



UNIVERSITEIT GENT
CAMPUS KORTRIJK

MOBIELE OPSLAG ALS HET NET VAN DE TOEKOMST

PROFIELANALYSE VAN RESIDENTIËLE INSTALLATIES EN ELEKTRISCHE VOERTUIGEN

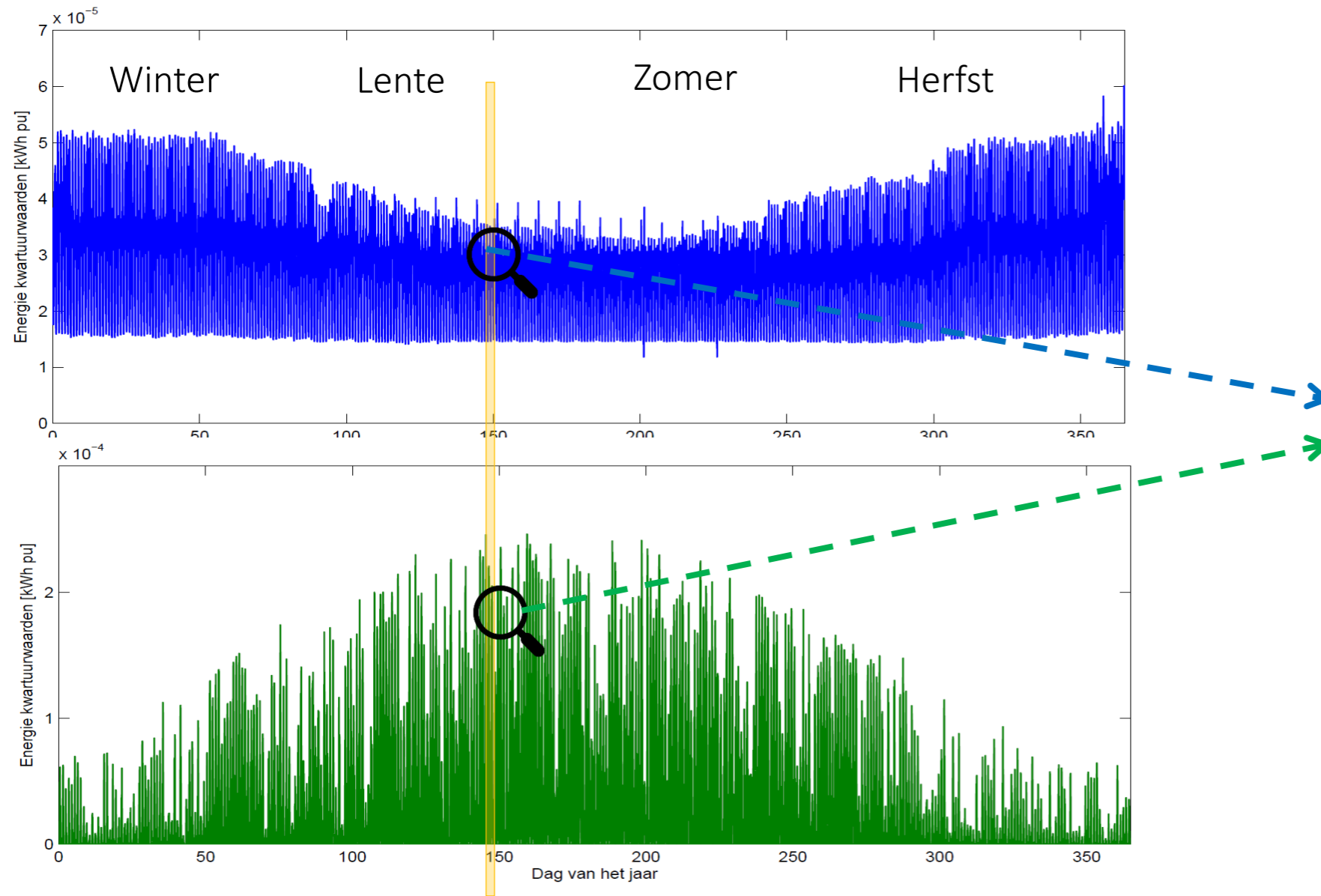
PROGRAMMA

13u15	Ontvangst
13u30	Inleidende sessie omtrent elektrische voertuigen en laadinfrastructuur
14u15	Profielanalyse van residentiële installaties en elektrische voertuigen
14u45	De rol van de digitale meter en tariefstructuren
15u15	Pauze
15u30	Dimensioneren van een stationaire vs. mobiele batterij
16u	Praktische integratie van een EV-baterijsysteem in een residentiële installatie Normering en veiligheid
16u30	Afsluitende netwerkreceptie

INHOUDSOPGAVE

- **Profielanalyse van een gemiddeld huishouden**
- Impact van een EV op een residentiële installatie
 - Inleiding
 - Dumb charging
 - Smart charging
 - V2G
 - Voorbeeld
 - Besluit

PROFIELANALYSE VAN EEN GEMIDDELD HUISHOUDEN

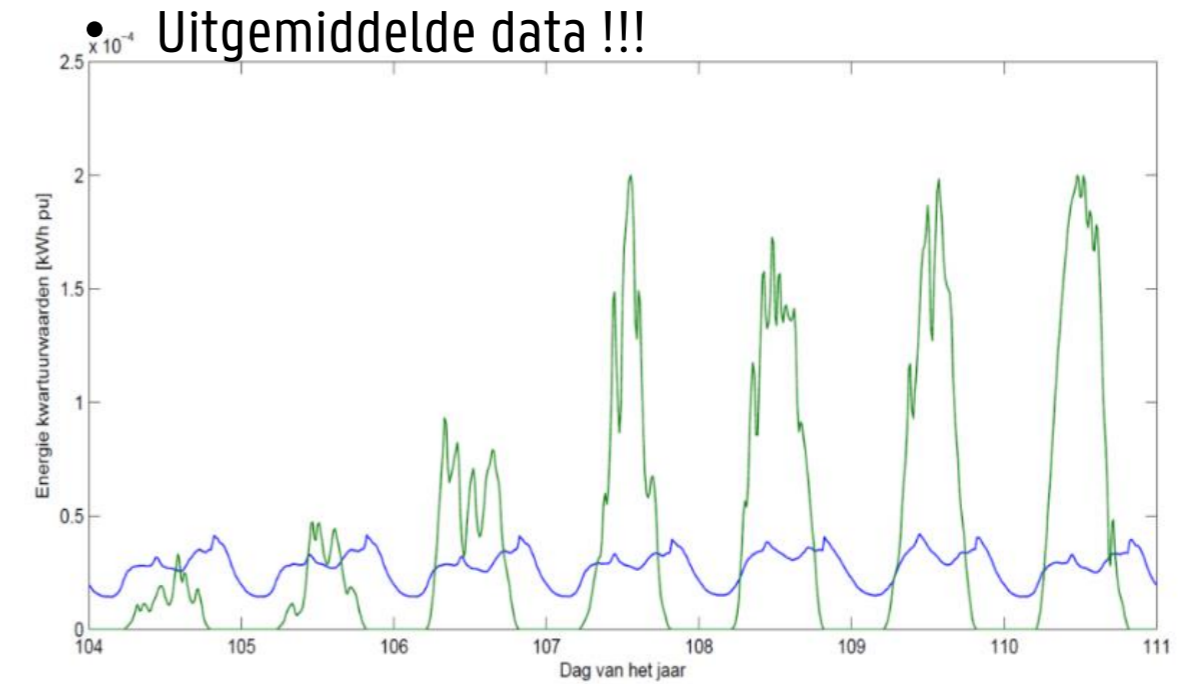


Jaarbasis
 verbruik = 3500 kWh
 opbrengst = 3500 kWh
0 kWh

Weekbasis zomer
 verbruik = 50 kWh
 opbrengst = 110 kWh
-60 kWh

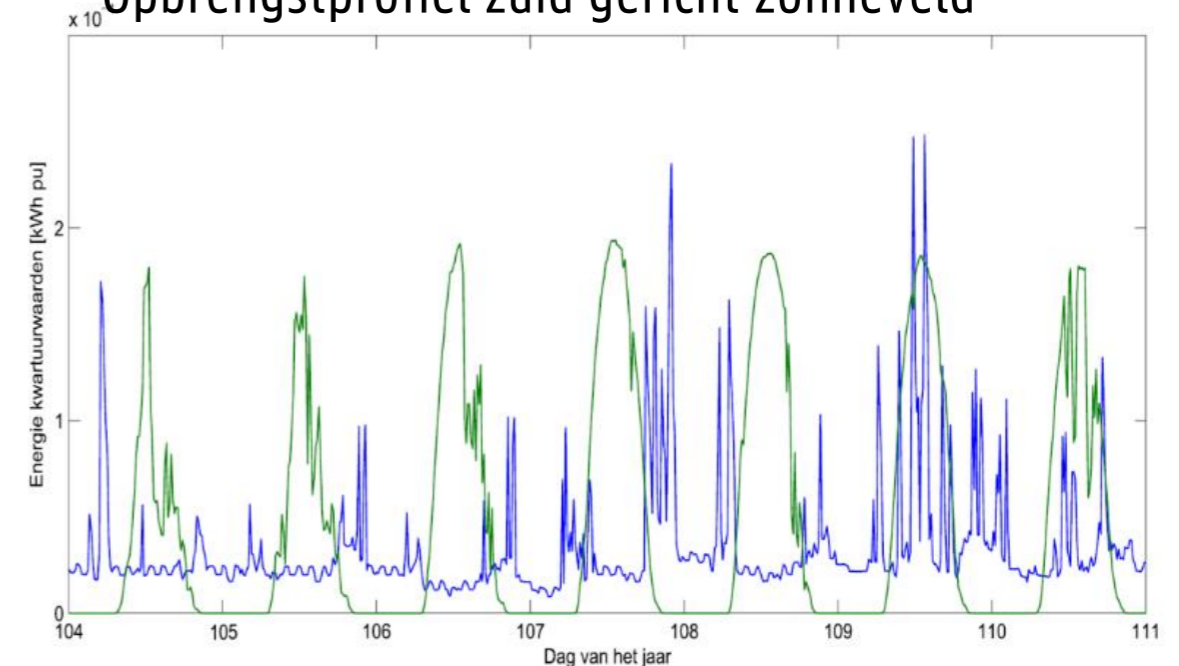
Weekbasis winter
 verbruik = 60 kWh
 opbrengst = 20 kWh
+40 kWh

Synthetisch lastprofiel –S21:



Inzicht werkelijke metingen woning:

- Verbruiksprofiel voorbeeldwoning
- Opbrengstprofiel zuid gericht zonnepanelen



PROFIELANALYSE VAN EEN GEMIDDELD HUISHOUDEN

Zelfconsumptieverhouding Z_c

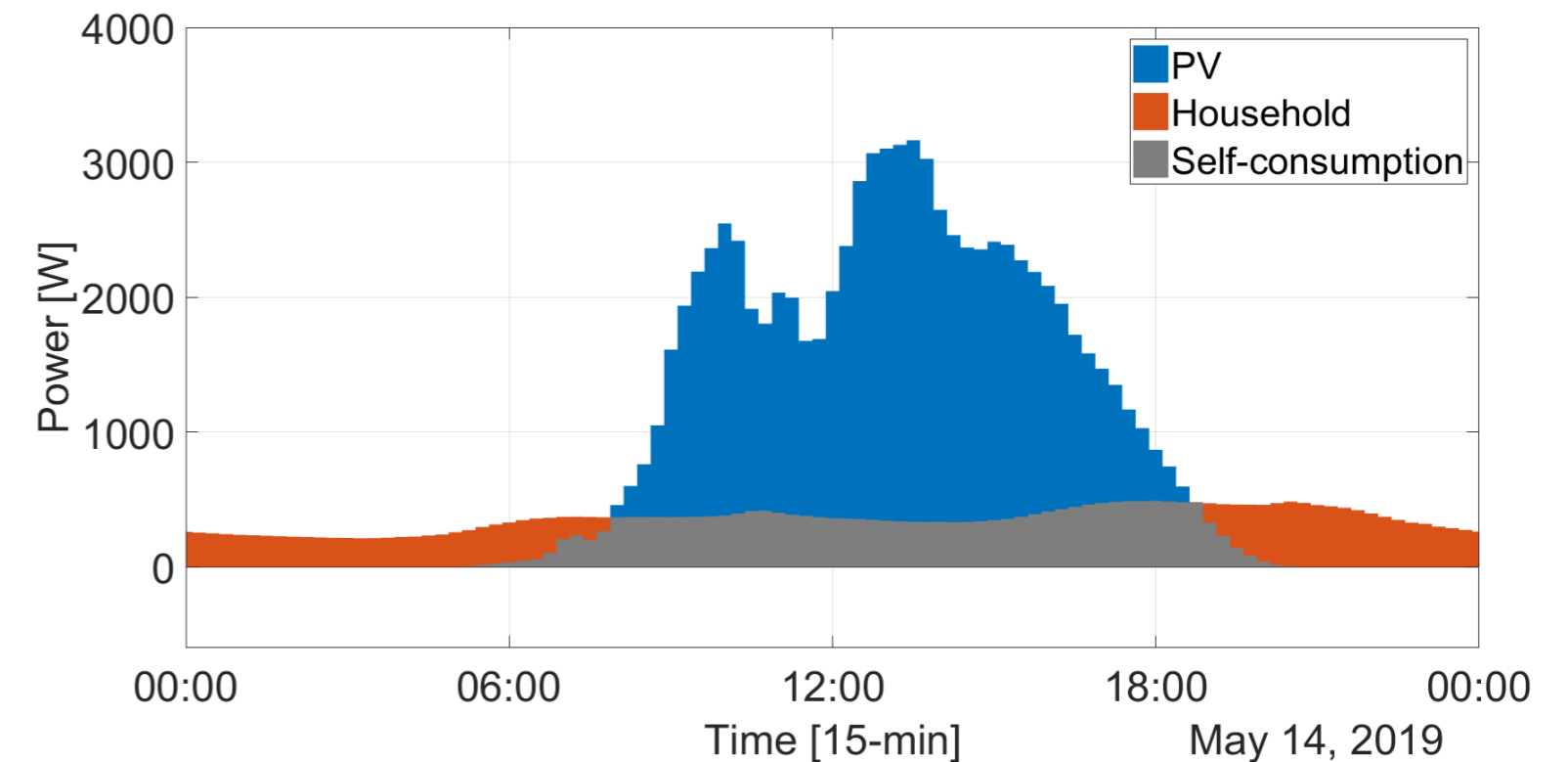
- Maat voor eigen opgewekte energie die ogenblikkelijk verbruikt wordt
- Indicatie van het **economisch rendement** van de PV-installatie

$$Z_c = \frac{E_{EV}}{E_{PV}} = \frac{\text{■}}{\text{■}}$$

Zelfvoorzieningsverhouding Z_v

- Maat voor gevraagde energie die ogenblikkelijk opgewekt wordt
- Indicatie voor de **energiekosten**

