

Radiator WaterBalans

Kwantificeren van het energiebesparingspotentieel als gevolg van waterzijdig inregelen

Ir. T.J.H. (Twan) Rovers EngD

Dr. C. (Christian) Struck

Lectoraat Sustainable Building Technology

Saxion Hogeschool

Datum: 17-1-2023

Status: Definitief

Opdrachtgever: Stichting Pioneering

Voorwoord

Deze rapportage is geschreven in het kader van het project Radiator WaterBalans. Het doel van dit project was om het effect van waterzijdig inregelen van de centrale verwarmingsinstallatie in woningen op het aardgasverbruik vast te stellen.

De volgende organisaties hebben bijdragen geleverd aan het project en de resulterende rapportage:

Organisatie	Verantwoordelijkheden
Stichting Pioneering	<ul style="list-style-type: none">- Coördinatie van het project, inclusief het stellen van randvoorwaarden voor de onderzoeksmethodiek- Verspreiden van enquêtes
Lectoraat SBT (Saxion)	<ul style="list-style-type: none">- Opzet van onderzoeksmethodiek- Opzet van enquêtes- Analyse en rapportage van verkregen data
Aurum	<ul style="list-style-type: none">- Verzamelen van energiegebruiksdata met de EnergyFlip (voorheen Huisbaasje)
Wassink	<ul style="list-style-type: none">- Dynamisch inregelen van radiatoren in 46 woningen- Statisch inregelen van radiatoren- Inregelen van cv-ketels
Geas Energiewacht	<ul style="list-style-type: none">- Dynamisch inregelen van radiatoren in 30 woningen- Statisch inregelen van radiatoren- Inregelen van cv-ketels
Alifa	<ul style="list-style-type: none">- Afnemen van enquêtes

Voorts zijn de projectpartners de eigenaar-bewoners, alsmede woningcorporaties Ons Huis, De Woonplaats, Domijn, SJHT en Vechtdal Wonen en hun huurders erkentelijk voor hun bijdragen aan het project.

Enschede, 17 januari 2023



Inhoud

Voorwoord	1
Nomenclatuur	3
1 Inleiding	4
1.1 Achtergrond	4
1.2 Resultaten van voorgaande studies	4
1.3 Leeswijzer	5
2 Methode	6
2.1 Metingen van het energiegebruik	6
2.2 Inventariseren van andere interventies	6
2.3 Correctie voor verschillen in weer	7
3 Analyse van weergegevens	8
4 Gasverbruikreductie van alle deelnemende huishoudens	10
4.1 Respons op de enquête	10
4.2 Verbruiksdata van Aurum	10
4.3 Gasverbruik voor ruimteverwarming (slimme meter)	11
4.4 Gasverbruik voor ruimteverwarming (analoge meter)	15
4.5 Jaarlijkse aardgasbesparing als gevolg van waterzijdig inregelen	16
4.6 Discussie, conclusies en vervolgonderzoek	18
5 Ontwikkeling van gasverbruik binnen de controlegroep	19
5.1 Respons op de enquête	19
5.2 Resultaten en analyse	19
6 Gasverbruikreductie bij ingeregelde cv-ketels	22
6.1 Respons op de enquête	22
6.2 Resultaten en analyse	22
7 Gasverbruikreductie bij dynamisch ingeregelde radiatoren	27
7.1 Respons op de enquête	27
8 Discussie en conclusies	31
Bronnen	33
Bijlage A: Enquête - alle deelnemers	34
Bijlage B: Enquête - controlegroep	43
Bijlage C: Enquête - ingeregelde cv-ketels	47
Bijlage D: Enquête - dynamisch ingeregelde radiatoren	55

Nomenclatuur

T	Temperatuur	°C
μ	gemiddelde	-
σ	standaarddeviatie	-

Subscripts

e	extern (buiten)
d	dagen
setpoint	setpoint

1 Inleiding

Binnen het Pioneering Project *Radiator WaterBalans* is het doel het energiebesparingspotentieel door het waterzijdig inregelen van cv-ketels en het warmteafgifte systeem, met name radiatoren in woningen, te kwantificeren. Daartoe zijn in de periode maart 2020 – maart 2022 700 woningen in de gemeente Enschede waterzijdig ingeregeld. In deze sectie wordt allereerst de achtergrond van het project geschetst (Sectie 1.1). Vervolgens wordt aandacht besteed aan de resultaten van eerdere studies waarin het energiebesparingspotentieel door waterzijdig inregelen is onderzocht (Sectie 1.2). Sectie 1.3 omvat de leeswijzer.

1.1 Achtergrond

In internationaal (*Paris Agreement*, 2015) en nationaal (*Klimaatakkoord*, 2019) verband is afgesproken dat de uitstoot van broeikasgassen, waaronder CO₂, sterk moet worden gereduceerd om de verdere opwarming van de aarde te beperken. In Europa zijn gebouwen verantwoordelijk voor circa 36% van de CO₂ uitstoot (European Commission, 2019), hetgeen samenhangt met de (fossiele) energie die wordt gebruikt om gebouwen te verwarmen, koelen, ventileren, verlichten en van warm tapwater te voorzien. Woningen zijn verantwoordelijk voor circa 26,1% van het energiegebruik in de Europese Unie (Eurostat, 2021). Het grootste gedeelte van het energiegebruik in woningen wordt gebruikt voor verwarming, namelijk 78,4% (63,6% ruimteverwarming en 14,8% tapwater verwarming) (Eurostat, 2021).

Naast de thermische prestaties van het gebouw (zoals de mate van isolatie en luchtdoorlatendheid), is ook de efficiëntie van het verwarmingssysteem van invloed op het energiegebruik voor ruimteverwarming. Bij gasgestookte hoogrendementsketels (HR-ketels) wordt een deel van de warmte verkregen door condensatie van de waterdamp in rookgassen. Om condensatie te laten plaatsvinden is het noodzakelijk dat de retourtemperatuur van het cv-water laag genoeg is. Dat kan bereikt worden door waterzijdig inregelen van het cv-systeem.

1.2 Resultaten van voorgaande studies

In de internationale literatuur wordt gerapporteerd over enkele onderzoeken waarmee het energiebesparingspotentieel als gevolg van waterzijdig inregelen is gekwantificeerd. Liao & Dexter (2004) concluderen op basis van experimenteel onderzoek dat een verbeterde ketelregeling kan leiden tot een gasverbruiksreductie tot 20%. Dat getal wordt ook genoemd in het artikel van Tahersima et al., (2013). Piana et al. (2018) noemen zelfs een energiebesparing tot 35% voor gebouwen van voor 1990. Op websites voor Nederlandse consumenten worden energiebesparingen van 5 tot 15% gemeld (Consumentenbond, 2020; Vereniging Eigen Huis, 2021).

1.3 Leeswijzer

In de volgende sectie wordt de onderzoeksmethode toegelicht. De analyse van weergegevens, waarmee het gasverbruik in verschillende periodes wordt gecorrigeerd voor verschillen in het weer, wordt besproken in Sectie 3. De resultaten over alle deelnemende huishoudens zijn opgenomen in Sectie 4. Vanwege de beperkingen van dit initiële onderzoek zoals toegelicht in Sectie 4.6, wordt aanvullend onderzoek uitgevoerd. In Sectie 5 worden de gasverbruiksgegevens van een controlegroep behandeld, om in te kunnen schatten wat het effect is van de stijgende energieprijzen op het gasverbruik. In Secties 6 en 7 worden de resultaten en analyse van het aanvullende onderzoek naar twee specifieke groepen deelnemers, namelijk eigenaar-bewoners waarbij de cv-ketel werd ingeregeld (Sectie 6) en sociale huurders waarbij de radiatoren dynamisch werden ingeregeld (Sectie 7). Sectie 8 omvat de discussie en conclusies.

2 Methode

Om het energiebesparingspotentiaal van waterzijdig inregelen te kwantificeren, kan het energiegebruik voor ruimteverwarming na het waterzijdig inregelen (hierna: de interventie) worden vergeleken met het energiegebruik voor ruimteverwarming voor de interventie. Het is derhalve noodzakelijk het energiegebruik zowel voor als na de interventie in kaart te brengen (zie Sectie 2.1). Aanvullend daarop is het van belang om rekening te houden met eventueel andere interventies die hebben plaatsgevonden. Dit gebeurt door middel van een enquête (zie Sectie 2.2). Tot slot moet rekening gehouden worden met verschillen in het weer voor en na de interventie (zie Sectie 2.3).

2.1 Metingen van het energiegebruik

Na het waterzijdig inregelen wordt een EnergyFlip (voorheen: Huisbaasje) (Aurum, 2022) geïnstalleerd, waarmee het elektriciteits- en gasverbruik van de woning op afstand kan worden uitgelezen en geregistreerd. Gezien het moment waarop de EnergyFlip wordt geïnstalleerd, zijn we voor het historische energiegebruik afhankelijk van metingen die elders zijn geregistreerd, zoals door de energieleverancier. Deze historische energiegebruiksdata wordt verzameld door middel van een enquête.

Het waterzijdig inregelen heeft plaatsgevonden in de periode maart 2020 – maart 2022. In de enquête wordt gevraagd naar het gasverbruik in maart 2020 en maart 2021, alsmede wanneer het waterzijdig inregelen heeft plaatsgevonden. Deze gegevens kunnen vervolgens worden vergeleken met het door Aurum geregistreerde gasverbruik in maart 2022.

Het geregistreerde gasverbruik omvat het gasverbruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en (in veel gevallen) koken. Omdat het waterzijdig inregelen uitsluitend invloed heeft op het gasverbruik voor ruimteverwarming, moet dit in kaart worden gebracht. Daartoe wordt ook gevraagd naar het gasverbruik in een zomermaand (augustus 2020 en augustus 2021), waarbij de aannamen worden gedaan dat (i) het gasverbruik in deze maand uitsluitend dient voor koken en warm tapwater, en dat (ii) het energiegebruik voor koken en warm tapwater in augustus niet significant zal afwijken van dit gebruik in maart.

2.2 Inventariseren van andere interventies

Wanneer er naast het waterzijdig inregelen sprake is van andere interventies, zoals wijzigingen in de bouwkundige staat van de woning (bijvoorbeeld isolatie), wijzigingen in de installatietechnische staat van de woning (bijvoorbeeld verandering van het ventilatiesysteem) en wijzigingen in huishoudgrootte/bewoningsgedrag, kan dat een vertekend effect hebben op de energiebesparing als gevolg van waterzijdig inregelen. Dit vormen derhalve exclusiecriteria, die eveneens worden geïnventariseerd met behulp van de enquête.

2.3 Correctie voor verschillen in weer

Om te corrigeren voor verschillen in het weer voor en na de interventie, wordt gebruik gemaakt van de graaddagenmethode. Daartoe worden daggemiddelde meetwaarden (KNMI, 2022) voor de temperatuur gemeten op KNMI weerstation Twenthe (T_e) gebruikt. Het aantal graaddagen in de maanden maart 2020, 2021 en 2022 worden vervolgens berekend door het dagelijkse verschil in T_{setpoint} ($18\text{ }^{\circ}\text{C}$) – T_e te sommeren over het aantal dagen d . Zie Eq. 1.

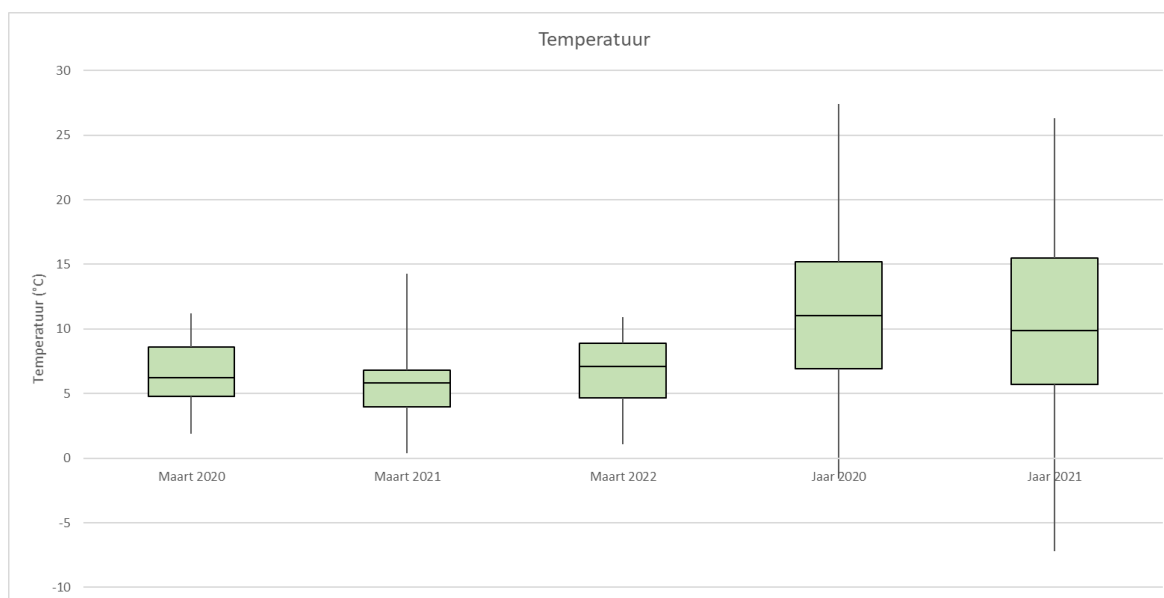
$$\sum_d T_{\text{setpoint}} - T_e \quad \text{Eq. 1}$$

Tussen 25 en 28 maart 2022 was het KNMI weerstation Twenthe niet (volledig) operationeel. Als gevolg daarvan ontbreken temperatuurmetingen op deze data. De lege velden in deze meetreeks zijn gesubstitueerd door temperatuurmetingen van het nabijgelegen KNMI weerstation Hupsel.

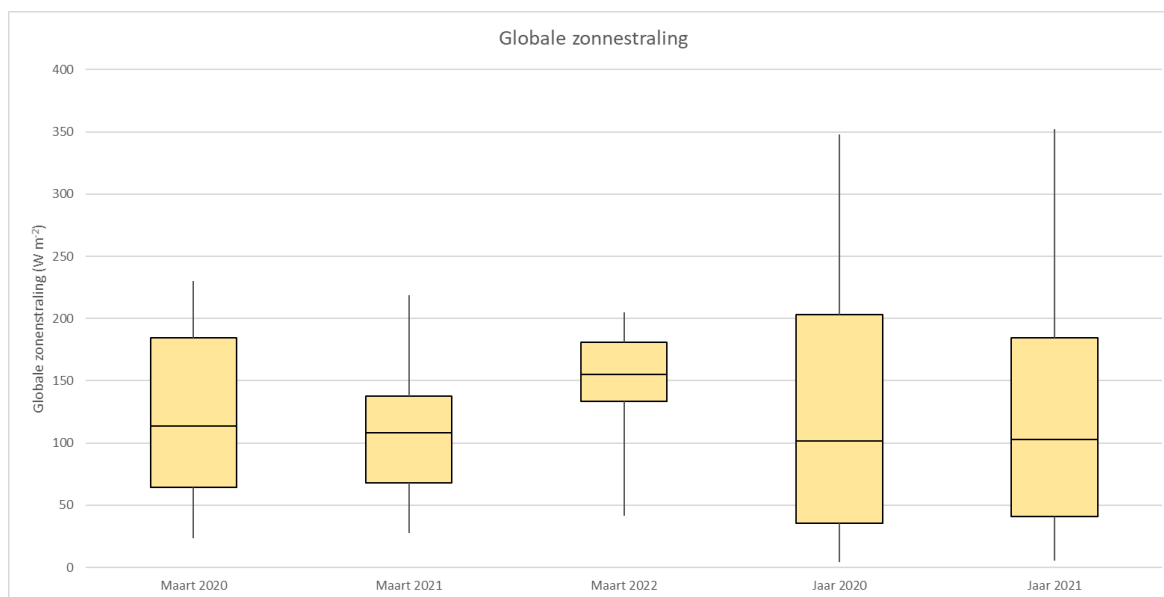
3 Analyse van weergegevens

Zoals besproken in Sectie 2.3, moeten de geregistreerde gasverbruik voor en na de interventie worden gecorrigeerd voor verschillen in het weer.

In Figuren 3.1 en 3.2 zijn boxplots opgenomen van de gemeten etmaalgemiddelde temperatuur en globale zonnestraling. De boxes omvatten het tweede en derde kwartiel (25^e tot 75^e percentiel), en de whiskers geven de minima en maxima aan. In Tabel 3.1 zijn de resultaten samengevat.



