

# Meta-analyse onderzoeken effecten van verduurzaming



# Meta-analyse onderzoeken effecten van verduurzaming

11 januari 2023

*Opdrachtgever*



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

*Contactpersonen:*

Léon Crommentuijn, Edwin Marquart

*Auteurs:*

Kees Leidelmeijer; ([kees.leidelmeijer@infact.eu](mailto:kees.leidelmeijer@infact.eu))

*IFR-rapportnummer: I 23228*

# Inhoud

1	Inleiding.....	1
2	Wat is er mogelijk met bestaande data?.....	3
2.1	Resultaten.....	4
2.1.1	Labelstappen en energiebesparing.....	4
2.1.2	Maatregelen en energiebesparing.....	4
2.1.3	(P)rebound-effecten.....	5
2.2	Conclusies.....	6
3	Mogelijkheden voor verbeteren van de data.....	9
3.1	Nadere typering onderzoeken.....	9
3.1.1	Onderzoek 1 (Enelogic/slimme meters).....	9
3.1.2	Onderzoek 2 (Infiniot/NTA8800).....	10
3.1.3	Onderzoek 3 (Republiq/Warmtefonds).....	11
3.1.4	Overzicht.....	12
3.2	Bevindingen per bron.....	13
3.2.1	Slimme-meterdata.....	13
3.2.2	NTA 8800.....	16
3.2.3	Enquêtes.....	17
3.2.4	Huisbezoeken.....	18
3.3	Analyses.....	19
3.3.1	Regressieanalyse: verklaring verschillen energiegebruik.....	19
3.3.2	(Co)variantieanalyse: verschillen tussen groepen.....	20
3.3.3	Longitudinale analyse.....	23
3.3.4	Clusteranalyse: verschillen in patronen.....	24
3.3.5	Beslisboom: achtergrond bij verschillen in verbruik.....	25
3.3.6	Machine learning.....	26
4	Hoe verder?.....	27
4.1	Slimme-meterdata.....	27
4.2	NTA8800.....	28
4.3	Longitudinaal onderzoek in selectieve steekproef.....	29
4.4	Tot slot.....	30

# 1 Inleiding

RVO heeft in de afgelopen jaren diverse onderzoeken uit laten voeren om meer zicht te krijgen op de mogelijkheden om de effecten van energiebesparingsmaatregelen op *werkelijk* energiegebruik in beeld te brengen. In 2020/2021 lag het accent op wat er mogelijk is met data die normaal gesproken beschikbaar zijn. In 2022 waren de onderzoeken gericht op de mogelijkheden om de kwaliteit van de gegevens te verbeteren door nieuwe bronnen zoals continue slimme-meterdata en NTA8800 opnames te gebruiken. In deze meta-analyse beschrijven we de onderzoeken en de bevindingen ervan om vervolgens aanbevelingen te doen voor het vervolg.

## Werkelijk energiegebruik

De aandacht in de onderzoeken richtte zich op de mogelijkheden en onmogelijkheden om werkelijke effecten van energiebesparingsmaatregelen te bepalen. Met werkelijke effecten wordt bedoeld: zoals in de praktijk gemeten en dus niet berekend op basis van aannamen. De nadruk op werkelijke effecten is om verschillende redenen nodig en belangrijk:

- De eerste reden is dat het uitgangspunt van woonlastenneutraliteit (besparingen die investeringen 'terugbetalen') zoals verwoord in de afspraken voor de gebouwde omgeving tussen de bij het Klimaatakkoord (2019) betrokken partijen ervan afhangt.<sup>1</sup> Ook in de Nationale Woon- en Bouwagenda<sup>2</sup> wordt de betaalbaarheid van de energierekening voor huishoudens expliciet benoemd als een belangrijke reden voor de gewenste versnelling van de verduurzaming van de gebouwde omgeving. En dan gaat het vanzelfsprekend om de werkelijke energierekening van huishoudens.
- Ten tweede blijkt uit de literatuur dat er flinke verschillen zijn tussen op basis van berekeningen verwachte besparingen en werkelijk gerealiseerde besparingen.<sup>3</sup> Vaak zijn de verwachte besparingen groter dan de werkelijke besparingen, maar daarnaast is de bandbreedte erg groot. In sommige gevallen zijn de besparingen aanzienlijk terwijl er in andere gevallen zelfs ook ontsparingen kunnen

---

<sup>1</sup> Klimaatakkoord, Den Haag, 28 juni 2019, pp.15; <https://www.klimaatakkoord.nl/gebouwde-omgeving/vraag-en-antwoord/woonlastenneutraliteit>.

<sup>2</sup> Ministerie van Binnenlandse zaken en Koninkrijksrelaties; *Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening*, (2022), Nationale Woon en Bouwagenda.

<sup>3</sup> Leidelmeijer, K. (2019), *Verschillen in Energiegebruik: wat weten we (niet)...?*, literatuurstudie van In.Fact.Research i.o.v. RVO, IFR-rapportnummer: I 23111.

zijn. Voor consumenten (en daarmee ook voor financiers) zijn die werkelijke besparingen de besparingen die ertoe doen.

Met de nadruk op werkelijke effecten wordt echter ook een grote mate van complexiteit geïntroduceerd. Er moet immers niet alleen rekening worden gehouden met de staat van de woningen, de installaties in die woningen en de al getroffen en nog te treffen maatregelen, maar ook met het gedrag van de mensen die er in wonen.<sup>4</sup> Vooralsnog lukt het nog steeds niet om verschillen in werkelijk energiegebruik goed te verklaren op basis van kenmerken van woningen, de installaties en apparaten in die woningen én de bewoners en hun energiegedrag. In de onderzoeken die daar tot nu toe op zijn gericht, blijft de verklaarde variantie steken rond de 50%.<sup>5</sup>

## Leeswijzer

In dit rapport worden allereerst in hoofdstuk 2 ingegaan op de onderzoeken uit 2020/2021 waarin wordt verkend wat er mogelijk is met de gebruikelijk beschikbare data. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de onderzoeken uit 2022 waarin de mogelijkheden van nieuwe bronnen zijn verkend. Daarbij wordt ook aandacht besteed aan de onderzoeksdesigns en worden kort enkele uitkomsten gepresenteerd. In hoofdstuk 4 worden conclusies getrokken met de nadruk op wat er wenselijk is en mogelijk lijkt voor vervolgonderzoek.

- 
- <sup>4</sup> Kluzenaar, Y. de, M.E. Spiekman, E.C.M. Hoes - van Oeffelen, (2016), Literatuurstudie gebruikersgedrag en energiegebruik, TNO i.o.v. Ministerie van BZK. TNO 2016 R11455.  
 Frederiks, E.R., K. Stenner, E.V. Hobman (2015) Household energy use: Applying behavioural economics to understand consumer decision-making and behaviour. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41: 1385-1394.  
 Gram-Hansson, K. (2014), New needs for better understanding of household's energy consumption – behaviour, lifestyle or practices? *Architectural Engineering and Design Management*, 2014 Vol. 10, Nos. 1-2, 91-107.  
 Cayre, E., Allibe, B., Laurent, M-H. and Osso, D. (2011) There are people in the house! How the results of purely technical analysis of residential energy consumption are misleading for energy policies, *Proceedings of the ECEEE 2011 Summer Study on Energy Efficiency First: The Foundation of a LowCarbon Society*, pp. 1675-1683.  
 Guerra Santín, O. (2010) Actual energy consumption in dwellings: The effect of energy performance regulations and occupant behaviour, PhD thesis, TU Delft: Sustainable Urban Areas 33.  
 Leidelmeijer, K. en P. van Grieken (2005), *Wonen en Energie: stook- en ventilatiegedrag van huishoudens*. Amsterdam: RIGO.
- <sup>5</sup> Rovers, V., M. Menkveld, T. Krone (2020), *Analyse energiebesparende maatregelen Nationaal Energiebespaarfonds*, TNO 2020 P11295, TNO i.o.v. RVO.  
 Stuart-Fox, M., T. Kleinepier en K. Gopal (2019). *Energie besparen in de woningvoorraad: inzichten uit de Energiemodule WoON 2018*, ABF Research, r2019-0053MS.  
 Tigchelaar, C. en K. Leidelmeijer (2013) *Energiebesparing: Een samenspel van woning en bewoner: analyse van de module Energie WoON 2012*, ECN-E-13-037.  
 Majcen, D., Itard, L. C. M., and H. Visscher (2013). Theoretical vs. actual energy consumption of labelled dwellings in the Netherlands: Discrepancies and policy implications. *Energy Policy*, 54, 125-136.

## 2 Wat is er mogelijk met bestaande data?

RVO heeft in 2020/2021 drie verkenningen laten uitvoeren die zicht moesten geven op wat er mogelijk is met bestaande data:

1. De eerste verkenning is een analyse van woningen van woningeigenaren die een lening hebben afgesloten voor verduurzaming bij het Nationaal Energiebespaarfonds (NEF, inmiddels Nationaal Warmtefonds genoemd). TNO voerde dit onderzoek uit samen met het CBS, Stimuleringsfonds Volkshuisvesting (SVn), Ipsos en Innax<sup>6</sup>. De onderzoekers vergeleken het energiegebruik van de woningen vóór en 1 tot 2 jaar na verstrekking van de lening. Ook vergeleken ze de werkelijke en de verwachte besparingen. Daarnaast kregen de woningeigenaren een enquête. Ze gaven daarin aanvullende gegevens over maatregelen, de woning en het huishouden.
2. Voor de tweede verkenning analyseerde Republiq<sup>7</sup> het effect van verduurzamingsingrepen bij corporatiewoningen. De onderzoekers keken naar veranderingen in energiegebruik. Ze vergeleken dit met veranderingen van energielabels van de corporatiewoningen in de energielabeldatabase van RVO. Ook gingen ze bij 12 corporaties na welke maatregelen zij namen bij hun verduurzamingsprojecten en wat de effecten waren op het energiegebruik.
3. Voor de derde verkenning analyseerde Atriensis<sup>8</sup> 15 complexen bij twee corporaties die meedoen met de CO<sub>2</sub>-monitor van Atriensis. De onderzoekers vergeleken de gerealiseerde labelstappen van de complexen met de gemiddelde verschillen in energiegebruik in diezelfde complexen. Ook vergeleken ze de werkelijke en verwachte besparingen met elkaar.

---

<sup>6</sup> Rovers, V., M. Menkveld, T. Krone (2020), Analyse energiebesparende maatregelen Nationaal Energiebespaarfonds, TNO 2020 P11295, TNO i.o.v. RVO.

<sup>7</sup> Middendorp, M., S. Rieuwerts en L. Driessens (2021), Verduurzamen corporatiewoningen. Republiq i.o.v. RVO.

<sup>8</sup> Atriensis (2021) Inzicht in werkelijke energiebesparing na verduurzaming, Atriensis data i.o.v. RVO.

## 2.1 Resultaten

### 2.1.1 Labelstappen en energiebesparing

In de twee studies die zich richtten op de corporatiesector ging het onder meer om de relatie tussen labelstappen en energiebesparing. Daarbij zijn vragen aan de orde zoals: “Hoeveel energiebesparing bereik je met een verduurzaming van label D naar label A?” Het antwoord hierop bleek niet eenduidig. Uit het onderzoek van Republiq kwam naar voren dat 80% van de woningen met een grote afname van het energiegebruik (meer dan 30% reductie) geen ander label kreeg in diezelfde periode. Deels kan dit te maken hebben met administratieve problemen. Denk bijvoorbeeld aan corporaties die de labelstappen niet tijdig afmelden.

Maar ook de samenhang tussen feitelijke labelstappen en veranderingen in energiegebruik bleken niet samen te hangen, zo concludeerde Atriensis. Weliswaar leverden bijna alle verduurzamingsprojecten die Atriensis bestudeerde een besparing op. En die besparing was gemiddeld ook groter bij 3 en 4 labelstappen (20%) dan bij 2 labelstappen (10%, exclusief één project met meer verbruik na verduurzaming). Maar de variatie tussen projecten was te groot om te komen tot een goed antwoord. De besparingen van gemiddeld 20% varieerden namelijk tussen 4% en 40%.

