



SMART ENERGY COMMUNITY

VOOR WONINGEN EN
BEDRIJFSGEBOUWEN

Renee Heller

Peter Quaak

Uurmatching:

Vraagsturing in de HVA onderwijsgebouwen



SMART ENERGY COMMUNITY VOOR WONINGEN EN BEDRIJFSGEBOUWEN

Onderzoeksproject uurmatching

Onderzoek naar businesscases voor vraagsturing in de gebouwde omgeving:

- Mate van mismatch tussen elektriciteitsvraag en elektriciteitsaanbod en mogelijke oplossingen
- Maatschappelijke en bedrijfseconomische kosten en baten van vraagsturing
- Businesscase voor vraagsturing nu en in de toekomst

Gebouwenbestand UvA/HvA:

- HvA: 13 gebouwen, 240.000 m2 BVO
- UvA: 64 gebouwen, 300.000 m2 BVO

Project partners:

VATTENFALL 

Vattenfall - energie leverancier



Facility services – gebouwbeheerder UvA/HvA

HvA onderzoeksteam:

Renee Heller - e.m.b.heller@hva.nl

Peter Quaak - p.quaak@hva.nl

Samuel de Vries – s.b.de.vries@hva.nl

Hamdi Elsayed



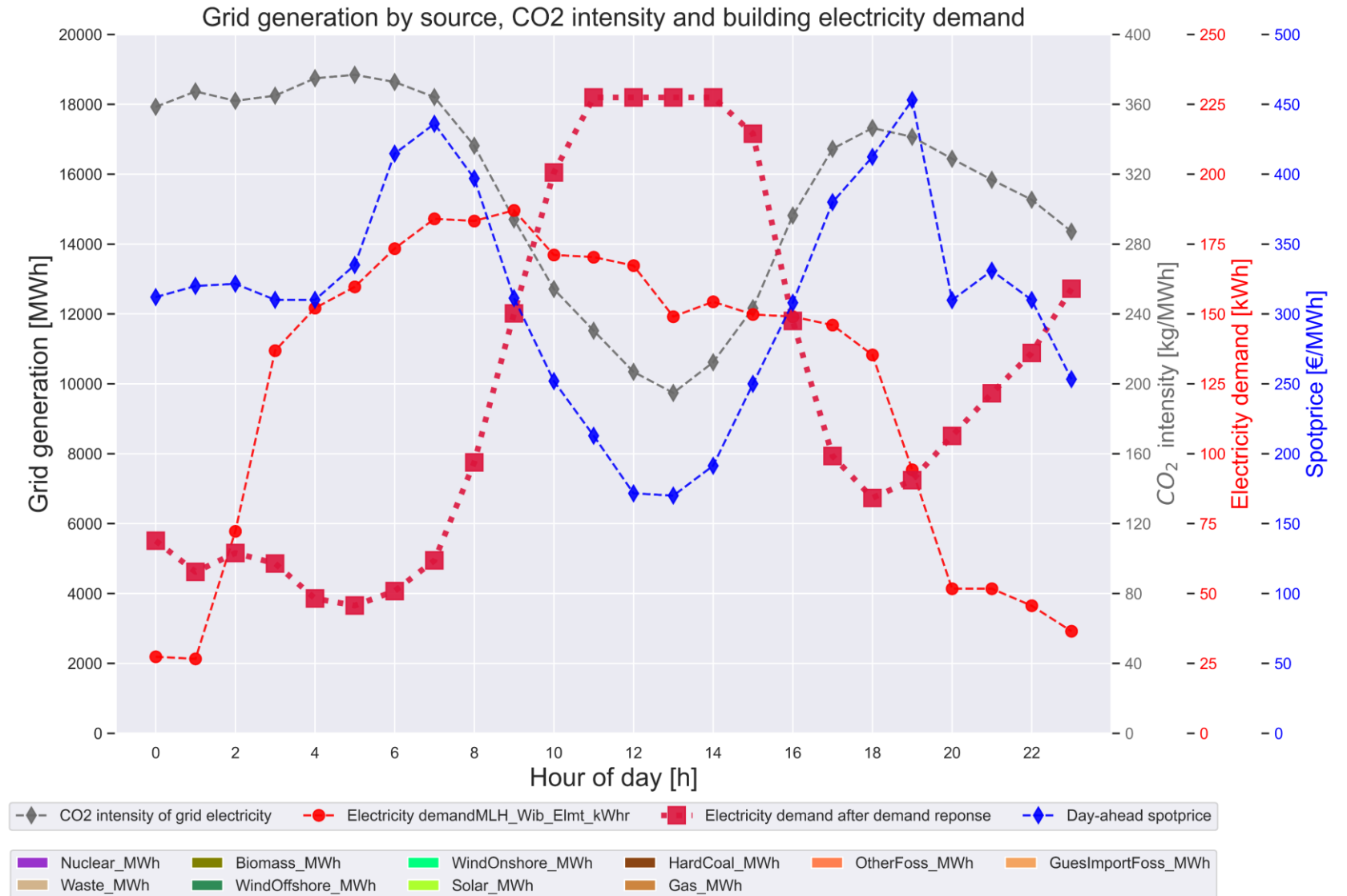
Waarom vraagsturen in gebouwen?

