

OPSCHALER project

Openbare rapportage



RVO projectnummer: TEID215043
Utrecht, december 2019

OPSCHALER project

Openbare rapportage

Opdrachtgever

TKI Urban Energy / RVO

Penvoerder:

W/E adviseurs

Arthur van Schendelstraat 650, 3511 MJ Utrecht

Contactpersoon: Erik Alsema

T 030 - 677 8777 | M 06-5310 8156 | E alsema@w-e.nl

Andere deelnemers in het project

TU Delft, Faculteit Bouwkunde, Laure Itard, Arjen Meijer, Arash Rasooli

Almende, Peet van Toren/ Andries stam

Demo BV, André van Delft / Wout van der Toorn

Huygen Installatie Adviseurs, Loes Visser, Eric Willems

Haagse Hoge School, Ellen Wesseling, T.B. Salcedo Rahola

Enexis, Louis Dietvorst

Technolution Nederland, Silvester Sarneel

RVO projectnummer: TEID215043

Projectperiode: 1 januari 2016 – 30 september 2019

1 **Achtergrond en doel van het project**

Voor gebouweigenaren die willen investeren in energiebesparende maatregelen is het nog steeds moeilijk om een goed beeld te krijgen van de werkelijk te verwachten besparing in hun specifieke situatie. De meeste besparingsadviezen gaan uit van een genormeerd gebouwgebruik en houden geen rekening met het werkelijke gebruik. Met de komst van de slimme energiemeters komt er een groot reservoir aan werkelijke verbruiksgegevens beschikbaar.

In het OPSCHALER project hebben TU Delft, Enexis, W/E adviseurs, DEMO Consultants, Almende, Huygen Installatie Adviseurs en De Haagse Hogeschool samengewerkt om methoden en diensten te ontwikkelen voor ontsluiting van energiegebruiksdata. Hiermee wilden we mogelijk maken dat de informatie m.b.t. werkelijk energieverbruik kan worden ingezet voor verbeterde adviezen over het potentieel en de effectiviteit van besparingsmaatregelen op woningniveau en op wijk- of voorraadniveau.

De ambitie was om in dit project te verkennen welke mogelijkheden smart omgevingen bieden om betere energieadviezen te geven aan bewoners en gebouweigenaren dan nu het geval is. Daarvoor moest in een groot aantal woningen energiegebruiksdata uit slimme meters verzameld worden, alsmede andere relevante data zoals temperaturen.

De verkenning was gericht op het ontwikkelen van methodes voor gepersonaliseerd advies, alsook methoden voor benchmarking op buurt-, complex- of voorraadniveau.

2 **Bereikte resultaten**

Een belangrijke hindernis bij de uitvoering van het project was dat de regelgeving over privacy en gebruik van persoonsdata aanzienlijk strenger werd tijdens het project. Omdat energieverbruiksdata van huishoudens als persoonsdata wordt beschouwd is deze data (begrijpelijkerwijs) onderworpen aan strikte regels omtrent opslag, verwerking en toegang tot deze data. Ondanks aanwezigheid van een netwerkbedrijf in het consortium bleek het ondoenlijk om toegang te krijgen tot slimme meter data, zonder individuele toestemming van huishoudens. Wij hebben dus onze meetcampagne en werkwijze halverwege het onderzoek moeten aanpassen.

Resultaten meetcampagne

De meetcampagne bij individuele huishoudens is met succes uitgevoerd.,. Uiteindelijk zijn in 101 woningen voor een lange periode (tenminste één stookseizoen) uitgebreide data verzameld. Deze dataset heeft al de eerste onderzoeksresultaten in de vorm van wetenschappelijke publicaties over werkelijk energieverbruik in relatie tot woningkarakteristieken en gebruikerskenmerken. Meer publicaties vanuit deze waardevolle dataset liggen in het verschiet.