### 2.1.2 Maatregelen en energiebesparing

Een tweede vraag die werd onderzocht is: welke besparingen leveren (specifieke pakketten van) maatregelen op? Ook hierop bleek het antwoord opmerkelijk moeilijk te geven. TNO zag dat de woningen met NEF-subsidie gemiddeld wel minder gas gingen verbruiken. Maar ook hier was de spreiding groot: in 30% van de woningen nam het gasverbruik toe, ondanks de maatregelen.

Republiq constateerde eveneens een gemiddelde besparing bij verduurzamingsprojecten. Maar ook hier waren de verschillen groot. Net als bij Atriensis liet één project zelfs geen enkele besparing zien. Republiq voerde een controle uit op de betrouwbaarheid van de door de corporaties geleverde gegevens. Daar kwamen slechts 11 van de 39 projecten doorheen. De resterende 11 betrouwbare projecten vormden echter een te klein aantal om uitspraken te kunnen doen over verschillen tussen maatregelenpakketten. De informatie over de maatregelen die corporaties konden geven, bleek bovendien te algemeen en de verschillen in genomen maatregelen tussen de projecten te beperkt om goed onderscheid tussen pakketten van maatregelen te kunnen maken.

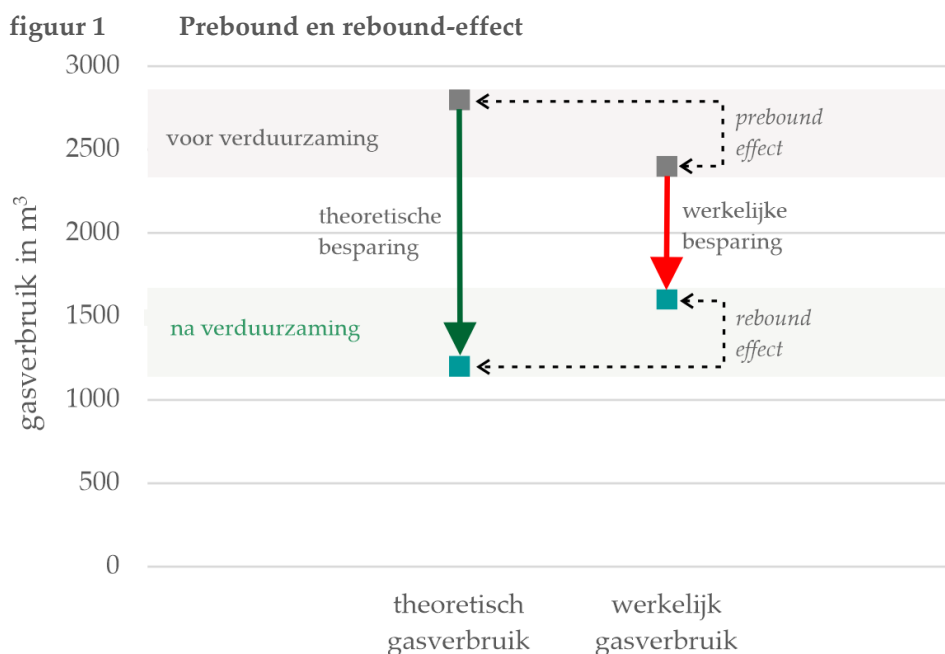
TNO kon wél onderzoeken wat de besparingen waren van specifieke maatregelen. Want een flink deel van de subsidieaanvragen had betrekking op één maatregel. Helaas kwam ook hier hetzelfde beeld naar voren: gemiddeld lieten alle maatregelen een besparing zien, maar de spreiding was wel weer bijzonder groot. Zo was er voor elke maatregel gericht op reductie van gasverbruik een substantieel aandeel woningen dat daarna meer gas verbruikte dan ervoor.



De grote verschillen in afname van energiegebruik konden dus niet goed worden herleid tot verschillen in genomen maatregelen. In de TNO-studie kon niet meer dan 11% van de verschillen in gasverbruik en 14% in elektriciteitsverbruik worden verklaard door de toegepaste maatregelen. De verschillen in energiegebruik konden zelfs beter worden herleid uit contextvariabelen, zoals kenmerken van woningen, huishoudens en hun gedrag. Maar ook dan bleef de totale verklaring beperkt (circa 36% bij gasverbruik en 38% bij elektriciteit).

### 2.1.3 (P)rebound-effecten

Uiteenlopend onderzoek laat zien dat de verbruiken in onzuinige woningen vaak lager zijn dan verwacht, terwijl het in zuinige woningen juist vaak hoger is. Dat lijkt ook op te gaan voor het verschil in verbruik voor en na verduurzaming. Het lagere gebruik in minder energiezuinige woningen (voor verduurzaming) wordt bijvoorbeeld veroorzaakt doordat bewoners uit kostenoverwegingen relatief weinig stoken. Dit wordt ook wel aangeduid als het prebound-effect. Het hogere gebruik in energiezuinige woningen (na verduurzaming) wordt bijvoorbeeld veroorzaakt doordat bewoners na verduurzaming meer kamers verwarmen dan ervoor. Dit noemen we het rebound-effect. Beide effecten leiden tot lagere werkelijke dan (op basis van de theorie die geen rekening houdt met dergelijke ‘verstoringen’) verwachte besparingen (figuur 1).



(P)rebound-effecten waren ook terug te zien in studies 1 en 3, waarin dit werd onderzocht. Bij twee derde van de corporatieprojecten was het werkelijk gasverbruik vóór verduurzaming lager dan verwacht. In 80% van de projecten was het daarna hoger dan verwacht. De werkelijke besparing viel daardoor structureel lager uit dan verwacht.



## 2.2 Conclusies

Het blijkt bijzonder moeilijk om met de gebruikelijk beschikbare gegevens verschillen in energiegebruik vóór en na het nemen van maatregelen te verklaren en dus te voorspellen, zo blijkt uit de uitgevoerde studies.

Een belangrijke reden daarvoor is dat er bijzonder veel variatie bestaat in energiegebruik. Deels kan dat worden verklaard door verschillen tussen woningen en huishoudens. Maar, de variatie is er ook tussen woningen die wel vergelijkbaar zijn. En het is er ook tussen huishoudens die – naar objectieve kenmerken – vergelijkbaar zijn en bij dezelfde huishoudens die in de tijd worden gevolgd.

De variatie in energiegebruik lijkt voor een groot deel te komen doordat er veel ‘onbekenden’ zijn in de vergelijkingen. Daarmee wordt bedoeld op de ongemeten kenmerken van (veranderingen in) woningen, installaties en van de genomen maatregelen, maar ook het gedrag en de veranderingen daarin van huishoudens. Al dit soort aspecten zijn van invloed op het energiegebruik en kunnen bovendien in combinatie ook weer andere effecten hebben.

Een tweede belangrijke reden waarom het moeilijk is om met bestaande gegevens verschillen in energiegebruik voor en na het nemen van maatregelen te verklaren zijn data-problemen. Een kenmerk wordt dan wel gemeten, maar de meting is niet voldoende betrouwbaar om tot goede verklaringen te kunnen komen. Die dataproblemen doen zich op elk aspect van het systeem (dus: woningen, huishoudens, maatregelen, gedrag, energiegebruik en de veranderingen erin, alsmede de buitentemperatuur en zonne-uren) voor. Hieronder geven we ter illustratie een niet uitputtende opsomming van de problemen met de metingen van energiegebruik en van maatregelen.

- Meten van energiegebruik:
  - In de bestaande gegevens wordt energiegebruik voor een deel werkelijk gemeten (met slimme meters). Maar, in bijvoorbeeld standaard jaarverbruiken zijn ook schattingen verwerkt (door bewoners of door de netbeheerder).
  - De meetperiode waarop gegevens betrekking hebben, is niet altijd duidelijk. Dit komt onder meer doordat schattingen vaak betrekking hebben op gemiddelden van gebruik in meerdere jaren.
  - Bij ontkoppeling van gas (NOM-woningen) zijn de verbruiksgegevens vóór verduurzaming vaak niet beschikbaar.
  - Bij gebruik van zonnepanelen is vaak alleen het netto-elektriciteitsgebruik bekend.
  - In verband met privacy leveren netbeheerders alleen geaggregeerde gegevens aan.

- Er kunnen vertekeningen ontstaan door de omrekening naar standaard jaarverbruiken.<sup>9</sup>
- Meten van maatregelen. Bij maatregelen moet vaak achteraf worden gereconstrueerd wat er is gedaan doordat corporaties of bewoners die (technische) gegevens niet paraat hebben. Daardoor is vaak onduidelijk:
  - Welke maatregelen zijn genomen, met welke 'zwaarte' (zoals het aandeel raamoppervlak en de isolatiekwaliteit).
  - Wat de uitvoeringskwaliteit is van de maatregelen (wat is bijvoorbeeld de gerealiseerde isolatiekwaliteit, de luchtdichtheid of het rendement van de installaties?).
  - Wat de situatie vóór verduurzaming was en wat de verbetering inhield.
  - Op welk moment maatregelen zijn genomen (waren er eventuele 'opstartproblemen' en vanaf wanneer konden effecten worden verwacht?)
  - Of er labelstappen zijn gezet. Deze stappen komen niet altijd of niet altijd tijdig in de labeledatabase terecht.

In combinatie met de onzekerheden rond controlevariabelen (weersinvloeden, kenmerken van woningen, huishoudens en hun al dan niet veranderende gedrag) en het optreden van prebound- en reboundeffecten maakt dit het met de gebruikelijk beschikbare gegevens in beginsel onmogelijk om een scherp beeld te krijgen van de werkelijke effecten van verduurzaming op energiebesparing. Dat geldt zowel voor grootschalige analyses op registratiebestanden als voor de analyse op corporatiecomplexen.

### Mogelijkheden voor verbetering

Er zijn diverse kansen en mogelijkheden om de dataproblemen op te lossen. Een eerste kans die zich aandient heeft te maken met de steeds gebruikelijker wordende slimme-meterdata. Door die niet meer te vermengen met geschatte verbruiken kan feitelijk energiegebruik worden geanalyseerd. Dat kan bovendien op een veel gedetailleerder niveau dan bij jaarverbruiken. Dat biedt de mogelijkheid om werkelijk energiegelag beter te begrijpen (hoe zien de verbruikspatronen eruit in bepaalde constellaties en hoe veranderen die bij maatregelen?) maar ook om nauwkeuriger in de tijd te kunnen vergelijken (voor en na maatregelen, afhankelijk van wanneer die maatregelen worden ingevoerd).

---

<sup>9</sup> Bij de omrekening naar standaard jaarverbruiken wordt gecorrigeerd voor klimaatomstandigheden, calorische waarde van geleverd gas en gasdruk. Daarmee wordt het verbruik omgerekend naar het verbruik zoals dat in een op die aspecten gemiddeld of 'standaard' jaar zou zijn. De wijze waarop de klimaatinvloeden worden verrekend, is echter sterk 'op hoofdlijnen'. Het gaat namelijk om het aantal dagen in een jaar dat op het dichtstbijzijnde meetstation de temperatuur lager is dan 18 °C, gewogen naar seizoen om de invloed van de zon mee te nemen. En hoewel dat vanzelfsprekend beter is dan geen correctie, laat het alsnog veel relevante weersinvloeden (werkelijke zonne-uren bijvoorbeeld) en lokale variatie buiten beschouwing.

Een tweede kans heeft te maken met de nieuwe NTA8800 energielabels. Deze methodiek resulteert in betere en meer gedetailleerde gegevens over de woningen en de erin getroffen maatregelen. Door deze opnamegegevens te gebruiken kan naar verwachting een flinke slag worden geslagen in de kwaliteit van de gegevens over woningen en installaties. Een verplichte (en kosteloze) afmelding van energielabels na opname kan helpen om de registraties beter op peil te krijgen.

Voor de verbetering van de gegevens over kenmerken van huishoudens en hun gedrag dienen zich minder eenduidige kansen aan. Hierbij maakt de subjectiviteit van antwoorden in vragenlijsten het vaak lastig om goede vergelijkingen te maken. Voor een beperkt deel kunnen de gegevens worden geobjectiveerd door ze te ontleen aan registraties. Die hebben echter het probleem dat ze vaak niet actueel zijn. Voor veel gegevens lijkt vragenlijst- of dagboekonderzoek dan ook onvermijdelijk, zeker als het onderzoek grootschalig wordt uitgevoerd. Daarbij is het belangrijk in het bijzonder veranderingen in energiegedrag eenduidiger en uitputtender te operationaliseren. Dit kan door terugkijken, maar het is vermoedelijk betrouwbaarder om een vragenlijst periodiek te herhalen. Dat brengt echter vaak wel weer responsuitval met zich mee.

