



Utrecht University

Elektrische auto in de energietransitie van probleem naar heilige koe?

Wilfried van Sark

Copernicus Institute of Sustainable Development

w.g.j.h.m.vansark@uu.nl



Stroom

Een miljoen e-auto's vormen samen een megabatterij

Universiteit Utrecht heeft uitgerekend dat de onbalans in het Utrechtse net verdwijnt als er 10.000 Utrechtse auto's dagelijks stroom gaan laden en lossen.



Trouw, 30 september 2023

Inhoud

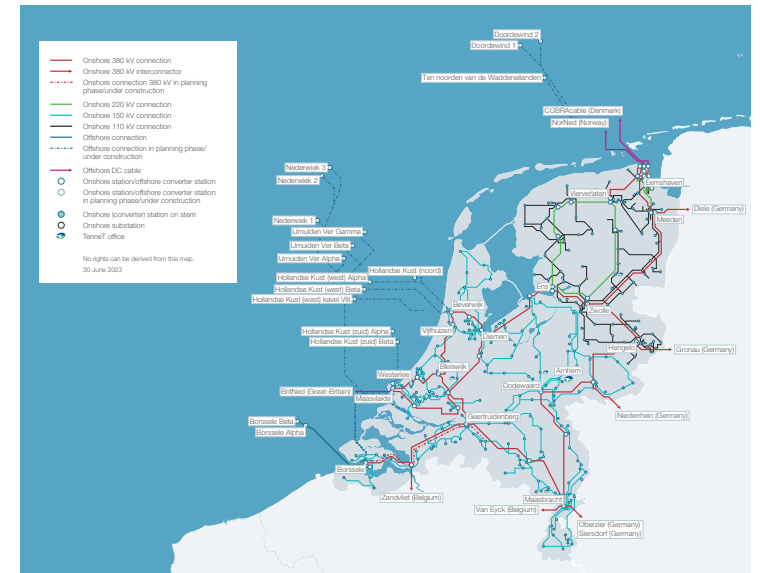
- Inleiding
 - Geschiedenis elektriciteit
 - Local4local en elektrische auto's
- Bijdrage flex
- Sommetjes
 - Utrecht
 - Houten
- Vragen?

Geschiedenis Elektriciteit in Nederland

- 1886: eerste elektriciteitscentrale, Kinderdijk
- 1886-1895: Nijmegen, Den Haag, Amsterdam, Rotterdam
- 1905: Utrecht
- 1920: 550 elektriciteitsbedrijven, waarvan 480 uitsluitend distributiebedrijven
- Na 1945
 - 10 provinciale en 69 gemeentelijke en andere distributiebedrijven.
 - Distributienet bestond uit een grote diversiteit aan boven- en ondergrondse verbindingen.
 - Transformatoren waren in alle soorten en maten aanwezig.
 - Aanzet tot de normalisatie in het elektriciteitsvoorzieningsstelsel
- 1949: oprichting van de N.V. Samenwerkende Electriciteits-Productiebedrijven (SEP)
- 1953: alle centrales verbonden

Geschiedenis Elektriciteit in Nederland

- 1970: start landelijk 380 kV koppelnet
- 1991: sluiten van ring
- Fusies bedrijven (productie/distributie)
- 1998: derde Elektriciteitswet
 - Liberalisering markt
- 2006-2011
 - Tennet: HV netwerk beheerder
 - Stedin/Alliander/Enexis: distributienet beheerders
 - Productiebedrijven (Eneco, Essent, etc.)



Geschiedenis Utrecht/Houten

UTRECHT

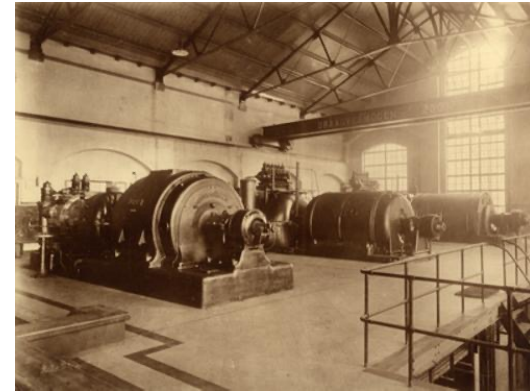
- 1905: Gemeentelijk Energie Bedrijf Utrecht (GEB)
- 1916: Provinciale Utrechtse Elektriciteits Maatschappij (PUEM)
- 1922: Provinciaal en Gemeentelijk Utrechts Stroomleveringsbedrijf (PEGUS)
- 1992: Regionale Energie Maatschappij Utrecht (REMU)
- 2003: Eneco/Stedin

wikipedia

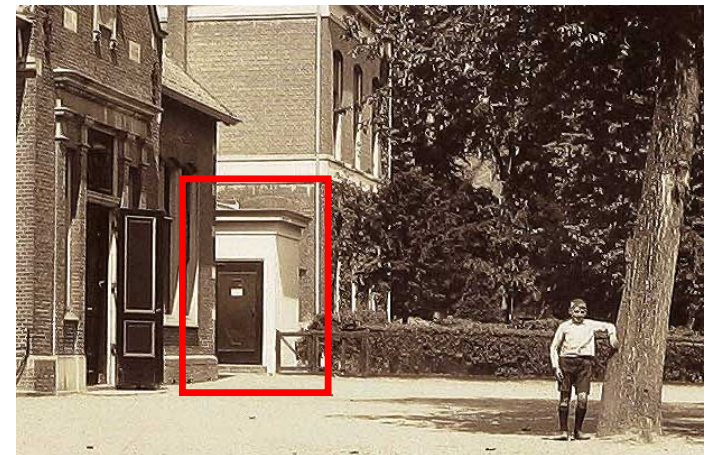
HOUTEN/SCHALKWIJK

- 1921 Gemeentelijk Energie Bedrijf
GEB Houten verkocht aan PUEM op **1 jan 2024**,
Schalkwijk (1923)

<https://www.oudhouten.nl/recente-tijd/infrastructuur/nutsvoorzieningen/elektriciteit>



Centrale
Nicolaas
Beetsstraat



Trafo Vlierweg?