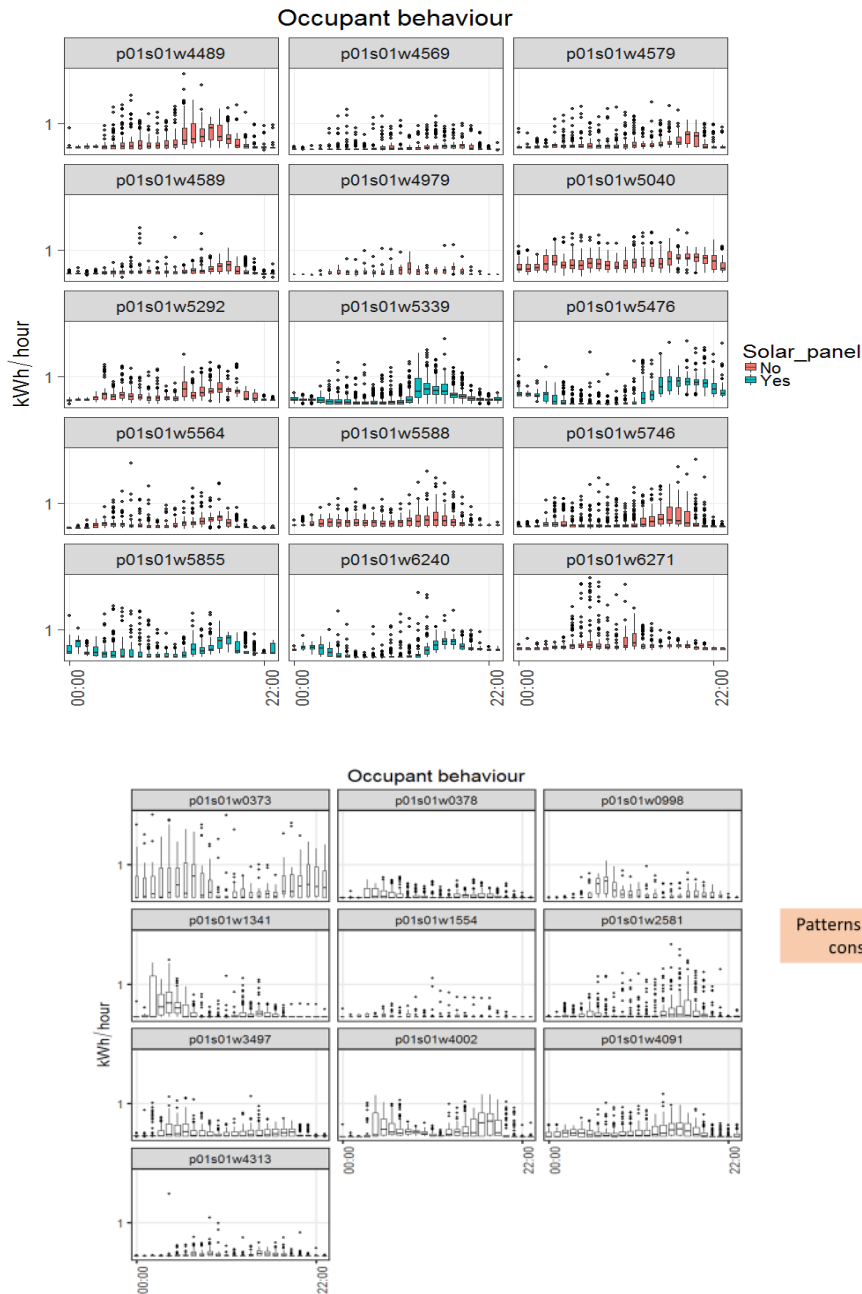
Een belangrijk resultaat van dit project is dat dankzij de betrokkenheid (en geduld) van 101 huishoudens een volledig geanonimiseerde database is opgebouwd, dat niet alleen beschikbaar voor alle OPSCHALER partners, maar ook breder voor nationaal en internationale onderzoekers. De database bestaat uit de volgende data (in totaal zijn er meer dan 620 meetmaanden).

- Gas (per uur) en elektriciteitsverbruik (per 10 sec)
- Temperatuur, vochtigheid en CO₂ concentraties in 2-4 kamers per woning (per 5 min))
- Elektriciteitsverbruik ketelpomp of mechanische ventilatie (per 10 sec)
- Comfortperceptie data (in 69 woningen, tijd gekoppeld)
- Inspectiedata van de woning
- Enquête over de bewoner

Deze database kan gebruikt worden om modellen te kalibreren, machine learning algoritmes te gebruiken, en diverse analyses te maken op het gebied van energie, comfort en binnenmilieu (CO₂ concentraties)

Per deelnemend huishouden zijn rapporten opgesteld met individuele profielen voor temperatuur, vochtigheid, CO₂ concentratie, gasverbruik en elektriciteitsverbruik. Iedere deelnemende huishoudens heeft een eigen rapport gekregen. Tevens zijn deze 101 rapporten geanonimiseerd beschikbaar voor onderzoekers.

Vanuit partner Huygen is nuttige ervaring ingebracht m.b.t. het monitoren van gebouwen en bij de analyse van meetdata. Onder andere is door Huygen een app ontwikkeld en beschikbaar gesteld voor het snel visualiseren van monitoringsdata van de woningen. Zie onderstaand een voorbeeld van de weergave vanuit dit tool.