Bij kleinschalig onderzoek kunnen ook uiteenlopende sensors worden gebruikt om gedrag objectief te meten. Denk bij daarbij bijvoorbeeld aan sensors die het raamgebruik meten, die de aanwezigheid in huis vaststellen of die gebruik van apparaten en het verwarmingssysteem meten. Bij kleinschaliger onderzoek zijn ook interviews en aan-huis-opnames mogelijk om de achtergronden van gedrag en specifieke situaties die voor afwijkingen kunnen zorgen in beeld te brengen.

Veel van de voorgestelde opties vragen om gericht werven van woningeigenaren en bewoners die eraan willen meewerken. Privacy-issues spelen bij alle verbeteringen een rol, maar zijn niet onoverkomelijk. Daarnaast vraagt inzicht in de effecten van verduurzaming longitudinaal onderzoek waarbij voor- en nametingen kunnen worden gedaan. Met een goede timing – start net voordat maatregelen worden uitgevoerd – en gebruik van slimme-meterdata (waarmee terug kan worden gekeken in de tijd) kan de doorlooptijd worden beperkt.

## 3 Mogelijkheden voor verbeteren van de data

In 2022 zijn in opdracht van RVO drie onderzoeken uitgevoerd die meer zicht moesten geven op de mogelijkheden voor het verbeteren van de data binnen een kwantitatief onderzoekskader. In een eerste onderzoek werd op betrekkelijk klassieke manier een combinatie gemaakt van verbruiksdata en enquêtegegevens. De verbruiksdata waren echter wel gedetailleerde slimme-meterdata die over een langere periode waren verzameld. Het onderzoek richtte zich op de mogelijkheden die dat type gegevens met zich brengen voor analyses. In de twee andere onderzoeken die in 2022 zijn uitgevoerd, is geprobeerd vanuit twee verschillende ‘aanvliegroutes’ zicht te krijgen op het gebruik van andere methoden die kunnen worden gebruikt bij het verzamelen van gegevens binnen een kwantitatief onderzoekskader (dus niet gericht op het gebruik van sensoren bijvoorbeeld).

### 3.1 Nadere typering onderzoeken

#### 3.1.1 Onderzoek 1 (Enellogic/slimme meters)

De basis van dit onderzoek werd gevormd door huishoudens die deelnemen aan de energieverbruiksmanager van Enellogic (waarmee de huishoudens een gedetailleerd inzicht kunnen krijgen in hun verbruiksgegevens) én die hebben aangegeven deel te willen nemen aan extern onderzoek én die hun verbruiksgegevens willen delen. Dit betrof in beginsel 2.134 huishoudens. Aan deze huishoudens is een korte enquête gestuurd waarin enkele gegevens zijn gevraagd over de woningen en hun installaties, de huishoudens en hun gedrag. De enquête is afgenomen en verwerkt door IPSOS. De netto respons op de enquête kwam uit op 1.390 respondenten. Het aantal huishoudens met een volledige set verbruiksgegevens voor meetjaar 2019 kwam uit op 771. Daarvan hadden er 458 ook een enquête ingevuld.

Van de resterende 458 huishoudens is geanalyseerd welke verbruikspatronen zij lieten zien voor wat betreft hun gasverbruik, hun elektriciteitsverbruik, hun teruglevering en hoe het gecombineerde gebruik eruit zag. Voorts is onderzocht hoe de patronen verschillen tussen typen woningen, installaties en huishoudens. Er is over gerapporteerd door In.Fact.Research.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Leidelmeijer, K. (2022), Patronen energiegebruik: Verkenning van de mogelijkheden van slimme-meterdata voor analyse. In.Fact.Research i.o.v. RVO. Amsterdam, IFR-rapportnummer I 23183.

### 3.1.2 Onderzoek 2 (Infinit/NTA8800)

De basis in het tweede onderzoek<sup>11</sup> werd gevormd door woningen waarvoor een NTA-8800 label is afgegeven (zowel huur als koop). Daarbinnen is een selectie toegepast o.b.v. de volgende criteria:

1. Bouwjaar vanaf 1960 tot en met 1980;
2. Opnamedatum van het NTA 8800 energielabel in het eerste half jaar van 2021;<sup>12</sup>
3. Gebruiksoppervlakte tussen de 30 en 200 vierkante meter;
4. Gebouwtype: appartement, rijwoning, twee-onder-één-kap, en vrijstaande woning;
5. Geen woningen met een vermoedelijke aansluiting op een warmtenet;<sup>13</sup>
6. Geen woningen waarvoor het energielabel is opgesteld op basis van een referentiegebouw;<sup>14</sup>
7. Geen adressen waarvoor essentiële informatie mist, zoals het bouwjaar, de BAG identificatie van het verblijfsobject, of de labelletter uit het energielabel.

Uit de resterende selectie zijn circa 15.000 huishoudens die aan deze criteria voldeden per brief uitgenodigd om mee te doen met het onderzoek. De brief was voorzien van een QR-code waarmee toegang tot een korte schriftelijke enquête kon worden verkregen die diende om inzicht te krijgen in de bewoning en een aantal gedragsaspecten alsmede de bereidheid tot het delen van de detailinformatie uit de NTA labeldatabase en (historische en actuele) slimme-meterdata.

De opzet van het onderzoek was in essentie gericht op cross-sectionele analyse (vergelijking tussen objecten). De opzet biedt de mogelijkheid om verschillen in energiegebruik (en patronen daarin) op basis van slimme-meterdata van woningen/huishoudens te relateren aan:

- De kwaliteit/uitrusting/ van de woningen (o.b.v. NTA-8800 opname);
- Hierbij te controleren voor bewoning/gedragsaspecten (o.b.v. enquête).

---

<sup>11</sup> Dit onderzoek is uitgevoerd door Infinit. Er is geen separate rapportage van beschikbaar. Door complicaties bij de verwerking van de gegevens was hiervoor geen tijd meer beschikbaar. De opgedane inzichten zijn in deze meta-analyse opgenomen.

<sup>12</sup> In de steekproef bleken uiteindelijk ook woningen te zitten waar ook een meer recente labelopname voor beschikbaar was.

<sup>13</sup> Van een klein aantal woningen in de selectie bleek dat die alsnog waren aangesloten op een (kleinschalig) warmtenet of op blokverwarming. Die zijn verder niet meegenomen in de analyse.

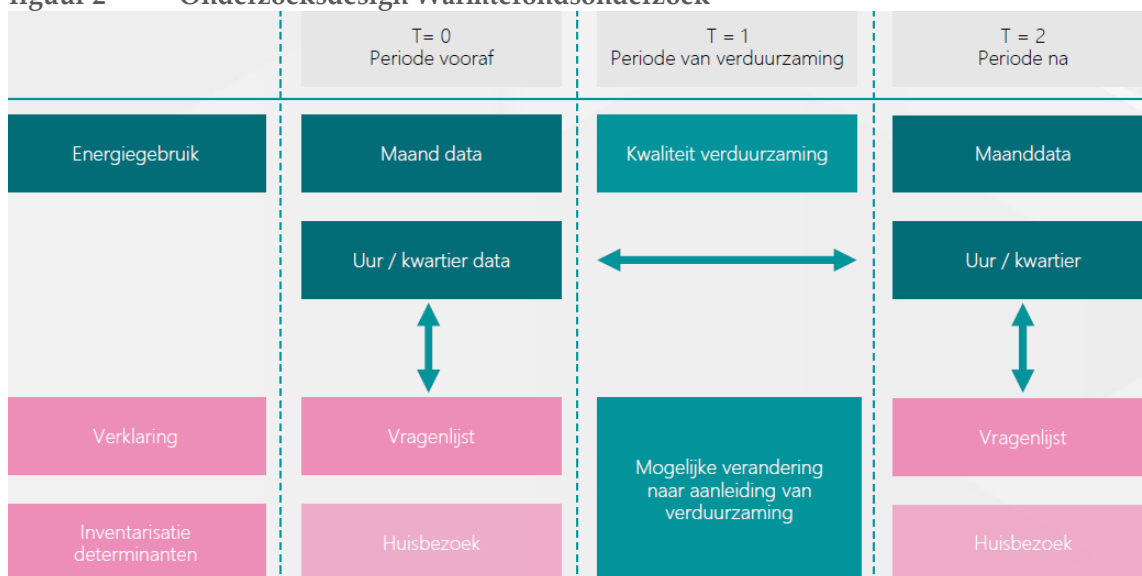
<sup>14</sup> Dit ging bij de NTA800 labels (vooralsnog) slechts om weinig woningen, maar wel vooral in de huursector.

### 3.1.3 Onderzoek 3 (Republiq/Warmtefonds)

De basis van het derde onderzoek<sup>15</sup> werd gevormd door huishoudens die een lening hebben aangevraagd bij het Nationaal Warmtefonds voor een of meerdere verduurzamingsmaatregelen. Deze huishoudens zijn via het Warmtefonds per e-mail benaderd om hun geschiktheid (geen warmtenetten bijvoorbeeld) te peilen, almede om hun bereidheid om mee te doen met het vervolg van het onderzoek (uitgebreide enquête en huisbezoek) en om hun (historische en actuele) slimme-meterdata te delen via deelname aan het energieplatform van Enelagic.

De opzet van het onderzoek was er primair op gericht om informatie te verzamelen over veranderingen in de tijd (situatie voor en na verduurzaming, inclusief eventuele gedragsveranderingen), maar biedt ook mogelijkheden om cross-sectionele vergelijkingen te maken (zowel voor als na verduurzaming). Het design is grafisch weergegeven in figuur 2.

figuur 2 Onderzoeksdesign Warmtefondsonderzoek



De informatie over veranderingen in de tijd biedt de mogelijkheid tot het uitvoeren van longitudinale analyses (vergelijking binnen objecten). Daarbij kunnen verschillen in (patronen van) energiegebruik (o.b.v. slimme-meterdata) en gedrag voor en na het nemen van maatregelen worden gerelateerd aan:

- de getroffen maatregelen (o.b.v. enquête);
- waarbij wordt gecontroleerd voor kenmerken van woningen/huishoudens (o.b.v. enquête, aangevuld met huisbezoek).

<sup>15</sup> Walraven, M., W. van der Does, L. Supheert (2023), Effectiviteit van verduurzaming. Republiq i.o.v. RVO.

De cross-sectionele analyses die ook in dit onderzoeksdesign mogelijk zijn, bieden de mogelijkheid om zowel verschillen in (patronen van) energiegebruik van woningen/huishoudens voor en na het nemen van maatregelen te relateren aan:

- de kwaliteit/uitrusting van de woningen (o.b.v. enquête);
- hierbij te controleren voor bewoning/gedragsaspecten (o.b.v. enquête).

### 3.1.4 Overzicht

De bronnen die in de drie onderzoeken zijn gebruikt, zijn weergegeven in het overzicht in Tabel 1. De respons/deelname aan de verschillende delen van de onderzoeken is weergegeven in het overzicht in Tabel 2.