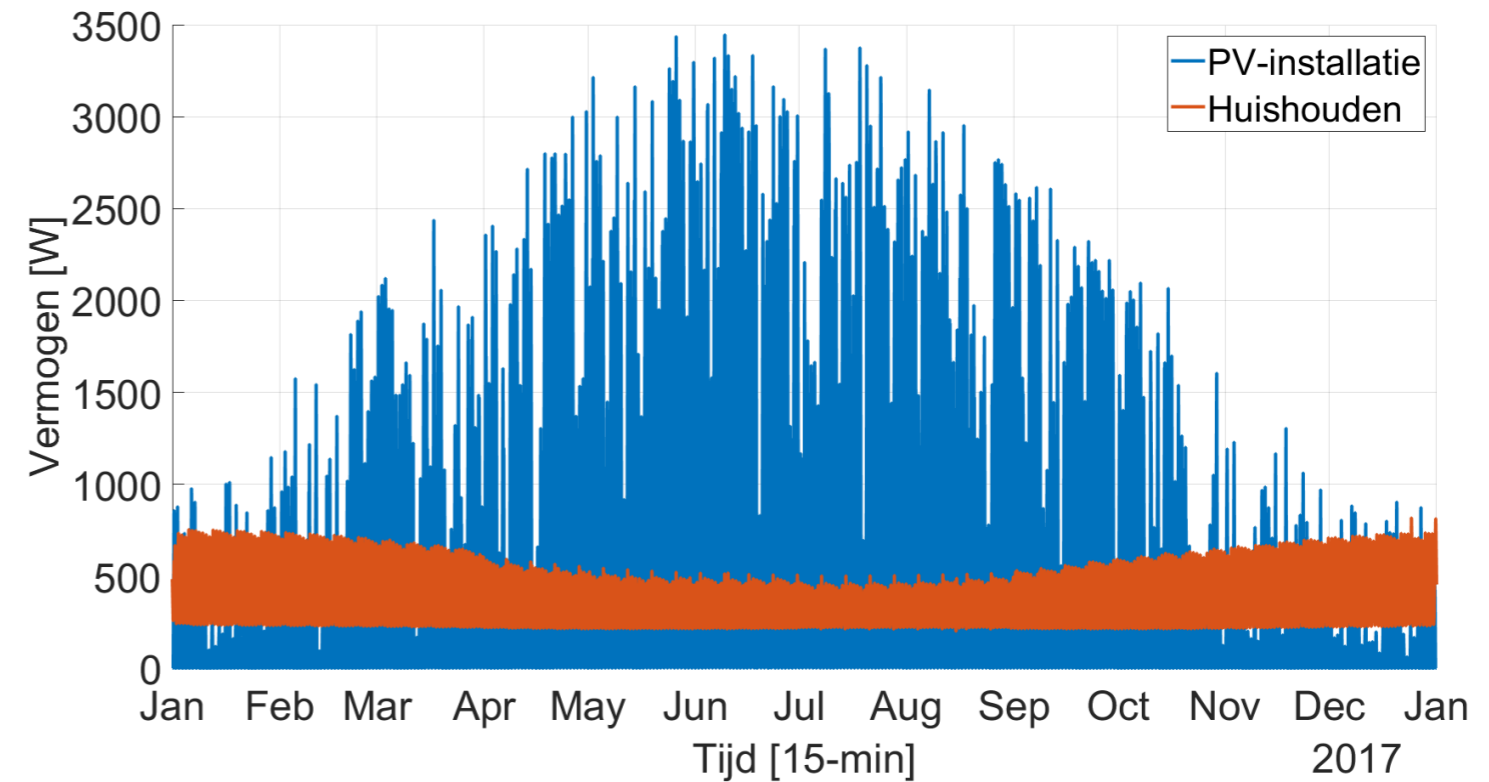
$$Z_v = \frac{E_{EP}}{E_1} = \frac{\text{■}}{\text{■}}$$



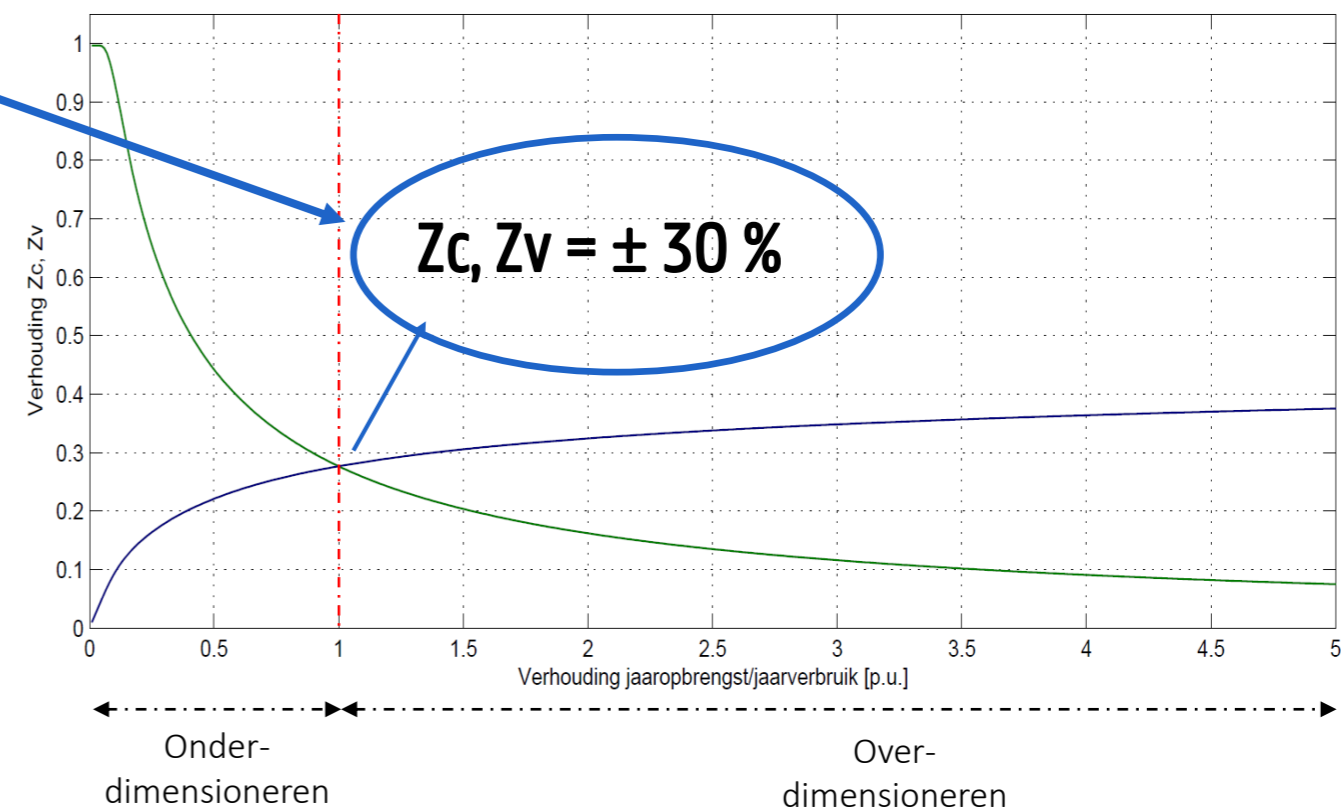
PROFIELANALYSE VAN EEN GEMIDDELD HUISHOUDEN

Synthetisch lastprofiel –S21

Jaarverbruik [kWh]	3500
Jaaropbrengst [kWh]	3500
Netto jaarverbruik [kWh]	0
Eigenverbruik [kWh]	1345
ZV [%]	38,42
ZC [%]	38,42
Injectie net [kWh]	2155
Verbruik net [kWh]	2155
Vermogenspiek injectie [W]	3016
Vermogenspiek verbruik [W]	817



Werkelijk verbruiksprofiel:



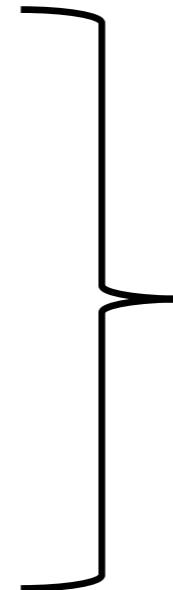
INHOUDSOPGAVE

- Belastings- en opbrengstprofiel van een gemiddeld huishouden
- Impact van een EV op een residentiële installatie
 - **Inleiding**
 - Dumb charging
 - Smart charging
 - V2G
 - Voorbeeld
 - Besluit

INLEIDING

Impact van het elektrisch voertuig op de installatie is afhankelijk van:

1. Hoeveelheid te laden energie [kWh]
2. Maximaal laadvermogen
3. Het tijdstip van laden
4. Beschikbare tijd van het voertuig
5. Controlestrategië (dump, smart, V2G)



Energiefactuur, jaarverbruik,
eigenverbruik van de PV-installatie,
vermogenspiek (bidirectioneel),...

(Ont)laadprofiel = vermogen in de tijd

INHOUDSOPGAVE

- Belastings- en opbrengstprofiel van een gemiddeld huishouden
- Impact van een EV op een residentiële installatie
 - Inleiding
 - **Dumb charging**
 - Smart charging
 - V2G
 - Voorbeeld
 - Besluit

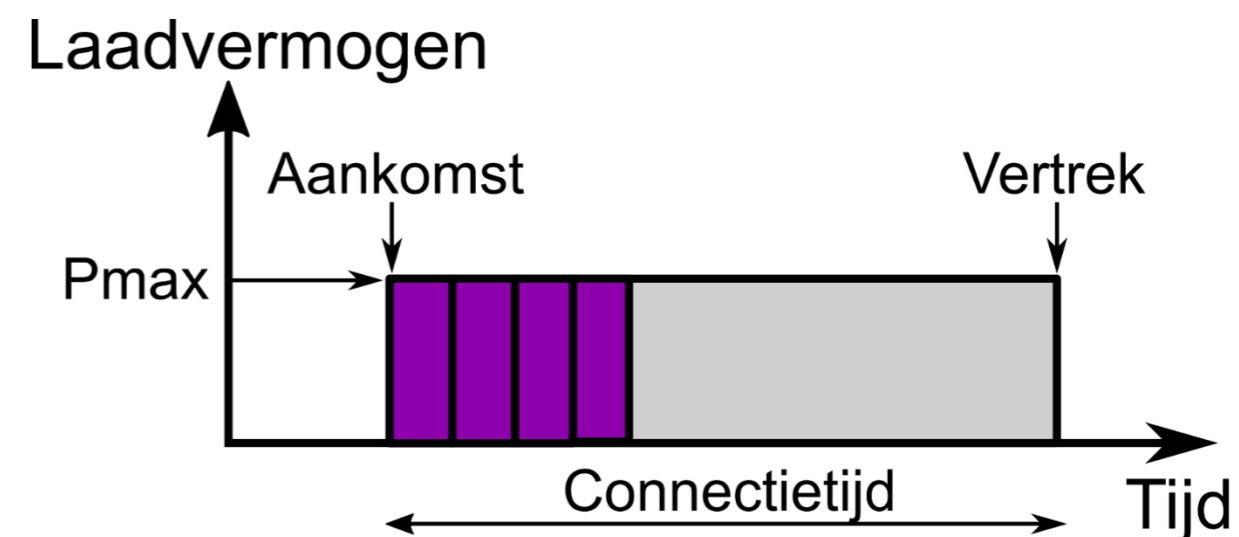
DUMB CHARGING

Wat ?

- Ongecoördineerd laden (laden van zodra stekker ingeplugd is)
- Laadproces is niet afgestemd op het ogenblikkelijk verbruik of PV-opbrengst
- Geen dynamische controle van de laadstroom
- Bidirectionele stroomzin niet mogelijk

Laadprofiel EV ?

- Laadvermogen
- Tijdstip van laden
- Beschikbare tijd



Laadprofiel van 4 verschillende situaties

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Starttijd laadbeurt	18 h	18 h	13 h	13 h
Laadvermogen	7,4 kW	2 kW	7,4 kW	2 kW

DUMB CHARGING

$$E_{EV} = 8,91 \text{ kWh}$$

$$E_{Load} = 8,58 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{totaal}} = 17,49 \text{ kWh}$$

$$E_{PV} = 41,47 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{eigenverbruik}} = E_{v_{EV}} + E_{v_{load}} = 6,05 \text{ kWh}$$

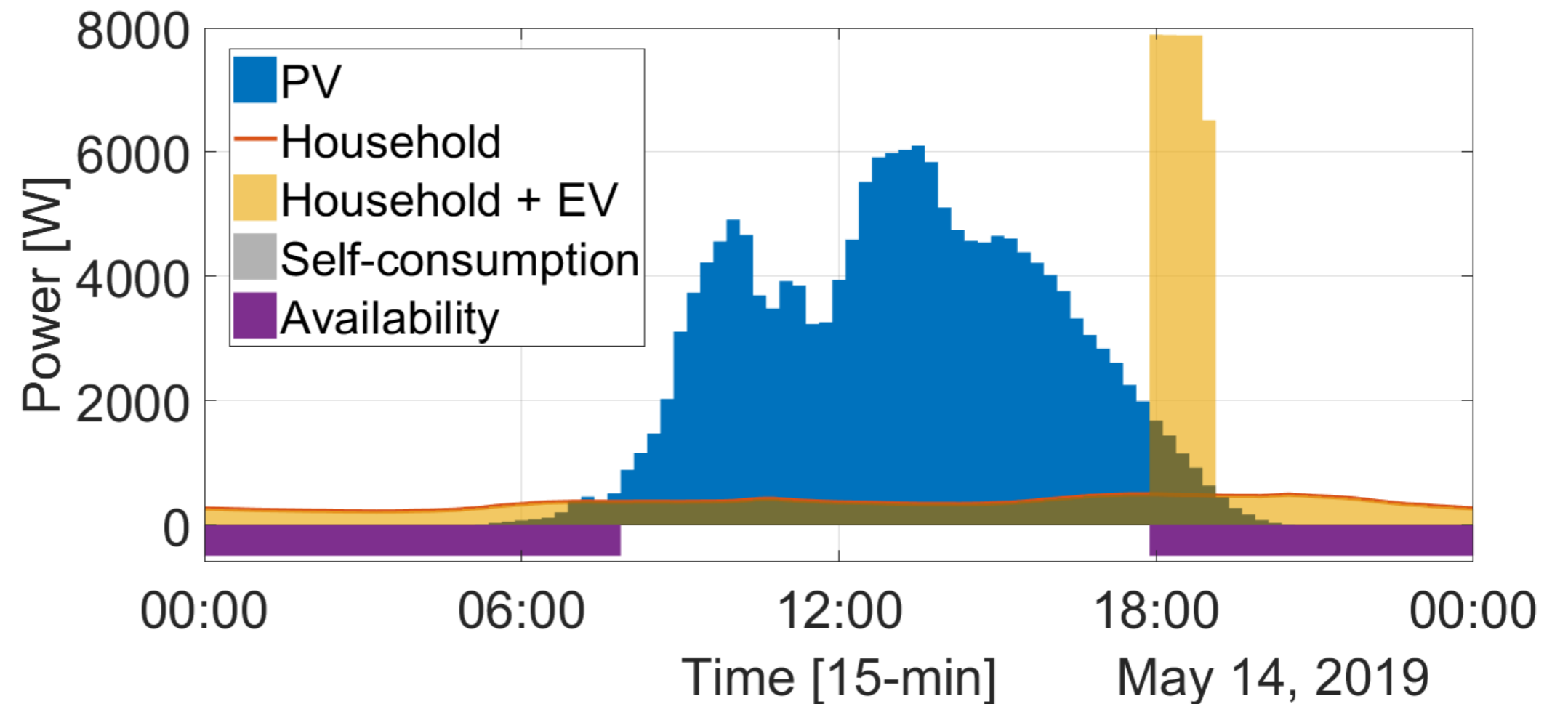
$$L_{\text{aadtijd}} = \frac{E_{\text{laad}}}{P_{\text{laad}}} = 1 \text{ h } 12'$$

$$P_{\text{maxvraag}} = 6960 \text{ W}$$

$$P_{\text{maxinjectie}} = 5767 \text{ W}$$

$$GDR = \frac{E_{v_{EV}}}{E_{EV}} = 9,56 \%$$

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Starttijd laadbeurt	18 h	18 h	13 h	13 h
Laadvermogen	7,4 kW	2 kW	7,4 kW	2 kW



