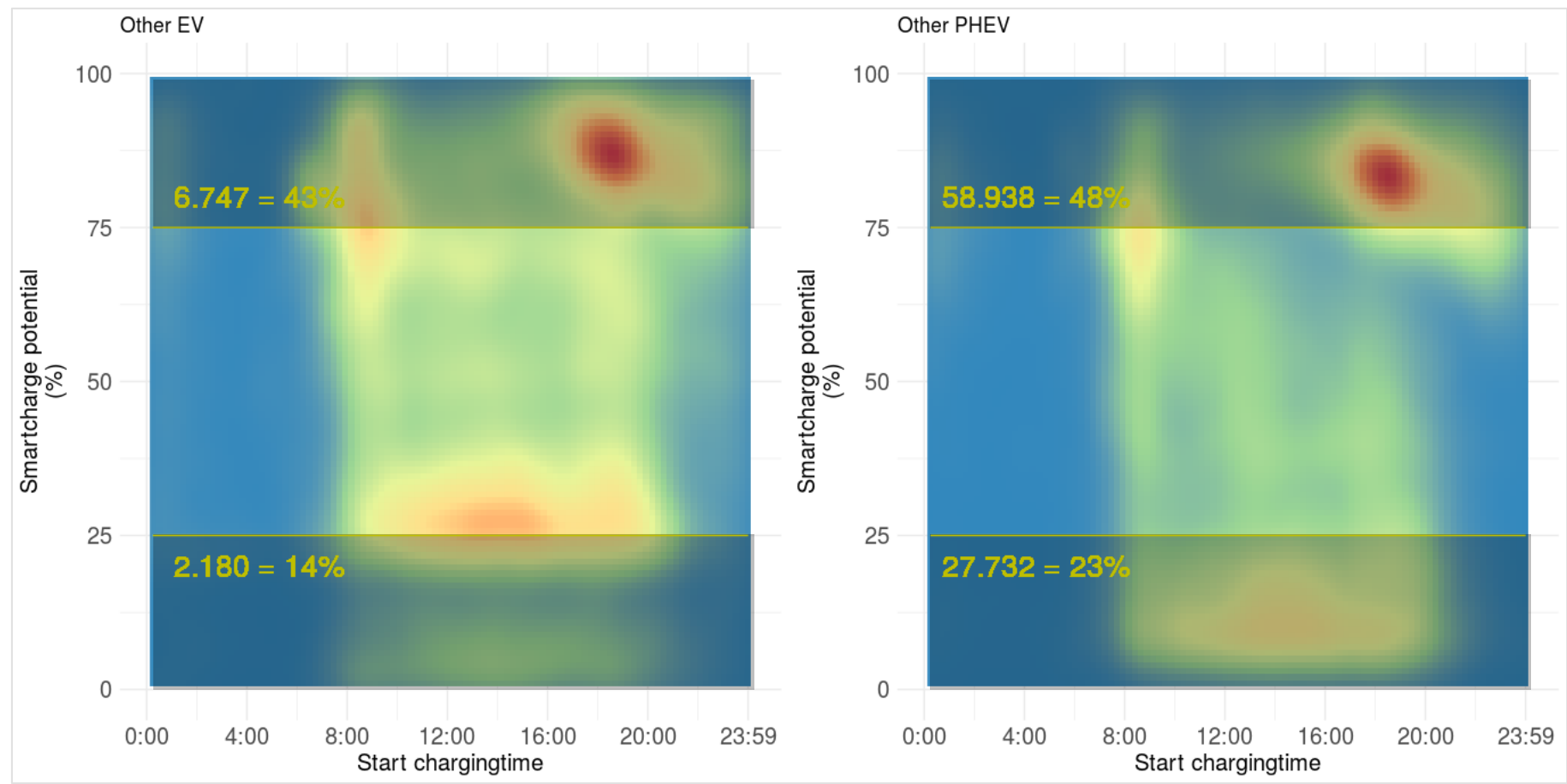
48% van transacties door PHEV's in Gelderland hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 43% van de transacties.



48% van transacties door PHEV's in Noord Brabant hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 43% van de transacties.



48% van transacties door PHEV's in overige provincies hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Voor EV's is dit 45% van de transacties.



Het CBS hanteert vijf niveaus van stedelijkheid met 1 voor zeer sterk stedelijk en 5 voor niet stedelijk

- 1 Zeer sterk stedelijk**
 $\geq 2\,500$ adressen per km²
- 2 Sterk stedelijk**
1 500 - 2 500 adressen per km²
- 3 Matig stedelijk**
1 000 - 1 500 adressen per km²
- 4 Weinig stedelijk**
500 - 1 000 adressen per km²
- 5 Niet stedelijk**
< 500 adressen per km²

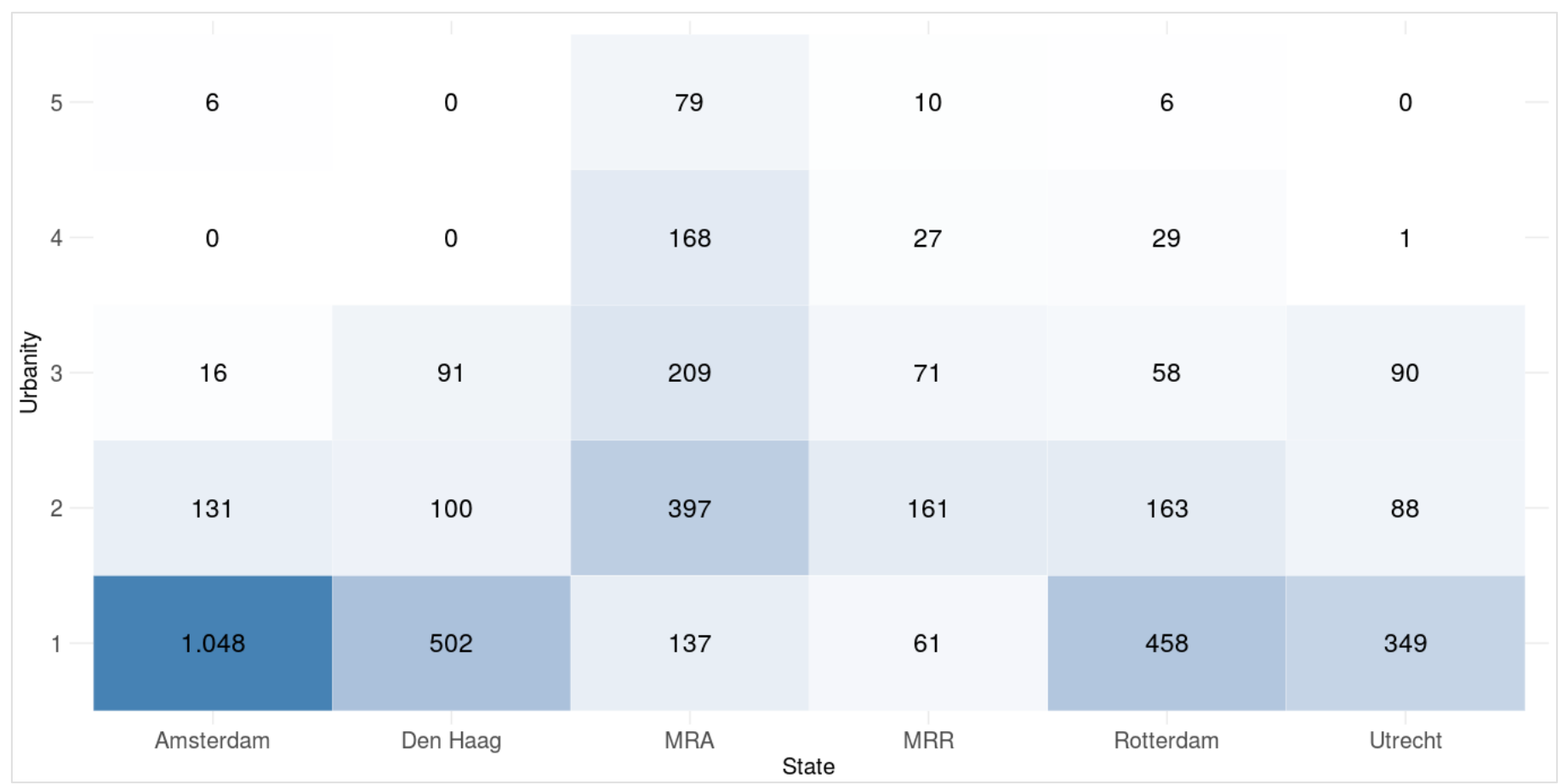
In de G4 MRA zijn de meeste laadsessies in gebieden met een hoge mate van stedelijkheid

G4 MRA



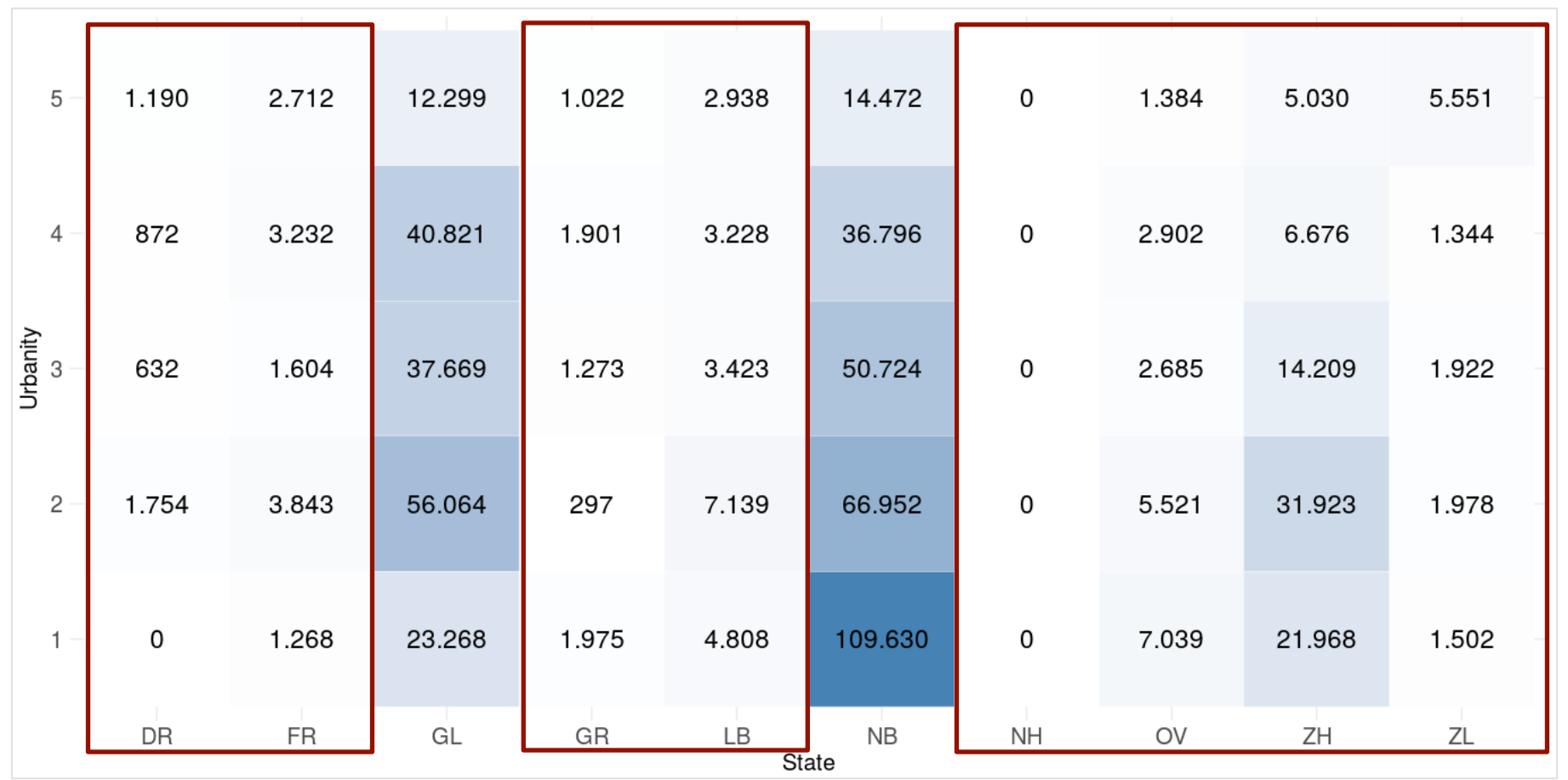
In de G4 MRA staan de meeste palen in gebieden met hoge mate van stedelijkheid.

G4 MRA



In EVNET dataset zijn de laadsessies verdeeld over gebieden met verschillende maten van stedelijkheid.

EVNET



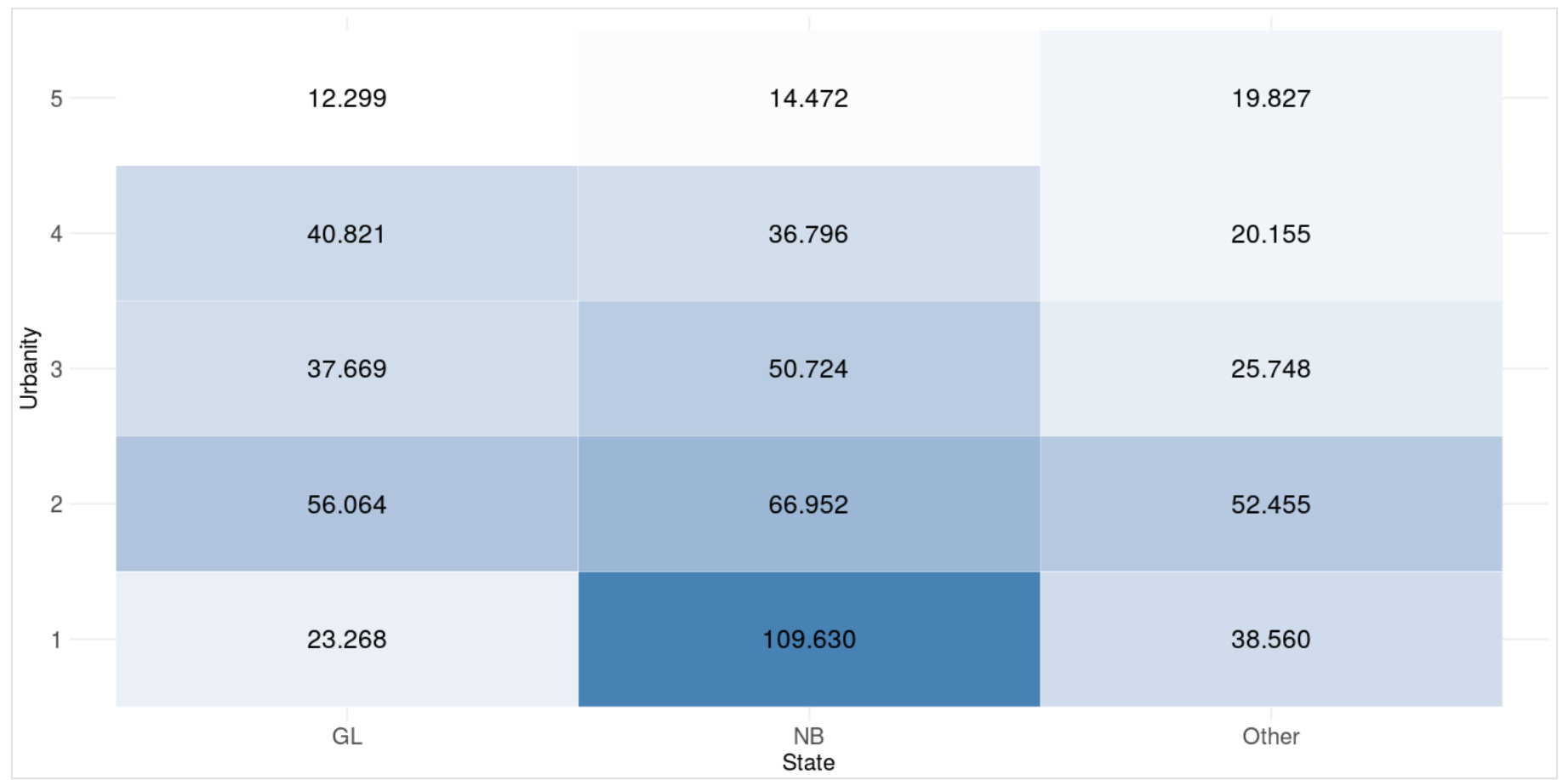
 Samengevoeg tot een categorie

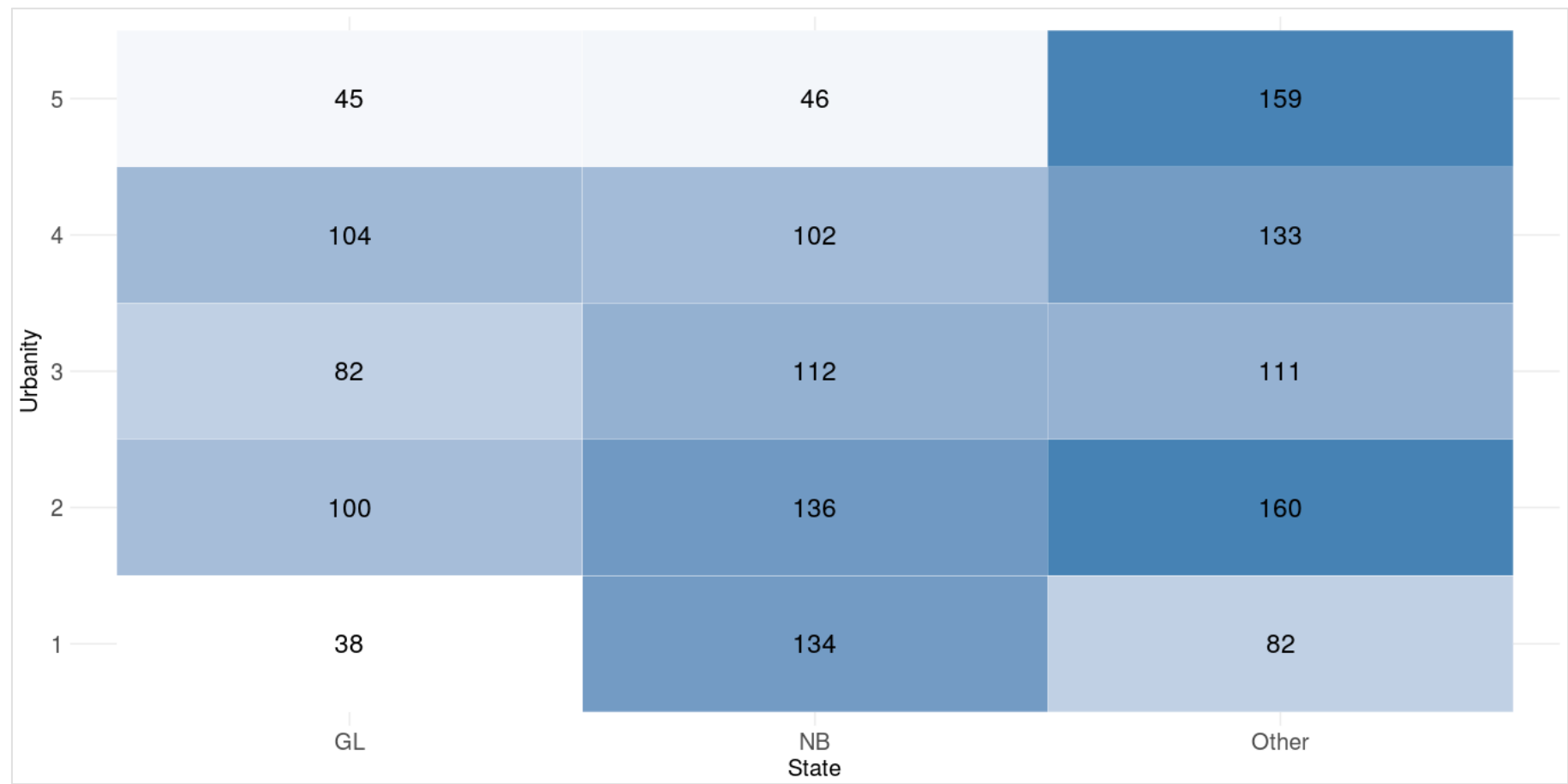
In EVNET dataset zijn de laadpalen verdeeld over gebieden met verschillende maten van stedelijkheid.

