

Radarweg 60
1043 NT Amsterdam

www.tno.nl

T +31 88 866 50 10

TNO-rapport

TNO 2020 P11295

Analyse energiebesparende maatregelen Nationaal Energiebespaarfonds

Datum	4 december 2020
Auteur(s)	Vera Rovers, Marijke Menkveld, Tanja Krone
Aantal pagina's	74 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	5
Opdrachtgever	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Projectnaam	Energiegebruik voor en na aanbrenge energiebesparende maatregelen
Projectnummer	060.41501

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2020 TNO

Samenvatting

Aanleiding

Woonlastenneutraliteit is een uitgangspunt in de beleidsontwikkeling rond verduurzaming van de eigen woning. Concrete vraag van banken en de rijksoverheid is hoe zij kunnen inschatten wat de werkelijke besparing op de energierekening is van energiebesparende maatregelen. Eén van de mogelijkheden om inzichten op te doen ten behoeve van een woonlastenbenadering is het doen van onderzoek op lopende leningen die woningeigenaren hebben afgesloten voor verduurzaming van hun woning bij het Nationaal Energiebespaarfonds (NEF). In samenwerking met het SVn en CBS heeft TNO gegevens over de lening en de genomen maatregelen gekoppeld aan gegevens over de woning, het huishouden en het energiegebruik.

Scope, vraagstelling en methode onderzoek

Het oorspronkelijke doel van de analyse was te bepalen in hoeverre de leningen van particuliere woningeigenaren bij het NEF woonlastenneutraal gefinancierd zijn en van welke factoren dit afhankelijk is. Door onzekerheden in de data is de focus van het onderzoek echter verschoven naar een beter begrip van de gegevens en van factoren die een rol spelen in de verandering in het energiegebruik. De onzekerheden betreffen onder andere onduidelijkheden over de energiegebruiksgegevens en het standaardjaarverbruik, de hoeveelheid maatregelen die genomen zijn en de aannames rond het moment van uitvoering. Deze studie is daarmee een verkenning naar de mogelijkheden om het effect van energiebesparende maatregelen te bepalen.

In dit onderzoek zijn twee hoofdvragen geanalyseerd:

- 1) Wat is de verandering in het energiegebruik door het nemen van energiebesparende maatregelen en wat zijn factoren die hier een rol in spelen?
- 2) Wat is het verschil in de werkelijke en theoretische verandering in het energiegebruik door het nemen van energiebesparende maatregelen en welke factoren spelen hier een rol in?

De theoretische berekening van de verandering in het energiegebruik is uitgevoerd door ingenieursbureau Innax. Tot slot heeft marketingbureau Ipsos een enquête uitgezet onder de leningnemers om aanvullende informatie te verzamelen die meer inzicht kan bieden in het energiegebruik en veranderingen daarin.

Verandering energiegebruik door energiebesparende maatregelen

De via het NEF gefinancierde besparingsmaatregelen leiden gemiddeld tot 231 m³ aardgas- en/of 984 kWh elektriciteitsbesparing. Echter de spreiding tussen huishoudens is groot. Bij sommige huishoudens is de besparing veel groter, bij andere veel kleiner of zelfs negatief (ontsparring). De werkelijke verandering in het energiegebruik van een huishouden bij het nemen van energie besparende maatregelen kan dan ook sterk afwijken van dit gemiddelde. Om beter inzicht te krijgen in de factoren die zorgen voor de grote spreiding zijn diverse statistische lineaire regressie analyses uitgevoerd. Met de factoren in het model is 50% van de variatie te verklaren.

De conclusie is dat de uitkomsten van de regressie analyses bruikbaar zijn om het besparingseffect van maatregelen te voorspellen mits bepaalde kenmerken van de specifieke situatie bekend zijn. Deze kenmerken betreffen de factoren in de analyse die als significant worden aangeduid: woningtype, bouwjaarklasse, gebruiksoppervlakte, leeftijd bewoner, energieverbruik voor maatregelen voor gas- én elektriciteitsverbruik, en voor gasverbruik verder ook huishoudtype en verandering in het aantal personen. Met aanvullende informatie die via een enquête is verzameld komen daar nog een aantal factoren bij, zoals het energiegedrag voor maatregelen, veranderingen in energiegedrag, de energetische kwaliteit van de woning voor maatregelen en verbouwing van de woning en de aanschaf van nieuwe apparaten.

Verskil werkelijk en theoretisch verandering energieverbruik door besparende maatregelen

Ook het verschil tussen de werkelijke en theoretisch berekende verandering in het energiegebruik kan met een verklaarde variantie van 60% vrij goed verklaard worden door de regressie analyse. De theoretische berekening zou dan ook gecorrigeerd kunnen worden met de uitkomsten (over- en onderschattingen) uit de regressie analyse wanneer, ook hier, bepaalde kenmerken van de specifieke situatie bekend zijn. Die kenmerken zijn voor gas – én elektriciteit: bouwjaarklasse, gebruiksoppervlakte, verandering gebruiksoppervlakte door verbouwing, energieverbruik voor maatregelen. Voor het gasgebruik is verder nog van belang het woningtype, huishoudtype en de verandering aantal personen. Voor het elektriciteitsgebruik is de leeftijd van de hoofdbewoner van belang. Daarbij moet worden opgemerkt dat een aantal van deze factoren in tools zoals de Energiebesparingsverkenner al kunnen worden ingevoerd.

Aanbevelingen vervolgonderzoek

Een eerste aanbeveling is om de onzekerheden rond de gebruikte data te verkleinen door duidelijkheid te verschaffen over de energiegebruiksgegevens en het standaardjaarverbruik, het jaar waarin de maatregelen genomen zijn en de representativiteit van de leningen bij het NEF. Verder zou de verklaarde variantie verder verhoogd kunnen worden met aanvullende informatie over de maatregelen, de woning en het huishouden en mogelijk nieuwe factoren. Tot slot zouden we het ontwerp van het onderzoek in het vervolg willen verbeteren door de toevoeging van een controlegroep, het relatieve belang van factoren te onderzoeken en de theoretische besparing conform de NTA8800 methode te laten berekenen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inhoudsopgave	4
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Vraagstelling	5
1.3 Aanpak.....	6
1.4 Leeswijzer.....	7
2 Data en methoden	8
2.1 Gebruikte datasets.....	8
2.2 Deelpopulatie.....	9
2.3 Regressie analyse	10
2.4 Berekening theoretisch energiegebruik	11
2.5 Energiegebruik versus verandering in energiegebruik	12
3 Algemene informatie over de leningen	13
3.1 Deelpopulatie.....	13
3.2 Subpopulatie 'Enquête'.....	14
4 Verandering in werkelijk energiegebruik na het nemen van energiebesparende maatregelen	25
4.1 Verandering in gasverbruik.....	25
4.2 Verandering in elektriciteitsverbruik.....	32
5 Vergelijking werkelijke en theoretische verandering in energiegebruik	38
5.1 Verandering in gasverbruik.....	39
5.2 Verandering in elektriciteitsverbruik.....	43
6 Conclusies en aanbevelingen	47
6.1 Scope van het onderzoek	48
6.2 Conclusie: Verandering in energiegebruik.....	48
6.3 Conclusie: Verschil tussen werkelijke en theoretische veranderingen in het energiegebruik	50
6.4 Onzekerheden en aanbevelingen voor vervolgonderzoek	51
Bijlage(n)	
A Datasets	
B Vragenlijst enquête	
C Resultaten situatie bij één maatregel	
D Resultaten regressie analyse	
E Theoretische berekening enquête NEF	

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Klimaatakkoord schetst een duurzame transformatie van de gebouwde omgeving. Daarbij is in het Klimaatakkoord opgeschreven: “Deze transformatie slaagt dus alleen als iedereen mee kan doen. Daarvoor moet ze ook voor iedereen betaalbaar zijn. Woonlastenneutraliteit is het uitgangspunt. Dat kan, als we de kosten door opschaling via aanbod- en vraagbundeling, digitalisering en innovatie laten dalen en met betere financiering ervoor zorgen dat voor het overgrote deel van de bewoners de maandlasten van de lening die je aangaat voor de verbouwing niet hoger zijn dan het voordeel dat je op de energierekening boekt.”

Concrete vraag van banken en de rijksoverheid is hoe zij kunnen inschatten wat de werkelijke besparing op de energierekening is van energiebesparende maatregelen als de besparing afhankelijk is van bijvoorbeeld het stookgedrag van het huishouden. De vraag is hoe groot de spreiding is in de werkelijke besparing op de energierekening van huishoudens. Ook is de vraag hoeveel de besparing afwijkt van de theoretische besparing zoals berekend in de energiebesparingsverkenner op basis van de energielabelmethodiek en met welke gegevens van individuele huishoudens de inschatting van de besparing kan worden verbeterd. RVO heeft aan TNO gevraagd om onderzoek te doen naar deze vragen.

1.2 Vraagstelling

Eén van de mogelijkheden om inzichten op te doen ten behoeve van een woonlastenbenadering is het doen van onderzoek op lopende leningen die woningeigenaren hebben afgesloten voor verduurzaming van hun woning bij het Nationaal Energiebespaarfonds (NEF). Van deze leningen is bekend welke maatregelen zijn getroffen en door koppeling met data van CBS kan worden onderzocht wat het energiegebruik voor en na het nemen van energiebesparende maatregelen is, waaruit de werkelijke energiebesparing kan worden berekend.

Het oorspronkelijke doel van het onderzoek is te bepalen in hoeverre de leningen van particuliere woningeigenaren bij het NEF woonlastenneutraal gefinancierd zijn en van welke factoren dit afhankelijk is, zoals het type maatregel, het deel van de investering dat met een lening is gefinancierd, woningkenmerken (zoals woningtype, bouwjaar), huishoudkenmerken (zoals huishoudtype: leeftijd bewoners en aantal bewoners).

Al vroeg in het onderzoek bleek echter dat het effect van maatregelen op het energiegebruik niet strookte met de verwachtingen: in een aanzienlijk deel van de gevallen bleek dat het energiegebruik na het nemen van maatregelen was toegenomen in plaats van afgenomen. Er bleken veel onzekerheden in de data te zitten (zie 2.1). De focus van het onderzoek is dan ook verschoven naar het begrijpen van de energiedata en de veranderingen in het energiegebruik.

Het onderzoek heeft twee hoofdvragen geanalyseerd:

1. Wat is de verandering in het energiegebruik en wat zijn factoren die hier een rol in spelen?

2. Wat is het verschil in de werkelijke en theoretische verandering in het energiegebruik en welke factoren spelen hier een rol in?

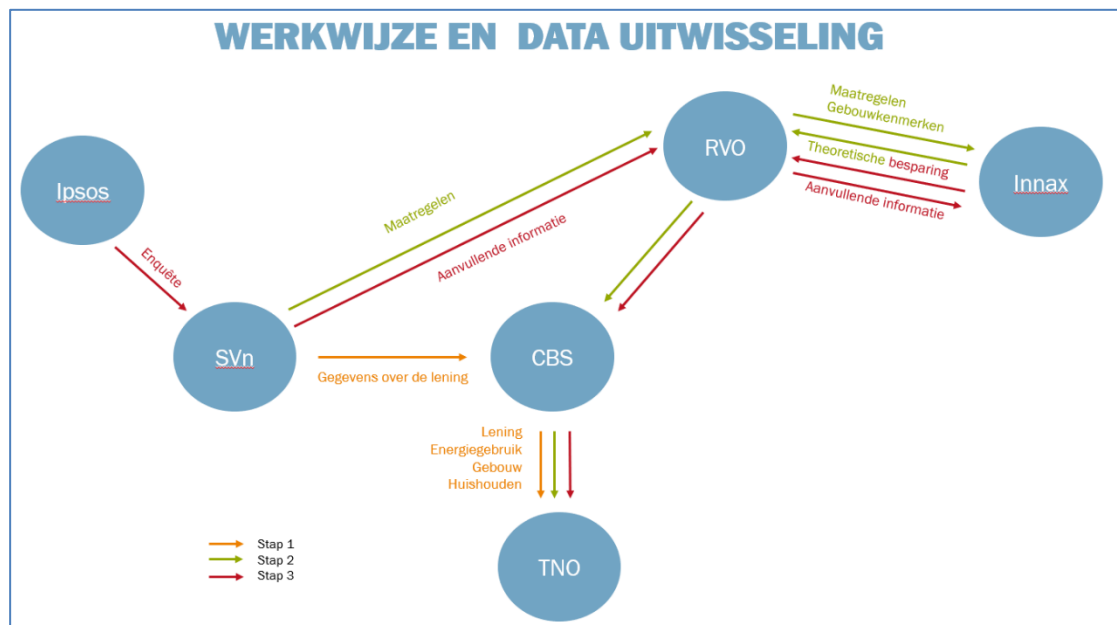
Deze onzekerheden zijn in dit onderzoek nog niet opgelost. De hier genoemde resultaten moeten dan ook in het licht van deze onzekerheden bekeken worden. Het onderzoek is een verkenning naar de mogelijkheden om het effect van energiebesparende maatregelen op deze manier te bepalen. Uit het onderzoek komen aanvullende vragen voort en er worden mogelijke verbeterpunten voor eventueel vervolgonderzoek benoemd.

1.3 Aanpak

Er is gekozen voor een gefaseerde aanpak in drie stappen:

1. Analyse werkelijke energiebesparing o.b.v. NEF en CBS data
2. Vergelijking werkelijke besparing met de besparing zoals berekend in de energiebesparingsverkenner
3. Aanvullende analyse via een enquête.

In elke stap wordt informatie uit diverse bronnen aan elkaar gekoppeld en verschillende partijen betrokken. De stappen worden hieronder toegelicht. Figuur 1.1 biedt een overzicht van deze partijen en de informatiestromen.



Figuur 1.1 Overzicht van betrokken partijen in het project en de uitwisseling van data

1.3.1 Stap 1 – Verandering in energiegebruik

De onderzoeksvraag over werkelijke energiebesparing is beantwoord door kwantitatief onderzoek te doen op een gedeelte van het leningenbestand van het NEF. De beheerder van het NEF, de Stichting Volkshuisvesting Nederland (SVn), heeft gegevens geleverd over de verstrekte leningen aan woningeigenaren aan het CBS. Het CBS heeft deze data via het adres gekoppeld met de klantenbestanden energie. Ook heeft CBS de data gekoppeld met bij hen beschikbare databestanden over woningkenmerken en huishoudkenmerken en energielabels van RVO. TNO

heeft via remote access een analyse uitvoeren op het geanonimiseerde gekoppelde bestand via het Centrum voor beleidsstatistiek bij CBS.

De volgende onderzoeksvragen zijn onderdeel van de analyse:

1. Welke verduurzamingsmaatregelen heeft de woningeigenaar genomen en wat was de totale investeringssom? Wat is de looptijd van de lening en de maandelijkse financieringslast?
2. Wat is het energiegebruik van de woning voor en na het nemen van de maatregelen? Wat is de besparing op het energiegebruik? (berekening TNO op basis van gegevens CBS)
3. In hoeverre is dit resultaat afhankelijk van het type maatregel, woningkenmerken (woningtype/bouwjaar), huishoudkenmerken (huishoudtype: leeftijd bewoners en aantal bewoners).

1.3.2 *Stap 2 – Werkelijk versus theoretisch*

In deze stap is een vergelijking gemaakt tussen de energiebesparing uit de analyse van stap 1 en de voorspelde energiebesparing op basis van de Energiebesparingsverkenner. Ingenieursbureau INNAX heeft daarvoor de leningen uit het NEF doorgerekend met de Energiebesparingsverkenner. INNAX heeft deze data via RVO geleverd aan het CBS. CBS heeft deze data gekoppeld aan het databestand uit stap 1. TNO heeft geanalyseerd in hoeverre de voorspelde energiebesparing uit de Energiebesparingsverkenner afwijkt van de werkelijke besparing op basis van CBS data. In hoeverre is dit resultaat afhankelijk van het type maatregel, woningkenmerken en huishoudkenmerken?

1.3.3 *Stap 3 - Enquête*

In deze laatste stap wordt de data-analyse verfijnd met gegevens uit een online enquête, uitgevoerd door marktonderzoeksbureau Ipsos. Dat marktonderzoeksbureau verstrekt de verzamelde data via RVO aan CBS, die de data koppelt aan het databestand. De vragenlijst, opgesteld in samenwerking met RVO, BZK, INNAX en SVn is te vinden in de bijlage B en is bedoeld om ontbrekende informatie na analyse van stap 1 en 2 aan te vullen. Zo wordt met de vragenlijst aanvullende informatie verzameld over de energiebesparende maatregelen, de financiering daarvan, en veranderingen in het gebruik van de woning in dezelfde periode als het nemen van de energiebesparende maatregelen.

1.4 **Leeswijzer**

In Hoofdstuk 2 geven we een beschrijving van de gebruikte data en methoden. Hoofdstuk 3 beschrijft meer generieke informatie over de leningen en de enquête resultaten. Hoofdstuk 4 doet verslag van de analyse van de werkelijke verandering in het energiegebruik door het energiegebruik voor en na het nemen van maatregelen met elkaar te vergelijken. Hoofdstuk 5 gaat in op de vergelijking van deze werkelijke energiebesparing met de theoretische besparing. Hoofdstuk 6 sluit af met conclusies en aanbevelingen.

2 Data en methoden

2.1 Gebruikte datasets

Bijlage A geeft een overzicht van de verschillende datasets die zijn gebruikt voor dit onderzoek. Voor een paar elementen uit de datasets wordt hieronder een toelichting gegeven die belangrijk is voor de interpretatie van de resultaten.

2.1.1 *Energiegebruik*

Belangrijke informatie in dit onderzoek is het energiegebruik van de huishoudens voor en na maatregelen. Het CBS ontvangt de klimaatgecorrigeerde¹ energiegebruiksgegevens van gas en elektriciteit van de netbeheerders, het zogenaamde Standaard JaarVerbruik (SJV). Het CBS valideert deze gegevens en schrijft blokverwarming toe aan huishoudens. In het geval van blokverwarming geven de netbeheerders namelijk de afname van gas voor het hele blok en het CBS verdeelt deze over de individuele woningen in dat blok.

De energiegebruiksgegevens van de netbeheerders hoeven niet het daadwerkelijke gebruik van een woning te zijn in een bepaald jaar. Huishoudens geven de meterstanden namelijk niet op precies hetzelfde moment van het jaar op. Voor de ontbrekende informatie in een jaar schatten de netbeheerders het gebruik bij op basis van het gebruik van de voorgaande drie jaar. Zolang er geen grote veranderingen aan de woning of het huishouden plaatsvindt, zal dit een redelijke schatting zijn. Na het nemen van energiebesparende maatregelen kan deze schatting echter afwijken van het werkelijke gebruik. Bij aanwezigheid van slimme meters kan het gebruik wel precies worden afgelezen, maar of een huishouden een slimme meter heeft, is alleen bij netbeheerders en energieleveranciers bekend.

2.1.2 *Maatregelen*

Bij het verstrekken van de lening vraagt SVn voor welke maatregelen de lening wordt gebruikt. SVn houdt echter geen registratie bij van de hoeveelheid van die energiebesparende maatregelen. Is bijvoorbeeld één raam vervangen of alle ramen in het huis? Hoeveel vierkante meter gevel is geïsoleerd? Hoeveel zonnepanelen zijn er geplaatst? Voor de verwachte besparing is dit belangrijke informatie en dit kan verklaren waarom sommige huishoudens meer of minder besparen. In de enquête is hier aanvullende informatie over verzameld.

2.1.3 *Moment van uitvoering*

Op het moment dat iemand een lening afsluit bij het energiebespaarfonds wordt er een zogenaamd 'bouwdepot' geopend. De leningnemer kan hier facturen indienen van de aannemer die werkzaamheden aan de woning verricht. SVn betaalt de factuur dan direct aan de aannemer. Als alle facturen ingediend en betaald zijn, kan het bouwdepot weer gesloten worden. Op de sluitingsdatum van het bouwdepot kan men er dan ook van uit gaan dat alle maatregelen genomen zijn. Het bouwdepot wordt echter niet altijd direct afgesloten en het indienen van facturen

¹ Klimaatgecorrigeerde energiegebruiksgegevens corrigeren momenteel alleen het gasverbruik voor het weer in een bepaald jaar. Bij een warmtepomp varieert het elektriciteitsverbruik ook bij warmere en koudere jaren. En de productie van zonnepanelen is afhankelijk van de zonsterkte (zoals het aantal zonuren). In beide gevallen wordt het energiegebruik niet gecorrigeerd voor variaties tussen jaren

voor het laatste restant van het leenbedrag kan wat langer duren. Uit analyse van SVn blijkt dat 90% van de bouwdepots 6 maanden na opening voor 90% leeg is. Er is dan ook aangenomen dat de maatregelen binnen 6 maanden na opening worden uitgevoerd. Het jaar van uitvoering dat in dit project wordt aangehouden is het kalenderjaar waar het moment van 6 maanden na opening van het bouwdepot in valt. Met name wanneer maatregelen rond de jaarwisseling worden uitgevoerd kan dit het aangenomen jaartal beïnvloeden. Dit valt ook net in de koudste maanden van het jaar en kan een effect hebben op de besparing.

In de enquête is aan de deelnemers gevraagd in welk jaar de maatregelen zijn uitgevoerd. Het opgegeven jaartal komt in 51% van de gevallen overeen met het jaar van uitvoering dat in dit project wordt aangehouden. 42% geeft aan dat de maatregelen eerder hebben plaatsgevonden dan we in het project hebben aangenomen. Als we de antwoorden uit de enquête zouden leggen naast het jaar dat het bouwdepot is geopend, dan komt 65% overeen. 25% geeft aan dat het jaar waarin de maatregelen zijn genomen later was dan het jaar van de opening van het bouwdepot, en 10% dat eerder was, dus het jaar vóórdat het bouwdepot werd geopend. Ten aanzien van het laatste leert navraag bij SVn dat er wel eens een enkele uitzondering is gemaakt waarbij nog een lening is verstrekt wanneer de werkzaamheden maximaal 3 maanden voor het aanvragen van de lening zijn uitgevoerd, maar in principe is dit niet mogelijk. Het kan zijn dat mensen niet meer precies weten wanneer de maatregelen zijn uitgevoerd (het is enkele jaren geleden) en dat de enquête resultaten onbetrouwbaar zijn, maar het kan ook zijn dat de aannames in deze studie over het jaartal op verkeerde aannames zijn gebaseerd.

2.2 Deelpopulatie

Alleen leningen zijn meegenomen waarbij:

- het jaar waarin de maatregelen zijn uitgevoerd valt in 2015, 2016, 2017 of 2018
- er tenminste één persoon in het jaar na de uitvoering woont die er in het jaar vóór de uitvoering ook woonde (hiermee worden verhuizingen uitgesloten).

De leningen zijn eruit gelaten als:

- het huishouden dubbel voorkwam in de lijst.
- er in het jaar vóór uitvoering geen elektriciteits- of gasverbruik is geregistreerd.
- als niet bekend is welke maatregelen het huishouden genomen heeft (dit werd in het begin nog niet altijd vastgelegd in het systeem).

Van de oorspronkelijk 9086 aangeleverde leningen door SVn zijn er uiteindelijk 6941 overgebleven voor analyse in deze studie.

2.2.1 Subpopulatie 'Eén maatregel'

Om informatie over het effect van een maatregel te verkrijgen kan het handig zijn om alleen naar huishoudens te kijken die één maatregel hebben gefinancierd bij het NEF, omdat bij meerdere maatregelen niet te onderscheiden is welke verandering aan welke maatregel kan worden toegeschreven. 2055 huishoudens hebben precies één maatregel genomen. Welke maatregelen dat zijn wordt vermeld onder 2.3.

2.2.2 *Subpopulatie 'Enquête'*

Van de 970 ingevulde enquêtes konden er 907 gematcht worden met het databestand van CBS. Verder vielen 123 enquêtes af, omdat deze niet binnen de criteria vielen zoals vermeld onder 'deelpopulatie', waardoor er 784 enquêtes overbleven voor de analyse (11% van de deelpopulatie).

2.3 **Regressie analyse**

De lineaire regressie in dit onderzoek analyseert de causale relatie tussen veranderingen in het energiegebruik voor en na maatregelen en het nemen van energiebesparende maatregelen of andere factoren..

De gebruikte regressie modellen testen de hypothese dat er een verschil is tussen de verschillende groepen die verschillende energiebesparende maatregelen nemen of waar verschillende andere factoren een rol spelen die effect hebben op het energiegebruik (zoals verbouwing met aanbouw van de woning, verandering in gezinssamenstelling, etc) . Vanwege de onzekerheid in data en het feit dat we niet alles kunnen meten (denk aan gedragsvariabelen), zal er altijd onzekerheid zijn. We presenteren hier de effecten die statistisch significant zijn.

Voor de representativiteit van de uitkomsten zijn alleen maatregelen meegenomen in de analyse die door minstens 30 huishoudens in de deelpopulatie zijn uitgevoerd. Dit betekent dat de maatregelen energiemonitor, energiezuinige gelijkstroompompen of gelijkstroomventilator, maatwerkadvies, warmtekrachtkoppeling en waterzijdig inregelen niet konden worden geanalyseerd. Verder zijn er enkele outliers verwijderd voor wie het model significant anders lijkt te zijn dan de rest van de deelnemers, danwel welke een buitenproportionele invloed hadden op de resultaten.

Bij een regressie analyse wordt een uitgangssituatie bepaald waarbij de uitkomsten van de analyse worden gepresenteerd ten opzichte van deze uitgangssituatie. De uitgangssituatie is de situatie waarin de maatregelen en factoren 0 zijn. In het geval van energiebesparende maatregelen betekent dit dat de betreffende maatregel niet is uitgevoerd. In deze analyse zitten echter geen huishoudens die geen enkele maatregel hebben genomen, dus er is geen situatie waarin alle maatregelen op 0 staan. Het model maakt daarom een schatting van de situatie waarin er geen maatregelen zijn genomen, maar het is een schatting van een hypothetische situatie.