DUMB CHARGING

$$E_{EV} = 8,91 \text{ kWh}$$

$$E_{Load} = 8,58 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{totaal}} = 17,49 \text{ kWh}$$

$$E_{PV} = 41,47 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{eigenverbruik}} = E_{v_{EV}} + E_{v_{load}} = 6,05 \text{ kWh}$$

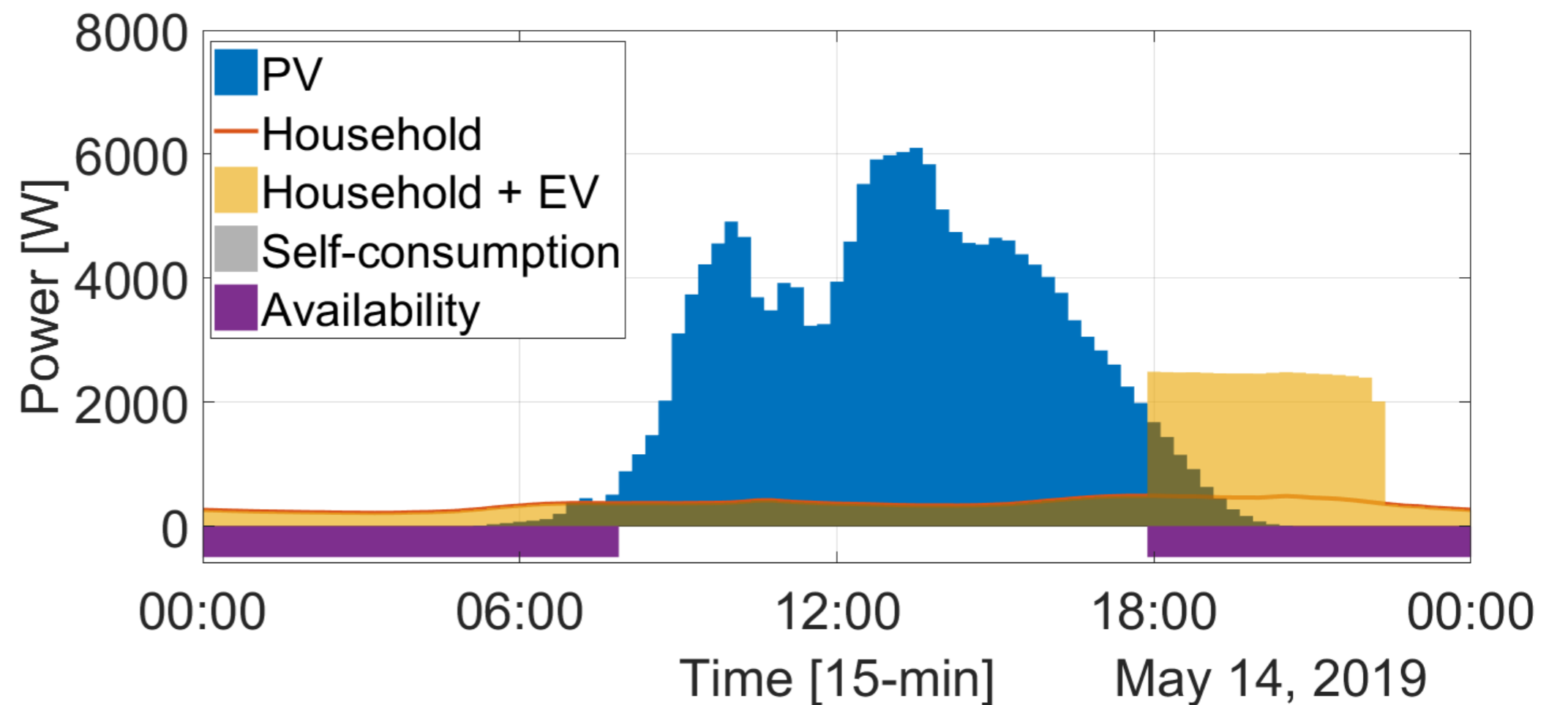
$$Laadtijd = \frac{E_{laad}}{P_{laad}} = 4h 27'$$

$$P_{max_{vraag}} = 2475 \text{ W}$$

$$P_{max_{injectie}} = 5767 \text{ W}$$

$$GDR = \frac{E_{v_{EV}}}{E_{EV}} = 9,56\%$$

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Starttijd laadbeurt	18 h	18 h	13 h	13 h
Laadvermogen	7,4 kW	2 kW	7,4 kW	2 kW



DUMB CHARGING

$$E_{EV} = 8,91 \text{ kWh}$$

$$E_{Load} = 8,58 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{totaal}} = 17,49 \text{ kWh}$$

$$E_{PV} = 41,47 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{eigenverbruik}} = E_{v_{EV}} + E_{v_{load}} = 12,04 \text{ kWh}$$

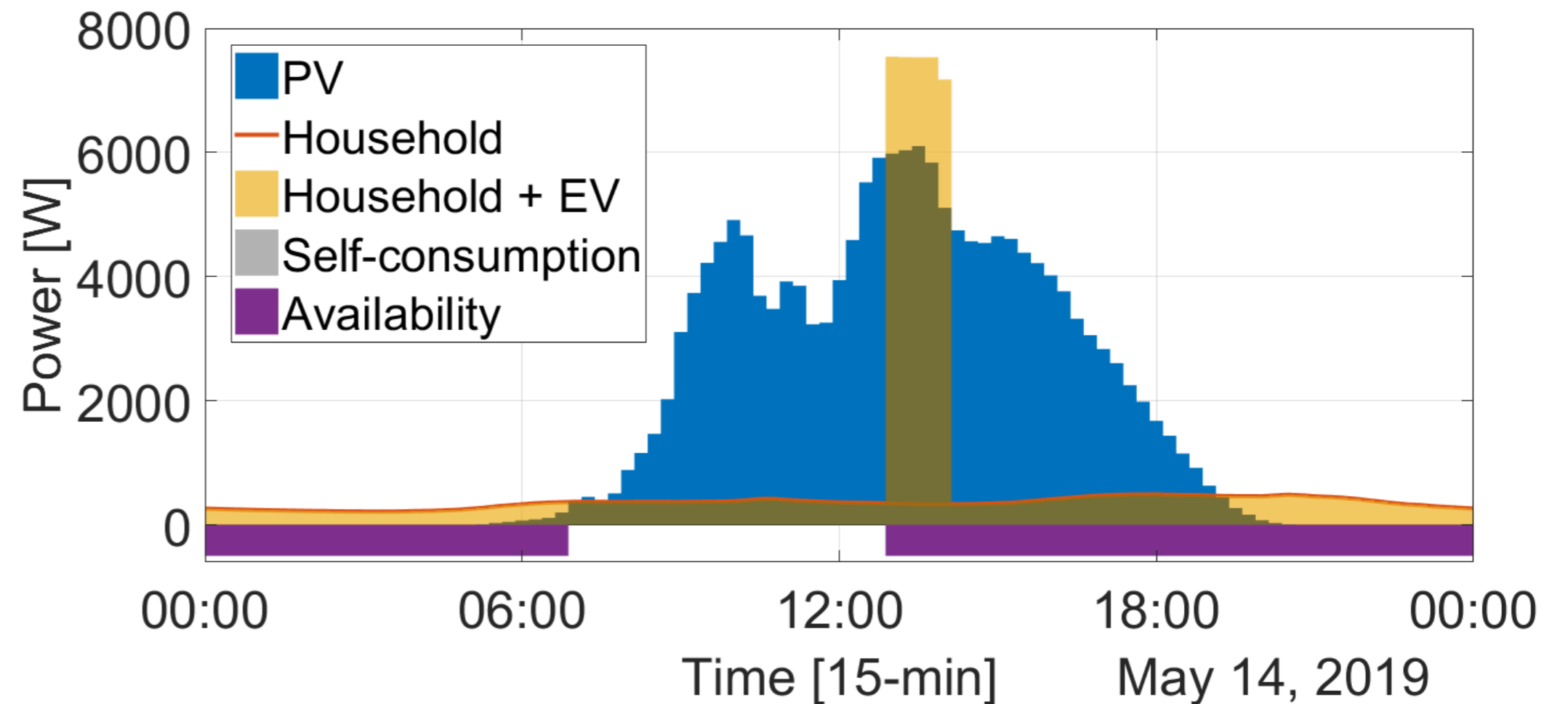
$$L_{\text{aadtijd}} = \frac{E_{\text{laad}}}{P_{\text{laad}}} = 1 \text{ h } 12'$$

$$P_{\text{maxvraag}} = 1897 \text{ W}$$

$$P_{\text{maxinjectie}} = 5566 \text{ W}$$

$$GDR = \frac{E_{v_{EV}}}{E_{EV}} = 76,82 \%$$

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Starttijd laadbeurt	18 h	18 h	13 h	13 h
Laadvermogen	7,4 kW	2 kW	7,4 kW	2 kW



DUMB CHARGING

$$E_{EV} = 8,91 \text{ kWh}$$

$$E_{Load} = 8,58 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{totaal}} = 17,49 \text{ kWh}$$

$$E_{PV} = 41,47 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{eigenverbruik}} = E_{v_{EV}} + E_{v_{load}} = 14,11 \text{ kWh}$$

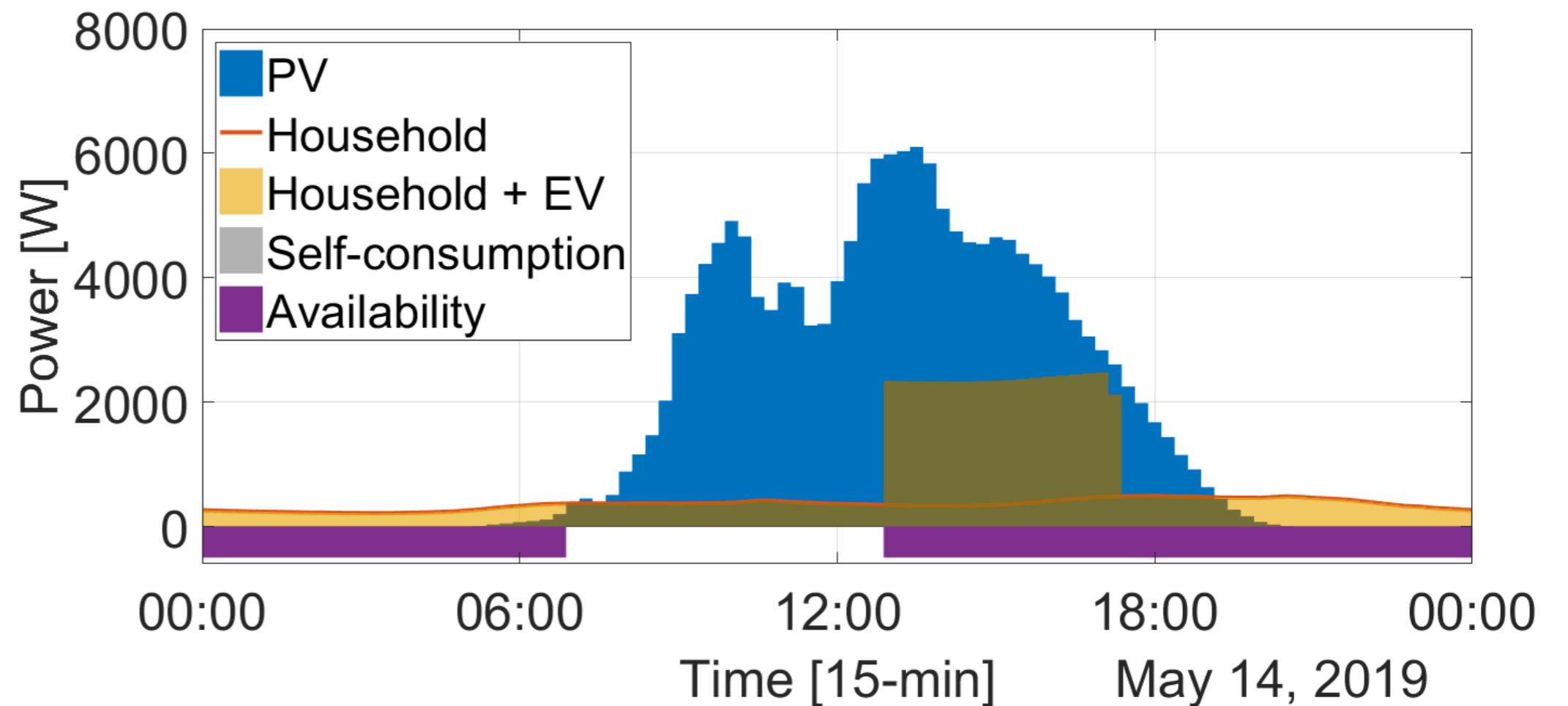
$$Laadtijd = \frac{E_{laad}}{P_{laad}} = 4 \text{ h } 27'$$

$$P_{max_{vraag}} = 475 \text{ W}$$

$$P_{max_{injectie}} = 5566 \text{ W}$$

$$GDR = \frac{E_{v_{EV}}}{E_{EV}} = 100\%$$

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Starttijd laadbeurt	18 h	18 h	13 h	13 h
Laadvermogen	7,4 kW	2 kW	7,4 kW	2 kW



DUMB CHARGING

	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Starttijd laadbeurt	18 h	18 h	13 h	13 h
Laadvermogen	7,4 kW	2 kW	7,4 kW	2 kW

Besluit

- Het **eigenverbruik** van de PV-installatie wordt bepaald door het tijdstip van laden
- Het **piekvermogen** is bidirectioneel
- Injectie: afhankelijk van het omvormervermogen van de PV-installatie
- Vraag: afhankelijk van het laadvermogen van de laadinfrastructuur
- De **laadsnelheid** wordt bepaald door het laadvermogen
- De **GDR (green drive ratio)** stijgt samen met het eigenverbruik