EVNET



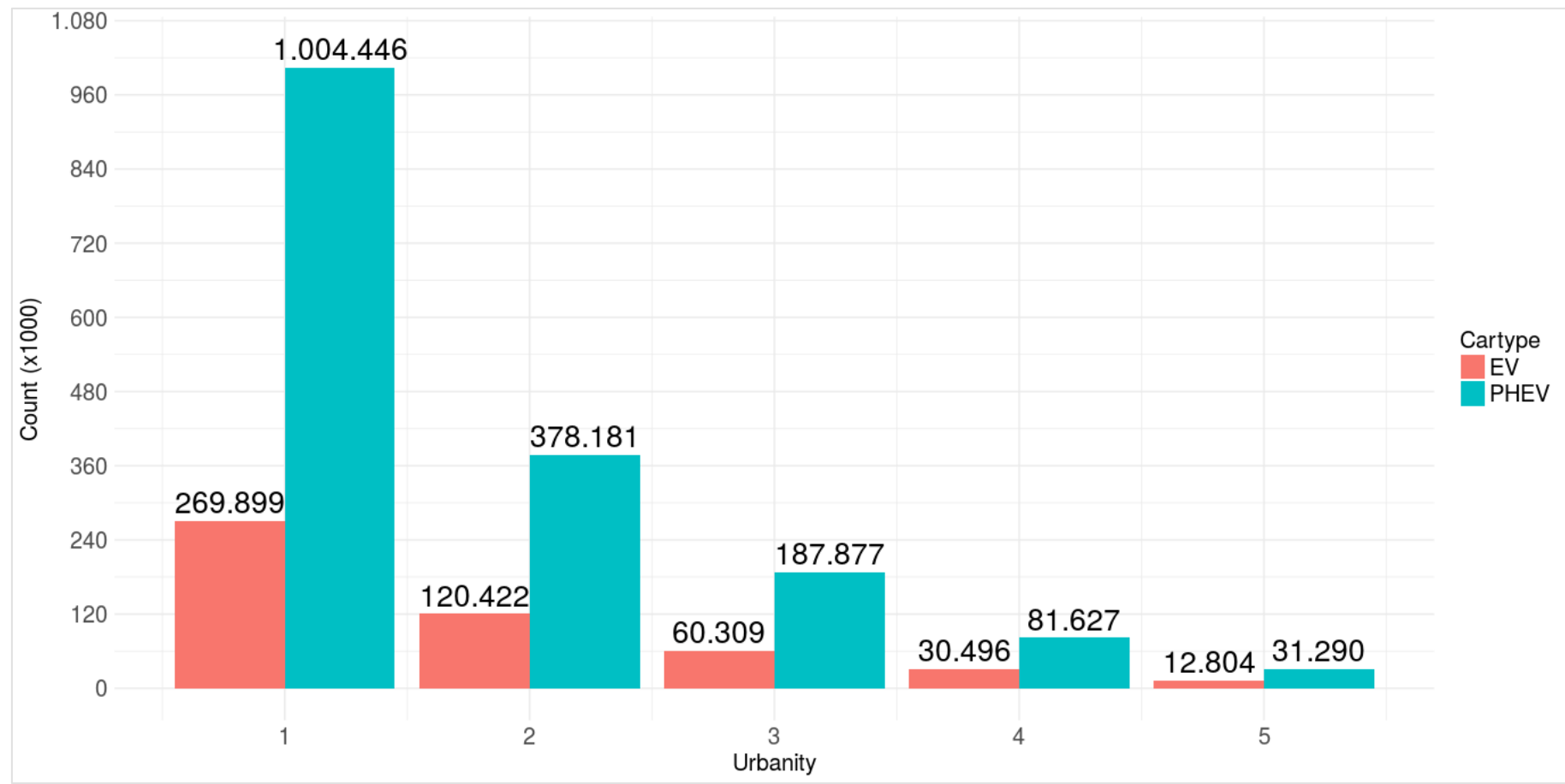
 Samengevoeg tot een categorie





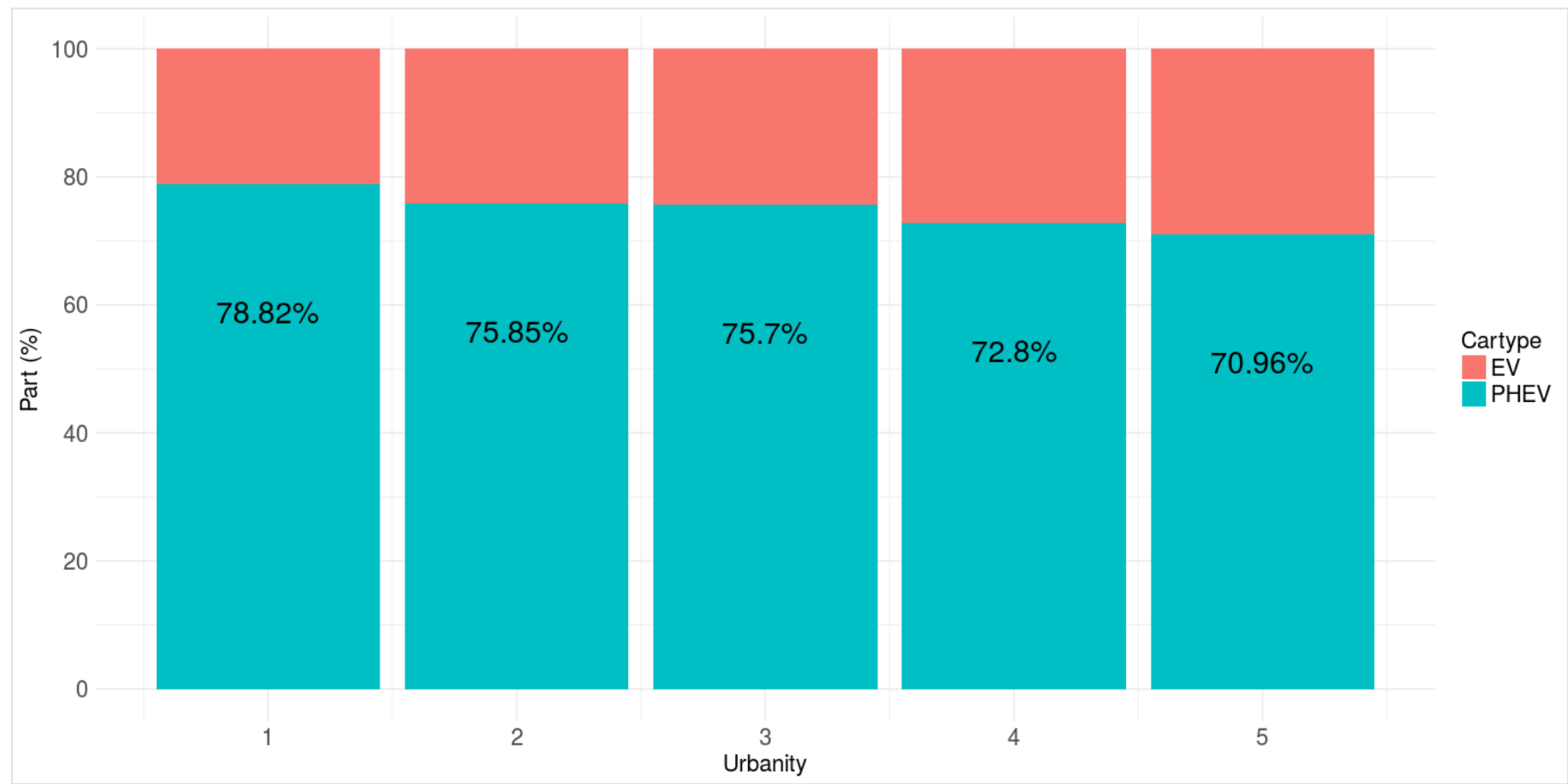
Het aantal laad sessies van PHVE's is hoger dan het aantal EV's ongeacht de mate van stedelijkheid.

G4 MRA



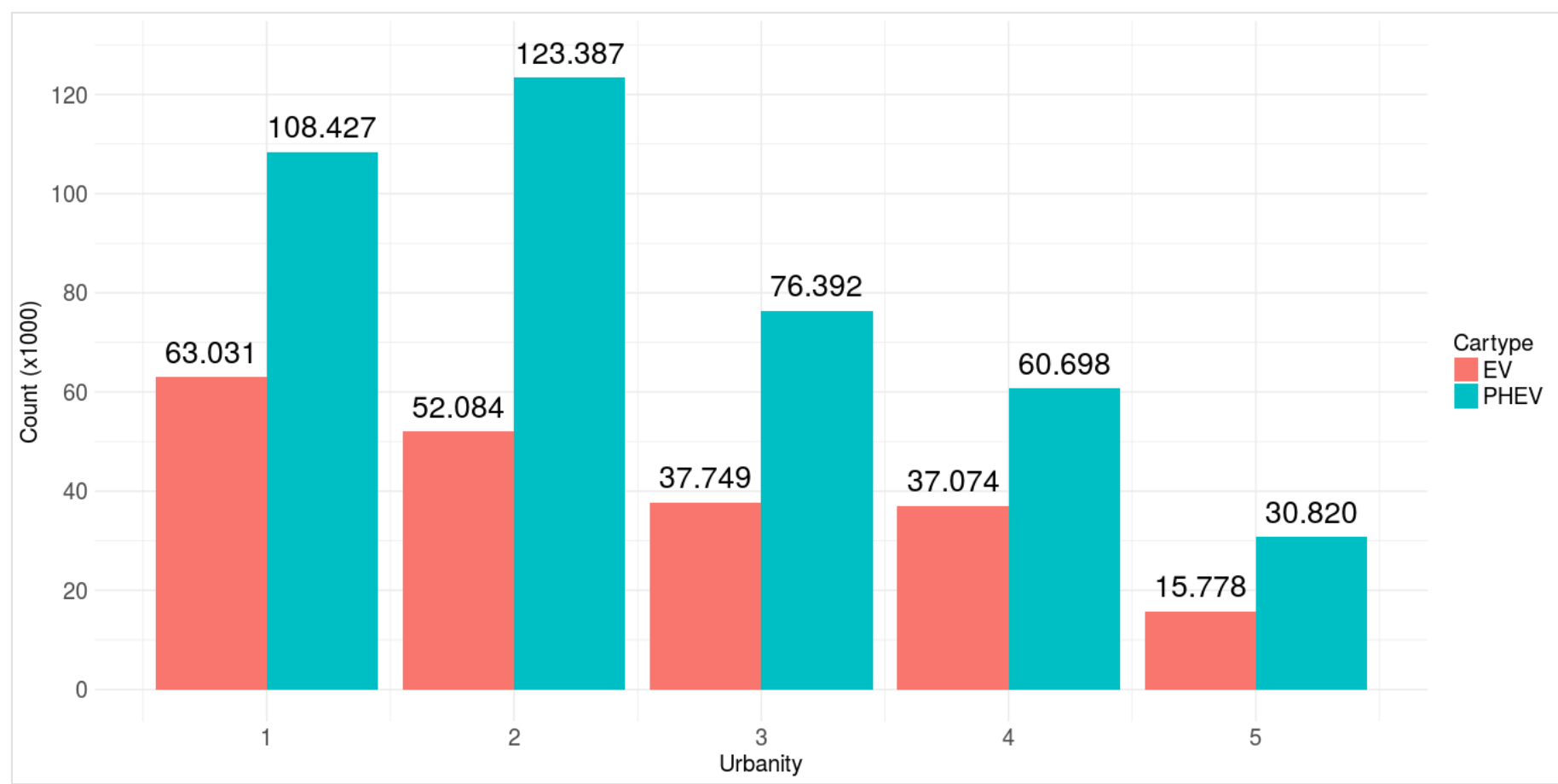
Het aandeel laad sessies door PHEV's neemt af naarmate de mate van stedelijkheid afneemt.

G4 MRA



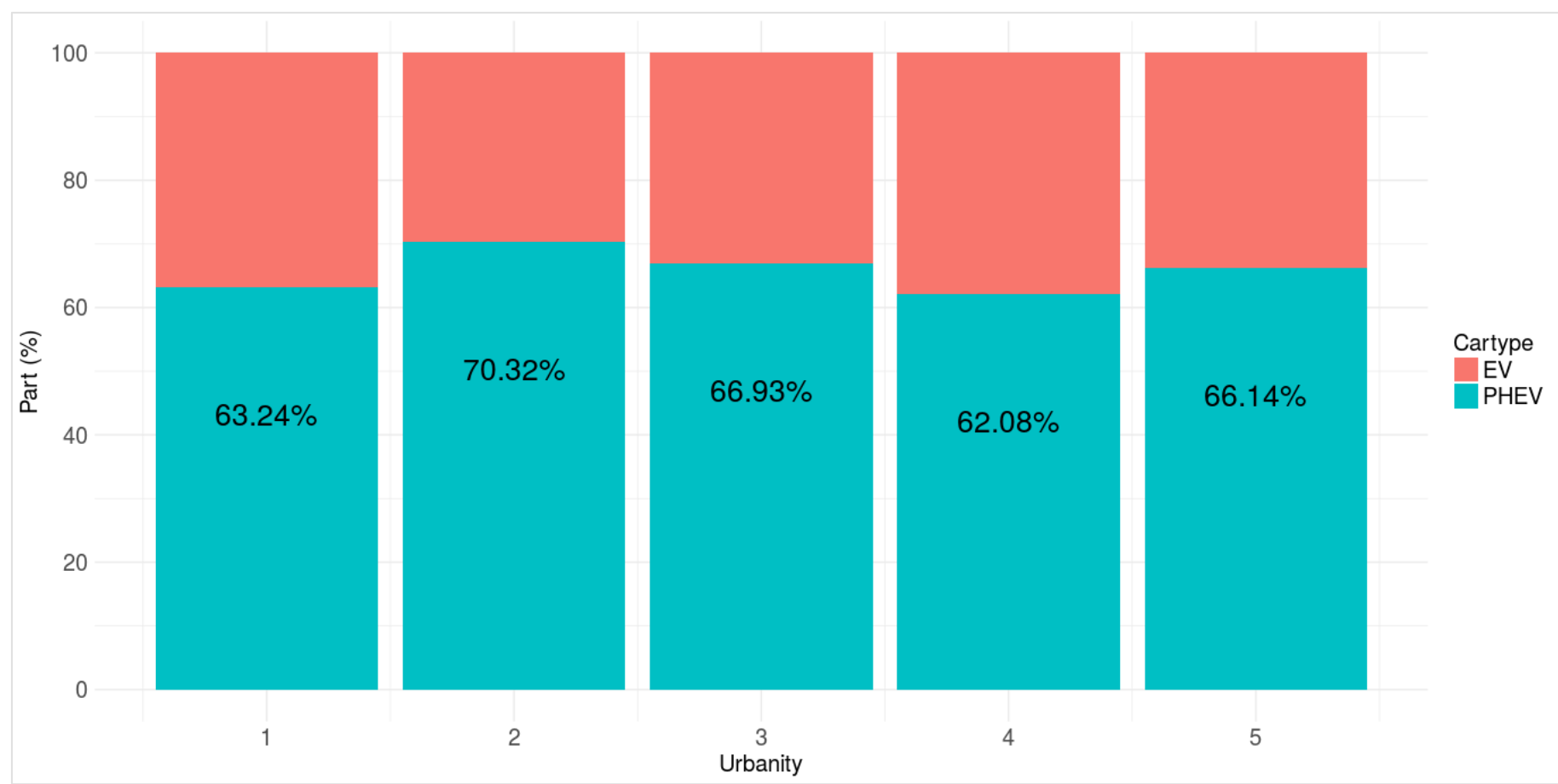
Het aantal laad sessies door PHEV's is hoger ongeacht de mate van stedelijkheid.

EVNET



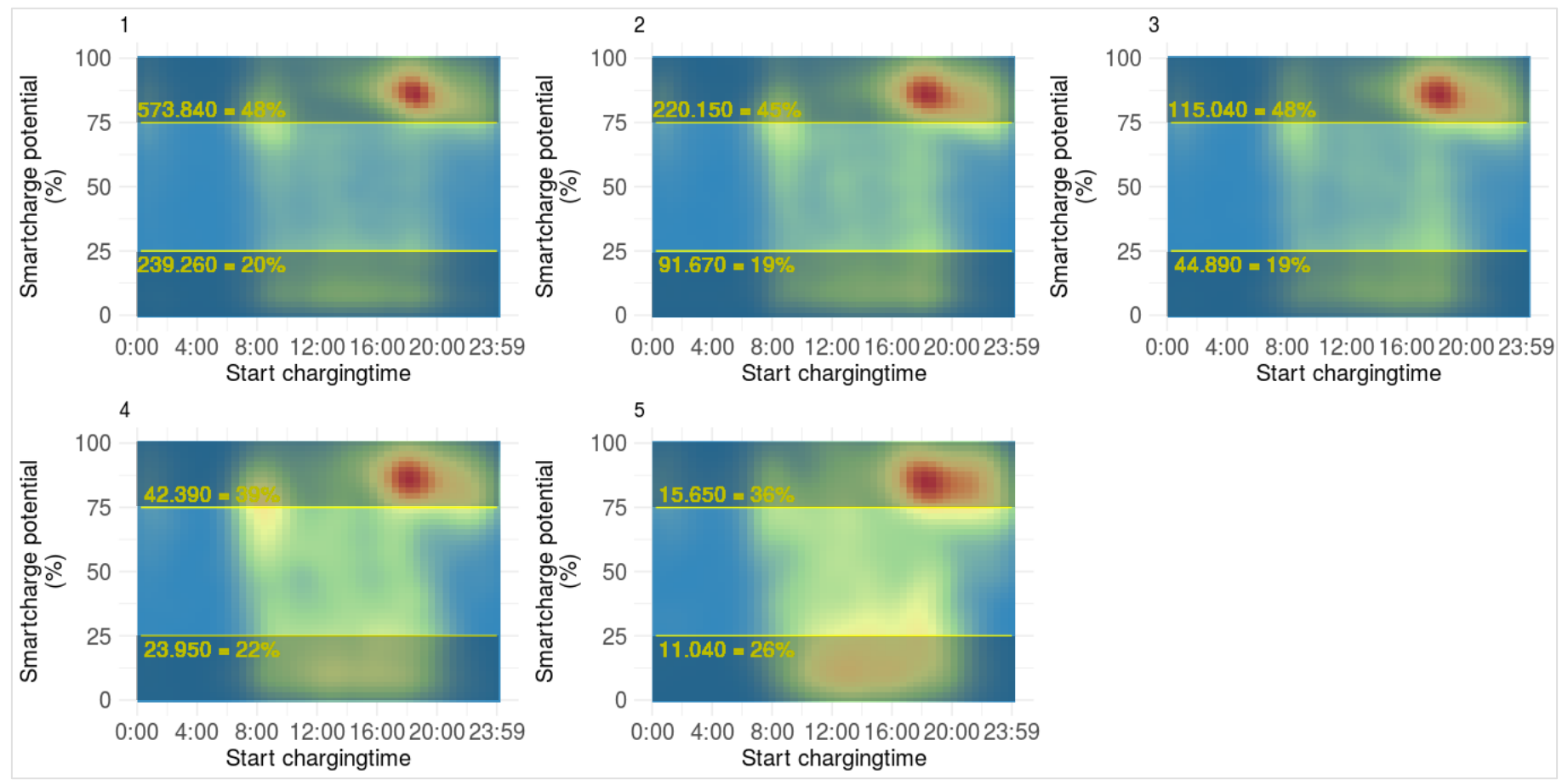
Het aandeel transacties door PHEV's is het hoogst voor stedelijkheid 2.