De factoren zijn vaak categorisch. In dat geval wordt in de uitgangssituatie één categorie als referentie wordt gebruikt. In dit project is gekozen om de categorie die het vaakst voorkomt als referentie te gebruiken. Als referentie voor de factor 'Type woning' wordt bijvoorbeeld een tussenwoning gebruikt. Bij elke regressie analyse wordt aangegeven welke maatregelen en factoren zijn meegenomen en wat de uitgangssituatie is.

Verder zijn er analyses uitgevoerd op de hele populatie en apart op de huishoudens die de enquête hebben ingevuld en waarvoor aanvullende informatie beschikbaar is. De analyse van alleen de enquêteresultaten bevat weer minder cases, waardoor in deze analyse naast bovengenoemde maatregelen ook te weinig cases zijn om biomassaketel, HRe-ketel/micro-wkk, warmteterugwinning en vraaggestuurde ventilatie mee te nemen.

Naast een 'simpele' regressie zijn er ook analyses gedaan waar de interactie-effecten zijn meegenomen. In deze analyse wordt naast de invloed van een maatregel of factor op de verandering in het energiegebruik ook gekeken naar de invloed van maatregelen en factoren op elkaar. Als een factor uit verschillende categorieën bestaat wordt ook het effect van elke categorie apart op alle andere maatregelen/factoren meegenomen. Elke combinatie van maatregelen en factoren is een aparte variabele waardoor dit een heel groot model wordt en alleen kan worden toegepast als de populatie groot genoeg is. De subpopulatie 'Enquête' is hiervoor bijvoorbeeld te klein. Door al deze interacties mee te nemen zou de verandering in het energiegebruik beter verklaard kunnen worden.

2.3.1 *Verklaarde variantie*

Een regressie analyse bepaalt ook een verklaarde variantie die aangeeft hoeveel % van de variatie kan worden verklaard met de factoren die in het model zitten. Een verklaarde variantie van 100% is niet realistisch als een uitkomst van een regressie analyse. Voor een perfecte voorspelling zouden we alle mogelijke factoren moeten meten die bijdragen aan het effect dat bestudeerd wordt, maar er zijn veel factoren die we niet kunnen meten of niet weten, bijvoorbeeld dat iemand werkloos is geworden en nu ineens veel thuis is met de verwarming aan. Verschillende disciplines houden andere percentages aan als minimum waarde om uitspraken te doen. Sociale wetenschappen nemen bijvoorbeeld een verklaarde variantie aan van 20-30% als ondergrens, exacte wetenschappen zo'n 70%.

2.4 **Berekening theoretisch energiegebruik**

Innax heeft het theoretisch energiegebruik voor en na maatregelen berekend op basis van ISSO publicatie 82 deel 3 Formulestructuur Maatwerkadvies Energieprestatie Woningen, versie 4.3 van december 2017. Dit is dezelfde methode als die wordt gebruikt voor de Energiebesparingsverkenner (EBVW). Deze berekening houdt voor de hele woning één gemiddelde temperatuur aan (17 graden Celsius) en één warmtebron (bijvoorbeeld of aardgas, of elektriciteit of biomassa). In deze methode wordt ook geen rekening gehouden met een correctie voor de binnentemperatuur, deze is standaard 17 graden Celsius². Om de berekeningen uit te voeren zijn de gegevens uit de NEF-database geconverteerd naar invoer voor de EBVW. Vanaf 1 januari 2021 wordt de NTA8800 methode gebruikt in de EBVW en in de energielabelmethodiek. Resultaten op basis van deze berekening kunnen tot andere conclusies leiden in dit onderzoek.

Het theoretische energiegebruik in deze studie is berekend aan de hand van defaultwaarden³ betreft geometrie, isolatie, e.d. op basis van het woningtype en bouwjaar van de woning. Het elektriciteitsverbruik is inclusief het niet-gebouwgebonden deel en wordt geschat met een kengetal op basis van aantal bewoners en woningtype. Dit betekent dat de theoretische berekening is gebaseerd op hele beperkte informatie. Belangrijke informatie zoals de afmetingen en energetische kwaliteit van de woning ontbreekt en is afgeleid van de voorbeeldwoningen. In de EBVW kunnen woningkenmerken worden ingevoerd die de berekening specifiek voor de woning maken.

² Het is bekend dat wanneer woningen beter geïsoleerd worden, de binnentemperatuur hoger komt te liggen dan vóór isolatie.

³ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/woningbouw/particuliere-woningen/voorbeeldwoningen>

Een belangrijke invoerparameter op verbeterjehuis.nl, gebaseerd op de rekenkern van de EBVW, is bijvoorbeeld dat deze de gebruiker vraagt om het werkelijke huidige gebruik op te geven als basis voor de besparingsberekening. In dit onderzoek is echter de theoretische besparing berekend op basis van het theoretische berekende gebruik vóór maatregelen. Om deze berekening in de EBVW te benaderen, wordt in hoofdstuk 5 ook een resultaat beschreven waarbij het percentage theoretische besparing is toegepast op het werkelijke energiegebruik vóór maatregelen.

2.5 Energiegebruik versus verandering in energiegebruik

In deze studie kijken we naar de verandering in het energiegebruik voor en na het nemen van maatregelen en welke factoren een rol hierin spelen. Er zijn eerdere studies geweest, zoals de analyse van het WoON2012⁴ bestand dat heeft gekeken naar de factoren die het energiegebruik bepalen in een bepaald jaar. Uit de WoON2012 analyse kwam bijvoorbeeld een verklaarde variantie van 50% voor het gasverbruik van een woning aan de hand van 4 factoren, zie Tabel 2.1.

De WoON2012 analyse kan echter niet direct vergeleken worden met deze studie. In deze studie zou je bijvoorbeeld willen weten wat de veranderingen zijn in de 4 factoren van de studie van WoON2012. Twee belangrijke kenmerken van de 50% verklaarde variantie zijn het aantal buitenzijden en de grootte van de woning. Deze veranderen niet na het nemen van maatregelen. De 3^e factor, energielabel, is een indicator voor de energetische kwaliteit. Door het nemen van de maatregelen verwacht je hier juist een verandering/verbetering. In het ideale geval is er verder niets veranderd aan de situatie behalve de energetische kwaliteit en zouden alle verandering in energiegebruik toe kunnen worden geschreven aan de maatregelen. Van energiegedrag tot slot is bekend dat sterk varieert tussen huishoudens met dezelfde kenmerken. Met de enquête proberen we hier wat meer grip op te krijgen, maar ook hier gaat het erom: is het gedrag veranderd voor en na maatregelen?

Tabel 2.1 Aandeel van situering, grootte en energiegedrag in de verklaring van de verschillen in gasverbruik tussen huishoudens (ECN/RIGO, 2012)

Verklaring voor gasverbruik	Aandeel in verklaring
Aantal buitenzijden	34%
Grootte (gebruiksoppervlak en aantal kamers)	25%
Energie labels (driedelig)	25%
Energiegedrag (mate van onzuinig gedrag)	16%

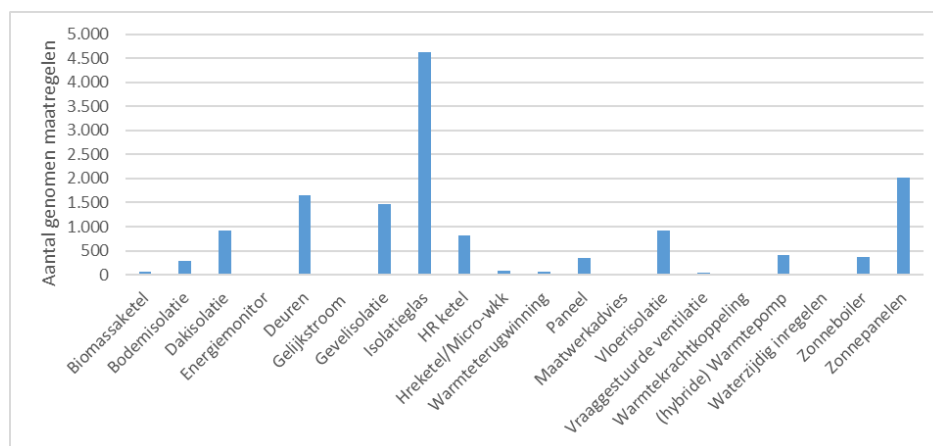
⁴ ECN/RIGO (2013). Energiebesparing: een samenspel van woning en bewoner – Analyse van de module Energie WoON2012. ECN-E-13-037.

3 Algemene informatie over de leningen

3.1 Deelpopulatie

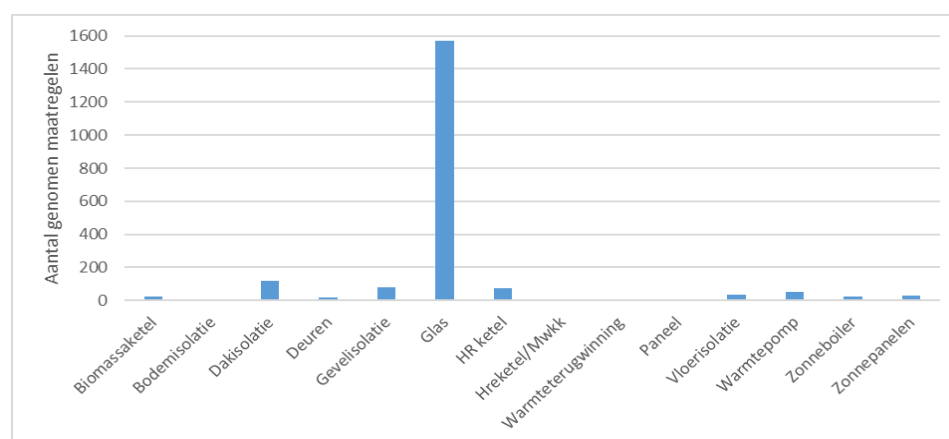
3.1.1 Maatregelen

Figuur 3.1 geeft aan welke maatregelen via het NEF zijn gefinancierd en uitgevoerd van 2015 tot en met 2018. Isolatieglas wordt het meest gefinancierd via het NEF. Gemiddeld namen huishoudens een financiering voor 2 maatregelen. Een warmtepomp kan zowel een hybride als een *all electric* variant zijn.



Figuur 3.1 Aantal leningen uitgevoerd in de periode 2015 tot en met 2018 waarin de betreffende maatregel wordt gefinancierd.

Ook wanneer huishoudens maar één maatregel financieren is isolatieglas het populairst, zie Figuur 3.2. Isolerende deuren, de derde grootste maatregel in Figuur 3.1, worden echter bijna nooit als enige maatregel genomen. Ook zonnepanelen vallen hier bijna weg⁵, omdat het energiebespaarfonds alleen een lening verstrekt wanneer zonnepanelen worden gecombineerd met een andere maatregel.



Figuur 3.2 Aantal leningen in de periode 2015 tot en met 2018 waarin de betreffende maatregel als enige maatregel wordt gefinancierd.

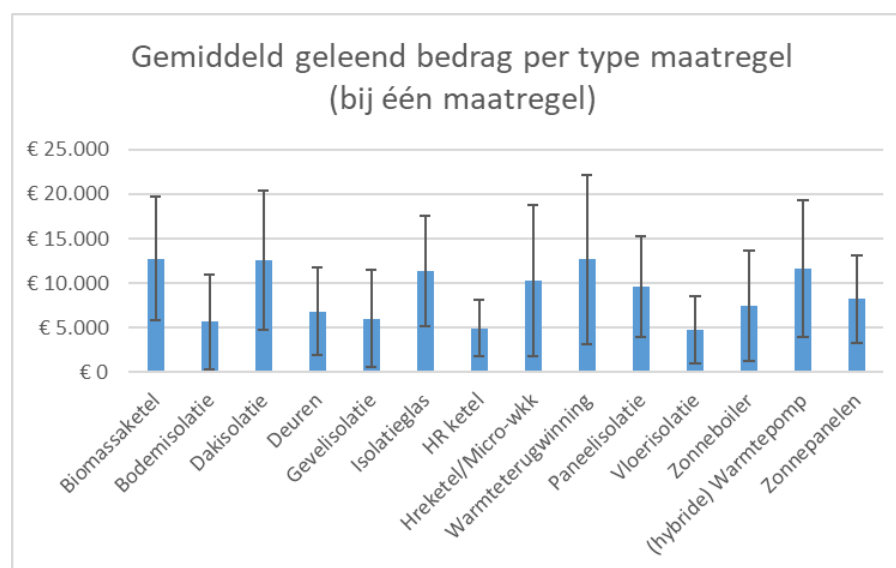
⁵ Doordat 'zonnepanelen' in deze figuur toch een aantal observaties heeft, lijkt het alsof zonnepanelen een aantal keren als enige maatregel is genomen, maar dit is het gevolg van dat de maatregelen niet altijd goed zijn vastgelegd.

3.1.2 Lening

Tabel 3.1 geeft een aan wat een huishouden gemiddeld heeft geleend, voor welke termijn (in maanden) en wat het bedrag is dat zij maandelijks moeten terugbetalen. Figuur 3.3 geeft het gemiddelde geleende bedrag per type maatregel wanneer er één maatregel is gefinancierd.

Tabel 3.1 Overzicht van het gemiddelde en spreiding in het geleende bedrag, de looptijd van de lening en het maandbedrag dat leningnemers betalen (inclusief rente)

	Geleend bedrag	Looptijd	Maandlasten
Gemiddelde	11.744	122	105
Standaard deviatie	6.744	28	52



Figuur 3.3 Gemiddelde bedrag dat huishoudens geleend hebben per type maatregel en de spreiding (standaarddeviatie) wanneer één maatregel is gefinancierd bij het NEF.

3.2 Subpopulatie 'Enquête'

In stap 3 is in september 2020 een online enquête uitgegaan naar huishoudens die een lening bij het Nationaal Energiebespaarfonds hebben genomen tussen 2015 en 2018. De enquête is naar 8.129 e-mailadressen verstuurd, bij 7.758 adressen aangekomen en 970 keer ingevuld (12,5%). De volledige vragenlijst is te vinden in Bijlage B. Hieronder worden de uitkomsten weergegeven van een aantal vragen die op zichzelf interessante informatie bieden. De uitkomsten van andere vragen zijn hoofdzakelijk gebruikt als input voor de analyse van het energiegebruik onder Hoofdstuk 3 (vraag 1, 3, 10, 11, 14 en 15) en voor verbetering van de theoretische berekening van de energiebesparing (vraag 1, 3, 4, 12 en 13).

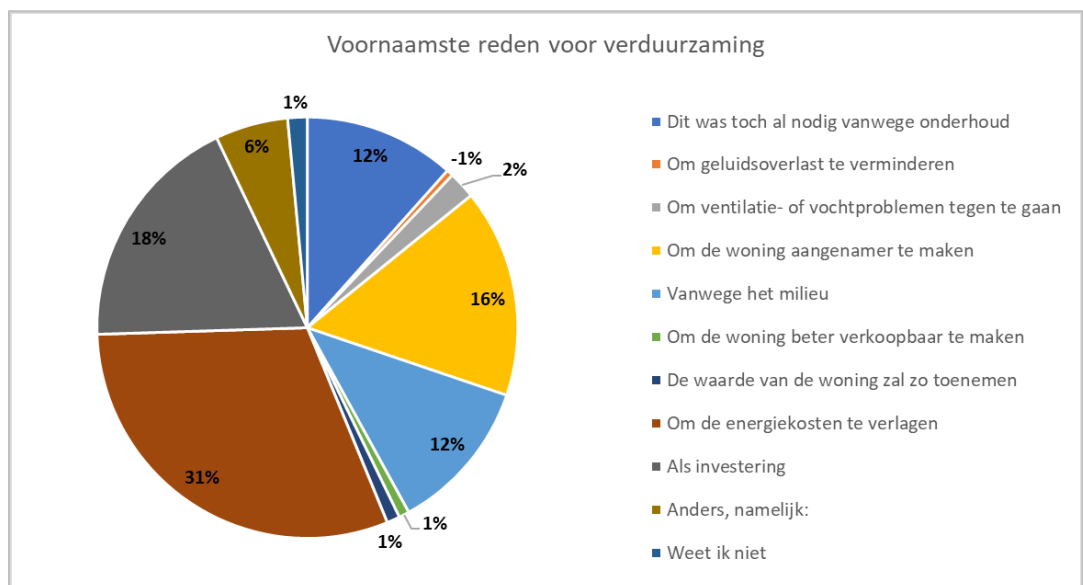
3.2.1 Representativiteit enquête

Er is gekeken in hoeverre de kenmerken van de huishoudens in de enquête overeenkomen met de kenmerken van huishoudens in de deelpopulatie. Hieruit kan worden afgeleid in hoeverre de subpopulatie 'enquête' representatief is voor de deelpopulatie. Kenmerken die zijn meegenomen zijn: oppervlakteklasse, bouwjaarklasse, woningtype, huishoudtype, aantal bewoners en leeftijdsklasse.

Er is een verschuiving te zien in de leeftijdsklassen, bewoners boven de 50 jaar zijn wat oververtegenwoordigd in de enquête, maar verder komt de verdeling redelijk overeen. Er is dan ook niet voor gecorrigeerd in de analyse van de enquête.

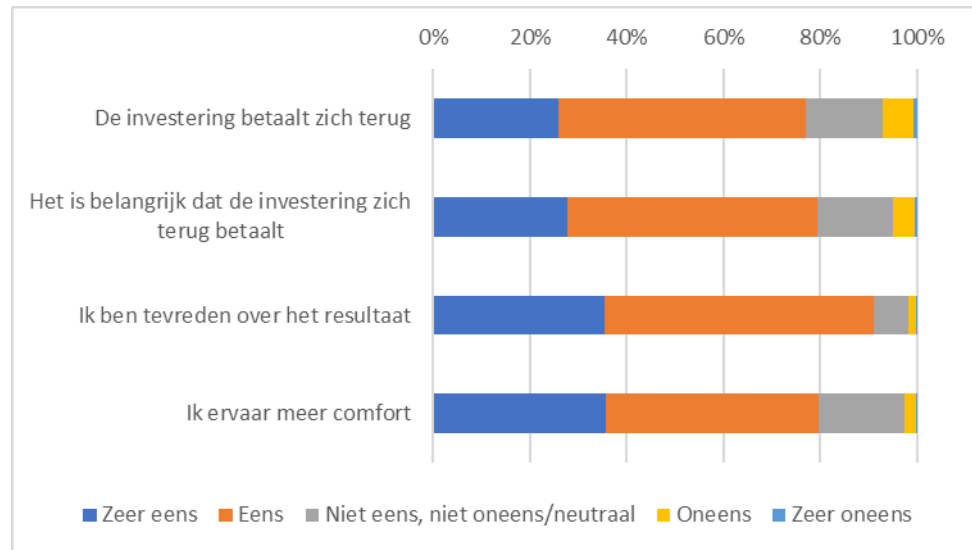
3.2.2 Reden voor verduurzaming en beoordeling resultaat

Aan de respondenten is gevraagd wat voor hen de belangrijkste reden was om energiebesparende maatregelen te nemen. Bijna een derde van respondenten laat weten dat de belangrijkste reden voor hen was om energiekosten te reduceren. Op plaats twee en drie wordt als reden voor verduurzaming opgegeven het als investering te zien (de kosten worden terugverdiend door een lagere energierekening) en het comfort van de woning te verhogen. Verder was het milieu een belangrijke reden en het toch al nodige onderhoud (beide 12%).



Figuur 3.4 Voornaamste reden voor verduurzaming genoemd door respondenten van de enquête.

We hebben de respondenten ook een aantal stellingen voorgelegd en gevraagd in hoeverre ze het hiermee eens zijn. Bijna 80% geeft aan dat de investering zich terugbetaalt en een even groot percentage vindt dit ook een belangrijk aspect. Een hoger percentage, ruim 90%, laat weten tevreden te zijn met het resultaat en 80% van de huishoudens ervaart meer comfort na het nemen van maatregelen, 2% is het met beide laatste stellingen niet eens.

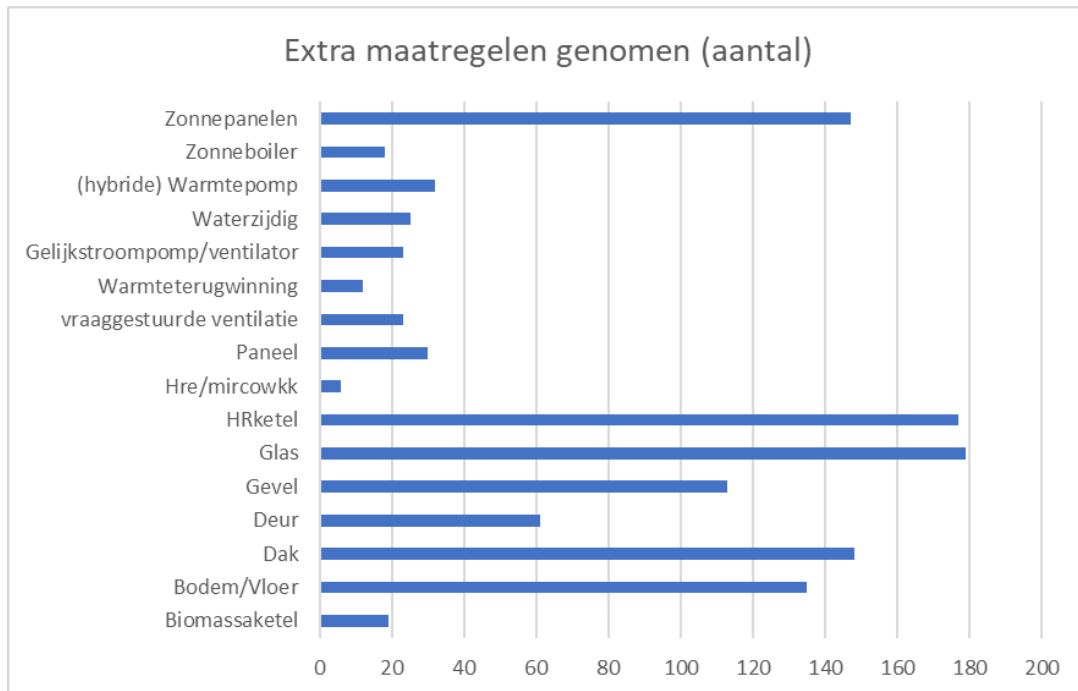


Figuur 3.5 Antwoorden op stellingen over de investering door respondenten enquête.

3.2.3 *Extra Maatregelen*

Behalve maatregelen die genomen zijn met financiering via het energiebespaarfonds, blijkt 53% van de respondenten in dezelfde periode ook gemiddeld iets meer dan 2 maatregelen te hebben genomen buiten het energiebespaarfonds om. Dit heeft uiteraard ook een invloed op het energiegebruik. Deze 'extra' maatregelen betreffen met name zonnepanelen, een HR-ketel, isolatieglas en isolatie van de gevel, vloer en het dak.

Bij de verwerking van de enquêteresultaten voor de theoretische berekening viel het Innax op dat veel huishoudens bij 'extra maatregelen' eenzelfde hoeveelheid zonnepanelen opgeven als bij de maatregelen die via het energiebespaarfonds gefinancierd zijn. Het is niet bekend of dit ook het geval is bij andere maatregelen dan zonnepanelen. Het kan een indicatie zijn dat deze vraag niet goed begrepen is. De resultaten van deze extra maatregelen moeten dan ook met deze informatie bekeken worden.



Figuur 3.6 Extra maatregelen die zijn genomen die niet bij het NEF zijn gefinancierd.

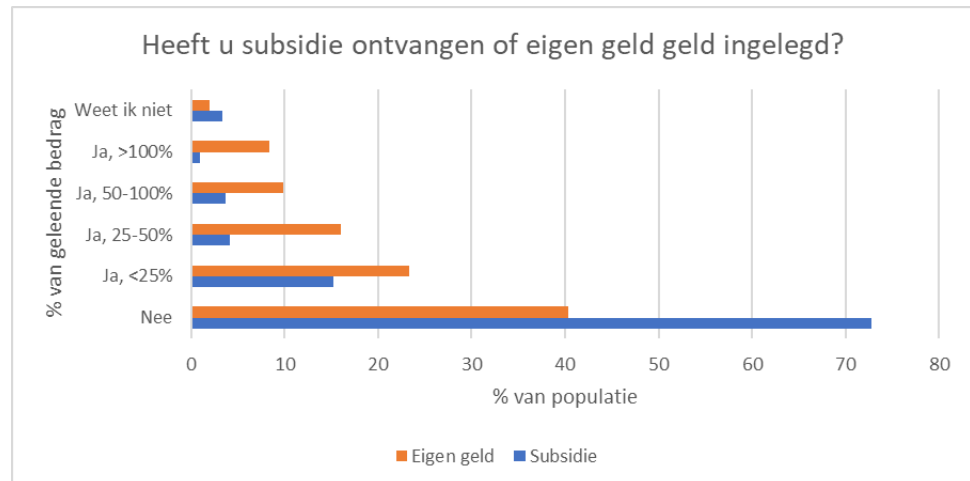
3.2.4 *Slimme meter aanwezig*

In het jaar dat de maatregelen worden genomen had 56% van de subpopulatie 'Enquête' een slimme meter. Op het moment van de enquête in 2020 was bij 87% van de respondenten een slimme meter aanwezig. Volgens de cijfers van Netbeheer Nederland had eind 2019 73% van de huishoudens een slimme meter⁶.

3.2.5 *Subsidie/eigen geld*

Aan de respondenten is ook gevraagd of ze naast een lening bij het Energiebespaarfonds nog andere financieringsbronnen hebben gebruikt, zoals subsidie of eigen geld. Iets minder dan 30% heeft gebruik gemaakt van subsidie. Van degene die wel subsidie hebben ontvangen was dat bij de helft minder dan 25% van het geleende bedrag. 60% van de respondenten heeft ook eigen geld gebruikt om de maatregelen te financieren, 10% ook meer dan het geleende bedrag.