Resultaten jaar 2019	Geen EV	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Jaarverbruik [kWh]	3500	6752	6752	6752	6752
Jaaropbrengst [kWh]	3500	6752	6752	6752	6752
Netto jaarverbruik [kWh]	0	0	0	0	0
Eigenverbruik [kWh]	1345	1603	1606	2403	3083
ZV [%]	38,42	23,75	23,78	35,59	45,67
ZC [%]	38,42	23,75	23,78	35,59	45,67
Vermogenspiek verbruik [W]	3016	8013	2802	7722	2792
Vermogenspiek injectie [W]	817	6181	6181	6181	6181
GDR [%]	/	1,71	1,78	26,3	47,21

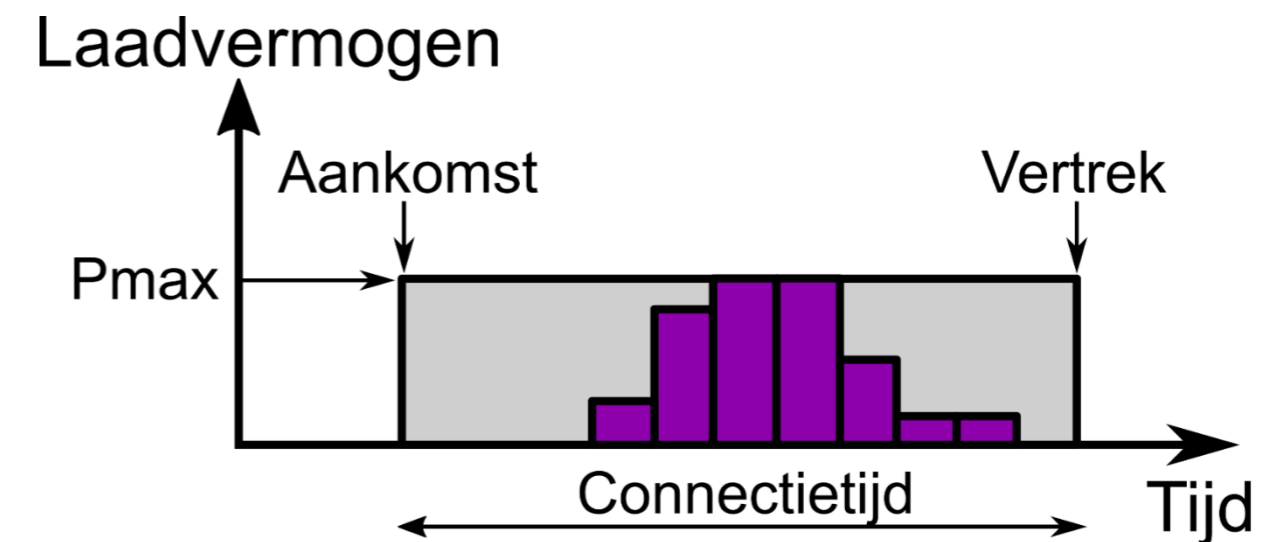
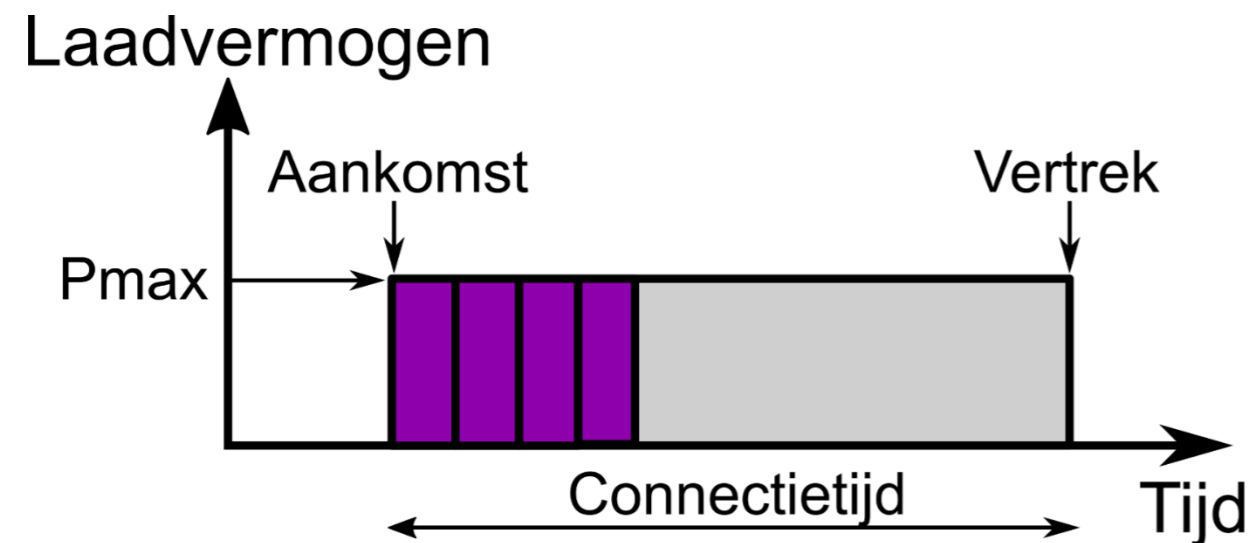
INHOUDSOPGAVE

- Belastings- en opbrengstprofiel van een gemiddeld huishouden
- Impact van een EV op een residentiële installatie
 - Inleiding
 - Dumb charging
 - **Smart charging**
 - V2G
 - Voorbeeld
 - Besluit

SMART CHARGING

SMART CHARGING – WAT IS SMART CHARGING ?

- Optimalisatie van het laadproces van het EV tijdens de connectietijd van de wagen
 - Laadsessie uitstellen (verschuiving in tijd)
 - Variabele laadsnelheid (laadvermogen)
 - Het laadproces opsplitsen in deelladingen
- Dynamische controle van de laadstroom
- Bidirectionele stroomzin niet mogelijk



SMART CHARGING – DOELSTELLINGEN



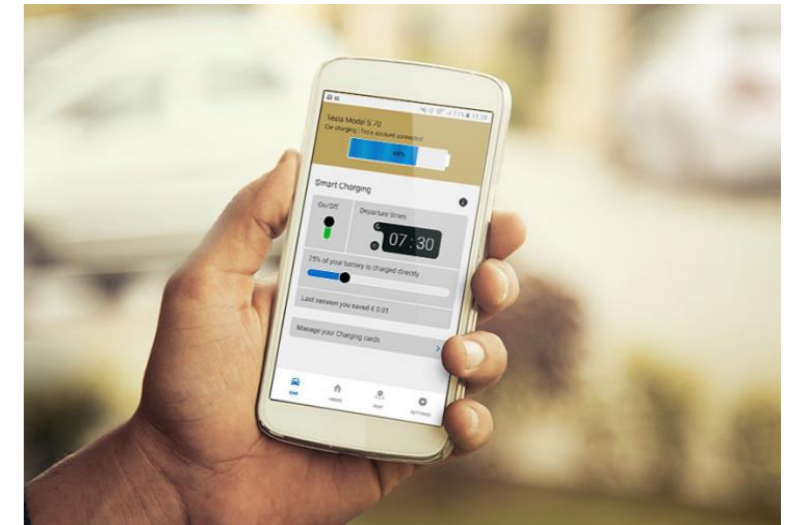
**Lokaal geproduceerde
hernieuwbare energie**



**Optimale benutting
van de huidige
infrastructuur**



**Dynamische
energieprijzen**



**Behoeften/eisen van
de eindklant**

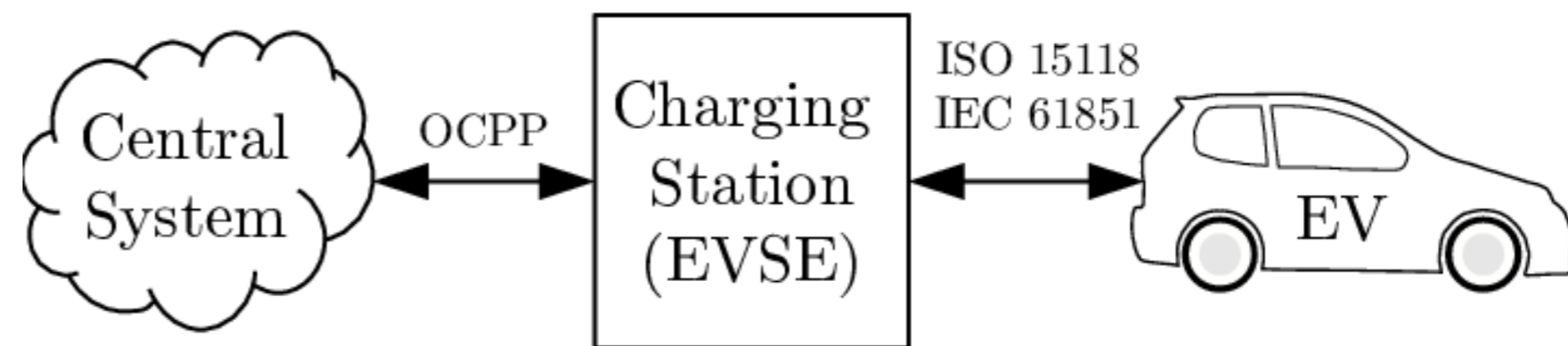
SMART CHARGING- PRAKTISCHE IMPLEMENTATIE

Mogelijkheden tot smart charging

1. Smart charging via de laadinfrastructuur
 - Stuursignaal van het backofficesysteem via de laadpaal naar de EV
 - Aggregatie van publieke laadinfra
2. Smart charging via de auto
 - Aggregatie van verschillende EV's
 - Aanbieden van Flexibiliteit op de markt
3. **Smart charging via het Energy Management Systeem (EMS)**
 - Beheer van het energieverbruik van een gebouw

Communicatieprotocollen

1. ISO 15118 = communicatie tussen EV en EV-laadpaal
2. OCPP (Open charge Point Protocol) = communicatie tussen EV-laadpunt & centraal systeem



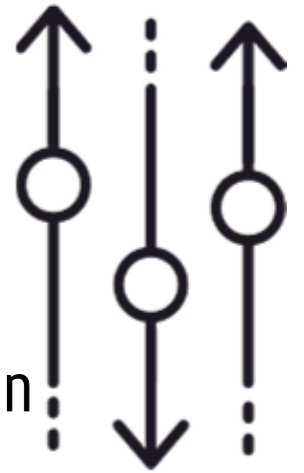
INHOUDSOPGAVE

- Belastings- en opbrengstprofiel van een gemiddeld huishouden
- Impact van een EV op een residentiële installatie
 - Inleiding
 - Dumb charging
 - Smart charging
 - **V2G**
 - Voorbeeld
 - Besluit

V2G - WAT IS VEHICLE-TO-GRID?

Batterijen van geparkeerde EVs **flexibel** aanwenden in **beide richtingen** om:

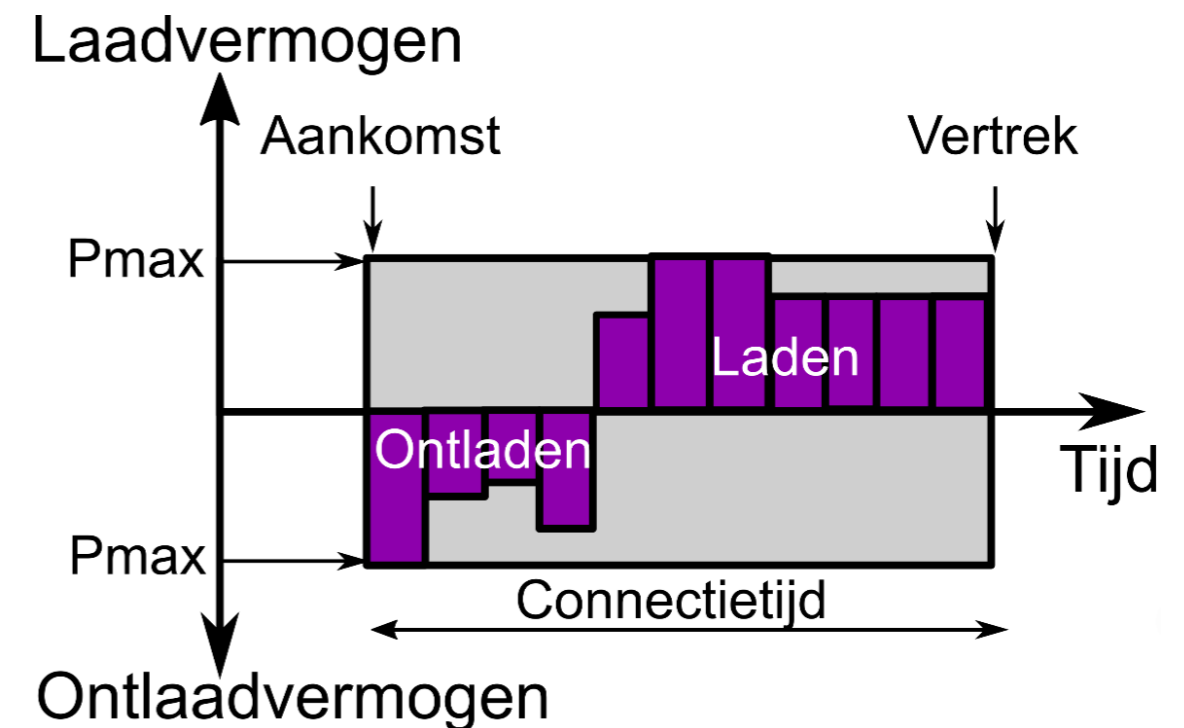
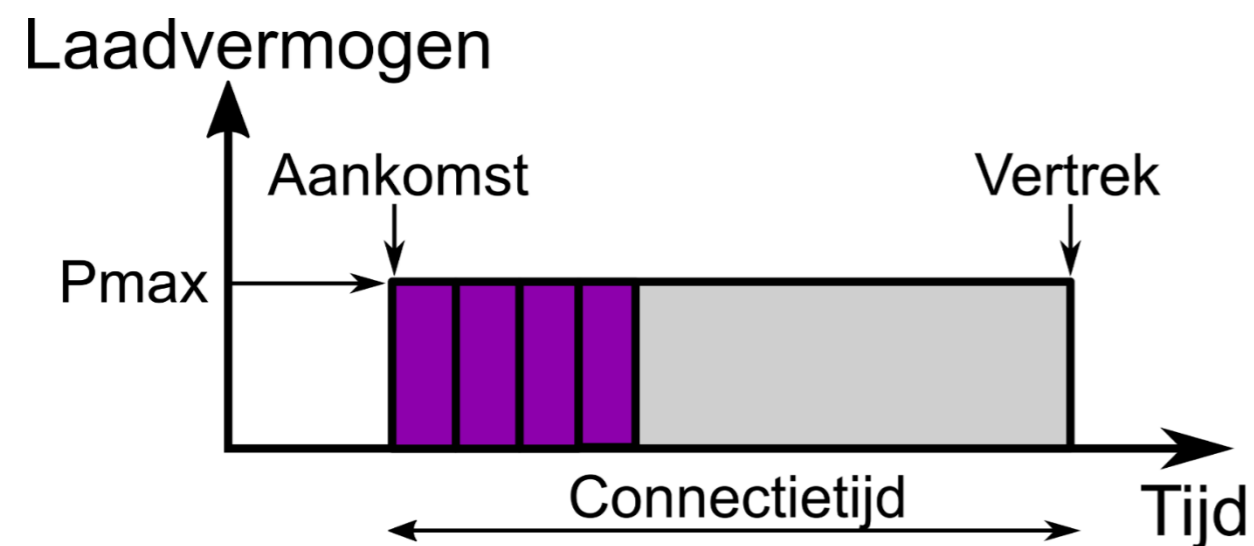
1. overtollige geproduceerde energie tijdelijk op te slaan
2. de opgebouwde energiereserve aan te spreken in geval van nood (stroomtekort) of voor economische redenen



Meer flexibiliteit in vergelijking met 'smart' charging

Toepassing

1. Efficiënter gebruik van eigen opgewekte energie
2. Netondersteunende diensten (reservemarkten, lokale congestieproblematieken)
3. Inspelen op de energiemarkten



V2G – PRAKTISCHE IMPLEMENTATIE

- Zowel de wagen als de laadinfrastructuur moeten geschikt zijn
- Controller voor de aansturing van de (ont)laadstroom
- Types

AC V2G	DC V2G
On-board bidirectionele lader	Externe bidirectionele lader
Officieel geen EVs die dit ondersteunen	Nissan Leaf, Nissan e-NV200 Mitsubischi iMiev, Mitsubischi Outlander
ISO15118-protocol	CHaDeMo protocol
CCS-stekker	ChaDeMo stekker
Utrecht: WeDriveSolar (Renault)	Amsterdam: City-zen, Invade, Interflex,...