Local4local



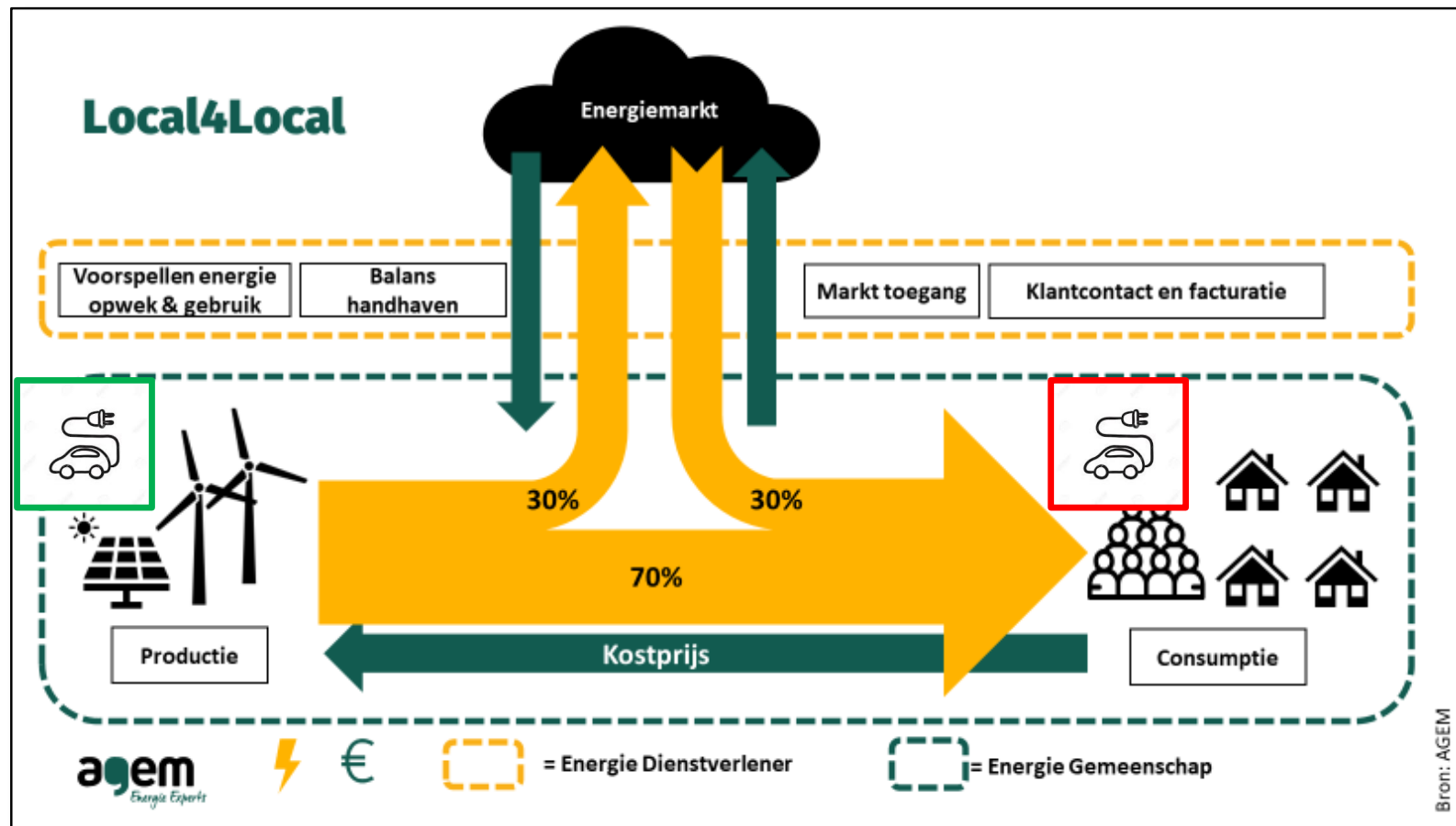
- 100 jaar terug in de tijd?
- Een netwerk bestaande uit vele (mini-)netwerken, met decentrale opwek/verbruik



- **Holon:** een energiegemeenschap die bereid is rekening te houden met het grotere energiesysteem. De term holon benadrukt dat het energiesysteem een complex systeem is met onderlinge afhankelijkheden waarin partijen slim met elkaar moeten samenwerken. Iedere holon (in de context van een energiesysteem) is automatisch ook een energy hub, zie: <https://holontool.nl>
- NIET: één van de drie quasideeltjes waaruit een electron is opgebouwd, holon draagt de lading van een electron

En waar zijn de elektrische auto's?

toekomst:
ontladen



nu:
laden

Experimenten in Utrecht



2012 - 2015



1 Jan 2017 – 31 Dec 2021



1 jan 2020 – 30 April 2023



1 Apr 2021 – 1 Apr 2026



Robin Berg, en vele andere partners (Utrecht Sustainability Instituut, Stedin)
LomboXnet

Van idee naar simulaties en publicaties



Mart van der Kam



Parkhuis Lombok

Proceedings of 3rd International Conference on Smart Grids and Green IT Systems (SMARTGREENS) (Eds. M. Helfert, K.H. Krempels, B. Donnellan), SciTePress, 2014, pp. 14-20.

Increasing Self-consumption of Photovoltaic Electricity by Storing Energy in Electric Vehicle using Smart Grid Technology in the Residential Sector *A Model for Simulating Different Smart Grid Programs*

M. J. van der Kam and W. G. J. H. M. van Sark
Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands
{m.j.vanderkam@students., w.g.j.h.m.vansark@uu.nl}

Applied Energy 152 (2015) 20–30

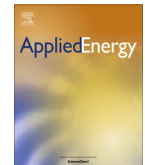


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Applied Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apenergy