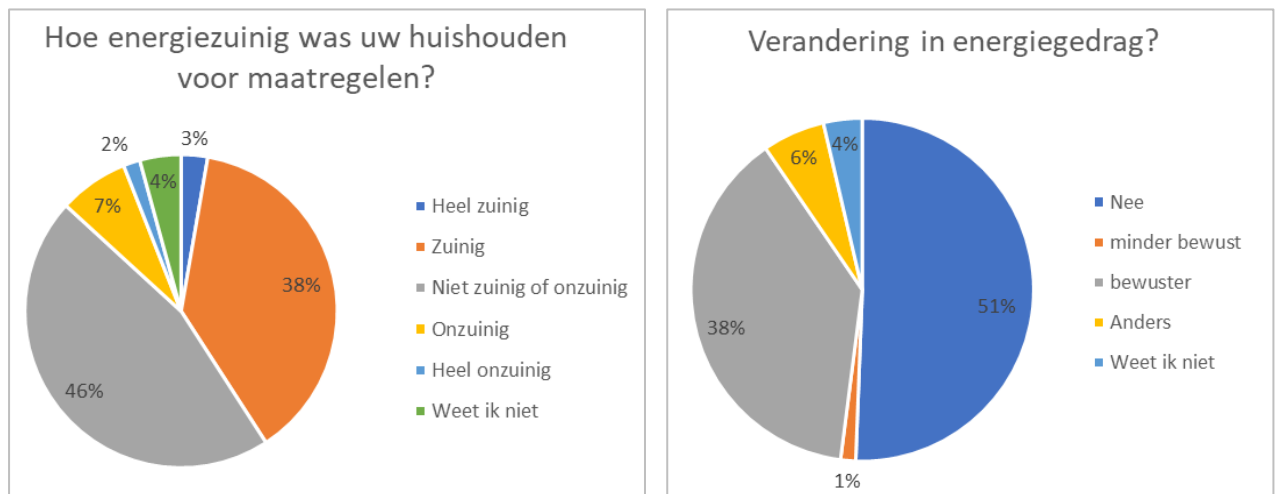
⁶ <https://www.netbeheernederland.nl/nieuws/slimme-energiemeter-hangt-in-73-huishoudens-1326>



Figuur 3.7 Over welk deel van het leenbedrag is subsidie ontvangen en hoeveel eigen geld is geïnvesteerd?

3.2.6 *Energiegedrag*

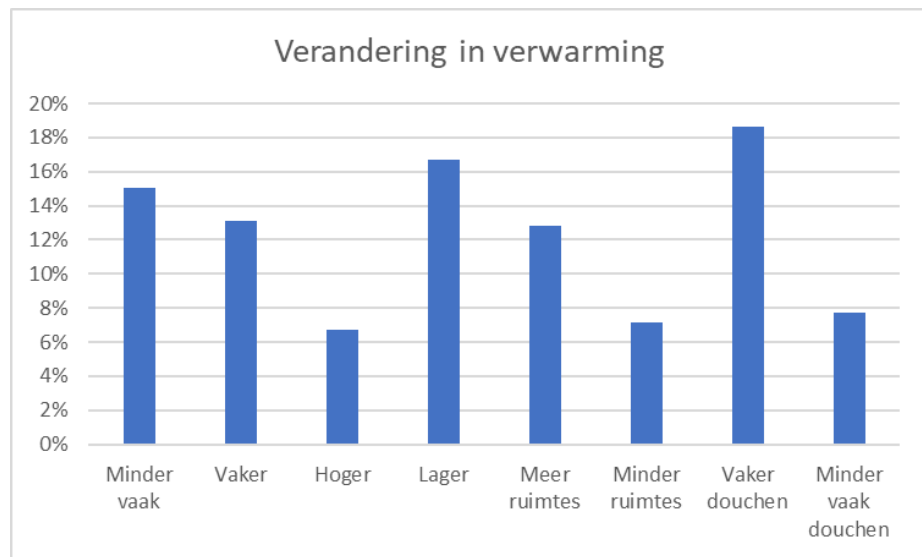
Zo'n 40% van de respondenten schat in dat zij zuinig tot heel zuinig met energie omgingen voordat ze energiebesparende maatregelen hebben genomen. Een kleine 10% geeft aan (heel) onzuinig met energie om te zijn gegaan. Na het nemen van maatregelen zegt zo'n 40% bewuster met energie om te gaan dan voor het nemen van maatregelen, ruim 1% zegt minder bewust te zijn.



Figuur 3.8 Hoe energiezuinig was uw huishouden voor maatregelen en heeft het nemen van energiebesparende maatregelen geleid tot verandering in energiegedrag?

Ten aanzien van verwarming geven ongeveer evenveel respondenten aan vaker de verwarming aan te zetten na het nemen na maatregelen (13%) als minder vaak (15%). Dit betekent dat 72% de verwarming even vaak aanzet als voor het nemen van maatregelen of weet niet of er een verandering heeft plaatsgevonden. Verder geven meer mensen aan de temperatuur van de verwarming lager in te stellen (17%) dan dat er mensen zijn die de verwarming hoger zetten (7%). Bij 19% van de huishoudens worden meer ruimtes verwarmd na het nemen van maatregelen, bij

7% minder ruimtes. Uit de antwoorden volgt verder dat meer huishoudens vaker zijn gaan douchen (19%) dan er huishoudens minder vaak gaan douchen (8%).

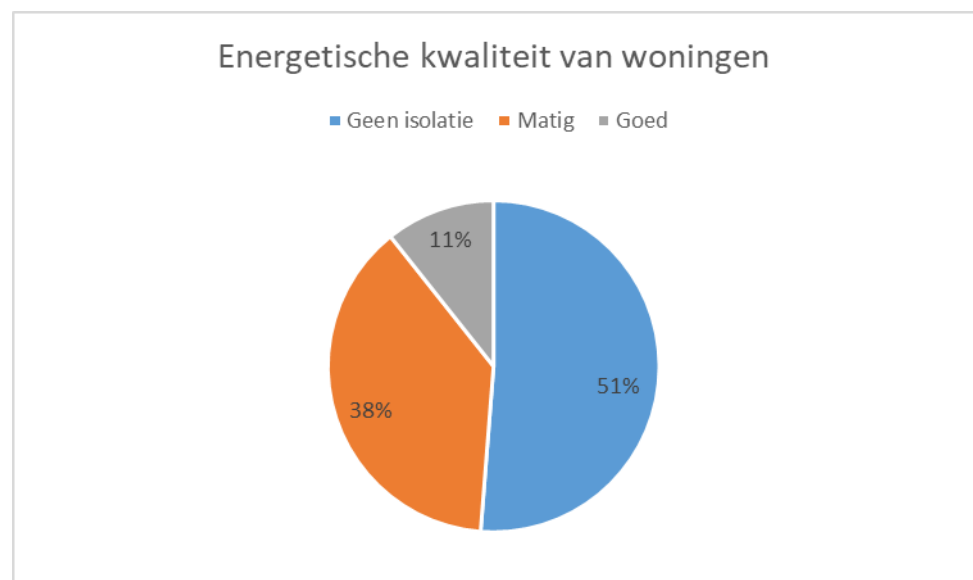


Figuur 3.9 Veranderingen in het stookgedrag na het nemen van energiebesparende maatregelen

3.2.7 Energetische kwaliteit van woningen

De respondenten hebben ook aangegeven in hoeverre de woning geïsoleerd was vóór het nemen van maatregelen. De antwoorden zijn gebundeld in 3 klassen:

- Goed: dak en gevel geïsoleerd en het glas in de woonkamer is minimaal 'HR+'
- Matig: dak óf gevel geïsoleerd, óf het dak én de gevel zijn geïsoleerd, maar isolatieniveau van het glas in de woonkamer is irrelevant
- Geen isolatie: dak of gevel niet geïsoleerd.

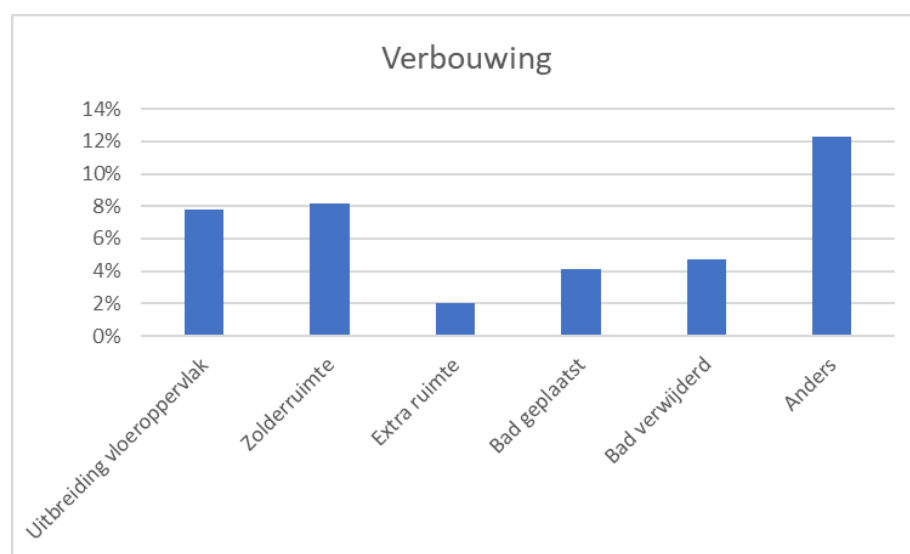


Figuur 3.10 Energetische kwaliteit van de woning vóór maatregelen

3.2.8 Veranderingen aan de woning of apparatuur

Ook veranderingen aan de woning zelf of in de apparatuur binnen de woning kunnen invloed hebben op het energiegebruik. Of er een verbouwing heeft plaatsgevonden is alleen gevraagd aan respondenten die hebben aangegeven een energiebesparende maatregel te hebben genomen die invloed heeft op het gasverbruik. De antwoorden zijn daarmee een reflectie van een deel van de populatie respondenten. In totaal 30% van deze populatie geeft aan dat er veranderingen aan de woning hebben plaatsgevonden. Naast de typen verbouwingen in de grafiek zijn andere veelvoorkomende veranderingen:

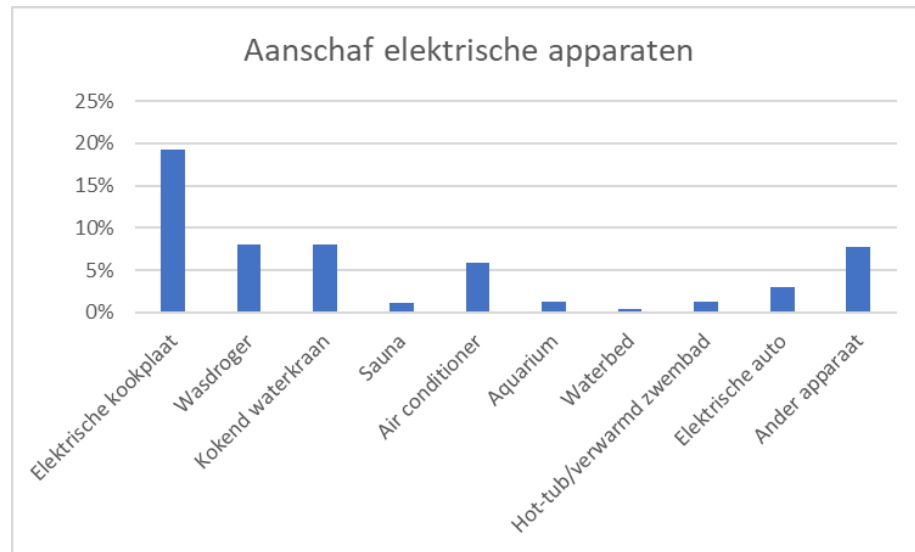
- Renovatie volledige woning
- Badkamer vernieuwd
- Keuken vernieuwd
- Andere indeling van de woning
- Kozijnen vervangen.



Figuur 3.11 Type verbouwing in de subpopulatie 'Enquête' gelijktijdig met het nemen van energiebesparende maatregelen.

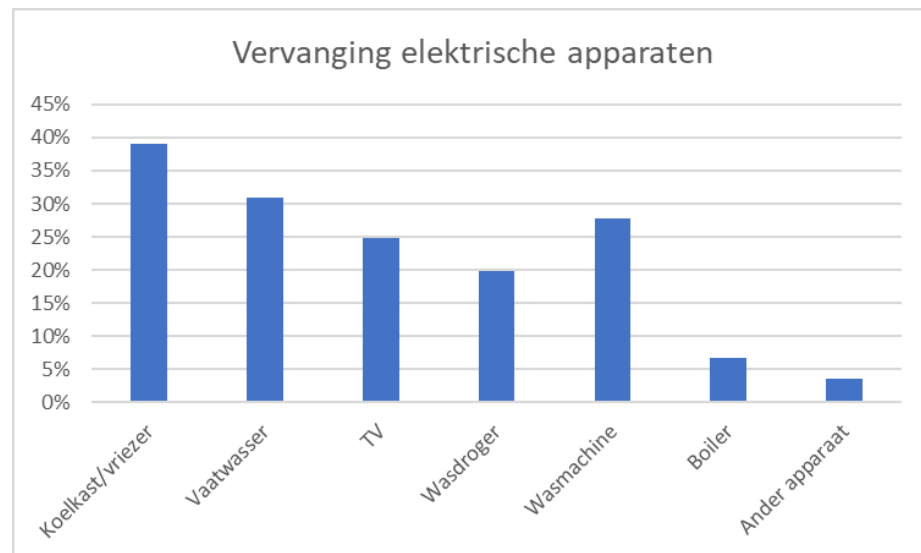
De vragen over aanschaf of vervanging van apparaten is alleen gesteld aan huishoudens waar energiebesparende maatregelen zijn genomen die invloed hebben op het elektriciteitsverbruik. 60% van deze populatie geeft aan geen nieuwe apparaten te hebben aangeschaft die een aanzienlijk elektriciteitsverbruik hebben. Het meest voorkomende apparaat dat is aangeschaft is de elektrische kookplaat. Andere apparaten die zijn aangeschaft, maar niet in de antwoordenlijst voorkwamen zijn:

- Amerikaanse koelkast
- Stoomoven
- Elektrische kachels
- Elektrische boiler
- Infraroodpanelen.



Figuur 3.12 Aanschaf van apparaten gelijktijdig met het nemen van energiebesparende maatregelen.

Wanneer apparaten met een hoog elektriciteitsverbruik vervangen worden kan dat een besparing in het energiegebruik betekenen. 34% van deze groep respondenten laat weten geen van de apparaten vervangen te hebben. Verder is de koelkast/vriezer het vaakst vervangen. Maar ook de vaatwasser, televisie, wasdroger en wasmachine is in 20% of meer van de huishoudens vervangen.



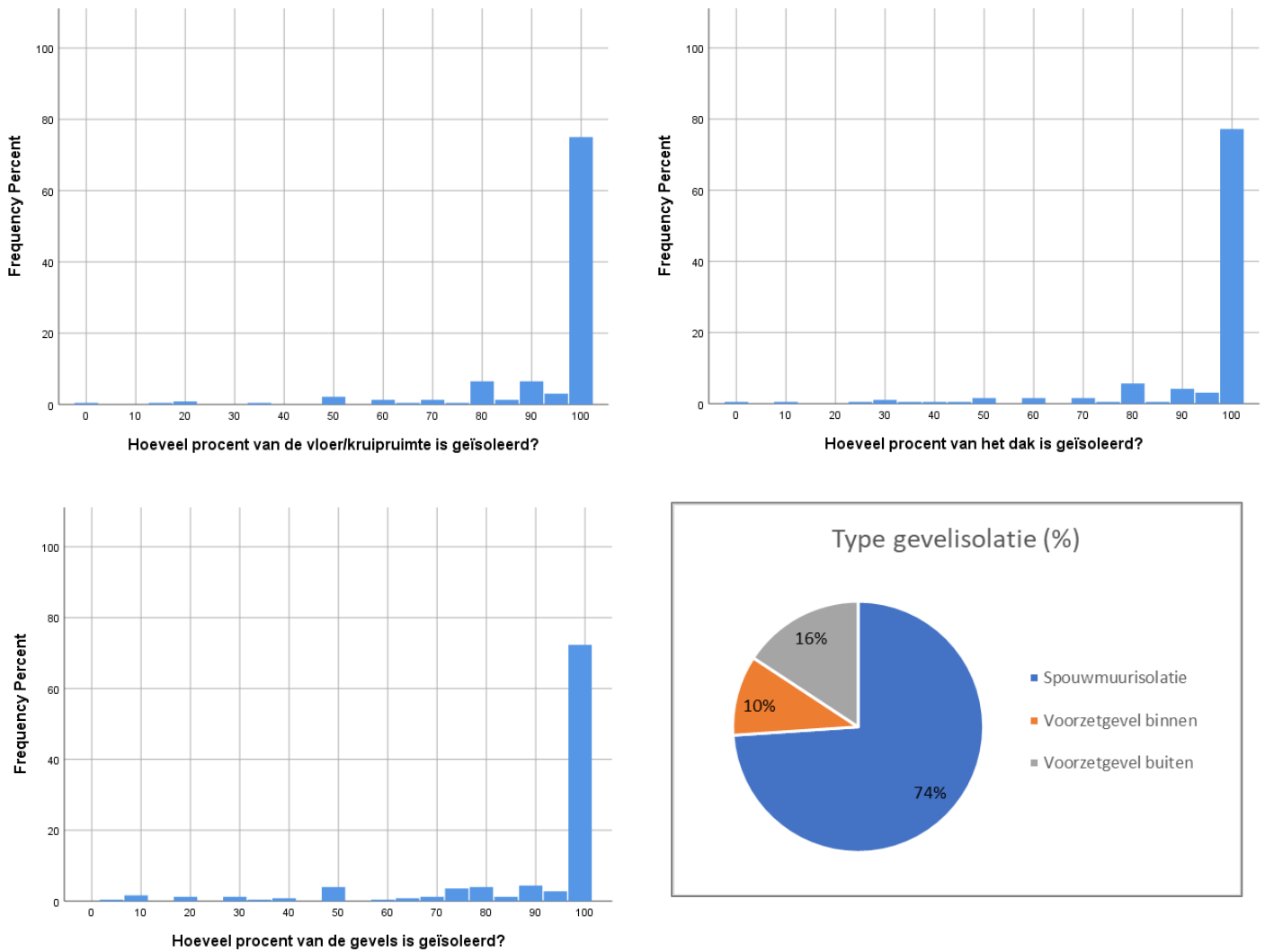
Figuur 3.13 Vervanging van elektrische apparaten gelijktijdig met het nemen van energiebesparende maatregelen

3.2.9 Hoeveelheid maatregelen

SVn heeft geen informatie over de hoeveelheid maatregelen. Is bijvoorbeeld een raam vervangen of alle ramen in de woning? Is het hele dak geïsoleerd of de helft? In de enquête zijn daarom een aantal vragen opgenomen om aanvullende informatie over de genomen maatregelen te verzamelen. In deze paragraaf worden resultaten van deze vragen vermeld.

3.2.9.1 Dak, gevel en vloer

In 70-75% van de gevallen wordt 100% van het oppervlakte vloer, gevel en dak geïsoleerd. Verder is er nog een kleine piek te zien bij 80 en 90% van het oppervlakte, en bij gevels ook op 50%. Gevelisolatie betreft ongeveer driekwart spouwmuurisolatie, 10% binnen- en 16% buitengevelisolatie.

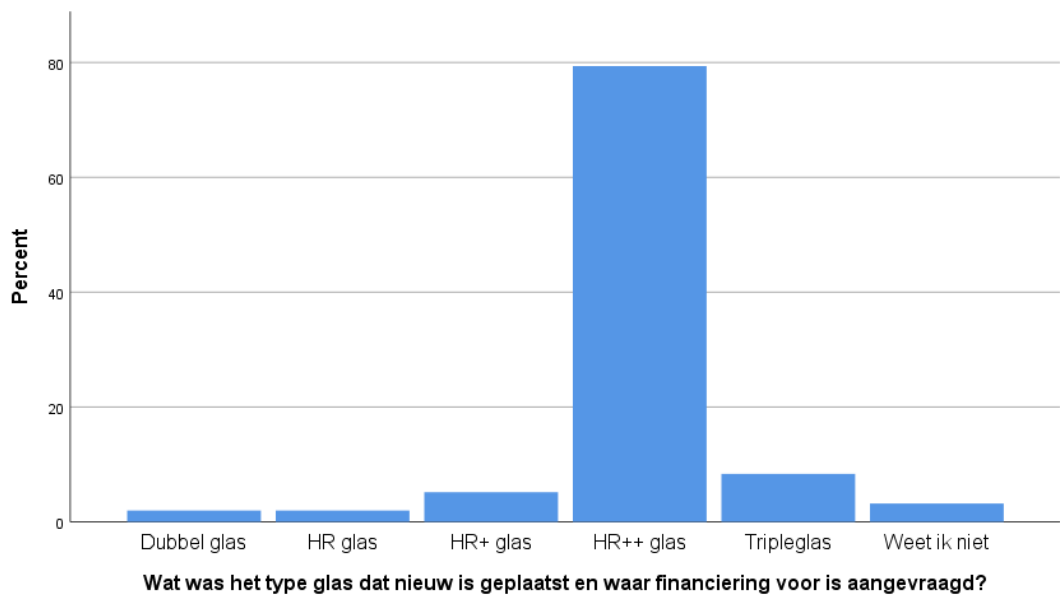


Figuur 3.14 Percentage vloer, dak en gevel dat geïsoleerd is en type gevelisolatie.

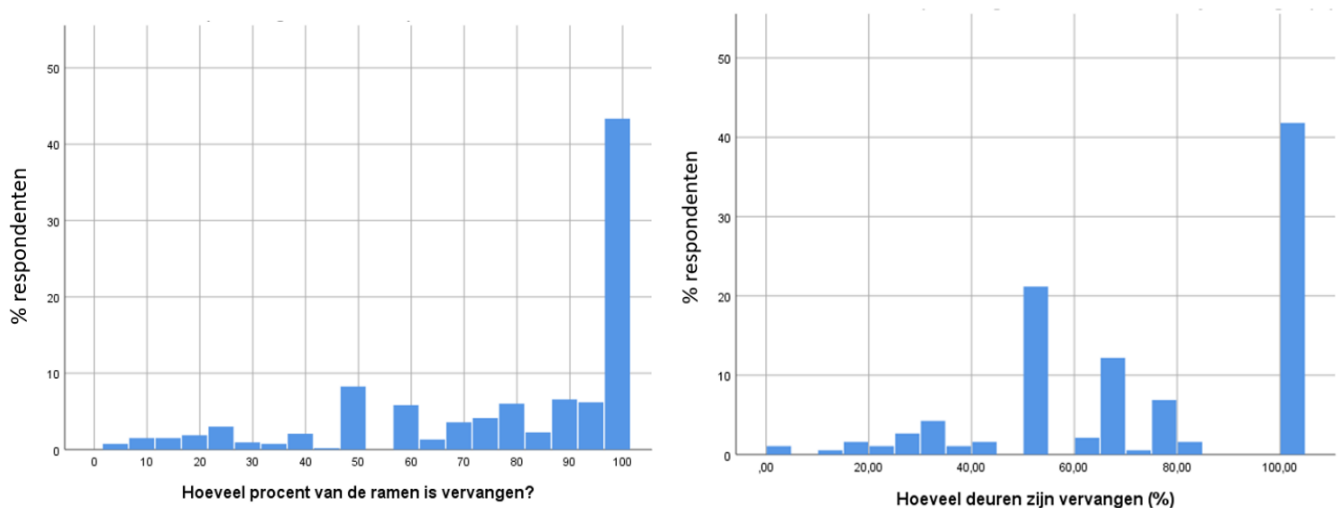
3.2.9.2 Ramen en deuren

42% van de respondenten geeft aan het glas in alle aanwezige ramen vervangen te hebben, in de overige gevallen wordt meestal de helft of meer van de ramen vervangen. In bijna 80% is er HR++ glas toegepast en bijna 9% triple glas. Momenteel is HR++ minimaal vereist. Het is onbekend wat de eisen in eerdere jaren waren voor glas.

Verder vervangt iets meer dan 40% van de respondenten alle buitendeuren en iets meer dan 20% vervangt de helft van de bestaande deuren.



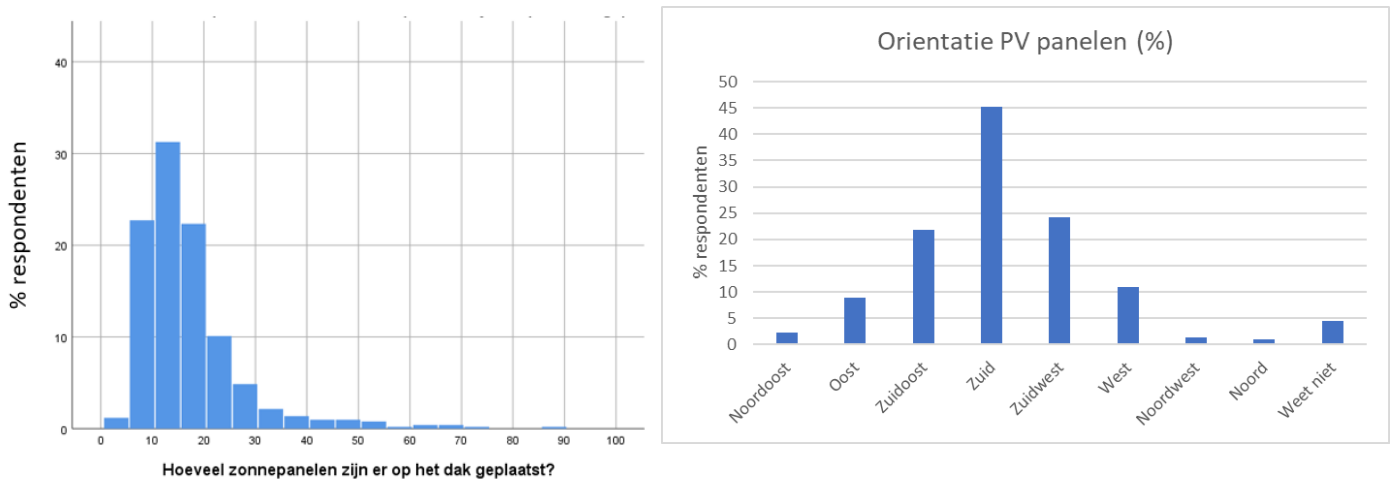
Figuur 3.15 Welk type glas is geplaatst?