Figuur 3.1: Boxplot van gemeten temperaturen



Figuur 3.2: Boxplot van gemeten globale zonnestraling

Tabel 3.1: Samenvatting weergegevens

	Maart 2020	Maart 2021	Maart 2022	Jaar 2020	Jaar 2021
Gem. temperatuur (°C)	6,43	6,04	6,68	11,27	10,11
# graaddagen	358,6	370,9	350,9	2610,9	2963,9
Gem. glob. Zonnestraling (W m ⁻²)	122,17	108,82	148,44	124,55	117,94

Zoals besproken in Sectie 2.3 wordt in de hierna volgende analyse voor verschillen in de buitentemperatuur gecorrigeerd met behulp van de graaddagenmethode. Daarnaast moet er ook rekening gehouden worden met het feit dat de ruimteverwarmingsvraag op zonnige momenten lager zal zijn in verband met zonnewarmtewinst van de woning. In Figuur 3.2 en Tabel 3.1 is te zien dat met name de maand maart 2022 zonniger was dan maart 2020 en maart 2021.

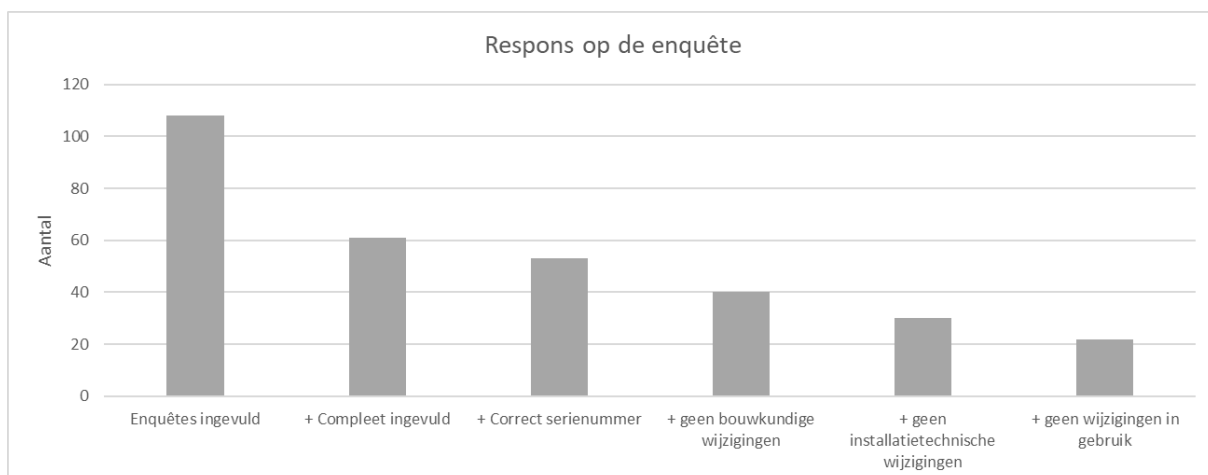
4 Gasverbruikreductie van alle deelnemende huishoudens

In deze sectie worden de resultaten en analyse over alle deelnemende huishoudens besproken.

4.1 Respons op de enquête

De enquête (zie Bijlage A) is verstuurd naar alle 700 deelnemende huishoudens in het project op 22 maart 2022. Op 5 april is een herinnering verstuurd. In totaal zijn 108 enquêtes geretourneerd. Hiervan zijn 61 enquêtes compleet ingevuld, waarvan acht een incompleet of incorrect serienummer van het Huisbaasje bevatten (53 enquêtes geschikt voor verdere analyse).

In dertien enquêtes werd aangegeven dat er wijzigingen zijn aangebracht in de bouwkundige staat van de woning (40 enquêtes geschikt voor verdere analyse). In tien enquêtes werd aangegeven dat er wijzigingen zijn aangebracht in de installatietechnische staat van de woning (30 enquêtes geschikt voor verdere analyse). Tot slot werd in acht enquêtes aangegeven dat er wijzigingen zijn opgetreden in huishoudgrootte of mate van bewoning. Dat brengt het aantal woningen geschikt voor analyse op 22.

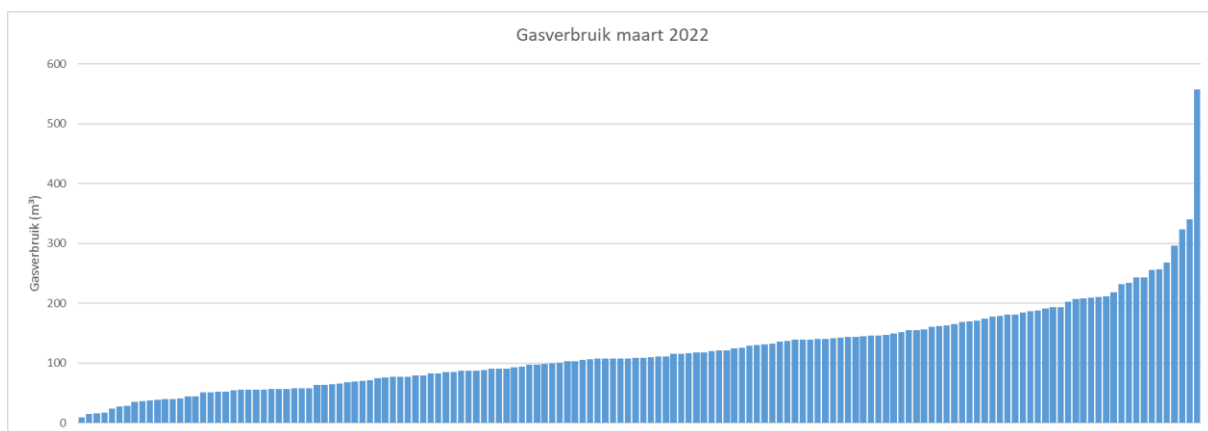


Figuur 4.1: Respons op de enquête

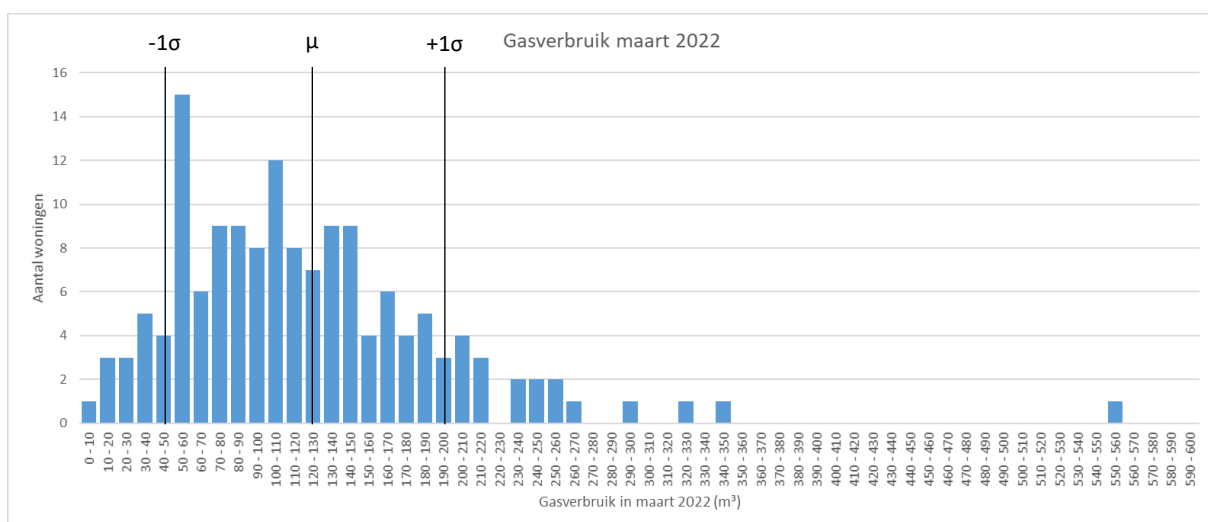
4.2 Verbruiksdata van Aurum

Middels de EnergyFlip heeft Aurum het gasverbruik van 148 woningen in de maand maart 2022 verzameld. Het gasverbruik van de woningen varieert van 9,59 tot 557,63 m³. Zie Figuur 4.2.

Het gemiddelde (μ) gasverbruik van de 148 woningen is 121,87 m³. De standaarddeviatie (σ) van de steekproef is 73,91 m³. Bij een normale verdeling ligt 68,2% van de waarnemingen binnen twee standaarddeviaties (-1σ - $+1\sigma$), en 95,4% binnen vier standaarddeviaties (-2σ - $+2\sigma$) van het gemiddelde. Van de 148 woningen, vallen er 114 (77%) binnen twee standaarddeviaties. Zie Figuur 4.3.



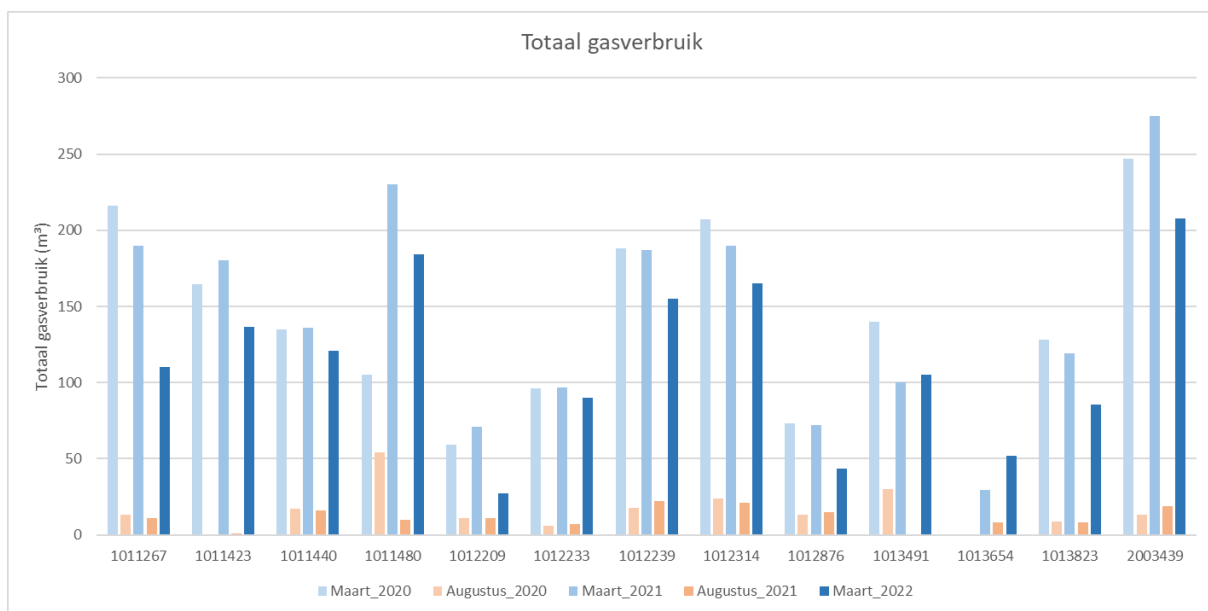
Figuur 4.2: Gasverbruik van 148 woningen in maart 2022 (Aurum)



Figuur 4.3: Verdeling van gasverbruik van 148 woningen in maart 2022 (Aurum)

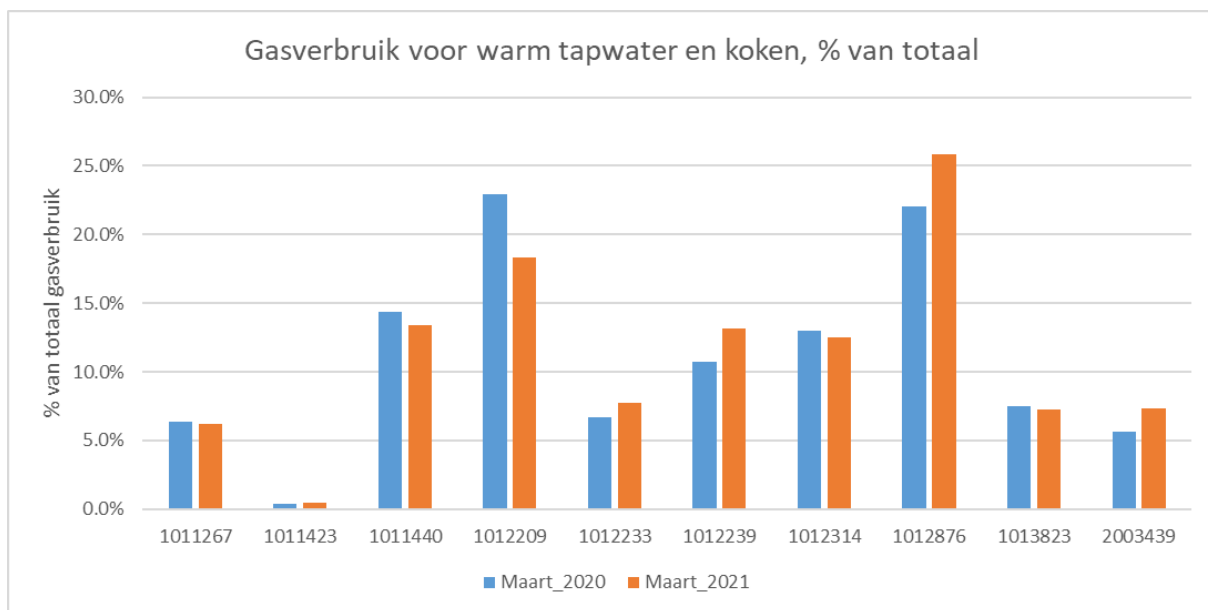
4.3 Gasverbruik voor ruimteverwarming (slimme meter)

Negentien van de 22 woningen beschikken over een slimme meter, waardoor het energiegebruik op maandniveau kon worden uitgevraagd. Van veertien van deze negentien woningen is er ook data geregistreerd door Aurum. Voor één van de woningen is voor het historische gasverbruik 0 ingevuld, hetgeen het aantal woningen voor verdere analyse op dertien brengt, zie Figuur 4.4.



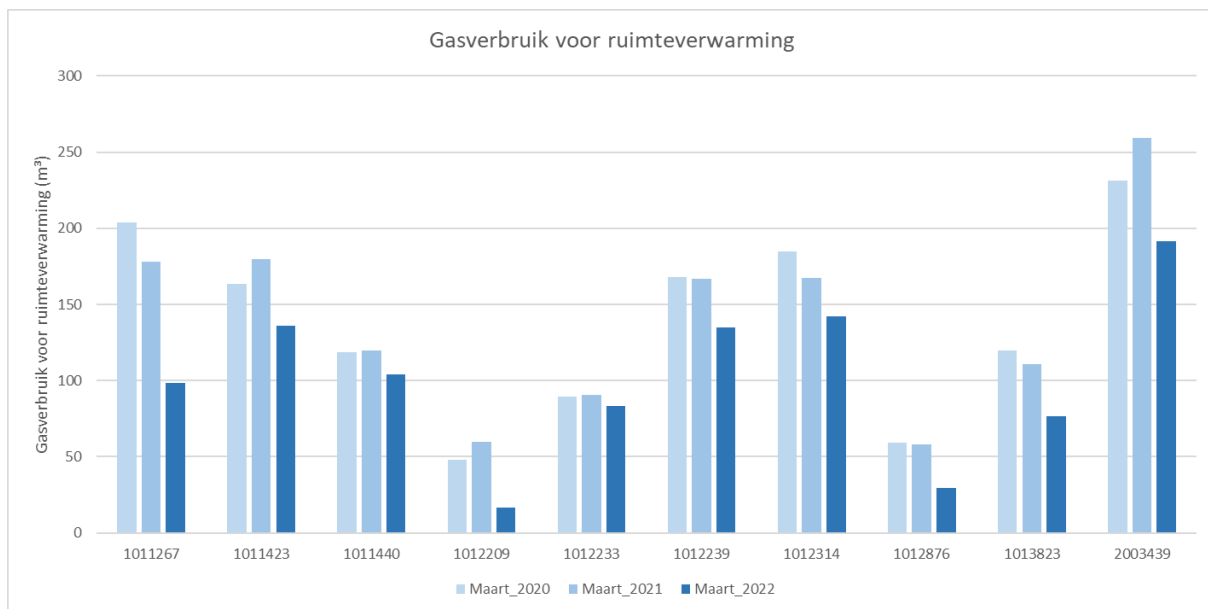
Figuur 4.4: Totaal gasverbruik van dertien woningen

Voor drie woningen is er een groot verschil in het gasverbruik voor warm tapwater en (eventueel) koken in augustus 2020 en 2021: 1011480, 1013491 en 1013654. Voor de overige tien woningen wordt het gasverbruik voor warm tapwater en (eventueel) koken berekend als het gemiddelde gasverbruik in de maanden augustus 2020 en 2021. Het gasverbruik voor warm tapwater en (eventueel) koken beslaat 0,4 tot 25,9% van het totale aardgasverbruik in de maand maart voor de tien woningen. Zie Figuur 4.5.