EVNET

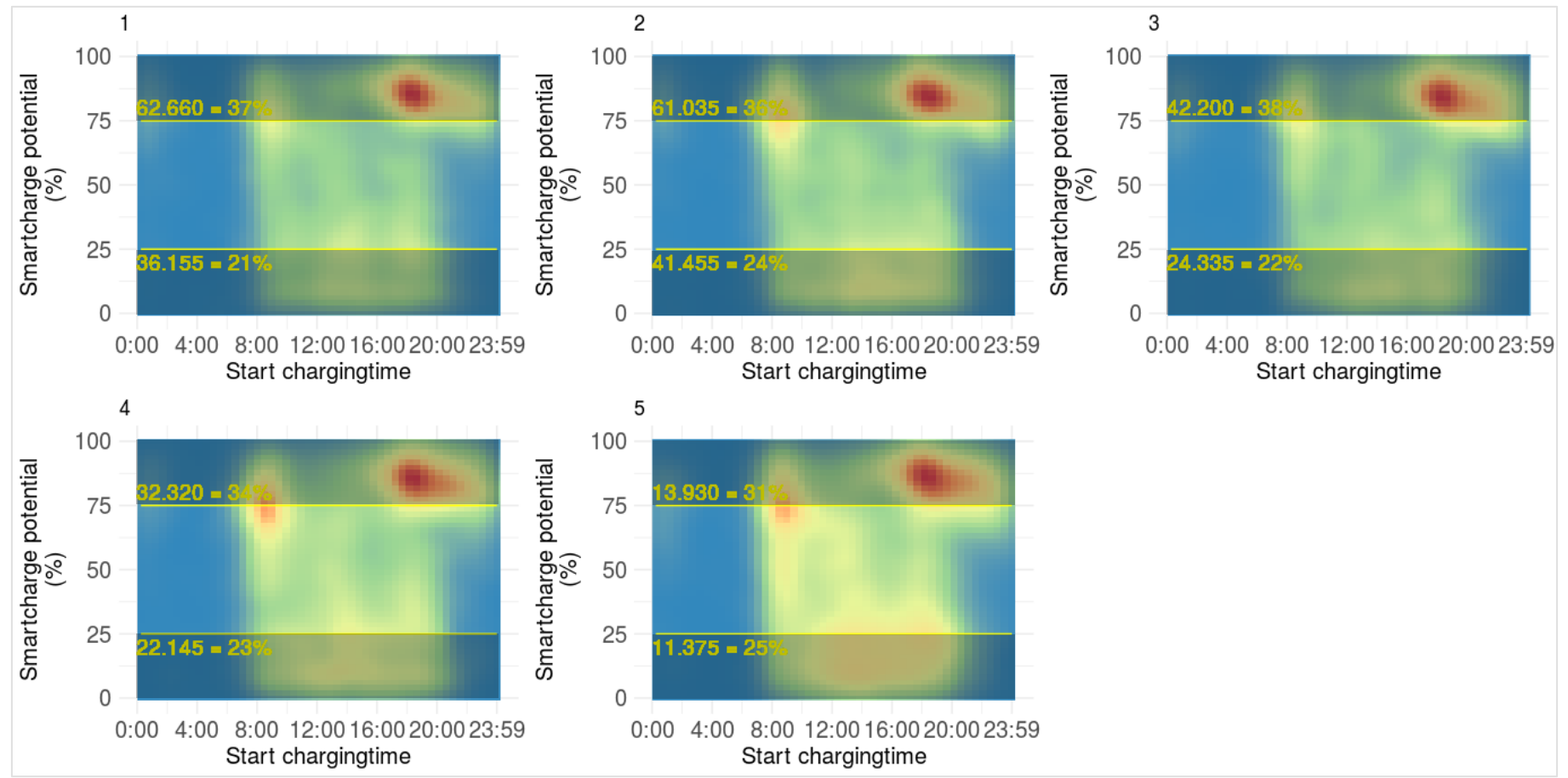


Afhankelijk van de mate van stedelijkheid hebben tussen 36% en 48% van de sessies Smart Charging potentieel van 75% of meer.

G4 MRA

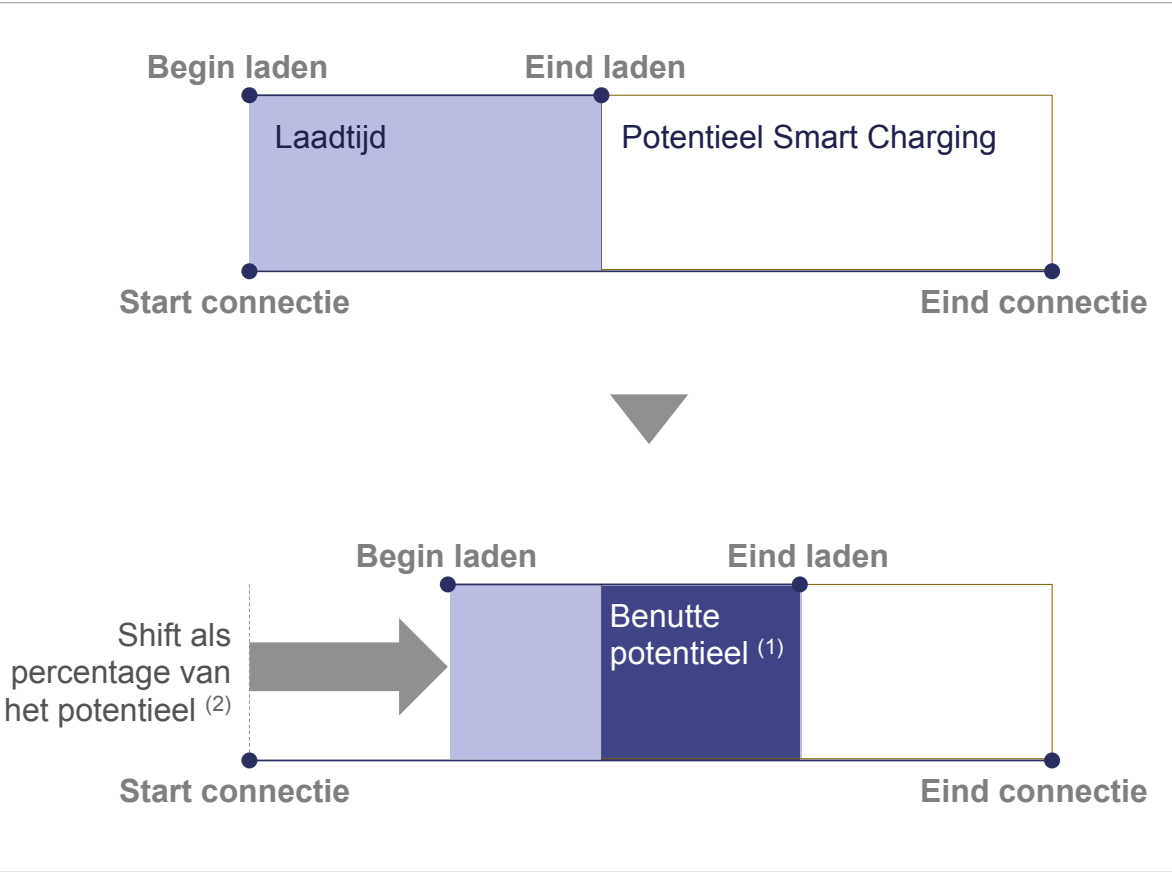


Afhankelijk van de mate van stedelijkheid hebben tussen 31% en 38% van de sessies Smart Charging potentieel van 75% of meer.



Het effect van Smart Charging op piekreductie en duurzame energie gebruik is bestudeerd aan de hand van het schuiven van de sessies om het potentieel te benutten

De laadsessies werden geschoven als percentage van het potentieel ⁽²⁾

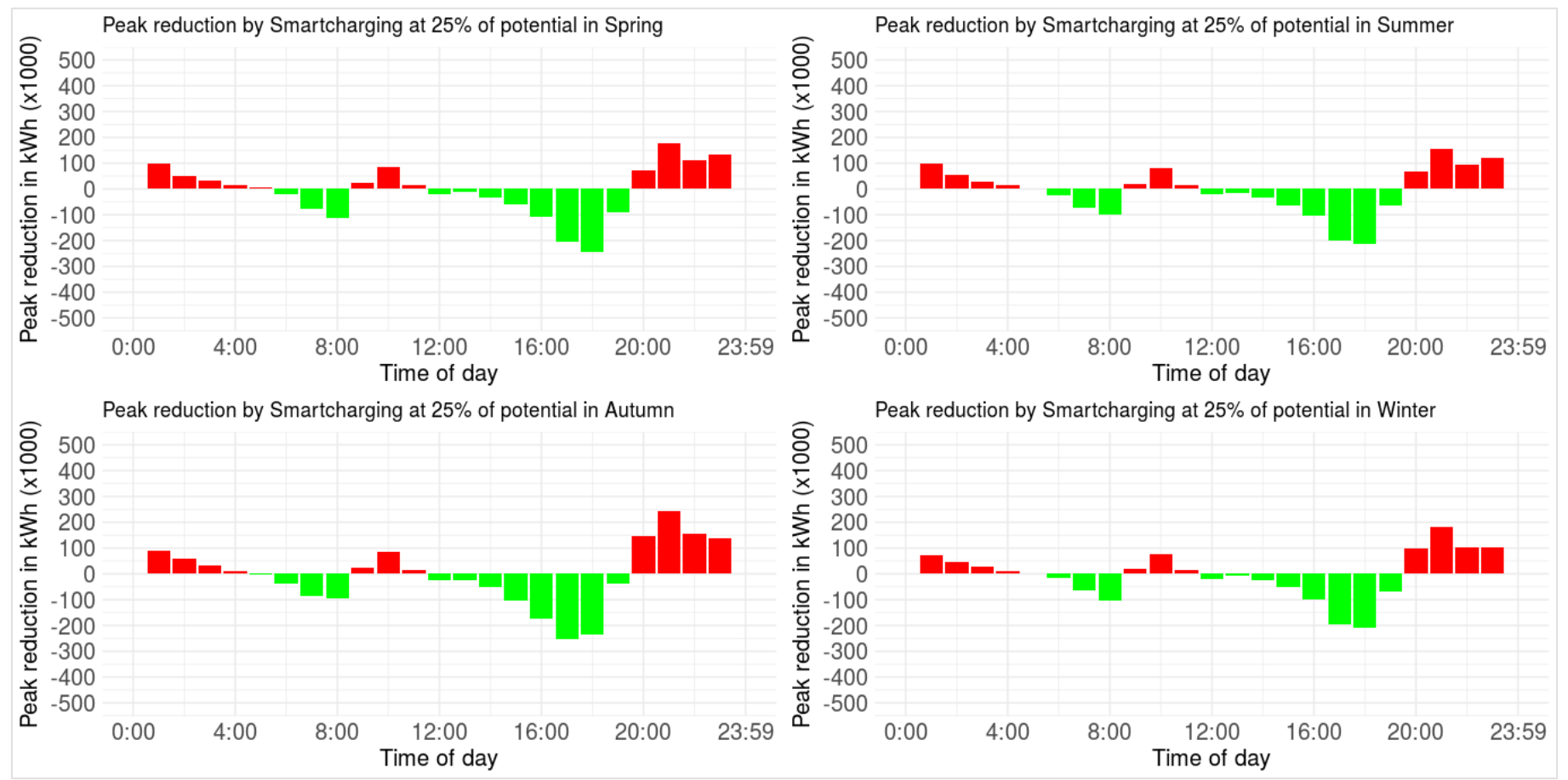


...om twee vragen te kunnen beantwoorden

- 1 Piekreductie**
Na het schuiven van de sessies, met hoeveel kWh worden de pieken gereduceerd?
- 2 Duurzame energie**
Na het schuiven van de sessies, hoeveel kWh wordt meer / minder duurzaam geladen?

(1) Door de laadsessie wordt een deel van het potentieel voor Smart Charging benut. In dit onderzoek is de shift van de sessies uitgedrukt als een percentage van het totale potentieel.
(2) In dit onderzoek is gekeken naar vijf verschillende shifts: 25%, 33%, 50%, 66% en 75%.

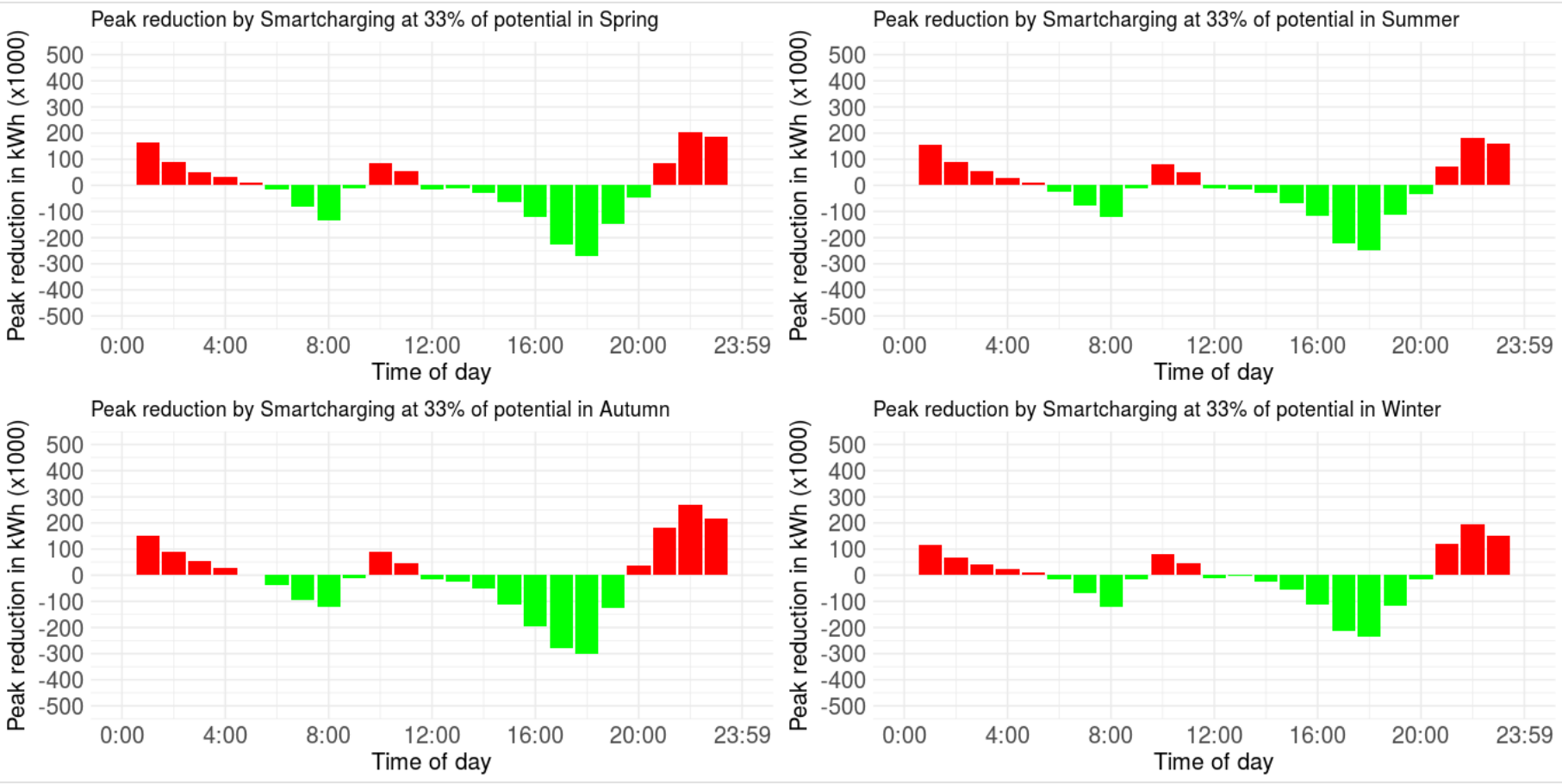
Bij een shift van 25% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk.



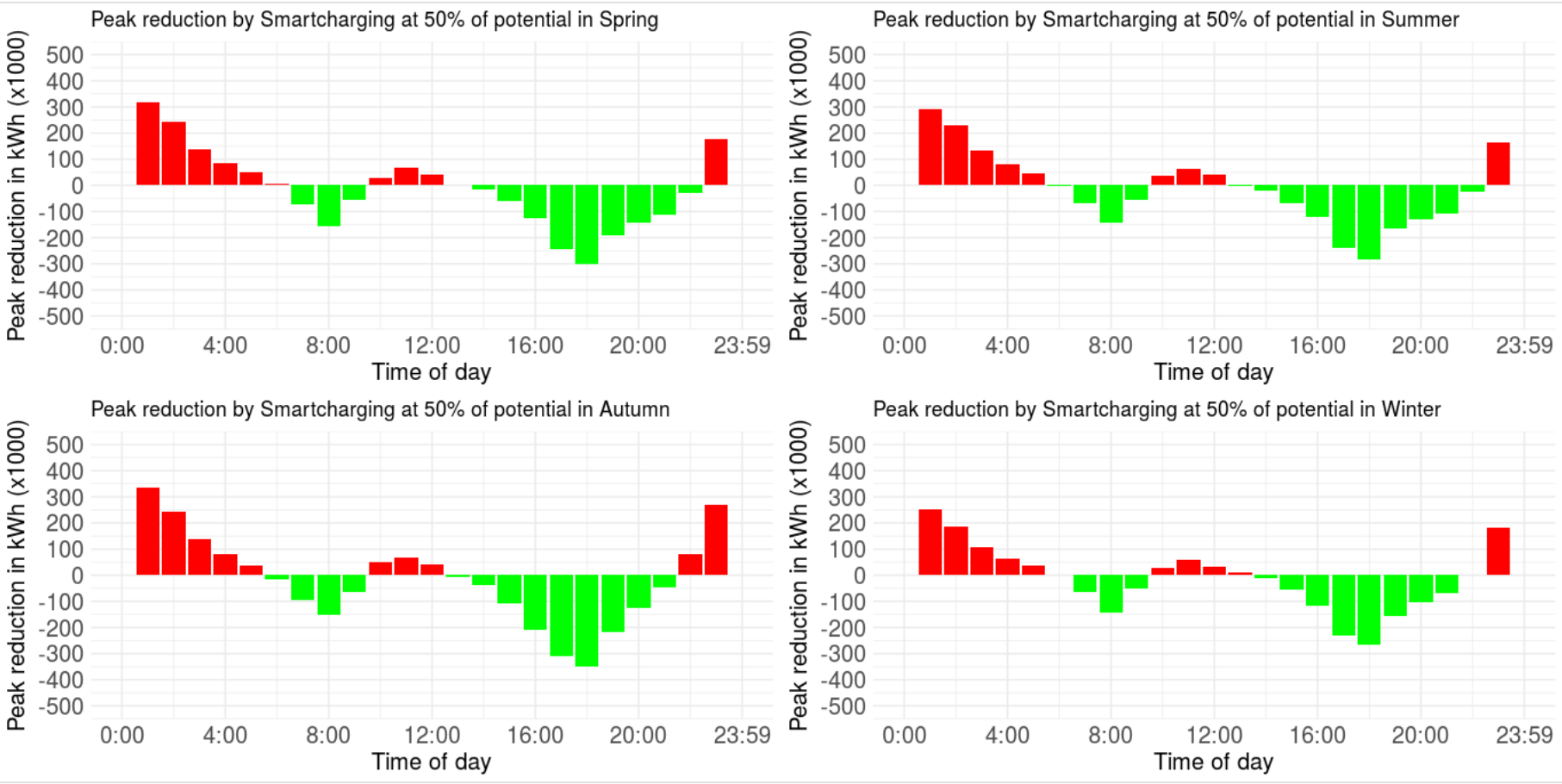
- Piek wordt gereduceerd na de shift
- Piek neemt toe na de shift

Bij een shift van 33% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk.