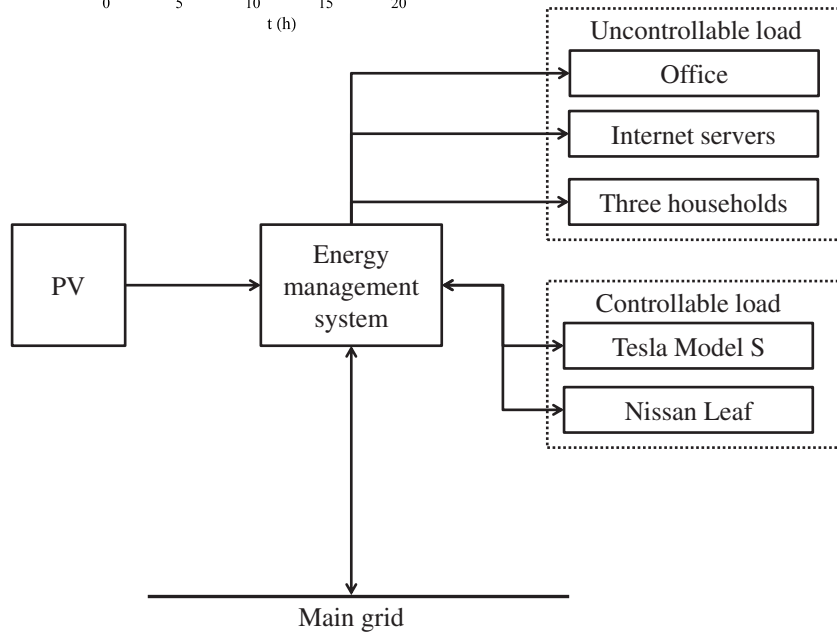
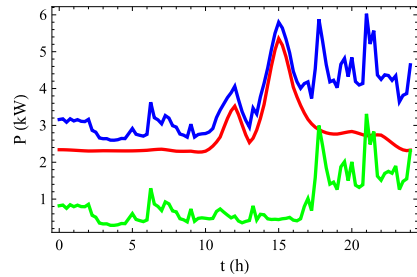
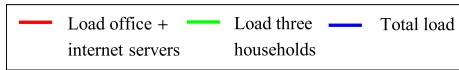
Smart charging of electric vehicles with photovoltaic power and vehicle-to-grid technology in a microgrid; a case study

Mart van der Kam*, Wilfried van Sark

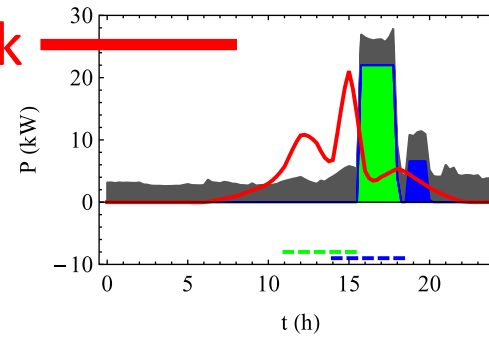
Utrecht University, Copernicus Institute of Sustainable Development, Heidelberglaan 2, 3584 CS Utrecht, The Netherlands