Reduceren van CO₂ emissies / utilisatie hernieuwbaar (toekomst)

Reduceren van energiekosten / economische allocatie

Netcongestie / kosten van infrastructuur en aansluiting

Net stabiliteit (match vraag en aanbod)



Afbeelding uit Uurmatching onderzoek. Verbruiksdata voor onderwijsgebouw en data uit ENTSO-E (2017)



SMART ENERGY COMMUNITY VOOR WONINGEN EN BEDRIJFSGEBOUWEN

Poll-vraag: Wat zijn de grootste bottlenecks voor het ontsluiten van flexibiliteit in kantoorgebouwen?(meerdere opties mogelijk)

- Loont financieel onvoldoende
- De bereidheid van gebouwgebruikers & -beheerders (gedoe, comfort)
- Er zijn geen goede producten/diensten op de markt beschikbaar
- De bestaande installaties zijn verouderd en zijn niet flexibel aanstuurbaar



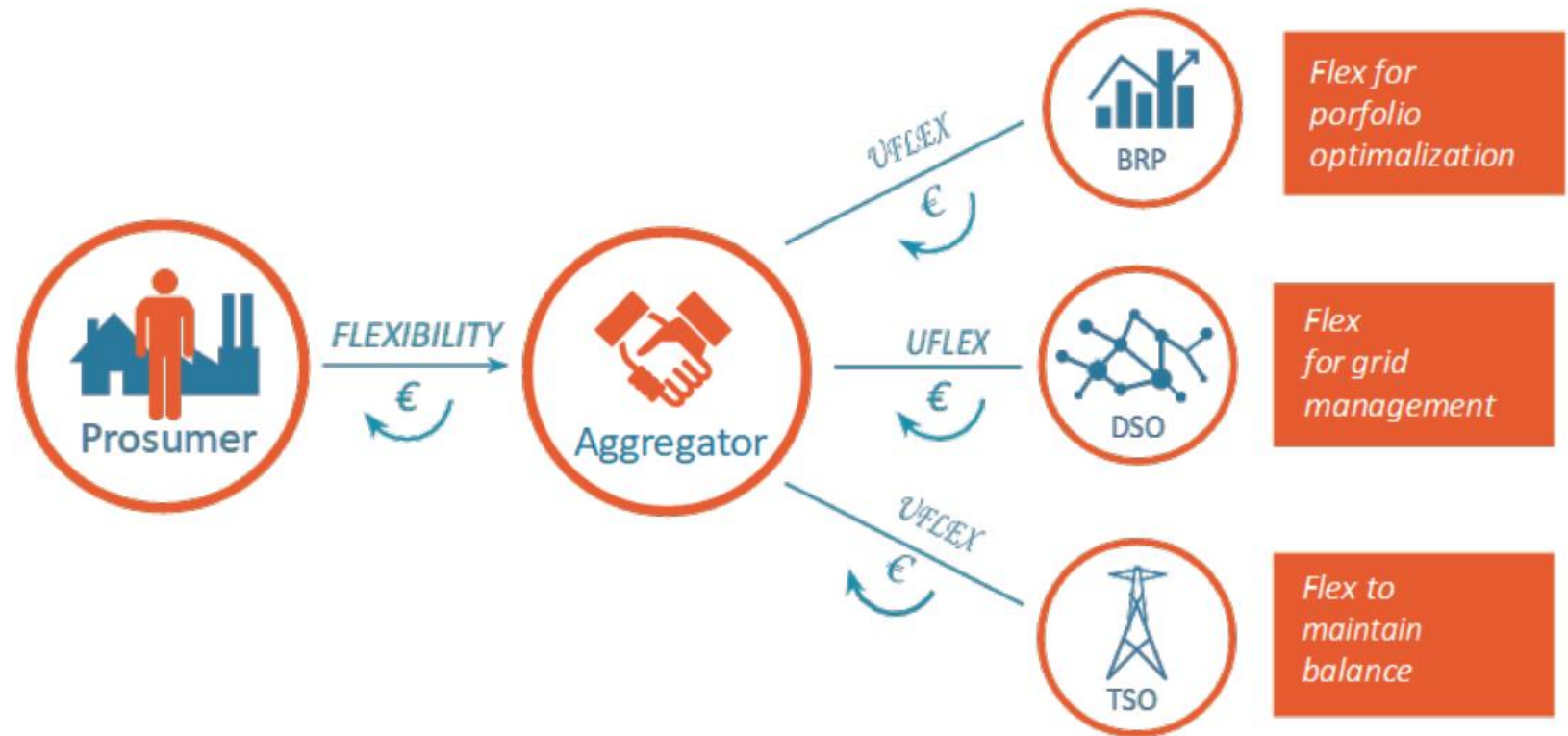
Uurmatching: een complexe onderzoeksopgave