Figuur 1: Voorbeeldpresentatie van elektriciteit- en gasverbruiksdata vanuit de WP1 dataset, met behulp van het analysetool ontwikkeld door Huygen

Resultaten voor ontsluiting slimme meter data

Zoals eerder werd aangegeven is, vanwege de flink aangescherpte privacy-wetgeving, de ambitie om energieverbruiksdata beschikbaar te maken op buurt- of voorraadniveau, gebruik makend van individuele data niet haalbaar gebleken. De Haagse Hoge School heeft in dit kader bijdragen geleverd omtrent de Europese GDPR regelgeving en de consequenties daarvan m.b.t. energieverbruiksdata.

Voor het ontsluiten van slimme meter data bestaan eigenlijk 2 wegen

- Een volledige individuele oplossing op huishoudens niveau
- Een geaggregeerde benadering op postcode 6 niveau, omdat deze data wel openbaar is
- Analyses op portfolio-niveau (bijvoorbeeld de gebouwen van een woningcorporatie) kunnen alleen bij benadering vanuit de postcode 4 analyse, of wanneer (bijna) alle bewoners toestemming geven. Het laatste bleek binnen het project niet haalbaar te zijn, daarom is er gekozen om beiden hierboven genoemde wegen te verkennen.

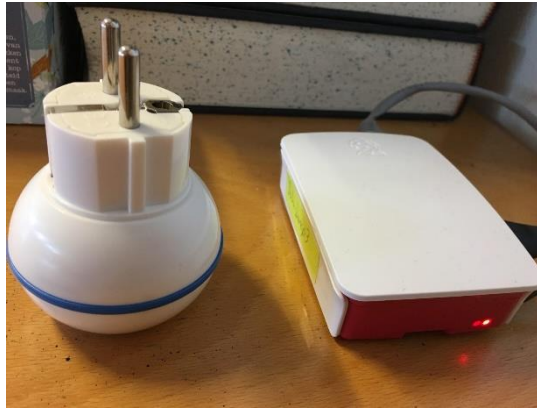
Individuele oplossing

Er is gewerkt aan een oplossing die huishoudens zélf aanzienlijk meer inzicht verschaft in hun energieverbruik dan mogelijk is op basis van enkel de P1 data van de slimme meter. Woningcorporaties kunnen een dergelijke oplossing aanbieden aan hun bewoners en hen via expliciete toestemming vragen om een deel van deze data (bijvoorbeeld alleen van de gebouwgebonden installaties zoals verwarming, ventilatie en airconditioning) met de woningcorporatie zelf te delen voor analysedoeleinden. Essentieel is dat de oplossing zo eenvoudig mogelijk is te installeren en te onderhouden in alle mogelijke situaties, niet als “opdringerig” (obtrusive) door de gebruiker wordt ervaren, en een acceptabel kostenplaatje met zich meebrengt.

Binnen OPSCHALER is de UNITER oplossing ontwikkeld. UNITER is een kant-en-klare, eenvoudig te installeren oplossing voor het meten van het energieverbruik van de gehele woning (elektra en gas) alsmede van de individuele elektrische apparaten (elektra) Met een kleine uitbreiding kan onderscheid gemaakt worden tussen gasverbruik voor verwarming van de woning en gasverbruik voor verwarming van tapwater (verbruik van gas voor gasfornuizen is verwaarloosbaar klein en wordt buiten beschouwing gelaten). De oplossing maakt gebruik van bestaande technologie: de bekende Raspberry Pi minicomputers voor data processing en – communicatie, de door een spin-off van Almende ontwikkelde Crownstone plugs voor het meten van het energieverbruik van individuele apparaten, een standaard kabel tussen de Pi en de slimme meter, en indien nodig thermosensoren voor het bemeten van warmwaterverbruik. Bewoners kunnen door middel van een eenvoudig web-based dashboard real-time inzicht krijgen in het energieverbruik van de aangesloten apparaten en het huis als geheel. Installatie vergt praktisch geen configuratie en kan in de meeste gevallen binnen een half uur worden uitgevoerd door een installateur of de bewoner zelf. De data is van de bewoner en wordt volledig door hem/haar beheerd via het web-based dashboard. Indien gewenst kan de bewoner toegang verschaffen aan de woningcorporatie tot een deel van de verzamelde data (te bepalen door de bewoner).