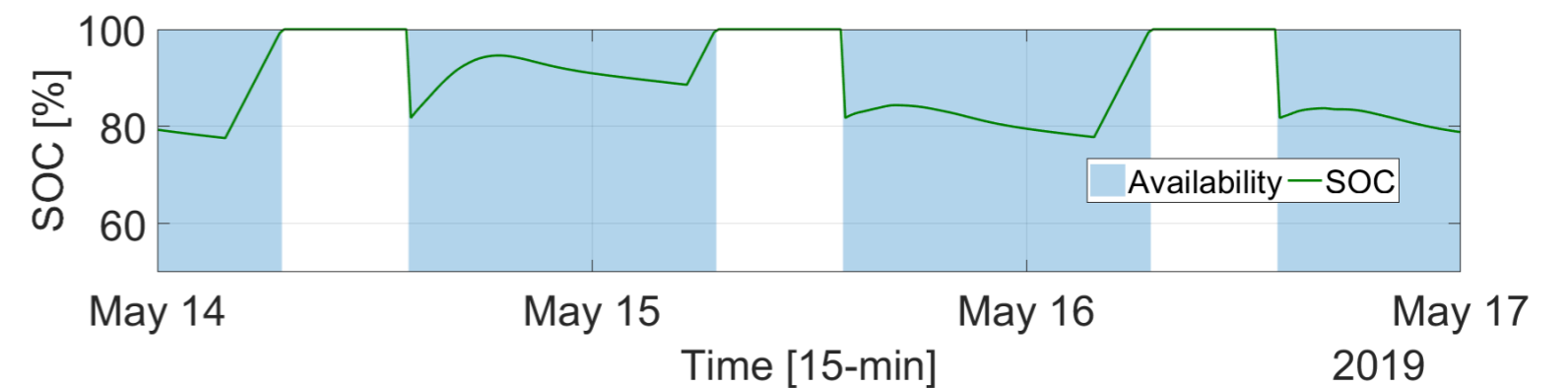
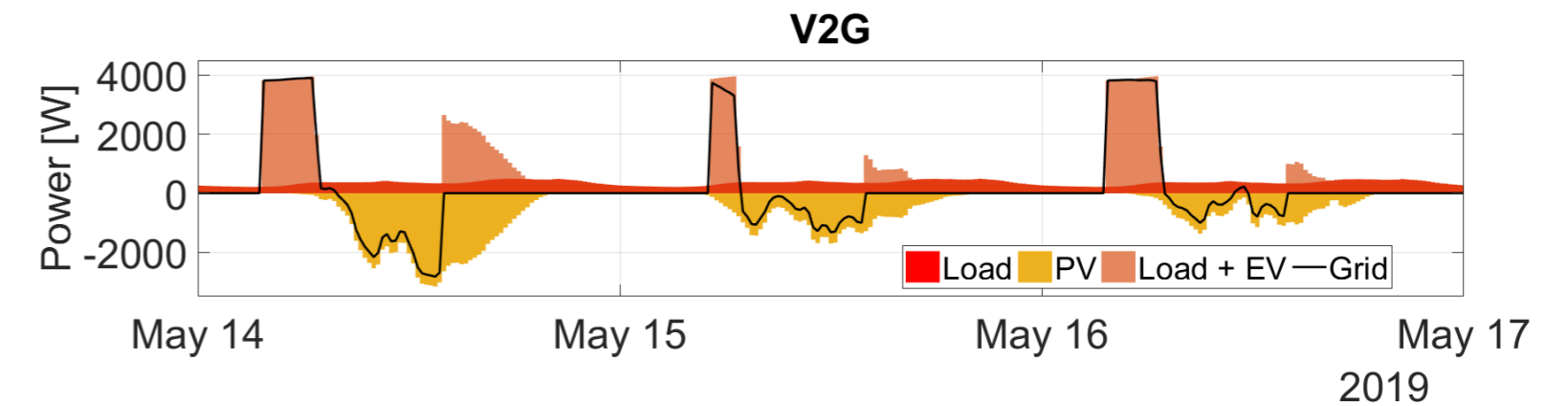
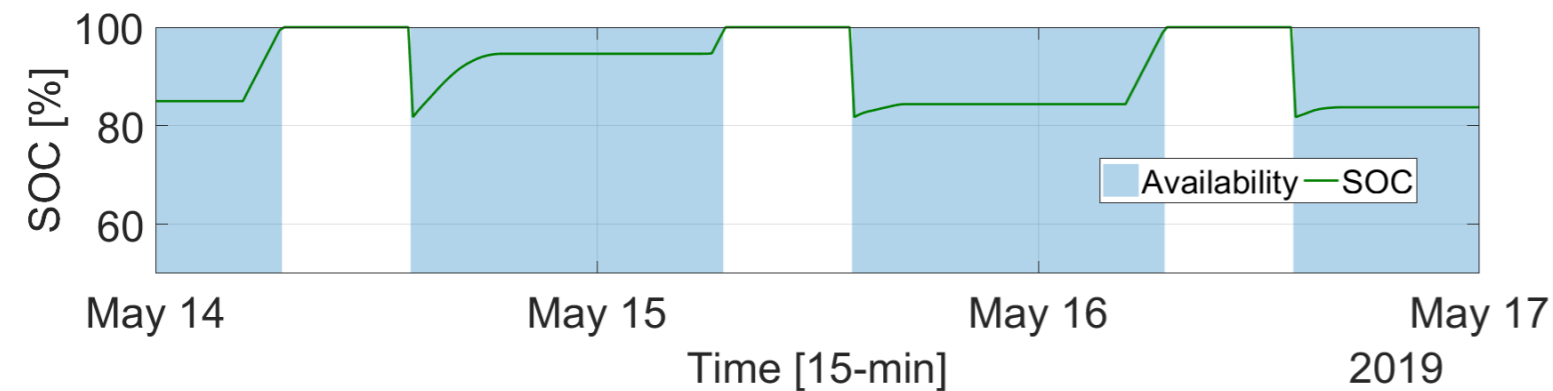
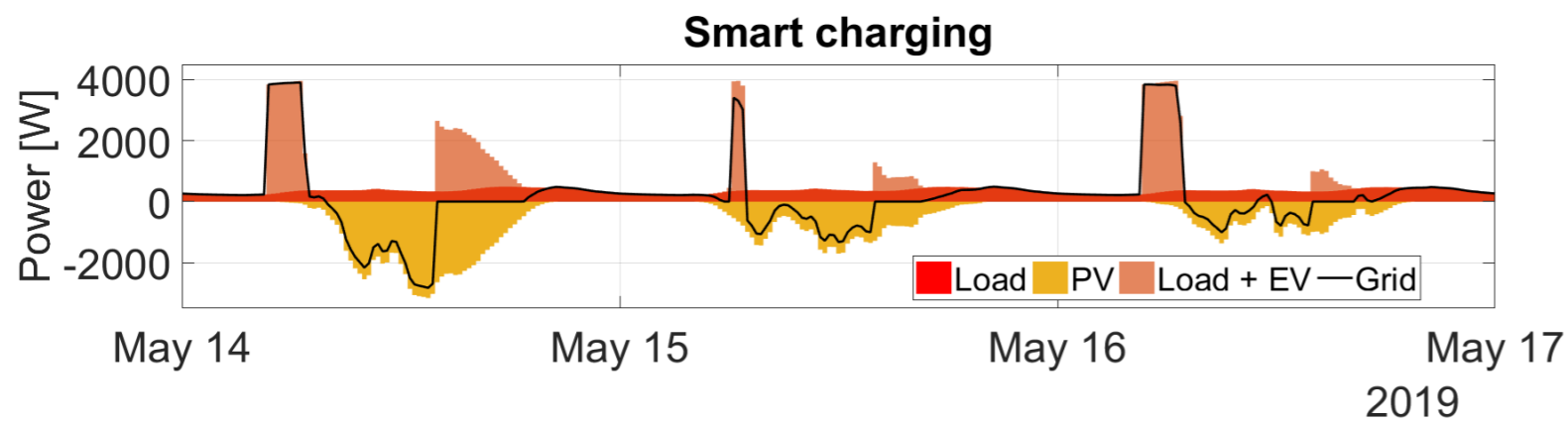
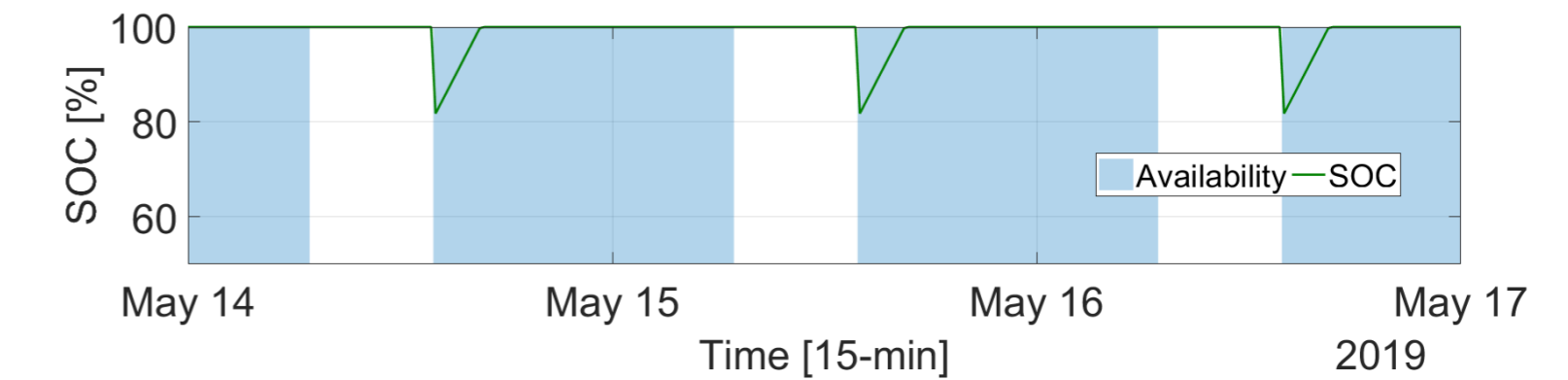
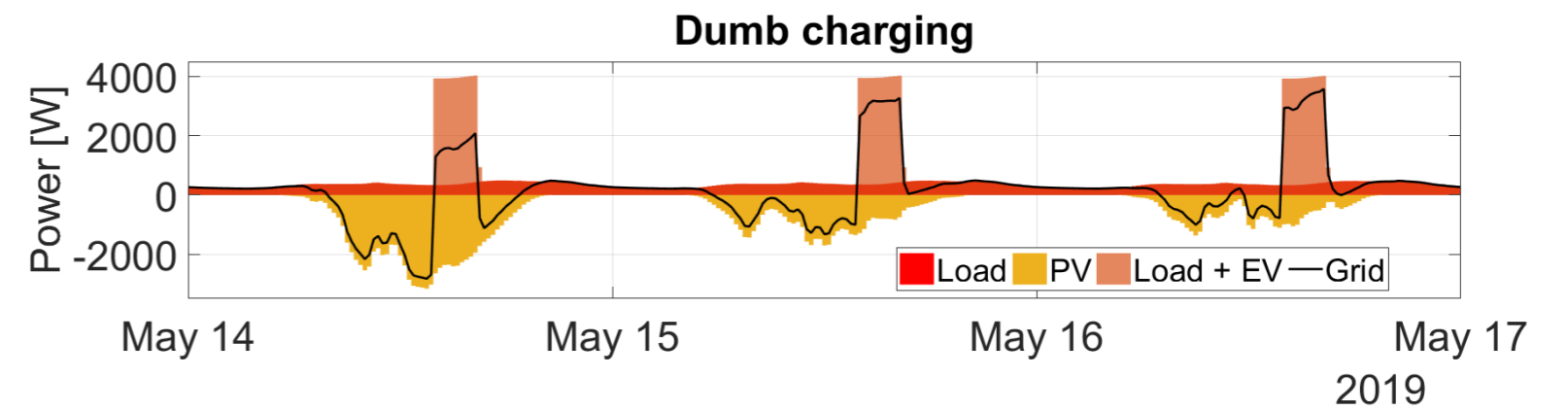
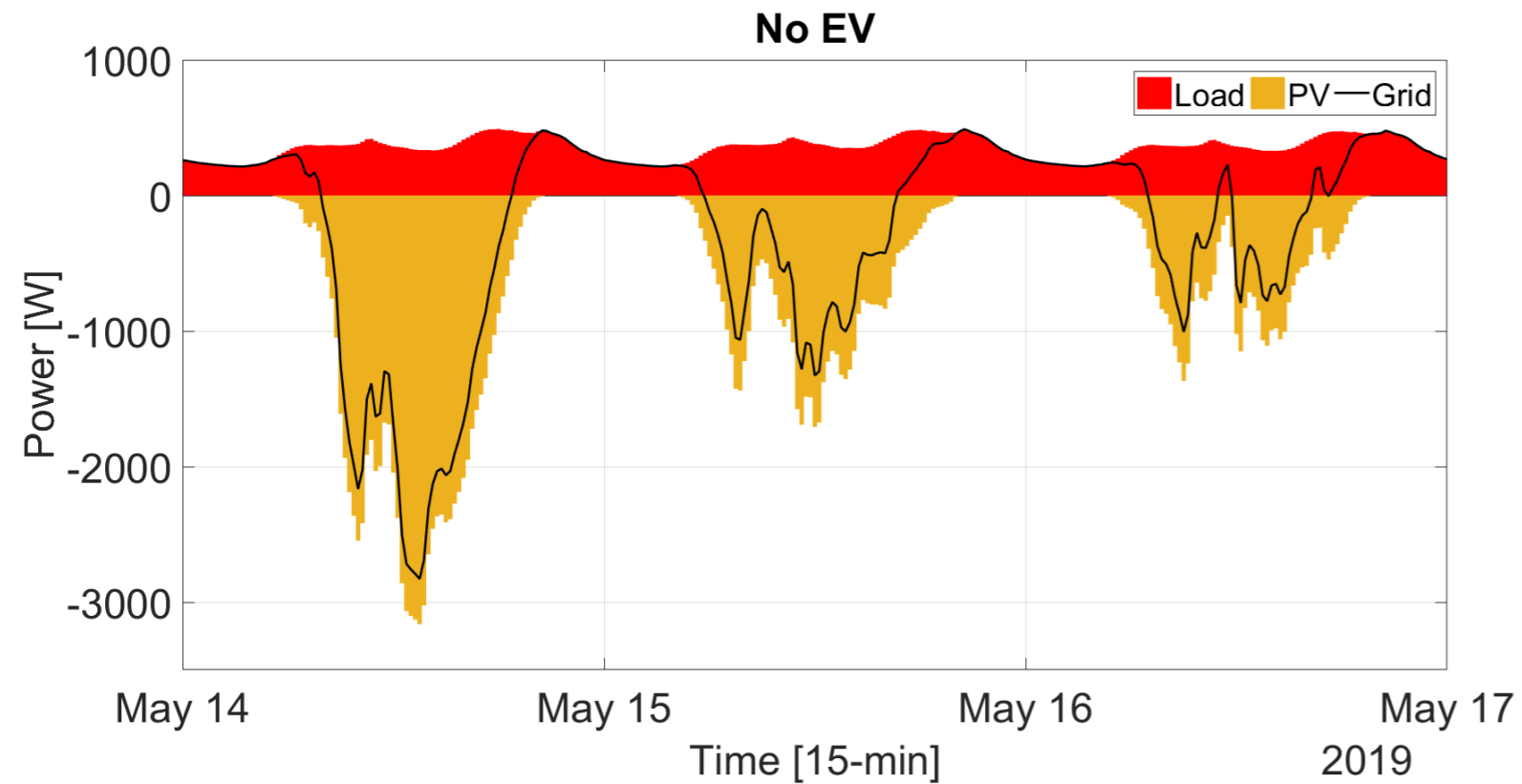
INHOUDSOPGAVE