Verskillende
schaalniveaus waarop we
kunnen optimaliseren

Beschikbare informatie
verschilt per schaalniveau
en locatie

Verskillende
conflicterende
optimalisatie doelen

Verskillende markten
voor verzilveren van
flexibiliteit



Uurmatching: een complexe onderzoeksopgave

Studie 1:

Samenstelling ingekochte energie

Studie 2:

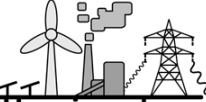



















Vraagsturing met verzameling elektrische apparaten op gebouwclusterniveau

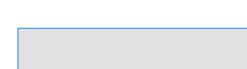
Studie 3:

Vraagsturing met warmtepomp voor ruimteverwarming op gebouwniveau

Studie 4:

Vraagsturing met een groep apparaten van één type: elektrische boilers

 Hernieuwbare opwek	 Energie contract	 Groep gebouwen	 Gebouw	 Apparaat
 Hernieuwbare opwek	 Energie contract	 Groep gebouwen	 Gebouw	 Apparaat
 Hernieuwbare opwek	 Energie contract	 Groep gebouwen	 Gebouw	 Apparaat
 Hernieuwbare opwek	 Energie contract	 Groep gebouwen	 Gebouw	 Apparaat



Vereenvoudiging / aanname



Optimaliseren / Onderzoeken

Studie 1: Samenstelling ingekochte energie

Energie contract van de HvA bij Vattenfall:

Op jaarbasis wordt 100% van de door de HvA ingekochte elektriciteit gedekt met door Vattenfall ingekochte of opgewekte hernieuwbare elektriciteit

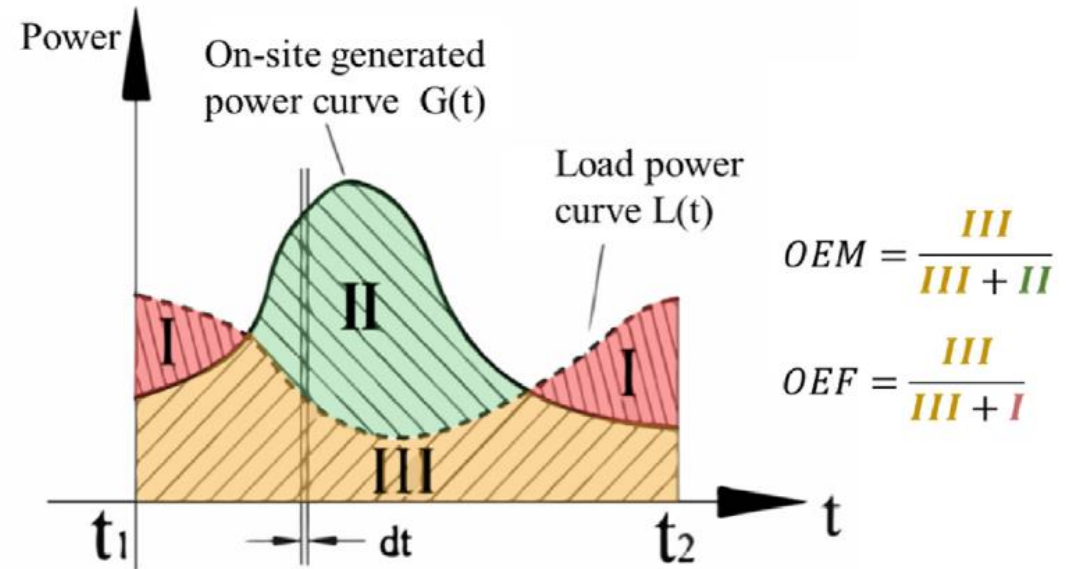
$$\text{Dus: } \sum E_{vraag}(t) = \sum E_{hernieuwbare\ opwek}(t)$$