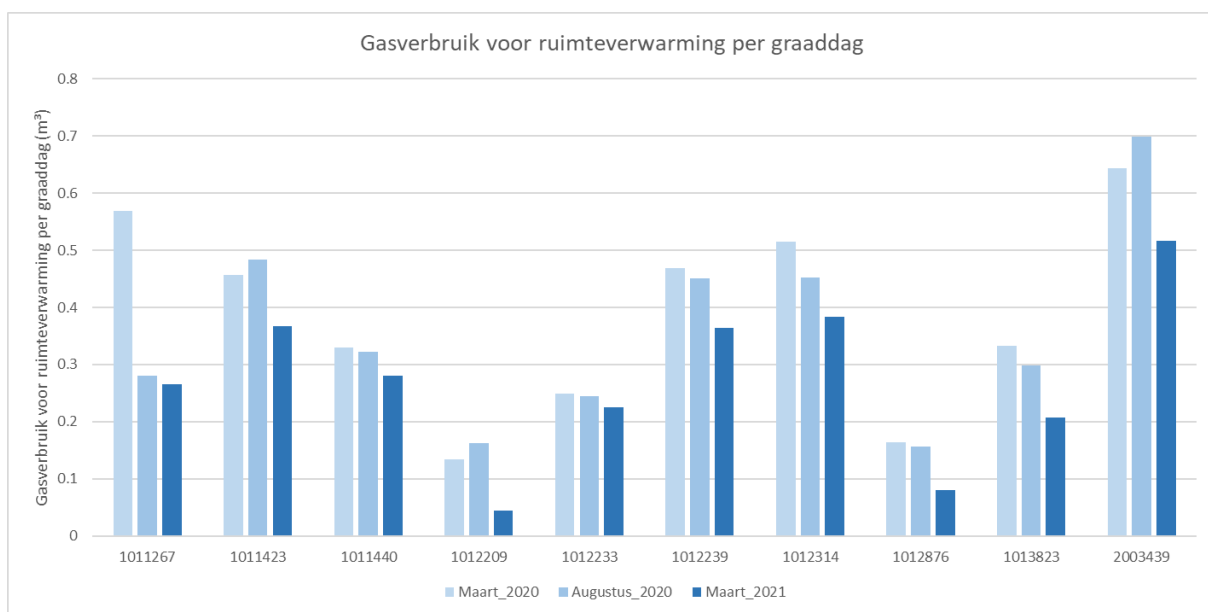
Figuur 4.5: % van het gasverbruik voor warm tapwater en (eventueel) koken

Het gasverbruik voor ruimteverwarming wordt vervolgens berekend door het totale gasverbruik te verminderen met het gemiddelde gasverbruik in de maanden augustus 2020 en 2021. Zie Figuur 4.6.



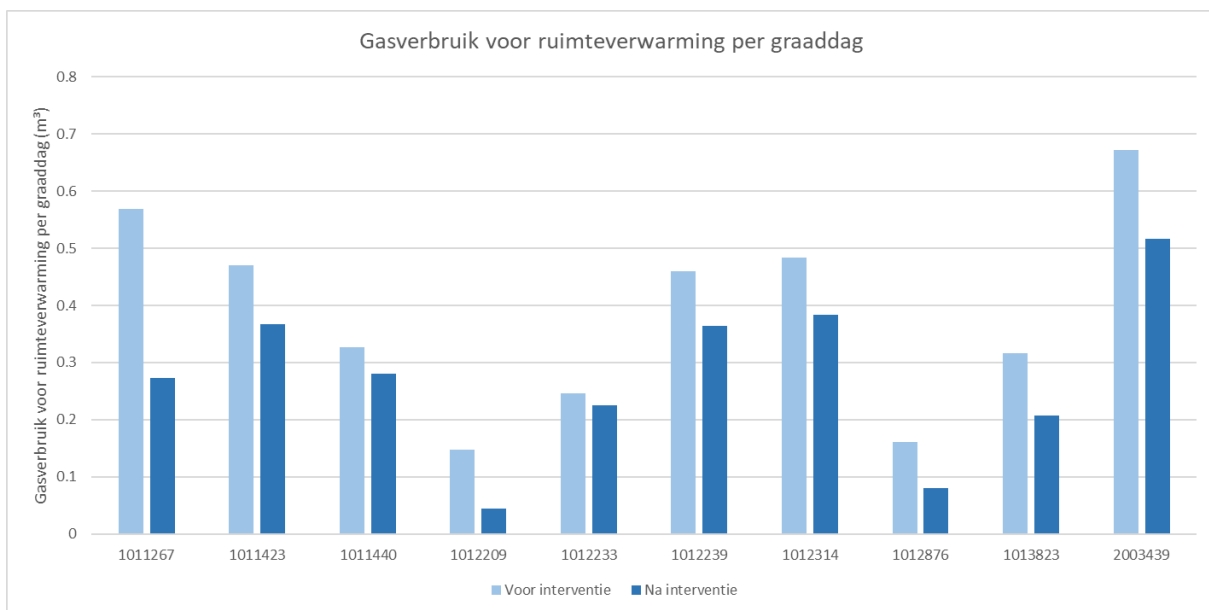
Figuur 4.6: Gasverbruik voor ruimteverwarming van tien woningen

Ter correctie voor verschillen in de buitentemperatuur, wordt het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag (zie Tabel 3.1) berekend. Zie Figuur 4.7.



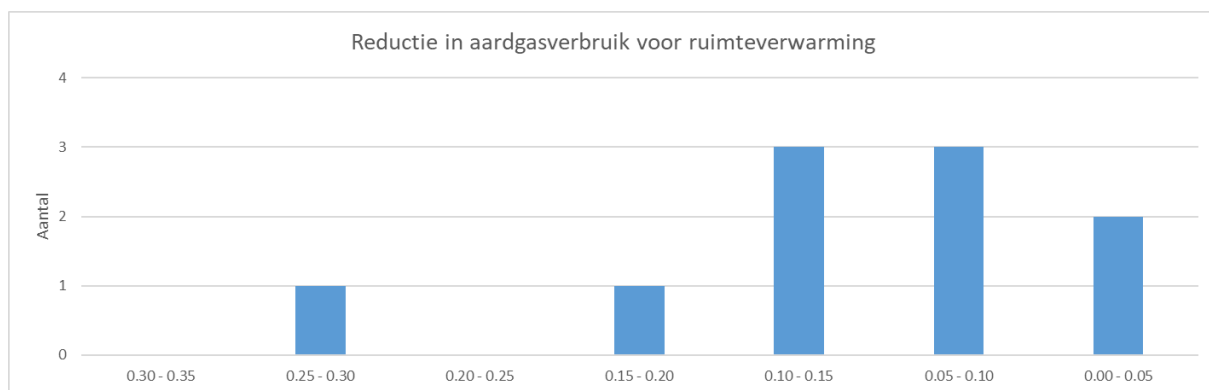
Figuur 4.7: Gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag van tien woningen

In één van de woningen (1011267) heeft het waterzijdig inregelen plaatsgevonden in augustus 2020. Het gasverbruik in maart 2020 correspondeert in dit geval met het gasverbruik voor de interventie, en dat in maart 2021 en 2022 met het gasverbruik na de interventie. In negen van de tien woningen heeft het waterzijdig inregelen plaatsgevonden in de periode oktober – december 2021. Voor deze woningen correspondeert het gasverbruik in maart 2022 met dat na in de interventie. In Figuur 4.8 is te zien dat voor alle tien woningen sprake is van een reductie in het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag.



Figuur 4.8: Gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag van tien woningen, voor en na interventie

In Figuur 4.9 is te zien dat voor negen van de tien woningen sprake is van een reductie in aardgasverbruik voor ruimteverwarming van 0 tot 0,20 m³ per graaddag. Voor zes van de tien woningen was de reductie 0,05 – 0,15 m³ per graaddag.



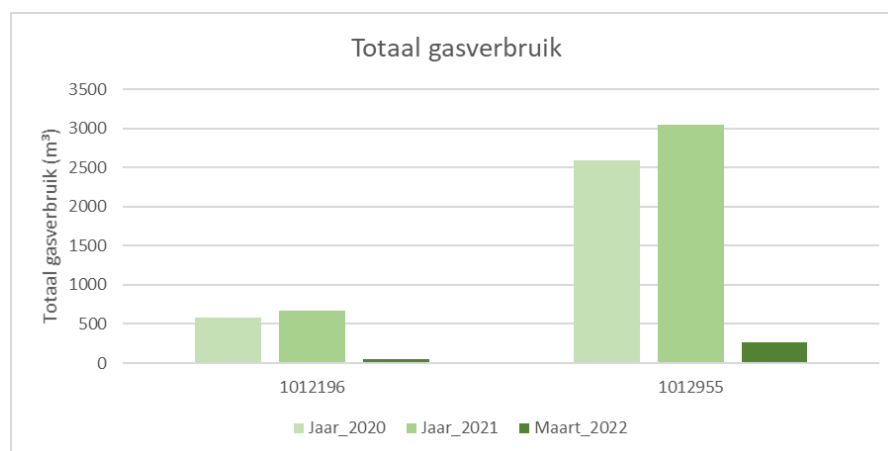
Figuur 4.9: Reductie in gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag

Hierbij wordt opgemerkt dat de maand maart 2022 zonniger was dan maart 2020 en maart 2021, waardoor de reductie in het aardgasverbruik als gevolg van de interventie mogelijk wordt overschat.

Uitgaande van een gemiddeld aantal graaddagen per jaar van 2800, zou de gasverbruiksreductie voor ruimteverwarming op jaarbasis 61 m³ tot 830 m³ bedragen. Voor zes van de tien woningen ligt die tussen 225 en 303 m³ aardgas per jaar.

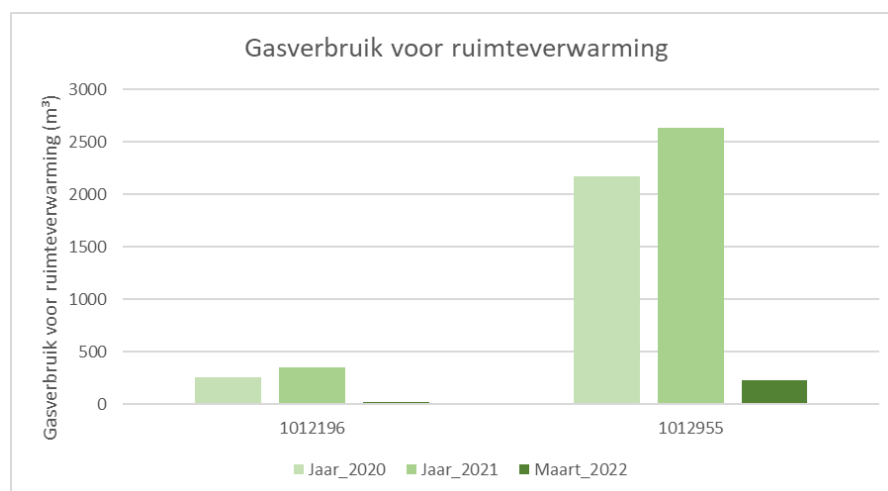
4.4 Gasverbruik voor ruimteverwarming (analoge meter)

Drie van de 22 woningen beschikken over een analoge meter. Van twee van deze woningen is er ook data geregistreerd door Aurum. Zie Figuur 4.10.



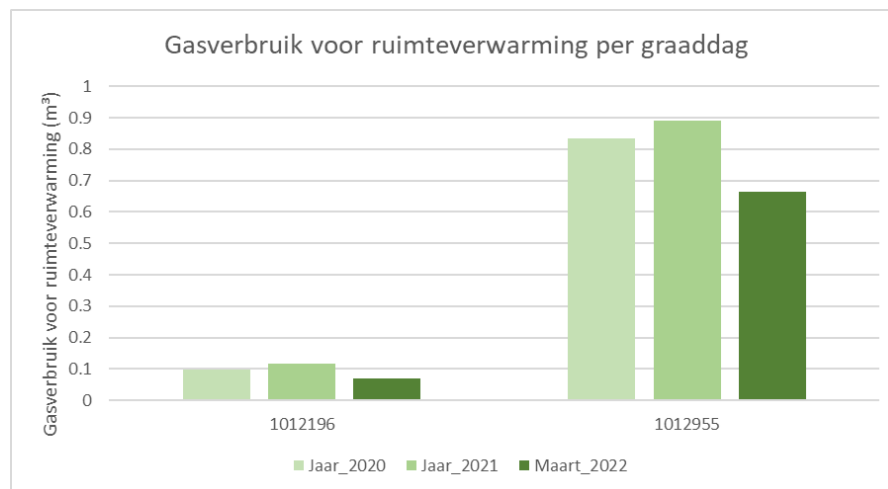
Figuur 4.10: Totaal gasverbruik in de twee woningen

Uitgaande van standaard kengetallen voor het gasverbruik voor koken van 37 m³ jaar⁻¹ (Milieu Centraal, 2020) en warm tapwater aardgasverbruik van circa 95 m³ persoon⁻¹ jaar⁻¹ (NEN, 2022), kan het gasverbruik voor ruimteverwarming worden geschat. Zie Figuur 4.11. Woning 1012196 heeft drie bewoners, 1012955 heeft vier bewoners.



Figuur 4.11: Gasverbruik voor ruimteverwarming in de twee woningen

In Figuur 4.12 is het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag uitgezet. Woning 1012196 is waterzijdig ingeregeld in september 2021. Ten opzichte van 2020 is er in 2021 geen sprake van een reductie in het aardgasverbruik, maar de maand maart 2022 beschouwende lijkt er wel sprake van een reductie van 0,05 m³ per graaddag. Woning 1012955 is waterzijdig ingeregeld in februari 2022. Voor deze woning bedraagt de reductie 0,23 m³ per graaddag.

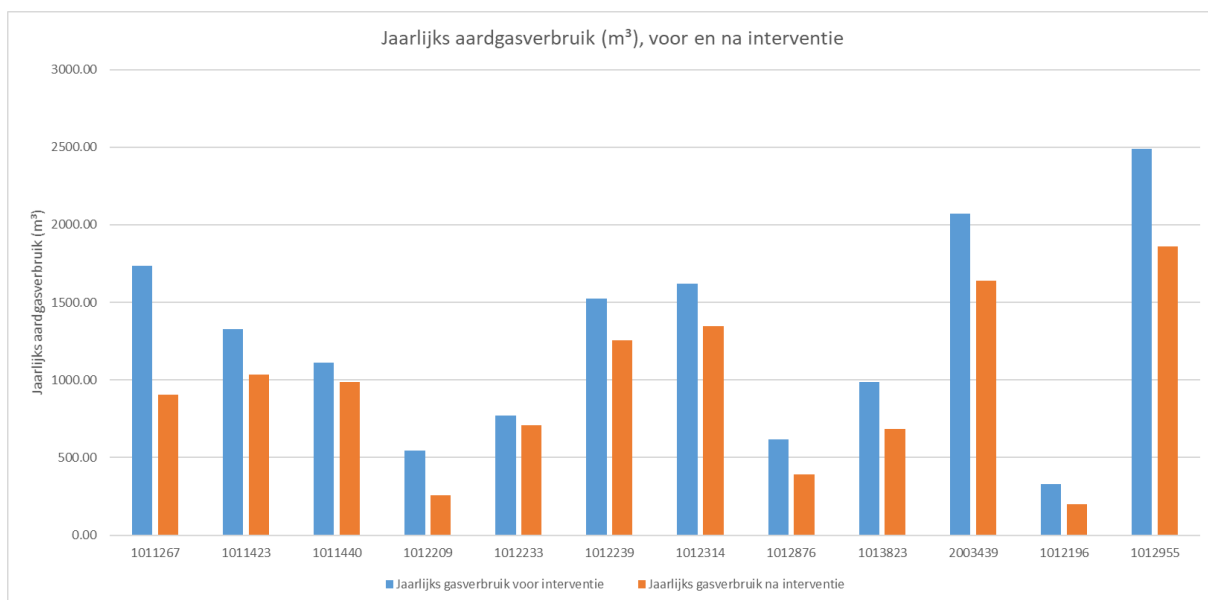


Figuur 4.12: Totaal gasverbruik per graaddag in de twee woningen

Uitgaande van een gemiddeld aantal graaddagen per jaar van 2800, zou de gasverbruiksreductie op jaarbasis 131 tot 632 m³ bedragen.