Partner Almende is bezig met de realisatie van een nieuwe spin-off voor exploitatie van de door haar in OPSCHALER ontwikkelde oplossing UNITER. Op dit moment wordt de technologie buiten een labsetting getest in commerciële pilots die zowel de technologische werking van de oplossing als de business case moeten onderbouwen. Almende verwacht met UNITER vervolgens, via woningcorporaties, een uitrol naar enkele duizenden woningen te realiseren. De kern van de oplossing

is dat de toegevoegde waarde van de oplossing voor de bewoners zélf een aanleiding voor hen vormt om de woningcorporaties toegang te verschaffen tot een deel van hun energieverbruiksdata.



Crownstone plug en Raspberry Pi, de basis voor UNITER

Resultaat: Energiebesparingsadviezen gebaseerd op slimme meters

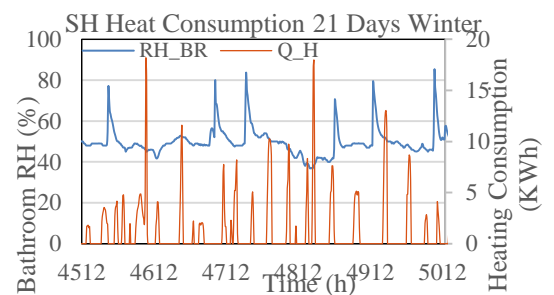
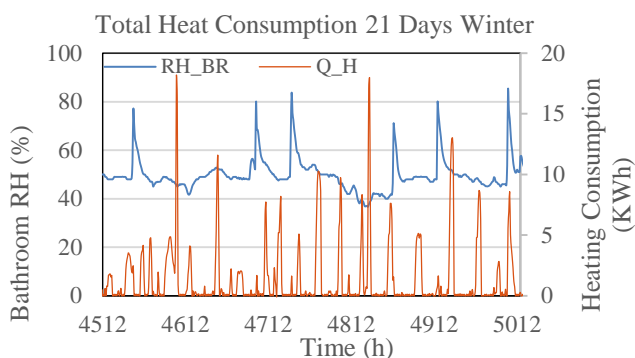
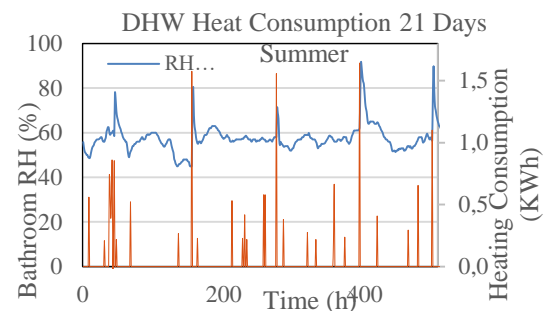
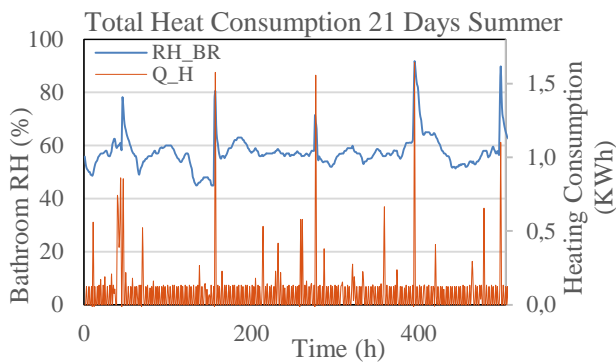
Een belangrijk idee achter het OPSCHALER project was de mogelijkheid om direct de data uit slimme meters te gebruiken om advies te kunnen genereren op woningniveau. Beschikbare methoden zijn in de praktijk nog schaars. Het gaat eigenlijk hier om de vraag of het mogelijk is een geautomatiseerde ‘digitale’ inspectie van de woning uit te voeren, en die te vertalen in een energiebesparingsadvies. De meeste woningen in de meetcampagne (en in Nederland) hebben een gasketel, en uit de analyse van gas en elektriciteitsdata kunnen we veel leren over de huidige staat van de woning, en dit kan helpen bij het opstellen van een energiebesparingsadvies.