Kunnen wij de match op uurniveau vergroten tussen de energievraag en dit ingekochte aanbod?

Prestatie indicator:

on site energy fraction ->

on contract energy fraction (OCEF)



$$\text{OCEF} = \frac{\text{zelfconsumptie}}{\text{energie aanbod}}$$

$$\text{OCEF} = \frac{\sum_{t=1}^n \min(E_{gen;(t)}, E_{dem;(t)})}{\sum_{t=1}^n E_{dem;(t)}}$$

Studie 1: Samenstelling ingekochte energie

Vraagprofiel van een cluster gebouwen uit 2020

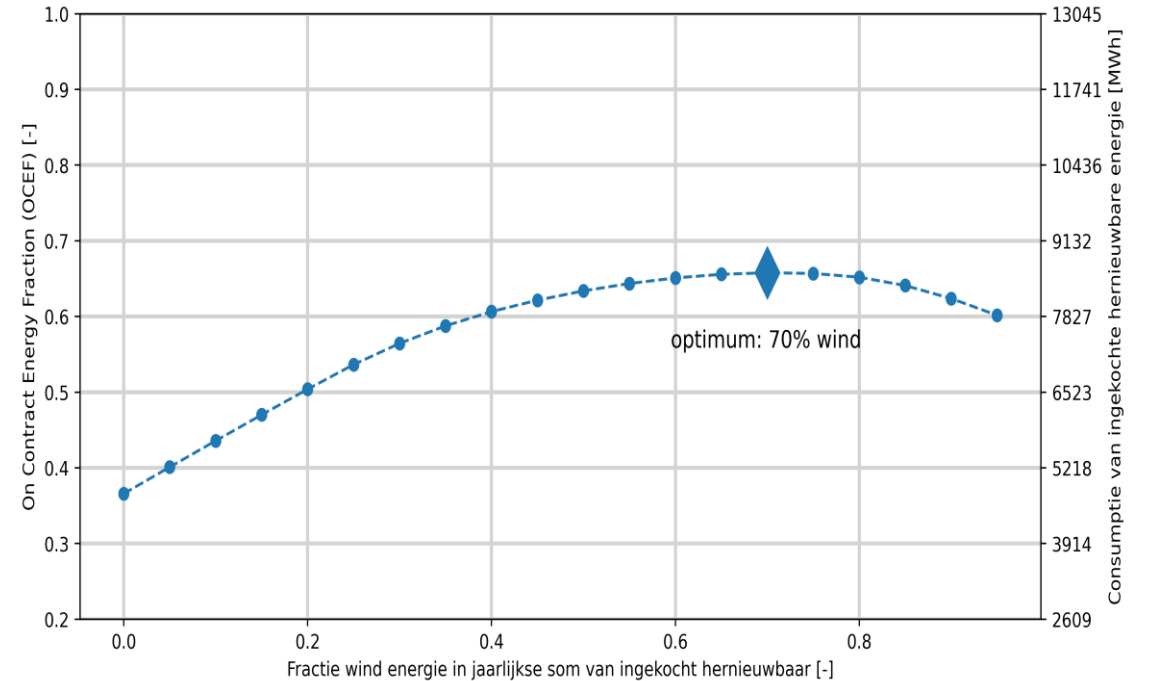
Gemeten aanbod profiel van een windpark en een zonnepark van Vattenfall