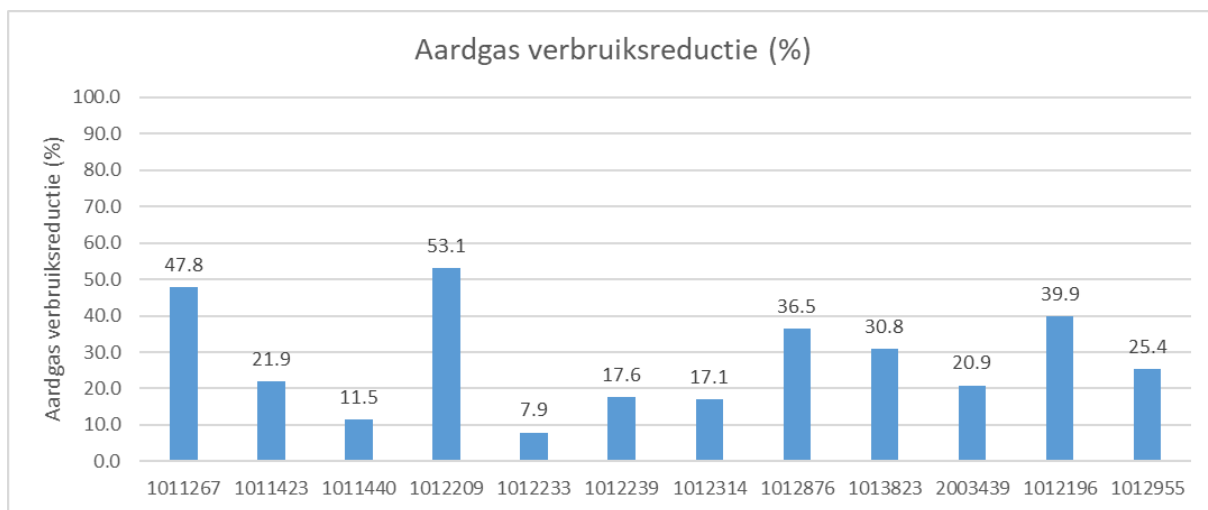
4.5 Jaarlijkse aardgasbesparing als gevolg van waterzijdig inregelen

Door het hiervoor berekende gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag te vermenigvuldigen met het gemiddelde aantal graaddagen per jaar (2800) en daar het gasverbruik voor warm tapwater en (eventueel) koken bij op te tellen, kan een beeld worden verkregen van de jaarlijkse aardgasbesparing als gevolg van het waterzijdig inregelen voor de twaalf beschouwde woningen. Zie Figuren 4.13 en 4.14.



Figuur 4.13: Jaarlijks aardgasverbruik (m³), voor en na interventie

In Figuur 4.14 is te zien dat de procentuele besparing op het jaarlijkse aardgasverbruik voor de twaalf woningen varieert van 7,9% tot 53,1%. De gemiddelde besparing bedraagt 27,5%, de mediaan is 23,6%.



Figuur 4.14: Jaarlijkse aardgas verbruiksreductie (%)

4.6 Discussie, conclusies en vervolgonderzoek

Deze sectie had als doel het energiebesparingspotentiaal van waterzijdig inregelen te kwantificeren voor alle deelnemende huishoudens. Daartoe zijn in de periode maart 2020 – maart 2022 700 woningen in de gemeente Enschede waterzijdig ingeregeld. Door het gasverbruik van deze woningen zowel voor als na de interventie te inventariseren, werden besparingen op het totale jaarlijkse gasverbruik van 7,9 tot 53,1% (gemiddeld 27,5%) vastgesteld. Bij de interpretatie van deze resultaten moeten echter enkele beperkingen van het onderzoek in acht worden genomen.

Het aantal geanalyseerde woningen is met twaalf zeer klein door het relatief geringe aantal compleet ingevulde enquêtes, ontbrekende informatie in een aantal enquêtes en de toepassing van de exclusiecriteria. Het kleine aantal woningen dat geschikt werden bevonden voor de analyse geeft wellicht geen representatief beeld. Ook bestaat er een onzekerheid met betrekking tot de in de enquête ingevulde verbruiken, die mogelijk fouten bevatten.

Daarnaast is het mogelijk dat de gasverbruiksreductie als gevolg van het waterzijdig inregelen is overschat omdat deelnemers aan het onderzoek wellicht zuiniger zijn geweest met hun energiegebruik in maart 2022 dan voorheen. Eind 2021 zijn de energieprijzen immers sterk gaan stijgen, en in februari 2022 kwam daar de geopolitieke situatie omtrent Oekraïne en Rusland bij. In een overheids campagne werd men ook opgeroepen de thermostaat te verlagen (Trouw, 2022).

Om de betrouwbaarheid van de resultaten te verhogen, wordt aanvullend onderzoek uitgevoerd. Hierbij worden twee specifieke groepen beschouwd, namelijk eigenaar-bewoners waarbij de cv-ketel werd ingeregeld (Sectie 6) en sociale huurders waarbij de radiatoren dynamisch werden ingeregeld (Sectie 7).

Om het aantal te analyseren woningen te verhogen, worden nieuwe enquêtes verspreid voor deze specifieke groepen. Om in te kunnen schatten wat het effect is van de stijgende energieprijzen en daarvoor te kunnen corrigeren, worden de gasverbruiken in de periode maart 2020 – maart 2022 van een referentiegroep waarbij geen waterzijdig inregelen heeft plaatsgevonden verzameld (Sectie 5).

5 Ontwikkeling van gasverbruik binnen de controlegroep

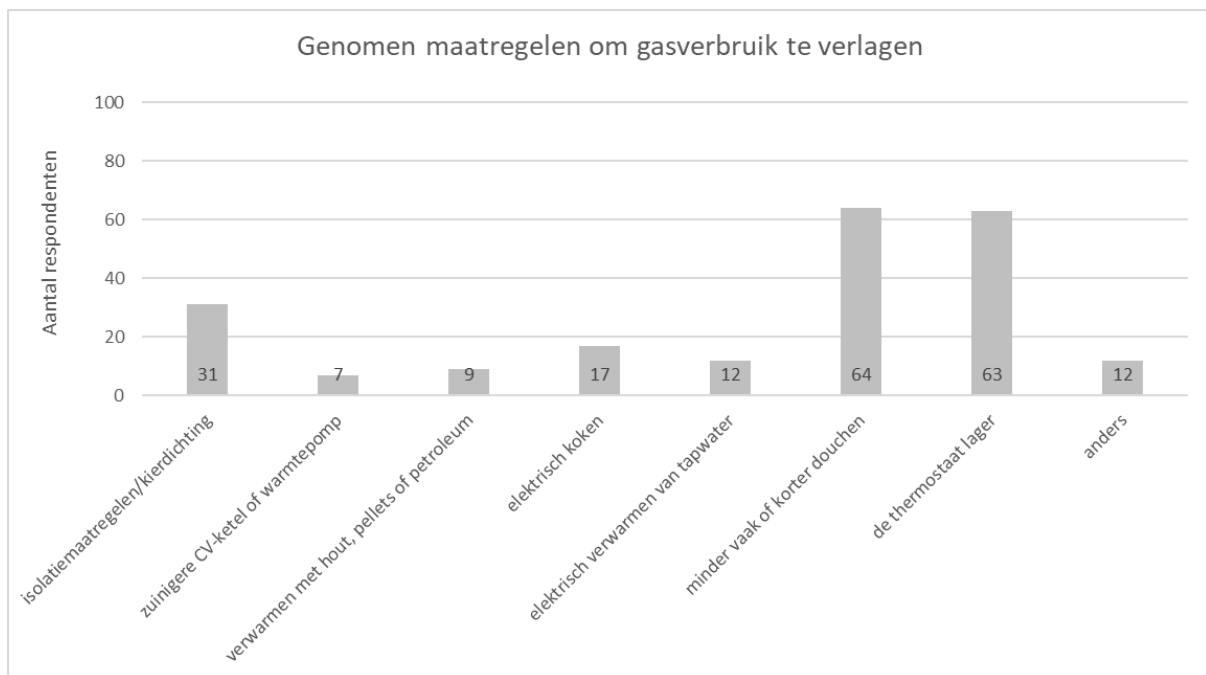
Zoals vermeld in Sectie 4.6 is één van de bronnen van onzekerheid bij het onderzoek zoals in Sectie 4 behandeld, het feit dat de deelnemende huishoudens wellicht zuiniger zijn geweest met hun energiegebruik in maart 2022 in verband met de gestegen energieprijzen en de situatie omtrent Oekraïne. Om in te kunnen schatten wat het effect hiervan is geweest en daarvoor te kunnen corrigeren in Secties 6 en 7, worden de gasverbruiken in de periode maart 2020 – maart 2022 van een referentiegroep waarbij geen waterzijdig inregelen heeft plaatsgevonden verzameld.

5.1 Respons op de enquête

De respondenten in de referentiegroep zijn bereikt door een oproep te plaatsen in de nieuwsbrief van de gemeente Enschede. De enquête is opgenomen in Bijlage B. Tussen 8 september 2022 en 7 oktober 2022 werden 141 enquêtes ingevuld. Hiervan zijn 104 enquêtes compleet ingevuld.

5.2 Resultaten en analyse

91 Van de 104 respondenten geven aan maatregelen te hebben genomen om minder aardgas te verbruiken. 71 Respondenten geven daarbij aan meerdere maatregelen te hebben genomen. De meeste respondenten geven aan minder vaak of korter te douchen, en de thermostaat te verlagen. Zie Figuur 5.1)

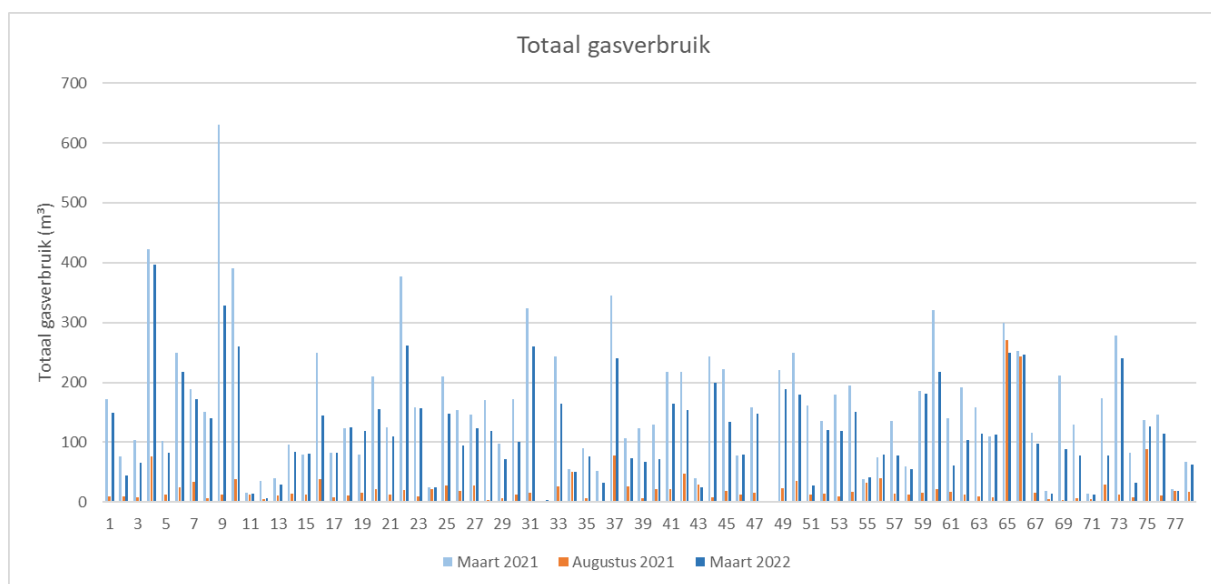


Figuur 5.1: Genomen maatregelen om gasverbruik te verlagen

Bij anders geven respondenten aan:

- meer buitenhuis te werken,
- alleen te verwarmen wanneer men thuis is,
- zonnepanelen te hebben aangeschaft,
- de waterkoker meer te gebruiken bij het koken,
- en het waterzijdig inregelen van het cv-systeem (drie respondenten).

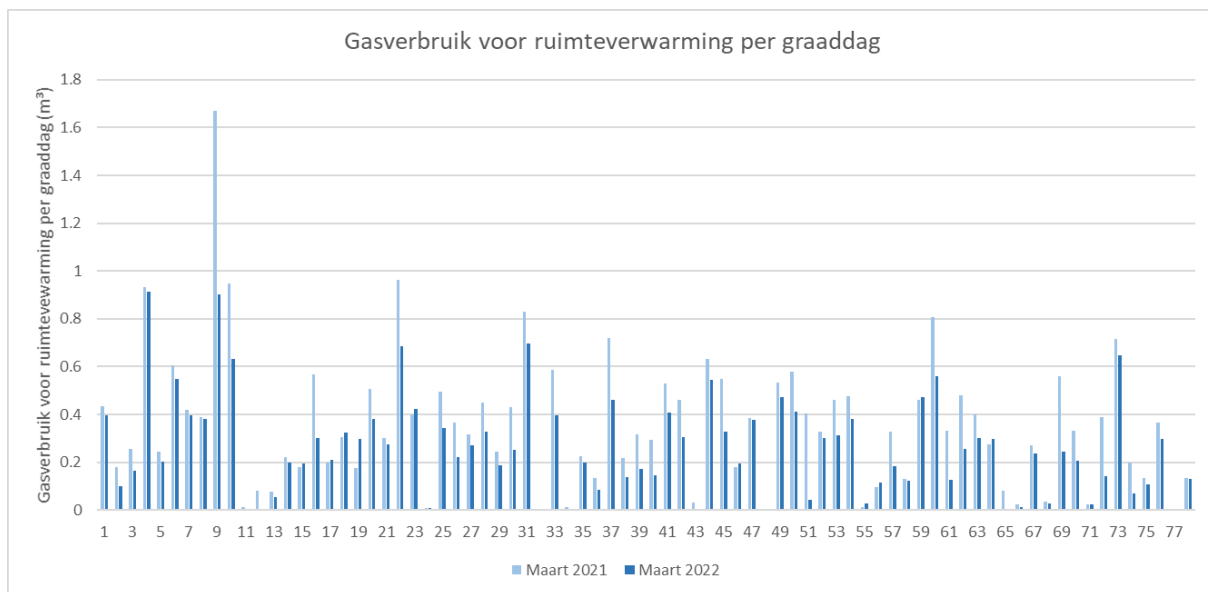
Van de 104 respondenten die de enquête volledig hebben ingevuld, hebben 87 een slimme meter, waardoor naar het gasverbruik op maandniveau kan worden gevraagd. Negen respondenten vulden voor het gasverbruik 0 m³ in (78 enquêtes geschikt voor verdere analyse). Het totale aardgasverbruik van deze respondenten is opgenomen in Figuur 5.2.



Figuur 5.2: Totaal gasverbruik van 78 woningen

Het gasverbruik voor ruimteverwarming wordt berekend door het gasverbruik in de maand maart te verminderen met het verbruik in de maand augustus. Ter correctie voor verschillen in de buitentemperatuur, wordt het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag (zie Tabel 3.1) berekend. Zie Figuur 5.3.

Over de 78 woningen bedroeg het gemiddelde gasverbruik voor ruimteverwarming 0,357 m³ per graaddag in maart 2021. In maart 2022, was dat 0,264 m³ per graaddag, hetgeen een gemiddelde reductie van 0,093 m³ per graaddag, ofwel 26,1%, inhoudt. De mediaan van de besparing bedraagt 0,060 m³ per graaddag. In dertien van de 78 woningen was sprake van een hoger gasverbruik voor ruimteverwarming in maart 2022 dan in maart 2021 (negatieve besparing, zie Tabel 5.1).



Figuur 5.3: Gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag van 78 woningen

In Tabel 5.1 is ook te zien dat de aardgasbesparing per categorie sterk verschilt. In woningen waarin (ook) bouwkundige en/of installatietechnische maatregelen werden genomen, is de gemiddelde aardgasbesparing 28,5%. In woningen waar alleen minder vaak dan wel korter gedoucht werd en/of de thermostaat werd verlaagd, is de gemiddelde aardgasbesparing lager met 24,8%. In de groep van respondenten die aangaf geen maatregelen te hebben genomen om het aardgasverbruik te verlagen, is de gemiddelde besparing 13,5%.

Tabel 5.1: Aardgasbesparing (ruimteverwarming) per maatregel-categorie

Maatregelen	Aantal	Besparing				
		Min.	Mediaan	Max.	Gemiddelde	
		m³	m³	m³	m³	%
Alle respondenten	78	-0,121	0,060	0,766	0,093	26,1
Isolatie, kierdichting, nieuwe opwekker, anders verwarmen	42	-0,021	0,058	0,362	0,101	28,5
Minder vaak/korter douchen en/of thermostaat verlaagd	21	-0,020	0,047	0,766	0,097	24,8
Geen maatregelen	11	-0,121	0,009	0,178	0,038	13,5

Een deel van de gasverbruikreductie zal worden verklaard door het feit dat de maand maart 2022 zonniger was dan maart 2021, zoals vermeld in Sectie 3.