**Tabel 1 Bronnen voor de onderscheiden datadoelen in de drie onderzoeken**

Datadoel	Slimme meters	NTA	Warmtefonds
(voor)selectie	Gebruikers energieplatform Enelogic	EP-online, BAG, eigendom, locatie warmtenet	Warmtefonds/Enquête intake
De kwaliteit van de woningen	Korte enquête	NTA 8800 & enquête	Uitgebreide enquête & huisbezoek (deel sample)
De duurzaamheidsmaatregelen	Korte enquête	NTA 8800 & enquête	Uitgebreide enquête
(Veranderingen in) bewoning en (energie)gedrag van huishoudens	Korte enquête	enquête	Uitgebreide enquête
Feitelijk energiegebruik	Slimme-meterdata (via Enelogic)	Slimme-meterdata (via Hezelaer)	Slimme-meterdata (via Enelogic)

**Tabel 2 Respons in de drie onderzoeken**

	Slimme meter		NTA		Warmtefonds	
	aantal	percentage	aantal	percentage	aantal	percentage
Benaderd/basis	2.143		15.000		7.504	
Enquête 1/initiële deelname	1.390	65%	989	6,6%	938	12,5%
Scope/selectie:	n.v.t.				864	11,5%
Data delen (bereidheid)	allen		665	4,4%	559	7,4%
Slimme meterdata (deelname platform)	allen				476	6,3%
Scope/selectie:	771	36%			350	4,7%
Analyse/Enquête 2/combi-bestand	458	21%	154	1,0%	166	2,2%
huisbezoek					30	0,4%



De responsgegevens zijn niet helemaal goed te vergelijken tussen de onderzoeken. In het eerste onderzoek ging het eenvoudigweg om het gebruikersbestand van Enelogic dat al had aangegeven mee te willen doen met onderzoek. Hierbij is de uitval logischerwijs beperkt omdat de stap van werving feitelijk kon worden overgeslagen. In de twee andere onderzoeken was wel sprake van werving, maar verschilde dit proces aanzienlijk. Zo vond er in het NTA-onderzoek vooraf een selectie plaats en in het warmtefonds-onderzoek kon dit pas in de eerste enquête. In deze beide onderzoeken vielen overigens na de initiële selectie nog meer respondenten uit omdat ze toch niet aan de vereisten voldeden (bijvoorbeeld geen slimme meter in het huis in het NTA-onderzoek of nog geen maatregelen getroffen in het warmtefonds-onderzoek).

Er waren in zowel het onderzoeken gelegenheden om de respons te verbeteren. Bij het warmtefonds-onderzoek had een reminder – die om technische redenen niet mogelijk bleek – vermoedelijk de initiële respons eenvoudig verder kunnen doen verhogen. Voorts had in dat onderzoek de communicatie m.b.t. de Enelogic propositie kunnen worden versterkt, wat de bereidheid om data te delen waarschijnlijk had vergroot. Ook had het proces van data delen nog wat toegankelijker en eenvoudiger gekund wat de respons ook had kunnen verhogen. Bij het NTA-onderzoek gingen er zaken niet goed met de links naar de enquête (anders dan via de QR-code) waardoor respondenten zijn ‘gemist’ die wel mee hadden willen werken. Ook was er twee dagen na ontvangst van de brief door de respondenten een onaangekondigde update van de server van de survey-provider die een hele ochtend duurde.

Per saldo was de respons gunstiger in het warmtefonds-onderzoek. Hiervoor zijn twee redenen. De eerste is dat de respondenten vanuit het Warmtefonds bij het onderwerp betrokken zijn (men heeft financiering aangevraagd voor een of meerdere duurzaamheidsmaatregelen). Vanuit die betrokkenheid is het aannemelijk dat men ook in het onderwerp is geïnteresseerd, waardoor deelname over het algemeen makkelijker te realiseren is (warme acquisitie) dan wanneer de vraag ‘uit het niets’ komt (koude acquisitie). De tweede reden is dat de respondenten in het warmtefonds-onderzoek vrijwel allemaal bewoners van koopwoningen zijn. Onder die groep is de respons normaal gesproken gunstiger dan onder bewoners van huurwoningen. In het NTA-onderzoek was de respons onder eigenaar-bewoners bijvoorbeeld 8.8% (vergeleken met 4,9% voor huurders bij een corporatie).

## 3.2 Bevindingen per bron

### 3.2.1 Slimme-meterdata

Slimme-meterdata zijn in de drie onderzoeken betrokken via een zogenaamde ODA, een Onafhankelijke DienstenAanbieder: een bedrijf dat gecertificeerd is om meterstanden uit te lezen via de netbeheerder voor zogenaamde kleinverbruikmeters, na toestemming van de bewoner. In principe kan hierbij zowel historische als actuele data worden ontsloten. Voor historische data is een complicatie dat deze niet meer opvraagbaar zijn als de bewoner is veranderd (dus bijvoorbeeld bij verhuizing). Dit heeft in het bijzonder bij

het NTA-onderzoek voor relatief veel ontbrekende historische slimme-meterdata gezorgd. De reden daarvoor is dat een opname voor een energielabel relatief vaak wordt gedaan voordat een woning van bewoner verandert (zie ook paragraaf 3.2.2).

Historische slimme-meterdata kunnen – mits er toestemming is van de bewoner van het pand waar de gegevens betrekking op hebben - worden uitgelezen uit de meters zelf. In het slimme meteronderzoek is gebruik gemaakt van intervaldata die gedurende twee jaar door de ODA zijn verzameld. In de andere onderzoeken kon alleen gebruik worden gemaakt van wat er in het geheugen van de meter zelf wordt opgeslagen. In het NTA-onderzoek betrof dit 13 maanden aan maandverbruiken, dagverbruiken van 40 dagen en intervaldata (kwartierdata voor elektriciteit en uurdata voor gas) van 10 dagen terug. In het Warmtefondsonderzoek wordt melding gemaakt van 12 maanden maandverbruiken en een maand aan intervaldata voor gas (uur) en elektriciteit (15 minuten).

Zolang een meetwaarde is opgeslagen in de meter is het technisch gezien mogelijk deze meetwaarde uit te lezen. Over een langere periode terugkijken is daarmee alleen mogelijk op het meer geaggregeerde niveau van maandgegevens. Door de meters periodiek uit te lezen, kunnen de verbruiksgegevens wel op detailniveau worden gemonitord vanaf het moment van toestemming. De volgende soorten gegevens zijn dan beschikbaar:

- Levering gas;
- Levering elektriciteit (totaal);
- Levering elektriciteit (daltarief en normaal tarief; netto levering als aanvulling op gebruik eventueel zelf opgewekte elektriciteit);
- Teruglevering elektriciteit (daltarief en normaal tarief; netto teruglevering na eigen gebruik eventueel zelf opgewekte elektriciteit).

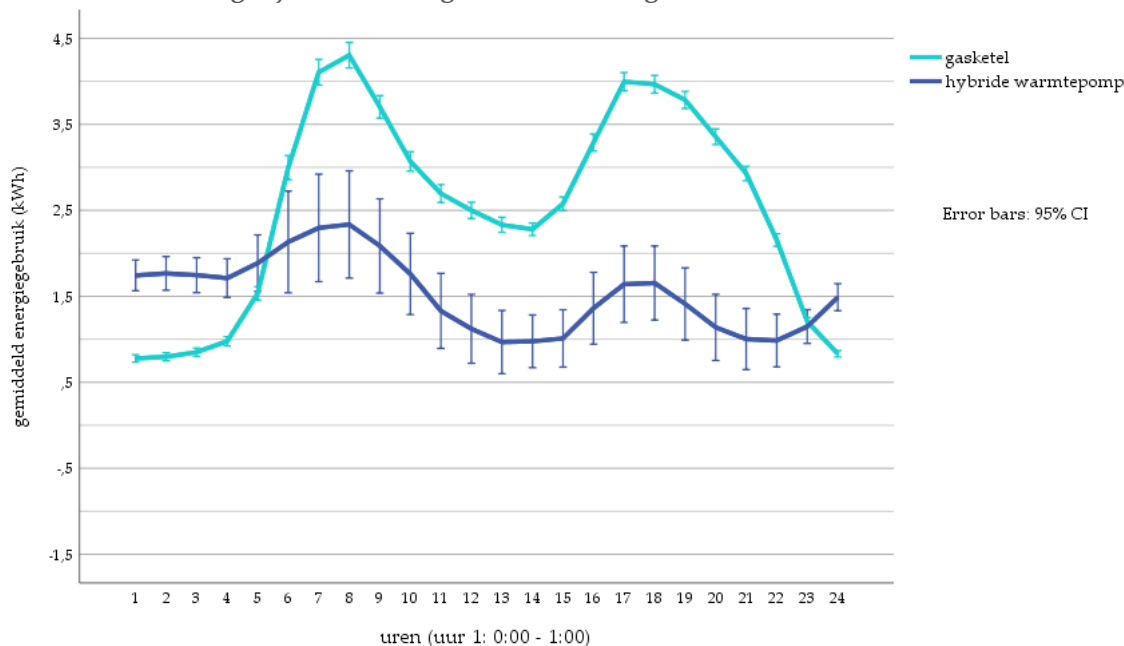
In het NTA-onderzoek zijn verschillende wegen verkend om de slimme-meterdata te verkrijgen. Via Energie Data Services Nederland (EDSN) bleek dat niet mogelijk omdat daarvoor (vooralsnog) de wettelijke basis ontbreekt. Er is wetgeving in voorbereiding waardoor dit in de toekomst eventueel wel kan (en de ODA-rol in dit verband kan vervallen). Via ODA's kan momenteel wel slimme-meterdata worden opgehaald, maar niet alle ODA's zien dit als hun 'corebusiness', hebben hier afdoende ervaring mee of werken niet met kwartierdata, wat voor de onderzoeksdoeleinden wel gewenst is. In het NTA-onderzoek zijn Fudura, Kenter en Hezelaer benaderd, waarbij de laatste de meest veelbelovende leek en waarmee is verdergegaan. In het warmtefondsonderzoek is gewerkt met Enelogic waar al eerder in het slimme-meteronderzoek (positieve) ervaringen mee waren opgedaan.

Levering van data door de ODA vindt plaats in json-formaat. Deze bestanden worden bewerkt voor de analysedoeleinden. Daarvoor zijn in de onderzoeken diverse scripts ontwikkeld die in beginsel ook in de toekomst kunnen worden gebruikt. De kwaliteit van de slimme-meterdata is bij beide ODA's niet 100%. Er ontbreken gegevens en er zijn extreme waarden waarvoor moet worden gecorrigeerd. In het algemeen geldt dat hoe

gedetailleerder de informatie is (kwartierdata en uurdata in plaats van dag- of maand-data), hoe meer ‘fouten’ en ontbrekende data er zijn. Dit lijkt vooral te maken te hebben met (tijdelijke) storingen bij het uitlezen van de slimme meters.

Na verwerking bieden de slimme-meterdata goede mogelijkheden voor analyse. In het eerste onderzoek is bijvoorbeeld een vergelijking gemaakt tussen het (naar kWh omgerekende) energiegebruik per uur in woningen met een gasketel en een hybride warmtepomp in het stookseizoen (figuur 3) en erbuiten (figuur 4). Hierbij zijn in de vergelijking alleen woningen meegenomen die (volgens opgave van de bewoners) geheel geïsoleerd zijn, minimaal 100 m<sup>2</sup> woonoppervlak hebben, geen tussenwoningen of appartementen zijn en waar het huishouden geen elektrische auto heeft die thuis wordt opgeladen.

figuur 3 Energiegebruik in het stookseizoen in woningen met hybride warmtepomp en in vergelijkbare woningen met een HR-gasketel

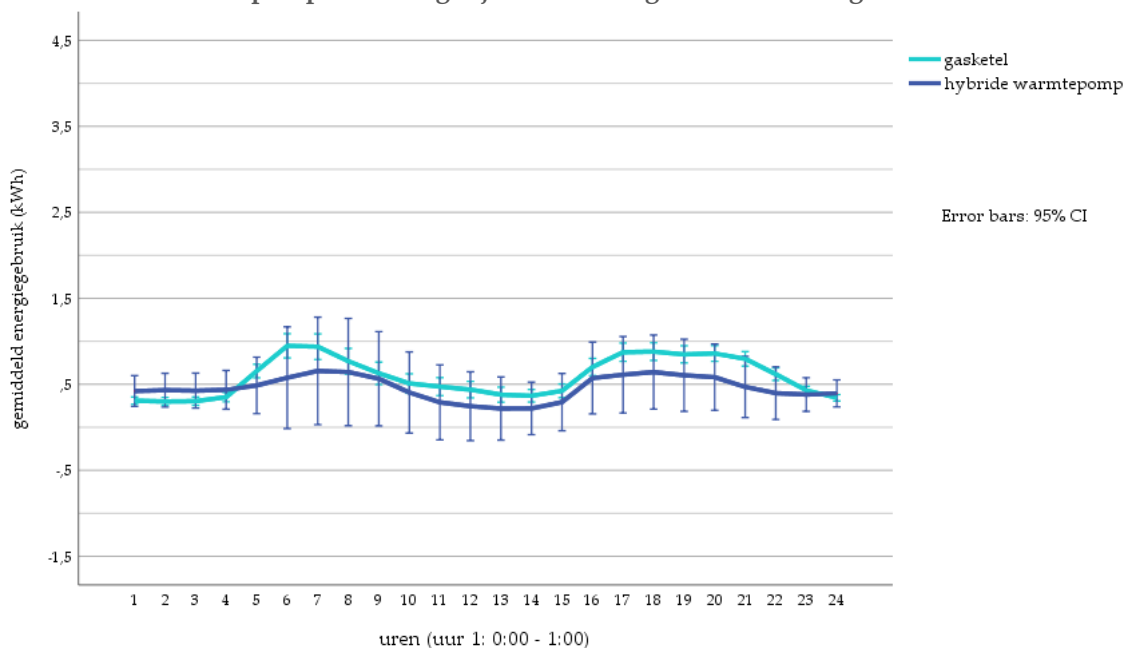


Noot. De ‘balkjes’ bij de meetpunten betreffen steeds het 95% betrouwbaarheidsinterval rond het gemiddelde energiegebruik op een bepaald moment in een groep. Waar deze intervallen overlappen, zijn de verschillen niet significant, waar ze dat niet doen zijn de verschillen wel significant. De ‘balkjes’ zijn groter in de groep woningen met een hybride warmtepomp omdat dit een kleiner aantal woningen betreft, waardoor de schatting van het gemiddelde minder betrouwbaar is.