Aanbod profiel geschaald zodat

$$\sum E_{vraag}(t) = \sum E_{opwek}(t)$$

Varieer de verhouding wind als totaal van de opwek

Optimum bij 70% wind 30% zon



Studie 2: Vraagsturing op gebouwclusterniveau

Stap 1: inventarisatie van elektrische apparaten op het gebouwcluster

Stap 2: inschatting van het reduceerbare vermogen

Stap 3: Simuleren van vraagsturing middels een 'distribute candy' algoritme

	Installed capacity	Assumption	Max. P reduct.	Power reduction at hour		
				1 h	1.5 h	3 h
	kW		kW	kW	kW	kW
Ventilators	330	25% reduction*	35	35	35	35
Pumps	52	35% reduction*	10	10	10	10
Freezers (-80°C)	40	Shutdown 1-1h	40	40		
Freezing chambers (-80°C)	30	Shutdown 1-1.5 h	30	30	30	
Cooling chambers	15	Shutdown 1-1.5 h	15	15	15	
...
Split unit AC	40	Shutdown 1-1.5 h	40	40	40	
Cabinet desiccators	60	Shutdown 1-3 h	60	60	60	60
Dishwashers	30	Shutdown 1-3 h	30	30	30	30
Totals	1661		374	324	265	180

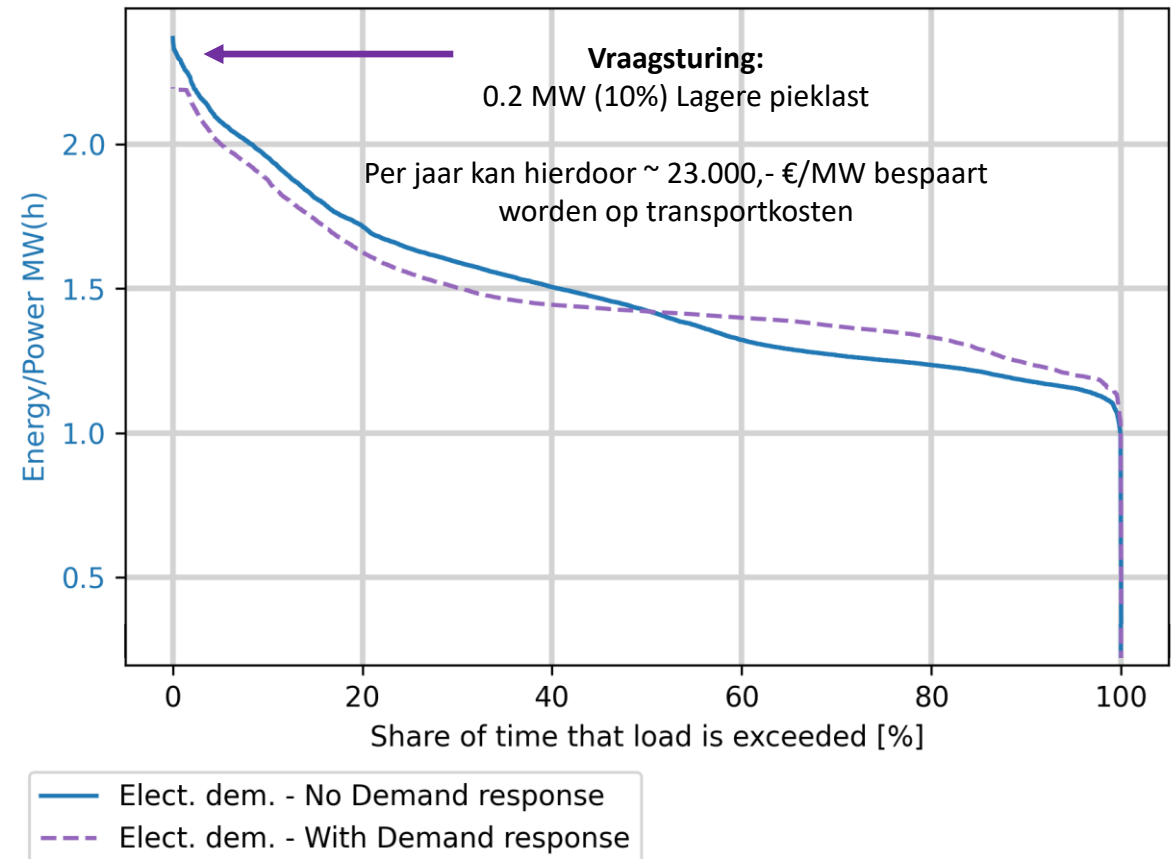
Studie 2: Het vraagsturingsalgoritme toegepast op het cluster

2-12% van het energieverbruik kan verschoven worden over ~1-3 uur

Slechts een 1-2% hogere match in vraag en aanbod

1-4 % reductie op spotmark en transportkosten (2020)

Leidt nog niet tot een rendabele business case (11 jaar TVT)