Bij de ‘digitale’ inspectie komt er geen inspecteur aan te pas, maar wordt door machine learning informatie uit de smart meter data gedestilleerd (gecombineerd met extra informatie over de binnentemperatuur bijvoorbeeld). Zulke methoden (bijvoorbeeld de zogenaamde ‘energy signature’ methode) zijn al verkend in Annex 71. Hierop voortbouwend heeft de TU Delft onderzocht in het kader van de masterscriptie van P. Gupta en het proefschrift van A. Rasooli, wat de mogelijkheden zijn om de fysische karakteristieken van een woning te bepalen op basis van

- a) Slimme meter data (per uur, dag, week, maand)
- b) Gemiddelde temperatuur in de woning per uur, daag, week, maand
- c) Buiten temperatuur en globale zonnestraling uit KNMI bij de dichtstbijzijnde meteostation

Eerst worden de slimme meter data geanalyseerd om het gasverbruik voor warmtapwater uit te filteren, zodat alleen de ruimteverwarming overblijft. Bij deze procedure helpt het als ook het elektriciteitsverbruik van de verwarmingspomp gemeten wordt. Zo niet kan er aanvullend de luchtvochtigheid in de badkamer gemeten worden. Die correleert goed met het warmtapwater gebruik en hiermee

kan het grootste deel van het gasverbruik voor warmtapwater geïdentificeerd worden. Vervolgens wordt er een genetisch algoritme toegepast op de data voor ruimteverwarming.



Voorbeeld van energiegebruik voor verwarming (Boven links: in de zomer voor filtering; boven rechts: warm tap water na filtering; Onder links: in de winter voor filtering; onder rechts: ruimteverwarming na filtering; RH_BR: luchtvochtigheid in de badkamer; Q_H: verwarmingsenergie)

Wij verwachten dat het op deze manier mogelijk is om de globale warmteweerstand van de woning te bepalen, alsmede een indicatie te geven van de infiltratie en ventilatiedebieten. Dit geeft de mogelijkheid om advies te geven over isolatie en infiltratie. Daarnaast blijkt ook dat als de wandtemperatuur gemeten worden (dit kan bijvoorbeeld door stralingssensoren te gebruiken) een betere bepaling van de Rc-waarde van buitenmuren mogelijk is. De verwachting is dat in een later stadium deze methode geïmplementeerd kan worden in de software van een aan de P1 poort gekoppelde reader om automatisch advies te genereren. Op deze manier zijn er geen privacy issues omdat de data niet naar buiten verstuurd hoeft te worden. Daarvoor is echter verder onderzoek nodig naar de minimale informatie die de bewoners zelf in de software zouden moeten invullen. Onze analyses laten zien dat redelijk eenvoudig achter te halen informatie zoals vloeroppervlakte, oppervlaktes van de verwarmde ruimtes, façades, dak en ramen al veel mogelijk maken. Extra informatie zoals aanwezigheid van mechanische ventilatie en stand van de ventilatie (gekoppeld aan productnaam), aantal personen in het huishouden en gemiddelde aanwezigheidsuren verder kunnen helpen het advies nauwkeurig te maken. Verder is het zo dat een smart omgeving nodig is in de woning: minimaal een smart meter en temperatuursensoren in alle kamers.

Om de resultaten van het Genetisch Algoritme te valideren is ook tegelijkertijd een in-situ methode verder ontwikkeld voor het snel meten van de warmteweerstand van wanden in bestaande woningen. Dit is normaliter een lange procedure van 2-4 weken metingen, die nu ingekort is tot een paar uren.

Daarnaast zijn ideeën ontwikkeld om de resultaten van de Energie Besparing Verkenner Woningen van RVO te verrijken en meer specifiek te maken voor de feitelijke woonsituatie door gebruik te maken van de data uit de slimme meter en eenvoudig beschikbare gegevens over het huishouden. Belangrijke gebruikersparameters in relatie tot energiegebruik zijn:

- Aantal personen in het huishouden
- Aantal uren waarop iemand thuis is overdag, 's nachts en in het weekend
- Leeftijd
- Temperatuurinstellingen

Deze data is voor een 100-tal huishoudens beschikbaar in de OPSCHALER database. Deze data kan gebruikt worden om correctiefactoren te ontwikkelen die toegepast kunnen worden op de theoretische energieverbruiksdata zoals die door de EnergieBesparingsVerkenner (EBVW) van RVO gegenereerd worden. Het opstellen en implementeren van zulke correctiefactoren zou echter nog aanvullend onderzoek vergen.

Daarnaast zou uiteraard ook een graaddagencorrectie in EBVW opgenomen kunnen worden, zodat resultaten meer herkenbaar worden voor gewone gebruikers.

Resultaten voor energieverbruiksdata op voorraadniveau

Gezien de beperkingen die we ondervonden bij de toegang tot energieverbruiksdata is ervoor gekozen om de dataset van jaarlijkse energieverbruiken (standaard jaarverbruik) op Postcode 6 niveau, zoals die door de netbeheerders openbaar beschikbaar wordt gemaakt, beter te ontsluiten en te koppelen aan andere vastgoedinformatie.