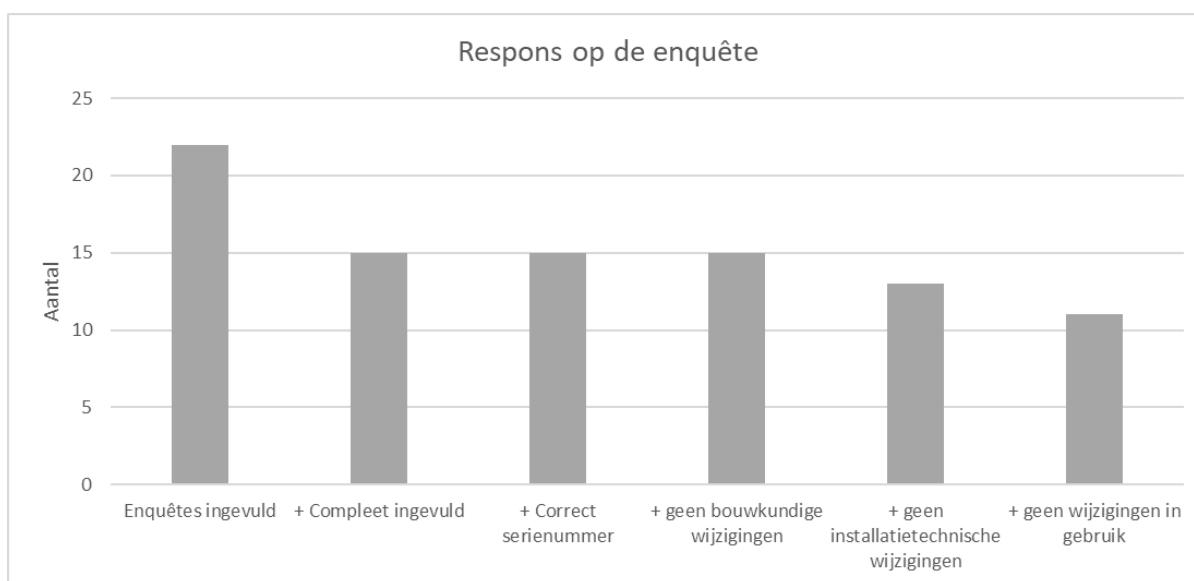
6 Gasverbruikreductie bij ingeregelde cv-ketels

Bij 308 woningen werd de cv-ketel ingeregeld in de periode 15 oktober 2021 – 15 januari 2022. Bij 141 woningen werd een Huisbaasje geïnstalleerd, waarvan er 63 nog operationeel waren in maart 2022. De enquête (zie Bijlage C) is derhalve verzonden naar deze 63 huishoudens.

6.1 Respons op de enquête

Tussen 1 juli 2022 en 4 augustus 2022 zijn in totaal zijn 22 enquêtes geretourneerd. Hiervan zijn 15 enquêtes compleet ingevuld, inclusief een compleet en correct serienummer van het Huisbaasje.

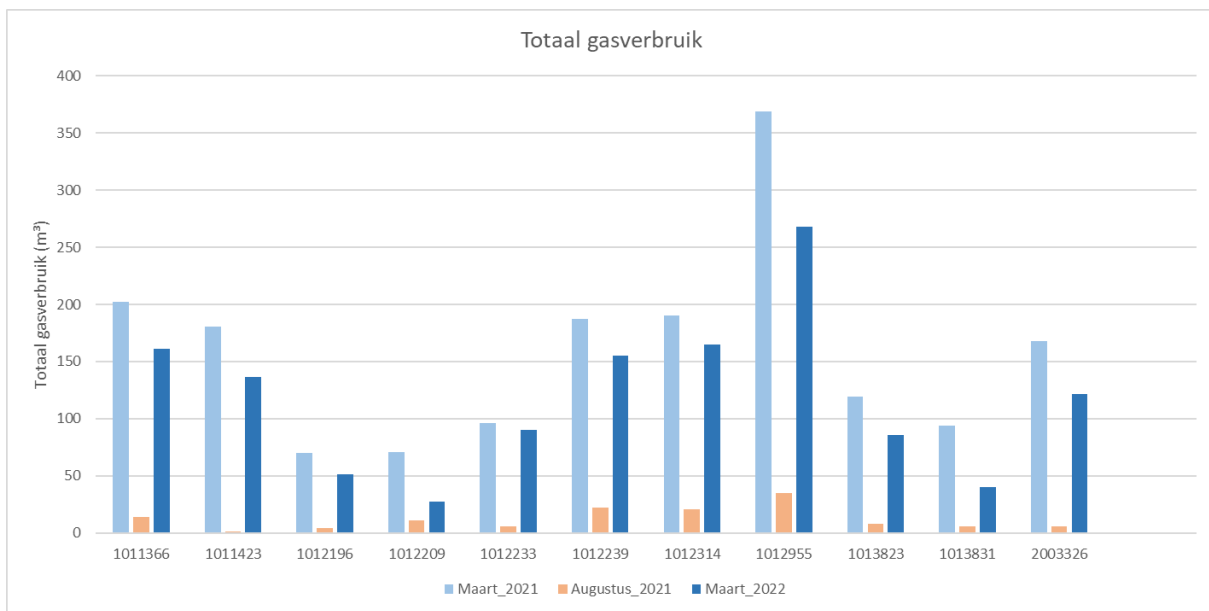
In nul enquêtes werd aangegeven dat er wijzigingen zijn aangebracht in de bouwkundige staat van de woning (15 enquêtes geschikt voor verdere analyse). In twee enquêtes werd aangegeven dat er wijzigingen zijn aangebracht in de installatietechnische staat van de woning (13 enquêtes geschikt voor verdere analyse). Tot slot werd in twee enquêtes aangegeven dat er wijzigingen zijn opgetreden in huishoudgrootte of mate van bewoning. Dat brengt het aantal woningen geschikt voor analyse op 11.



Figuur 6.1: Respons op de enquête

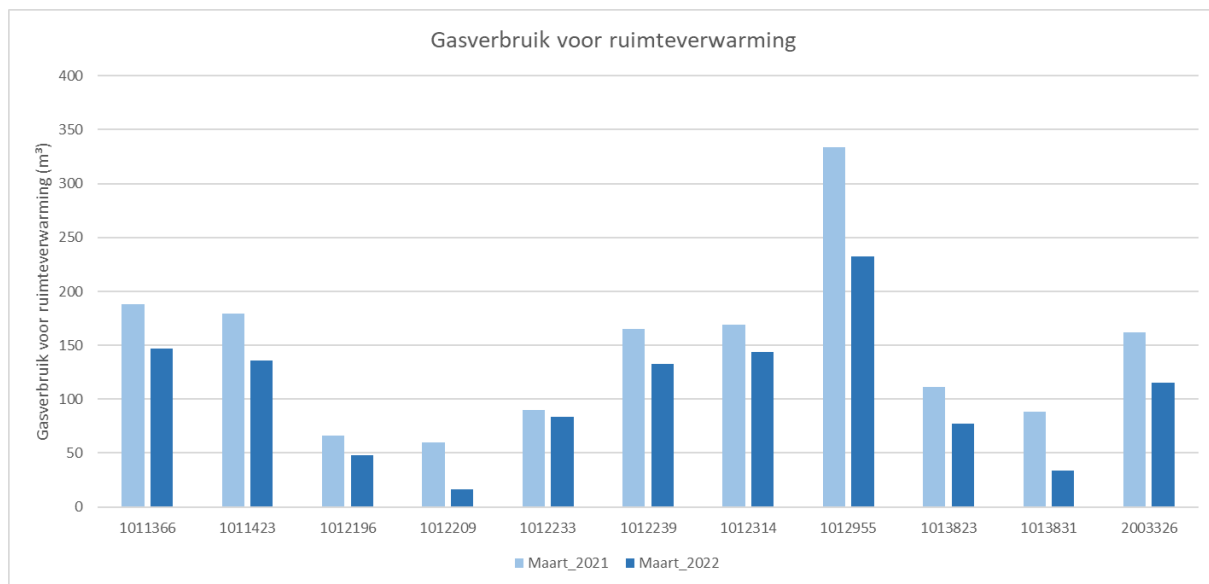
6.2 Resultaten en analyse

Alle elf woningen beschikken over een slimme meter, waardoor het energiegebruik op maandniveau kon worden uitgevraagd. Van deze elf woningen is er ook data geregistreerd door Aurum, zie Figuur 6.2.



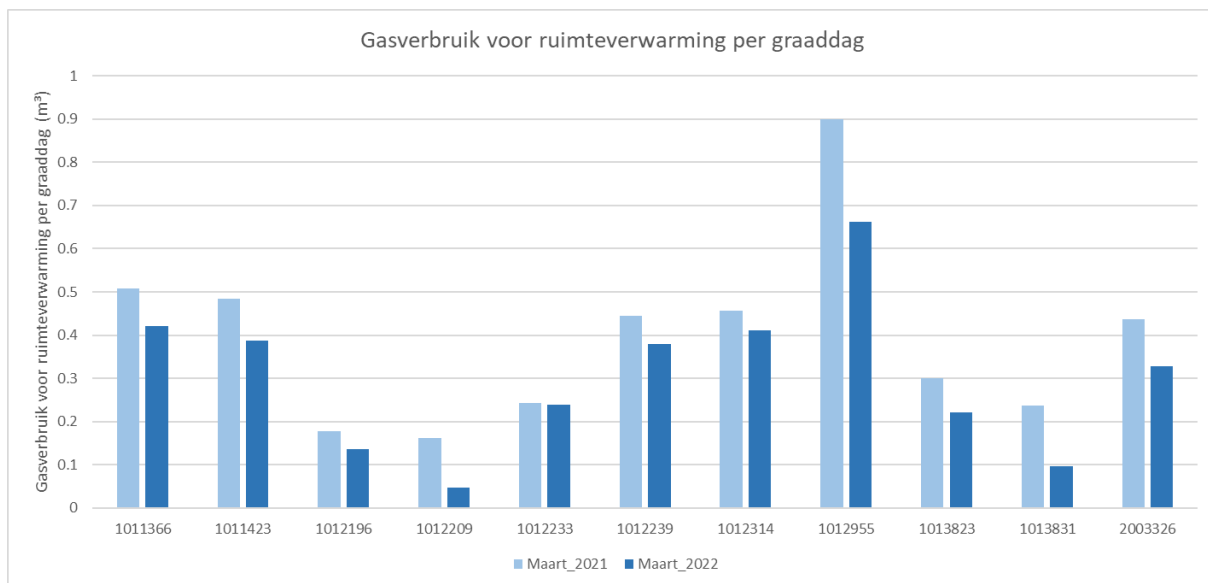
Figuur 6.2: Totaal gasverbruik van elf woningen met ingeregelde cv-ketels

Het gasverbruik voor ruimteverwarming wordt berekend door het totale gasverbruik in de maand maart te verminderen met het gasverbruik in de maand augustus. Zie Figuur 6.3.



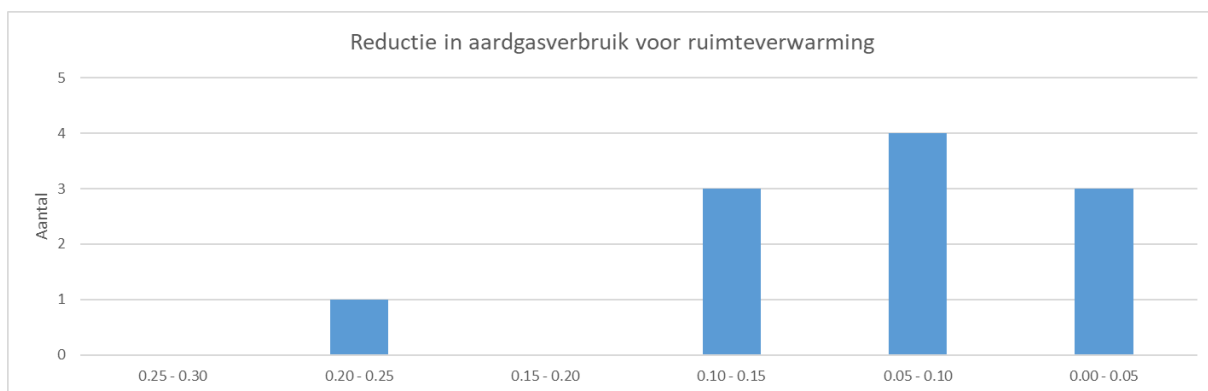
Figuur 6.3: Gasverbruik voor ruimteverwarming van elf woningen met ingeregelde cv-ketels

Ter correctie voor verschillen in de buitentemperatuur, wordt het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag (zie Tabel 3.1) berekend. Zie Figuur 6.4.



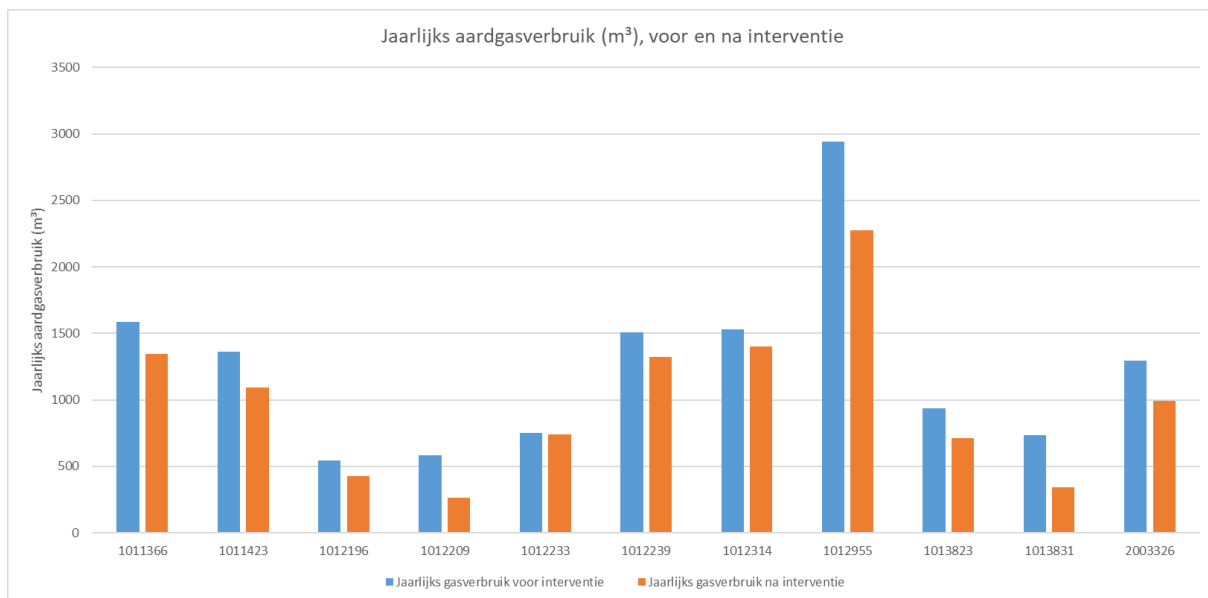
Figuur 6.4: Gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag van elf woningen met ingeregelde cv-ketels

In Figuur 6.4 is te zien dat voor alle elf woningen sprake is van een reductie in het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag. In Figuur 6.5 is te zien dat voor tien van de elf woningen sprake is van een reductie in aardgasverbruik voor ruimteverwarming van 0 tot 0,15 m³ per graaddag. Voor één van de elf woningen was de reductie 0,2 m³ per graaddag.



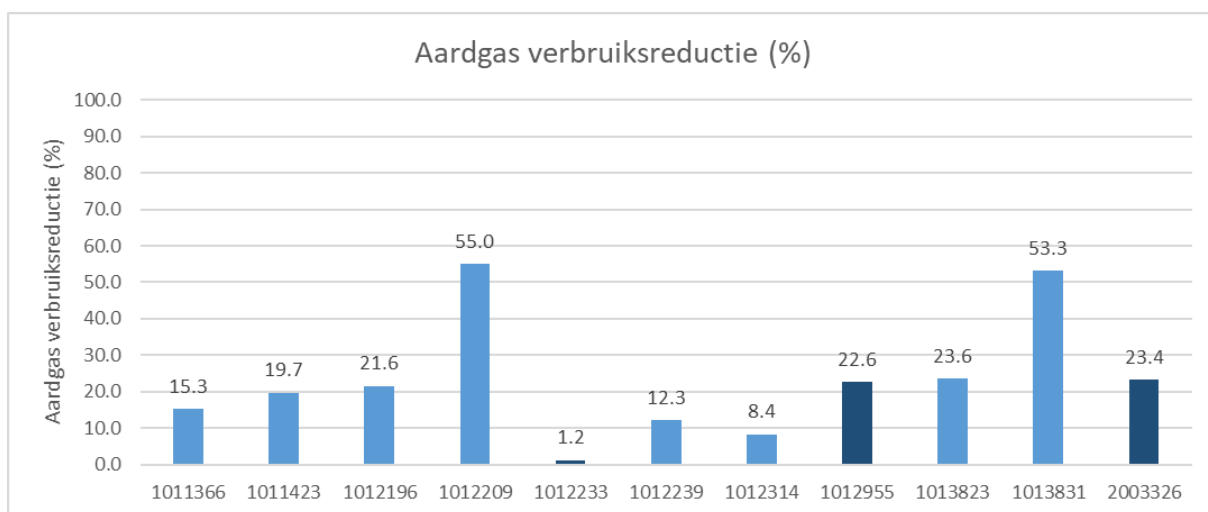
Figuur 6.5: Reductie in gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag

Door het hiervoor berekende gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag te vermenigvuldigen met het gemiddelde aantal graaddagen per jaar (2800) en daar het gasverbruik voor warm tapwater en (eventueel) koken bij op te tellen, kan een beeld worden verkregen van de jaarlijkse aardgasbesparing als gevolg van het waterzijdig inregelen van de cv-ketels van de elf beschouwde woningen. Zie Figuren 6.6 en 6.7.