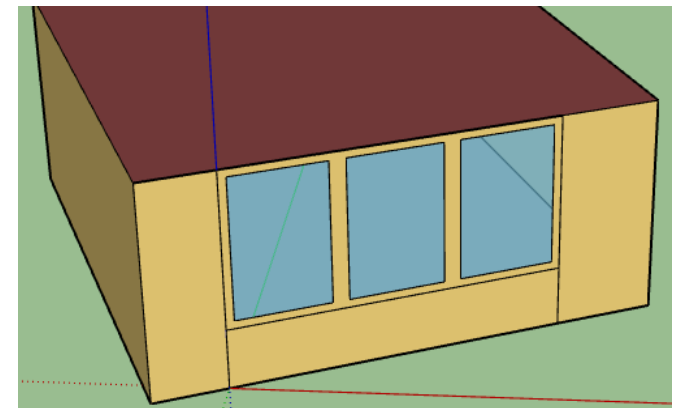
Studie 3: Vraagsturing van warmtepomp voor ruimteverwarming

Simulatie case studie op ruimteniveau: een onderwijs ruimte voor ~33 personen.

ATES warmtepomp met afgifte via lucht (vanuit LBK en inductie unit, VAV)

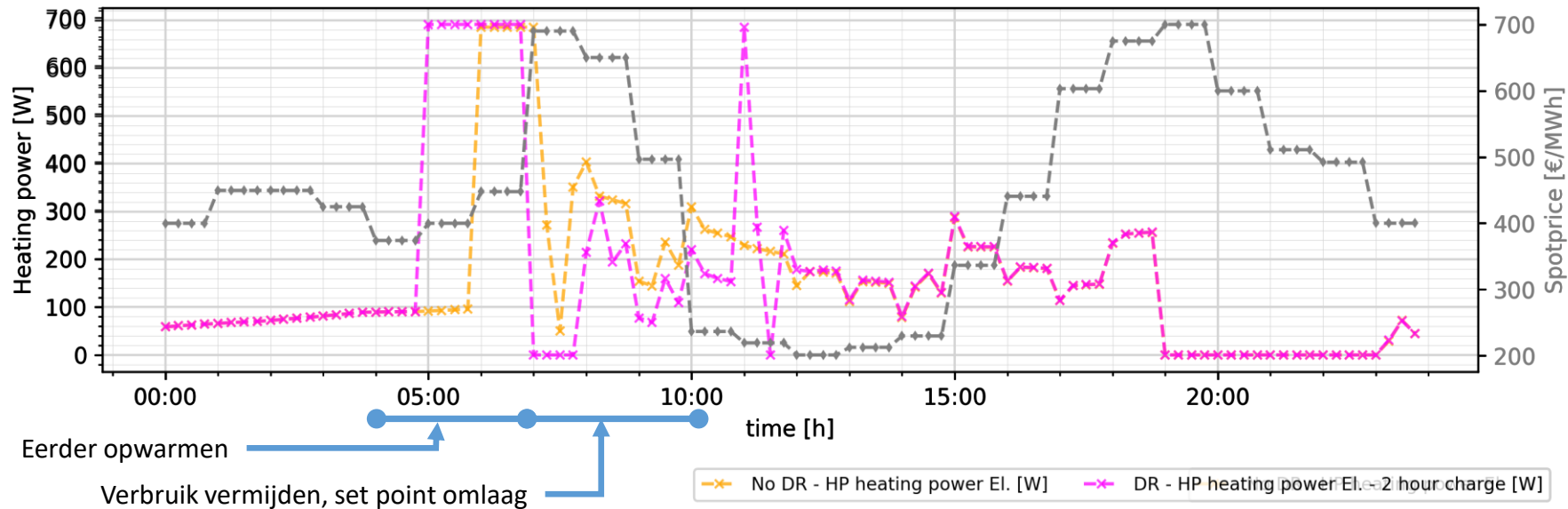
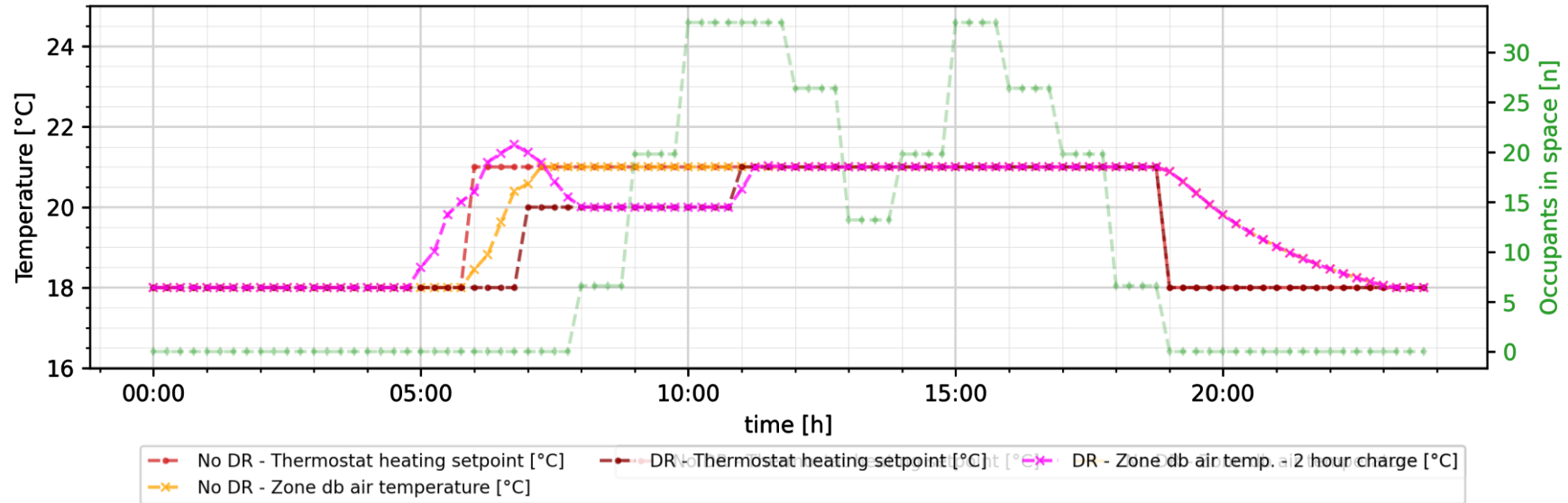