De vergelijkingen in en tussen beide figuren geven aan dat er met behulp van slimme-meterdata zinvolle uitspraken mogelijk zijn over etmaalpatronen van energiegebruik in relatie tot verschillen in verduurzamingsmaatregelen die zijn toegepast. De etmaalpatronen geven niet alleen inzicht in verschillende niveaus van energiegebruik, maar ook

in verschillen in (stook)gedrag gedurende de dag. Zo is er veel minder variatie gedurende de dag in energiegebruik in de groep met een hybride warmtepomp en is het verbruik in de nacht in deze groep wat hoger dan in de groep met een Hr-ketel. Dat wijst op ander gedrag: streven naar een constantere temperatuur bij een hybride warmtepomp tegenover nachtverlaging bij een Hr-ketel.

**figuur 4** Energiegebruik buiten het stookseizoen in woningen met hybride warmtepomp en in vergelijkbare woningen met een HR-gasketel



Een beperking bij de slimme-meterdata zoals die op dit moment door de ODA's worden geleverd is dat in de gegevens over elektriciteitslevering en -teruglevering het eigen verbruik van (met pv-panelen) opgewekte energie al is verdisconteerd. Dat ontnemt het zicht op het feitelijke elektriciteitsverbruik (en eventuele veranderingen die daarin optreden bij de installatie van pv-panelen). Aanvulling van de gegevens met de feitelijke opbrengsten van de zonnepanelen zonder dat hierin het eigen verbruik is verwerkt, is wenselijk om daar meer scherpte in te kunnen krijgen.

### 3.2.2 NTA 8800

Een energielabel is verplicht bij verkoop, verhuur en oplevering van woningen en appartementen. Om die reden zijn de woningen met een NTA-8800 label vaak woningen die onlangs van bewoner zijn gewisseld of waarbij dat in de nabije toekomst het geval zal zijn. Dat maakt dat een vergelijking van energiegebruik voor deze woningen vaak alleen mogelijk is voor de huidige/toekomstige situatie. Historische slimme-meterdata zijn niet beschikbaar en als die wel beschikbaar zijn, zijn deze veelal niet bruikbaar omdat ze betrekking hebben op een ander huishouden dan de actuele data. Omdat na aankoop vaak wordt verbouwd/verduurzaamd is onzeker in hoeverre het energielabel (dat

voor mutatie is vastgesteld) nog van toepassing is op de woning nadat deze wordt bewoond door de nieuwe bewoners.

De woningen met een NTA-label zijn vermoedelijk redelijk representatief voor de Nederlandse woningvoorraad. Corporatiewoningen zijn wel oververtegenwoordigd, wat deels te maken heeft met de hogere mutatiegraad in het huursegment. Ook de verplichting die voortvloeit uit het Convenant Energiebesparing Huursector om voor de sector als geheel in 2021 (oorspronkelijk 2020) gemiddeld op label B uit te komen is een incentive geweest voor verhuurders om verbeteringen snel in een labelregistratie vast te leggen. De afspraken met corporaties over uitfasering van woningen met (de huidige) energielabels E, F en G in 2028 zullen labelregistratie in de komende periode verder stimuleren.<sup>16</sup> Met de afspiegeling van de (mutterende) woningvoorraad zijn de woningen met een NTA-label niet bij uitstek de woningen waarin – ten tijde van de opname - veel interessante maatregelen zijn genomen. De netto steekproef waarvoor de NTA-gegevens beschikbaar konden worden gemaakt (N=665), betrof bijvoorbeeld 90% woningen die worden verwarmd met HR107-ketel en 2% woningen met een warmtepomp.

De ontsluiting van de gegevens uit de NTA-8800 opname biedt in potentie goede aanknopingspunten om de datakwaliteit met betrekking tot de staat van de woningen (en de maatregelen die erin zijn getroffen) te verbeteren. De gedetailleerde informatie (met bijvoorbeeld isolatiewaarden) is niet openbaar (via ep-online). Gebruik ervan is afhankelijk van de toestemming van de bewoner van de woning waar de gegevens betrekking op hebben. Verwerking van de NTA-monitorbestanden (afzonderlijke xml-bestanden per adres) tot bruikbare tabelvormige data vraagt veel nadere bewerking. Hiervoor is in het NTA-project een Python script ontwikkeld dat gebruik maakt van het NTA 8800 normdocument en van het document “Beschrijving Generieke XML EPG versie 4.0” dat is opgesteld door DGMR Software. Dit script kan in beginsel ook in toekomstige projecten worden gebruikt.

In het onderzoek is nog niet vastgesteld of de opnamegegevens in kwalitatieve zin meerwaarde bieden voor de verklaring van energieverbruik. De analyses die daarvoor nodig zijn, zijn nog niet uitgevoerd. Mogelijkheden hiertoe zijn een vergelijking van de NTA-opnames met gegevens uit de enquête en nadere analyse van de verklaringskracht van de specifieke aspecten in de NTA-opname voor de verschillen in energieverbruik tussen woningen.

### 3.2.3 Enquêtes

In alle onderzoeken zijn (online) enquêtes gebruikt. In het NTA-onderzoek was dat een beperkte enquête waarin gebruikelijke vragen zijn gesteld over de bewoners, de woning en het gedrag van bewoners. In het Enelogic-onderzoek (slimme-meterdata) is een wat

---

<sup>16</sup> Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties | Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (2022) Beleidsprogramma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving.

uitgebreidere enquête ingezet. En in het warmtefondsonderzoek is een veel uitgebreidere enquête ingezet waarin steeds expliciete vergelijkingen zijn gemaakt tussen de situaties voor en na verduurzaming. Daarmee is zicht verkregen op de genomen (combinaties) van maatregelen, maar ook op veranderingen in gedrag die daarmee (mogelijk) samenhangen. Aan de enquête die in het warmtefondsonderzoek is gebruikt, ligt een uitgebreid conceptueel kader ten grondslag waarin de determinanten van (veranderingen in) energiegebruik in zijn gespecificeerd. De enquête betreft een selectie van de belangrijkste (en middels enquêtering te bevragen) determinanten daarin. Het conceptuele kader en de enquête die erop is gebaseerd, kunnen ook in toekomstig onderzoek worden ingezet.

Omdat de verbruiksgegevens nog geen vergelijking van stookseizoenen mogelijk maken, zijn er nog geen analyses uitgevoerd die zichtbaar kunnen maken of maatregelen samenhangen met veranderingen in verbruikspatronen en met relevante veranderingen in gedrag. Bij continuering van het onderzoek ontstaan die mogelijkheden vanzelfsprekend wel.

In beide onderzoeken is duidelijk geworden dat enquêtes - net als NTA8800 opnames - momentopnamen zijn. Op zichzelf is dat geen probleem wanneer situaties op een bepaald moment worden vergeleken. Echter, verduurzaming is in veel gevallen een dynamisch proces, waarbij niet alle maatregelen in een keer worden genomen. Geregeld gaat het stap-voor-stap, waarbij maatregelen toch op een ander moment worden genomen dan gepland of waarbij zaken op een andere manier wordt uitgevoerd dan van tevoren bedacht.

### 3.2.4 Huisbezoeken

In het Warmtefondsonderzoek zijn 30 huisbezoeken uitgevoerd. Het doel hiervan was om nader te verkennen of dit aanvullende en relevante inzichten oplevert. De voorlopige conclusie is dat dit het geval is, maar dat de inzet ervan niet in alle situaties even zinvol is. Huisbezoeken zijn zinvol in situaties die niet kunnen worden 'gevangen' in standaardvragen en 'modellen' van hoe woningen in elkaar zitten. Zeker in de koopsector is de variatie groot. In de huursector komen meer 'standaarden' voor. Een huisbezoek geeft per definitie een beter beeld van de lay-out van een woning en van de aard en kwaliteit van toegepaste verduurzamingsmaatregelen dan een enquête. Of die detailinformatie ook echt nodig is voor de verklaring of dat deze ook als onvermijdelijke 'errorvariatie' kan worden beschouwd, is de vraag.

Ook kan er met huisbezoeken meer inzicht worden verkregen in gedragingen van bewoners die niet zijn voorzien en waar dus niet naar is gevraagd in de enquête. Dergelijke gedragingen kunnen sterk verklarend zijn voor afwijkend energiegebruik en bijdragen aan het inzicht in de achtergrond van pre- en reboundeffecten. Een goed voorbeeld van onvoorzien gedrag is de permanente verwarming met IR-panelen om een constante temperatuur in huis te bereiken, resulterend in een bijzonder hoge elektriciteitsrekening. Dit gebruik kwam naar voren tijdens een huisbezoek. Zonder huisbezoek was dit gedrag niet boven water gekomen (omdat er niet naar was gevraagd in de enquête) en was

in reguliere analyses aan ir-panelen een (te) hoog verbruik gekoppeld of was het object verwijderd als ‘outlier’. Door het huisbezoek is de conditie duidelijk geworden die bepalend is voor het hoge verbruik. In beginsel kan dit dan ook ‘normaal’ in de vragenlijst worden meegenomen, want het is niet uitgesloten dat deze persoon niet de enige is met een dergelijk gebruik van IR-panelen.

Huisbezoeken kunnen al met al nuttig zijn om ‘onverklaarbare’ verschillen nader te duiden en daarvan te leren. Als standaard werkwijze is het echter geen kostenefficiënte manier van dataverzameling. In algemene zin kunnen gegevens over de woningen (en de erin genomen maatregelen) kostenefficiënter worden verzameld door (online) enquêtering of via de gegevens die worden verzameld bij opname van het NTA8800 label. Bij opvallende uitkomsten zijn huisbezoeken bij uitstek nuttig om inzichten te genereren die, voor zover het aspecten betreft die sterk verklarend zijn, ook weer in de enquêtering kunnen worden verwerkt (dus breder uitgevraagd).

### 3.3 Analyses

#### 3.3.1 Regressieanalyse: verklaring verschillen energiegebruik

In de cross-sectionele analyses ligt het voor de hand om met de betere data verschillen in energiegebruik te verklaren zoals dat voorheen ook werd gedaan om na te gaan of er in algemene zin een betere verklaring mogelijk is dan de 50% waarop die tot nu toe bleef steken. Daarvoor kunnen regressieanalyses worden gedaan op het niveau van het totale verbruik in een jaar of meer toegespitst op het stookseizoen.