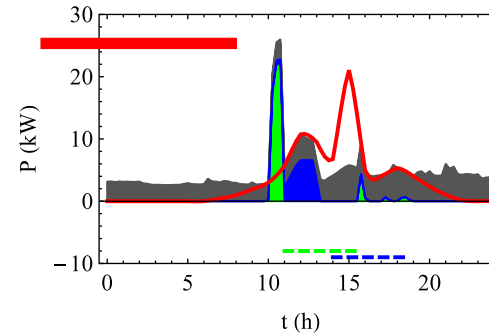
Micro-grid systeem



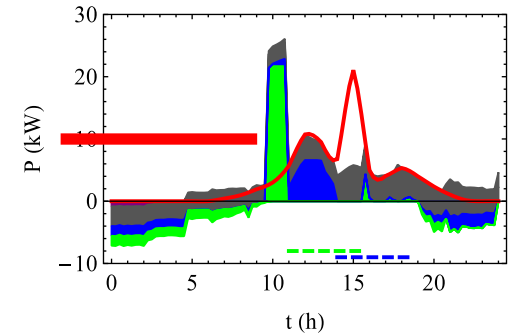
piek



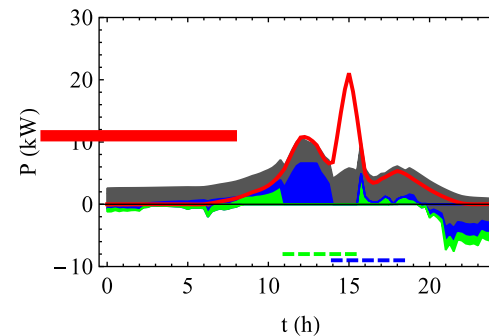
(a) No Control



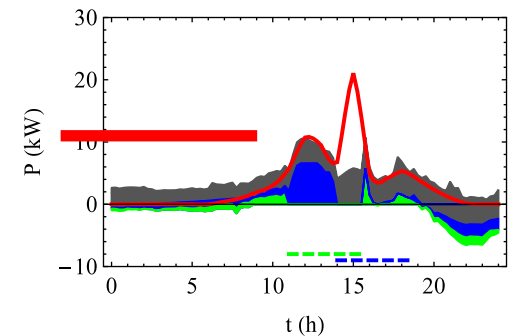
(b) RT Control



(c) RT Control + V2G



(d) LP - Perfect Information



(e) LP - Uncertainties

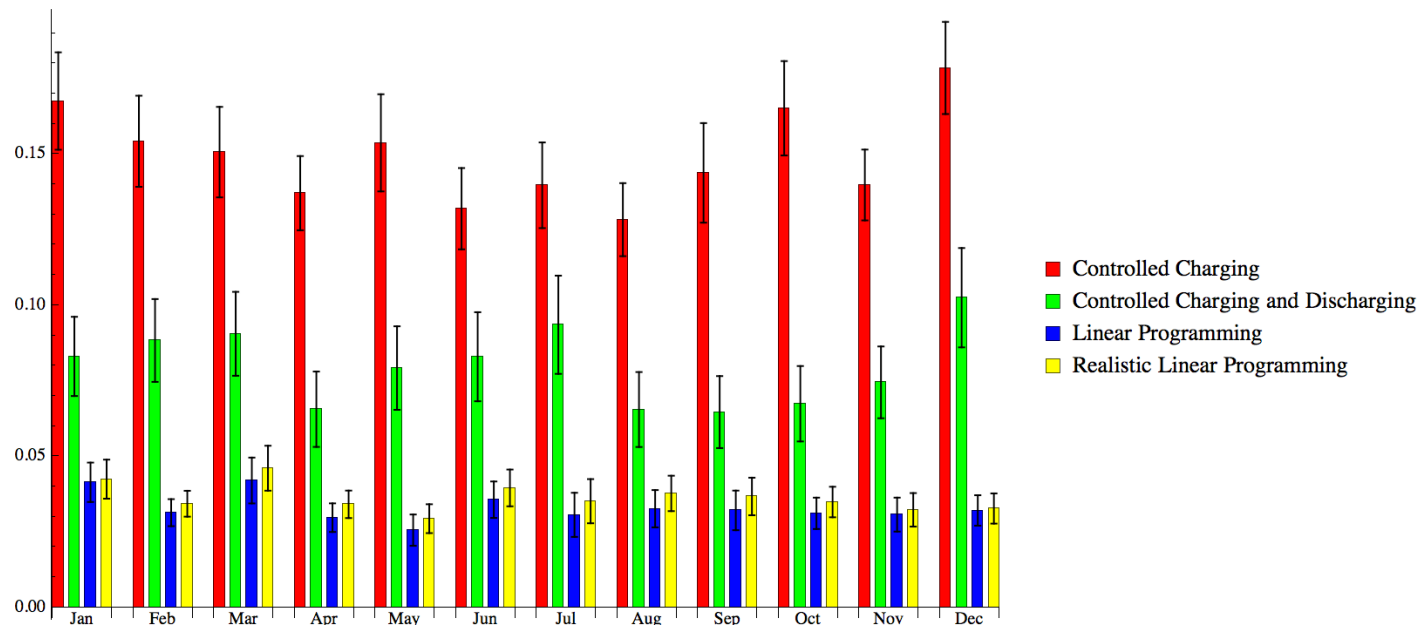
Micro-grid systeem

- Results, control, V2G
 - PV: self consumption increases
 - Peaks are reduced

Table 2

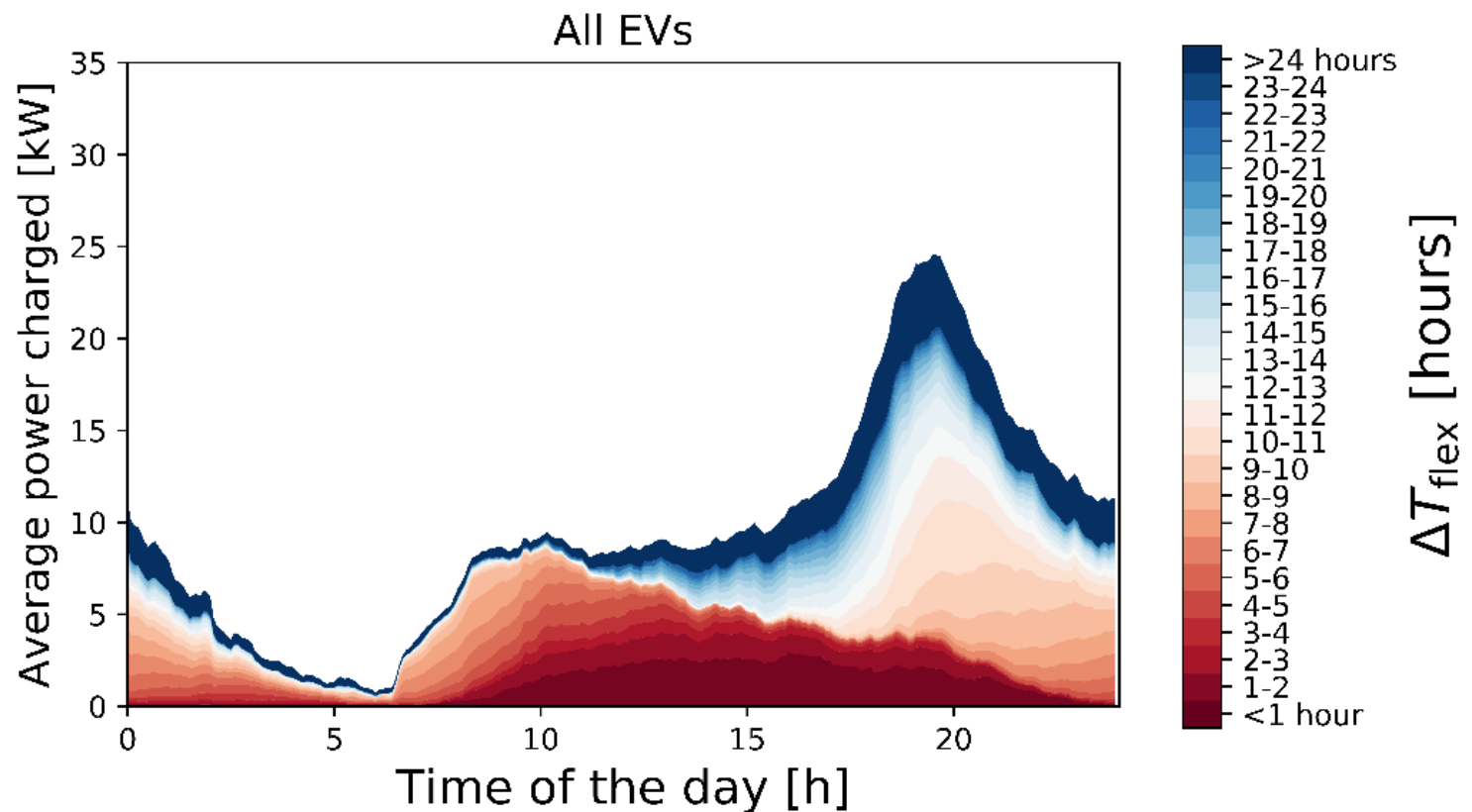
Simulation results for system performance indicators.

| Algorithm | SC (%) | Energy to grid (MW h/yr) | RPR (%) |
|--------------------------|--------|--------------------------|---------|
| No Control | 49 | 12.4 | - |
| RT Control | 62 | 9.1 | 27 |
| RT Control + V2G | 79 | 4.8 | 43 |
| LP - Perfect Information | 91 | 2.0 | 75 |
| LP - Uncertainties | 87 | 3.4 | 67 |