Onderwijs ruimte

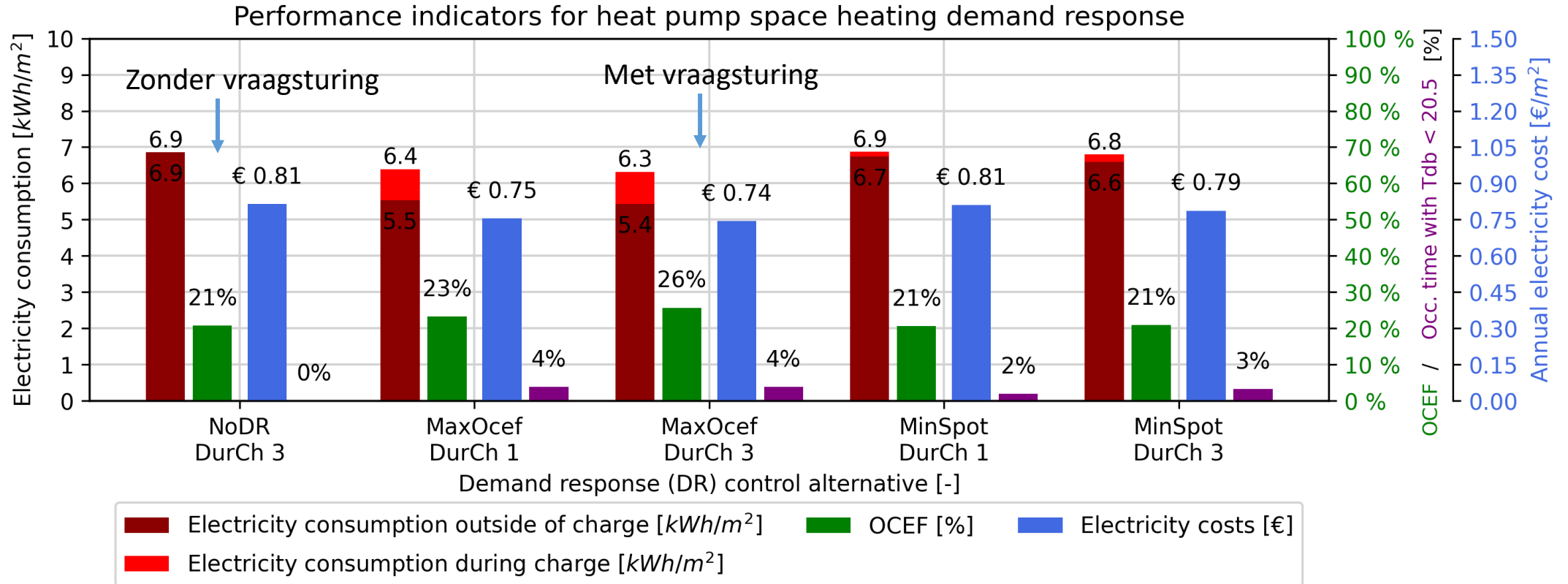


EnergyPlus model

Studie 2: Vraagsturing van warmtepomp voor ruimteverwarming



Studie 2: Vraagsturing van warmtepomp voor ruimteverwarming



- 14% Energie verschoven
- 5% hogere matching (OCEF)
- 9% Lagere spotprijns kosten
- Afruil: 4% van kantoor uren 20° C in plaats van 21° C

Algehele conclusies:

- Matching tussen vraag en hernieuwbaar aanbod is hoog (66%) ook zonder vraagsturing
- Apparaten met een flexibiliteitsduur van 3-6 uur bieden enige potentie in het verbeteren van matching (3-6%) en het reduceren van spotprijskosten (6-9%)
- Apparaten met een kortere flexibiliteitsduur (1-3 uur) zijn hiervoor minder geschikt
- Korte flexibiliteitsduur biedt wel potentie in het voorkomen van congestie (10% lagere pieklast) en het balanceren van het net (niet onderzocht)

Beperkingen:

- Er is data uit 2020 en 2021 gebruikt
- Regeling op basis van heuristiek en beperkte optimalisatie

Vragen?

Bronnen

- Abati, T. (2022, July 7). Liander en giga storage starten pilots grootschalige batterijopslag bij knelpunten op het elektriciteitsnet. <https://Giga-Storage.Com/2022/07/07/Liander-En-Giga-Storage-Starten-Pilots-Grootschalige-Batterijopslag-Bij-Knelpunten/>.
- Aduda, K. O., Labeodan, T., & Zeiler, W. (2018). Towards critical performance considerations for using office buildings as a power flexibility resource-a survey. *Energy and Buildings*, 159, 164–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.096>
- ENTSO-E. (2017). Transparency platform.
- Konis, K., & Selkowitz, S. (2017). *Effective Daylighting with High-Performance Facades*. Springer.