Figuur 6.6: Jaarlijks aardgasverbruik (m³), voor en na interventie

In Figuur 6.7 is te zien dat de procentuele besparing op het jaarlijkse aardgasverbruik voor de elf woningen varieert van 1,2% tot 55,0%. De gemiddelde besparing bedraagt 23,3%, de mediaan is 21,6%. Acht van de elf huishoudens (de lichtblauwe balken in Figuur 6.7) gaven aan in maart 2022 niet zuiniger te zijn geweest met hun gasverbruik dan in maart 2021. De gemiddelde besparing van deze acht huishoudens bedraagt 26,2%, hetgeen aanmerkelijk hoger is dan de besparing van 13,5% die werd vastgesteld bij de referentiegroep in Sectie 5.2.



Figuur 6.7: Jaarlijkse aardgas verbruiksreductie (%)

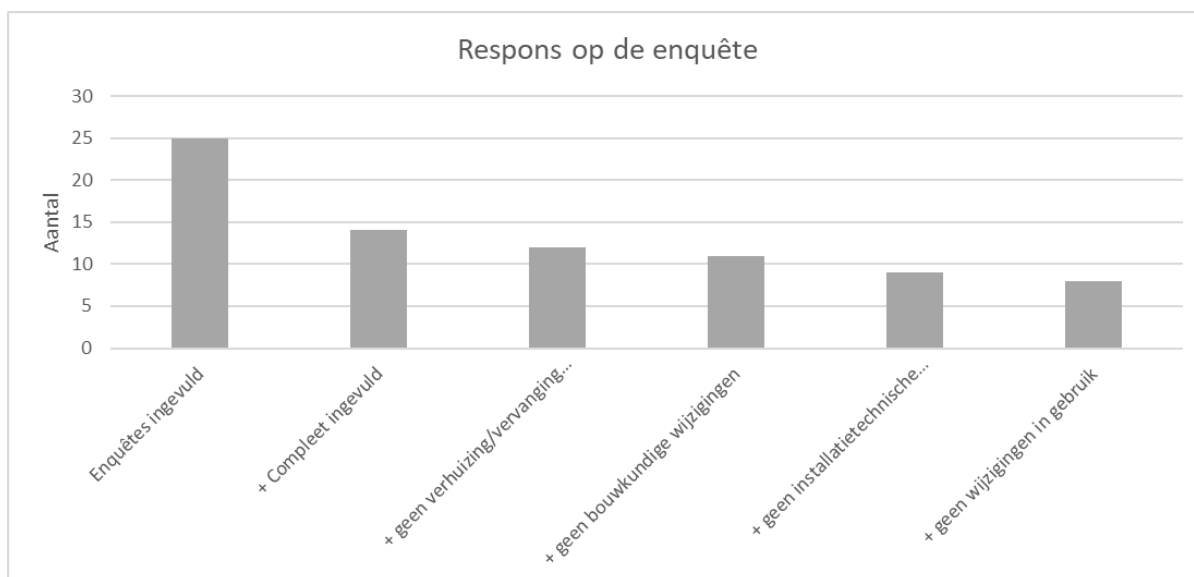
De drie donkere balken (1012233, 1012955 en 2003326) in Figuur 6.7 representeren huishoudens die hebben aangegeven de thermostaat minder hoog te hebben staan dan voorheen en/of minder warm tapwater te gebruiken. De besparing van deze drie huishoudens van respectievelijk 1,2%, 22,6% en 23,4% is van dezelfde orde grootte als die vastgesteld bij de referentiegroep (24,8%, zie Sectie 5.2).

7 Gasverbruikreductie bij dynamisch ingeregelde radiatoren

Bij 76 woningen werden de radiatoren dynamisch ingeregeld in de periode september 2021 – maart 2022. Bij 27 woningen werd een Huisbaasje geïnstalleerd, waarvan er 1 nog operationeel was in maart 2022. Echter zijn bij 43 van de woningen wel de gasmeterstanden op het moment van inregelen geregistreerd. Derhalve wordt voor het aardgasverbruik na het waterzijdig inregelen geen gebruik gemaakt van de data geregistreerd door het Huisbaasje, maar wordt in de enquête (Bijlage D) naar de gasmeterstand op het moment van het invullen van de enquête gevraagd. Daarmee kan het aardgasverbruik (voor ruimteverwarming) per graaddag na de interventie worden berekend.

7.1 Respons op de enquête

Bij 76 woningen werd het cv-systeem dynamisch ingeregeld. Bij 43 woningen werden de meterstanden op het moment van inregelen geregistreerd. Bij 25 bewoners werden enquêtes afgenomen door energiecoaches van Alifa. Veertien enquêtes werden volledig ingevuld. Bij één huishouden was er sprake van het vervangen van de gasmeter, en bij één huishouden was er sprake van een verhuizing (12 enquêtes geschikt voor verdere analyse). Bij één woning werden bouwkundige wijzigingen aangebracht na het waterzijdig inregelen. In twee enquêtes werd aangegeven dat er wijzigingen zijn aangebracht in de installatietechnische staat van de woning. Tot slot werd in één enquête aangegeven dat er wijzigingen zijn opgetreden in huishoudgrootte of mate van bewoning. Dat brengt het aantal woningen geschikt voor analyse op 8.



Figuur 7.1: Respons op de enquête

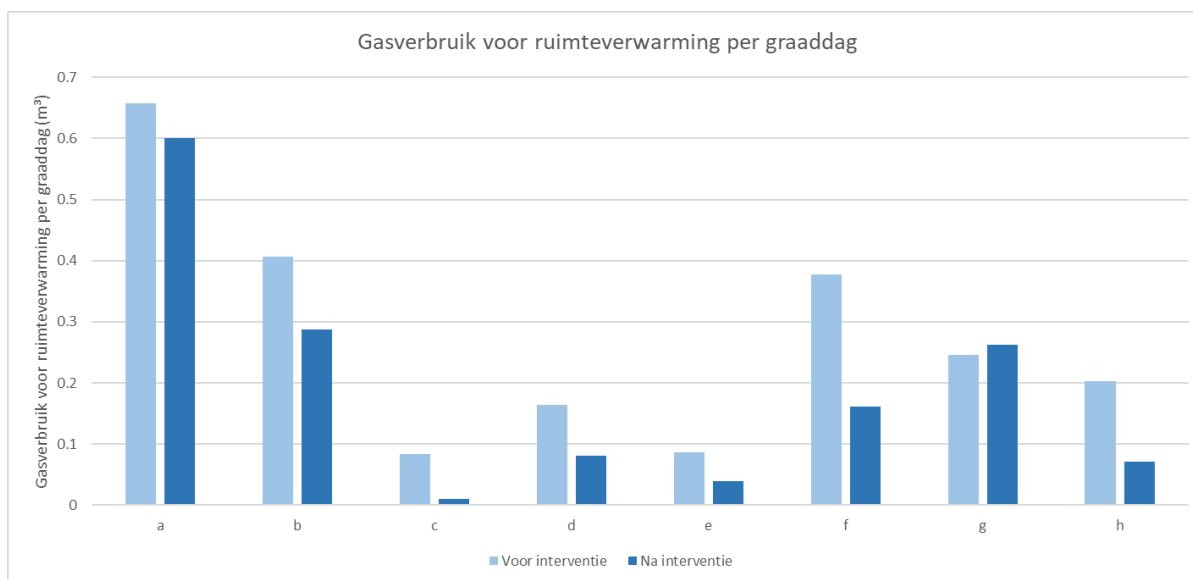
7.2 Resultaten en analyse

Voor het gasverbruik voor de interventie, is in de enquête gevraagd naar het gasverbruik in de maanden maart 2021 en augustus 2021, of – bij het ontbreken van een slimme meter – het gasverbruik in het jaar 2020. Zes van de acht woningen (c – h) beschikken over een slimme meter, waardoor het historisch gasverbruik op maandniveau kon worden uitgevraagd. Het gasverbruik voor ruimteverwarming wordt berekend door het totale gasverbruik in de maand maart te verminderen met het gasverbruik in de maand augustus. Voor twee van de acht woningen (a en b) is alleen het gasverbruik in het kalenderjaar 2020 bekend. Het gasverbruik voor ruimteverwarming wordt in deze gevallen berekend door het totale gasverbruik te verminderen met standaard kengetallen voor het gasverbruik voor koken van $37 \text{ m}^3 \text{ jaar}^{-1}$ (Milieu Centraal, 2020) en het gasverbruik voor warm tapwater van circa $95 \text{ m}^3 \text{ persoon}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ (NEN, 2022). Vervolgens worden de verkregen verbruiken voor ruimteverwarming gedeeld door het aantal van toepassing zijnde graaddagen.

Het totale gasverbruik na de interventie wordt berekend door de gasmeterstand ten tijde van de enquête te verminderen met de gasmeterstand ten tijde van het waterzijdig inregelen. Vervolgens wordt het gasverbruik voor ruimteverwarming berekend door het totale gasverbruik te verminderen met het geschatte verbruik voor warm tapwater en koken:

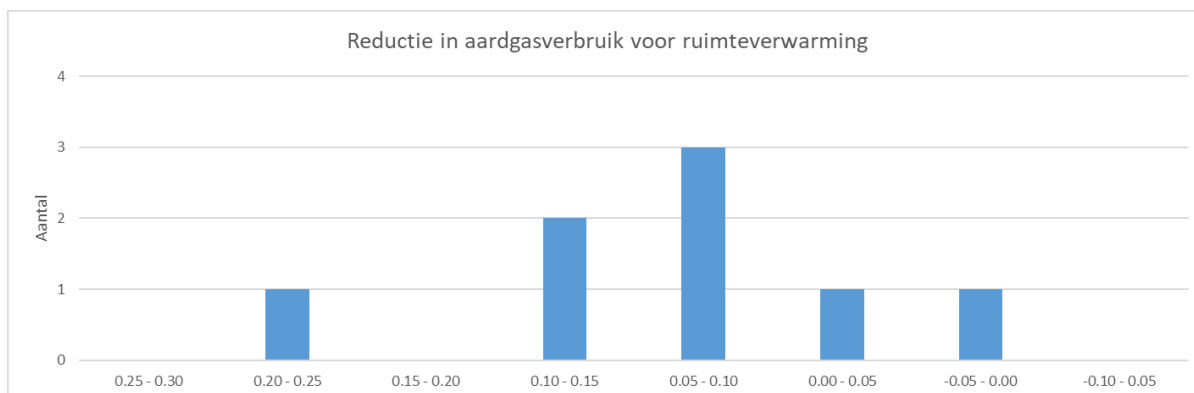
- i. Voor woningen a en b wordt het aantal jaren tussen de enquête en het waterzijdig inregelen berekend, waarna dit wordt vermenigvuldigd met de eerder genoemde kengetallen.
- ii. Voor woningen c – h wordt het aantal maanden tussen de enquête en het waterzijdig inregelen berekend, waarna dit wordt vermenigvuldigd met het gasverbruik in de maand augustus 2021.

Tot slot wordt het aantal graaddagen tussen het moment van de enquête en het waterzijdig inregelen berekend, waarmee het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag na de interventie kan worden berekend. In Figuur 7.2 is het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag voor de acht woningen opgenomen.



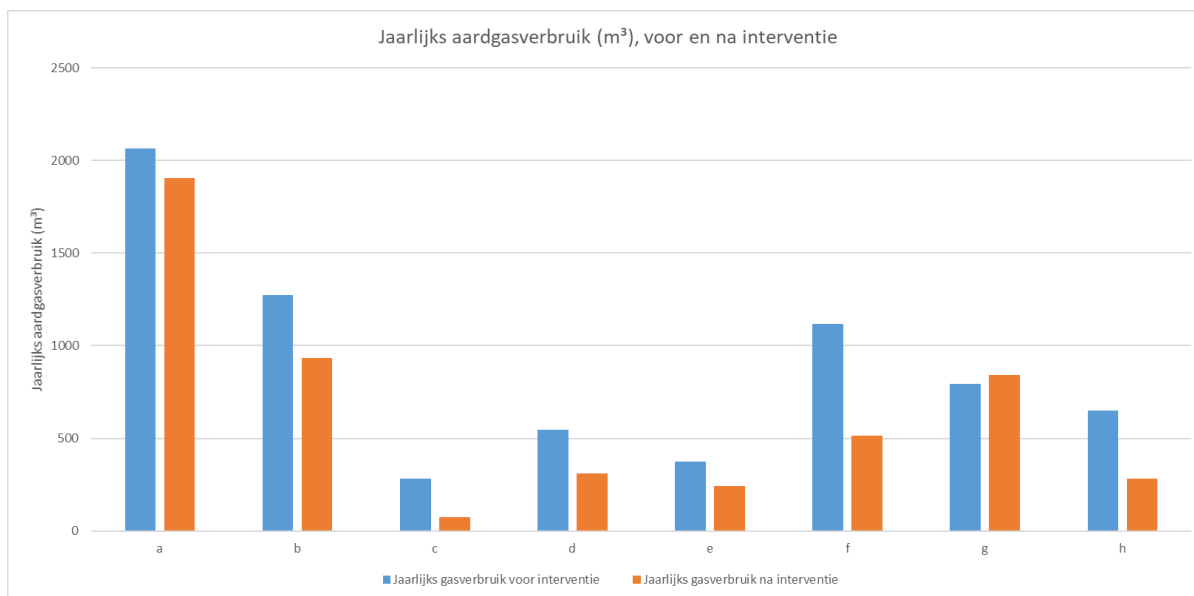
Figuur 7.2: Gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag van acht woningen met dynamisch ingeregelde radiatoren

In Figuur 7.2 is te zien dat voor zeven van de acht woningen sprake is van een reductie in het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag. In Figuur 7.3 is te zien dat voor zes van de acht woningen sprake is van een reductie in aardgasverbruik voor ruimteverwarming van 0 tot 0,15 m³ per graaddag. Voor één van de acht woningen was de reductie 0,22 m³ per graaddag, en in één woning was sprake van een toename in het gasverbruik voor ruimteverwarming van 0,017 m³ per graaddag.



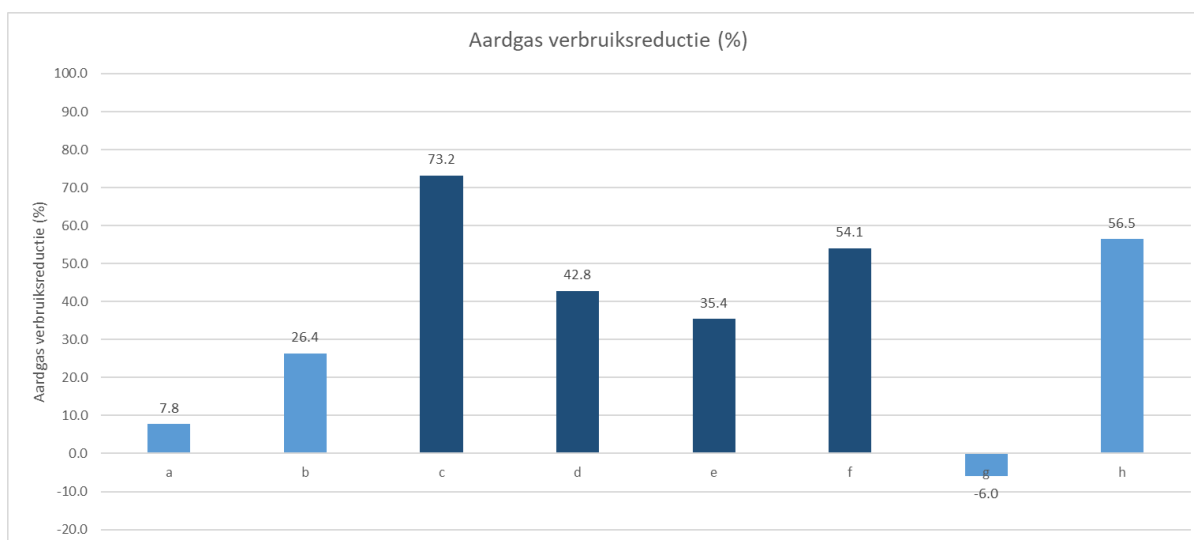
Figuur 7.3: Reductie in gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag

Door het hiervoor berekende gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag te vermenigvuldigen met het gemiddelde aantal graaddagen per jaar (2800) en daar het gasverbruik voor warm tapwater en (eventueel) koken bij op te tellen, kan een beeld worden verkregen van de jaarlijkse aardgasbesparing als gevolg van het dynamisch inregelen van de radiatoren in de acht beschouwde woningen. Zie Figuren 7.4 en 7.5.