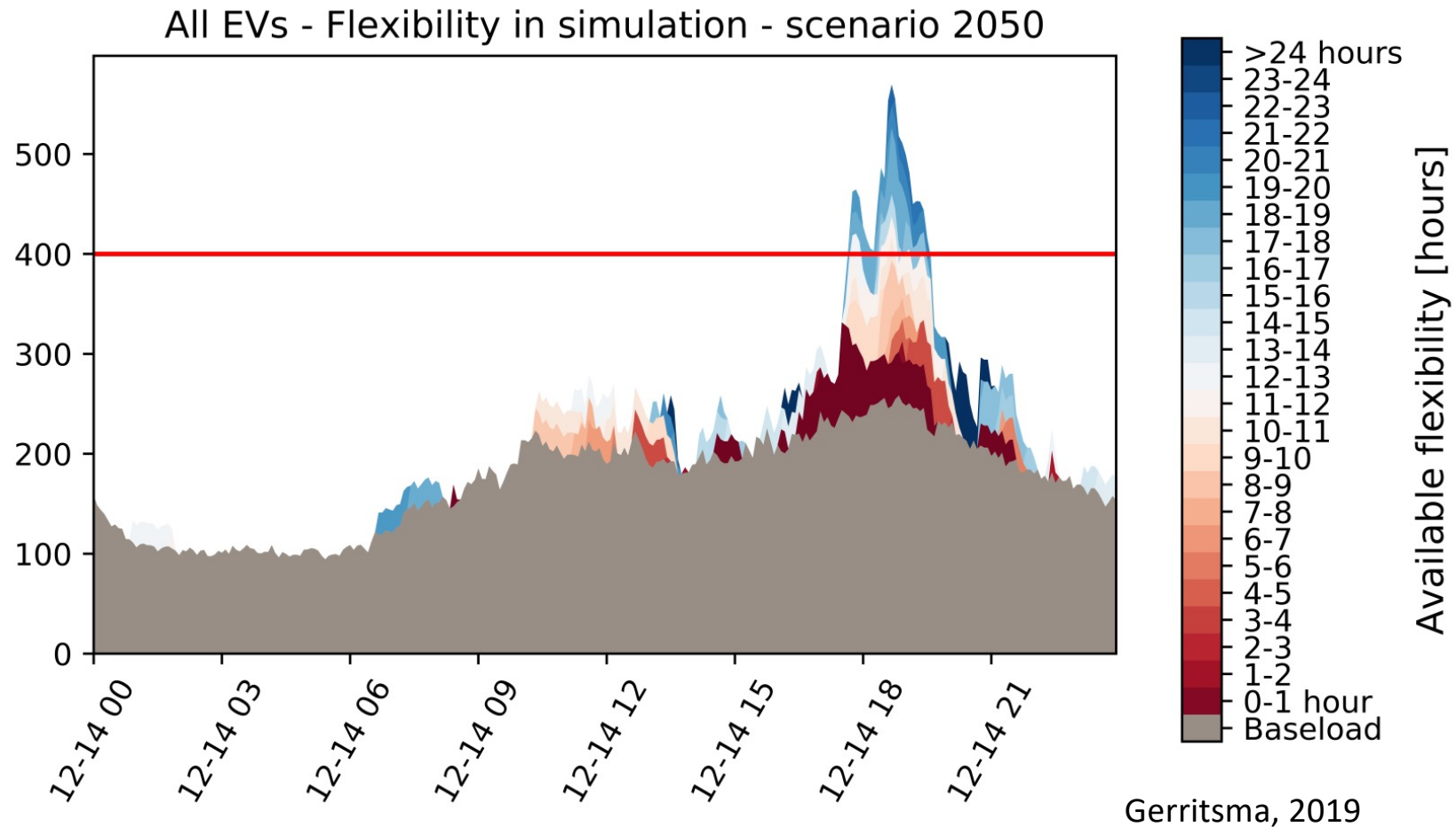
Laadgedrag en flexibiliteit (geen sturing)

de meeste elektrische auto's blijven veel langer bij het laadstation dan nodig is om hun accu op te laden
→ **FLEX RUIIMTE**