Figuur 3.16 Hoeveel procent van de ramen en deuren is vervangen?

3.2.9.3 Zonnepanelen

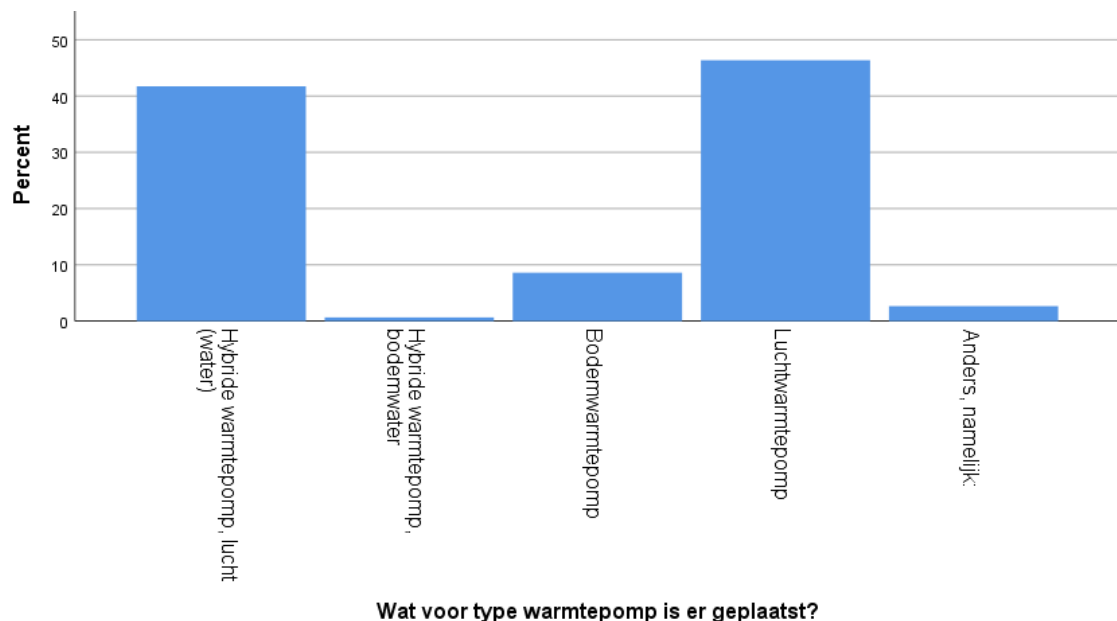
Wanneer huishoudens een lening hebben genomen bij het NEF voor zonnepanelen gaat het gemiddeld om 17 panelen. De oriëntatie van de zonnepanelen is weergegeven in de onderstaande grafiek. Respondenten konden meerdere oriëntaties selecteren waardoor het totaal percentage panelen in deze grafiek boven de 100% uitkomt.



Figuur 3.17 Hoeveel zonnepanelen zijn op het dak geplaatst en wat was de oriëntatie

3.2.9.4 Warmtepomp

Het type warmtepomp dat leningnemers hebben aangeschaft is in 42% een hybride warmtepomp, bijna altijd een luchtwarmtepomp, 46% heeft een volledige elektrische luchtwarmtepomp en 9% bodemwarmtepomp.



Figuur 3.18 Welk type warmtepomp is geplaatst?

4 Verandering in werkelijk energiegebruik na het nemen van energiebesparende maatregelen

De verandering in het gas- en elektriciteitsverbruik is op twee manieren onderzocht. In eerste instantie is uit de data de verandering in werkelijk energiegebruik berekend voor en na het nemen van energiebesparende maatregelen voor de de huishoudens die maar één maatregel hebben gefinancierd bij het NEF, omdat bij meerdere maatregelen zonder een model niet te onderscheiden is welke verandering aan welke maatregel kan worden toegeschreven. Hieruit is het gemiddelde en de spreiding bepaald. Deze laatste is erg groot, waardoor de werkelijke verandering in het energiegebruik sterk kan afwijken van het populatie gemiddelde. Vervolgens is met een lineaire regressie analyse bekeken wat de belangrijkste factoren zijn die de verandering in het energiegebruik bepalen om inzicht te krijgen waarom in het ene huishouden wel een energiebesparing wordt gerealiseerd en het andere niet (zie ook 2.3). Ook kunnen in een regressie analyse alle huishoudens worden meegenomen, ook wanneer ze meerdere maatregelen hebben genomen, zodat via deze weg het besparingseffect van een maatregel kan worden gebaseerd op de hele populatie. In alle gevallen is naar de absolute verandering in het energiegebruik gekeken, tenzij anders aangegeven.

4.1 Verandering in gasverbruik

In huishoudens die maatregelen hebben genomen die het gasverbruik beïnvloeden (6.745 huishoudens in totaal) is gemiddeld genomen het gasverbruik gedaald met 231 m³. Er kan met 95% betrouwbaarheid gezegd worden dat dit gemiddelde in andere populaties tussen een besparing van 219 en 244 m³ gas zal liggen. Er is echter een grote spreiding in de besparing tussen huishoudens waardoor de werkelijke verandering in het gasverbruik van een huishouden dan ook sterk kan afwijken van dit gemiddelde. In 30% van de huishoudens zien we bijvoorbeeld een stijging van het gasverbruik na het nemen van maatregelen. In onderstaande paragrafen wordt verder ingegaan op de effecten van individuele maatregelen.

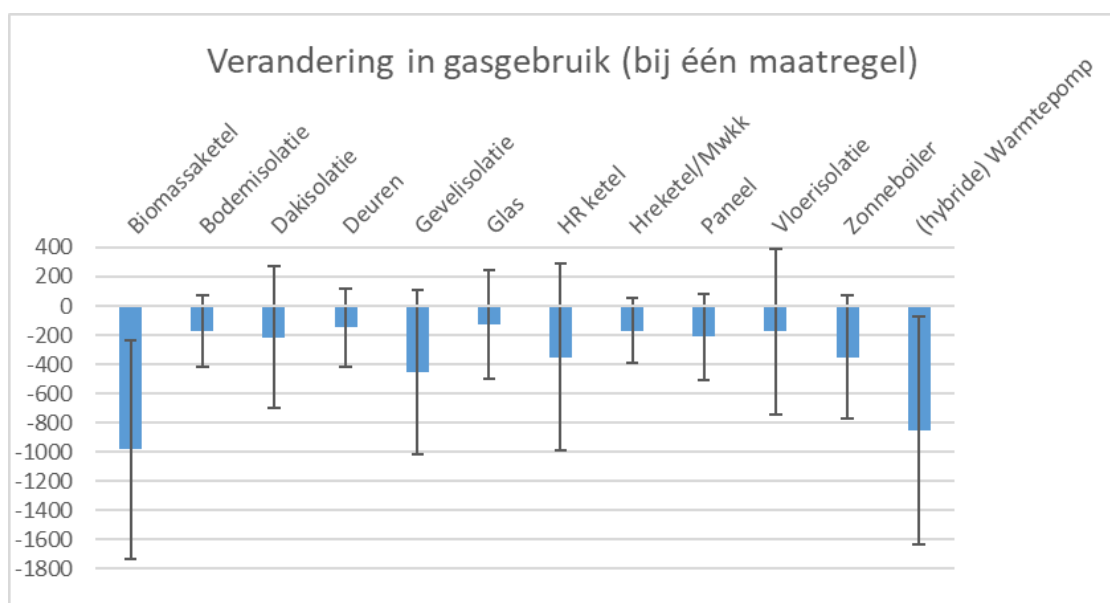
4.1.1 *Situatie waarbij één maatregel is genomen*

Figuur 4.1 geeft per maatregel weer wat het gemiddelde effect is geweest in het absolute gasverbruik een jaar nadat de maatregel is genomen ten opzichte van het jaar voordat de maatregel is genomen (zie ook Bijlage C voor de achterliggende tabel en het aantal cases waarop de resultaten zijn gebaseerd). Hier zijn alleen de cases meegenomen waar maar één maatregel is genomen. Gemiddeld genomen geeft elke maatregel een besparing aan. Met 95% betrouwbaarheid kan worden gezegd dat voor de meeste maatregelen ook een besparing verwacht kan worden in een andere populatie, behalve voor vloerisolatie. Voor bodemisolatie, HRe-ketel/micro-wkk en isolerende panelen kunnen voor een andere populatie geen uitspraken worden gedaan vanwege het geringe aantal cases. De biomassaketel en (hybride) warmtepomp hebben de grootste besparing. Deze maatregelen vervangen ook het gasverbruik door een andere warmtebron, terwijl andere maatregelen erop gericht zijn om het gasverbruik te verminderen.

De afname van het gasverbruik van de HRe-ketel/micro-wkk is opvallend, aangezien je verwacht dat het gasverbruik iets zou stijgen vanwege de elektriciteitsproductie. Ook het effect op het elektriciteitsverbruik wijkt af (4.2.1). Het

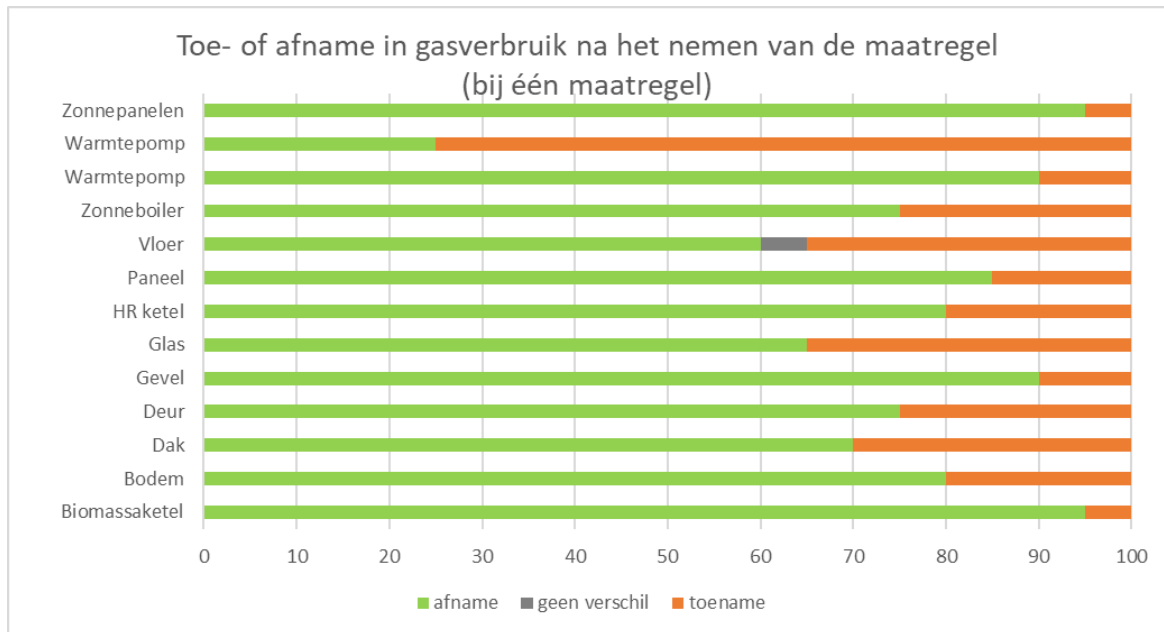
kan zijn dat bij de aanvraag als type maatregel een HRe-ketel/micro-wkk is ingevoerd, waar een warmtepomp of HR-ketel is bedoeld. Het aantal huishoudens dat aangeeft een HRe-ketel/micro-wkk te hebben toegepast is ook erg klein. Er moet dan ook voorzichtig worden omgegaan met conclusies over deze maatregel.

De zwarte lijntjes in de blauwe balk geven de spreiding (standaarddeviatie⁷) aan in het gasverbruik: 68% van de resultaten valt binnen de zwarte lijn. De spreiding is groot, vaak groter dan het gemiddelde, wat ook inhoudt dat de zwarte lijn vaak boven de nullijn uit komt, wat weer betekent dat er ook huishoudens zijn waar het energiegebruik is toegenomen. Figuur 4.2 geeft per maatregel het percentage van de huishoudens aan waar het gasverbruik toe- of af is genomen. Met een regressie analyse (4.1.2) proberen we deze resultaten beter te begrijpen en te onderzoeken welke factoren een rol spelen in de verandering in het energiegebruik.



Figuur 4.1 Het gemiddelde en de spreiding in de absolute verandering in het gasverbruik vóór en één jaar na het nemen van één bepaald type maatregel

⁷ Het gasverbruik van zo'n 68% van de casussen valt binnen deze balkjes.



Figuur 4.2 Het percentage huishoudens waar het gasverbruik één jaar na maatregelen toe- of afneemt na het nemen van één bepaald type maatregel.

Wanneer we naar het effect kijken 2 jaar na het nemen van maatregelen ten opzichte van één jaar, is er bij veel maatregelen een toename in de besparing te zien. Het is niet bekend waar dit door komt, maar een verklaring zou kunnen zijn dat het energiegebruik geschat is op basis van de het gebruik van de afgelopen drie jaar of dat de aanname van het jaar waarin maatregelen genomen zijn niet klopt. Bij bodemisolatie en isolerende deuren is er sprake van een flinke vermindering van de besparing (respectievelijk 85% en 60% minder besparing). Voor een HR-ketel en HRe-ketel/micro-wkk is er 2 jaar na maatregelen een lichte vermindering van de besparing (respectievelijk 3 en 5%) te zien. Hier moet bij gezegd moet worden dat er voor bodemisolatie, isolerende deuren en een HRe-ketel/micro-wkk 2 jaar na uitvoering maar weinig cases zijn. De andere maatregelen laten gemiddeld 20% meer besparing zien dan één jaar na maatregelen.

Als we alleen kijken naar het effect van slimme meter gegevens dan zijn er voor 3 maatregelen voldoende cases. De gemiddelde verandering in het gasverbruik bij slimme meter data verschilt licht van alle cases in de subpopulatie Enquête (inclusief slimme meter data): gevel en (hybride) warmtepomp 4% minder besparing, isolatieglas 8% meer besparing. Eigenlijk zijn er te weinig cases in de situatie met maar één maatregel om conclusies te verbinden aan eventuele verschillen in het besparingseffect bij huishoudens met een slimme meter ten opzichte van de hele subpopulatie 'Enquête'.

4.1.2 Regressie analyse

De maatregelen en factoren die in deze analyse zijn meegenomen staan in Tabel 4.1, evenals de Ausgangssituatie.

Tabel 4.1 Maatregelen, factoren en Ausgangssituatie regressieanalyse

Maatregelen	Uitgangssituatie
Biomassaketel (niet in enquête-analyse)	De maatregel is niet uitgevoerd
Bodemisolatie	
Dakisolatie	
Energiezuinige deuren	
Gevelisolatie	
HR glas	
HR-ketel	
HRe-ketel of micro-wkk (niet in enquête-analyse)	
Warmteterugwinning (niet in enquête-analyse)	
Paneelisolatie	
Vloerisolatie	
Vraaggestuurde ventilatie (niet in enquête-analyse)	
(hybride) Warmtepomp	
Zonneboiler	
Factoren	Uitgangssituatie
Woningtype	Tussenwoning
Bouwjaarklasse	1945-1975
Gebruiksoppervlakte	Gemiddeld
Verandering in oppervlakte	Geen verandering
Gasverbruik vóór maatregelen	0 m ³
Type Huishouden	Paar met kinderen
Verandering in aantal personen	Geen verandering
Leeftijd	Hoofdbewoner 35-50 jaar
Factoren uit enquête	Uitgangssituatie
Perceptie van energiegedrag	Niet zuinig of onzuinig
Verandering in energiegedrag	Geen verandering
Verandering in stookgedrag	Geen verandering
Effect van verbouwing op gasverbruik	Geen verandering
Energetische kwaliteit van de woning vóór	Geen isolatie
Mate waarin maatregelen zijn genomen (gemiddeld)	0% van oppervlak
Extra maatregelen genomen buiten de NEF	Geen

4.1.2.1 Verklaarde variantie

Er zijn diverse regressie analyses uitgevoerd met elk een verklaarde variantie (Tabel 4.2) (zie 2.3.1 voor een uitleg van de verklaarde variantie). Uit de analyse waar maatregelen en factoren zijn meegenomen blijkt dat ze samen 36% verklaren van de verandering in het gasverbruik voor en één jaar na maatregelen. 64% van de variatie wordt dus bepaald door factoren die we niet kennen. Dit wil zeggen dat hoewel significante effecten wel iets verklaren, het maar een derde van het totaal is. Wanneer alleen de maatregelen worden meegenomen in het model en niet de factoren, dan is de verklaarde variantie 11%. Bijna 90% van de verklaring in de verandering in het gasverbruik moet dus in andere factoren dan de maatregelen worden gezocht. Er kunnen dan ook geen generieke conclusies worden getrokken over het effect van specifieke maatregelen op het gasverbruik zonder de specifieke omstandigheden (factoren) mee te nemen.

Wanneer we twee jaar na maatregelen kijken neemt de verklaarde variantie iets toe naar 41%. Wanneer we dan ook alle interactie-effecten meenemen kan 49% van de verandering in het gasverbruik verklaard worden met de factoren in het model. Wanneer het interactie effecten worden toegepast op een model waar alleen de maatregelen worden meegenomen neemt de verklaarde variantie iets toe van 11 naar 14%.

Met de additionele factoren die kunnen worden meegenomen bij de huishoudens die de enquête hebben ingevuld neemt de verklaarde variantie iets toe naar 43%, 48% bij twee jaar na maatregelen. Als we alleen kijken naar huishoudens die in de enquête aan hebben gegeven een slimme meter te hebben in het jaar dat de maatregelen zijn genomen, dan is de verklaarde variantie 35% (34% bij twee jaar na maatregelen). Informatie uit de enquête verbetert de verklaarde variantie dus wel, maar een slimme meter niet.

Tabel 4.2 Overzicht van de verklaarde variantie van verschillende analyses op de verandering in het gasverbruik (T1: één jaar na maatregelen; T2: twee jaar na maatregelen)

	Deelpopulatie		Enquete	
	T1	T2	T1	T2
Alleen maatregelen	11%	12%		
Alleen maatregelen - Interacties		14%		
Maatregelen en factoren	36%	41%	43%	48%
Maatregelen en factoren - Interacties		49%		
Maatregelen en factoren – slimme meter			35%	34%

4.1.2.2 Effect

Tabel 4.3 geeft een samenvatting van de regressie analyse, details van de analyse staan in Bijlage D-1. Het effect van de uitgangssituatie is een besparing van het absolute gasverbruik (bij een gemiddeld gasverbruik vóór maatregelen), die bij twee jaar na maatregelen groter is dan één jaar na maatregelen.

Alle maatregelen en categorieën in het zwart hebben een significant effect op de verandering in het gasverbruik, de maatregelen en categorieën in het grijs zijn niet significant⁸. Maatregelen met een significant effect op verandering in het gasverbruik zijn biomassaketel, gevelisolatie, isolerende panelen, warmteterugwinning, (hybride) warmtepomp, dakisolatie, HR glas en de zonneboiler. Behalve dakisolatie en HR glas leiden de maatregelen tot meer reductie dan de uitgangssituatie. Dakisolatie en HR glas leiden tot minder reductie dan de uitgangssituatie. Meer of minder reductie dan de uitgangssituatie betekent echter nog niet dat een maatregel in alle gevallen tot besparing of juist een toename in het energiegebruik leidt. Het uiteindelijke resultaat is namelijk afhankelijk van de grootte van het effect van deze maatregel én van andere maatregelen en covariaten.

Het besparingseffect van deze maatregelen kan worden berekend door bepaalde effecten bij elkaar op te tellen. Een voorbeeldberekening van het effect van een

⁸ Significantieniveau $\alpha = 0,05$.

maatregel wordt gegeven in 4.1.3. Na het berekenen van de effecten uit het model⁹ (Tabel 4.3) komt dat, gemiddeld genomen, een biomassaketel, gevelisolatie, isolerende panelen, warmteterugwinning, een (hybride) warmtepomp, zonneboiler, dakisolatie en isolatieglas een significant besparingseffect op het gasverbruik hebben in de uitgangssituatie¹⁰ bij een gemiddeld gasverbruik vóór maatregelen.

Verder geeft een toename in het aantal personen in het huishouden en een groter woningoppervlak minder besparing. Een hoger gasverbruik vóór maatregelen levert meer besparing. Een woning van vóór 1945 geeft minder besparing dan een woning uit 1945-1975 en een hoofdbewoner jonger dan 35 jaar meer besparing dan 35-50 jaar. Andere huishoudtypes dan de referentie (een paar met kinderen) geven meer besparing. Het woningtype ten slotte heeft ook een significant effect, waarbij een appartement meer bespaart dan een tussenwoning, de andere woningtypes besparen minder.

Een situatie waarin kenmerken uit de kolom 'meer reductie' van toepassing zijn op een praktijksituatie zou leiden tot de grootste reductie in het gasverbruik, bijvoorbeeld: een jonge hoofdbewoner met een partner, maar zonder kinderen, die woont in een kleine woning (appartement) uit 1945-1975 met een hoog gasverbruik vóór maatregelen en één of meer van de maatregelen heeft genomen uit de kolom 'meer reductie'.

Tabel 4.3 Effect van maatregelen en factoren op de absolute verandering in het gasverbruik één jaar na maatregelen voor de deelpopulatie (significant = zwart, niet significant = grijs)

Factoren	Meer reductie	Minder reductie
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> • Biomassaketel • Gevelisolatie • Isolerende panelen • Warmteterugwinning • (hybride) warmtepomp • Zonneboiler • Energiezuinige deuren • Vraaggestuurde ventilatie 	<ul style="list-style-type: none"> • Dakisolatie • HR glas • Bodemisolatie • HR ketel • HRe-ketel/micro-wkk • Vloerisolatie
Woningtype Tov tussenwoning	<ul style="list-style-type: none"> • Appartement 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoekwoning • 2-onder-1 kapwoning • Vrijstaand
Bouwjaarklasse T.o.v. 1945 - 1975	<ul style="list-style-type: none"> • 1975 – 1995 • > 1995 	<ul style="list-style-type: none"> • < 1945
Oppervlak	Hoe groter het oppervlak, hoe minder besparing	
Gasverbruik vóór maatregelen	Hoe hoger het gasverbruik, hoe meer besparing	
Type huishouden T.o.v. paar met kinderen	<ul style="list-style-type: none"> • Een persoonshuishouden • Paar zonder kinderen • Eenouderhuishouden 	
Verandering in aantal personen	Hoe meer personen erbij komen, hoe minder besparing	
Leeftijd T.o.v. 35-50 jaar	<ul style="list-style-type: none"> • < 35 jaar • 50-65 jaar 	<ul style="list-style-type: none"> • >65 jaar

⁹ Hierbij moet aangetekend worden dat de aanwezigheid van interactie-effecten in dit model niet is meegenomen: het effect van gecombineerde maatregelen is logischerwijs niet altijd hetzelfde als de optelsom van losse maatregelen.

¹⁰ In deze berekening wordt alleen een bepaalde maatregel toegepast en blijven alle andere factoren in de uitgangssituatie gelijk.

Wanneer we naar het gasverbruik twee jaar na maatregelen kijken i.p.v. één jaar, dan is het effect van isolerende panelen en een zonneboiler niet meer significant. Ook het effect van een appartement ten opzichte van een tussenwoning is niet meer significant. De verandering in het energiegebruik twee jaar na maatregelen van deze twee maatregelen en een factor is wel vergelijkbaar met de verandering één jaar na maatregelen maar we zien geen significant effect meer in de regressieanalyse.

4.1.2.3 Effect enquête resultaten

De uitgangssituatie van de regressie analyse geeft ook in de subpopulatie 'Enquête' een besparing in het absolute gasverbruik, die in dit geval 2 jaar na maatregelen kleiner is dan één jaar na maatregelen. Huishoudens met een slimme meter lijken een kleinere gasbesparing te hebben dan de subpopulatie 'Enquête' en een vergelijkbare besparing met de deelpopulatie. Ten opzichte van de deelpopulatie hebben alleen de maatregelen (hybride) warmtepomp en zonneboiler een significant effect, Tabel 4.4 (Bijlage D-2). Verder verschijnen er een aantal nieuwe factoren die met informatie uit de enquête konden worden opgesteld. Als de huishoudens hebben opgegeven zuinig te zijn vóór het nemen van maatregelen, dan leidt dat tot meer besparing. Onzuinig gedrag vóór maatregelen geeft minder besparing. Ook blijkt dat hoe meer isolatie een woning heeft vóór maatregelen, hoe minder besparing het oplevert. Verder leidt een verbouwing tot minder reductie¹¹.