Figuur 7.4: Jaarlijks aardgasverbruik (m³), voor en na interventie

In Figuur 7.5 is te zien dat de procentuele besparing op het jaarlijkse aardgasverbruik voor de acht woningen varieert van -6,0% tot 73,2%. De gemiddelde besparing bedraagt 36,3%, de mediaan is 39,1%. Vier van de acht huishoudens (de lichtblauwe balken in Figuur 7.5) gaven aan na het waterzijdig inregelen niet zuiniger te zijn geweest met hun gasverbruik dan ervoor. De gemiddelde besparing van deze vier huishoudens bedraagt 21,2%, hetgeen aanmerkelijk hoger is dan de besparing van 13,5% die werd vastgesteld bij de referentiegroep in Sectie 5.2.



Figuur 7.5: Jaarlijkse aardgas verbruiksreductie (%)

De vier donkere balken (c - f) in Figuur 7.5 representeren huishoudens die hebben aangegeven de thermostaat minder hoog te hebben staan dan voorheen en/of minder warm tapwater te gebruiken. De gemiddelde besparing van deze vier huishoudens van 51,4% is eveneens aanmerkelijk groter als die vastgesteld bij de referentiegroep (24,8%, zie Sectie 5.2).

8 Discussie en conclusies

Het waterzijdig inregelen van centrale verwarmingsinstallaties kan bijdragen aan het verminderen van de CO₂ uitstoot door de gebouwde omgeving, omdat de efficiëntie van het verwarmingssysteem toeneemt als gevolg van de maatregel. In de internationale literatuur worden energiebesparingen tot 35% als gevolg van waterzijdig inregelen genoemd.

Het onderhavige onderzoek had als doel het energiebesparingspotentiaal van waterzijdig inregelen te kwantificeren. Daartoe zijn in de periode maart 2020 – maart 2022 700 woningen in de gemeente Enschede waterzijdig ingeregeld. Door het gasverbruik van deze woningen zowel voor als na de interventie te inventariseren, werden besparingen op het totale jaarlijkse gasverbruik van 7,9 tot 53,1% (gemiddeld 27,5%) vastgesteld.

Zoals vermeld in Sectie 4.6 moeten hierbij enkele beperkingen van het onderzoek worden beschouwd. Allereerst is het aantal geanalyseerde woningen met twaalf zeer klein, waarmee het risico groot is dat de berekende besparing niet representatief is. Verder is de gasverbruiksreductie als gevolg van het waterzijdig inregelen mogelijk wordt overschat doordat deelnemers aan het onderzoek wellicht zuiniger zijn geweest met hun energiegebruik in maart 2022 dan voorheen vanwege de gestegen energieprijzen en de geopolitieke situatie omtrent Oekraïne en Rusland. Ten derde zijn verschillende vormen van waterzijdig inregelen, namelijk het inregelen van cv-ketels, het statisch inregelen van radiatoren en het dynamisch inregelen van radiatoren, niet onderscheiden in deze eerste analyse.

Om de betrouwbaarheid van de resultaten te verhogen, werd aanvullend onderzoek uitgevoerd. Daartoe werden allereerst de gasverbruiken in de periode maart 2020 – maart 2022 van een referentiegroep waarbij geen waterzijdig inregelen heeft plaatsgevonden verzameld, om in te kunnen schatten wat het effect is van de stijgende energieprijzen en daarvoor te kunnen corrigeren. Bewoners die bouwkundige en/of installatietechnische maatregelen hebben genomen om hun gasverbruik te reduceren (n = 42) bespaarden gemiddeld 28,5% op hun gasverbruik in maart 2022 t.o.v. maart 2021. Bewoners die aangaven alleen minder vaak/korter te douchen en/of de thermostaat te hebben verlaagd (n = 21) bespaarden gemiddeld 24,8%. Het gasverbruik van bewoners die aangaven geen maatregelen te hebben genomen (n = 11) was 13,5% lager in maart 2022 dan in dezelfde maand een jaar eerder. Een (deel van de) verklaring hiervoor zal er in liggen dat de maand maart 2022 zonniger was dan maart 2021.

Vervolgens werden nieuwe enquêtes verspreid onder twee specifieke groepen bewoners, namelijk eigenaar-bewoners waarbij de cv-ketel werd ingeregeld en sociale huurders waarbij de radiatoren dynamisch werden ingeregeld.

Bij 308 woningen werd de cv-ketel ingeregeld. Voor elf van de woningen is kwalitatief goede data beschikbaar voor analyse. Voor alle elf woningen werd een reductie in het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag vastgesteld. De procentuele besparing op het jaarlijkse aardgasverbruik voor de elf woningen varieert van 1,2% tot 55,0%. De gemiddelde besparing bedraagt 23,3%, de mediaan is 21,6%. Acht van de elf huishoudens gaven aan in maart 2022 niet zuiniger te zijn geweest met hun gasverbruik dan in maart 2021. De gemiddelde besparing van deze acht huishoudens

bedraagt 26,2%, hetgeen aanmerkelijk hoger is dan de besparing van 13,5% die werd vastgesteld bij de referentiegroep die geen maatregelen nam om het gasverbruik te reduceren.

Bij 76 woningen werd het cv-systeem dynamisch ingeregeld. Voor acht van de woningen is kwalitatief goede data beschikbaar voor analyse. Voor zeven van de acht woningen werd een reductie in het gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag vastgesteld. De procentuele besparing op het jaarlijkse aardgasverbruik voor de acht woningen varieert van -6,0% tot 73,2%.. De gemiddelde besparing bedraagt 36,3%, de mediaan is 39,1%. Vier van de acht huishoudens gaven aan na het waterzijdig inregelen niet zuiniger te zijn geweest met hun gasverbruik dan ervoor. De gemiddelde besparing van deze vier huishoudens bedraagt 21,2%, hetgeen aanmerkelijk hoger is dan de besparing van 13,5% die werd vastgesteld bij de referentiegroep in Sectie 5.2. De vier huishoudens die aangaven de thermostaat minder hoog te hebben staan dan voorheen en/of minder warm tapwater te gebruiken, besparen gemiddeld 51,4% op het jaarlijkse aardgasverbruik, hetgeen eveneens aanmerkelijk hoger is dan vastgesteld bij de referentiegroep (24,8%, zie Sectie 5.2).

De resultaten zijn samengevat in Tabel 8.1.

Tabel 8.1: Samenvatting resultaten

	Gemiddelde besparing referentiegroep	Gemiddelde besparing ingeregelde cv-ketels	Gemiddelde besparing dynamisch inregelen
Niet zuiniger met gasverbruik	13,5% (n = 11)	26,2% (n = 8)	21,2% (n = 4)
Zuiniger met gasverbruik	24,8% (n = 21)	15,7% (n = 3)	51,4% (n = 4)

Bij de interpretatie van deze resultaten moeten de volgende beperkingen van het onderzoek in acht worden genomen:

Allereerst is het aantal geanalyseerde woningen zeer klein door het relatief geringe aantal compleet ingevulde enquêtes, ontbrekende informatie in een aantal enquêtes en de toepassing van de exclusiecriteria. Het kleine aantal woningen dat geschikt werden bevonden voor de analyse geeft wellicht geen representatief beeld. Daarnaast bestaat er een onzekerheid met betrekking tot de in de enquête ingevulde verbruiken, die mogelijk fouten bevatten.

Voor de splitsing van het aardgasverbruik in ruimteverwarming (waarop het waterzijdig inregelen betrekking heeft) en warm tapwater en (eventueel) koken, is voor de huishoudens met slimme meters uitgegaan van het gasverbruik in een zomermaand. Het is mogelijk dat dat gasverbruik niet representatief is voor warm tapwater en koken in de rest van het jaar vanwege bijvoorbeeld vakanties. Voor de huishoudens met analoge meters zijn kengetallen gebruikt voor deze splitsing, die uiteraard niet precies voor elk huishouden zullen gelden.

Tot slot moet nog worden stilgestaan bij de nauwkeurigheid van de energiemetingen. Naast de onnauwkeurigheid van de gasmeter zelf (-0,17% tot +0,92%), leidt de toepassing van de zogenaamde 7-gradenmethode tot een aanvullende onzekerheid van 1,37% - 4,61% (Brouwer et al., 2008).

Bronnen

- Aurum. (2022). *EnergyFlip*. <https://www.energyflip.com/nl/>
- Brouwer, W. P., Pulles, C. J. A., van Heugten, W. H. H., van Schagen, G., & Bonestroo, W. (2008). *De correctheid van de gasmeting bij kleinverbruikers*.
<https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9vvij5epmj1ey0/vhyf677f23sn>
- Consumentenbond. (2020). *Besparen door waterzijdig inregelen*.
<https://www.consumentenbond.nl/cv-ketel/waterzijdig-inregelen>
- European Commission. (2019). *The Energy Performance of Buildings Directive - Factsheet*.
- Eurostat. (2021). *Energy consumption in households*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households
- Klimaatakkoord. (2019).
- KNMI. (2022). *Daggegevens van het weer in Nederland*. <http://knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>
- Liao, Z., & Dexter, A. L. (2004). The potential for energy saving in heating systems through improving boiler controls. *Energy and Buildings*, 36(3), 261–271.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2003.12.006>
- Milieu Centraal. (2020). *Inductie kookplaat*. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/apparaten-in-huis/inductie-kookplaat/>
- NEN. (2022). *NTA 8800:2022 Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode*.
- Paris Agreement, (2015).
- Piana, E. A., Grassi, B., Bianchi, F., & Pedrotti, C. (2018). Hydraulic balancing strategies: A case study of radiator-based central heating system. *Building Services Engineering Research and Technology*, 39(3), 249–262. <https://doi.org/10.1177/0143624417752830>
- Tahersima, F., Stoustrup, J., & Rasmussen, H. (2013). An analytical solution for stability-performance dilemma of hydronic radiators. *Energy and Buildings*, 64, 439–446.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.05.023>
- Trouw. (2022, April 2). *Overheid roept op thermostaat lager te zetten, doet dat zelf ook*.
<https://www.trouw.nl/binnenland/overheid-roept-op-thermostaat-lager-te-zetten-doet-dat-zelf-ook~b1a3777e/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Vereniging Eigen Huis. (2021). *Waterzijdig inregelen: 5 vragen*.
<https://www.eigenhuis.nl/energie/maatregelen/duurzaam-verwarmen/waterzijdig-inregelen-veelgestelde-vragen#/>

Bijlage A: Enquête - alle deelnemers

Radiator WaterBalans

Start of Block: Inleiding

SAMEN ENERGIE BESPAREN

Geachte heer/mevrouw,

Voor het onderzoek Radiator WaterBalans, dat we gezamenlijk met het [EnergieLoket Enschede](#) uitvoeren, willen we u enkele vragen stellen met betrekking tot uw woning en woonsituatie.

Houdt u alstublieft de volgende gegevens bij de hand:

- Het **serienummer** van uw Huisbaasje. Deze vindt u op de sticker achterop het huisbaasje, achter S/N:
 - Het **bouwjaar** van uw woning (op te zoeken door uw postcode en huisnummer in te vullen in [de Basisregistratie Adressen en Gebouwen](#))
 - Uw **energiegebruik** (aardgas en elektriciteit):
 - Als u een slimme meter heeft: het energiegebruik in de maanden maart 2020, augustus 2020, maart 2021 en augustus 2021.
 - Als u een analoge meter heeft: het energiegebruik in kalenderjaar 2020 en 2021.
- Hartelijk dank voor uw medewerking.

Saxion Hogeschool en Stichting Pioneering

End of Block: Inleiding

Start of Block: Serienummer



Q1

Wat is het serienummer van uw Huisbaasje?

Deze vindt u op de sticker achterop uw Huisbaasje. Geef de zeven cijfers achter S/N:

End of Block: Serienummer

Start of Block



Q2 Wat is het bouwjaar van uw woning?

U kunt dit vinden in de [Basisregistratie Adressen en Gebouwen](#) door uw postcode en huisnummer in te vullen.



Q3 Hoeveel bewoners telt uw huishouden?

_____ Volwassen(en)

_____ Kind(eren)

Page Break

Q4 Wanneer zijn uw radiatoren of is uw cv-ketel waterzijdig ingesteld?

- ☐ In januari 2020
- ☐ In februari 2020
- ☐ In maart 2020
- ☐ In april 2020
- ☐ In mei 2020
- ☐ In juni 2020
- ☐ In juli 2020
- ☐ In augustus 2020
- ☐ In september 2020
- ☐ In oktober 2020
- ☐ In november 2020
- ☐ In december 2020
- ☐ In januari 2021
- ☐ In februari 2021
- ☐ In maart 2021
- ☐ In april 2021
- ☐ In mei 2021
- ☐ In juni 2021

- ☐ In juli 2021
 - ☐ In augustus 2021
 - ☐ In september 2021
 - ☐ In oktober 2021
 - ☐ In november 2021
 - ☐ In december 2021
 - ☐ In januari 2022
 - ☐ In februari 2022
 - ☐ In maart 2022
-

Q5 Bent u na het waterzijdig ingeregelen verhuisd?

- ☐ Nee
 - ☐ Ja
-

Q6

Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter?

Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de meterstanden op afstand kunnen worden uitgelezen door de netbeheerder en energieleverancier. Bij een analoge meter is dat niet mogelijk, en geeft u zelf jaarlijks de meterstanden door.

☐ Slimme meter

☐ Analoge meter

Page Break

Display This Question:

*If Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de met...
= Slimme meter*

Q7 Wat was uw aardgasverbruik (in m³) in de maanden maart 2020, augustus 2020, maart 2021 en augustus 2021?

☐ Maart 2020 _____

☐ Augustus 2020 _____

☐ Maart 2021 _____

☐ Augustus 2021 _____

Display This Question:

*If Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de met...
= Analoge meter*

Q8 Wat was uw aardgasverbruik (in m³) in het kalenderjaar 2020 en 2021?

☐ 2020 _____

☐ 2021 _____

Q9 Heeft u een slimme of analoge elektriciteitsmeter?

Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de meterstanden op afstand kunnen worden uitgelezen door de netbeheerder en energieleverancier. Bij een analoge meter is dat niet mogelijk, en geeft u zelf jaarlijks de meterstanden door.

- ☐ Slimme elektriciteitsmeter
- ☐ Analoge elektriciteitsmeter

Display This Question:

If Heeft u een slimme of analoge elektriciteitsmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan... = Slimme elektriciteitsmeter

Q10 Wat was uw elektriciteitsverbruik (in kWh, exclusief eigen opwekking) in de maanden **maart 2020, augustus 2020, maart 2021 en augustus 2021**?

- ☐ Maart 2020 _____
- ☐ Augustus 2020 _____
- ☐ Maart 2021 _____
- ☐ Augustus 2021 _____

Display This Question:

If Heeft u een slimme of analoge elektriciteitsmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan... = Analoge elektriciteitsmeter

Q11 Wat was uw elektriciteitsverbruik (in kWh, exclusief eigen opwekking) in het kalenderjaar **2020 en 2021**?

- ☐ 2020 _____
- ☐ 2021 _____



Q12 Is er in de periode **maart 2020 - maart 2022** iets veranderd aan de bouwkundige staat van uw woning? (meerdere antwoorden mogelijk)

- ☐ Ja, isolatie van de begane grondvloer
- ☐ Ja, isolatie van gevels
- ☐ Ja, isolatie van dak
- ☐ Ja, vervangen van beglazing
- ☐ Ja, vervangen van buitendeuren
- ☐ Ja, kierdichting (plaatsen van tochtstrips of tochtbanden, dichten van naden of kieren)
- ☐ Ja, woonoppervlak vergroot (zoals een aanbouw)
- ☐ Ja, anders
- ☐ Nee

Display This Question:

If Is er in de periode maart 2020 - maart 2022 iets veranderd aan de bouwkundige staat van uw woning... = Ja, anders

Q13 Bij de vorige vraag gaf u 'Ja, anders' aan. Welke andere bouwkundige maatregelen zijn toegepast?



Q14 Is er in de periode **maart 2020 - maart 2022** iets veranderd aan de installatietechnische staat van uw woning (behoudens het waterzijdig inregelen)? (meerdere antwoorden mogelijk)

- ☐ Ja, verandering van het ventilatiesysteem
 - ☐ Ja, waterbesparende douchekop geplaatst
 - ☐ Ja, warmteterugwinning op douchewater toegepast
 - ☐ Ja, elektrische verwarming van warm water (zoals met een Quooker) toegepast
 - ☐ Ja, cv ketel vervangen
 - ☐ Ja, ik kook nu op elektriciteit i.p.v. gas
 - ☐ Ja, ik kook nu op gas i.p.v. elektriciteit
 - ☐ Ja, elektrische (infrarood-) verwarming toegepast
 - ☐ Ja, pellet-, hout- of petroleumkachel toegepast
 - ☐ Ja, pellet-, hout- of petroleumkachel verwijderd
 - ☐ Ja, zonnepanelen geplaatst
 - ☐ Ja, anders
 - ☐ Nee
-

Display This Question:

If Is er in de periode maart 2020 - maart 2022 iets veranderd aan de installatietechnische staat va... = Ja, anders

Q15 Bij de vorige vraag gaf u 'Ja, anders' aan. Welke andere installatietechnische maatregelen zijn toegepast?