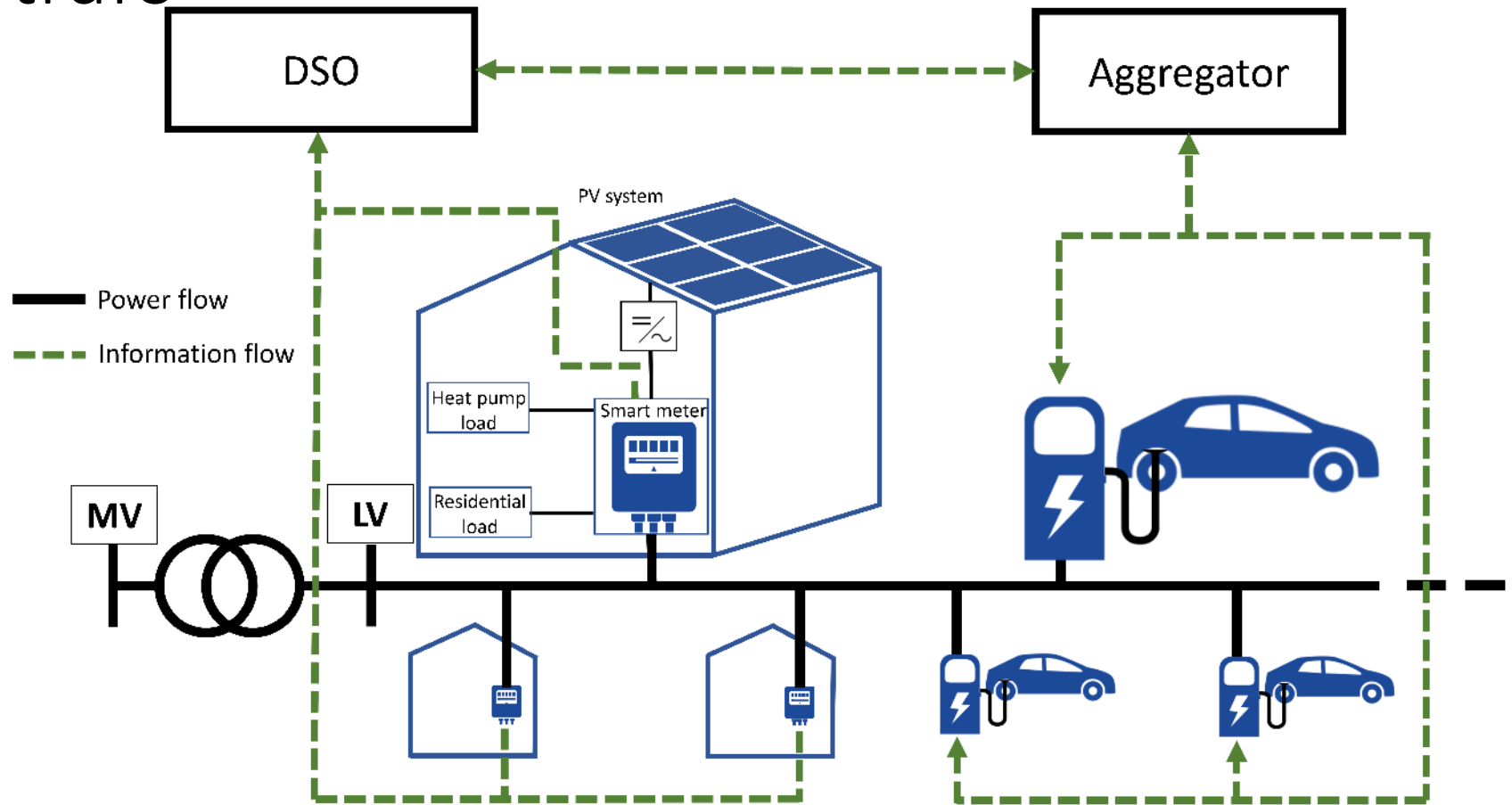


Data verkregen uit Lombok, Utrecht, Gerritsma, 2019

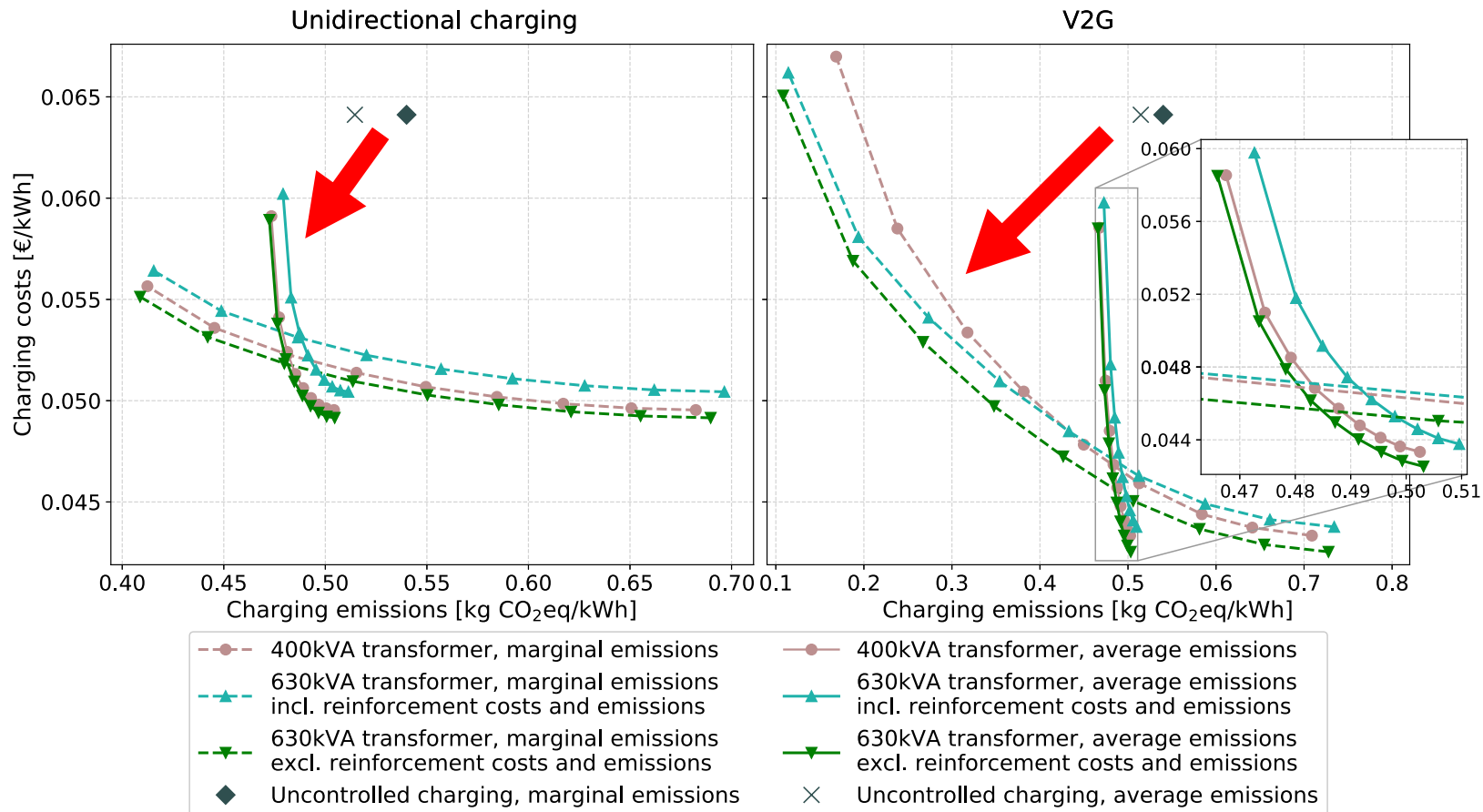
Congestie problemen bij groei elektrische auto's