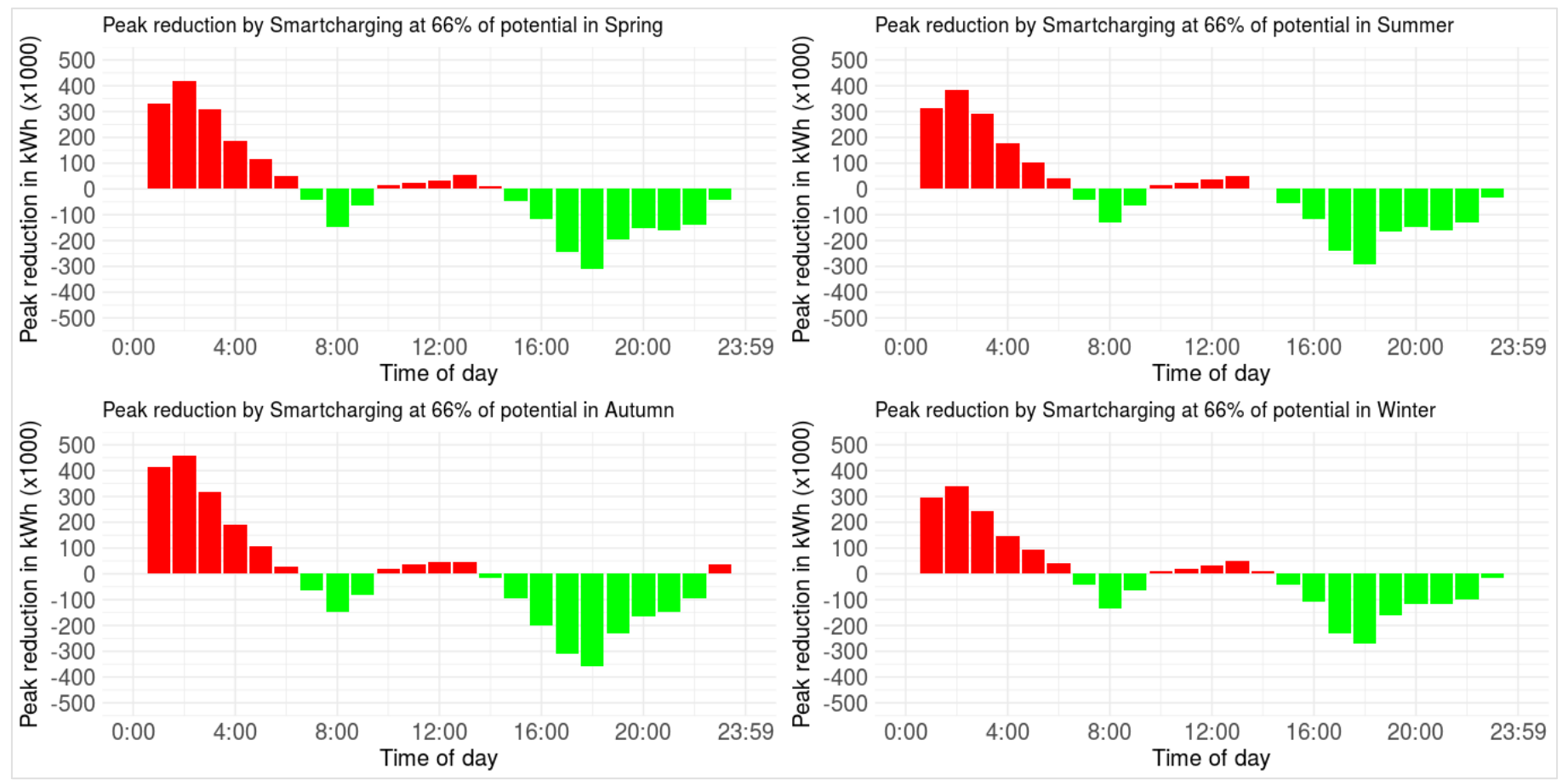
G4 MRA



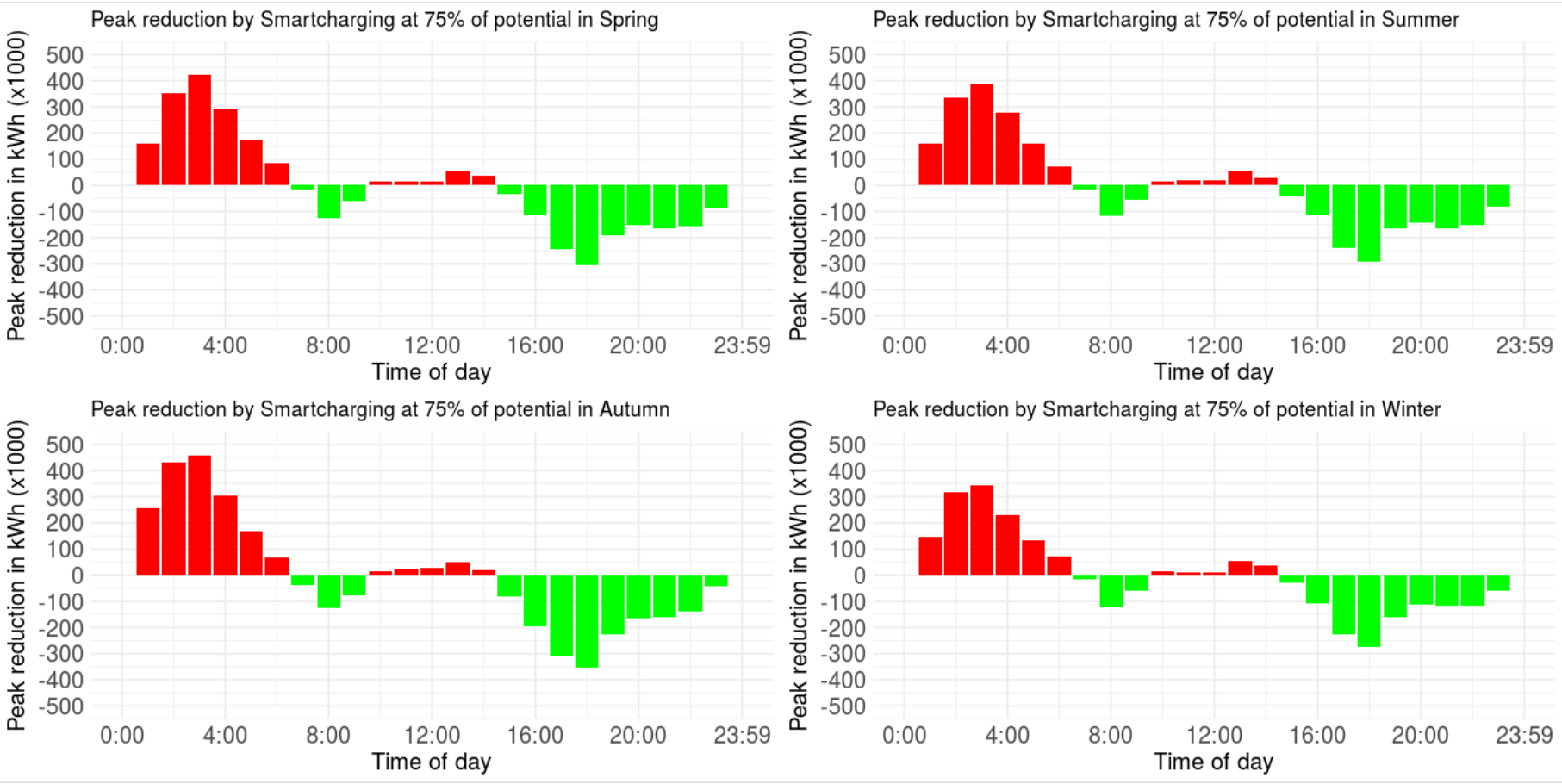
Bij een shift van 50% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk. De piek schuift naar de nacht.



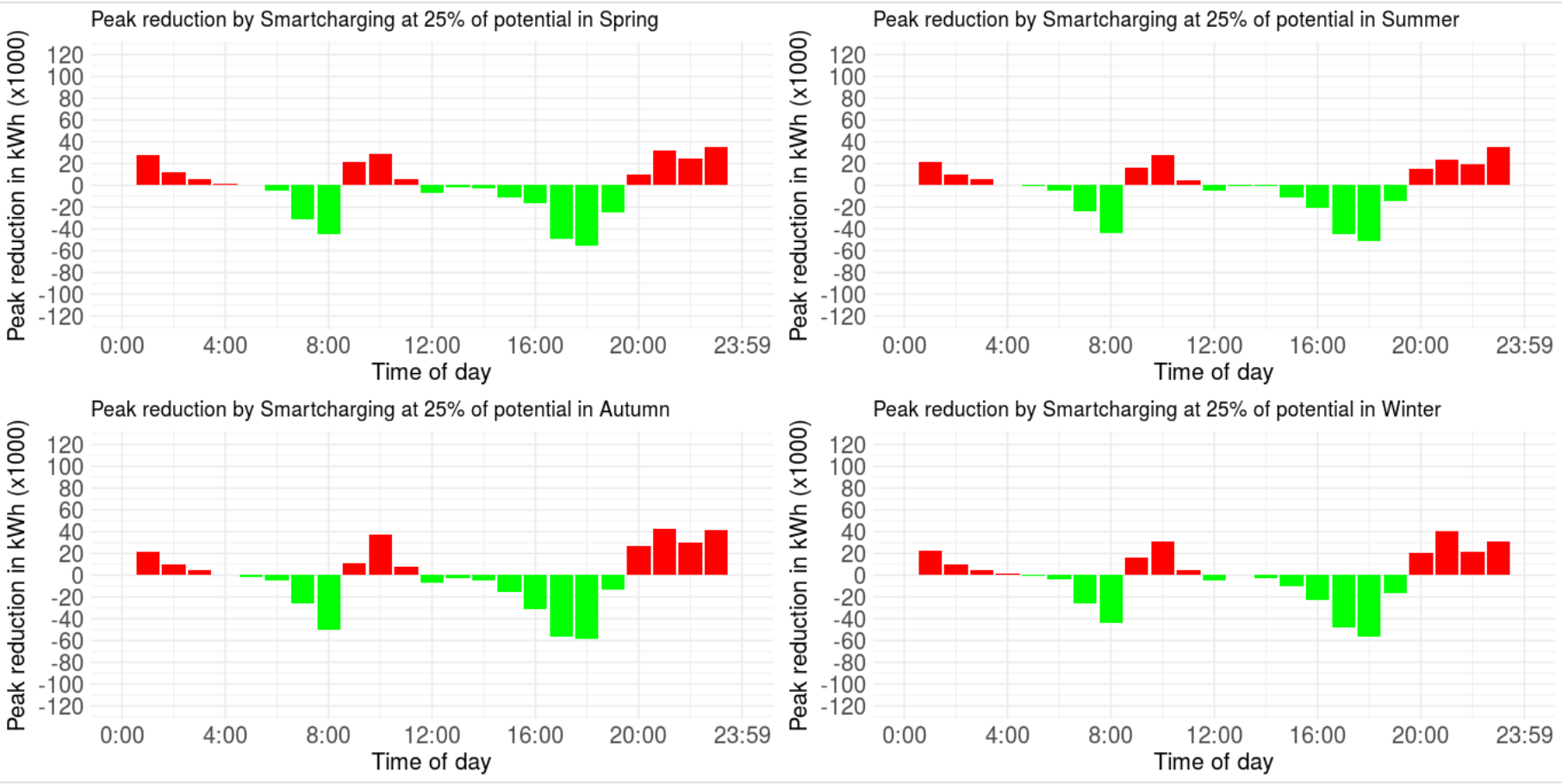
Bij een shift van 50% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk. De piek schuift naar de nacht.



Bij een shift van 50% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk. De piek schuift naar de nacht.

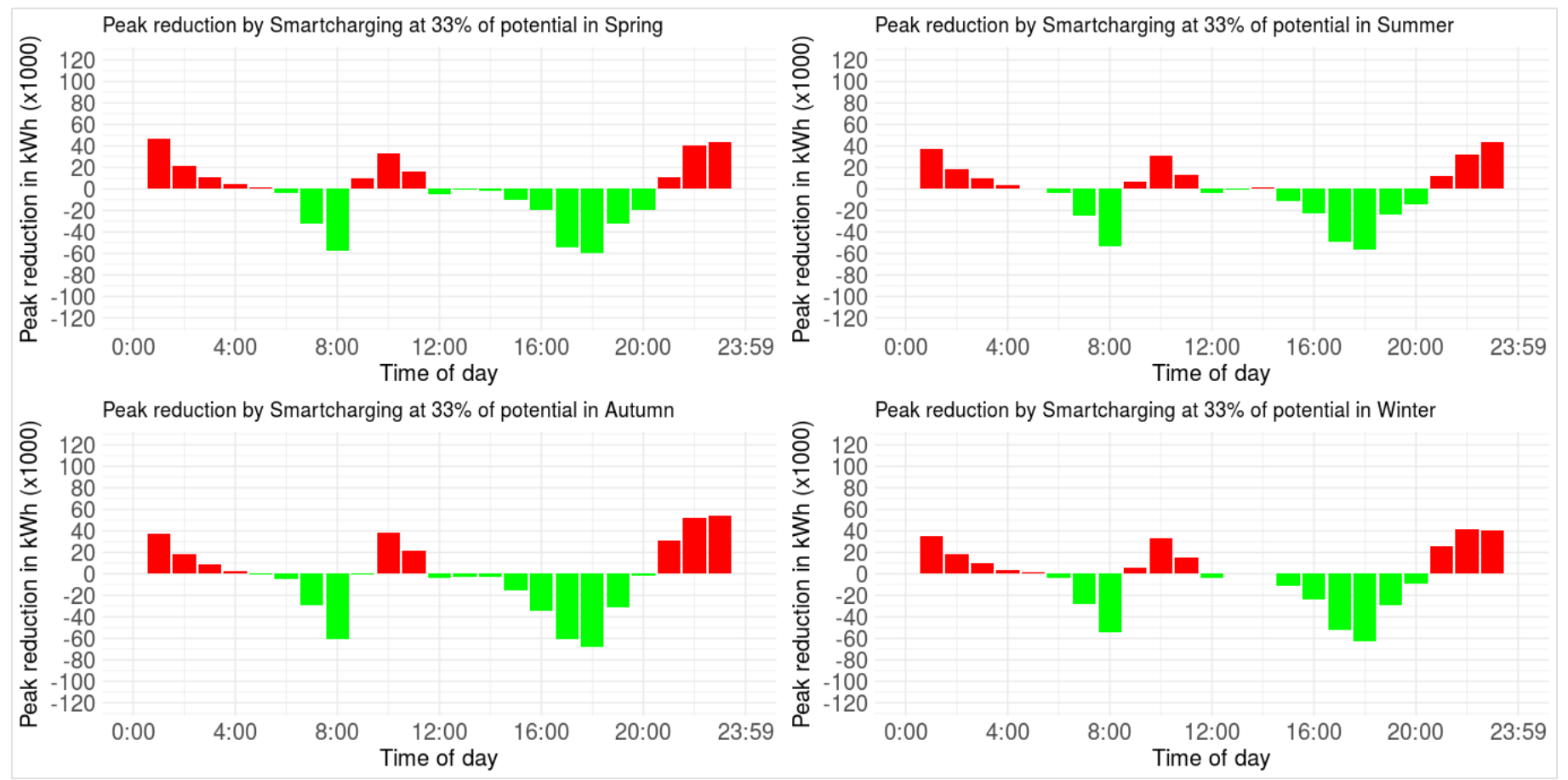


Bij een shift van 50% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk.



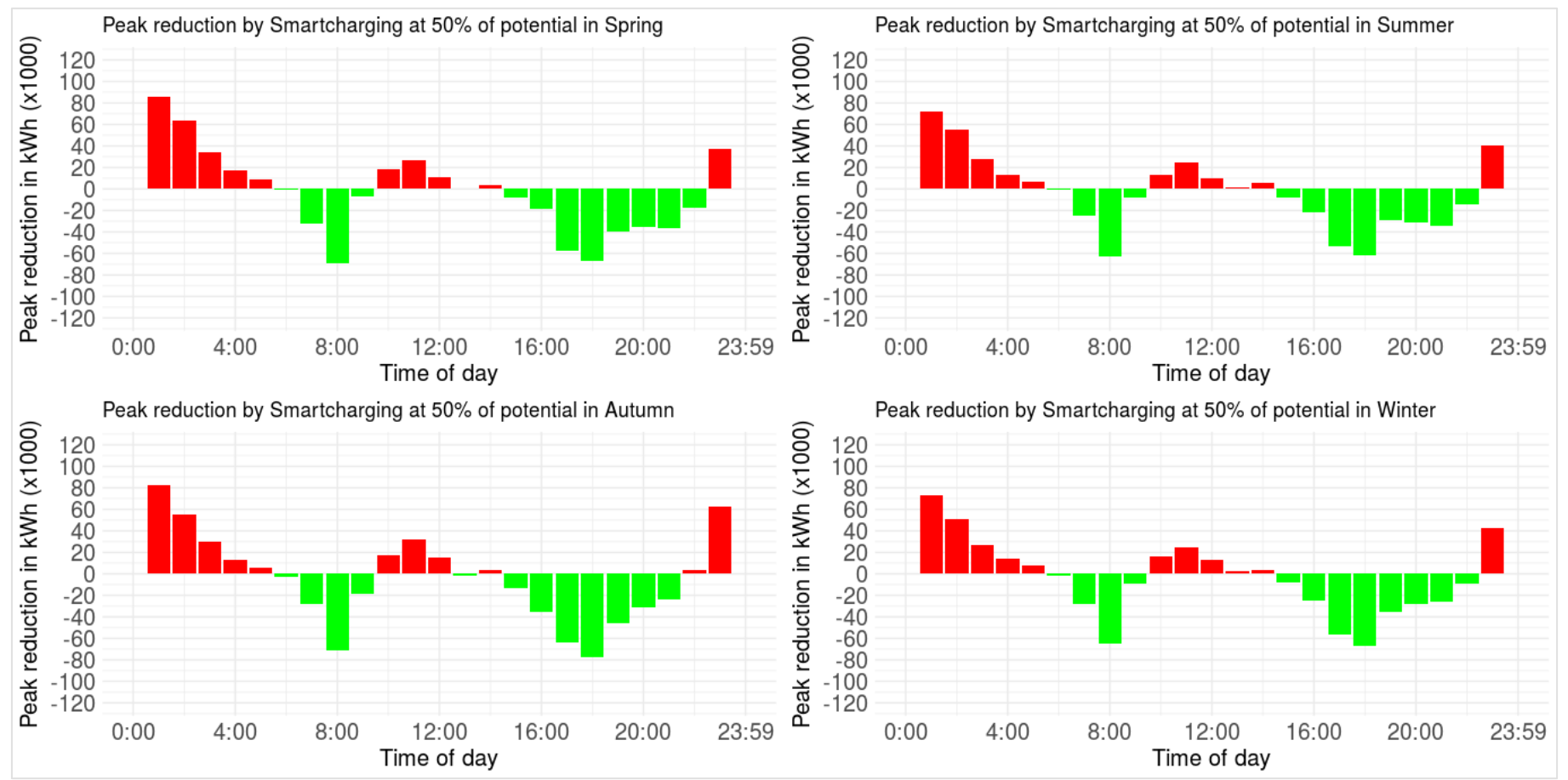
Bij een shift van 50% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk. De piek schuift naar de nacht.

EVNET



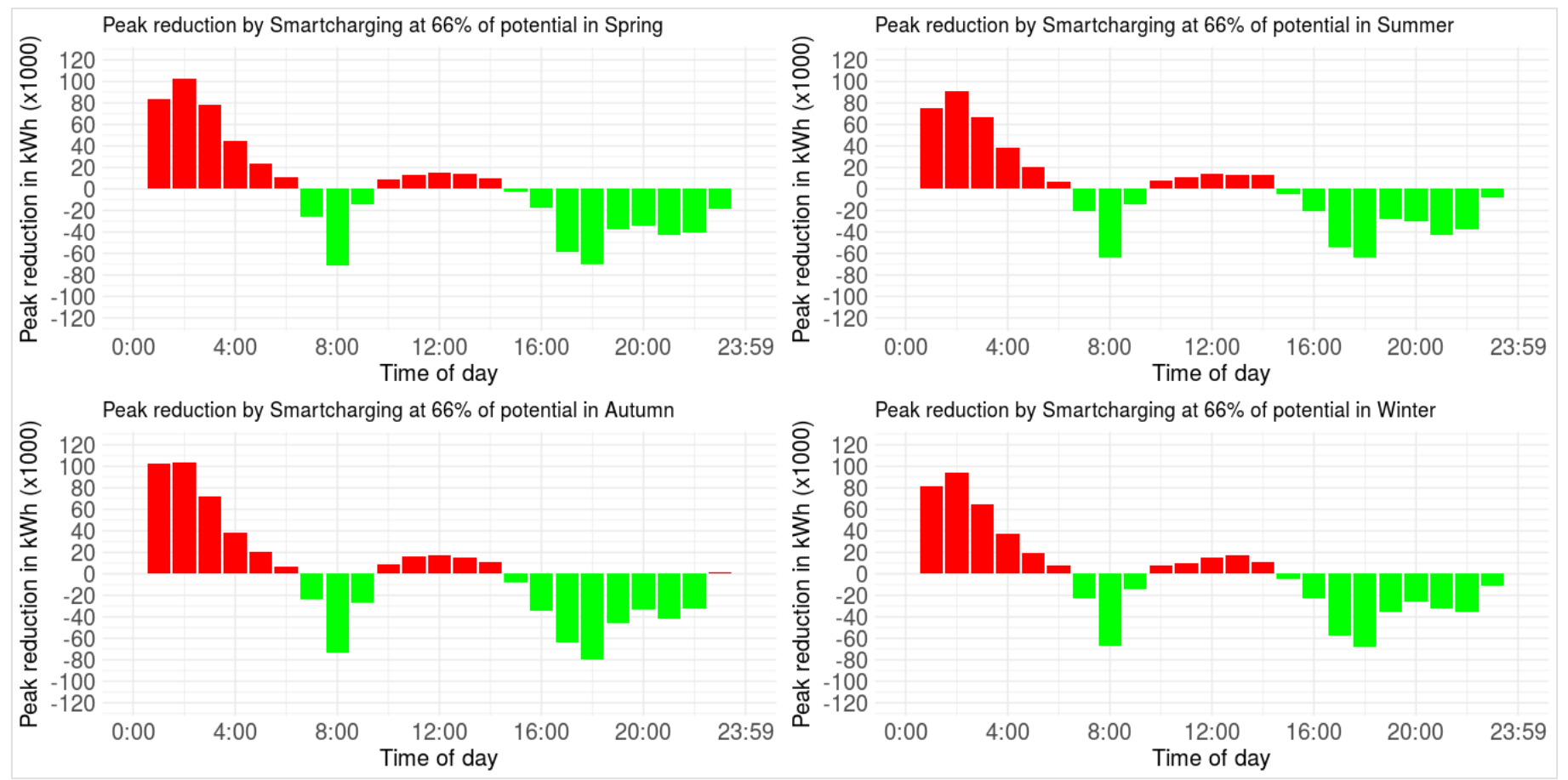
Bij een shift van 50% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk. De piek schuift naar de nacht.