Tabel 4.4 Effect van maatregelen en factoren op de absolute verandering in het gasverbruik één jaar na maatregelen voor de subpopulatie 'Enquête' (significant = zwart, niet significant = grijs)

Factoren	Meer reductie	Minder reductie
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> • (hybride) warmtepomp • Zonneboiler • Bodemisolatie • Energiezuinige deuren • Gevelisolatie 	<ul style="list-style-type: none"> • Dakisolatie • HR glas • HR ketel • Isolerende panelen • Vloerisolatie
Woningtype t.o.v. tussenwoning	<ul style="list-style-type: none"> • Appartement 	<ul style="list-style-type: none"> • Vrijstaand • Hoekwoning • 2-onder-1 kapwoning
Bouwjaarklasse t.o.v. 1945 - 1975	<ul style="list-style-type: none"> • > 1995 	<ul style="list-style-type: none"> • < 1945 • 1975 – 1995
Verandering in oppervlak	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe groter het oppervlak wordt, hoe meer besparing 	
Gasverbruik vóór maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe hoger het gasverbruik, hoe meer besparing 	
Type huishouden t.o.v. paar met kinderen	<ul style="list-style-type: none"> • Een persoonshuishouden • Paar zonder kinderen 	<ul style="list-style-type: none"> • Eenouderhuishouden
Energiegedrag vóór maatregelen t.o.v. niet zuinig, niet onzuinig	<ul style="list-style-type: none"> • Zuinig • Heel zuinig 	<ul style="list-style-type: none"> • Onzuinig • Heel onzuinig • Weet ik niet
Verandering in energiegedrag Geen verandering	<ul style="list-style-type: none"> • Bewuster 	<ul style="list-style-type: none"> • Onbewuster • Weet ik niet/anders
Energetische kwaliteit t.o.v. Geen isolatie	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe meer isolatie vóór maatregelen, hoe minder besparing 	
Verbouwing t.o.v. tussenwoning	<ul style="list-style-type: none"> • Onbekend effect 	<ul style="list-style-type: none"> • Lager • Hoger

¹¹ Een verbouwing als een aanbouw, het bewoonbaar maken van een zolderruimte bewoonbaar of een geplaatst bad zorgen naar verwachting voor een toename in het gasverbruik ('hoger'). Indien het bad wordt verwijderd verwacht je een afname in het gasverbruik ('lager').

4.1.3 Gevel/glas/deur

Er is een verdiepende analyse uitgevoerd op de drie maatregelen die het meest voorkomen (isolatieglas, gevelisolatie en energiezuinige deuren). In deze regressie analyse is alleen naar huishoudens gekeken die één van deze drie, twee van de drie of alle drie de maatregelen hebben genomen en verder geen andere maatregelen.

Het effect van deze maatregelen en combinaties is voor de uitgangssituatie¹² (Tabel 4.1) berekend op basis van de regressie analyse waarbij ook de interactie-effecten met andere factoren zijn meegenomen (Tabel 4.5; Bijlage D.3 en D.4). Hier is te zien dat gevelisolatie de meeste besparing in het absolute gasverbruik oplevert, en isolatieglas en isolerende deuren ongeveer evenveel. Een opvallende uitkomst is dat glas i.c.m. deuren minder besparing lijkt op te leveren dan glas en deuren los. Waarom dit effect zo laag uitvalt zou verder onderzocht moeten worden. Voor de combinatie deur/gevel en glas/deur/gevel konden geen resultaten worden gegenereerd.

Tabel 4.5 Het gemiddelde effect op het absolute gasverbruik voor de uitgangssituatie bij een gemiddeld gasverbruik vóór maatregelen op basis van een interactiemodel

Maatregel	Effect (in m ³ /woning)	Besparing t.o.v. gemiddeld gasverbruik vóór maatregelen (%)
Isolatieglas	-139	-8%
Gevelisolatie	-205	-12%
Isolerende deuren	-122	-7%
Glas i.c.m. gevel	-259	-15%
Glas i.c.m. deuren	-100	-6%

Indien wordt afgeweken van de uitgangssituatie is informatie nodig over de significante factoren die uit het model komen om het effect van deze maatregelen te bepalen; verandering in aantal personen, bouwjaarklasse, leeftijdsklasse, type huishouden, (verandering van) woningoppervlakte, woningtype en het gasverbruik vóór maatregelen.

4.2 Verandering in elektriciteitsverbruik

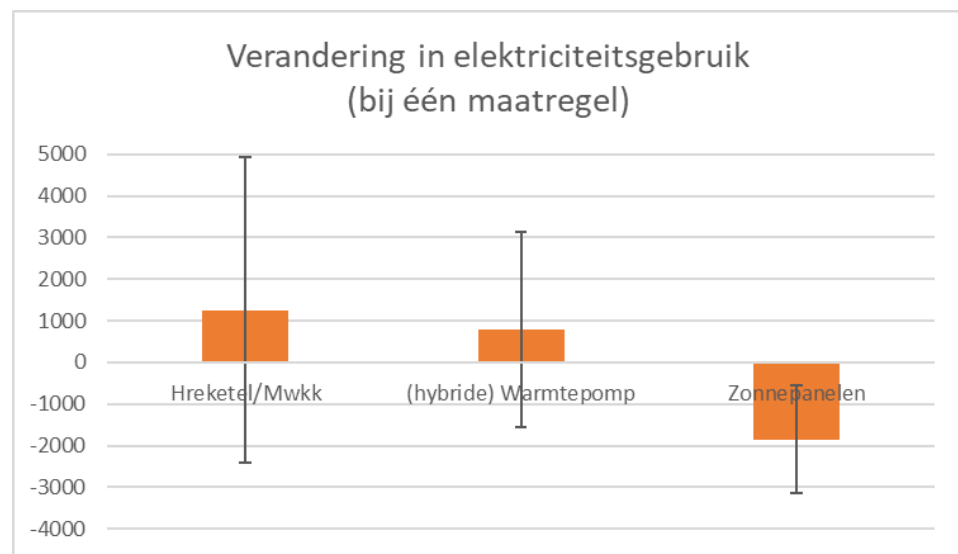
In huishoudens die maatregelen hebben genomen die het elektriciteitsverbruik beïnvloeden (2.168 in totaal) is gemiddeld genomen het elektriciteitsverbruik gedaald met 984 kWh. Er kan met 95% betrouwbaarheid gezegd worden dat dit gemiddelde in andere populaties tussen een besparing van 906 en 1062 kWh zal liggen. Er is echter een grote spreiding in de besparing tussen huishoudens waardoor de werkelijke verandering in het elektriciteitsverbruik van een huishouden sterk kan afwijken van dit gemiddelde. In 25% van de huishoudens zien we bijvoorbeeld een stijging van het gasverbruik na het nemen van maatregelen. Hier moet bij gezegd worden dat twee belangrijke elektriciteitsmaatregelen zonnepanelen en warmtepompen zijn, waarbij je bij de laatste juist een toename in het energiegebruik verwacht. In onderstaande paragrafen wordt verder ingegaan op de effecten van individuele maatregelen.

¹² In deze berekening wordt alleen een bepaalde maatregel toegepast en blijven alle andere factoren in de uitgangssituatie gelijk.

4.2.1 *Situatie waarbij één maatregel is genomen*

In Figuur 4.3 is voor verschillende maatregelen te zien wat het effect is op het elektriciteitsverbruik (in kWh) wanneer alleen deze maatregel wordt genomen (zie ook Bijlage C voor de achterliggende tabel en het aantal cases waarop de resultaten zijn gebaseerd). De (hybride) warmtepomp leidt gemiddeld tot meer elektriciteitsverbruik, de zonnepanelen gemiddeld tot minder gebruik. Met 95% betrouwbaarheid kan worden gezegd dat ook in een andere populatie zonnepanelen zullen leiden tot een besparing en warmtepompen tot een toename in het elektriciteitsverbruik. De zwarte lijntjes geven de spreiding (standaarddeviatie¹³) aan in het elektriciteitsverbruik waarbij ook hier, net als bij het gasverbruik, te zien is dat deze erg groot is. Het gemiddelde hoeft dan ook geen goede indicatie te geven van de werkelijke verandering van het elektriciteitsverbruik bij een huishouden.

De toename van het elektriciteitsverbruik van de HRe-ketel/micro-wkk is opvallend, aangezien je verwacht dat dit zou dalen vanwege de elektriciteitsproductie van de installatie. Ook het effect op het gasverbruik wijkt af (zie 4.1.1). Het kan zijn dat bij de aanvraag als type maatregel een HRe-ketel/micro-wkk is ingevoerd, waar een warmtepomp of HR-ketel is bedoeld. Het aantal huishoudens dat aangeeft een HRe-ketel/micro-wkk te hebben toegepast is ook erg klein. Er moet dan ook voorzichtig worden omgegaan met conclusies over deze maatregel.



Figuur 4.3 Gemiddelde en spreiding van de absolute verandering in het elektriciteitsverbruik voor en één jaar na het nemen van één bepaald type maatregel

Wanneer we 2 jaar na maatregelen kijken neemt de toename in het elektriciteitsverbruik van de HRe-ketel/micro-wkk flink af ten opzichte van 1 jaar na maatregelen. Daar moet bij gezegd zijn dat er voor deze maatregel maar weinig cases overblijven 2 jaar na maatregelen. Het elektriciteitsverbruik van de (hybride) warmtepomp verdubbelt bijna in het 2^e jaar na maatregelen en de besparing door zonnepanelen neemt wat af. Het is niet bekend waar dit door komt, maar een verklaring zou kunnen zijn dat het energiegebruik geschat is op basis van de het gebruik van de afgelopen drie jaar of dat de aanname van het jaar waarin maatregelen genomen zijn niet klopt.

¹³ Het gasverbruik van zo'n 68% van de casussen valt binnen deze balkjes.

Als we alleen kijken naar het effect van slimme meter gegevens dan zijn er alleen voor de (hybride) warmtepomp voldoende cases: het gebruik van de (hybride) warmtepomp is 4% minder bij huishoudens met een slimme meter ten opzichte van alle cases in de subpopulatie Enquête (inclusief slimme meter data). Eigenlijk zijn er te weinig cases in de situatie met maar één maatregel om conclusies te verbinden aan eventuele verschillen in het besparingseffect bij huishoudens met een slimme meter ten opzichte van de hele subpopulatie 'Enquête'.

4.2.2 *Regressie analyse*

De regressieanalyse kan aangeven welke factoren een rol spelen in de verandering in het elektriciteitsverbruik na het nemen van maatregelen. De maatregelen en factoren die in deze analyse zijn meegenomen staan in Tabel 4.6, evenals de uitgangssituatie.

Tabel 4.6 Maatregelen, factoren en uitgangssituatie regressieanalyse

Maatregelen	Uitgangssituatie
HRe-ketel of micro-wkk (niet in enquête-analyse)	De maatregel is niet uitgevoerd
Installatie voor warmteterugwinning (niet in enquête-analyse)	
Vraaggestuurde ventilatie (niet in enquête-analyse)	
(hybride) Warmtepomp	
Zonnepanelen	
Factoren	Uitgangssituatie
Woningtype	Tussenwoning
Bouwjaarklasse	1945-1975
Gebruiksoppervlakte	Gemiddeld
Verandering in oppervlakte	Geen verandering
Elektriciteitsverbruik vóór maatregelen	0 kWh
Type Huishouden	Paar met kinderen
Verandering in aantal personen	Geen verandering
Leeftijd	Hoofdbewoner 35-50 jaar
Factoren uit enquête	Uitgangssituatie
Perceptie van energiegedrag	Niet zuinig of onzuinig
Verandering in energiegedrag	Geen verandering
Energetische kwaliteit van de woning vóór maatregelen	Geen isolatie
Aantal geplaatste zonnepanelen	0
Verandering in elektriciteitsverbruik door aanschaf of vervanging van elektrische apparaten	Geen verandering
Extra maatregelen genomen buiten de NEF	Geen

4.2.2.1 *Verklaarde variantie*

Uit de regressie analyse blijkt dat de maatregelen en factoren samen 38% verklaren van de verandering in het elektriciteitsverbruik voor en na maatregelen (Tabel 4.7). 62% van de variatie wordt dus bepaald door factoren die we niet kennen. Dit wil zeggen dat hoewel significante effecten wel iets verklaren, het maar een derde van het totaal is. Wanneer alleen de maatregelen worden meegenomen in het model en niet de factoren, dan is de verklaarde variantie 14%. Zo'n 86% van de verklaring in de verandering in het elektriciteitsverbruik moet dus in andere factoren dan de maatregelen worden gezocht. Er kunnen dan ook geen generieke conclusies worden getrokken over het effect van specifieke maatregelen op het elektriciteitsverbruik zonder de specifieke omstandigheden (factoren) mee te nemen.

Wanneer we twee jaar na maatregelen kijken neemt de verklaarde variantie wat toe naar 42%. Wanneer we dan ook alle interactie-effecten meenemen kan 48% van de verandering in het elektriciteitsverbruik verklaard worden met de factoren in het model. Wanneer het interactie effecten worden toegepast op een model waar alleen de maatregelen worden meegenomen neemt de verklaarde variantie iets af van 14 naar 12%.

Met de additionele factoren die kunnen worden meegenomen bij de huishoudens die de enquête hebben ingevuld neemt de verklaarde variantie iets toe naar 44%. Als we alleen kijken naar huishoudens die in de enquête aan hebben gegeven een slimme meter te hebben in het jaar dat de maatregelen zijn genomen, dan is de verklaarde variantie 47%. Informatie uit de enquête en een slimme meter verbetert de verklaarde variantie van het model dus iets.

Tabel 4.7 Overzicht van de verklaarde variantie van verschillende analyses op de verandering in het elektriciteitsverbruik (T1: één jaar na maatregelen; T2: twee jaar na maatregelen)

	Deelpopulatie		Enquete	
	T1	T2	T1	T2
Alleen maatregelen	14%	12%		
Alleen maatregelen - Interacties		12%		
Maatregelen en factoren	38%	42%	44%	
Maatregelen en factoren - Interacties		48%		
Maatregelen en factoren – slimme meter			47%	

4.2.2.2 Effect

Tabel 4.8 geeft een samenvatting van regressie analyse, details van de analyse staan in Bijlage D-5. In de uitgangssituatie geeft de analyse een absolute besparing in het elektriciteitsverbruik, wat onder andere een balans is tussen het toegenomen gebruik van de (hybride) warmtepomp en de besparing van de zonnepanelen. Twee jaar na maatregelen is deze besparing kleiner dan één jaar na maatregelen.

Alle maatregelen en categorieën in het zwart hebben een significant effect op de verandering in het elektriciteitsverbruik, de maatregelen en categorieën in het grijs zijn niet significant¹⁴. Maatregelen met een significant effect op veranderingen in het elektriciteitsverbruik zijn zonnepanelen en een (hybride) warmtepomp, waarbij zonnepanelen leiden tot meer reductie ten opzichte van de uitgangssituatie en een (hybride) warmtepomp tot minder reductie. Meer of minder reductie tov de uitgangssituatie betekent echter nog niet dat een maatregel tot besparing of juist een toename in het energiegebruik leidt. Het uiteindelijke effect is namelijk afhankelijk van de grootte van het effect van deze maatregel én van andere maatregelen en covariaten.

¹⁴ Significantieniveau $\alpha = 0,05$.

Het besparingseffect van deze maatregelen kan worden berekend door bepaalde effecten bij elkaar op te tellen. Een voorbeeldberekening van het effect van een maatregel wordt gegeven in 4.1.3. Na het berekenen van de effecten uit het model¹⁵ (Tabel 4.8) komt dat, gemiddeld genomen, zonnepanelen een significant besparingseffect op het elektriciteitsverbruik hebben en laten (hybride) warmtepomp en een significante toename in het elektriciteitsverbruik zien in de uitgangssituatie¹⁶ bij een gemiddeld elektriciteitsverbruik vóór maatregelen.

Een grotere woning geeft meer reductie ten opzichte van de uitgangssituatie en een hoog elektriciteitsverbruik vóór maatregelen minder reductie. Verder geeft een woning van na 1995 een afname ten opzichte van een woning van vóór 1945, evenals een hoofdbewoner die ouder is dan 50 tot een afname leidt ten opzichte van de leeftijdsklasse 35-50. Tot slot geeft een vrijstaande woning een toename ten opzichte van tussenwoning.

Wanneer we naar het elektriciteitsverbruik twee jaar na maatregelen kijken ten opzichte van één jaar, dan is het effect van het bouwjaar en de leeftijdsklasse 50-65 jaar niet meer significant (maar wel vergelijkbaar met de verandering één jaar na maatregelen). Wel significant zijn dan een paar zonder kinderen (afname ten opzichte van een paar met kinderen) en de verandering in het woningoppervlak (Hoe groter de woning wordt, hoe groter de toename).

Tabel 4.8 Effect van maatregelen en factoren op de absolute verandering in het elektriciteitsverbruik één jaar na maatregelen voor de deelpopulatie (significant = zwart, niet significant = grijs)

Factoren	Meer reductie	Minder reductie
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> • Zonnepanelen 	<ul style="list-style-type: none"> • (hybride) Warmtepomp • HRe-ketel/micro-wkk • Installatie voor warmteterugwinning • Vraaggestuurde ventilatie
Woningtype t.o.v. tussenwoning		<ul style="list-style-type: none"> • Vrijstaand • Hoekwoning • 2-onder-1 kapwoning • Appartement
Bouwjaarklasse t.o.v. 1945-1975	<ul style="list-style-type: none"> • >1995 • <1945 • 1975-1995 	
Woningoppervlak	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe groter de woning is, hoe kleiner de besparing 	
Elektriciteitsverbruik vóór maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe hoger het elektriciteitsverbruik, hoe groter de besparing 	
Leeftijd t.o.v. 35-50 jaar	<ul style="list-style-type: none"> • 50 - 65 jaar • > 65 jaar • <35 jaar 	

¹⁵ Hierbij moet aangetekend worden dat de aanwezigheid van interactie-effecten in dit model niet is meegenomen: het effect van gecombineerde maatregelen is logischerwijs niet altijd hetzelfde als de optelsom van losse maatregelen.

¹⁶ In deze berekening wordt alleen een bepaalde maatregel toegepast en blijven alle andere factoren in de uitgangssituatie gelijk.

4.2.2.3 Effect enquête

Ook als we alleen naar de cases kijken waarbij de enquête is ingevuld is het totale effect van de uitgangssituatie een besparing in het elektriciteitsverbruik die 2 jaar na maatregelen groter wordt dan één jaar na maatregelen. Bij huishoudens met een slimme meter is dit effect vergelijkbaar met de subpopulatie 'Enquête'. Verder is in Tabel 4.9 te zien dat het effect van zonnepanelen niet meer significant is (Bijlage D-6). De enige andere significante factor is het elektriciteitsverbruik vóór maatregelen. Verder verschijnt het elektriciteitsverbruik van apparaten als een relevante, maar niet significante factor¹⁷.

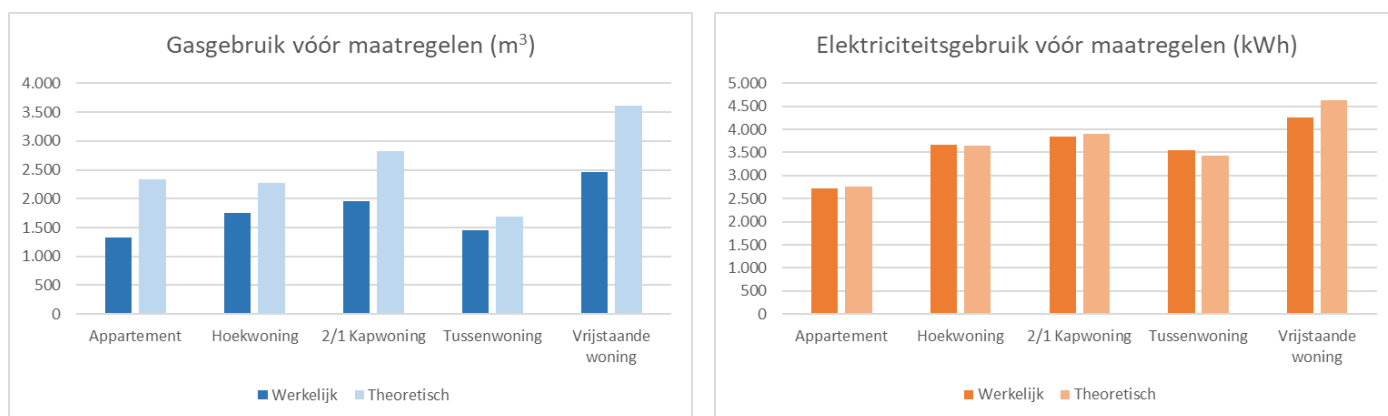
Tabel 4.9 Effect van maatregelen en factoren op de absolute verandering in het elektriciteitsverbruik één jaar na maatregelen voor de subpopulatie 'Enquête' (significant = zwart, niet significant = grijs)

Factoren	Meer reductie	Minder reductie
Maatregelen	• Zonnepanelen	• (hybride) Warmtepomp
Elektriciteitsverbruik vóór maatregelen	Hoe hoger het elektriciteitsverbruik, hoe groter de besparing	
Elektriciteitsverbruik apparaten t.o.v. geen verandering		• Hoger • Lager

¹⁷ Apparaten die worden aangeschaft met een hoog elektriciteitsverbruik zorgen naar verwachting voor een toename in het elektriciteitsverbruik ('hogere'). Van apparaten met een hoog elektriciteitsverbruik die vervangen worden verwacht je een afname in het gebruik in verband met verbeterde efficiëntie ('lager').

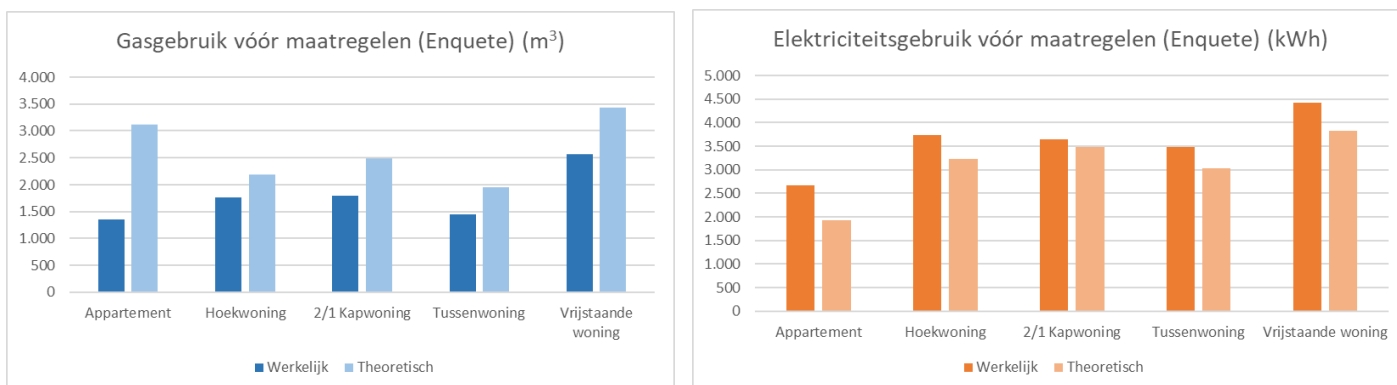
5 Vergelijking werkelijke en theoretische verandering in energiegebruik

Voordat we naar de verschillen in de werkelijke en theoretische veranderingen in het energiegebruik gaan kijken, is het goed om te kijken in hoeverre het energiegebruik vóór het nemen van maatregelen overeenkomt (tenzij anders aangegeven wordt hier gekeken naar de absolute verandering van het energiegebruik). Figuur 5.1 laat per woningtype zien wat het gemiddelde gas- of elektriciteitsverbruik is volgens de CBS databestanden ('werkelijk') en de berekende gebruiken ('theoretisch') (zie ook 2.4). Het theoretische gasverbruik komt altijd hoger uit dan het werkelijke gebruik, met name bij een appartement, 2/1 kapwoning en een vrijstaande woning. Het werkelijk en theoretisch elektriciteitsverbruik komen aardig overeen.



Figuur 5.1 Gas-(m³) en elektriciteitsverbruik (kWh) per woning vóór het nemen van maatregelen bij verschillende woningtypes (Deelpopulatie).

In de enquête zijn een aantal vragen gesteld waarmee het theoretische energiegebruik voor maatregelen beter kan worden berekend, zoals de energetische kwaliteit van de woning voor het nemen van maatregelen en het aantal bewoners in het jaar vóór en het jaar na maatregelen, zie ook bijlage E voor een vertaling van deze informatie in de rekenmethode. Voor de huishoudens die de enquête hebben ingevuld geeft Figuur 5.2 de werkelijke en theoretische energiegebruiken voor het nemen van maatregelen. Met name voor een appartement en een tussenwoning komt het gasverbruik een stuk minder goed overeen dan in Figuur 5.1. Bij een 2/1 kapwoning en een vrijstaande woning komt het iets beter overeen. Het berekende elektriciteitsverbruik komt over de hele linie minder goed overeen met het werkelijke gebruik in vergelijking met Figuur 5.1. De aanvullende informatie heeft daarmee niet het gewenste effect gehad.



Figuur 5.2 Gas-(m³) en elektriciteitsverbruik (kWh)per woning vóór het nemen van maatregelen bij verschillende woningtypes (subpopulatie 'Enquête').

5.1 Verandering in gasverbruik

5.1.1 *Situatie waarbij één maatregel is genomen*

Om de besparing in het energiegebruik te bepalen heeft Innax aannames moeten doen over de mate waarin maatregelen worden genomen (zie 2.4). Figuur 5.3 geeft per maatregel aan wat de theoretische en werkelijke verandering (absoluut) in het gasverbruik is. In de figuur zijn 3 balken te zien: de werkelijke verandering in het gasverbruik (werkelijk), de theoretische verandering in het gasverbruik (theoretisch), en het percentage theoretische besparing toegepast op het werkelijke energiegebruik vóór maatregelen (combinatie). Deze laatste uitkomst is toegevoegd om de berekening van de Energiebesparingsverkenner beter te benaderen.