Simulaties voor combinaties zonPV en EV achter trafo

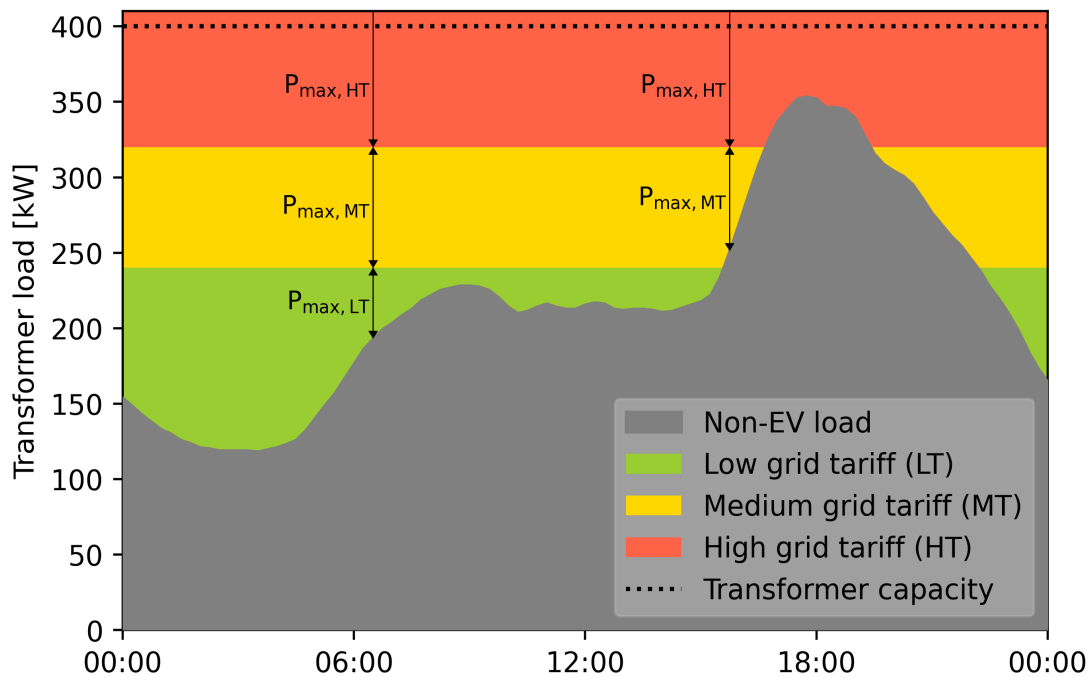


Optimalisatie voor laagste kosten én laagste CO2 emissies

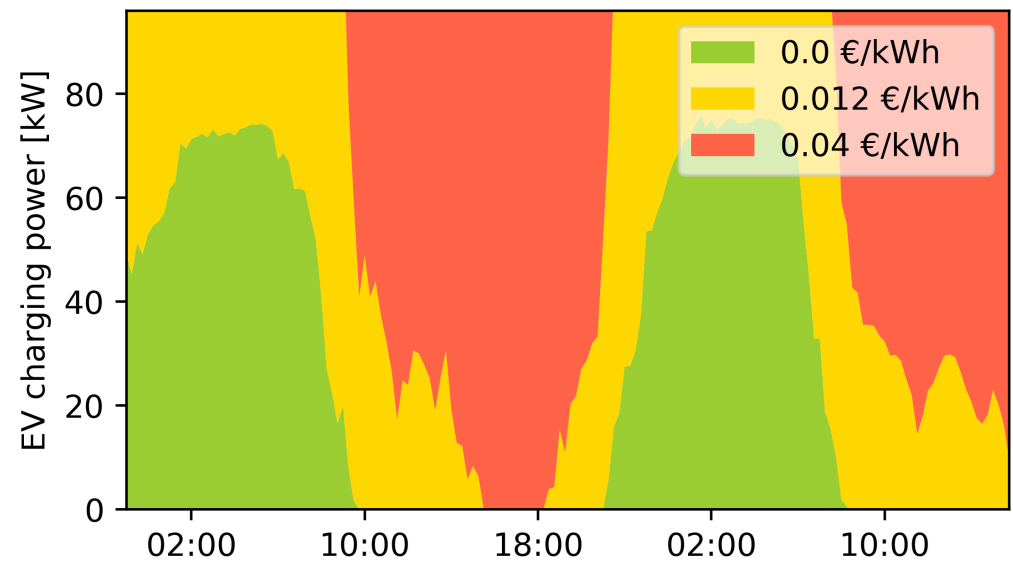


Met V2G
kosten én
emissies
lager
(en trafo
hoeft niet
vervangen!)

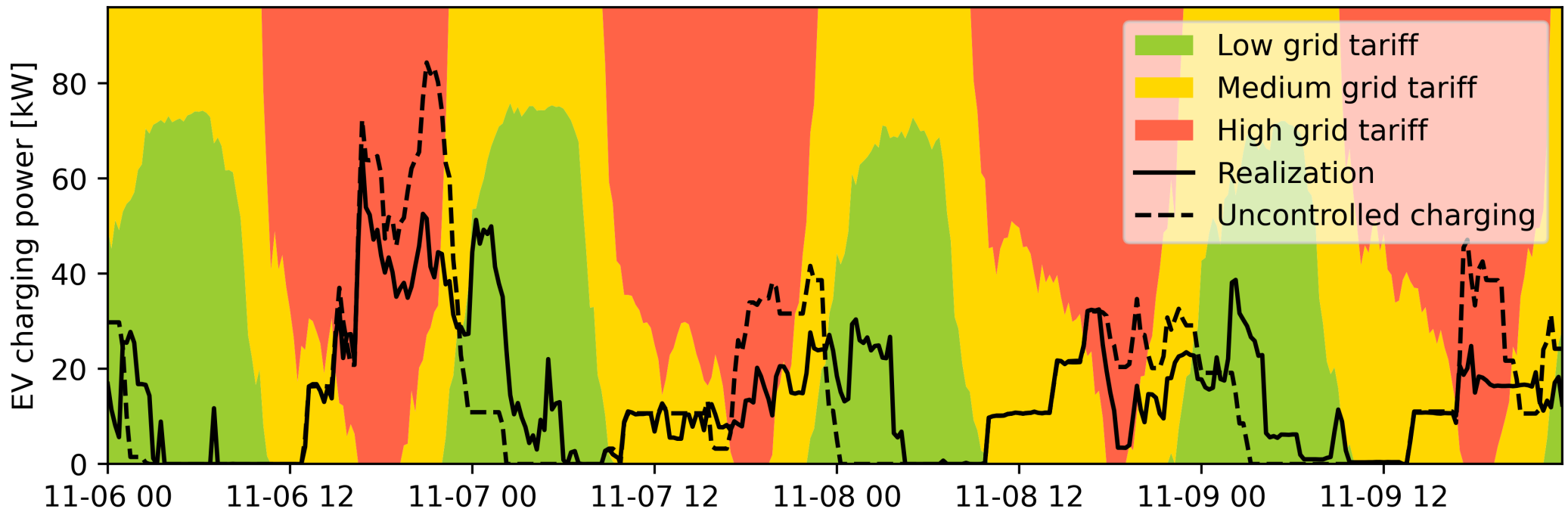
Helpen dynamische net tarieven tegen net congestie?