EVNET



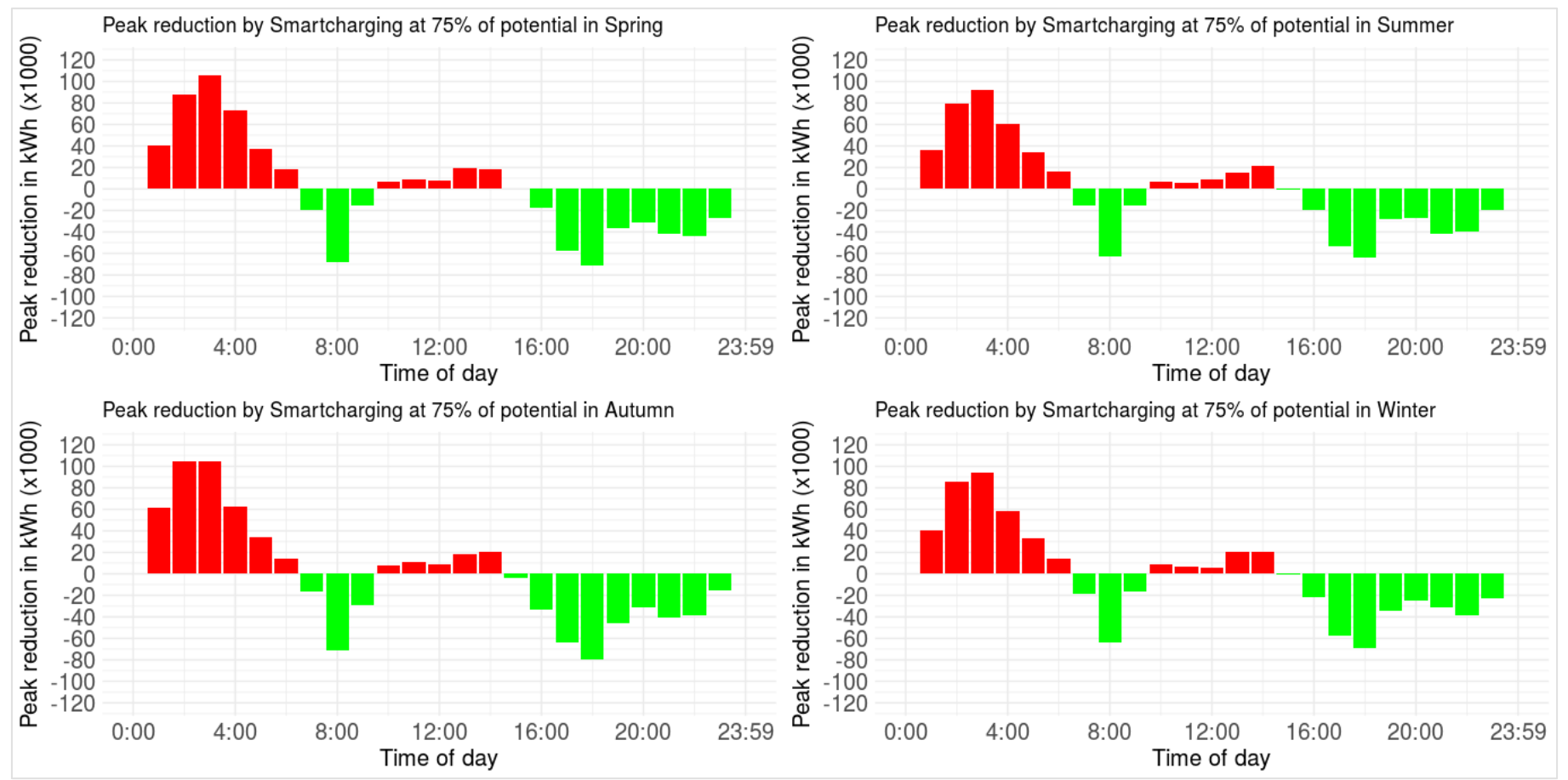
Bij een shift van 50% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk. De piek schuift naar de nacht.

EVNET

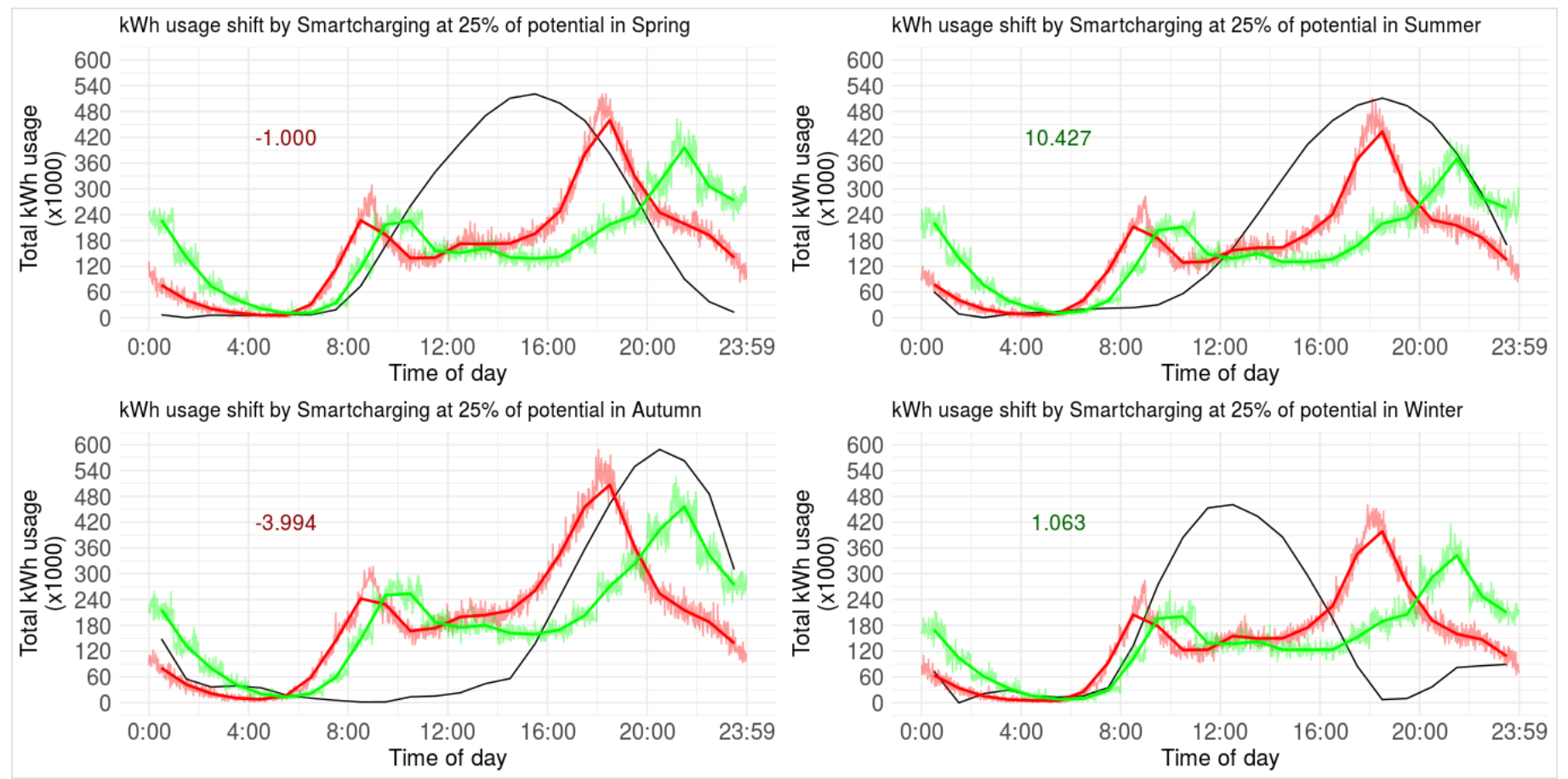


Bij een shift van 50% wordt de grootste piekreductie gerealiseerd rond 18:00. De piekreductie in kWh is seizoen afhankelijk. De piek schuift naar de nacht.

EVNET

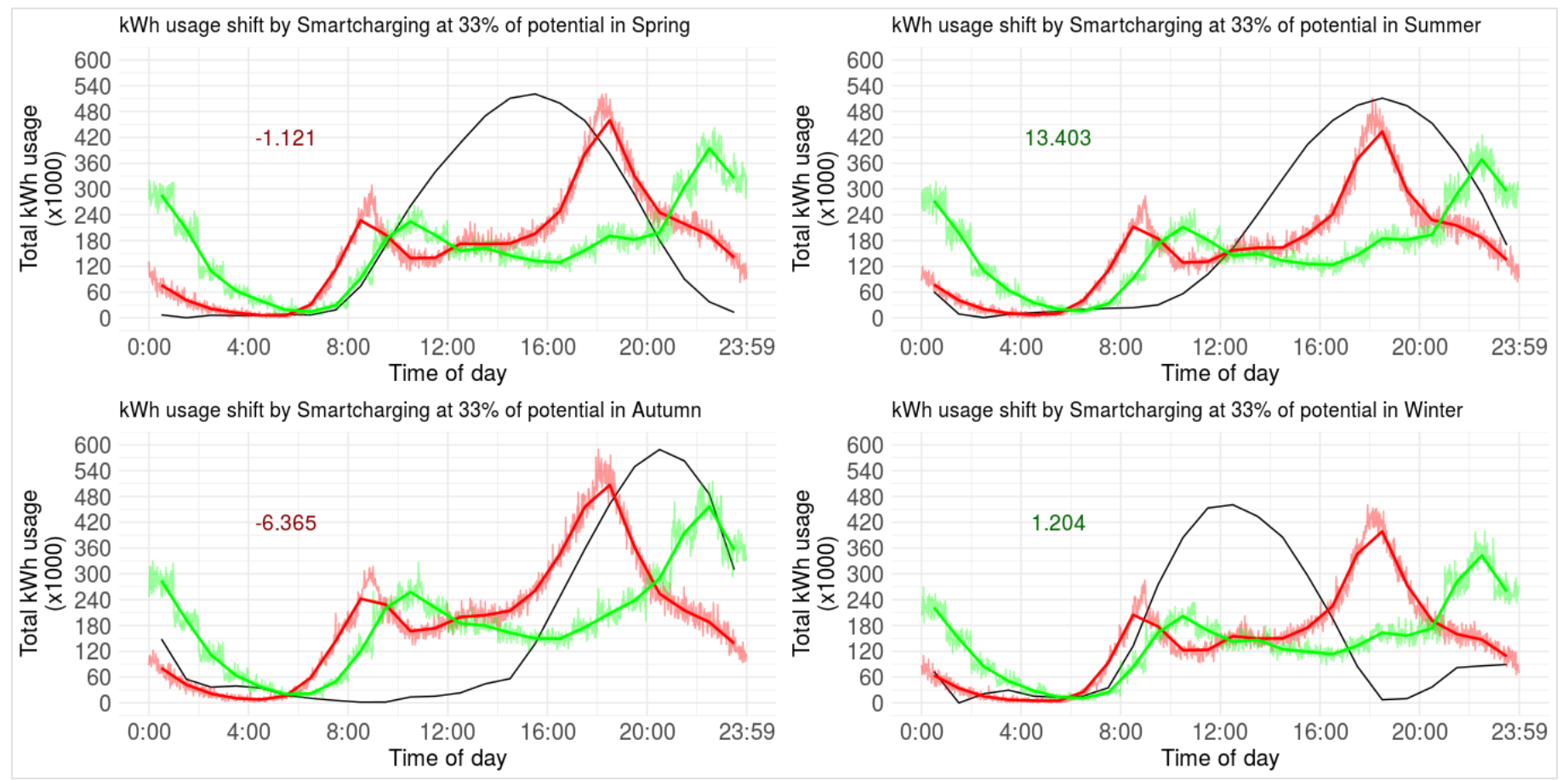


Bij een shift van 25% wordt in zomer **10.427 kWh meer duurzaam geladen**. In de herfst wordt **3.994 kWh minder duurzaam geladen**.



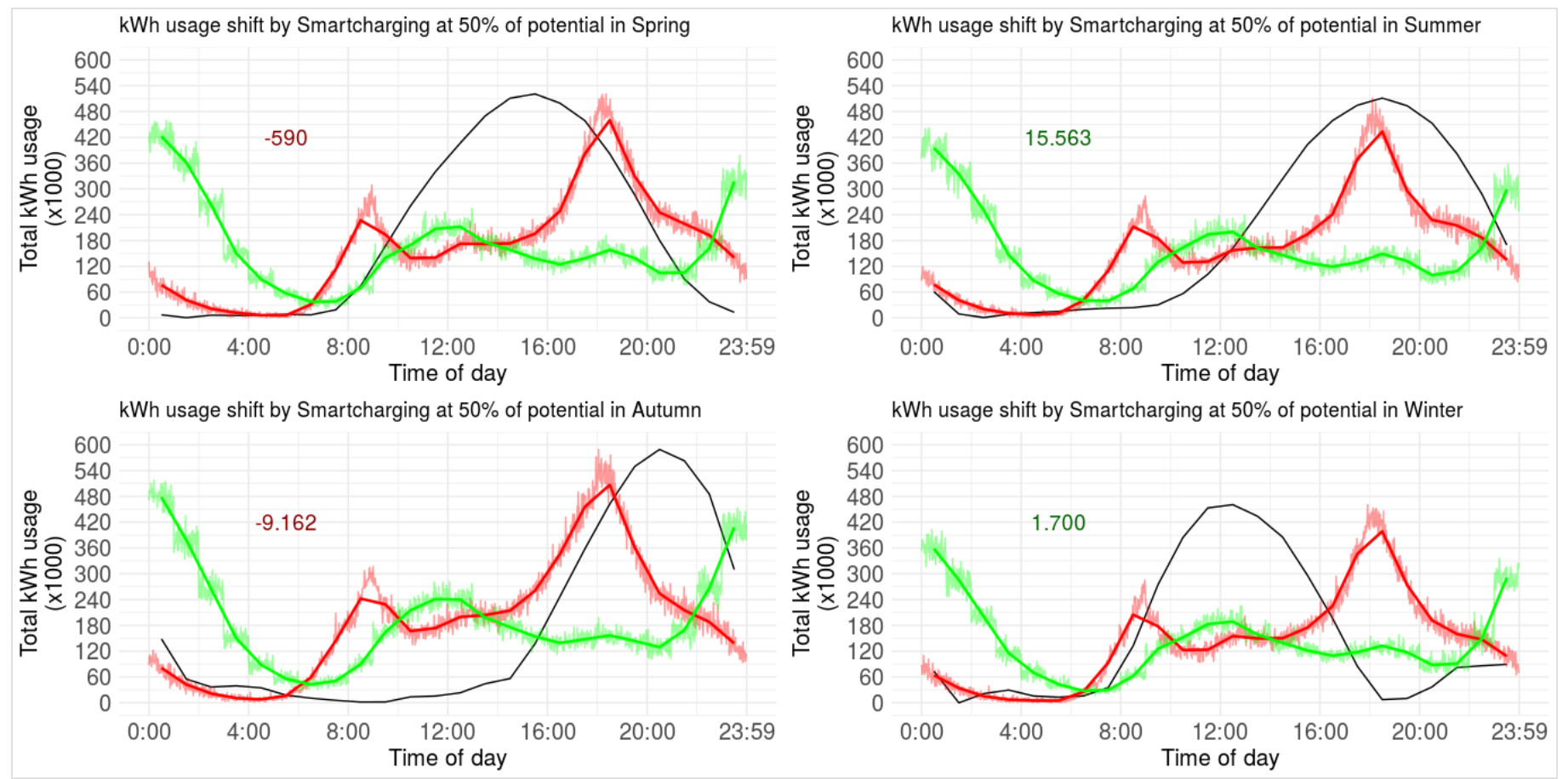
- Duurzame energie opwekking (zon en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 33% wordt in zomer **13.403 kWh meer duurzaam geladen**. In de herfst wordt **6.365 kWh minder duurzaam geladen**.



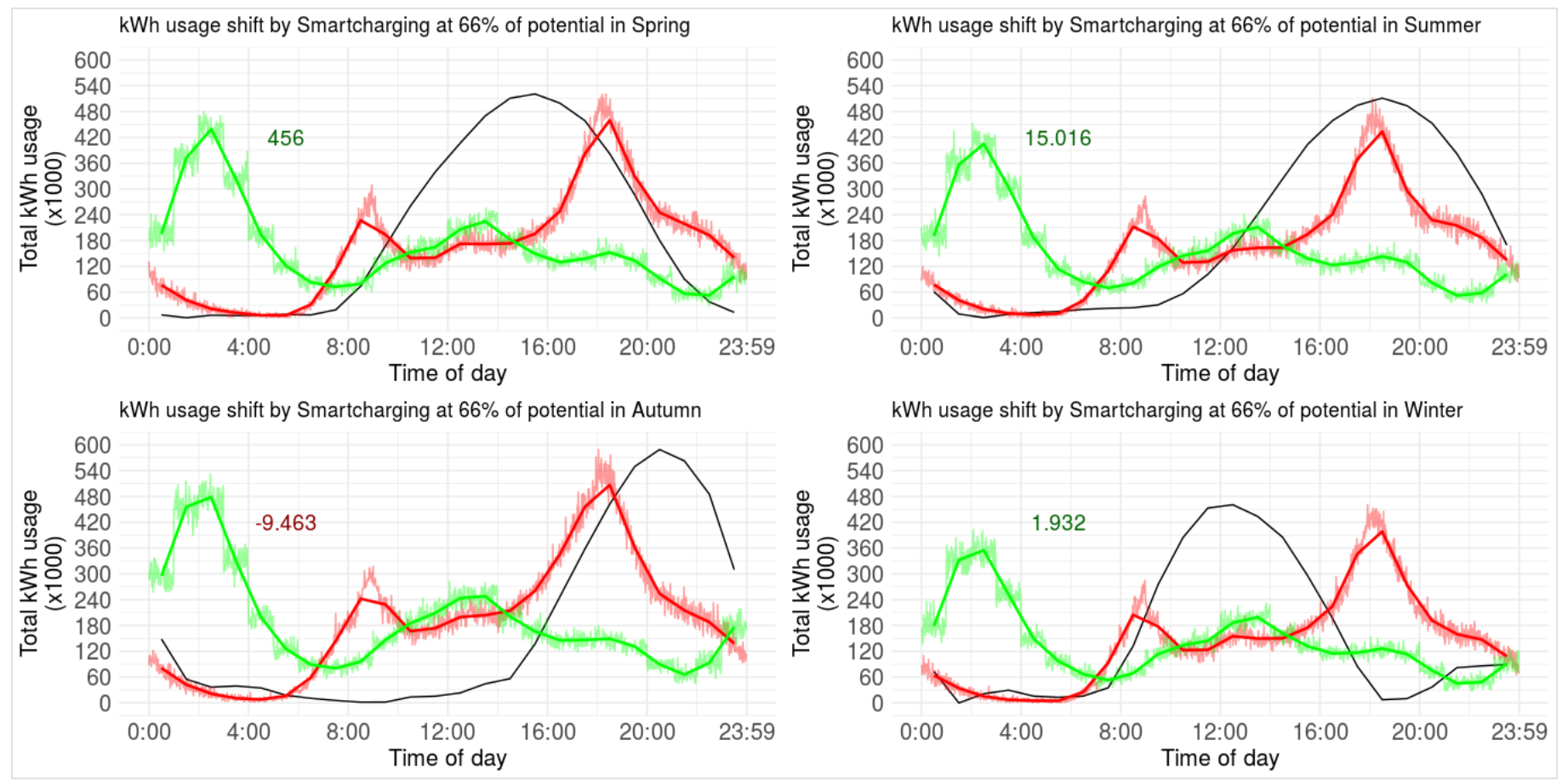
- Duurzame energie opwekking (zon en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 50% wordt in zomer **15.563 kWh meer duurzaam geladen**. In de herfst wordt **9.162 kWh minder duurzaam geladen**.