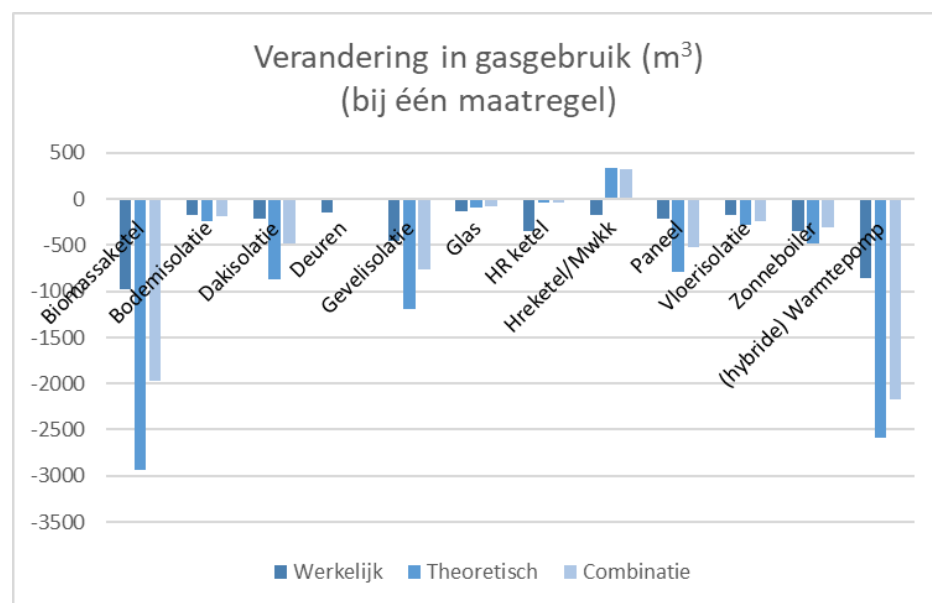
De theoretische besparing voor een biomassaketel en (hybride) warmtepomp is vele malen groter dan de werkelijke besparing¹⁸. De theoretische besparing gaat ervan uit dat het volledige gasverbruik wordt overgenomen door een andere energiebron, biomassa bij de bioketel en elektriciteit bij de warmtepomp. Uit de enquête blijkt dat niet iedereen een *all electric* warmtepomp neemt, ruim 40% van de huishoudens die een warmtepomp aanschaft kiest voor een hybride warmtepomp.

Ook voor de meeste andere maatregelen geven de berekende waarden een hogere besparing dan de werkelijke verandering in het gasverbruik. Alleen voor glasisolatie, isolerende deuren en een HR ketel geeft de berekening minder besparing dan de werkelijke waarde. Voor een HR ketel kan de simpele verklaring zijn dat de berekening er al van uit gaat dat de woning een HR ketel heeft, waardoor de besparing in het theoretisch gasverbruik minimaal is. Bij dakisolatie kan het zijn dat de theoretische besparing worden overschat doordat de rekenmethode ervan uit gaat dat de ruimte onder het dak op 17 graden Celsius wordt verwarmd, wat niet altijd het geval hoeft te zijn.

¹⁸ Voor beide maatregelen is in de berekening uit gegaan van een dekking van 100% van de warmtevraag. In het geval van warmtepompen is er echter ook sprake van de toepassing van hybride warmtepompen. Wat betreft biomassaketels kan het zijn dat een houtkachel wordt gebruikt voor de woonkamer en een CV ketel voor de overige ruimtes.

Voor de meeste maatregelen blijven de verschillen bestaan bij de gecombineerde uitkomst, ook al is de besparing kleiner dan theoretisch. Alleen voor bodemisolatie, vloerisolatie en een zonneboiler komt de combinatie-uitkomst dichtbij de werkelijke besparing. Voor de HRe-ketel/micro-wkk geeft de theoretische waarde een toename in het gasverbruik, waar de werkelijke waarde een afname laat zien. Zoals aangegeven in hoofdstuk 4, is hier mogelijk bij de aanvraag een andere maatregel bedoeld. Als de werkelijke besparing twee jaar na maatregelen wordt vergeleken met de theoretische besparing het beeld niet.

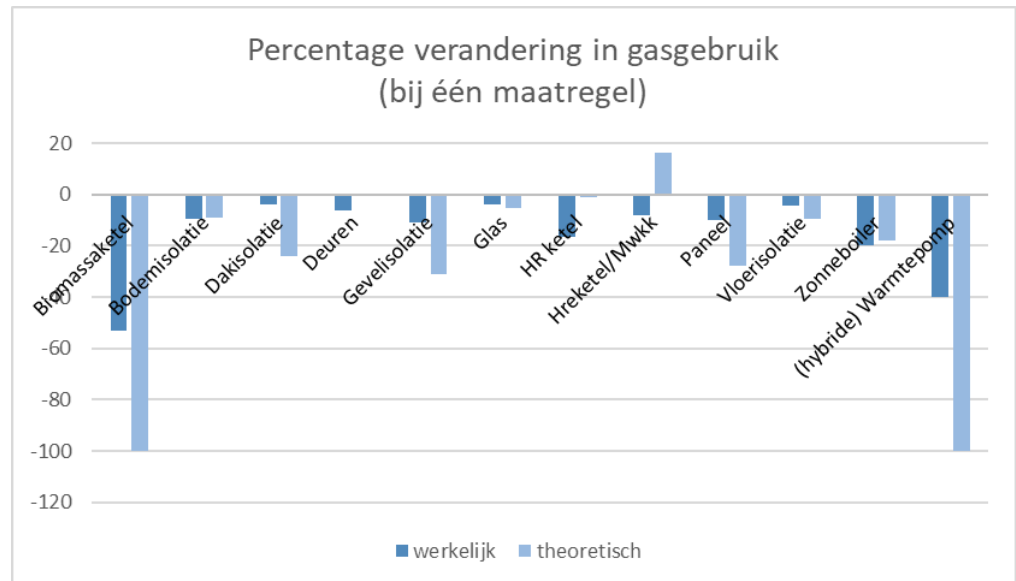
Figuur 5.4 geeft de verandering in het gasverbruik in percentage ten opzichte van het energiegebruik vóór maatregelen¹⁹. Bodemisolatie, glasisolatie en een zonneboiler geven een vergelijkbaar percentage besparing. Bij de meeste andere maatregelen ligt het percentage theoretische besparing hoger dan het werkelijke percentage, behalve bij isolerende deuren en een HR ketel, waar het lager ligt.



Figuur 5.3 Verandering in absolute gasverbruik per maatregel (m³) (bij één maatregel).

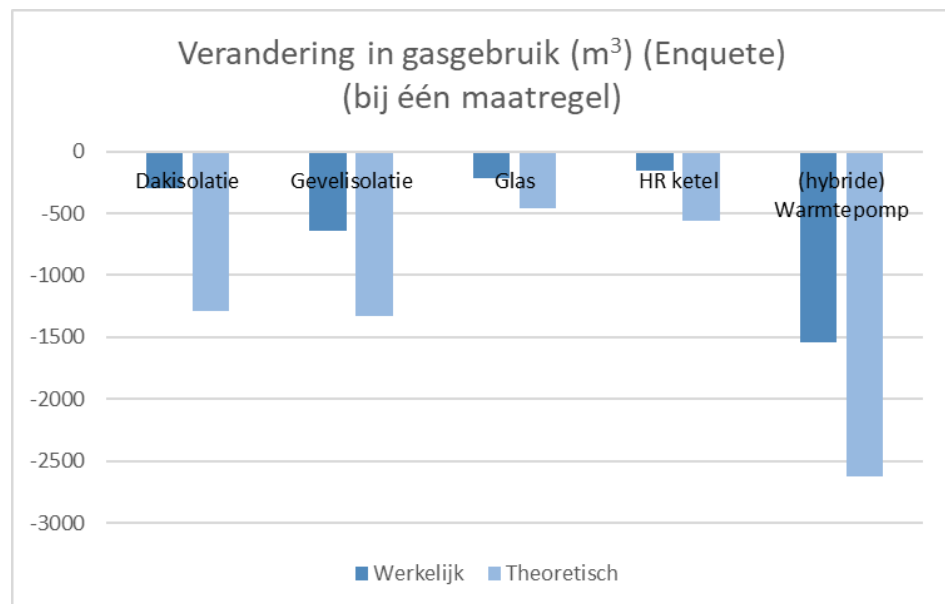
Na uitvoering van de enquête kon voor de berekening ook gebruik worden gemaakt van informatie over de mate waarin maatregelen zijn genomen, zie ook bijlage E. Hierbij is niet alleen gekeken naar de maatregelen die gefinancierd zijn bij het NEF, maar ook andere maatregelen waarvan huishoudens hebben aangegeven deze in dezelfde periode te hebben genomen.

¹⁹ Voor de berekening van dit percentage zijn een aantal outliers verwijderd die met name een effect had op het gemiddelde percentage besparing van glasisolatie en de HR-ketel. Deze huishoudens bleken vóór maatregelen (bijna) geen energiegebruik te hebben wat een grote invloed heeft op het gemiddelde percentage.



Figuur 5.4 Verandering in gasverbruik per maatregel (%) (bij één maatregel)

De theoretische en werkelijke verandering in het energiegebruik voor de huishoudens die de enquête hebben ingevuld is te zien in Figuur 5.4²⁰. Hier is te zien dat de werkelijke besparing voor deze subpopulatie groter is dan de deelpopulatie (Figuur 5.5). Ook de theoretische besparing is bij dakisolatie, isolatieglas en de HR ketel toegenomen. Alleen bij de (hybride) warmtepomp zijn de werkelijke en theoretische besparing dan ook een stuk dichter bij elkaar gekomen.



Figuur 5.5 Verandering in gasverbruik per maatregel (m³) (bij één maatregel en subpopulatie 'Enquête')

²⁰ Behalve isolatieglas zijn deze gemiddeldes gebaseerd op slechts 5-12 cases

5.1.2 *Regressie analyse*

Met een regressie analyse is gepoogd inzicht te krijgen in welke factoren een rol spelen in het verschil tussen werkelijke en theoretische verandering in het energiegebruik. In deze analyse zijn dezelfde variabelen aangehouden als in hoofdstuk 4 (Tabel 4.1).

Ook de regressie analyse geeft in de uitgangssituatie aan dat de theoretische gasbesparing wordt overschat ten opzichte van de werkelijke besparing (bij een gemiddeld gasverbruik vóór maatregelen). De maatregelen en factoren samen verklaren 56% van het verschil tussen de werkelijke en theoretische verandering in het gasverbruik na maatregelen (Tabel 5.1). Twee jaar na maatregelen neemt de verklaarde variantie iets af naar 52%.

Zoals te zien is in Tabel 5.2 leiden de meeste maatregelen tot een onderschatting van het gasverbruik door de theoretische berekening, alleen HRe-ketel/micro-wkk en een zonneboiler leiden tot een te overschatting van het energie gebruik (Bijlage D-7). Verder leiden verschillende factoren tot een overschatting en andere tot een onderschatting. Het uiteindelijke verschil tussen theoretisch en werkelijk is afhankelijk van de verhouding tussen deze factoren in de specifieke casus.

Voor de enquête resultaten ligt de verklaarde variantie een stuk lager op 29% één jaar na maatregelen en 27% twee jaar na maatregelen.

Tabel 5.1 Overzicht van de verklaarde variantie van verschillende analyses op het verschil in de werkelijke en theoretische verandering in het gasverbruik (T1: één jaar na maatregelen; T2: twee jaar na maatregelen)

	Deelpopulatie		Enquete	
	T1	T2	T1	T2
Vershil in gasbesparing	56%	52%	29%	27%

Tabel 5.2 Effect van maatregelen en factoren op het absolute verschil tussen de werkelijke en theoretische verandering in het gasverbruik één jaar na maatregelen voor de deelpopulatie bij een gemiddeld gasverbruik vóór maatregelen (significant = zwart, niet significant = grijs). Factoren onder 'onderschatting' leiden ertoe dat de theoretische berekening de werkelijke besparing onderschat, bij overschatting geldt het omgekeerde.

Factoren	Underschatting	Overschatting
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> • Biomassaketel • Bodemisolatie • Dakisolatie • Gevelisolatie • HR glas • Isolerende panelen • Vloerisolatie • Vraaggestuurde ventilatie • (hybride) Warmtepomp • Warmteterugwinning 	<ul style="list-style-type: none"> • HRe-ketel/micro-wkk • Zonneboiler • Energiezuinige deuren • HR ketel
Woningtype t.o.v. tussenwoning	<ul style="list-style-type: none"> • Hoekwoning • 2-onder-1 kapwoning • Vrijstaand 	<ul style="list-style-type: none"> • Appartement
Bouwjaarklasse t.o.v. 1945 - 1975	<ul style="list-style-type: none"> • < 1945 	<ul style="list-style-type: none"> • 1975 – 1995 • > 1995
Oppervlak	Hoe groter de woning is, hoe groter de overschatting	
Verandering in oppervlak	Hoe groter de uitbreiding, hoe groter de onderschatting	
Gasverbruik vóór maatregelen	Hoe hoger het gasverbruik, hoe groter de overschatting	
Type huishouden t.o.v. paar met kinderen	<ul style="list-style-type: none"> • Eenouderhuishouden 	<ul style="list-style-type: none"> • Een persoonshuishouden • Paar zonder kinderen • Eenouderhuishouden
Verandering in aantal personen	Hoe meer personen erbij komen, hoe groter de onderschatting	

5.2 Verandering in elektriciteitsverbruik

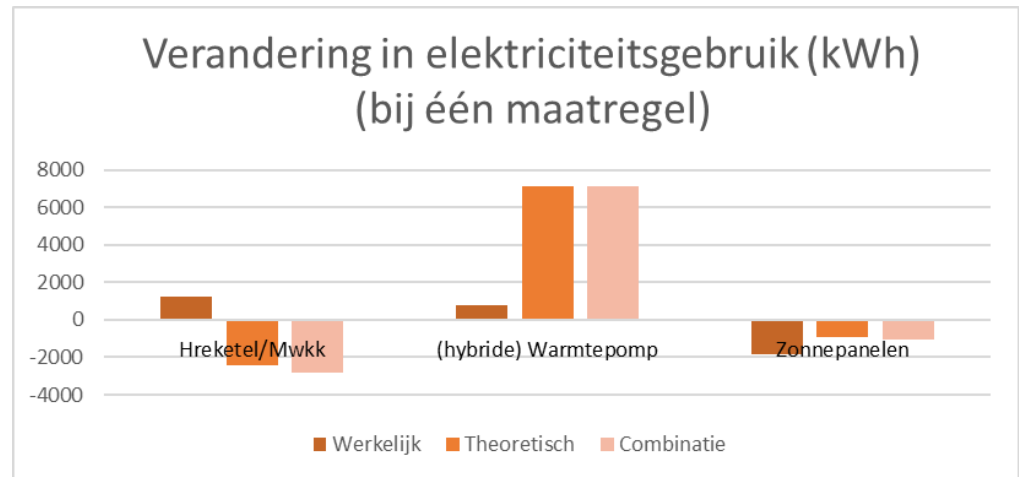
5.2.1 Situatie waarbij één maatregel is genomen

Om de besparing in het energiegebruik te bepalen heeft Innax aannames moeten doen over de mate waarin maatregelen worden genomen (zie 2.4). Figuur 5.6 geeft per maatregel aan wat de theoretische en werkelijke verandering (absoluut) in het elektriciteitsverbruik is. In de figuur zijn 3 balken te zien: de werkelijke verandering in het gasverbruik (werkelijk), de theoretische verandering in het gasverbruik (theoretisch), en het percentage theoretische besparing toegepast op het werkelijke energiegebruik vóór maatregelen (combinatie). Deze laatste uitkomst is toegevoegd om de berekening van de Energiebesparingsverkenner beter te benaderen.

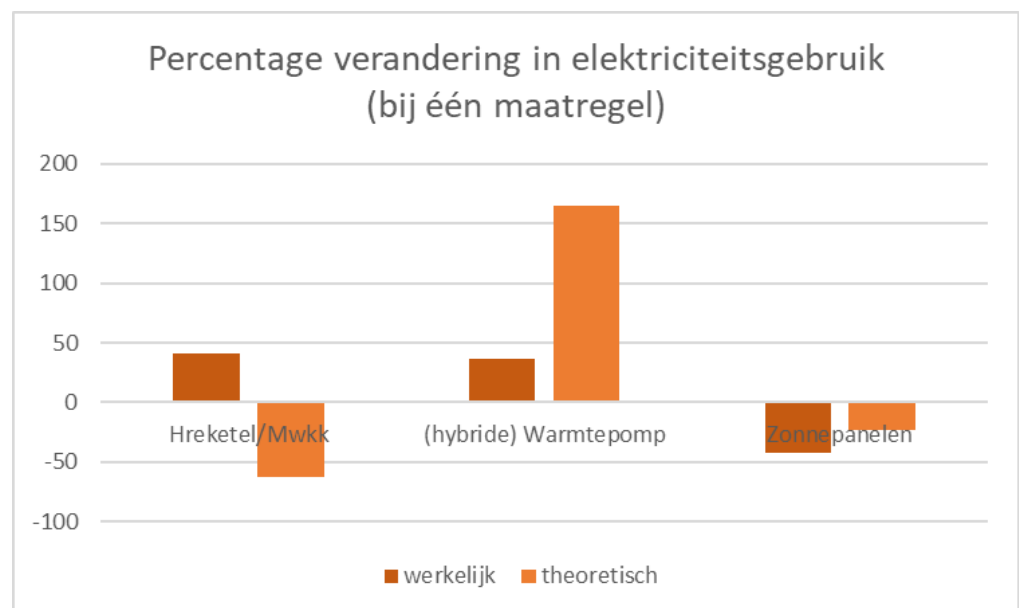
De theoretische berekening van de warmtepomp geeft een forse toename in het elektriciteitsverbruik, zo'n 10x hoger dan de werkelijke waarde. De theoretische besparing gaat dan ook uit van een *all electric* warmtepomp, waar uit de enquête blijkt dat ruim 40% een hybride warmtepomp neemt. Ook kan het zijn dat de berekening door de aangenomen defaultwaarden ervan uit gaat dat de woning met een warmtepomp een lage isolatiewaarde heeft, wat een tot een hoog elektriciteitsverbruik leidt. Zonnepanelen geven in de berekening minder besparing dan de werkelijke waarde. De combinatie uitkomst wijkt niet veel af van de theoretische uitkomst. De theoretische waarde voor een HRe-ketel/micro-wkk geeft een grote besparing, waar de werkelijke waarde een toename in het energiegebruik aangeeft. Zoals aangegeven in hoofdstuk 4, is hier mogelijk bij de aanvraag een

andere maatregel bedoeld. Als de werkelijke besparing twee jaar na maatregelen wordt vergeleken met de theoretische besparing verandert het beeld niet.

Figuur 5.7 geeft de verandering in het elektriciteitsverbruik in percentage ten opzichte van het energiegebruik vóór maatregelen²¹. Ook hier is hetzelfde beeld te zien als in Figuur 5.6.



Figuur 5.6 Absolute Verandering in elektriciteitsverbruik per maatregel (kWh) voor de Deelpopulatie (bij één maatregel)

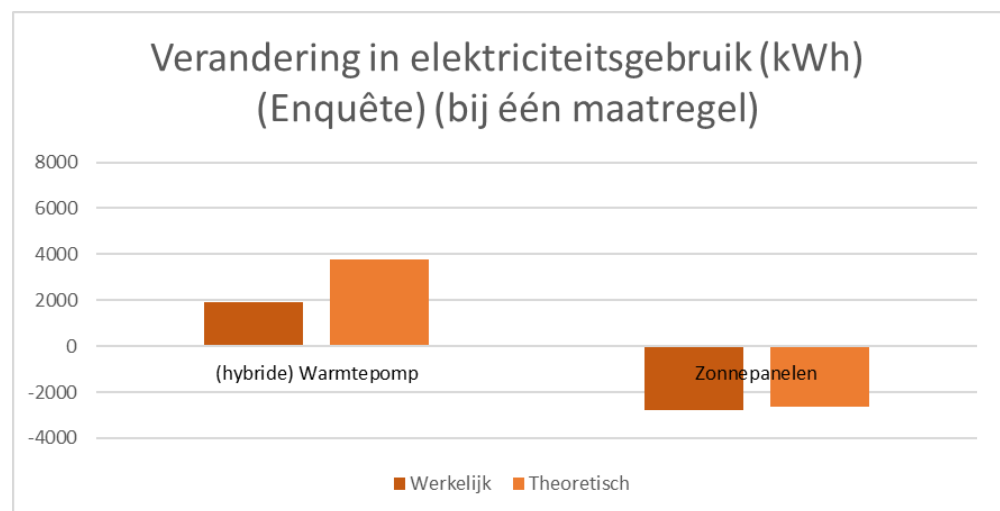


Figuur 5.7 Verandering in elektriciteitsverbruik per maatregel (%) (bij één maatregel)

²¹ Voor de berekening van dit percentage zijn een aantal outliers verwijderd. Deze huishoudens bleken vóór maatregelen (bijna) geen energiegebruik te hebben wat een grote invloed heeft op het gemiddelde percentage.

Na uitvoering van de enquête kon voor de berekening ook gebruik worden gemaakt van aanvullende informatie, zoals het aantal zonnepanelen dat is geplaatst (zie ook bijlage E). Hierbij is niet alleen gekeken naar de maatregelen die gefinancierd zijn bij het NEF, maar ook andere maatregelen waarvan huishoudens hebben aangegeven deze in dezelfde periode te hebben genomen.

De theoretische en werkelijke verandering in het energiegebruik voor de huishoudens die de enquête hebben ingevuld is te zien in Figuur 5.8²². Ten opzichte van de deelpopulatie (Figuur 5.6) is in deze subpopulatie de werkelijke verandering in het elektriciteitsverbruik van warmtepompen toegenomen en de theoretische verandering gehalveerd ten opzichte van de deelpopulatie, waardoor de werkelijke en theoretische verandering in elektriciteitsverbruik wat dichterbij elkaar zijn gekomen. Verder is de werkelijk besparing door zonnepanelen in deze subpopulatie groter, maar ook de theoretische besparing is flink toegenomen waardoor de werkelijke en theoretische elektriciteitsbesparing door zonnepanelen aardig overeen komt.



Figuur 5.8 Absolute verandering in elektriciteitsverbruik per maatregel (kWh) (bij één maatregel en subpopulatie 'Enquête')

5.2.2 Regressie analyse

Voor de regressie analyse zijn dezelfde variabelen aangehouden als in hoofdstuk 4 (Tabel 4.6). De uitgangssituatie geeft aan dat de theoretische verandering in het energiegebruik een overschatting is ten opzichte van de werkelijke verandering (bij een gemiddeld elektriciteitsverbruik vóór maatregelen). De maatregelen en covariaten samen verklaren 61% van het verschil tussen de werkelijke en theoretische verandering in het gasverbruik voor en na maatregelen (Tabel 5.3). Twee jaar na maatregelen neemt de verklaarde variantie ook hier iets af naar 58%.

²² De gemiddelden zijn gebaseerd op slechts 5-12 cases.

In Tabel 5.4 is te zien dat de HRe-ketel/micro-wkk leidt tot een onderschatting van de theoretische berekening ten opzichte van de werkelijke verandering, de (hybride) warmtepomp een overschatting (Bijlage D-8). Verder leiden sommige factoren tot een overschatting en andere tot een onderschatting. Het uiteindelijke verschil tussen theoretisch en werkelijk is afhankelijk van de verhouding tussen deze factoren in de specifieke casus.

Voor de enquête resultaten ligt de verklaarde variantie een stuk lager op 37% één jaar na maatregelen en 31% twee jaar na maatregelen.

Tabel 5.3 Overzicht van de verklaarde variantie van verschillende analyses op het verschil in de werkelijke en theoretische verandering in het elektriciteitsverbruik (T1: één jaar na maatregelen; T2: twee jaar na maatregelen)

	Deelpopulatie		Enquete	
	T1	T2	T1	T2
Vershil in elektriciteitsbesparing	61%	58%	37%	31%

Tabel 5.4 Effect van maatregelen en factoren op het absolute verschil tussen de werkelijke en theoretische verandering in het elektriciteitsverbruik één jaar na maatregelen voor de Deelpopulatie bij een gemiddeld gasverbruik (significant = zwart, niet significant = grijs). Factoren onder 'onderschatting' leiden ertoe dat de theoretische berekening de werkelijke verandering onderschat, bij overschatting geldt het omgekeerde.

Factoren	Underschatting	Overschatting
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> • HRe-ketel/micro-wkk • Zonnepanelen 	<ul style="list-style-type: none"> • (hybride) Warmtepomp • Installatie voor warmteterugwinning • Vraaggestuurde ventilatie
Bouwjaarklasse t.o.v. 1945-1975	<ul style="list-style-type: none"> • >1995 • 1975-1995 	<ul style="list-style-type: none"> • <1945
Woningoppervlak	Hoe groter de woning is, hoe groter de overschatting	
Verandering in oppervlak	Hoe groter de uitbreiding, hoe groter de onderschatting	
Electriciteitsverbruik vóór maatregelen	Hoe hoger het elektriciteitsverbruik, hoe groter de overschatting	
Leeftijd t.o.v. 35-50 jaar		<ul style="list-style-type: none"> • > 65 jaar • 50 - 65 jaar • <35 jaar

6 Conclusies en aanbevelingen

De via *het NEF* gefinancierde besparingsmaatregelen leiden gemiddeld tot 231 m³ aardgas- en/of 984 kWh elektriciteitsbesparing. Echter de spreiding tussen huishoudens is groot. Bij sommige huishoudens is de besparing veel groter, bij andere veel kleiner of zelfs negatief (ontsparring). De werkelijke verandering in het energiegebruik van een huishouden bij het nemen van energiebesparende maatregelen kan dan ook sterk afwijken van dit gemiddelde. Om beter inzicht te krijgen in de factoren die zorgen voor de grote spreiding zijn diverse statistische lineaire regressie analyses uitgevoerd. Met de factoren in het model is 50% van de variatie te verklaren.

De conclusie is dat de uitkomsten van de regressie analyses bruikbaar zijn om het besparingseffect van maatregelen te voorspellen mits bepaalde kenmerken van de specifieke situatie bekend zijn. Deze kenmerken betreffen de factoren in de analyse die als significant worden aangeduid: woningtype, bouwjaarklasse, gebruiksoppervlakte, leeftijd bewoner, energieverbruik voor maatregelen voor gas- én elektriciteitsverbruik, en voor gasverbruik verder ook huishoudtype en verandering in het aantal personen. Met aanvullende informatie die via een enquête is verzameld komen daar nog een aantal factoren bij, zoals het energiegedrag voor maatregelen, veranderingen in energiegedrag, de energetische kwaliteit van de woning voor maatregelen en verbouwing van de woning en de aanschaf van nieuwe apparaten.