- Li, H., Wang, Z., Hong, T., & Piette, M. A. (2021). Energy flexibility of residential buildings: A systematic review of characterization and quantification methods and applications. *Advances in Applied Energy*, 3, 100054. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.adapen.2021.100054>
- Liander. (2022, September 22). Grootzakelijke tarieven. <https://www.Liander.Nl/Grootzakelijk/Tarieven-Facturen/Onze-Tarieven/?Ref=22610>.
- Marszal, A. J., Johra, H., Weiss, T., Knotzer, A., Østergaard Jensen, S., Kazmi, H., Vigna, I., Perneti, R., le Dréau, J., Zhang, K., Grønborg Junker, R., Madsen, H., Amaral Lopes, R., Aelenei, D., Arendt, K., & Reynders, G. (2019). Characterization of Energy Flexibility in Buildings. In A. Knotzer, R. Perneti, & S. Østergaard Jensen (Eds.), *Annex 67 Energy Flexible Buildings*. IEA EBC.
- Mohammadi, Z., Hoes, P. J., & Hensen, J. L. M. (2020). Simulation-based design optimization of houses with low grid dependency. *Renewable Energy*, 157, 1185–1202. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.04.157>
- Next-kraftwerke. (2022, September 22). Next-kraftwerke knowledge database. <https://www.Next-Kraftwerke.Com/Knowledge/Afrr>.
- Satchwell, A. (2020). GEB Technical Report Webinar Series: Integration – Building Equipment.
- Schoon van der, T. (2022). Coöperatief in Balans - LEVE symposium.
- van Melle, T., Ramaekers, L., & Terlouw, W. (2014). *Waarde van slimme netten*. Ecofys: Utrecht.
- Vries, S. B. de, Elsayed, H., Quaak, P., & Heller, R. (2022). Energy matching: exploring the value of demand flexibility in educational office buildings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1085(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1085/1/012012>



SMART ENERGY COMMUNITY

VOOR WONINGEN EN
BEDRIJFSGEBOUWEN

Gerwin van Zon



Creating future proof buildings