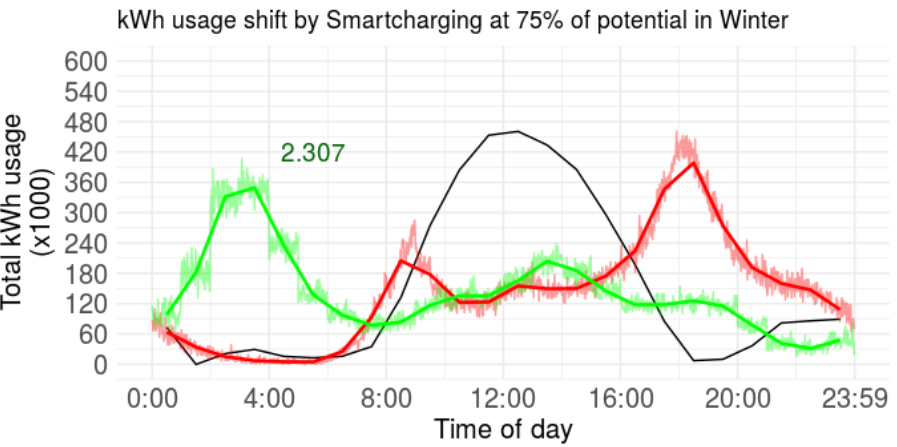
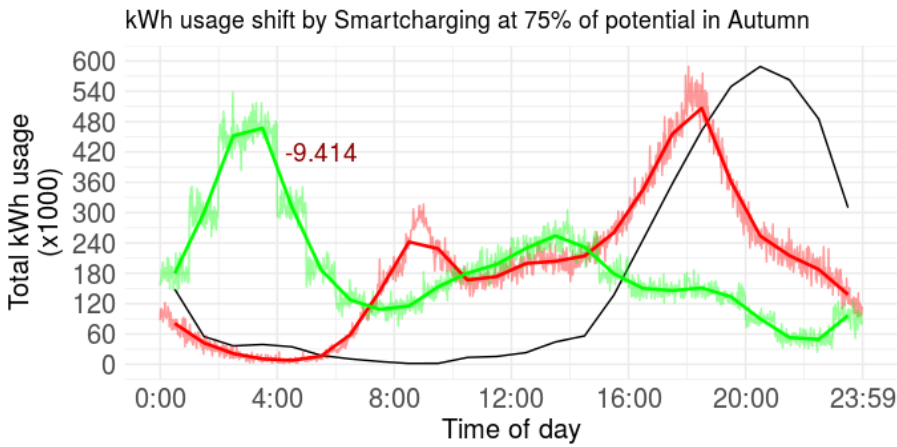
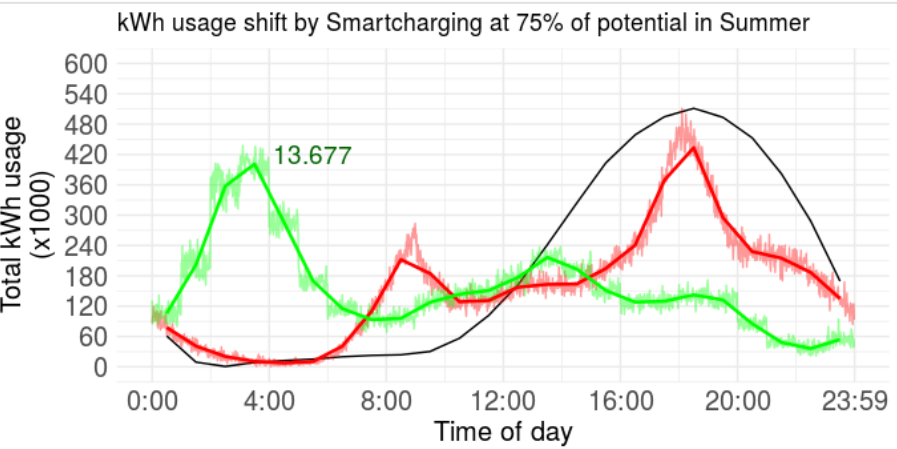
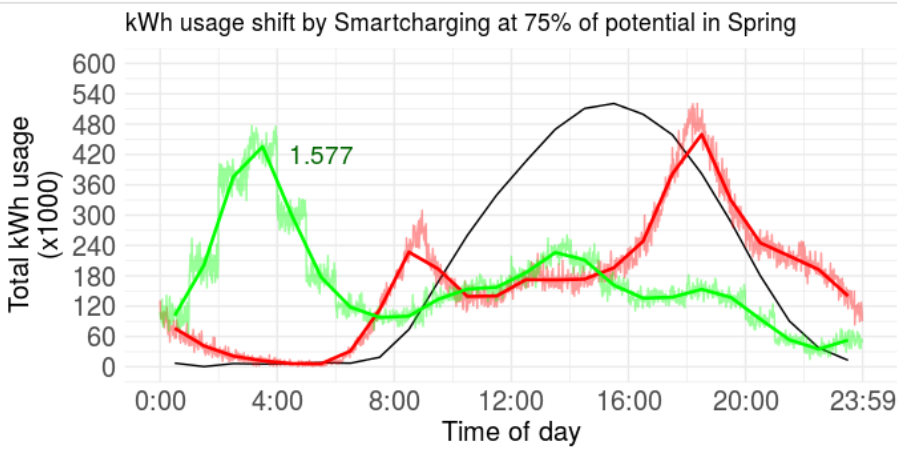
- Duurzame energie opwekking (zonne en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 66% wordt in zomer **15.016 kWh meer duurzaam** geladen. In de herfst wordt **9.463 kWh minder duurzaam** geladen.



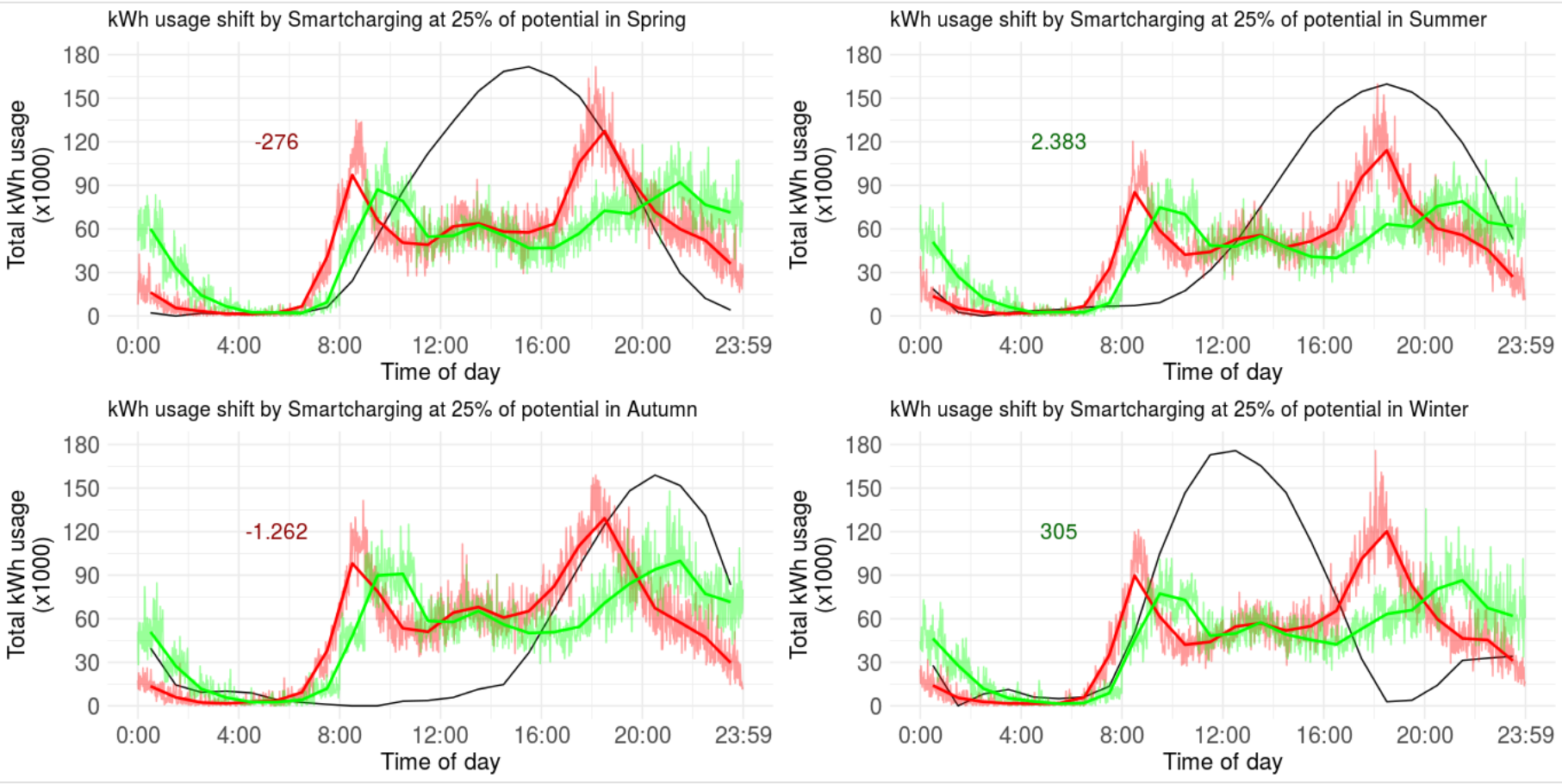
- Duurzame energie opwekking (zon en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 75% wordt in zomer **13.677 kWh meer duurzaam geladen**. In de herfst wordt **9.414 kWh minder duurzaam geladen**.



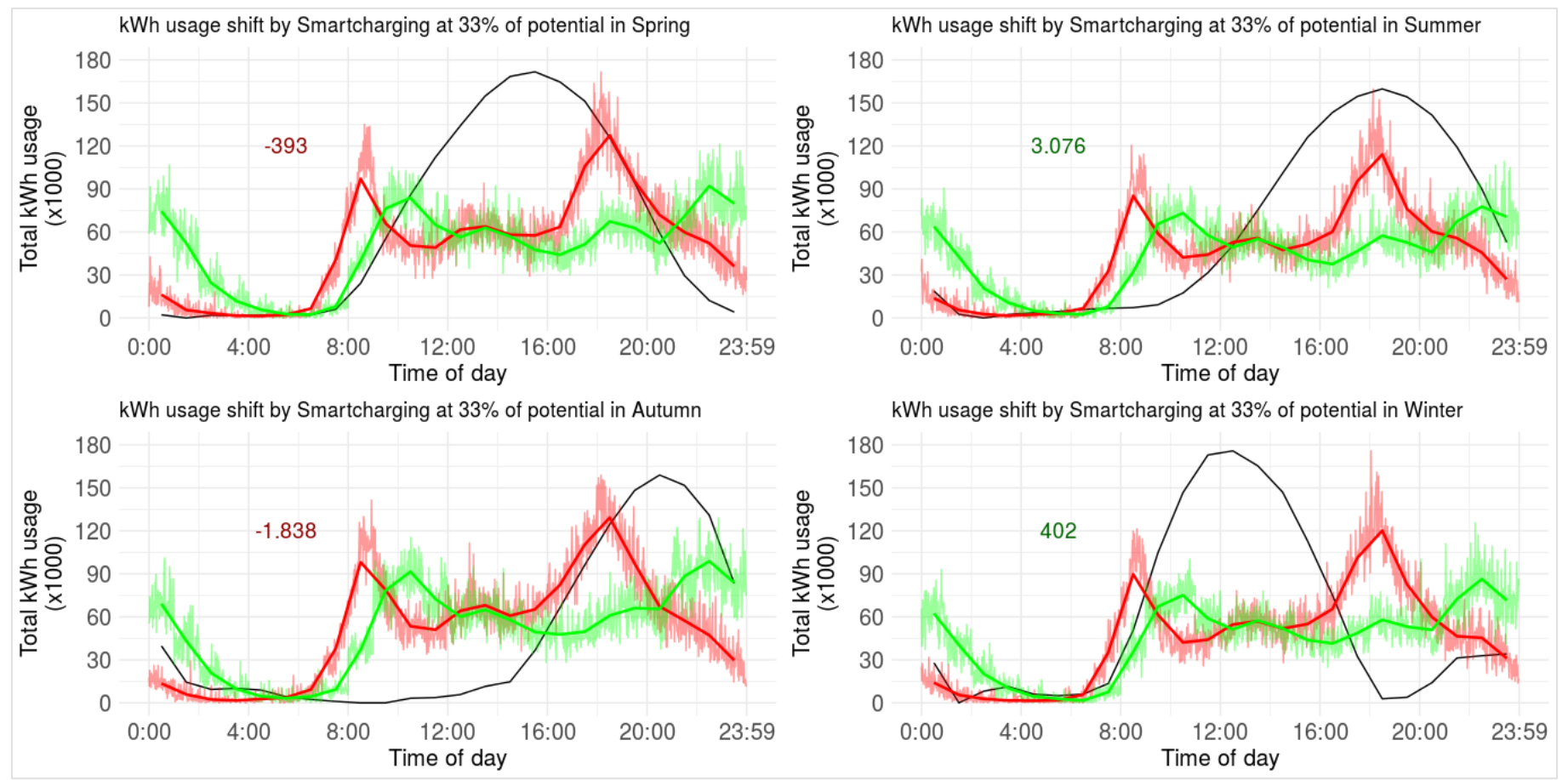
- Duurzame energie opwekking (zon en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 25% wordt in zomer **2.383 kWh meer duurzaam geladen**. In de herfst wordt **1.262 kWh minder duurzaam geladen**.



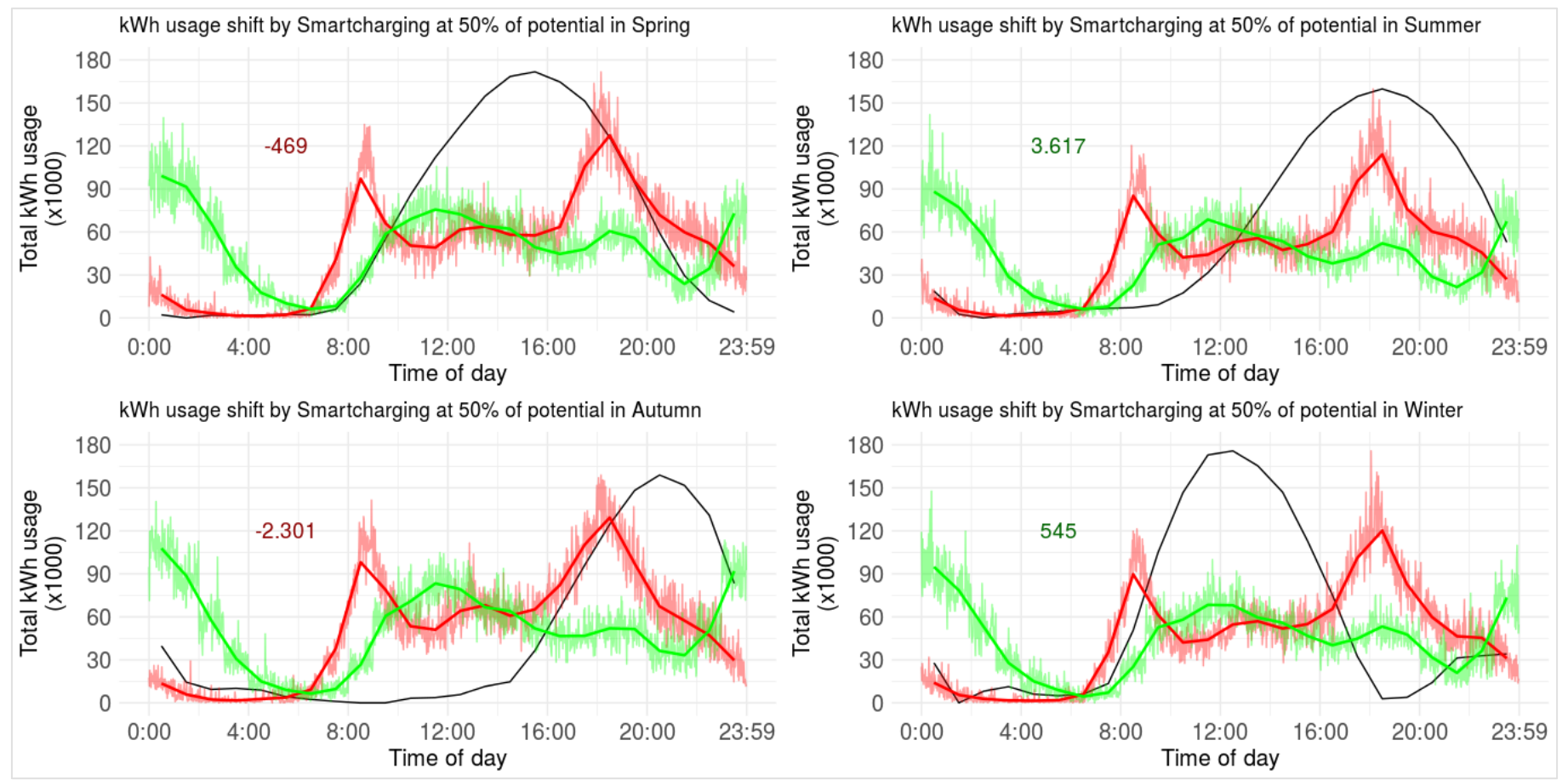
- Duurzame energie opwekking (zonne en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 35% wordt in zomer **3.076 kWh meer duurzaam geladen**. In de herfst wordt **1.838 kWh minder duurzaam geladen**.



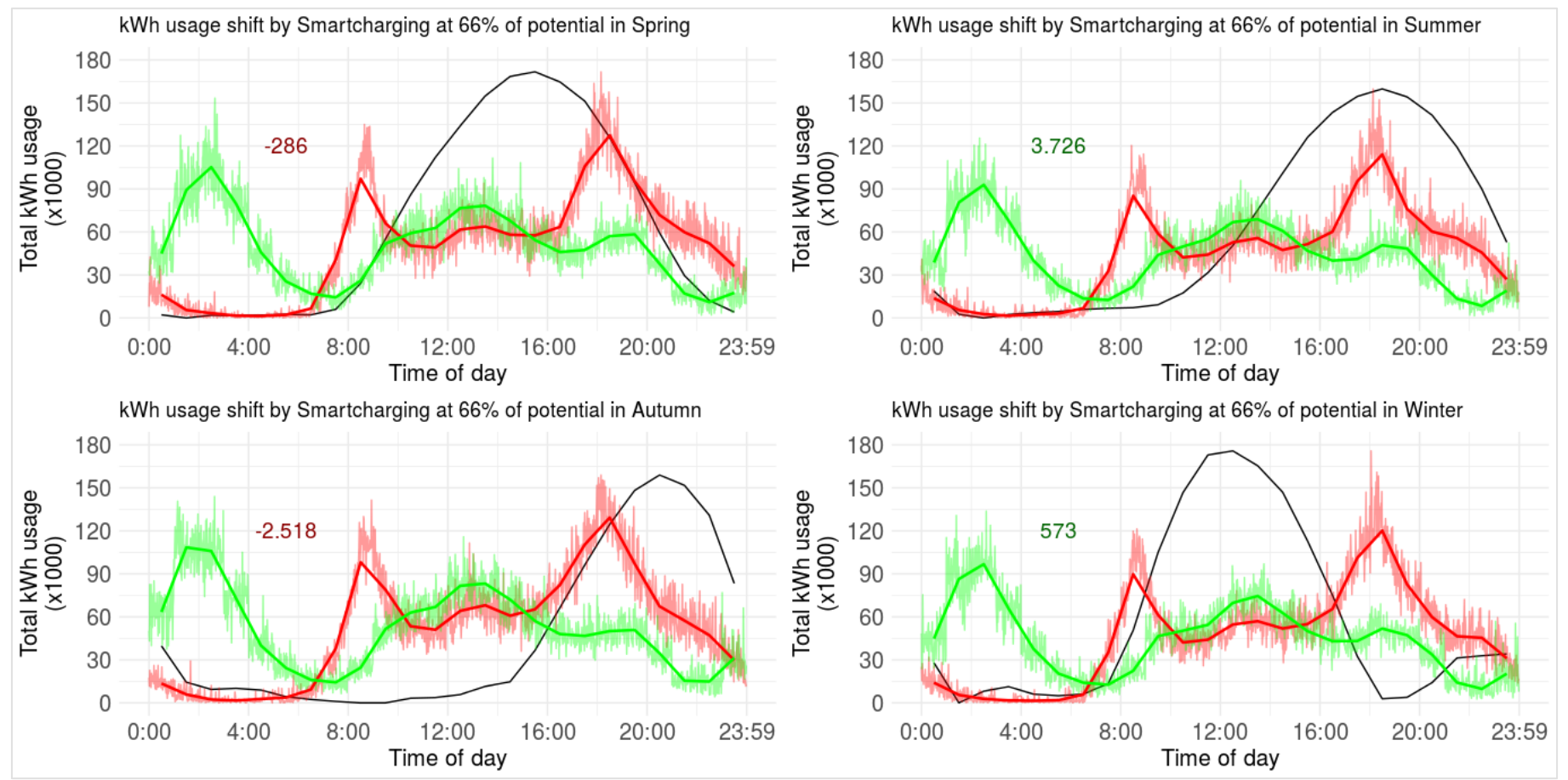
- Duurzame energie opwekking (zon en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 50% wordt in zomer **3.617 kWh meer duurzaam** geladen. In de herfst wordt **2.301 kWh minder duurzaam** geladen.