Ook het verschil tussen de werkelijke en theoretisch berekende verandering in het energiegebruik kan met een verklaarde variantie van 60% vrij goed verklaard worden door de regressie analyse. De theoretische berekening zou dan ook gecorrigeerd kunnen worden met de uitkomsten (over- en onderschattingen) uit de regressie analyse wanneer, ook hier, bepaalde kenmerken van de specifieke situatie bekend zijn. Die kenmerken zijn voor gas – én elektriciteit: bouwjaarklasse, gebruiksoppervlakte, verandering gebruiksoppervlakte door verbouwing, energieverbruik voor maatregelen. Voor het gasgebruik is verder nog van belang het woningtype, huishoudtype en de verandering aantal personen. Voor het elektriciteitsgebruik is de leeftijd van de hoofdbewoner van belang. Daarbij moet worden opgemerkt dat een aantal van deze factoren in tools zoals de Energiebesparingsverkenner al kunnen worden ingevoerd.

Er zijn echter nog onzekerheden rond de gebruikte data, waardoor de kwaliteit van de input data onduidelijk is en daarmee ook de output. Deze onzekerheden betreffen bijvoorbeeld de energieverbruiksgegevens, het jaar waarin de maatregelen genomen zijn en de representativiteit van de populatie met een energiebespaarlening. Voordat de hier genoemde resultaten kunnen worden toegepast zouden de onzekerheden dan ook verder moeten worden onderzocht en verkleind. Verder zijn er nog mogelijkheden om de verklaarde variantie te verhogen en het ontwerp van het onderzoek te verbeteren.

In dit hoofdstuk worden deze conclusies en aanbevelingen verder toegelicht.

6.1 Scope van het onderzoek

Het doel waar het project mee is gestart is het analyseren in hoeverre de leningen van particuliere woningeigenaren bij het Nationaal Energiebespaarfonds (NEF) woonlastenneutraal gefinancierd zijn en van welke factoren dit afhankelijk is. Door onzekerheden in de data is de focus van het onderzoek verschoven naar een beter begrip van de gegevens en van veranderingen in het energiegebruik. De onzekerheden betreffen onder andere onduidelijkheden over de energiegebruiksgegevens en het standaardjaarverbruik, de hoeveelheid maatregelen die genomen zijn en de aannames rond het moment van uitvoering (zie ook 4). Voordat de hier genoemde resultaten kunnen worden toegepast, zouden de onzekerheden verder moeten worden onderzocht en verkleind. Deze studie is daarmee een verkenning naar de mogelijkheden om het effect van energiebesparende maatregelen te bepalen en benoemt mogelijke verbeterpunten voor eventueel vervolgonderzoek.

Het onderzoek heeft twee hoofdvragen geanalyseerd:

1. Wat is de verandering in het energiegebruik en wat zijn factoren die hier een rol in spelen?
2. Wat is het verschil in de werkelijke en theoretische verandering in het energiegebruik en welke factoren spelen hier een rol in?

Verder is een enquête uitgevoerd onder de leningnemers om aanvullende informatie te verzamelen. Paragraaf 6.2 bespreekt de conclusies over de verandering in het energiegebruik bij particulieren die een energiebespaarlening hebben afgesloten. Paragraaf 6.3 beschrijft de conclusies over het verschil tussen de werkelijk en de theoretische verandering in het energiegebruik. De onzekerheid in de data en mogelijkheden voor eventueel vervolgonderzoek worden benoemd in paragraaf 6.4.

6.2 Conclusie: Verandering in energiegebruik

Over alle leningen bekeken is het gasverbruik gemiddeld genomen gedaald met 231 m³ bij huishoudens die maatregelen hebben genomen die het gasverbruik beïnvloeden en het elektriciteitsverbruik is gemiddeld genomen met 984 kWh afgenomen (inclusief warmtepompen) bij huishoudens die maatregelen hebben genomen die het elektriciteitsverbruik beïnvloeden. Ook wanneer we kijken naar huishoudens die één maatregel hebben genomen geeft de specifieke maatregel gemiddeld genomen een besparing aan in het energiegebruik, behalve een warmtepomp die wel een besparing aangeeft in het gasverbruik, maar een toename laat zien in het elektriciteitsverbruik. Er is echter een grote spreiding in de besparing tussen huishoudens waardoor de werkelijke verandering in het energiegebruik van een huishouden sterk kan afwijken van dit gemiddelde. In 30% van de huishoudens zien we bijvoorbeeld een stijging van het gasverbruik na het nemen van maatregelen. Met diverse lineaire regressie modellen is geprobeerd beter inzicht te krijgen in de factoren die bepalen waarom in het ene huishouden wel een energiebesparing wordt gerealiseerd en het andere niet.

De verklaarde variantie van het regressie model waar alleen de maatregelen zijn meegenomen in het model komt maar tot 11% (gas) en 14% (elektriciteit). Dit betekent dat er andere factoren zijn die een rol spelen bij de mate van verandering in het energiegebruik dan alleen het nemen van energiebesparende maatregelen.

Significante factoren die naar voren komen in de regressie analyse zijn woningtype, bouwjaarklasse, gebruiksoppervlakte, leeftijd bewoner, energiegebruik voor maatregelen voor gas- én elektriciteitsverbruik, en voor gasverbruik verder ook huishoudtype en verandering in het aantal personen. Wanneer we kijken naar de huishoudens die de enquête hebben ingevuld dan komen daar nog een aantal factoren bij doordat we via de enquête aanvullende informatie hebben verzameld. Dit zijn voor de mate van verandering in het gasverbruik het energiegedrag voor maatregelen, veranderingen in energiegedrag, de energetische kwaliteit van de woning voor maatregelen en verbouwing van de woning. Bij de mate van verandering in elektriciteitsverbruik is dat de aanschaf van nieuwe apparaten. Door deze factoren op te nemen in het regressie model kan één jaar na maatregelen een verklaarde variantie tegen 40% worden gehaald. Als gekeken wordt naar twee jaar na uitvoering van de maatregelen en, óf de interactie-effecten worden meegenomen, óf de aanvullende informatie uit de enquête, dan komt de verklaarde variantie bijna tot 50%.

Een verklaarde variantie van 50% betekent dat we 50% van de variatie tussen huishoudens in de verandering van het energiegebruik kunnen verklaren met de maatregelen en factoren die in het model zitten en dat we 50% nog niet weten. Een verklaarde variantie van 100% is niet realistisch als een uitkomst van een regressie analyse. Statistische modellen kunnen namelijk lang niet zoveel verklaren als we zouden willen, omdat er veel factoren zijn die we niet kunnen meten of niet weten, bijvoorbeeld dat iemand werkeloos is geworden en nu ineens veel thuis is met de verwarming aan. Voor een perfecte voorspelling zouden we alle mogelijke factoren moeten meten die bijdragen aan het effect dat bestudeerd wordt.

Verschillende disciplines houden andere percentages aan als minimum waarde om uitspraken te doen. Sociale wetenschappen nemen bijvoorbeeld een verklaarde variantie aan van 20-30% als ondergrens om uitspraken te kunnen doen, exacte wetenschappen zo'n 70%. Met 50% krijgen we dan ook een idee van wat belangrijk is en kunnen we uitspraken doen over de besparingseffecten in specifieke omstandigheden daar waar het model aangeeft dat ze significant zijn.

Wanneer de significante aanvullende factoren uit de enquête in een interactiemodel voor een grotere populatie zouden kunnen worden toegepast dan zou de verklaarde variantie verder toe kunnen nemen. Het verzamelen van informatie over deze significante factoren voor een grotere populatie zou de analyse dan ook kunnen verbeteren. In hoeverre de verklaarde variantie zou kunnen toenemen met deze factoren kon niet worden onderzocht in deze studie, omdat het aantal huishoudens dat de enquête heeft ingevuld te klein is om er een interactiemodel op toe te passen.

Uit de resultaten van de regressie analyse komt dat, gemiddeld genomen, een biomassaketel, gevelisolatie, isolerende panelen, warmteterugwinning, een (hybride) warmtepomp, zonneboiler, dakisolatie en isolatieglas een significante besparing op het gasverbruik hebben in een tussenwoning uit 1945-1975 met een gemiddelde gebruiksoppervlakte, bij een gemiddeld gasverbruik vóór maatregelen, waar een paar met kinderen woont en de hoofdbewoner tussen de 35 en 50 jaar is en waar geen verandering in het oppervlak en aantal personen heeft plaatsgevonden tussen het jaar voor en na maatregelen. Die specifieke situatie noemen we in het regressiemodel de uitgangssituatie. Het specifieke besparingseffect van deze maatregelen en voor andere situaties dan de uitgangssituatie kan worden berekend door bepaalde effecten bij elkaar op te tellen

(zie bijlage D-1) naar het voorbeeld van glasisolatie, gevelisolatie en isolerende deuren (4.1.3). Dit is echter niet gebeurd, omdat er nog onzekerheden zijn in de input data (zie ook 6.4).

Verder leiden zonnepanelen tot een significante besparing op het elektriciteitsverbruik en laat een (hybride) warmtepomp een significante toename in het elektriciteitsverbruik zien in dezelfde specifieke situatie (uitgangssituatie) zoals hierboven geschetst. Ook hier kan het besparingseffect van deze maatregelen worden berekend door effecten bij elkaar op te tellen (zie bijlage D-5) naar het voorbeeld van 4.1.3, maar is dat in deze studie niet gedaan vanwege de eerder genoemde onzekerheden in de input data.

Behalve de verbeterde verklaarde variantie twee jaar na maatregelen, laten de resultaten voor het gasverbruik twee jaar na maatregelen ook een groter besparingseffect zien, zowel bij de situatie waarbij maar één maatregel is genomen als bij de regressie analyse. Het is niet bekend waar dit door komt, maar een verklaring zou kunnen zijn dat het energiegebruik geschat is op basis van de het gebruik van de afgelopen drie jaar of dat de aanname van het jaar waarin maatregelen genomen zijn niet klopt. Eén jaar na maatregelen heeft het effect dan maar een deel van het jaar opgetreden en pas in het tweede jaar na maatregelen is het effect over het volledige jaar opgetreden.

Omdat de energiegegevens bij een slimme meter in ieder geval niet zijn bijgeschat was de hypothese dat de verklaarde variantie hoger zou zijn en het besparingseffect mogelijk ook groter. Uit het onderzoek blijkt het bezit van een slimme meter echter geen invloed te hebben op verklaarde variantie van het gasverbruik en een kleine invloed bij het elektriciteitsverbruik. De elektriciteitsbesparing is bij huishoudens met een slimme meter vergelijkbaar met alle huishoudens die de enquête hebben ingevuld, de gasbesparing wat kleiner. Het is niet bekend waarom de uitkomsten niet overeenkomen met de hypothese.

6.3 Conclusie: Verschil tussen werkelijke en theoretische veranderingen in het energiegebruik

Voorafgaand aan de conclusies moet worden opgemerkt dat de theoretische berekening op heel beperkte informatie van de woning gebaseerd is. De rekenmethode is dezelfde als voor de Energiebesparingsverkenner (EBVW) met het verschil dat in de EBVW woningkenmerken kunnen worden ingevoerd zodat de berekening specifiek wordt voor de woning.

Uit de analyse in deze studie waar de cases worden bekeken die één maatregel hebben genomen is te zien dat het verschil tussen de theoretisch berekende verandering en de werkelijke verandering in het energiegebruik één jaar na maatregelen groot is (figuur 5.3 en 5.5). Het verschil in het theoretische en werkelijke gasverbruik van woningen voordat er maatregelen zijn genomen is ook al groot. Voor het gasverbruik betekent het voor bijna alle maatregelen dat de theoretische besparing groter is dan de werkelijke besparing. Bij het elektriciteitsverbruik verschilt de richting afhankelijk van de maatregelen. Wanneer aanvullende informatie uit de enquête kan worden meegenomen wordt het verschil groter. Als de werkelijke verandering in energiegebruik 2 jaar na maatregelen wordt vergeleken met de theoretische verandering verandert het beeld niet.

De verandering in het energiegebruik wordt dus overschat door de theoretische berekening ten opzicht van de werkelijke verandering. Dit verschil kan met een verklaarde variantie van rond de 60% redelijk verklaard worden door de factoren in het regressiemodel waarbij verschillende factoren tot een overschatting en andere tot een onderschatting leiden. Het uiteindelijke verschil tussen theoretisch en werkelijk is afhankelijk van de verhouding tussen deze factoren in de specifieke casus. Het onderzoek geeft verder geen oorzaak van de onder- of overschattingen.

De algemene conclusie is dat een regressiemodel zoals in dit onderzoek is gemaakt kan helpen bij het beter inschatten van de werkelijke besparing van energiebesparende maatregelen. De theoretische berekening van de verandering in energiegebruik zou kunnen worden gecorrigeerd met de uitkomsten (over- en onderschattingen) uit de regressie analyse. Hiervoor is informatie nodig over de significante factoren die een rol spelen in het verschil tussen de werkelijke en theoretische verandering in het energiegebruik, zoals vermeld in de modelresultaten in Tabel 6.1. Deze correctiefactoren zijn nog niet toegepast op, bijvoorbeeld, de EBVW, onder andere omdat er nog onzekerheden zijn rond de input data (6.4). Daarbij moet worden opgemerkt dat een aantal van deze factoren al in de EBVW kunnen worden ingevoerd, maar niet in de theoretische berekening van deze studie konden worden meegenomen.

Tabel 6.1 Significante factoren in de modelresultaten

Verandering in gasverbruik	Verandering in elektriciteitsverbruik
Bouwjaarklasse	Bouwjaarklasse
Oppervlakte	Oppervlakte
Verandering in oppervlak	Verandering in oppervlak
Energiegebruik vóór maatregelen	Energiegebruik vóór maatregelen
Woningtype	Leeftijd
Type huishouden	
Verandering in aantal personen	

6.4 Onzekerheden en aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Tijdens het onderzoek zijn onzekerheden in de data geconstateerd. Het gaat dan om de volgende zaken;

- Betrouwbaarheid van de energiegebruiksgegevens: doordat we bij een deel van de leningnemers een toename zien van het energiegebruik in plaats van een afname zijn er twijfels bij de data over het energiegebruik. De verandering van energiegebruik wordt nu berekend door CBS data over het standaardjaarverbruik voor en na het nemen van maatregelen met elkaar te vergelijken. Dit verbruik hoeft niet op basis van slimme meter data te zijn en de verbruiken zijn mogelijk door de energieleveranciers bijgeschat. Ook is het standaardjaarverbruik gecorrigeerd voor warme/koude winters wat het beeld kan verstoren;
- het jaar waarin de maatregel wordt genomen; .SVn registreert niet wanneer de maatregel wordt gerealiseerd, maar weet alleen de datum van opening van het bouwdepot.
- De representativiteit van de populatie (NEF):. de populatie is mogelijk niet groot genoeg of huishoudens die een lening aanvragen zijn al heel milieubewust.

Een eerste aanbeveling is dan ook om deze onzekerheden zoveel mogelijk te verkleinen. Verder willen we proberen de verklaarde variantie van de analyse van de verandering in het energiegebruik te verhogen door:

- Via SVn aanvullende informatie te verzamelen over de maatregelen, woning, het huishouden en de lening;
- eventueel nog nieuwe factoren toe te voegen.

Tot slot zouden we in een vervolgonderzoek ook in ieder geval de volgende punten willen verbeteren in het ontwerp van het onderzoek:

1. een controlegroep toevoegen aan de regressie analyse die geen energiebesparende maatregelen heeft getroffen.
2. Rekenen met de nieuwe labelmethodiek conform de NTA8800
3. Het relatieve belang van factoren onderzoeken. .
4. Huishoudens met een laag energiegebruik vóór het nemen maatregelen verder onderzoeken. Op dit moment zijn huishoudens die geen energiegebruik hebben voor het nemen van maatregelen buiten de populatie gehouden, maar er zijn ook huishoudens met een laag energiegebruik. Mogelijk heeft de woning een tijdje leeg gestaan voor de verkoop of een grote verbouwing en is het energiegebruik een jaar vóór het nemen van maatregelen niet representatief.

De volgende activiteiten zouden ondernomen kunnen worden om vervolg te geven aan bovenstaande aanbevelingen:

1. Verbeterde energiegebruiksgegevens

In gesprek treden met ACM²³ en netbeheerders²⁴ om meer duidelijkheid te krijgen hoe de huidige energiegebruiksgegevens en het SJV worden bepaald, welke mogelijkheden er zijn om betere energiegebruiksgegevens te kunnen delen en wat daarvoor nodig is.

Daarop vooruitlopend zien wij onderstaande opties als een manier om meer zekerheid te hebben dat de beschikbare energiegebruiksgegevens overeenkomen met het jaarverbruik van een huishouden:

- Optie 1: Netbeheerders leveren slimme meter data aan CBS
- Optie 2: De netbeheerders geven aan CBS door welke huishoudens een slimme meter hebben, zodat we weten dat voor die huishoudens een werkelijk verbruik geldt.
- Opties 3: We ontvangen direct slimme meter data van netbeheerders wanneer zij hier toestemming van klanten voor hebben.

2. Aanvullende informatie

In dit onderzoek was beperkte informatie beschikbaar over de genomen energiebesparende maatregelen, de woning, het huishouden en de lening. Om meer en betere data te verzamelen zien wij twee opties:

²³ <https://www.acm.nl/nl/publicaties/codewijzigingsvoorstel-tot-invoering-van-standaardjaarinvoeding-en-afname>.

²⁴ Of: Vereniging Nederlandse EnergieData Uitwisseling (NEDU) en Vereniging Netbeheer Nederland

Optie 1: SVn verzamelt aanvullende informatie bij de leningaanvraag, zoals:

- Details over maatregelen (zoals het aantal PV panelen (ten opzichte van het totaal aantal panelen), m² isolatie (ten opzichte van het totaal aantal m²), verbetering in isolatieniveau (voor/na))
- Inzicht in het moment waarop de maatregelen worden uitgevoerd
- Energetische kenmerken van de woning vóór het nemen van maatregelen
- Aanwezigheid slimme meter
- Worden op hetzelfde moment nog andere energiebesparende maatregelen genomen die niet gefinancierd worden via het NEF?
- Worden op hetzelfde moment ook andere veranderingen aan de woning/apparatuur gedaan die van invloed kunnen zijn op het energiegebruik?
- Het aantal bewoners en is er een verandering te verwachten in het aantal bewoners?
- Is er sprake van een verhuizing ten tijde van de uitvoering van de maatregelen.
- Heeft/hebben bewoner(s) zuinig of onzuinig gedrag?
- (Wordt een verandering verwacht in de aanwezigheid van de bewoners?)
- Is er ook gebruik gemaakt van subsidie of eigen geld en zo ja hoeveel.

Optie 2: Andere datasets analyseren waar bekend is welke maatregelen zijn genomen, bijvoorbeeld ISDE, SEEH.

3. Representativiteit van NEF leningen.

Het is niet bekend in hoeverre de NEF populatie representatief is voor Nederland, bijvoorbeeld wat betreft woningtype, bouwjaar en huishoudkenmerken (grootte, inkomen, opleidingsniveau, nationaliteit).

Met het CBS kan worden bekeken hoe een representatieve populatie wordt vastgesteld en welke informatie nog nodig is om de representativiteit van de NEF populatie vast te stellen.

4. Controlegroep

Omdat alle huishoudens in dit onderzoek minstens één maatregel hebben uitgevoerd kan er geen business-as-usual worden bepaald voor de regressie analyse. In een vervolgonderzoek kan een controlegroep worden geselecteerd uit de CBS database die overeenkomt met de kenmerken van de NEF populatie.

5. Verbeterde theoretische berekening

Vanaf 1 januari 2021 wordt de energiebesparingsverkenner met de NTA8800 methode berekend. De theoretische besparing in dit onderzoek zou dan ook opnieuw berekend en vergeleken kunnen worden.

Verder kan in een volgende analyse het werkelijke gasverbruik vóór maatregelen worden gebruikt in plaats van het theoretische gebruik vóór maatregelen, wat de vergelijking tussen werkelijke en theoretische besparing verbetert.

6. *Het belang van factoren en nieuwe factoren*

Een regressie analyse kan ook aangeven wat het relatieve belang van factoren in het model is: welke factoren dragen bijvoorbeeld het meest bij aan de verandering in het energiegebruik? Door tijdgebrek is het echter niet gelukt om deze zogenaamde beta-waarde in dit onderzoek mee te nemen.

Andere factoren die mogelijk een verdere analyse zouden kunnen worden meegenomen zijn variaties op bestaande factoren:

- Het aantal bewoners, naast de verandering in het aantal personen;
- De energiezuinigheid van de woning, naast het energiegebruik vóór maatregelen, waarbij het energiegebruik per vierkante meter vóór maatregelen is onderverdeeld in zuinigheidsklassen (bijvoorbeeld zeer onzuinig, onzuinig, niet zuinig of onzuinig, zuinig en zeer zuinig).

A Datasets

A.1 Gekoppelde datasets

Tabel A 1 Overzicht van datasets die in de CBS omgeving zijn gekoppeld voor analyse

Dataset	Bron	Inhoud
Leningen NEF (bouwdepot geopend 2014-2017)	SVn	O.a. energiebesparende maatregelen, leenbedrag, rente, maandtermijn
Energiegebruik 2014-2019	CBS – Klantenbestanden	Werkelijk en klimaatgecorrigeerd gebruik van gas en elektriciteit, woningtype
Huishoudens	CBS - SSB: GBAHUISHOUDENS2018BUSV1/ GBAADESOBJECT2018BUSV1	O.a. Huishoudtype
BAG	CBS - LEVCYCLWOONNIETWOONBUSV2018122	O.a. Gebruiksoppervlak en bouwjaar
Labeldatabase	RVO energielabeldatabase	Energielabels en theoretische energiegebruik van geregistreerde woningen
Eigendom	CBS – SSB: EIGENDOM2018TABV1	Oa eigendomssituatie van de woning
Geografisch	CBS	Wijk/buurt
Theoretisch energiegebruik	Innax	Berekend gebruik van gas en elektriciteit voor en na maatregelen (volgens 'ISSO publicatie 82 deel 3 Formulestructuur Maatwerkadvies Energieprestatie Woningen, versie 4.3 van december 2017')
Resultaten enquête onder leningnemers	Ipsos	O.a. aanvullende informatie over de energiebesparende maatregelen, de woning, het huishouden, energiegedrag en de lening.

B Vragenlijst enquête

Aanvullende informatie energiebesparende maatregelen

Vraag 1. Voor welke van de volgende maatregel(en) heeft u een lening afgesloten bij het Nationaal Energiebespaarfonds?

1. Biomassaketel
2. Vloer-/Bodemisolatie
 - a. Zo ja, Hoeveel procent van de vloer/kruipruimte is geïsoleerd?
3. Dakisolatie
 - a. Zo ja, Hoeveel procent van het dak is geïsoleerd?
4. Energiezuinige deuren
 - a. Zo ja, Hoeveel deuren zijn vervangen door isolerende deuren?
 - b. Hoeveel buitendeuren zijn er in totaal aanwezig in uw woning (inclusief tuindeuren en schuifdeuren)?
5. Gevelisolatie.
 - a. Zo ja, betreft het:
 - i. Spouwmuurisolatie
 - ii. Voorzetgevel binnen
 - iii. Voorzetgevel buiten
 - iv. Weet ik niet
 - b. Hoeveel procent van de gevels is geïsoleerd?
6. Glas
 - a. Wat was het type glas dat nieuw is geplaatst en waar financiering voor is aangevraagd?
 - i. Dubbel glas
 - ii. HR glas
 - iii. HR+ glas
 - iv. HR++ glas
 - v. Tripleglas
 - vi. Weet ik niet
 - b. Hoeveel procent van de ramen is vervangen?
7. HR ketel
8. HRe-ketel/(micro-)warmtekrachtkoppeling
9. Isolerende gevelpanelen
10. Vraaggestuurde ventilatie
11. Installatie voor warmteterugwinning
12. Gelijkstroom pomp/ventilator
13. Waterzijdig inregelen
14. Warmtepomp
 - a. Wat voor type warmtepomp is er geplaatst?
 - i. Hybride warmtepomp, lucht(water)
 - ii. Hybride warmtepomp, bodemwater
 - iii. Bodemwarmtepomp
 - iv. Luchtwarmtepomp
 - v. Weet ik niet
 - vi. Anders, namelijk
15. Zonneboiler

16. Zonnepanelen

- a. Hoeveel zonnepanelen zijn er op het dak geplaatst?
- b. Wat is de dak-oriëntatie?
 - i. Noordoost
 - ii. Oost
 - iii. Zuidoost
 - iv. Zuid
 - v. Zuidwest
 - vi. West
 - vii. Noordwest
 - viii. Noord
 - ix. Weet ik niet

Vraag 2. Kunt u het jaar opgeven waarin de maatregel(en), welke gefinancierd zijn via het Nationaal Warmtefonds, zijn uitgevoerd?

Vraag 3. Heeft u in de periode <1 kalenderjaar vóór genoemde jaartal en 1 kalenderjaar na jaartal> nog andere energiebesparende maatregelen toegepast waarvoor u geen lening heeft aangevraagd bij het Nationaal Warmtefonds? (maatregelen die buiten deze periode vallen niet meenemen)

- Zie vraag 1 voor de antwoordopties.

Vraag 4. Wat was de voornaamste reden om de woning te verduurzamen?
(Eén optie kiezen)

- 1 = Dit was toch al nodig vanwege onderhoud
- 2 = Om geluidsoverlast te verminderen
- 3 = Om ventilatie- of vochtproblemen tegen te gaan
- 4 = Om de woning aangenamer te maken
- 5 = Vanwege het milieu
- 6 = Om de woning beter verkoopbaar te maken
- 7 = De waarde van de woning zal zo toenemen
- 8 = Om de energiekosten te verlagen
- 9 = Als investering (de kosten worden terugverdiend door een lagere energierekening)
- 10 = Dit was afgesproken in de VvE
- 11 = Andere mensen in de omgeving deden dit ook
- 12 = Anders, namelijk ... <open>
- 13 = Weet niet

Aanvullende informatie woning

Vraag 5. Kunt u aangeven wat de energetische kenmerken van uw woning waren in <1 kalenderjaar vóór genoemde jaartal> voordat er energiebesparende maatregelen werden genomen?