- Belastings- en opbrengstprofiel van een gemiddeld huishouden
- Impact van een EV op een residentiële installatie
 - Inleiding
 - Dumb charging
 - Smart charging
 - V2G
 - **Voorbeeld**
 - Besluit

VOORBEELD 1

<i>Gegevens voorbeeld 1</i>		
Opbrengst -en lastprofiel	Opbrengstprofiel	PV (Zuid/ 35°) - 2019
	Lastprofiel	SLP S21 - 2019
	Jaarverbruik (zonder EV) [kWh]	3500
	Jaaropbrengst [kWh]	3500
EV	Capaciteit [kWh]	50
	DOD [%]	80
	Minimale SOC bij vertrek [%]	100
	Maximaal (ont)laadvermogen [kW]	3,6
	Vertrekkuur [h]	7
	Aankomstuur [h]	14
	Connectietijd [h]	17
	Verbruik [kWh/100 KM]	18
	Afgelegde afstand [km/jaar]	18000

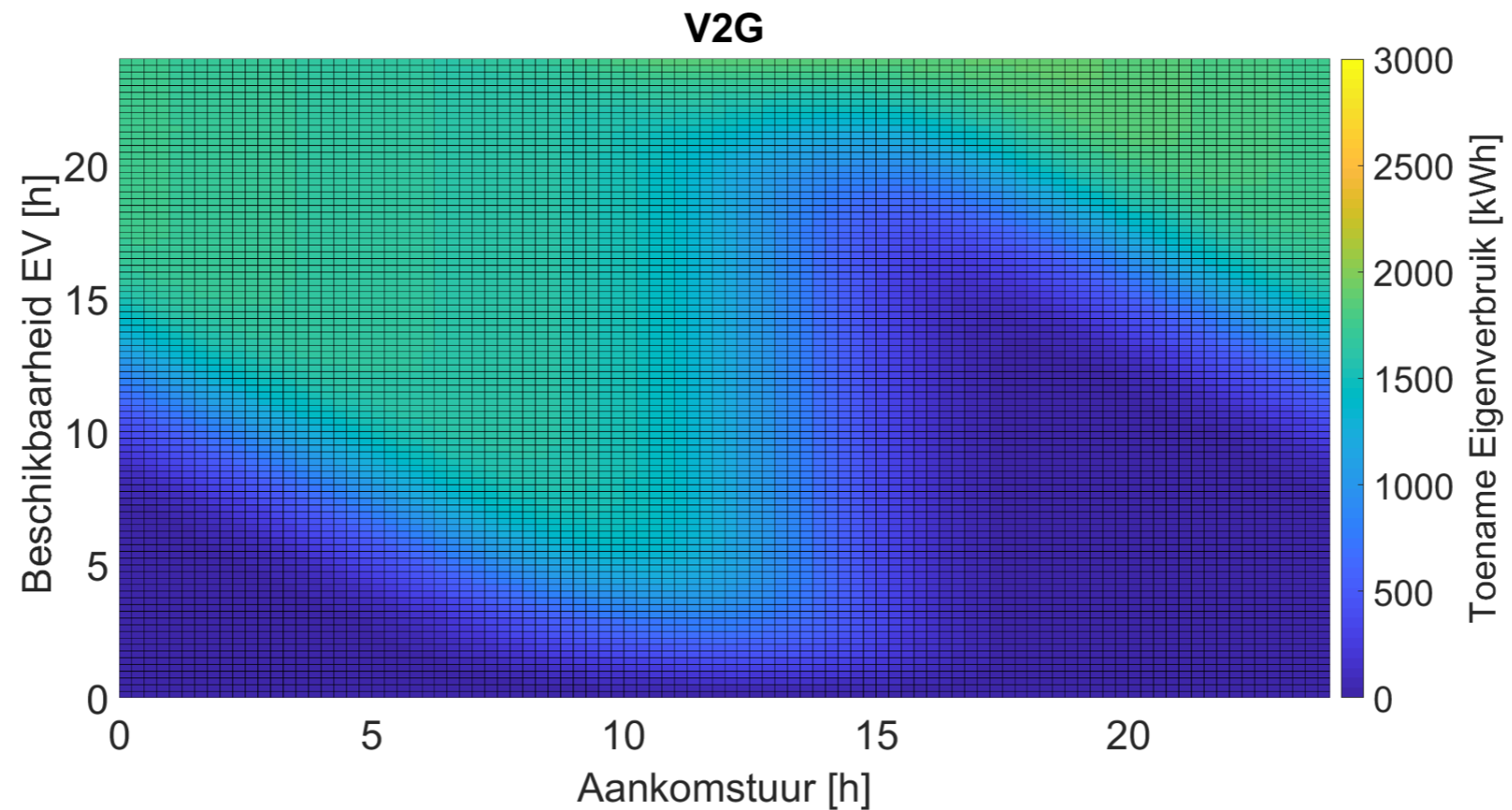
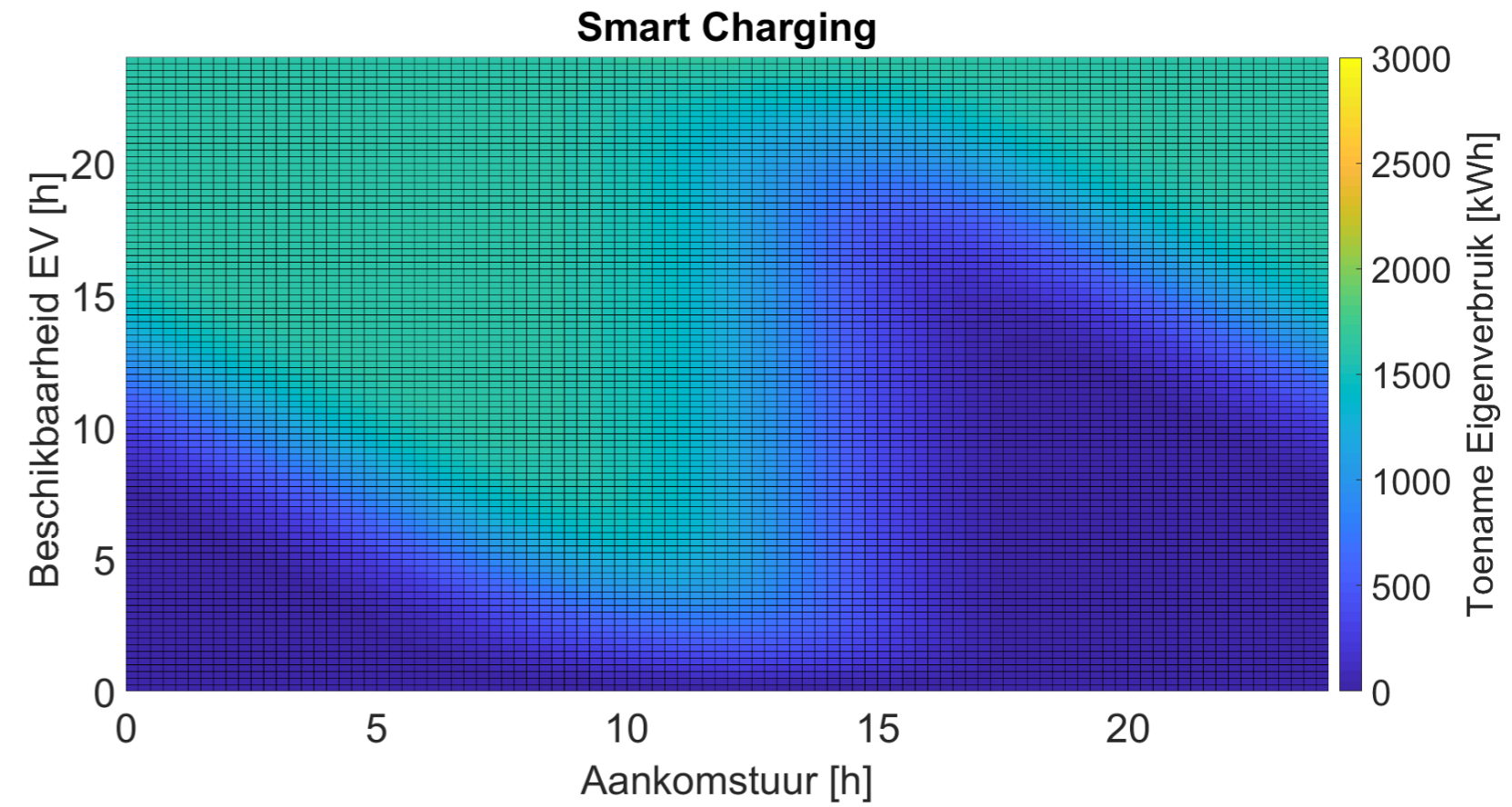
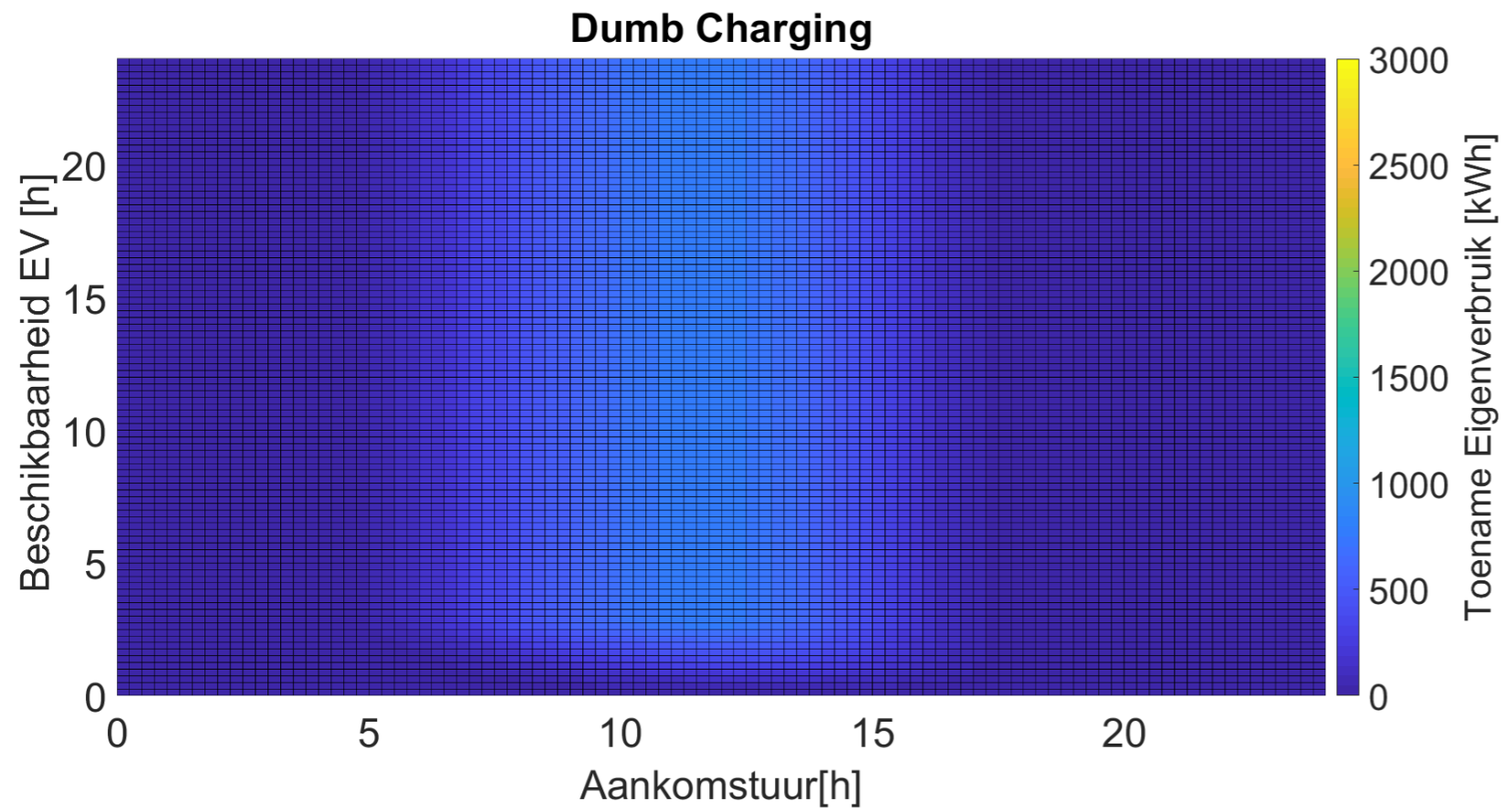
VOORBEELD 1