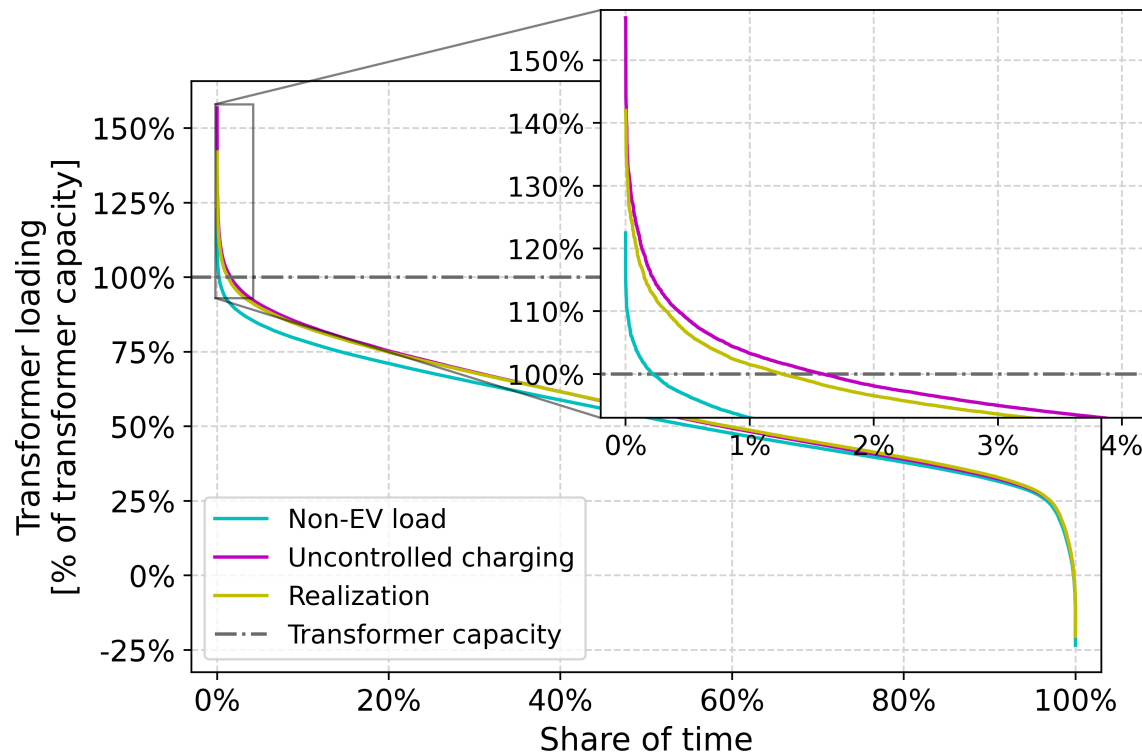
Voorbeeld tarieven: 0 – 0.012 – 0.04 € /kWh



Beïnvloeding laadvermogen



Resultaten flexibele nettarieven



| | Uncontrolled charging | Realization |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------|
| Lowest grid tariff category | 25.5% | 33.2% |
| Middle grid tariff category | 40.6% | 38.7% |
| Highest grid tariff category | 34.0% | 28.1% |

- Share of time with virtual grid congestion reduced from 1.6% to 1.3%
- Share of charging demand met at peak hours is reduced from 34% to 28%

Het Utrechtse bidirectionele ecosysteem

- We Drive Solar systeem
- 400 V2G laadpalen
- 100 → 250 deelauto's
- Stationaire batterijen
- Cartesiusdriehoek
- Merwedekanaalzone
- Qbuzz laadremises
- IRIS Kanaleneiland
- Inside Out
- ASR laadplein (250 laadpunten)
- USP laadpleinen
- Triodos Bank
- Energiecollectief Utrechtse Bedrijven
- ...



Flexibiliteitssysteem



Flexibiliteitsassets:

Bestaande woonwijken

- **Smart Solar Charging: V2G deelauto's en laadpunten**
- **FLEET / nettarieven: slim laden andere laadpunten / EV**
- **Stationaire batterijen (Jaarbeurs, IRIS)**
- Slim aansturen PV, warmtepompen
- Warmteopslag etc.

Nieuwbouwwijken

- **Cartesiusdriehoek**
- Merwedekanaalzone
- Slim aansturen PV, warmtepompen, opslag

Werklocaties

- **ASR, USP, Lage Weide**

Mobiliteit

- Busremises **Qbuzz**



Sommetjes - Utrecht

- Utrecht heeft 358000 inwoners en 129000 auto's (2020): 0.36 auto/inw
- Elektriciteitsverbruik woningen 2021:
 - Per jaar: 366 miljoen kWh (1022 kWh/inw)
 - Per dag: 1 miljoen kWh
 - Gemiddeld vermogen: 41.7 MW continu
- Aanname: (beschikbare) accu capaciteit 50 kWh
 - Voor 1 dag energie nodig: 20000 auto's (15.5% van totaal)
 - Voor 4 uur energie nodig: 3300 auto's (2.6% van totaal)
- Laadpaal 22 kW
 - 1900 laadpalen nodig voor vermogen

Sommetjes - Houten

- Houten heeft 50000 inwoners en 63000 auto's (2020): 1.26 auto/inw
- Elektriciteitsverbruik woningen 2021:
 - Per jaar: 57.5 miljoen kWh (1150 kWh/inw)
 - Per dag: 0.16 miljoen kWh
 - Gemiddeld vermogen: 6.6 MW continu
- Aanname: (beschikbare) accu capaciteit 50 kWh
 - Voor 1 dag energie nodig: 3150 auto's (5% van totaal)
 - Voor 4 uur energie nodig: 525 auto's (0.8% van totaal)
- Laadpaal 22 kW
 - 300 laadpalen nodig voor vermogen

Verschillen

| | Utrecht | Houten |
|-----------------------------------|---------|--------|
| inwoners | 358000 | 50000 |
| auto's | 129000 | 63000 |
| E-verbruik woningen (miljoen kWh) | 366 | 57.5 |
| Gemiddeld vermogen (MW) | 41.7 | 6.6 |
| Aantal auto's voor 4 uur energie | 3300 | 525 |
| Aantal laadpalen voor vermogen | 1900 | 300 |

Utrecht demand peak could be flattened by a few thousand bidirectional e-cars

There are more than 130.000 cars in the city



Vragen?