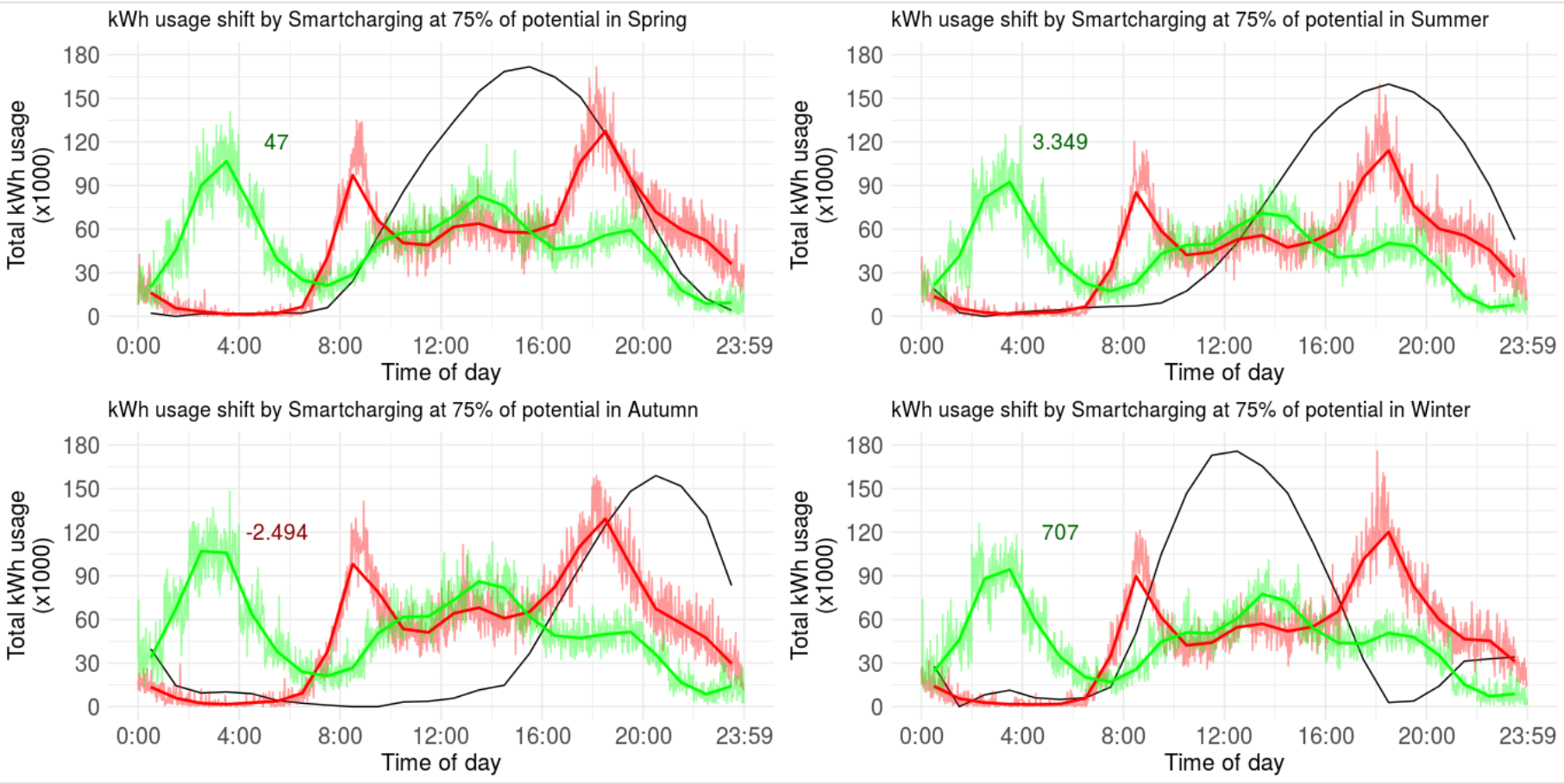
- Duurzame energie opwekking (zonne en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 66% wordt in zomer **3.726 kWh meer duurzaam** geladen. In de herfst wordt **2.518 kWh minder duurzaam** geladen.



- Duurzame energie opwekking (zonne en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Bij een shift van 75% wordt in zomer **3.349 kWh meer duurzaam** geladen. In de herfst wordt **2.494 kWh minder duurzaam** geladen.



- Duurzame energie opwekking (zonne en wind) genormaliseerd
- Energie verbruik door elektrisch laden na de shift
- Energie verbruik door elektrisch laden zonder shift

Key take aways

1.

Tussen ongeveer 30% en 50% van de laad sessies hebben een Smart Charging potentieel van 75% of meer. Deze laadsessies zijn van de thuisladers die tussen 16:00 en 20:00 beginnen met laden

2.

Voor de meeste steden en provincies zijn er meer PHEV's dan EV's die een Smart Charging potentieel hebben van 75% of meer. Voor enkele steden is dat andersom.

3.

Voor de G4 MRA dataset, neemt het aantal sessies met een Smart Charging potentieel van 75% of meer af naarmate de stedelijkheid afneemt. Voor de EVNET dataset heeft de mate van stedelijkheid 3 het hoogste aantal sessies (38%) met een Smart Charging potentieel van 75% of meer.

4.

Door het schuiven van de laadsessies wordt de piek in energie vraag gereduceerd. Naarmate de shift toeneemt wordt de piek in de nacht groter. De meeste piekreductie is rond 18:00.

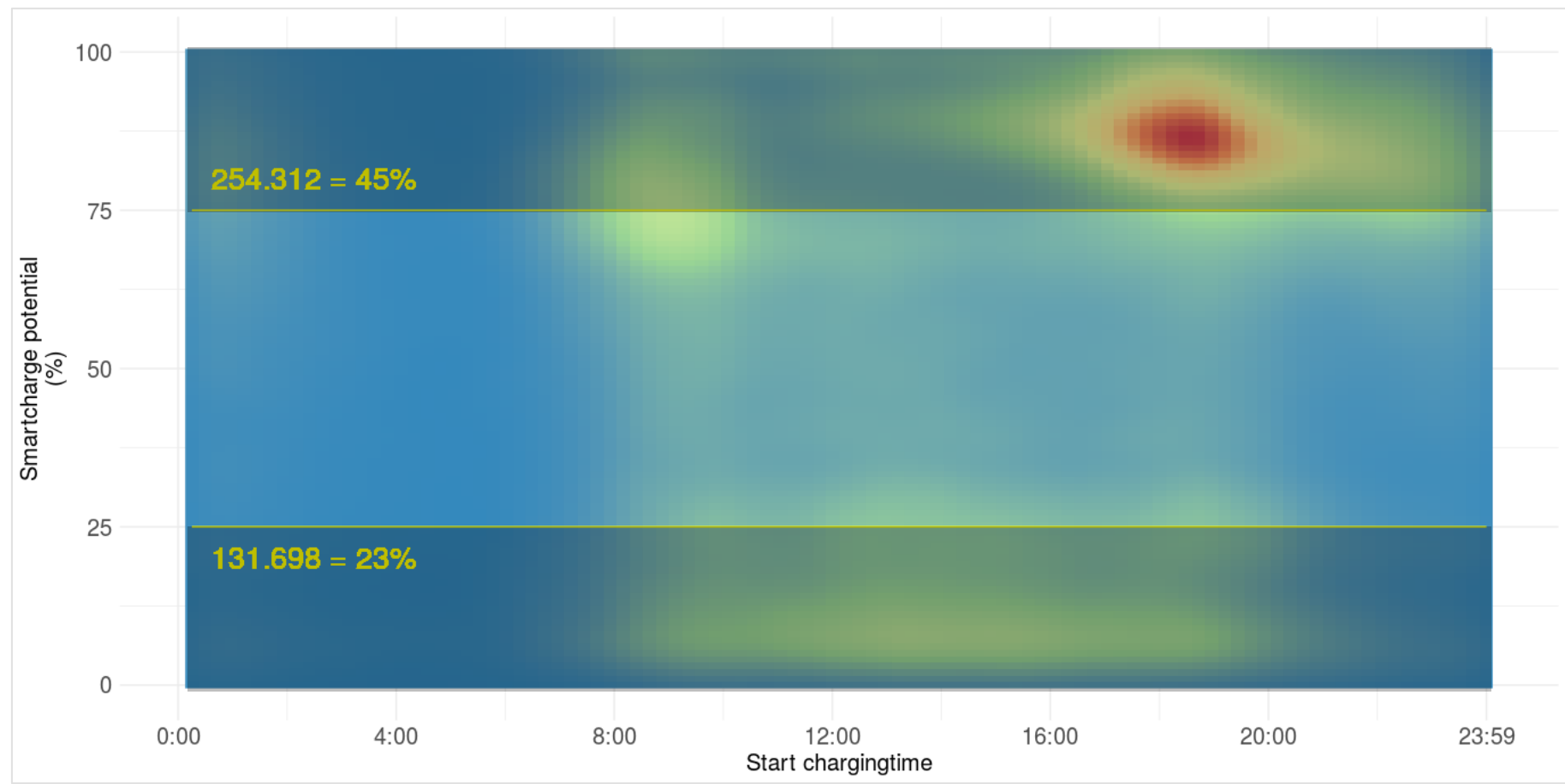
5.

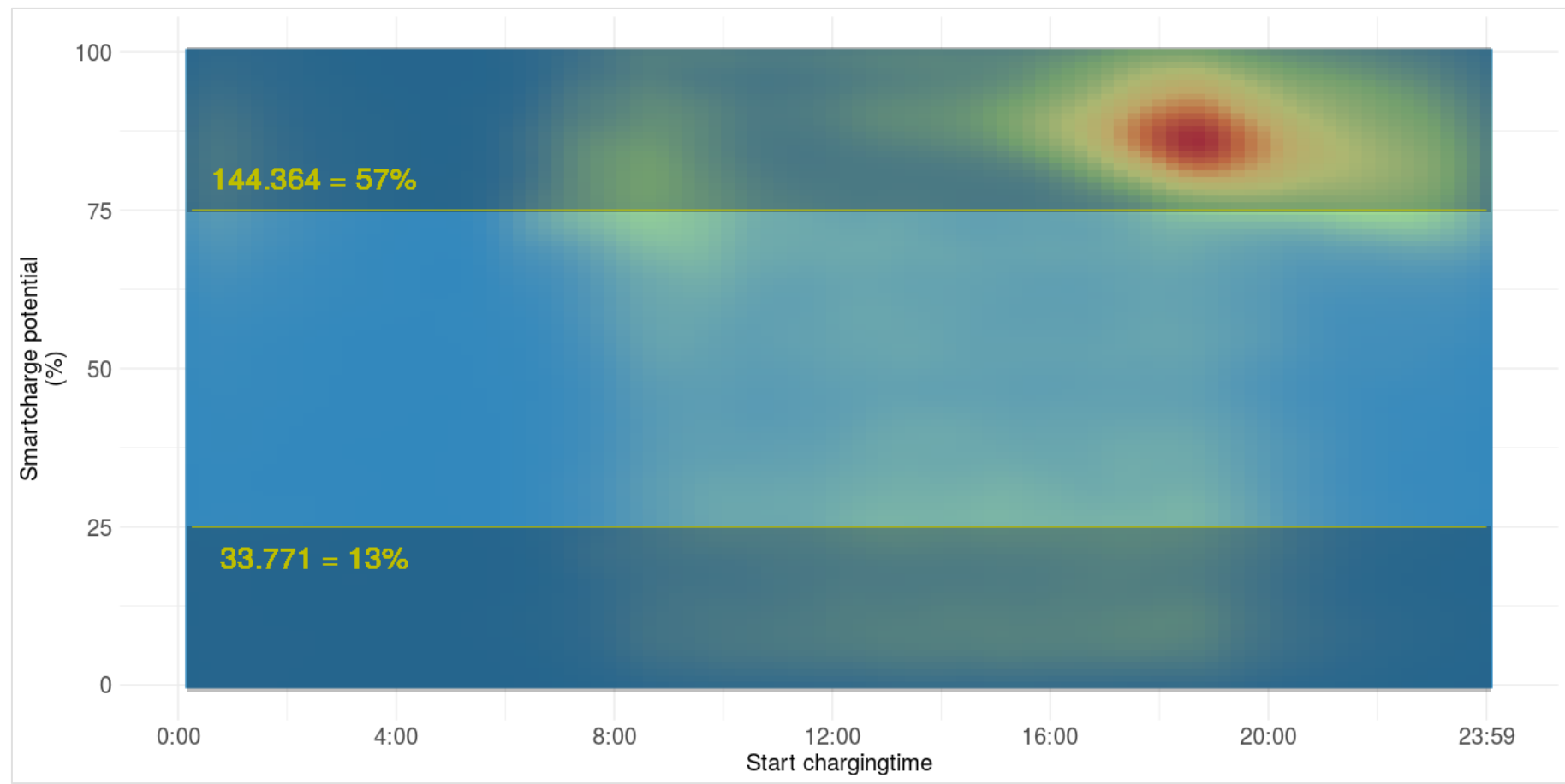
Door het schuiven van de sessies wordt in de zomer structureel meer duurzaam geladen ongeacht de shift terwijl er in de herfst structureel minder duurzaam wordt geladen.