VOORBEELD 1

<i>Resultaten jaar 2019</i>	Geen EV	Dumb charging	Smart charging	V2G
Jaarverbruik [kWh]	3500	6830	6830	6830
Jaaropbrengst [kWh]	3500	3500	3500	3500
Netto jaarverbruik [kWh]	0	3330	3330	3330
Eigenverbruik [kWh]	1345	1879	1991	1991
Geïnjecteerde Energie [kWh]	2155	1621	1509	1509
Verbruikte Energie [kWh]	2155	4951	4830	4824
ZV [%]	38,42	27,51	29,15	29,15
ZC [%]	38,42	53,69	56,88	56,88
Vermogenspiek verbruik [W]	817	4259	4016	4016
Vermogenspiek injectie [W]	3016	3016	3016	3016
GDR [%]	/	16,05	19,4	19,41
Batterij-Cycli [#]	/	66	66	98

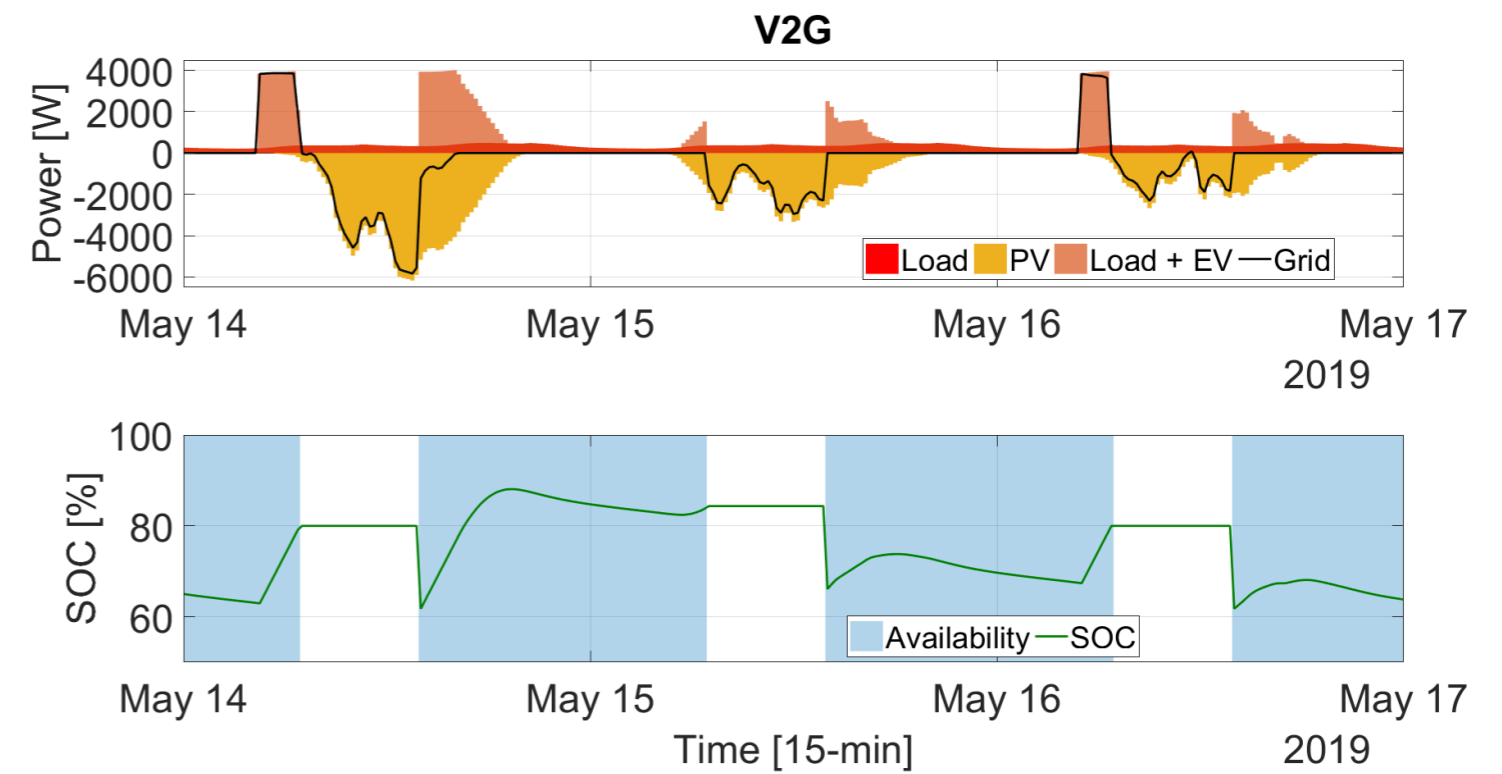
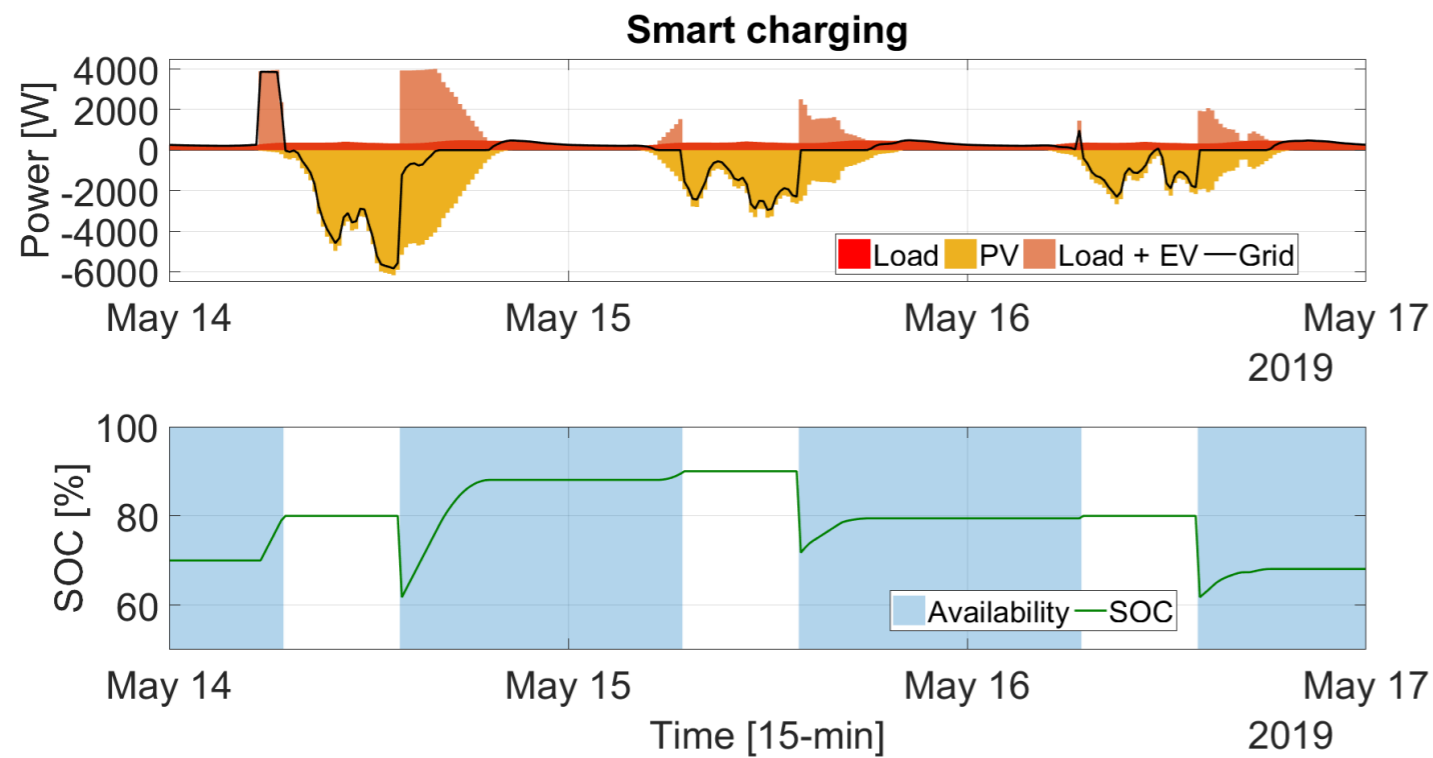
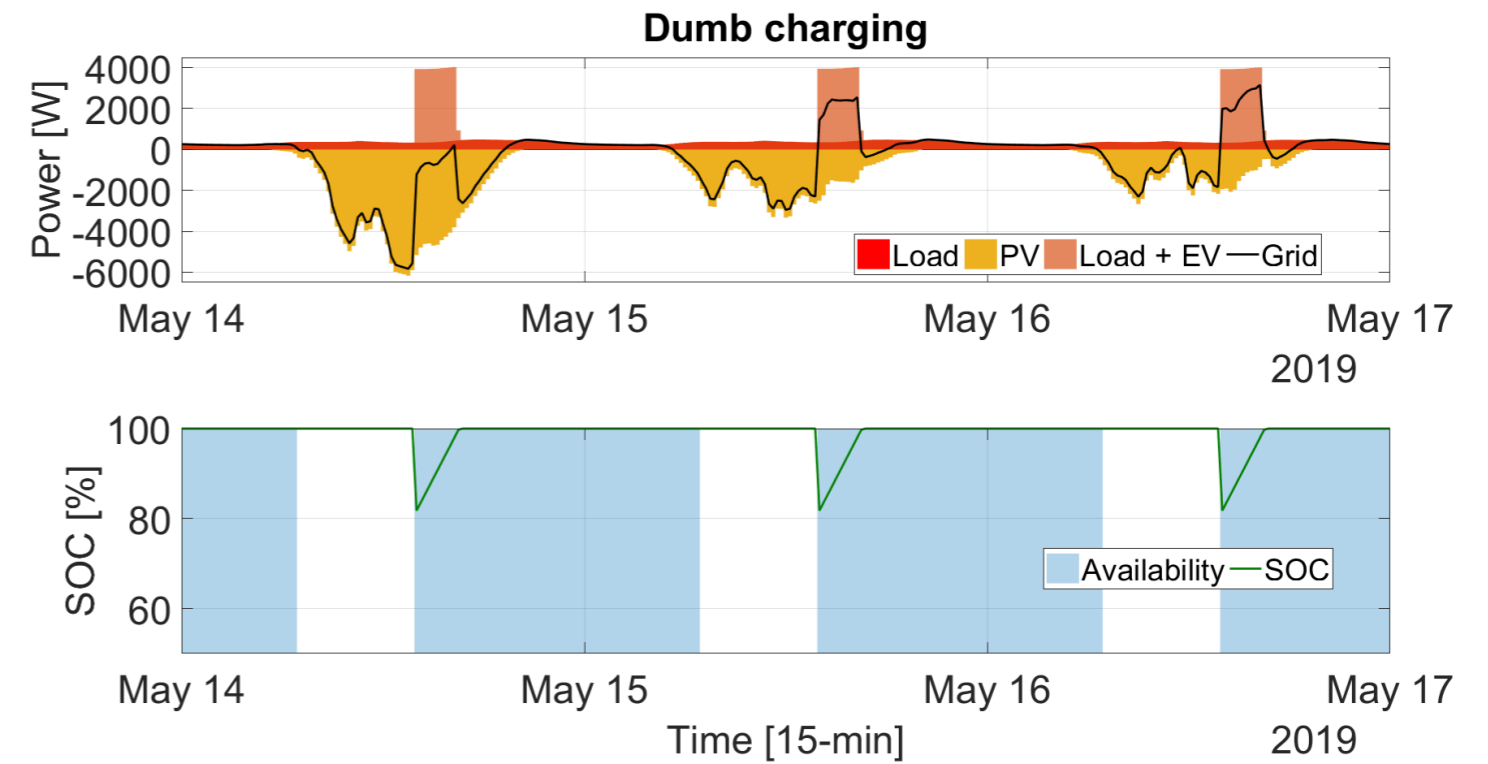
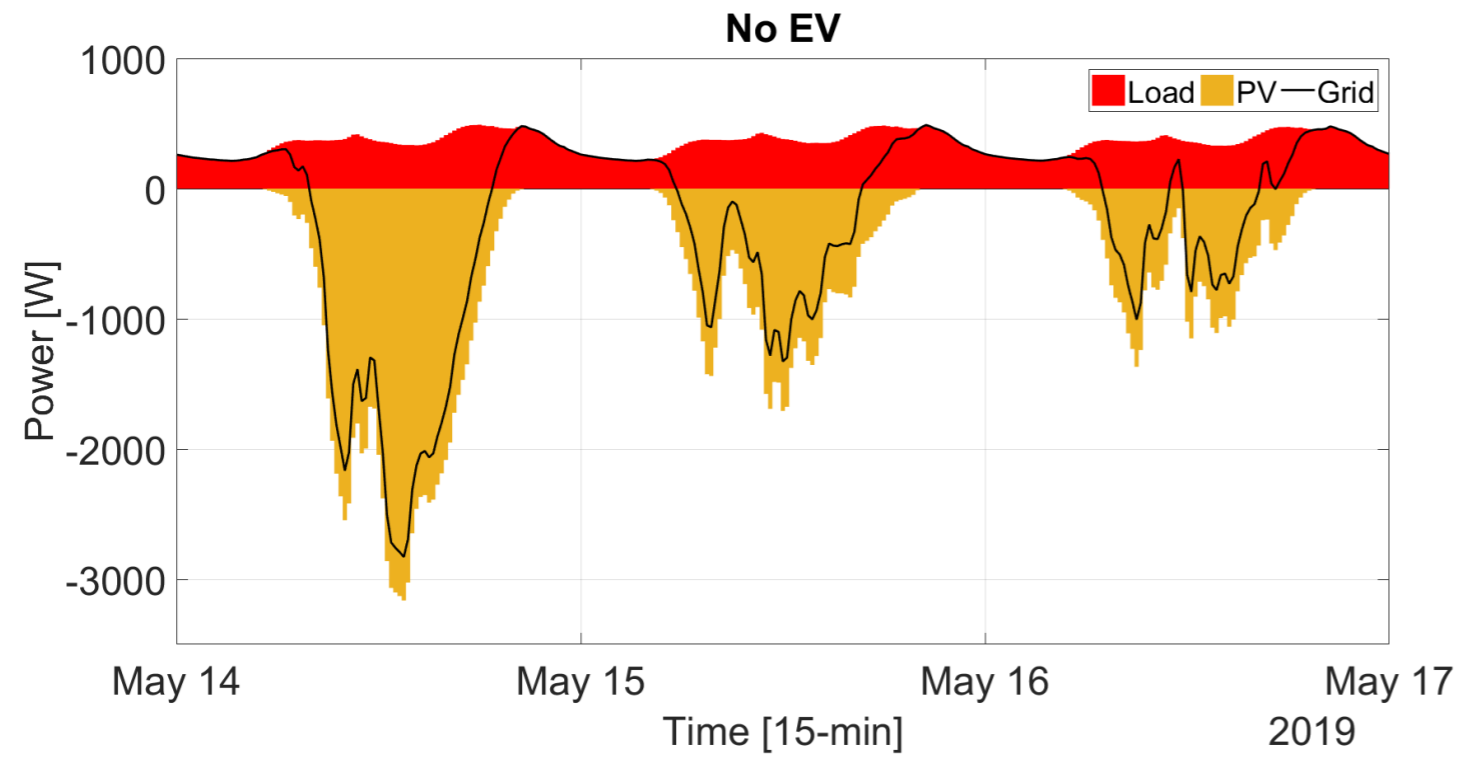
VOORBEELD 1