De partiële bijdrage van de verschillende kenmerken in de regressie aan de verklaring van verschillen in energiegebruik kan worden omgerekend naar de afzonderlijke bijdrage van maatregelen – gecontroleerd voor de overige condities (zoals gedrag, het type woning en andere maatregelen). Hierbij is een goede balans tussen de steekproefgrootte en het aantal variabelen in de analyse vanzelfsprekend wel van belang. Doordat er samenhangen bestaan tussen verschillende maatregelen (een bodem/water -water warmtepomp zal normaal gesproken alleen worden ingezet in goed geïsoleerde woningen) is het bij dit type analyses echter niet ondubbelzinnig mogelijk om de effecten van afzonderlijke kenmerken als besparingsgetalen te interpreteren.<sup>17</sup>

In het NTA-onderzoek zijn regressieanalyses uitgevoerd waarbij de relatie is gelegd tussen het theoretisch stookgerelateerde gasverbruik en de feitelijke verschillen in energie-

---

<sup>17</sup> In regressieanalyses wordt – bij een sterke multicollineariteit (onderlinge samenhang) van de onafhankelijke variabelen – een van deze variabelen verwijderd omdat er anders onbetrouwbare coëfficiënten ontstaan. In andere gevallen ontstaat al snel de situatie dat de variabele met de sterkste samenhang met de afhankelijke variabele het effect overneemt van de variabele met de wat minder sterke samenhang met de afhankelijke variabele. Dat levert voor de ene variabele/maatregel dus een overschatting op en voor de andere een onderschatting van de bijdrage.



gebruik tussen woningen. In een cross-sectionele analyse waarbij outliers zijn verwijderd, bleek de verklaringskracht van het uit het NTA8800 label resulterende theoretische stookgerelateerde gasverbruik voor verschillen in werkelijk gasverbruik per m<sup>2</sup> woonoppervlak in het stookseizoen (1 oktober 2021 tot 1 mei 2022) zo'n 28% te zijn. Hoewel het daarmee zeker niet alles verklarend is, is het opvallend goed vergeleken met de samenhangen die voorheen (met het oude energielabel) werden gevonden. De samenhang tussen het energielabel (RVO, peildatum 1-1-2021) en het (jaarlijks) gasverbruik per vierkante meter woonoppervlak zoals dat bijvoorbeeld uit het WoON 2021 naar voren komt, is bijvoorbeeld beduidend lager met minder dan 10% verklaarde variantie. In het Enelogic-onderzoek had de relatie tussen gasverbruik en (oude) energielabels zelfs niet meer dan 5% verklaarde variantie.

De onderzoeken zijn niet helemaal goed te vergelijken. Zo is het gasverbruik in het WoON een standaard jaarverbruik, in het NTA-onderzoek gaat het alleen om gasverbruik in het stookseizoen en in het Enelogiconderzoek om jaarverbruik. Verder is het theoretisch stookgerelateerde gasverbruik uit de NTA8800-opname een continue variabele, waar het energielabel in het WoON en het Enelogiconderzoek een categorische variabele is. Tot slot zijn de steekproeven van het Enelogic- en het NTA-onderzoek betrekkelijk klein (respectievelijk N=496 en N=149 tegenover N=23.000 in het WoON). Een kleine steekproefomvang maakt deze onderzoeken gevoeliger voor 'toevallige' uitkomsten. De uitkomsten binnen samples van de NTA-steekproef zijn overigens wel stabiel, wat de kans op die toevallige uitkomsten weer verkleint.

Uit de analyse wordt duidelijk dat de verklaringskracht van het theoretisch stookgerelateerde gasverbruik uit de NTA8800-labels voor verschillen in gasverbruik in het stookseizoen op basis van slimme meterdata aanzienlijk groter is dan die van oude energielabels voor deels geschatte jaarverbruiken op basis van jaarverbruiken die door netbeheerders worden aangeleverd. Ook de verklaring van verbruiken op basis van slimme meterdata met de oude energielabels was niet gunstig. Dat doet vermoeden dat het vooral de betere woningopname (en dus een beter energielabel) is die het verschil maakt. Dit stemt hoopvol dat ook de onderliggende woningkenmerken zoals de isolatiegraad uit de NTA8800 opname van toegevoegde waarde zullen kunnen zijn.

### 3.3.2 (Co)variantieanalyse: verschillen tussen groepen

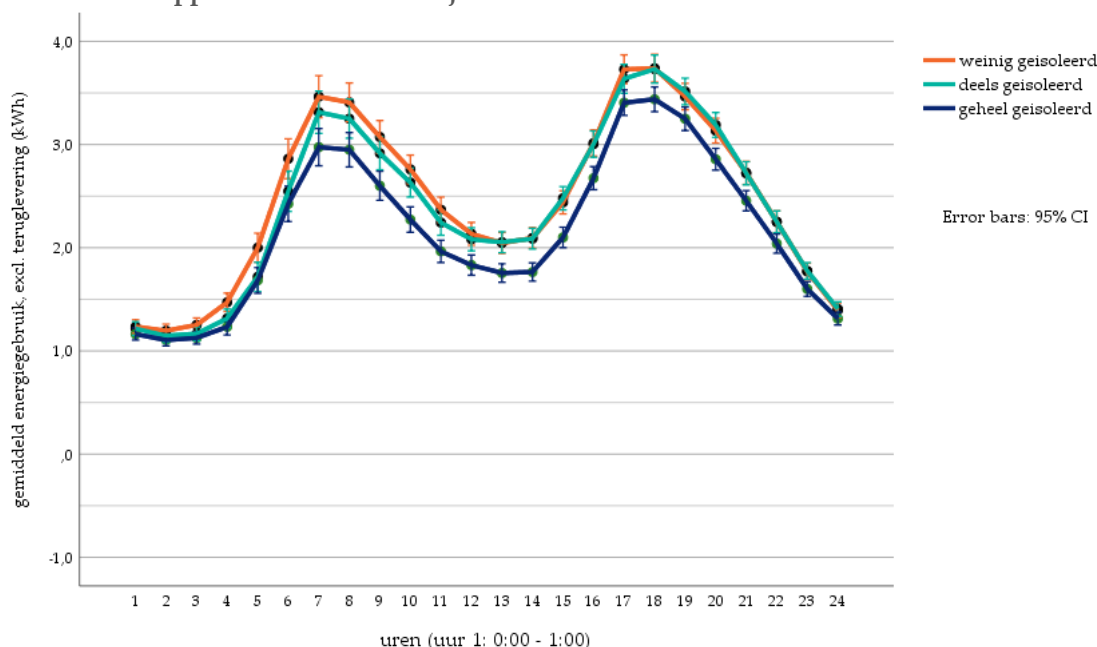
Door de gedetailleerdheid van slimme-meterdata is het ook mogelijk om groepen te vergelijken op het niveau van patronen in energiegebruik zoals in de voorbeelden in figuur 3 en figuur 4 met variantieanalyse (repeated measures design) is gedaan. Bij de vergelijking van groepen door middel van variantieanalyse zijn er weer verschillende mogelijkheden om die analyses in te richten:

1. Patronen van energiegebruik relateren aan duurzaamheidsmaatregelen (zoals de isolatiegraad) en de variatie die binnen de groepen bestaat statistisch te corrigeren door het meenemen van andere kenmerken in de analyse.
2. Vergelijking van een homogene groep (met een vergelijkbaar duurzaamheidsprofiel) met het gemiddelde profiel (alle andere woningen bijvoorbeeld).

3. Vergelijking van groepen die onderling sterk vergelijkbaar zijn, behalve op het aspect waarop wordt vergeleken.

Een voorbeeld van methode 1 – op basis van het Enelogiconderzoek - is weergegeven in figuur 5. Daarbij is van de isolatiegraad een inschatting gemaakt op basis van gegevens uit een enquête over de aanwezigheid van vormen van isolatie (ja/nee) en het bouwjaar van de woning en niet op basis van woningopnames. De verwachting is dat de verschillen pregnanter kunnen zijn als dit op NTA8800-opnames wordt gebaseerd.

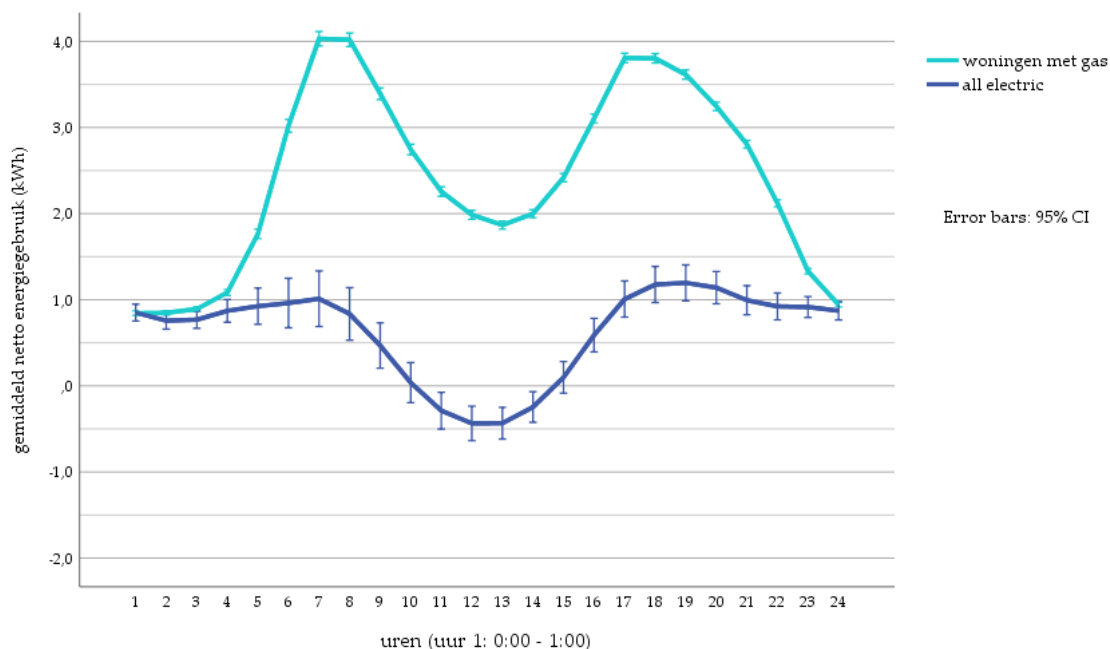
figuur 5 Energiegebruik (excl. teruglevering) in het stookseizoen naar isolatiegraad, gecontroleerd voor woninggrootte, aantal gevels, type huishouden, apparatenbezit en leeftijd oudste bewoner



Een voorbeeld van methode 2 is weergegeven in figuur 6 – eveneens op basis van het Enelogiconderzoek. Hierbij wordt een zeer specifieke, maar homogene groep woningen vergeleken met een veel meer pluriforme groep woningen. Voorbeelden van methode 3 zijn eerder al in figuur 3 en figuur 4 weergegeven.

Nadere beschouwing van de verschillende methodes om groepen te vergelijken leidt tot de conclusie dat methode 3 in de regel de best interpreteerbare resultaten oplevert. De inzetbaarheid ervan is echter gelimiteerd omdat het vereist dat er groepen vergelijkbare woningen zijn van een voldoende omvang. Hoe meer selectiecriteria er zijn en hoe algemener een maatregel kan worden toegepast, hoe kleiner de selectie wordt en hoe lastiger het wordt om statistisch betrouwbare verschillen te kunnen meten. Dus, voor betrekkelijk weinig voorkomende maatregelen, zoals een zonneboiler, die niet in een specifiek segment voorkomen, maar bijvoorbeeld verdeeld over allerlei verschillende woninggroottes en isolatiegraden van die woningen, is deze methode meestal niet goed toepasbaar. Dan ligt een van de andere methodes meer voor de hand.

figuur 6 Netto energiegebruik in het stookseizoen voor all electric woningen vergeleken met woningen waarin deels ook gas wordt verbruikt



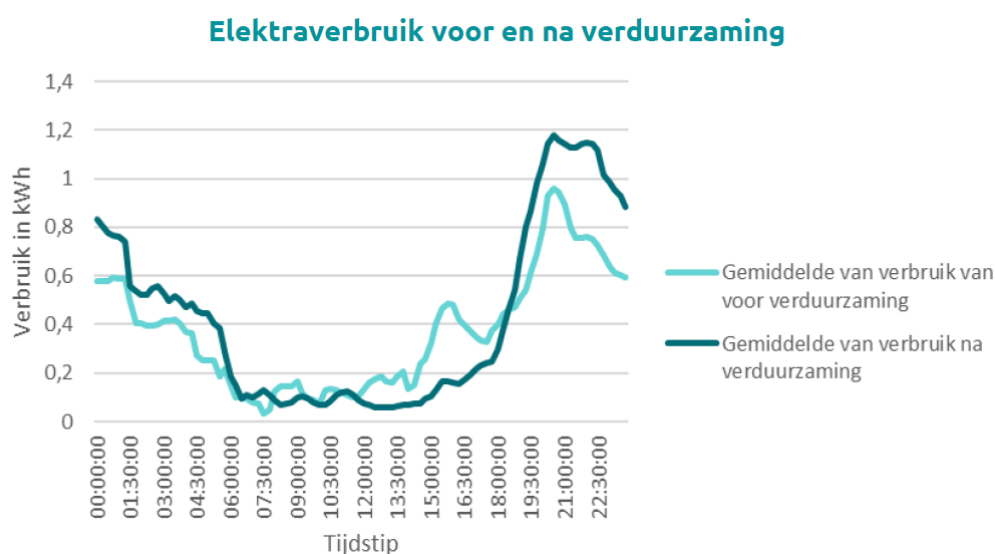
Met statistische controles (methode 1) is het niet nodig om homogene groepen te maken. Er kan dan uit worden gegaan van de gehele groep (met maatregel). Die groep kan vervolgens – met controle voor de relevante andere kenmerken – worden vergeleken met de gehele overige groep (zonder maatregel). Deze aanpak veronderstelt dat de relevante controlekenmerken bekend zijn en dat die op een goed onderscheidende manier zijn gemeten. Dat vraagt dus veel aandacht voor het meten van mogelijk versturende omstandigheden. Daarbij geldt dat die omstandigheden zo uitputtend mogelijk in beeld moeten zijn, maar ook dat ze zo precies mogelijk moeten worden gemeten. Een continue verdeling (bijvoorbeeld oppervlak in vierkante meters) is daarbij te prefereren boven een indeling in klassen. Allereerst omdat een continue verdeling nauwkeuriger is, maar ook omdat het voordelen heeft om een kenmerk als covariaat op te nemen in de variantieanalyse, in plaats van als factor.