De publicatie van de verbruiksdata vindt plaats via het platform GPR vastgoed dat door W/E adviseurs is ontwikkeld ten behoeve van woningcorporaties, andere vastgoedbeheerders en gemeentes.

Via GPR Vastgoed is momenteel beschikbaar:

- 1) standaard jaarlijkse gasverbruiken van de jaren 2015 t/m 2018 (op PC6 niveau)
- 2) standaard jaarlijkse elektriciteitsverbruiken van de jaren 2015 t/m 2018 (op PC6 niveau)

Eerdere jaren dan 2015 zijn weliswaar door netbeheerders gepubliceerd, maar hebben naar ons oordeel weinig toegevoegde waarde t.o.v. de jaren 2015-2018. Bovendien is de betrouwbaarheid van de eerdere datasets waarschijnlijk slechter. Alleen verbruiksdata van kleinverbruikers zijn publiek beschikbaar.

Warmteverbruikscijfers zouden zeker ook interessant zijn om beschikbaar te maken, maar deze zijn helaas niet openbaar.

Woningcorporaties en andere vastgoed beheerders kunnen wel eigen data over energieverbruik of andere kenmerken *per vastgoedobject* uploaden en vervolgens visualiseren en analyseren binnen GPR Vastgoed.



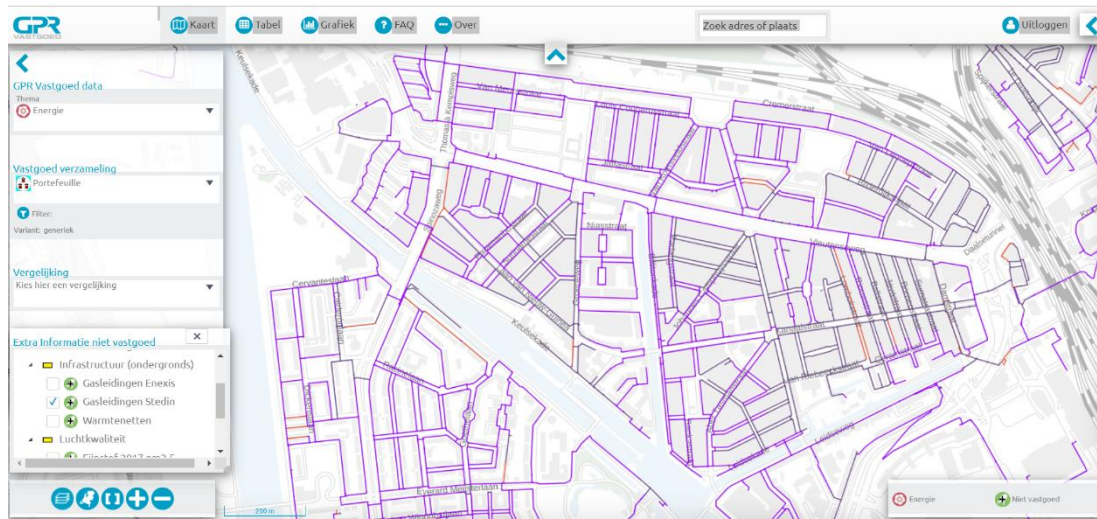
Figuur 2: Gas- (boven) en elektriciteitsverbruik (onder) voor het jaar 2018 zoals gevisualiseerd in GPR vastgoed.

Andere informatie die vanuit GPR vastgoed beschikbaar is:

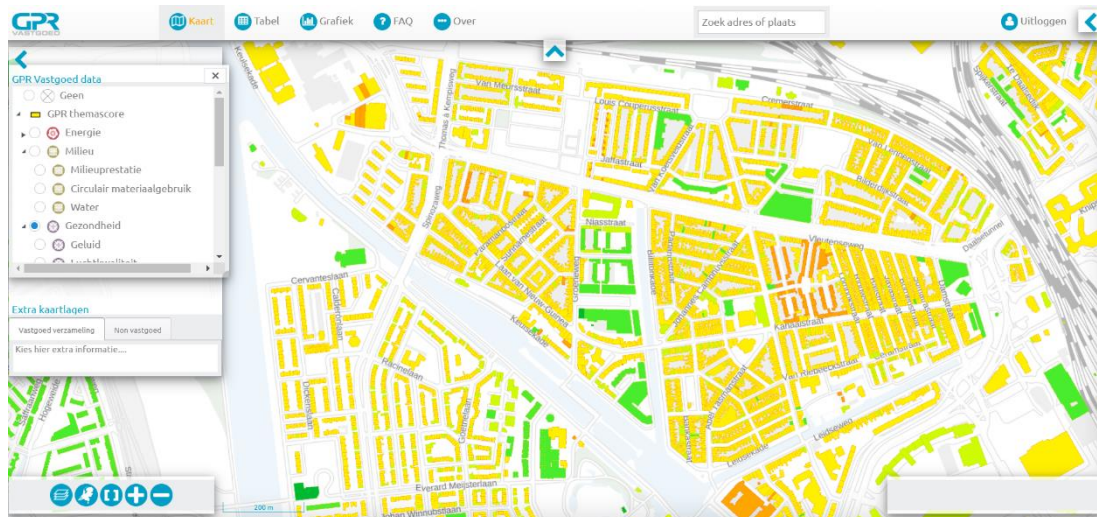
Per vastgoedobject:

- Energielabel en energie-index
- Gebouwfunctie
- Gebouwtipe
- Potentieel voor PV (o.b.v. Zonatlas)
- GPR scores op de thema's:
 - Energie
 - Milieu

- Gezondheid
- Gebruikskwaliteit
- Toekomstwaarde
- Verder is beschikbaar op *gebiedsniveau*:
 - gasleidingen
 - luchtkwaliteit (NOx, fijnstof)
 - geluidshinder



Figuur 3: Gasleidingen, zoals getoond in GPR Vastgoed



Figuur 4: GPR scores op het thema "Gezondheid"

Hiermee hebben vastgoedbeheerders en gemeentes een krachtig instrument in handen om de duurzaamheid van hun portfolio en verbeterpaden te analyseren en te bespreken met bewoners en andere stakeholders.

Omdat hiermee werkelijke verbruiken van woningen op jaarbasis beschikbaar zijn (en jaarlijks geüpdatet zullen worden) wordt het ook mogelijk om de gerealiseerde besparing te monitoren, bijvoorbeeld na energetische renovatie van een woonblok of woongebouw.

Vergelijking van de werkelijke jaarverbruiken met de berekende jaarverbruiken uit energieprestatiebepalingen biedt ook nieuw inzicht in de besparingen die te verwachten zijn door verbetermaatregelen. En wanneer een woningcorporatie verbruikscijfers voor zelf gedefinieerde clusters van woningen beschikbaar heeft, kan deze analyse ook voor die woningclusters gedaan worden.

Verder heeft een groep studenten van Haagse Hogeschool een verkenning gedaan van de mogelijkheden van “machine learning” voor het karakteriseren van woningvoorraden, op basis van de smartmeter data van de meetcampagne. In deze exercitie was ‘de voorraad’ alle deelnemende woningen en heeft een afstudeerder van de TU Delft onderzocht voor de gemeente Den Haag hoe data op postcode 6 niveau te gebruiken om energiegebruiksmoellen te kalibreren en zo verschillende scenario’s voor de energietransitie op wijkniveau te kunnen analyseren.

3 Conclusies

Het OPSCHALER project is gestart met aanzienlijke ambities, en projectpartners hebben grote inspanningen verricht om deze ambities te realiseren. Bij de uitvoering van het projectplan hebben we te maken gekregen met privacy regelgeving die aanzienlijk meer beperkingen oplegde dan vooraf verwacht en met forse hobbels in de organisatorische (werving deelnemers) en technische uitvoering van het project.

Desondanks zijn er hele mooie resultaten behaald die deels nog hun definitieve uitwerking moeten krijgen, hetzij in de vorm van wetenschappelijke publicaties op basis van de unieke dataset van energieverbruiken en huishoudprofielen, hetzij in marktrijpe tools en producten die zullen bijdragen aan een succesvolle energietransitie.

En ook niet te onderschatten: er is een grote mate van kennisuitwisseling geweest tussen TU Delft, W/E, Almende, DEMO, Huygen, HHS en Enexis over huishoudelijk energieverbruik, uitlezing van slimme meters, analyse van verbruiksdata op korte tijdschalen, machine learning als instrument in data-analyse en diverse andere kennis uit Europese en Nederlandse onderzoeksprojecten.