VOORBEELD 2

<i>Gegevens voorbeeld 2</i>		
Opbrengst-en lastprofiel	Opbrengstprofiel	PV (Zuid/ 35°) - 2019
	Lastprofiel	SLP S21 -2019
	Jaarverbruik (zonder EV) [kWh]	3500
	Jaaropbrengst [kWh]	6830
EV	Capaciteit [kWh]	50
	DOD [%]	80
	Minimale SOC bij vertrek [%]	80
	Maximaal (ont)laadvermogen [kW]	3,6
	Vertrekkuur [h]	7
	Aankomstuur [h]	14
	Connectietijd [h]	17
	Verbruik [kWh/100 KM]	18
Afgelegde afstand [km/jaar]	18000	

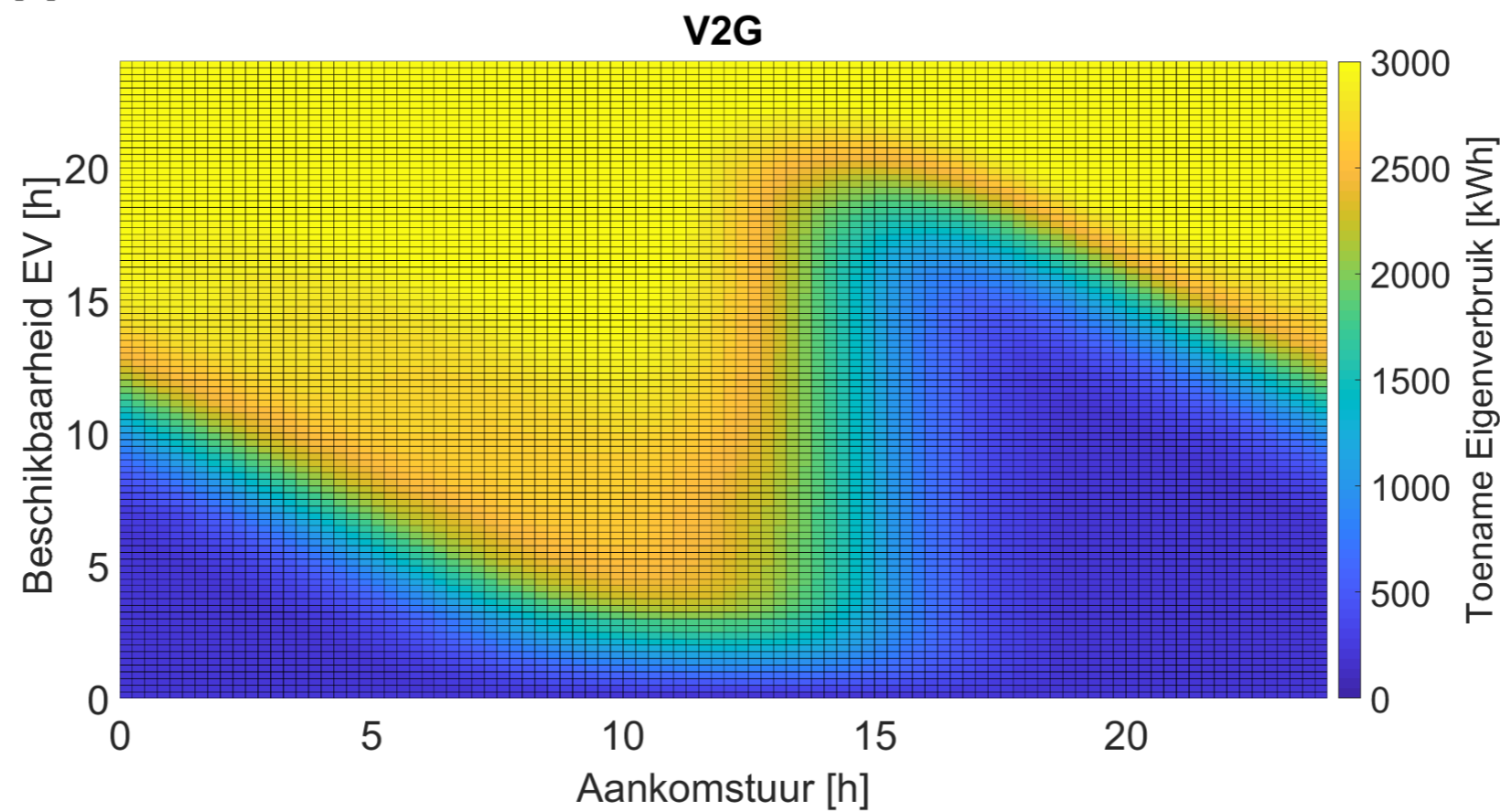
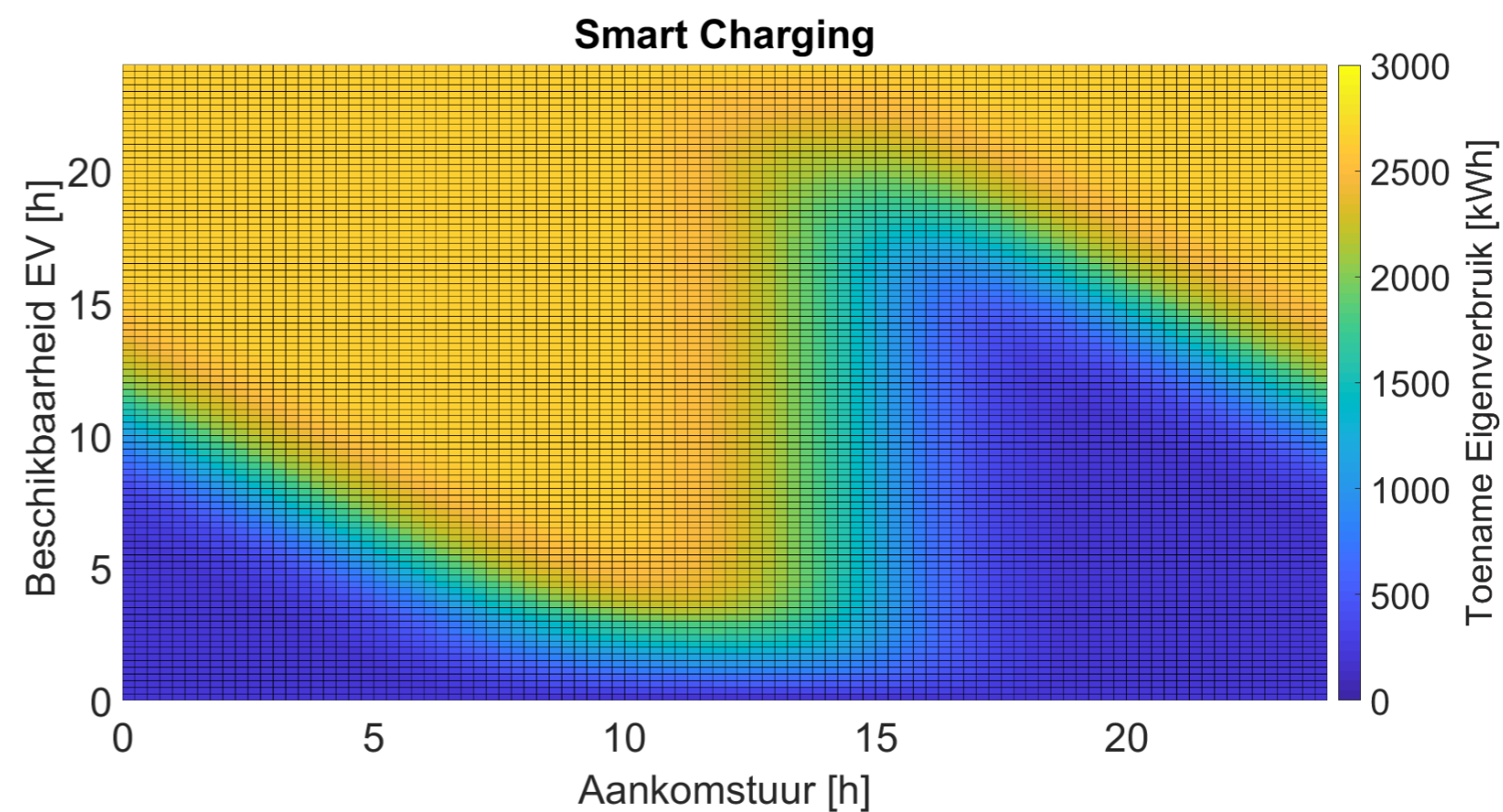
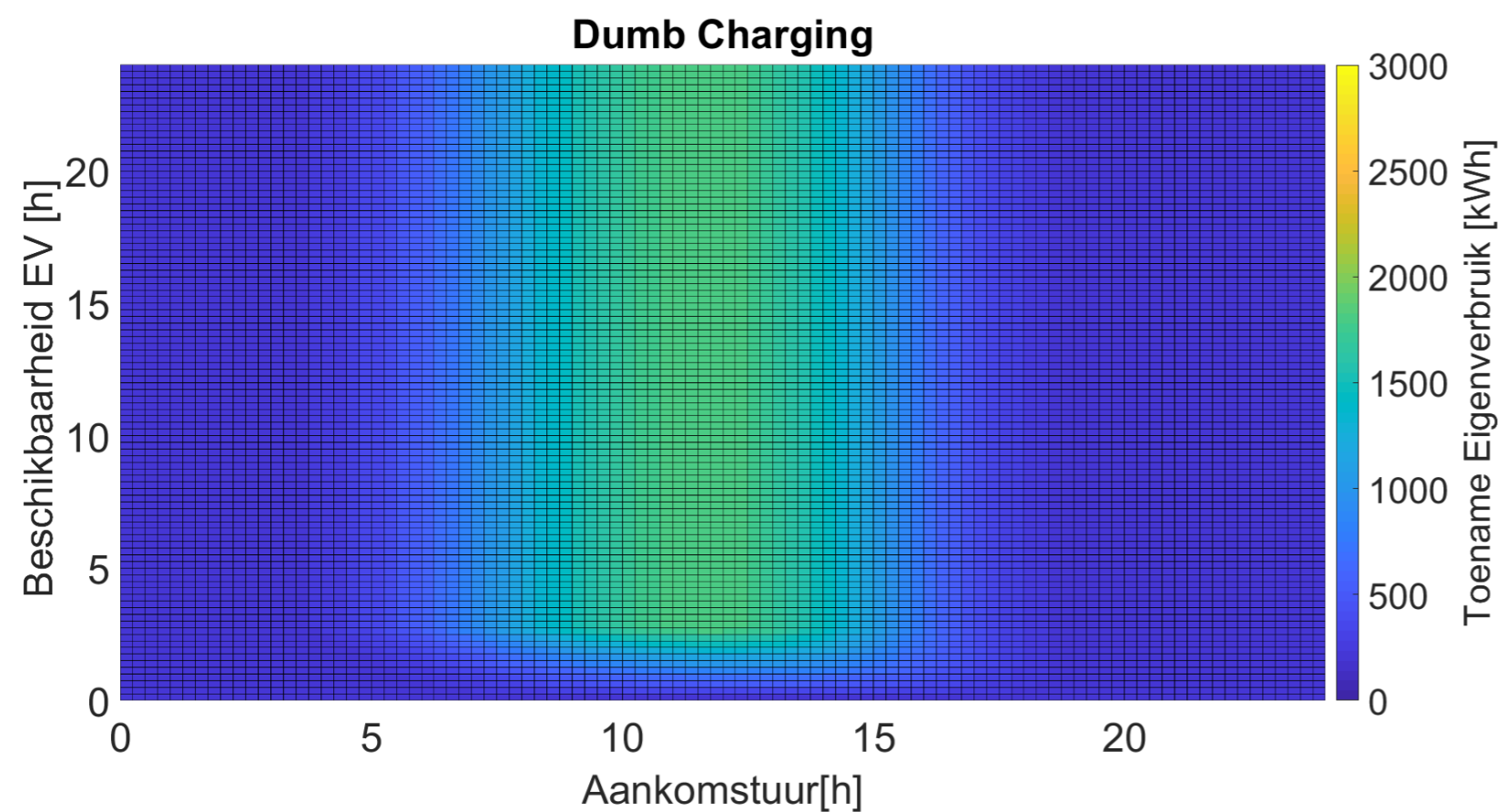
VOORBEELD 2



VOORBEELD 2

<i>Resultaten jaar 2019</i>	Geen EV	Dumb charging	Smart charging	V2G
Jaarverbruik [kWh]	3500	6830	6830	6830
Jaaropbrengst [kWh]	3500	6830	6830	6830
Netto jaarverbruik [kWh]	0	0	0	0
Eigenverbruik [kWh]	1345	2761	3069	3133
Geïnjecteerde Energie [kWh]	2155	4069	3761	3697
Verbruikte Energie [kWh]	2155	4069	3761	3697
ZV [%]	38,42	40,42	44,94	45,87
ZC [%]	38,42	40,42	44,94	45,87
Vermogenspiek verbruik [W]	817	4244	4016	4016
Vermogenspiek injectie [W]	3016	6258	6258	6258
GDR [%]	/	36,33	45,6	47,5
Batterij-Cycli [#]	/	66	66	97

VOORBEELD 2



INHOUDSOPGAVE

- Belastings- en opbrengstprofiel van een gemiddeld huishouden
- Impact van een EV op een residentiële installatie
 - Inleiding
 - Dumb charging
 - Smart charging
 - V2G
 - Voorbeeld
 - **Besluit**

BESLUIT

De impact van het EV op de residentiële installatie hangt af van enkele parameters:

1. Hoeveelheid te laden energie
2. Maximaal laadvermogen
3. Het tijdstip van laden
4. Controlestrategieën (dump, smart, V2G)
5. Connectietijd van het voertuig

De implementatie van controlestrategieën kan zorgen voor:

1. Een groter eigenverbruik van de installatie
2. Vermogenspiekreductie
3. Lagere energiefactuur

Gianni De Greve

Researchgroup EELAB – LEMCKO

Faculty of Electrical Energy, Systems and Automation
(EEMMeCS)

Ghent University – Campus Kortrijk

Graaf Karel de Goedelaan 34, 8500 Kortrijk

Tel. +32 (0)56 24 12 35

<http://lemcko.ugent.be> | <http://ugent.be> | disclaimer

Gianni.DeGreve@UGent.be