Methode 2 (figuur 6) kan aansprekende inzichten opleveren. De methode is er echter wel gevoelig voor dat de groep woningen waarbij de maatregel is toegepast ook op andere relevante (dus energiegebruik verklarende) kenmerken van het gemiddelde verschilt dan alleen de maatregel. In het voorbeeld in figuur 6 kan dat bijvoorbeeld woninggrootte (mogelijk kleiner), isolatiegraad (mogelijk beter) of aard van de bewoning (mogelijk minder bewoners) zijn, naast het feit dat het all electric woningen betreft. De verschillen in energiegebruik kunnen dan deels ten onrechte worden toegeschreven aan de maatregel waarop wordt vergeleken.

### 3.3.3 Longitudinale analyse

Longitudinale analyses kunnen ook goed worden gedaan volgens het principe van de variantieanalyse (met herhaalde metingen). Gemiddelde etmaalpatronen van zowel afzonderlijke huishoudens als van groepen huishoudens waarbij vergelijkbare maatregelen zijn genomen kunnen dan worden getoetst op hun verandering in de tijd. In figuur 7 wordt – uit het Warmtefondsonderzoek - een voorbeeld<sup>18</sup> gegeven van zo'n longitudinale vergelijking voor een specifiek huishouden met slimme-meterdata op kwartierbasis.

figuur 7 Longitudinale vergelijking volgens ANOVA-model in Warmtefondsonderzoek bij één casus buiten het stookseizoen



Het grote voordeel van longitudinale analyses ten opzichte van cross-sectionele analyses is dat kan worden ingezoomd op de veranderingen die met verduurzaming hebben plaatsgevonden. Er hoeft veel minder te worden gecontroleerd voor allerlei verschillen tussen woningen/huishoudens binnen een groep. De analyse wordt daarmee robuuster. Het is daarbij vanzelfsprekend wel erg belangrijk dat goed scherp wanneer, welke maatregelen zijn getroffen.

Waar ook rekening mee moet worden gehouden zijn exogene invloeden op veranderingen in energiegebruik. Denk bijvoorbeeld aan weersveranderingen (graaddagencorrectie is minimaal noodzakelijk), maar ook veranderingen in energieprijzen of andere bredere maatschappelijke veranderingen (zoals energiebewustzijn) kunnen een versturende rol hebben. Zeker in de huidige tijd waarin veranderingen rond de covid-epidemie

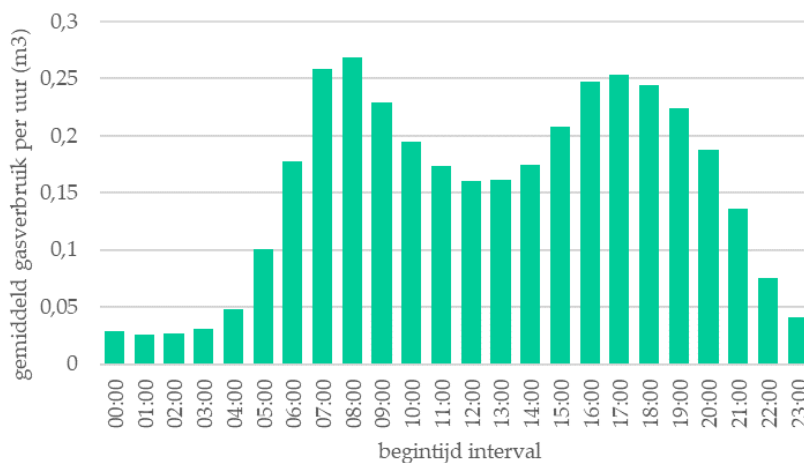
<sup>18</sup> Inhoudelijk is deze analyse verder niet interessant omdat deze betrekking heeft op de maanden buiten het stookseizoen en de genomen maatregelen vooral relevant zijn in het stookseizoen. Het voorbeeld laat wel goed zien dat een longitudinale vergelijking qua visualisering niet anders hoeft te zijn dan een vergelijking tussen groepen.

(wel/niet thuiswerken), de sterk toegenomen aandacht voor ‘klimaat’, de hoge energieprijzen als gevolg van de Oekraïne-oorlog en ingrijpend overheidsbeleid (kortingen op de energierekening, prijsplafond) spelen, is het belangrijk om hier voldoende aandacht voor te hebben. Om voor die bredere maatschappelijke invloeden te controleren is een vergelijking wenselijk met de gemiddelde verandering in dezelfde periode voor een algemene controlegroep (ontwikkeling energiegebruik in de populatie of subgroepen daarvan).

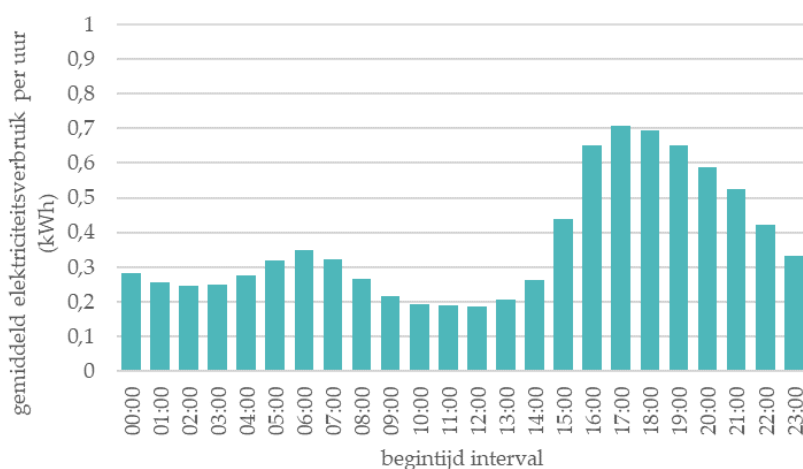
### 3.3.4 Clusteranalyse: verschillen in patronen

De gedetailleerde slimme-meterdata maken het mogelijk om verschillen in verbruikspatronen tussen groepen woningen/huishoudens te laten zien. De omgekeerde weg is ook mogelijk waarbij naar groepen huishoudens/woningen met vergelijkbare verbruikspatronen wordt gezocht om vervolgens na te gaan waarom die op elkaar lijken. Het is immers ook denkbaar dat verschillende (pakketten van) maatregelen tot vergelijkbare patronen leiden. Om die patronen te identificeren, is (hiërarchische) clusteranalyse een geschikte methode. De in Nederland meest voorkomende patronen voor gasverbruik en elektriciteitslevering in het stookseizoen, zoals die uit het Enelogiconderzoek naar voren kwamen, zijn weergegeven in figuur 8 en figuur 9.

figuur 8 Meest voorkomende patroon gasverbruik in het stookseizoen



figuur 9 Meest voorkomende patroon elektriciteitsverbruik in het stookseizoen



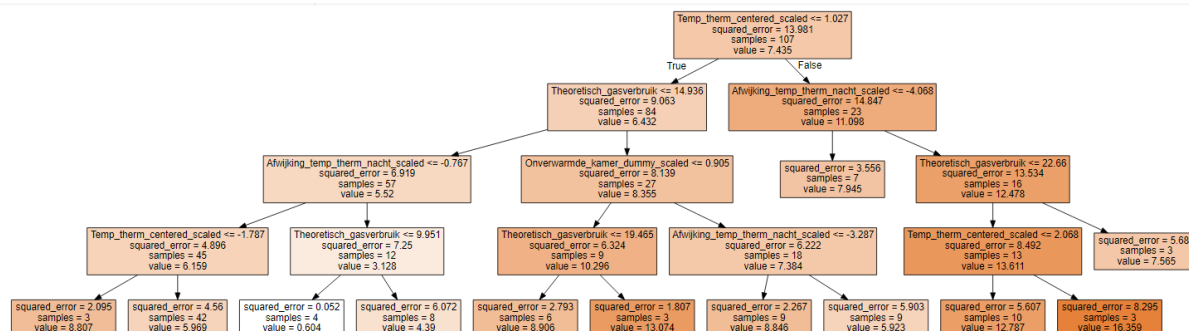
### 3.3.5 Beslisboom: achtergrond bij verschillen in verbruik

Een andere methode van clustering is decision tree analysis. Daarmee kunnen de relaties zichtbaar worden gemaakt tussen verschillende sleutelvariabelen (zoals woningkwaliteit en energiedrag) en een resulterende variabele (zoals energiegebruik). Op die manier kan duidelijk worden wat bijvoorbeeld de meest verklarende variabelen zijn voor een hoog of laag energiegebruik. In het NTA-onderzoek is ter illustratie een dergelijke analyse uitgevoerd met de verklarende variabelen:

- Theoretisch gasverbruik;
- Thermostaatinstelling;
- De instelling van een afwijkende nachttemperatuur;
- Het niet verwarmen van een of meer kamers.

De uitkomst wordt grafisch weergegeven in figuur 10. Daarin kan worden gezien welke ‘keuzes’ tot een hoog of laag gasverbruik in het stookseizoen leiden.

figuur 10 Visualisatie decision tree analysis uit NTA-onderzoek



Een laag verbruik hangt samen met een lage thermostaatinstelling, een gunstig energielabel (laag theoretisch gasverbruik) en een hoge nachttemperatuur (resultierend in groep 3 op het onderste niveau in de figuur). Een hoog verbruik hangt samen met het tegendeel (groep 10), maar ook de situatie van een lage thermostaatinstelling in combinatie met een ongunstig energielabel en het verwarmen van de gehele woning leidt tot een hoog verbruik (groep 6).

De figuur 10 dient als illustratie. De indruk van Infiniot is dat de steekproef te klein is om met deze methode tot een goede modelspecificatie te komen. Of er daadwerkelijk een negatieve samenhang is tussen de nachttemperatuur en gasverbruik (dus lage temperatuur en relatief hoog verbruik) is dan ook onzeker en kan het resultaat zijn van overspecificatie van het model. De methode kan goed worden gebruikt om de achtergronden van essentiële verschillen binnen een verder behoorlijk homogene groep woningen/huishoudens te verklaren. Voor toepassing op de volledige set aan mogelijke verklarende variabelen voor die verschillen levert de analyse naar mogelijk geen inzichtelijke beelden op omdat – door het grote aantal variabelen - het aantal paden dan al snel te groot wordt.