Q16 Is er in de periode **maart 2020** - maart 2022 iets veranderd in de grootte van uw huishouden?

- ☐ Ja, er is een bewoner vertrokken
- ☐ Ja, er zijn meerdere bewoners vertrokken
- ☐ Ja, er is een bewoner bijgekomen
- ☐ Ja, er zijn meerdere bewoners bijgekomen
- ☐ Nee

Q17 In hoeverre wijkt uw bewoningsgedrag nu (**maart 2022**) af ten opzichte van vorig jaar (**maart 2021**)?

- ☐ Ik ben/we zijn nu **vaker thuis dan vorig jaar** (bijvoorbeeld door thuiswerken)
- ☐ Ik ben/we zijn nu **minder vaak thuis dan vorig jaar** (bijvoorbeeld door een reis).
- ☐ Er zijn geen grote verschillen in mijn/onze bewoning

End of Block

Bijlage B: Enquête - controlegroep

Besparing energiegebruik

Start of Block: Inleiding

BEWUSTER OMGAAN MET HET ENERGIEGEBRUIK

Geachte heer/mevrouw,

Vanwege de gestegen energieprijzen en de situatie omtrent Oekraïne zien we dat veel mensen zuiniger omgaan met energie dan voorheen. Voor een onderzoek van stichting Pioneering en Saxion Hogeschool willen we graag in kaart brengen in hoeverre huishoudens de laatste maanden besparen op hun aardgasverbruik. Daarvoor willen we u graag enkele vragen stellen.

Houdt u alstublieft de volgende gegevens bij de hand:

- Als u een slimme meter heeft: het aardgasverbruik in de maanden maart 2021, augustus 2021 en maart 2022.

- Als u een analoge meter heeft: het aardgasverbruik in kalenderjaar 2020 en 2021.

Hartelijk dank voor uw medewerking.

Saxion Hogeschool en Stichting Pioneering

End of Block: Inleiding

Start of Block: Energiebesparende maatregelen

Q1 Heeft u in de afgelopen maanden maatregelen genomen om minder aardgas te verbruiken?
(meerdere antwoorden mogelijk)

- ☐ Nee (11)
- ☐ Ja, isolatiemaatregelen en/of het dichtten van kieren (12)
- ☐ Ja, een zuinigere cv-ketel of een warmtepomp laten installeren (13)
- ☐ Ja, we verwarmen nu anders (met bijvoorbeeld hout, pellets of petroleum) (32)
- ☐ Ja, we koken nu elektrisch i.p.v. op gas (14)
- ☐ Ja, we verwarmen water nu elektrisch (zoals met een Quooker) (34)
- ☐ Ja, we douchen minder vaak of korter (30)
- ☐ Ja, de thermostaat staat lager (31)
- ☐ Ja, anders (33)

Page Break

Display This Question:

If Heeft u in de afgelopen maanden maatregelen genomen om minder aardgas te verbruiken? (meerdere an... = Ja, anders

Q2 Bij de vorige vraag gaf u 'Ja, anders' aan. Welke andere maatregelen heeft u genomen?

Page Break



Q3 Hoeveel bewoners telt uw huishouden?

_____ Volwassene(n) (9)

_____ Kind(eren) (10)

Page Break

Q4

Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter?

Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de meterstanden op afstand kunnen worden uitgelezen door de netbeheerder en energieleverancier. Bij een analoge meter is dat niet mogelijk, en geeft u zelf jaarlijks de meterstanden door.

☐ Slimme meter (1)

☐ Analoge meter (2)

Page Break

Display This Question:

*If Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de met...
= Slimme meter*

Q5 Wat was uw aardgasverbruik (in m³) in de maanden **maart 2021, augustus 2021 en maart 2022?**

☐ Maart 2021 (4) _____

☐ Augustus 2021 (5) _____

☐ Maart 2022 (12) _____

Page Break

Display This Question:

*If Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de met...
= Analoge meter*

Q6 Wat was uw aardgasverbruik (in m³) in het kalenderjaar 2020 en 2021?

☐ 2020 (6) _____

☐ 2021 (5) _____

Page Break

Q7 Is er in de periode **2020 - 2022** iets veranderd in de grootte van uw huishouden?

☐ Ja, er is een bewoner vertrokken (1)

☐ Ja, er zijn meerdere bewoners vertrokken (2)

☐ Ja, er is een bewoner bijgekomen (3)

☐ Ja, er zijn meerdere bewoners bijgekomen (4)

☐ Nee (5)

Page Break

End of Block

Bijlage C: Enquête - ingeregelde cv-ketels

Radiator WaterBalans - CV-ketels

Start of Block: Inleiding

SAMEN ENERGIE BESPAREN

Geachte heer/mevrouw,

Voor het onderzoek Radiator WaterBalans, dat we gezamenlijk met het [EnergieLoket Enschede](#) uitvoeren, willen we u enkele vragen stellen met betrekking tot uw woning en woonsituatie.

Houdt u alstublieft de volgende gegevens bij de hand:

- Het **serienummer** van uw Huisbaasje. Deze vindt u op de sticker achterop het huisbaasje, achter S/N:
- Als u een slimme meter heeft: het aardgasverbruik in de maanden maart 2021 en augustus 2021.
- Als u een analoge meter heeft: het aardgasverbruik in kalenderjaar 2020 en 2021.

Hartelijk dank voor uw medewerking.

Saxion Hogeschool en Stichting Pioneering

End of Block: Inleiding

Start of Block: Serienummer



Q1

Wat is het serienummer van uw Huisbaasje?

Deze vindt u op de sticker achterop uw Huisbaasje. Geef de zeven cijfers achter S/N:

End of Block: Serienummer



Q2 Hoeveel bewoners telt uw huishouden?

_____ Volwassene(n) (9)

_____ Kind(eren) (10)

Page Break

Q3 Wanneer is uw cv-ketel waterzijdig ingeregeld?

☐ In oktober 2021 (11)

☐ In november 2021 (12)

☐ In december 2021 (13)

☐ In januari 2022 (14)

Page Break

Q4 Bent u in de periode tussen het waterzijdig inregelen en maart 2022 verhuisd?

☐ Nee (1)

☐ Ja (2)

Skip To: End of Survey If Bent u in de periode tussen het waterzijdig inregelen en maart 2022 verhuisd? = Ja

Page Break

Q5

Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter?

Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de meterstanden op afstand kunnen worden uitgelezen door de netbeheerder en energieleverancier. Bij een analoge meter is dat niet mogelijk, en geeft u zelf jaarlijks de meterstanden door.

☐ Slimme meter (1)

☐ Analoge meter (2)

Page Break

Display This Question:

*If Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de met...
= Slimme meter*

Q6 Wat was uw aardgasverbruik (in m³) in de maanden **maart 2021** en **augustus 2021**?

☐ Maart 2021 (4) _____

☐ Augustus 2021 (5) _____

Page Break

Display This Question:

*If Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de met...
= Analoge meter*

Q7 Wat was uw aardgasverbruik (in m³) in het kalenderjaar 2020 en 2021?

☐ 2020 (6) _____

☐ 2021 (5) _____

Page Break



Q8 Is er in de periode **maart 2021 - maart 2022** iets veranderd aan de bouwkundige staat van uw woning? (meerdere antwoorden mogelijk)

☐ Ja, isolatie van de begane grondvloer (1)

☐ Ja, isolatie van gevels (2)

☐ Ja, isolatie van dak (3)

☐ Ja, vervangen van beglazing (4)

☐ Ja, vervangen van buitendeuren (5)

☐ Ja, kierdichting (plaatsen van tochtstrips of tochtbanden, dichten van naden of kieren) (6)

☐ Ja, woonoppervlak vergroot (zoals een aanbouw) (7)

☐ Ja, anders (8)

☐ Nee (9)

Page Break

Display This Question:

*If Is er in de periode maart 2021 - maart 2022 iets veranderd aan de bouwkundige staat van uw woning... =
Ja, anders*

Q9 Bij de vorige vraag gaf u 'Ja, anders' aan. Welke andere bouwkundige maatregelen zijn toegepast?

Page Break



Q10 Is er in de periode **maart 2021 - maart 2022** iets veranderd aan de installatietechnische staat van uw woning (behoudens het waterzijdig inregelen)? (meerdere antwoorden mogelijk)

- ☐ Ja, verandering van het ventilatiesysteem (1)
- ☐ Ja, waterbesparende douchekop geplaatst (2)
- ☐ Ja, warmteterugwinning op douchewater toegepast (3)
- ☐ Ja, elektrische verwarming van warm water (zoals met een Quooker) toegepast (4)
- ☐ Ja, cv ketel vervangen (5)
- ☐ Ja, ik kook nu op elektriciteit i.p.v. gas (6)
- ☐ Ja, ik kook nu op gas i.p.v. elektriciteit (7)
- ☐ Ja, elektrische (infrarood-) verwarming toegepast (8)
- ☐ Ja, pellet-, hout- of petroleumkachel toegepast (9)
- ☐ Ja, pellet-, hout- of petroleumkachel verwijderd (10)
- ☐ Ja, zonnepanelen geplaatst (11)
- ☐ Ja, anders (12)
- ☐ Nee (13)

Display This Question:

If Is er in de periode maart 2021 - maart 2022 iets veranderd aan de installatietechnische staat va... = Ja, anders

Q11 Bij de vorige vraag gaf u 'Ja, anders' aan. Welke andere installatietechnische maatregelen zijn toegepast?

Page Break

Q12 Is er in de periode **maart 2021** - maart 2022 iets veranderd in de grootte van uw huishouden?

- ☐ Ja, er is een bewoner vertrokken (1)
- ☐ Ja, er zijn meerdere bewoners vertrokken (2)
- ☐ Ja, er is een bewoner bijgekomen (3)
- ☐ Ja, er zijn meerdere bewoners bijgekomen (4)
- ☐ Nee (5)

Page Break

Q13 In hoeverre week uw bewoningsgedrag in **maart 2022** af ten opzichte van vorig jaar (**maart 2021**)?

- ☐ Ik ben/we zijn nu **vaker thuis dan vorig jaar** (bijvoorbeeld door pensionering) (1)
- ☐ Ik ben/we zijn nu **minder vaak thuis dan vorig jaar** (bijvoorbeeld door een reis). (2)
- ☐ Er zijn geen grote verschillen in mijn/onze bewoning (3)

Page Break

Q14 Bent u zuiniger omgegaan met uw aardgasverbruik in **maart 2022** dan voorheen? (Bijvoorbeeld door de gestegen energieprijzen en/of de situatie omtrent Oekraïne)

☐ Ja, de thermostaat staat minder hoog dan voorheen (1)

☐ Ja, we gebruiken minder warm water (2)

☐ Nee (3)

End of Block

Bijlage D: Enquête - dynamisch ingeregelde radiatoren

Radiator WaterBalans - Dynamisch inregelen

Start of Block: Inleiding

SAMEN ENERGIE BESPAREN

Geachte heer/mevrouw,

Voor het onderzoek Radiator WaterBalans, dat we gezamenlijk met het [EnergieLoket Enschede](#) uitvoeren, willen we u enkele vragen stellen met betrekking tot uw woning en woonsituatie.

Houdt u alstublieft de volgende gegevens bij de hand:

- Uw huidige gasmeterstand
- Als u een slimme meter heeft: het aardgasverbruik in de maanden maart 2021 en augustus 2021.
- Als u een analoge meter heeft: het aardgasverbruik in kalenderjaar 2020 en 2021.

Hartelijk dank voor uw medewerking.

Saxion Hogeschool en Stichting Pioneering

End of Block: Inleiding

Start of Block: Huidige gasmeterstand

Q1

Wat is uw huidige gasmeterstand?

Page Break



Q2 Wanneer zijn uw radiatoren dynamisch ingeregeld?

	Maand	Dag	Jaar
Selecteer: (1)	▼Januari (1 ... December (12)	▼1 (1 ... 31 (31)	▼1900 (1 ... 2049 (150)

End of Block: Huidige gasmeterstand

Start of Block:



Q3 Hoeveel bewoners telt uw huishouden?

_____ Volwassene(n) (9)

_____ Kind(eren) (10)

Page Break

Q4 Bent u na het waterzijdig inregelen verhuisd?

☐ Nee (1)

☐ Ja (2)

Skip To: End of Survey If Bent u na het waterzijdig inregelen verhuisd? = Ja

Page Break

Q5

Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter?

Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de meterstanden op afstand kunnen worden uitgelezen door de netbeheerder en energieleverancier. Bij een analoge meter is dat niet mogelijk, en geeft u zelf jaarlijks de meterstanden door.

☐ Slimme meter (1)

☐ Analoge meter (2)

Page Break

Display This Question:

*If Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de met...
= Slimme meter*

Q6 Wat was uw aardgasverbruik (in m³) in de maanden **maart 2021** en **augustus 2021**?

☐ Maart 2021 (4) _____

☐ Augustus 2021 (5) _____

Page Break

Display This Question:

*If Heeft u een slimme of analoge aardgasmeter? Een slimme meter is een digitale meter, waarvan de met...
= Analoge meter*

Q7 Wat was uw aardgasverbruik (in m³) in het kalenderjaar 2020 en 2021?

☐ 2020 (6) _____

☐ 2021 (5) _____

Page Break



Q8 Is er in de periode **maart 2021 - nu** iets veranderd aan de bouwkundige staat van uw woning?
(meerdere antwoorden mogelijk)

☐ Ja, isolatie van de begane grondvloer (1)

☐ Ja, isolatie van gevels (2)

☐ Ja, isolatie van dak (3)

☐ Ja, vervangen van beglazing (4)

☐ Ja, vervangen van buitendeuren (5)

☐ Ja, kierdichting (plaatsen van tochtstrips of tochtbanden, dichten van naden of kieren) (6)

☐ Ja, woonoppervlak vergroot (zoals een aanbouw) (7)

☐ Ja, anders (8)

☐ Nee (9)

Page Break

Display This Question:

If Is er in de periode maart 2021 - nu iets veranderd aan de bouwkundige staat van uw woning? (meerd... = Ja, anders

Q9 Bij de vorige vraag gaf u 'Ja, anders' aan. Welke andere bouwkundige maatregelen zijn toegepast?

Page Break



Q10 Is er in de periode **maart 2021 - nu** iets veranderd aan de installatietechnische staat van uw woning (behoudens het waterzijdig inregelen)? (meerdere antwoorden mogelijk)

- ☐ Ja, verandering van het ventilatiesysteem (1)
- ☐ Ja, waterbesparende douchekop geplaatst (2)
- ☐ Ja, warmteterugwinning op douchewater toegepast (3)
- ☐ Ja, elektrische verwarming van warm water (zoals met een Quooker) toegepast (4)
- ☐ Ja, cv ketel vervangen (5)
- ☐ Ja, ik kook nu op elektriciteit i.p.v. gas (6)
- ☐ Ja, ik kook nu op gas i.p.v. elektriciteit (7)
- ☐ Ja, elektrische (infrarood-) verwarming toegepast (8)
- ☐ Ja, pellet-, hout- of petroleumkachel toegepast (9)
- ☐ Ja, pellet-, hout- of petroleumkachel verwijderd (10)
- ☐ Ja, zonnepanelen geplaatst (11)
- ☐ Ja, anders (12)
- ☐ Nee (13)

Display This Question:

If Is er in de periode maart 2021 - nu iets veranderd aan de installatietechnische staat van uw won... = Ja, anders

Q11 Bij de vorige vraag gaf u 'Ja, anders' aan. Welke andere installatietechnische maatregelen zijn toegepast?

Page Break

Q12 Is er in de periode **maart 2021** - nu iets veranderd in de grootte van uw huishouden?

- ☐ Ja, er is een bewoner vertrokken (1)
- ☐ Ja, er zijn meerdere bewoners vertrokken (2)
- ☐ Ja, er is een bewoner bijgekomen (3)
- ☐ Ja, er zijn meerdere bewoners bijgekomen (4)
- ☐ Nee (5)

Page Break

Q13 In hoeverre week uw bewoningsgedrag na het waterzijdig inregelen af ten opzichte van vorig jaar (**maart 2021**)?

- ☐ Ik ben/we zijn nu **vaker thuis dan vorig jaar** (bijvoorbeeld door pensionering) (1)
- ☐ Ik ben/we zijn nu **minder vaak thuis dan vorig jaar** (bijvoorbeeld door een reis). (2)
- ☐ Er zijn geen grote verschillen in mijn/onze bewoning (3)

Page Break

Q14 Bent u zuiniger omgegaan met uw aardgasverbruik na het waterzijdig inregelen dan voorheen?
(Bijvoorbeeld door de gestegen energieprijzen en/of de situatie omtrent Oekraïne)

☐

Ja, de thermostaat staat minder hoog dan voorheen (1)

☐

Ja, we gebruiken minder warm water (2)

☐

Nee (3)

End of Block