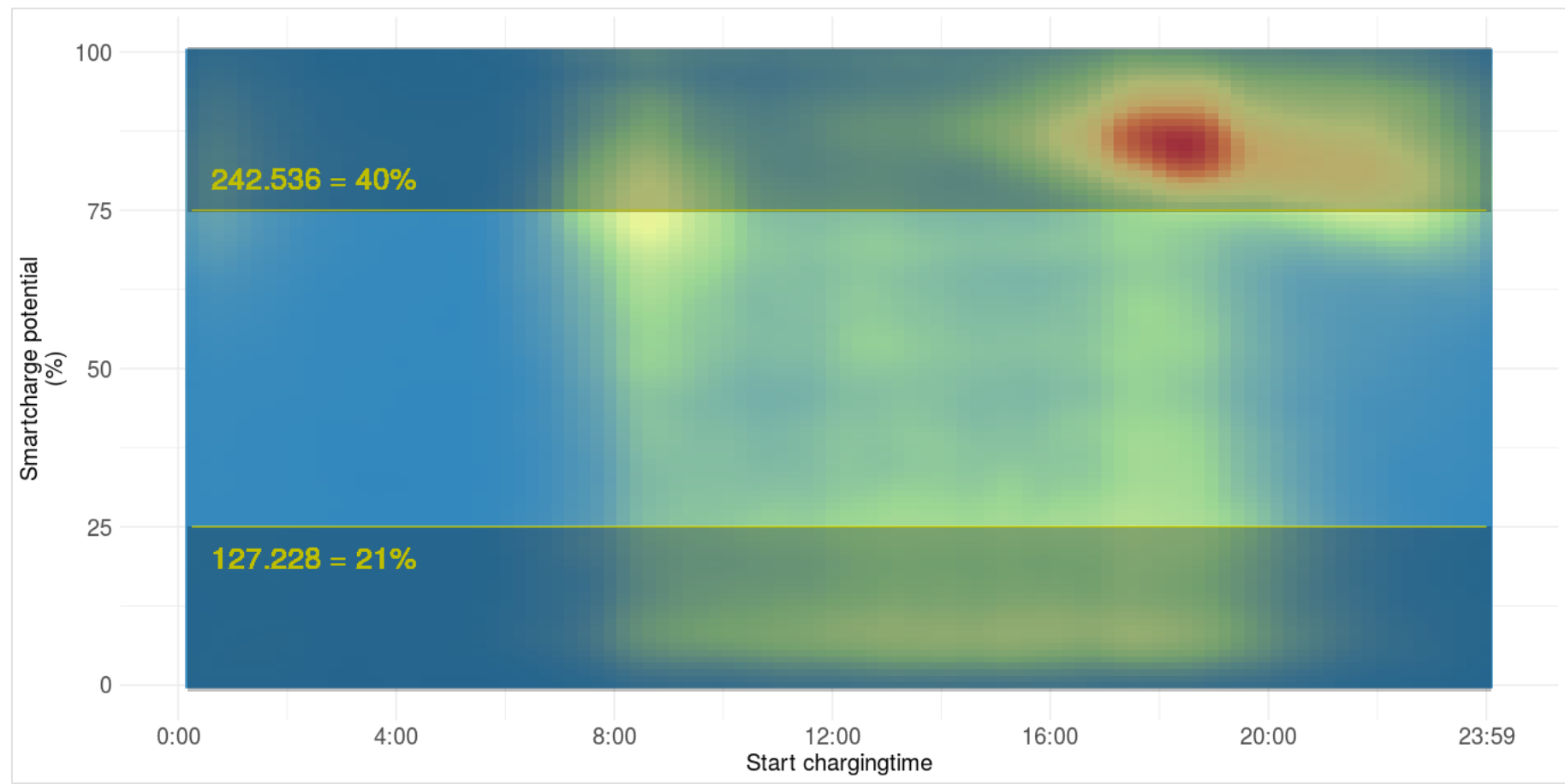


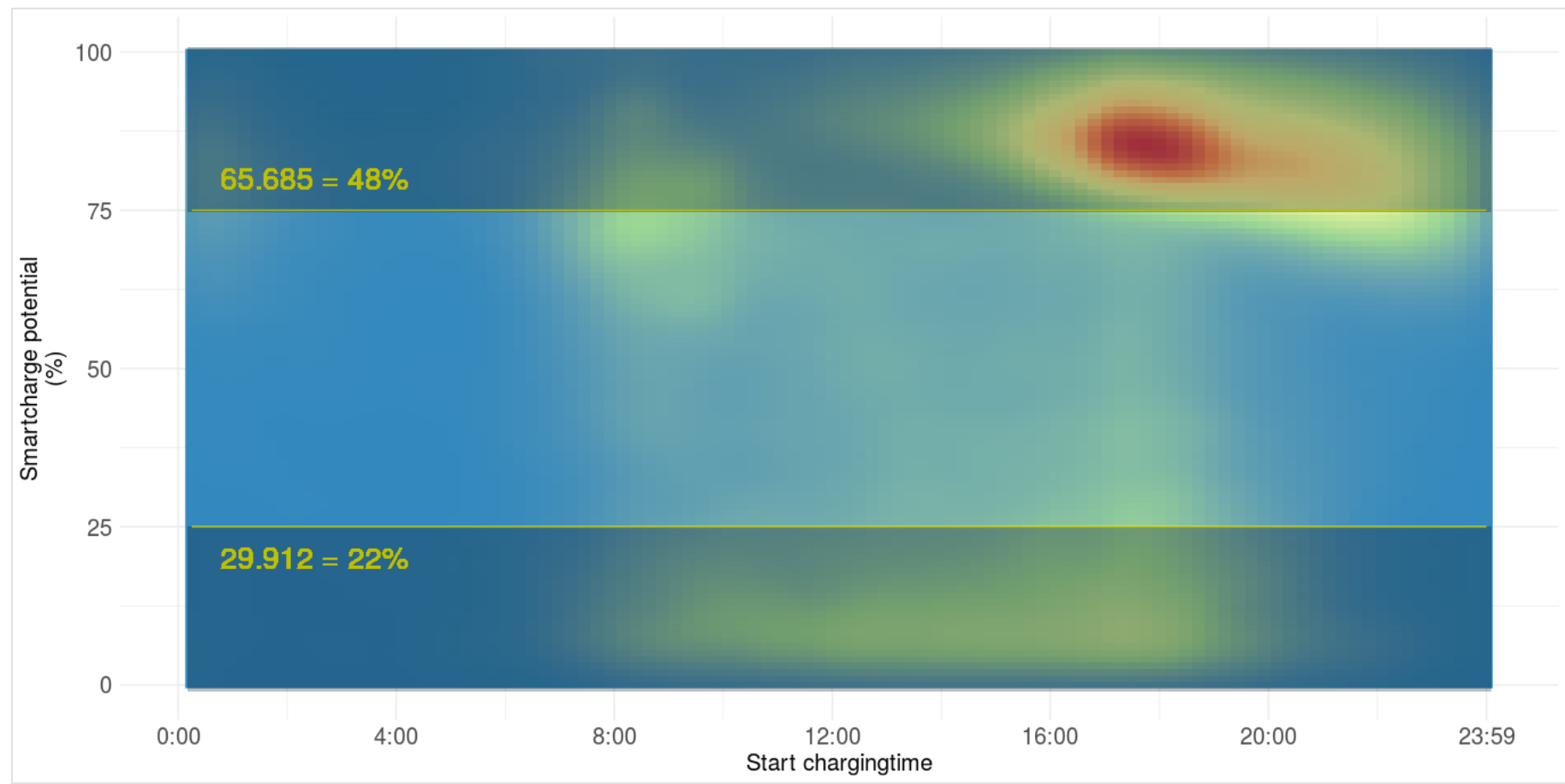
Appendix

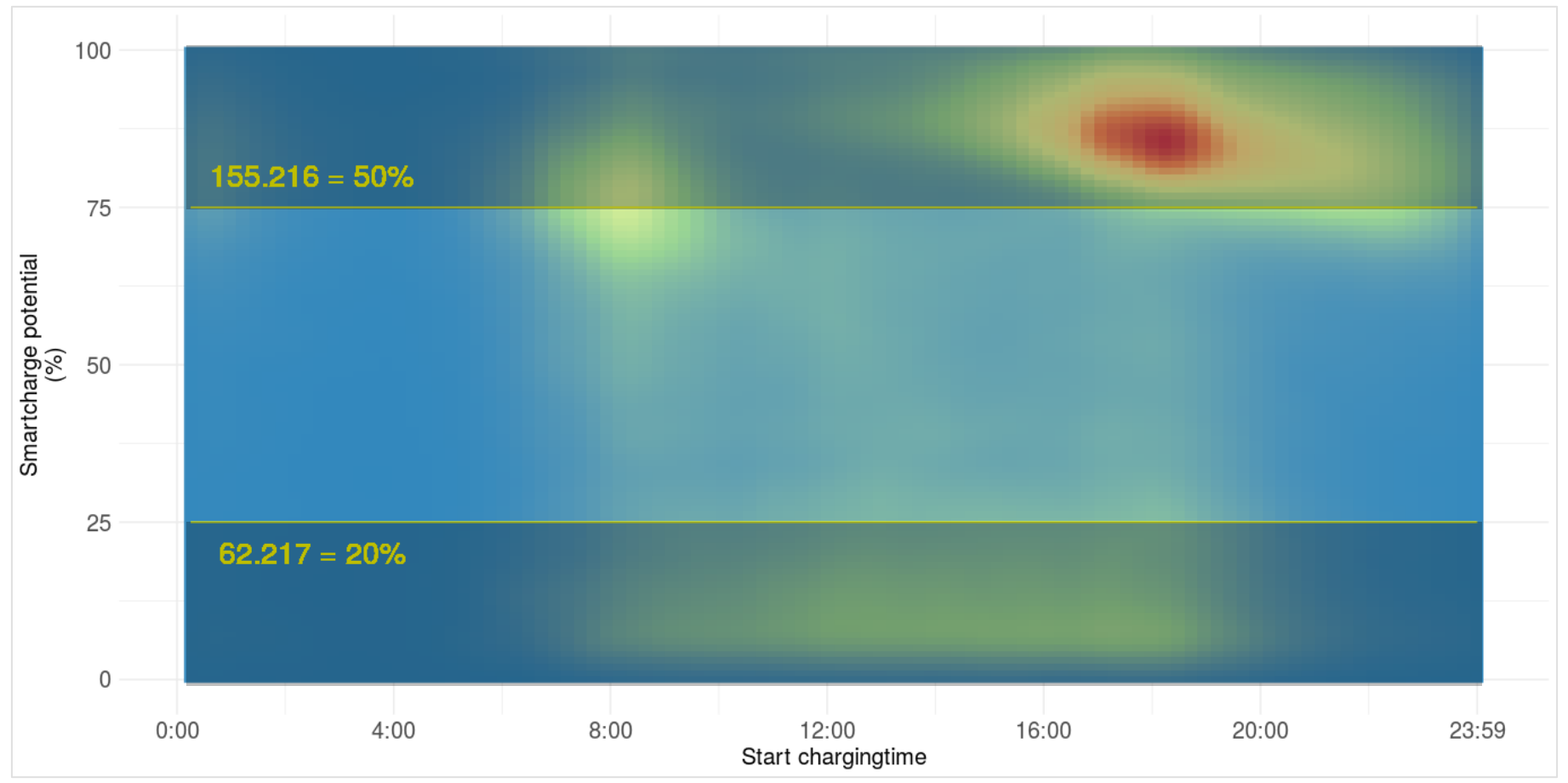
Heatmaps met Smart Charging potentieel voor de individuele steden en provincies.

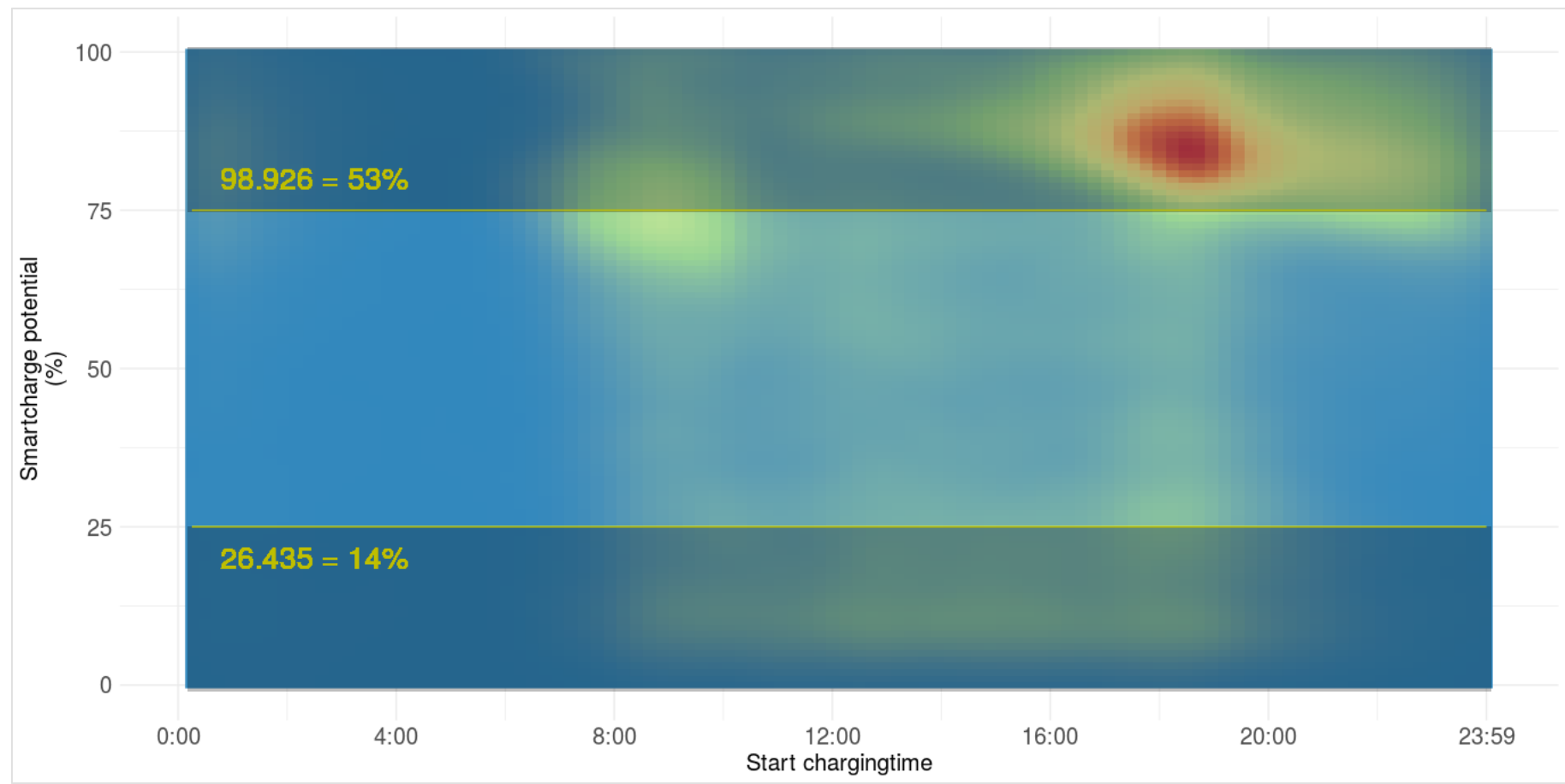


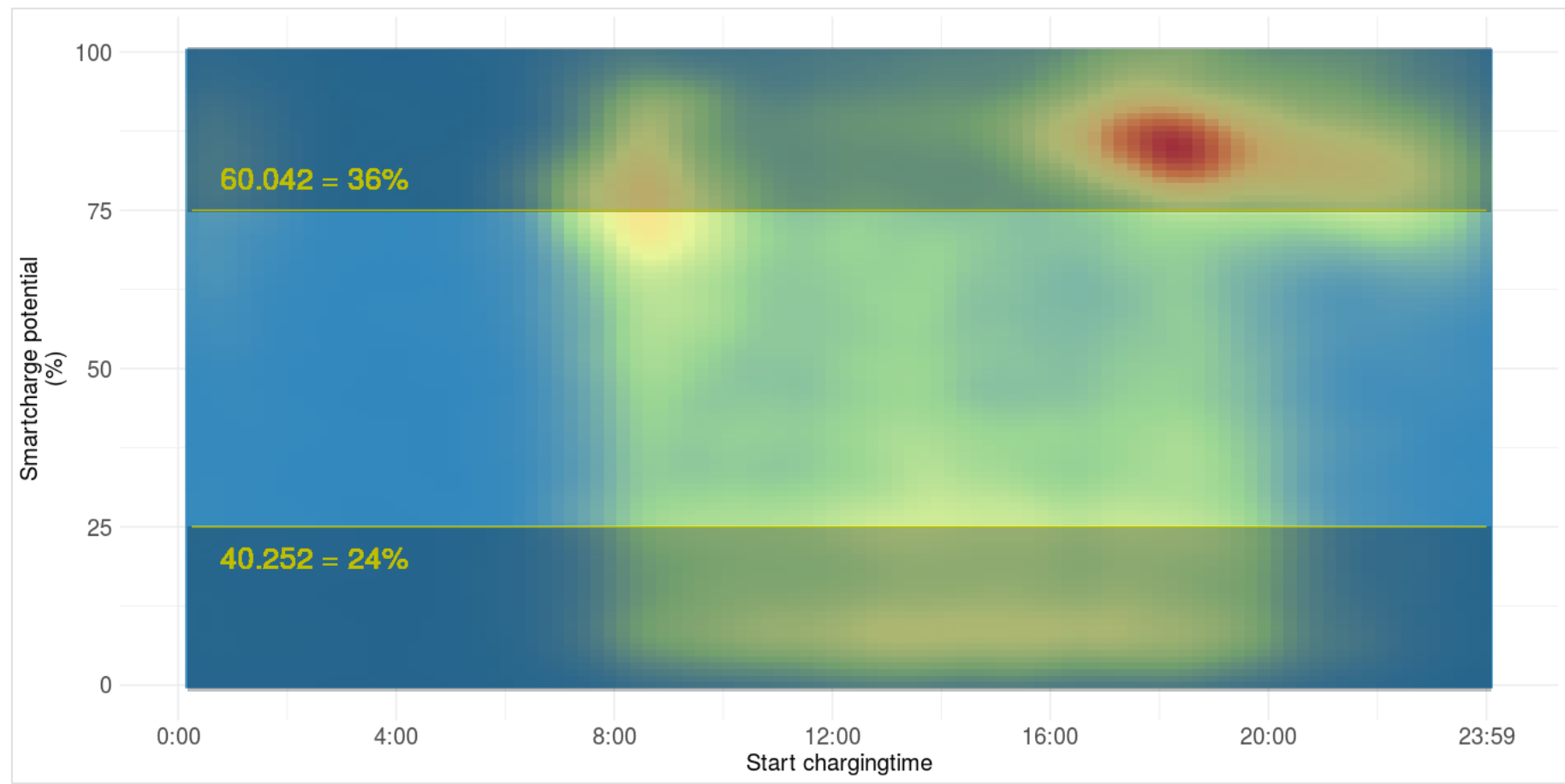


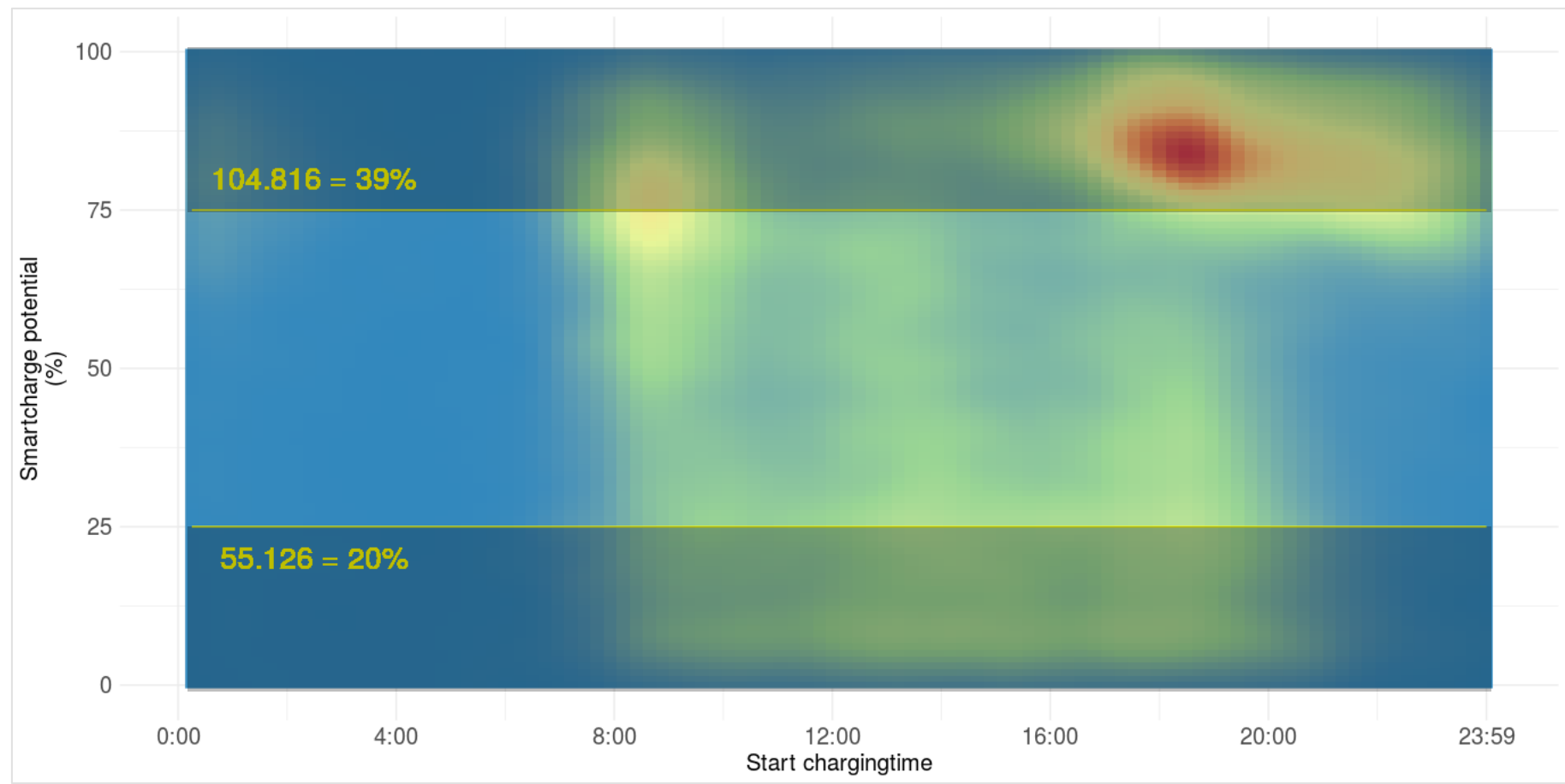






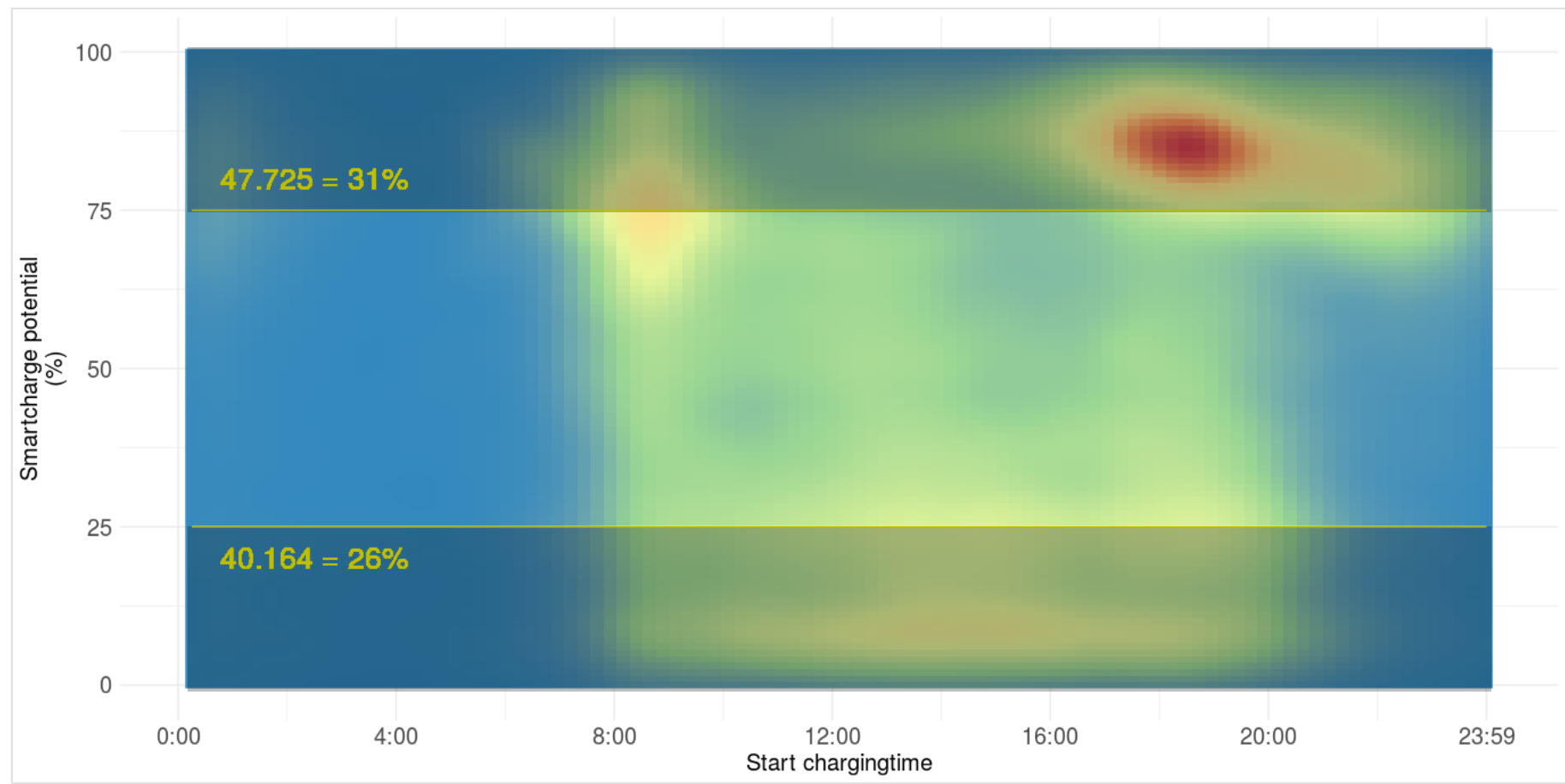






Overige provincies

EVNET



Smart Charging

Tussenresultaten analyse Smart Charging potentieel

Jeroen Groot
Thom Bleeker
Robert van den Hoed
Youssef El Bouhassani



Hogeschool van Amsterdam
Urban Technology