### 3.3.6 Machine learning

De grote hoeveelheden data die worden verzameld met slimme-meterdata, maar ook met het grote aantal aspecten dat – al dan niet in onderlinge samenhang - van invloed kan zijn op het energiegebruik, maken het aantrekkelijk om de principes van machine learning toe te passen op de data. Met machine learning kunnen in beginsel dezelfde inzichten worden verkregen als met klassieke statistische analyses (m.n. clustering en regressie). Maar een belangrijk voordeel van de methodes die hierbinnen bestaan is dat de relaties tussen de aspecten die van invloed zijn op energiegebruik niet van tevoren hoeven te worden gespecificeerd. Die kunnen volgen uit de analyse en kunnen daarmee tot inzichten leiden waar voorheen niet aan was gedacht. Een nadeel ervan kan zijn dat niet altijd duidelijk hoeft te zijn, waarom verbanden zijn, zoals ze zijn (black box). Nieuwe inzichten vragen dan nog wel om nadere analyse.

Om aan dit type analyses inzichten te kunnen ontlenen is het nodig dat niet alleen het aantal datapunten per woning/huishouden groot is, maar ook het aantal huishoudens/woningen waarvoor die gegevens beschikbaar zijn. Als er alleen veel data is van één huishouden, kan met machine learning vermoedelijk goed worden voorspeld wat het energiegebruik van dat betreffende huishouden op een bepaald moment is, maar niet welke factoren meer in algemene zin voorspellend zijn voor energiegebruik. Daarvoor moet ook het aantal onderzoekseenheden groot zijn.



## 4 Hoe verder?

De onderzoeken die RVO in 2022 heeft geïnitieerd leveren aanknopingspunten voor een flinke verbetering in het inzicht in de determinanten van feitelijk energiegebruik van huishoudens. Eerder is geconstateerd dat datakwaliteit – op alle aspecten van de analyses - een van de obstakels daarvoor is. In de onderzoeken is getoond dat het gebruik van nieuwe bronnen – in het bijzonder slimme-meterdata en NTA8800 labelopnames - hier belangrijke verbeteringen in kunnen brengen.

### 4.1 Slimme-meterdata

De slimme-meterdata leveren – na de nodige bewerkingen - betrouwbare werkelijke verbruiken van huishoudens. Daarnaast leveren ze gedetailleerd inzicht in verbruikspatronen. Dat kan in hoge mate bijdragen aan het beter begrijpen van energiegedrag en overige invloeden van energiegebruik. Gebruik van deze data in vervolgonderzoek is dan ook sterk aan te bevelen. Er zijn nog wel aandachtspunten:

- De verwerking van de slimme-meterdata tot analyseerbare bestanden is bewerkelijk en dus tijdrovend, waarbij soms ook arbitraire keuzes moeten worden gemaakt. Verdere standaardisatie (tussen ODA's of via EDSN als die route beschikbaar komt) en verbetering van de kwaliteit van de gegevens aan de bron is wenselijk. Bijzondere aandacht wordt gevraagd voor verbetering van de kwaliteit van de kwartier- en uurdata. De opgedane ervaringen suggereren dat herhaald opvragen van de gegevens om incidentele storingen te 'repareren' tot minder ontbrekende waarden moet kunnen leiden.
- Vooralsnog ontbreken in de slimme-meterdata directe gegevens over opbrengsten van pv-panelen waardoor leveringen en terugleveringen van elektriciteit in de slimme-meterdata netto grootheden zijn waarin de eigen opwekking en het gebruik daarvan al is verrekend. Daardoor kan geen goed beeld worden verkregen van de werkelijke verbruiken van huishoudens met pv-panelen. Het is wenselijk om de opwekking toe te voegen. Dat zou bijvoorbeeld kunnen als gebruikers van een energiedashboard/platform de monitoring van de opbrengsten van de pv-panelen koppelen waardoor ook de pv-opbrengsten bij de ODA bekend worden. Dit zal nog wel moeten worden ontwikkeld.
- De bereidheid van huishoudens om de slimme-meterdata te delen is een kwetsbaar punt. Om dit te verbeteren zullen duidelijke privacy-garanties moeten worden ontwikkeld en moet het voor consumenten ook aantrekkelijk worden gemaakt om de informatie te delen. De weg via (gratis) gebruik van een energieplatform zoals dat van Enelogic lijkt daarvoor veelbelovend. In een dergelijk platform wordt de verbruiks informatie overzichtelijk én gedetailleerd gepresenteerd en van relevante benchmarks voorzien zodat huishoudens verder worden

ondersteund bij het bereiken van hun financiële en duurzaamheidsdoelen. Hier is nog ruimte voor optimalisatie.

## 4.2 NTA8800

De gegevens over de (energetische) kwaliteit van de woning en de installaties die daarin zijn aangebracht lijken sterk te kunnen worden verbeterd door gebruik te maken van de NTA8800-opnames. Er is nog geen inzicht in de meerwaarde van de afzonderlijke onderdelen van die opnames, maar het resulterende theoretische gasverbruik per vierkante meter levert een relevant betere inschatting van het werkelijke energieverbruik dan de tot nu toe gehanteerde energielabels. Toepassing van de NTA8800-gegevens in onderzoek kent nog wel enige aandachtspunten:

- Het NTA8800-label is nog niet algemeen beschikbaar. Dit zal vanzelf verbeteren, maar vraagt tijd.
- Door de aard van de regelgeving zijn energielabels in het bijzonder voorhanden voor woningen waarin mutaties gaan plaatsvinden of hebben plaatsgevonden. Verandering van bewoning heeft tot gevolg dat historische gegevens van slimme-meterdata niet beschikbaar zijn, wat beperkingen met zich meebrengt voor analyses.
- De aankoop van een woning is voor een nieuwe eigenaar vaak het startsignaal voor een verbouwing, waar verduurzaming niet zelden deel van uitmaakt. Het beschikbare label dat vóór verkoop wordt opgesteld (het is immers verplicht bij verkoop), levert in die gevallen verouderde informatie. Om dit op te lossen, zou het aantrekkelijker moeten worden gemaakt om een nieuw energielabel op te laten stellen ná verduurzaming.
- Net als bij de slimme-meterdata is de bereidheid tot het delen van de detailinformatie van het NTA8800-label een kwetsbaar punt. Ook voor deze data zal moeten worden gezocht naar mogelijkheden om het delen van de informatie aantrekkelijker te maken of de openbaarheid ervan te vergroten.

Waar mogelijk is het aan te bevelen om bij analyse van determinanten van energieverbruik de gegevens over de kwaliteit van de woning en installaties te betrekken uit de NTA8800-labelopnames. Nadere analyse van de meerwaarde van de afzonderlijke kenmerken uit de opnames kan de wenselijkheid hiervan verder onderbouwen. In het bijzonder voor de huursector kan analyse van NTA8800-bestanden snel meerwaarde hebben omdat de sector duidelijke doelen heeft meegekregen die verdere verduurzaming vragen, waarbij labelopnames worden gebruikt om de prestaties te meten. Voorts is het aannemelijk dat die labels worden opgemaakt ná verduurzaming zodat de opnames – minder snel dan momenteel in de koopsector het geval is – verouderd zijn.

### 4.3 Longitudinaal onderzoek in selectieve steekproef

Het eenduidig kunnen vaststellen van de effecten van verduurzaming op veranderingen in het werkelijk energiegebruik is in het verleden ook (dus naast de datakwaliteit) bemoeilijkt door:

- Het nog beperkte aantal woningen waarin werd verduurzaamd.
- De grote variëteit aan determinanten van energiegebruik.

#### Kleine aantallen

In een aselechte steekproef van de Nederlandse woningvoorraad is het aantal woningen waarin bijvoorbeeld een zonneboiler of een bodem/water warmtepomp is geïnstalleerd nog steeds zeer beperkt. Die kleine aantallen maken dat de schatting van de gemiddelde verbruiken in die woningen vaak erg onbetrouwbaar is. Daardoor is het in de regel lastig of onmogelijk om eenduidige conclusies te trekken over de effecten van verduurzaming. Het inzoomen op de woningvoorraad waarin actief wordt verduurzaamd kan hiervoor een oplossing bieden. Werving van respondenten via de weg van het Nationaal Warmtefonds of de ISDE-subsidies biedt hiervoor een oplossing omdat in deze segmenten actief maatregelen worden getroffen. De weg van het Nationaal Warmtefonds biedt waarschijnlijk de beste optie omdat in dit segment maatregelen binnen afzienbare termijn worden genomen. Via de ISDE-subsidies worden huishoudens bereikt waarbij de maatregelen al genomen zijn. Het is dan onzekerder of met historische slimme-meterdata lang genoeg kan worden teruggekeken om effecten in beeld te kunnen brengen.

#### Grote variatie

Het aantal determinanten dat energiegebruik in een huishouden beïnvloedt is bijzonder groot. Dat maakt dat het zeer ingewikkeld is om daar in cross-sectionele analyses afdoende voor te controleren. Het gevolg is – net als bij de kleine aantallen – dat de schatters van gemiddelde verbruiken voor zover die worden gerelateerd aan verduurzamingsmaatregelen een grote marge hebben. Met longitudinale analyses kan een belangrijk deel van deze onzekerheid worden verminderd doordat ‘alleen’ naar de veranderingen (in maatregelen, woning en bewoning/gedrag) hoeft te worden gekeken in plaats van naar alle aspecten waarop woningen, huishoudens en maatregelen van elkaar kunnen verschillen.

#### Lange adem

Longitudinale analyse vraagt wel een lange(re) adem: er moet over een langere periode worden gemeten en er is extra inspanning vereist om de data actueel en de onderzoekspopulatie in stand te houden. In beginsel is het bij dit type onderzoek wenselijk om – net als dat slimme-meterdata continue informatie opleveren – ook de andere databronnen ‘continu’ te maken. Dat vraagt ook een continue betrokkenheid van de deelnemers bij het onderzoek. Het is belangrijk daarbij te voorkomen dat respondenten ‘uitvallen’.

Om die reden moet worden gezocht naar manieren om een dergelijke meer continue betrokkenheid van respondenten voor henzelf aantrekkelijk te maken. Daarvoor zijn verschillende (elkaar niet uitsluitende) mogelijkheden denkbaar, waaronder:

- Financiële beloning voor langere deelname;
- Gratis (nieuw) energielabel (en dus een nieuwe NTA-opname) als er wijzigingen hebben plaatsgevonden die daar aanleiding toe geven;
- Uitbreiding van bijvoorbeeld de interface van Enellogic die het eenvoudig maakt om veranderingen door te geven waardoor gebruikers ook steeds met een relevante referentiegroep worden vergeleken.

Dit vraagt aandacht en brengt kosten met zich mee, maar als het daadwerkelijk lukt om op die manier meer dynamische data te krijgen, kunnen veranderingen in energiegebruik veel adequater in verband worden gebracht met de feitelijke veranderingen in de kwaliteit van de woningen, installaties of bewoning.

Tot slot is bij longitudinale analyse bijzondere aandacht nodig voor de controle van overige (externe) invloeden op de verandering van energiegebruik. Gegeven de grote veranderingen die er momenteel spelen rond de energieprijzen en energiebewustzijn, lijkt het noodzakelijk om daarvoor een design te gaan hanteren waarin ook een controlegroep (zonder verduurzamingsmaatregelen) wordt opgenomen. Het is immers aannemelijk dat er over de gehele linie besparingen zullen worden gevonden, ongeacht genomen maatregelen.

#### 4.4 Tot slot

Er zijn in dit onderzoek verschillende wegen verkend om de kwaliteit van data binnen een setting van relatief grootschalig kwantitatief onderzoek te verbeteren. Combinatie van NTA-opnames, slimme-meterdata en (al dan niet periodieke) enquêtering in een longitudinaal design vormt hierbij een wenkend perspectief. Met de informatie die dan ontstaat, kan vermoedelijk een grote slag worden geslagen in het inzicht in de effecten van verduurzamingsmaatregelen op feitelijk energiegebruik en de condities waaronder die effecten optreden. Enquêtering zal noodzakelijk blijven om vast te stellen wanneer, welke veranderingen in het verduurzamingsproces worden uitgevoerd en om het ermee samenhangende gedrag te meten. Huisbezoeken - al dan niet online - zijn niet standaard noodzakelijk maar kunnen bijzonder nuttig zijn om uitzonderlijke gevallen te begrijpen en de inzichten die daaruit voortkomen weer te verwerken in de analyses en advisering aan huishoudens over effectief energiegedrag.