4 Publicaties

Er is vanuit het consortium een aantal publicaties opgesteld waarin resultaten zijn beschreven. Dit zijn met name wetenschappelijke publicaties vanuit TUD:

Wetenschappelijke publicaties:

- Rasooli A., Itard L., Meijer A., *Energy and comfort monitoring in existing buildings: a large scale measurement campaign in 150 Dutch dwellings*, EinB2017 – 6th International Conference “ENERGY in BUILDINGS 2017, ASHRAE Hellenic Chapter, http://www.ashrae.gr/EinB2017/EinB2017_Rasooli_Presentation.pdf;
- Rasooli A., Itard L. (2018) In situ characteristics of walls' thermal resistance: An extension to the ISO 9869 standard method, *Energy and Buildings* 179, p. 374-383, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778818314282?via%3Dihub>
- Rasooli A., Itard L. (2019) Properties of the triangular excitation pulse and the 3D heat transfer effects in the excitation pulse method, *P E3S Web of Conferences* 11, https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/37/e3sconf_clima2019_04019/e3sconf_clima2019_04019.html
- Rasooli A., Itard L. (2019) In-situ rapid determination of wall's thermal conductivity, volumetric heat capacity and thermal resistance using response factors, *Applied Energy* 253, https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/37/e3sconf_clima2019_04019/e3sconf_clima2019_04019.html

Masterscripties:

- Neels K. (28-08-2018), *Transition to sustainable heating at neighbourhood level: Research in technical, environmental and financial feasibility and development of a process guide for municipalities*, TU Delft, <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Aba1695fa-9434-4073-9c2e-06554b7bccee?collection=education>
- Gupta P, (25-10-2017), *Inverse Modelling for Determination of Resistance & Capacitance of Typical Dutch Residences, using Genetic Algorithms*, TU Delft, <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A44bc83f1-9271-4380-81d2-087b295e37c2?collection=education>

Presentaties (Webinars en Seminars):

- Itard L., *Occupant behaviour, comfort and energy*, TVVL Symposium Hybrid Ventilation, Delft, 24-09-2019, <https://www.tvvl.nl/bijeenkomsten/bijeenkomsten-detail/1914/symposium-hybrid-ventilation/about#.XcQwbrlKi70>
- Itard L. (5-03-2018), *Metered data: what do they tell us we didn't know? (The Dutch case)*, EPATEE Webinar (EPATEE (Evaluation Into Practice to Achieve Targets for Energy Efficiency) is an EU funded project which aims to give EU Member States tools and knowledge for a better **evaluation** of their own **energy efficiency policies**.) <https://epatee.eu/events/webinar-4-how-and-what-can-we-learn-verifying-energy-savings-first-estimated-engineering>

- Itard L., *Energy and Comfort Monitoring*, Symposium Nul Op de Meter, TNO Utrecht, 24-03-2017
- Itard L. *Building Energy Epidemiology*, presentation board PowerWeb Platform, TU Delft, 07-02-2017

Rapporten:

- Ieder van de deelnemende huishoudens (101 in totaal) heeft vanuit TUD een individueel rapport gekregen van 3-5 pagina's over de prestaties van zijn woning in termen van CO2 concentratie, binnentemperatuur, vochtigheid en gas en elektriciteitsgebruik en hoe die prestaties te verbeteren. De individuele rapporten zijn ook geanonimiseerd beschikbaar voor onderzoekers.

Outlook:

- Op dit moment is TUD nog bezig met het verwerken van een deel van de data uit de OPSCHALER metingen. Dit gaat over het gebruik van de smart meter data en temperatuurdata om digitale inspecties van de woningen mogelijk te maken. Dit zal in januari 2020 uitmonden in een hoofdstuk in het proefschrift van A. Rasooli (verdediging begin 2020), een wetenschappelijk artikel, en zal ook vertaald worden naar een Nederlands rapport (de conceptversie is nu klaar in het Engels en heeft het titel: Automated In-Situ Determination of Buildings' Global Thermo-Physical Characteristics through Inverse Modelling of a 1st-Order Circuit).
- De presentatie *Occupant behaviour, comfort and energy* (TVVL Symposium Hybrid Ventilation), wordt omgezet in een artikel voor de TVVL magazine, dat ook begin 2020 gepubliceerd zal worden.

Publicatie vanuit W/E:

- Algemene beschrijving van [GPR Vastgoed](#)

Publicatie vanuit HHS

- de Keijzer B., Pol de Visser P., García Romillo V., Gómez Muñoz V., Boesten D., Meezen M., Salcedo Rahola T.B., *Forecasting residential gas consumption with machine learning algorithms on weather data*, Proceedings CLIMA-2019 congres, Bucharest, 26-29 May 2019
https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/37/e3sconf_clima2019_05019/e3sconf_clima2019_05019.html