- Welke van de volgende delen was al geïsoleerd (antwoorden: Ja, Ja, deels, Nee, Weet ik niet):
 - De begane grondvloer/bodem was toen al geïsoleerd?
 - Het dak was toen al geïsoleerd?
 - De gevel was toen al geïsoleerd

- Wat is de vorm van het dak?
 - plat dak
 - hellend dak
 - deels plat, deels hellend
 - weet ik niet
- Wat was het aanwezige type beglazing in de woonkamer toen?
 - Enkel glas
 - Dubbel glas
 - HR/HR+/HR++/Triple glas
 - Weet ik niet
- Wat was het aanwezige type beglazing in andere ruimtes dan de woonkamer was toen:
 - Enkel glas
 - Dubbel glas
 - HR/HR+/HR++/Triple glas
 - Weet ik niet
- Waren er toen zonnepanelen aanwezig?
 - Nee
 - Ja → Hoeveel panelen waren er aanwezig?
 - Weet ik niet
- Wat was installatie die toen werd gebruikt voor verwarming van de ruimtes?
 - CR of VR ketel
 - HR ketel
 - Hybride warmtepomp (HR-ketel + warmtepomp)
 - Warmtepomp
 - Warmtenet
 - Warmtekracht koppeling
 - Weet ik niet / Anders, namelijk
- Werd er een andere installatie gebruikt voor het verwarmen van tapwater? Zo ja, Hoe werd het tapwater toen verwarmd?
 - elektrisch (elektrische boiler, doorstroomtoestel, elektrische warmtepomp, kokend waterkraan)
 - met gas (geiser, warmwatertoestel, combitoestel)
 - Anders, nl / Weet ik niet

Vraag 5. Heeft u een slimme meter? Zo ja sinds wanneer?

- Nee / Weet ik niet
- Ja, sinds...<vul een **jaartal** in>.

Vraag 6a. Is er in de periode <1 kalenderjaar vóór genoemde jaartal en 1 kalenderjaar na jaartal> een verbouwing geweest? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Uitbreiding van het vloeroppervlak op de begane grond (bijvoorbeeld een aanbouw of serre)?
- De zolderruimte bewoonbaar gemaakt?
- Elders een extra ruimte toegevoegd op een andere etage (bv een verdieping toegevoegd)?
- Bad geplaatst (voorheen alleen douche)?
- Bad verwijderd, nu alleen nog een douche?

- Ja, anders, <open>
- Nee

Vraag 6b Heeft u in de periode **<1 kalenderjaar vóór genoemde jaartal en 1 jaar na jaartal>** de volgende producten aangeschaft die u eerst nog niet in bezit had? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Elektrische kookplaat ipv een gasfornuis
- Wasdroger
- Kokend waterkraan
- Sauna
- Air conditioner
- Aquarium
- Waterbed
- Hottub/verwarmd zwembad
- Ja, anders namelijk... <open> (alleen indien het substantieel energie gebruikt)
- een elektrische of plug-in hybride auto die aan huis wordt opgeladen (op het moment dat de auto thuis staat)? (NB 'nee' invullen als er wel een auto is aangeschaft, maar deze niet aan huis, maar hoofdzakelijk op straat of elders wordt opgeladen)

Vraag 6c. Heeft u in de periode **<1 kalenderjaar vóór genoemde jaartal en 1 kalenderjaar na jaartal>** de volgende apparaten vervangen door een energiezuiniger apparaat? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Koelkast/vriezer
- Vaatwasser
- TV
- Wasdroger
- Wasmachine
- Boiler
- Ja, anders namelijk... <open> (alleen indien het apparaat substantieel energie gebruikt)

Huishoudelijke situatie

Vraag 7a. Hoeveel bewoners woonden in **<1 kalenderjaar na jaartal>** het grootste deel van het jaar in huis (volwassenen en kinderen, inclusief uzelf)?
NB. Als iemand op het adres stond ingeschreven, maar hoofdzakelijk elders woont, dan diegene niet meenemen.

Vraag 7b. Is dit veranderd ten opzichte **<1 kalenderjaar voor jaartal>**? Hoeveel bewoners woonden er het grootste deel van **<1 kalenderjaar vóór jaartal>** in huis (volwassenen en kinderen, inclusief uzelf)?

Vraag 8. Is er in **<1 kalenderjaar na jaartal>** ten opzichte van **<1 kalenderjaar vóór jaartal>** iets veranderd in het verwarmen van de woning of het warm tapwater?

- De verwarming stond **<1 kalenderjaar na jaartal>** minder vaak aan dan in **<1 kalenderjaar vóór jaartal>** (bijvoorbeeld omdat u of een van uw

huisgenoten minder vaak thuis was om reden van uit huis gaande kinderen, deeltijd werken, nieuwe baan)

- De verwarming stond **<1 kalenderjaar na jaartal>** vaker aan dan in **<1 kalenderjaar vóór jaartal>** (Bijvoorbeeld omdat u of een van uw huisgenoten vaker thuis was om reden van thuiswerken, deeltijd werken, werkloosheid)
- De temperatuur van de thermostaat stond in **<1 kalenderjaar na jaartal>** hoger ingesteld dan in **<1 kalenderjaar vóór jaartal>**
- De temperatuur van de thermostaat stond in **<1 kalenderjaar na jaartal>** lager ingesteld dan in **<1 kalenderjaar vóór jaartal>**
- Er werden in **<1 kalenderjaar na jaartal>** meer ruimtes verwarmd dan in **<1 kalenderjaar vóór jaartal>**
- Er werden in **<1 kalenderjaar na jaartal>** minder ruimtes verwarmd dan in **<1 kalenderjaar vóór jaartal>**
- Er werd in **<1 kalenderjaar na jaartal>** vaker gedoucht en van het bad gebruik gemaakt dan in **<1 kalenderjaar vóór jaartal>**
- Er werd in **<1 kalenderjaar na jaartal>** minder vaak gedoucht en van het bad gebruik gemaakt dan in **<1 kalenderjaar vóór jaartal>**

Vraag 9a. Hoe zuinig vindt u dat uw huishouden in <1 kalenderjaar vóór genoemde jaartal> omging met energie voordat u energiebesparende maatregelen nam?

1. Heel zuinig
2. Zuinig
3. Niet zuinig of onzuinig
4. Onzuinig
5. Heel onzuinig
6. Weet ik niet

Vraag 9b. Is het gedrag van u of uw huisgenoten ten aanzien van het energiegebruik is veranderd tussen <1 kalenderjaar vóór genoemde jaartal> en <1 kalenderjaar na jaartal>?

- Nee
- Ja, ik en/of mijn huisgenoten zijn minder gaan letten op het energiegebruik
- Ja, ik en/of mijn huisgenoten zijn bewuster van het energiegebruik en gaan er zuiniger mee om
- Anders, nl / Weet ik niet

Investering

Vraag 10. Heeft u naast de lening waar u financiering voor heeft gekregen bij het Nationaal Energiebespaarfonds nog subsidie ontvangen voor het nemen van energiebesparende maatregelen (bv via de SDE of SEEH regeling)?

- Nee

- Ja, minder dan 25% van het bedrag dat bij het Nationaal EnergiebespaarFonds is geleend
- Ja, 25-50% van het bedrag dat bij het Nationaal EnergiebespaarFonds is geleend
- Ja, 50-100% van het bedrag dat bij het Nationaal EnergiebespaarFonds is geleend
- Ja, meer dan 100% van het bedrag dat bij het Nationaal EnergiebespaarFonds is geleend
- Weet ik niet / Anders

11. Heeft u ook eigen geld ingelegd voor het nemen van de energiebesparende maatregelen waar u financiering voor heeft gekregen bij het Nationaal Energiebespaarfonds?

- Nee
- Ja, minder dan 25% van het bedrag dat bij het Nationaal EnergiebespaarFonds is geleend
- Ja, 25-50% van het bedrag dat bij het Nationaal EnergiebespaarFonds is geleend
- Ja, 50-100% van het bedrag dat bij het Nationaal EnergiebespaarFonds is geleend
- Ja, meer dan 100% van het bedrag dat bij het Nationaal EnergiebespaarFonds is geleend
- Weet ik niet / Anders

Vraag 12. In hoeverre bent u het eens met de volgende stellingen?

- De investering betaalt zich terug via een lagere energierekening
- Ik vind het belangrijk dat de investering zich terug betaalt via de energierekening
- Ik ben tevreden over het resultaat van de investering, want...
<open>
- Ik ervaar meer comfort na het nemen van maatregelen, want...
<open>

Per stelling:

- Zeer eens
- Eens
- Niet eens, niet oneens/neutraal
- Oneens
- Zeer oneens
- Weet ik niet/geen mening

Afsluiting

Vraag 13. Wilt u nog iets toevoegen wat van belang kan zijn voor verbetering van leningen zoals het Nationaal Warmtefonds?

C Resultaten situatie bij één maatregel

Tabel C 1 Het gemiddelde en de spreiding in de absolute verandering in het gasverbruik vóór en één jaar na het nemen van één bepaald type maatregel

Maatregel	Biomassa ketel	Bodem-isolatie	Dak-isolatie	Deuren	Gevel-isolatie	Glas	HR-ketel	HRe-ketel/ Mwkk (gas)	HRe-ketel/ Mwkk (elektriciteit)	Paneel	Vloer-isolatie	Zonne-boiler	(hybride) Warmtepomp (gas)	(hybride) Warmtepomp (elektriciteit)	Zonne-panelen
N	19	9	120	21	79	1558	72	5	5	7	33	20	39	45	31
Gemiddelde	-980,89	-170,44	-214,4	-149,42	-454,72	-126,28	-349,79	-169,2	1260	-210	-173,33	-349,8	-851,07	785,91	-1847,22
Standaard-deviatie	748,58	246,18	485,27	271,34	563,01	375,40	640,76	219,67	3671,67	293,60	567,23	424,82	780,53	2352,30	1298,80

D Resultaten regressie analyse

D.1 Verandering in gasverbruik - één jaar na maatregelen – Deelpopulatie

Tabel D 1 Resultaten regressie analyse voor de verandering in gasverbruik één jaar na maatregelen voor de deelpopulatie (geen interactie-effecten) ('estimate' in m³)

Maatregel/factor	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>t)	Significant
Uitgangssituatie (Intercept)	4.596e+02	2.258e+01	20.355	< 2e-16	***
Biomassaketel	-9.668e+02	5.964e+01	-16.210	< 2e-16	***
Bodemisolatie	2.184e+01	2.579e+01	0.847	0.397136	
dakisolatie	6.153e+01	1.577e+01	3.901	9.67e-05	***
Energiezuinige deuren	-2.059e+00	1.289e+01	-0.160	0.873080	
Gevelisolatie	-8.919e+01	1.365e+01	-6.536	6.79e-11	***
HR glas	5.131e+01	1.377e+01	3.726	0.000196	***
HR ketel	1.797e+00	1.706e+01	0.105	0.916090	
HRe-ketel/micro-wkk	7.643e+00	4.878e+01	0.157	0.875504	
Warmteterugwinning	-1.905e+02	5.347e+01	-3.562	0.000371	***
Isolerende gevelpanelen	-5.184e+01	2.321e+01	-2.233	0.025556	*
Vloerisolatie	5.943e+00	1.584e+01	0.375	0.707564	
Vraaggestuurde ventilatie	-8.891e+01	6.399e+01	-1.389	0.164742	
Warmtepomp	-5.023e+02	2.548e+01	-19.714	< 2e-16	***
Zonneboiler	-8.803e+01	2.509e+01	-3.508	0.000454	***
Verandering in aantal personen	3.622e+01	6.660e+00	5.438	5.57e-08	***
Bouwjaar<1945	9.281e+01	1.581e+01	5.871	4.54e-09	***
Bouwjaar1975-1995	-7.638e+00	1.209e+01	-0.632	0.527683	
Bouwjaar>1995	-3.922e+01	2.056e+01	-1.908	0.056462	.
Leeftijd hoofdbewoner <35 jaar	-3.197e+01	1.505e+01	-2.124	0.033719	*
Leeftijd hoofdbewoner 50-65 jaar	-1.236e+01	1.254e+01	-0.985	0.324636	
Leeftijd hoofdbewoner >65 jaar	2.062e+01	2.016e+01	1.023	0.306266	
Huishoudtype - Eenpersoonshuishouden	-1.231e+02	1.801e+01	-6.833	9.08e-12	***
Huishoudtype - Paar zonder kinderen	-7.494e+01	1.333e+01	-5.621	1.97e-08	***
Huishoudtype - Eenouderhuishouden	-1.480e+01	2.501e+01	-0.592	0.553981	
Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	1.439e+00	1.209e-01	11.899	< 2e-16	***
Woningtype - Appartement	-7.179e+01	3.192e+01	-2.249	0.024539	*
Woningtype - Hoekwoning	5.722e+01	1.365e+01	4.193	2.79e-05	***
Woningtype - 2/1 Kapwoning	8.900e+01	1.761e+01	5.054	4.45e-07	***
Woningtype - Vrijstaande woning	8.485e+01	1.721e+01	4.931	8.40e-07	***
Gasverbruik vóór maatregelen	-3.820e-01	7.965e-03	-47.957	< 2e-16	***

D.2 Verandering in gasverbruik – één jaar na maatregelen – Enquête

Tabel D 2 Resultaten regressie analyse voor de verandering in gasverbruik één jaar na maatregelen voor de subpopulatie 'Enquête' (geen interactie-effecten) ('estimate' in m³)

Maatregel/factor	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	Significantie
Uitgangssituatie (Intercept)	190.3697	88.7218	2.146	0,0323	*
Bodemisolatie	-45.2670	81.8881	-0.553	0.58061	
dakisolatie	8.6578	52.0881	0.166	0.86805	
Energiezuinige deuren	-17.9598	46.9096	-0.383	0.70196	
Gevelisolatie	-36.1163	43.5325	-0.830	0.40708	
HR glas	64.4783	43.8609	1.470	0.14207	
HR ketel	19.1665	52.7925	0.363	0.71669	
Isolerende gevelpanelen	103.7951	79.4534	1.306	0.19193	
Vloerisolatie	3.0852	48.4439	0.064	0.94924	
Warmtepomp -	-613.7581	66.3331	-9.253	< 2e-16	***
Zonneboiler	-188.2181	73.8084	-2.550	0,01102	*
Bouwjaarklasse<1945	114.0629	53.4561	2.134	0,03327	*
Bouwjaarklasse1975-1995	12.8519	39.6899	0.324	0.74620	
Bouwjaarklasse>1995	-94.9977	74.1288	-1.282	0.20051	
Huishoudtype - Eenpersoonshuishouden	-117.4592	57.5596	-2.041	0,04173	*
Huishoudtype - Paar zonder kinderen	-17.6164	37.5883	-0.469	0.63948	
Huishoudtype - Eenouderhuishouden	174.6879	117.2290	1.490	0.13672	
Woningoppervlakte (tov gemiddeld)	-3.8614	1.5947	-2.421	0,01576	*
Woningtype - Appartement	-200.4862	123.0492	-1.629	0.10378	
Woningtype - Hoekwoning	27.3825	44.8232	0.611	0.54150	
Woningtype - 2/1 Kapwoning	111.2626	57.1277	1.948	0,05193	
Woningtype - Vrijstaande woning	121.4361	52.5486	2.311	0,02118	*
Energiegedrag - Heel zuinig	-164.4283	117.9619	-1.394	0.16387	
Energiegedrag - Zuinig	-75.6163	35.9602	-2.103	0,0359	*
Energiegedrag - Onzuinig	198.3424	67.4835	2.939	0,00342	**
Energiegedrag - Heel onzuinig	97.7812	157.2208	0.622	0.53422	
Energiegedrag - Weet ik niet	150.4334	100.1014	1.503	0.13342	
Energiegedrag - Bewuster	-38,4828	34,6147	-1,112	0,2667	
Energiegedrag - Onbewuster	15.5031	122.4254	0.127	0.89927	
Energiegedrag - Anders	215.9808	72.9104	2.962	0,00318	**
Energetische kwaliteit woning vóór maatregelen	74.1013	30.5145	2.428	0,01546	*
Gasverbruik vóór maatregelen	-0.3436	0.0245	-14.026	< 2e-16	***
Lager gasverbruik na verbouwing	244.1218	90.5702	2.695	0,00723	**
Hoger gasverbruik na verbouwing	57.3393	50.3946	1.138	0.25566	
Onbekend gasverbruik na verbouwing	-106.4971	57.0494	-1.867	0,06243	

D.3 Verandering in gasverbruik - één jaar na maatregelen – Deelpopulatie – HR Glas/Gevelisolatie/Isolerende deuren – interactie-effecten

Tabel D 3 Resultaten regressie analyse voor de verandering in gasverbruik één jaar na maatregelen voor de deelpopulatie met alleen de maatregelen glas, gevel en deur (inclusief interactie-effecten) ('estimate' in m³)

Maatregelen/Factor 1	Maatregel/Factor 2	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
Uitgangssituatie (Intercept)		7.735e+02	2.166e+02	3.571	0.000360 ***
Energiezuinige deuren		-4.429e+02	2.001e+02	-2.213	0.026969 *
Gevelisolatie		-5.258e+02	2.071e+02	-2.539	0.011176 *
HR glas		-4.602e+02	2.141e+02	-2.149	0.031705 *
Verandering in aantal personen		-1.215e+02	3.816e+01	-3.184	0.001463 **
Bouwjaarklasse <1945		1.306e+02	6.030e+01	2.165	0.030439 *
Bouwjaarklasse 1975-1995		-1.091e+02	4.212e+01	-2.590	0.009642 **
Bouwjaarklasse >1995		-7.878e+01	7.572e+01	-1.040	0.298204
Leeftijd hoofdbewoner <35 jaar		2.141e+02	4.351e+01	4.921	9.03e-07 ***
Leeftijd hoofdbewoner 50-65 jaar		-8.096e+01	3.506e+01	-2.309	0.021013 *
Leeftijd hoofdbewoner >65 jaar		-1.822e+02	5.430e+01	-3.356	0.000798 ***
Huishoudtype - Eenpersoonshuishouden		1.341e+02	4.531e+01	2.960	0.003098 **
Huishoudtype - Paar zonder kinderen		1.423e+02	3.667e+01	3.880	0.000106 ***
Huishoudtype - Eenouderhuishouden		1.255e+02	6.720e+01	1.868	0.061880 .
Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)		7.152e-01	5.675e-01	1.260	0.207668
Verandering in oppervlakte		4.176e+00	4.600e+00	0.908	0.364086
Woningtype - Appartement		-1.313e+02	1.694e+02	-0.775	0.438268
Woningtype - Hoekwoning		1.666e+02	1.017e+02	1.638	0.101475
Woningtype - 2/1 Kapwoning		7.259e+01	1.079e+02	0.673	0.501017
Woningtype - Vrijstaande woning		7.148e+01	9.691e+01	0.738	0.460817
Gasverbruik vóór maatregelen		-2.563e-01	2.190e-02	-11.703	< 2e-16 ***
Energiezuinige deuren	HR Glas	4.822e+02	2.008e+02	2.401	0.016391 *
Energiezuinige deuren	Bouwjaarklasse <1945	-1.554e+01	4.571e+01	-0.340	0.733848
Energiezuinige deuren	Bouwjaarklasse 1975-1995	-5.681e+01	2.644e+01	-2.149	0.031727 *
Energiezuinige deuren	Bouwjaarklasse >1995	-1.000e+02	4.899e+01	-2.042	0.041243 *
Energiezuinige deuren	Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	7.338e-01	3.443e-01	2.132	0.033118 *
Gevelisolatie	HR glas	4.834e+02	2.055e+02	2.352	0.018743 *
Gevelisolatie	Bouwjaarklasse <1945	5.739e+01	4.773e+01	1.202	0.229345
Gevelisolatie	Bouwjaarklasse 1975-1995	1.134e+02	4.082e+01	2.778	0.005495 **
Gevelisolatie	Bouwjaarklasse >1995	1.752e+02	1.005e+02	1.743	0.081454 .
Gevelisolatie	Verandering in oppervlakte	6.331e+00	3.556e+00	1.780	0.075135 .
Gevelisolatie	Woningtype - Appartement	2.047e+02	1.235e+02	1.658	0.097409 .
Gevelisolatie	Woningtype - Hoekwoning	-4.535e+01	5.088e+01	-0.891	0.372779
Gevelisolatie	Woningtype - 2/1 Kapwoning	-5.700e+01	6.007e+01	-0.949	0.342760
Gevelisolatie	Woningtype - Vrijstaande woning	9.142e+01	6.210e+01	1.472	0.141080
Gevelisolatie	Gasverbruik vóór maatregelen	-4.420e-02	2.399e-02	-1.842	0.065490 .
HR glas	Verandering in aantal personen	8.668e+01	3.175e+01	2.731	0.006354 **

Maatregelen/Factor 1	Maatregel/Factor 2	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
HR glas	Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	1.356e+00	5.463e-01	2.482	0.013121 *
HR glas	Woningtype - Appartement	2.993e+01	1.615e+02	0.185	0.852951
HR glas	Woningtype - Hoekwoning	-3.949e+01	9.023e+01	-0.438	0.661715
HR glas	Woningtype - 2/1 Kapwoning	-1.037e+01	9.062e+01	-0.114	0.908922
HR glas	Woningtype - Vrijstaande woning	1.697e+02	8.209e+01	2.068	0.038738 *
Verandering in aantal personen	Verandering in oppervlakte	-4.847e+00	1.610e+00	-3.011	0.002623 **
Verandering in aantal personen	Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	4.625e-02	1.023e-02	4.520	6.38e-06 ***
Bouwjaarklasse <1945	Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	2.313e-01	4.555e-01	0.508	0.611569
Bouwjaarklasse 1975-1995	Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	-1.621e+00	4.473e-01	-3.624	0.000294 ***
Bouwjaarklasse >1995	Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	-9.792e-01	8.061e-01	-1.215	0.224535
Bouwjaarklasse <1945	Gasverbruik vóór maatregelen	-3.267e-02	2.780e-02	-1.175	0.239960
Bouwjaarklasse 1975-1995	Gasverbruik vóór maatregelen	5.907e-02	2.269e-02	2.604	0.009266 **
Bouwjaarklasse >1995	Gasverbruik vóór maatregelen	4.287e-02	5.149e-02	0.832	0.405207
Leeftijd hoofdbewoner <35 jaar	Verandering in oppervlakte	-9.593e+00	4.459e+00	-2.151	0.031531 *
Leeftijd hoofdbewoner 50-65 jaar	Verandering in oppervlakte	-5.075e+00	3.375e+00	-1.503	0.132803
Leeftijd hoofdbewoner >65 jaar	Verandering in oppervlakte	2.767e+00	4.814e+00	0.575	0.565541
Leeftijd hoofdbewoner <35 jaar	Gasverbruik vóór maatregelen	-1.537e-01	2.602e-02	-5.909	3.78e-09 ***
Leeftijd hoofdbewoner 50-65 jaar	Gasverbruik vóór maatregelen	4.509e-02	1.949e-02	2.314	0.020747 *
Leeftijd hoofdbewoner >65 jaar	Gasverbruik vóór maatregelen	1.266e-01	2.998e-02	4.225	2.46e-05 ***
Huishoudtype - Eenpersoonshuishouden	Gasverbruik vóór maatregelen	-1.604e-01	2.794e-02	-5.743	1.01e-08 ***
Huishoudtype - Paar zonder kinderen	Gasverbruik vóór maatregelen	-1.235e-01	2.074e-02	-5.956	2.85e-09 ***
Huishoudtype - Eenouderhuishouden	Gasverbruik vóór maatregelen	-1.087e-01	4.243e-02	-2.561	0.010474 *
Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	Verandering in oppervlakte	2.941e-02	1.851e-02	1.588	0.112291
Verandering in oppervlakte	Woningtype - Appartement	3.196e+00	4.572e+00	0.699	0.484609
Verandering in oppervlakte	Woningtype - Hoekwoning	3.459e-01	3.683e+00	0.094	0.925177
Verandering in oppervlakte	Woningtype - 2/1 Kapwoning	7.429e+00	3.545e+00	2.095	0.036209 *
Verandering in oppervlakte	Woningtype - Vrijstaande woning	-8.289e+00	4.229e+00	-1.960	0.050083 .
Verandering in oppervlakte	Gasverbruik vóór maatregelen	-3.063e-03	1.989e-03	-1.540	0.123677
Woningtype - Appartement	Gasverbruik vóór maatregelen	2.311e-02	4.973e-02	0.465	0.642098
Woningtype - Hoekwoning	Gasverbruik vóór maatregelen	-4.379e-02	2.626e-02	-1.668	0.095440 .
Woningtype - 2/1 Kapwoning	Gasverbruik vóór maatregelen	-5.468e-03	3.354e-02	-0.163	0.870504
Woningtype - Vrijstaande woning	Gasverbruik vóór maatregelen	-6.766e-02	2.421e-02	-2.794	0.005233 **

D.4 Berekening effect van HR glas, gevelisolatie en isolerende deuren

Om het effect van een maatregel op het gasverbruik te berekenen worden alle effecten 'estimates' (afwijkend van het de uitgangssituatie) van de eenzijdige maatregelen of factoren bij elkaar geteld, plus alle effecten van de interactie-effecten tussen combinaties van maatregelen en factoren die relevant zijn voor de specifieke maatregel. De getallen in de onderstaande tabel zijn gebaseerd op de effecten in C.3 en geven het gemiddelde effect van een maatregel in de uitgangssituatie bij een gemiddeld gasverbruik vóór maatregelen. De spreiding rond het effect is niet weergegeven, maar deze is aanzienlijk.

Tabel D 4 Berekening van het besparingseffect in het gasverbruik (m³) van glas, gevel, deur en combinaties van deze maatregelen

	HR Glas	Gevel- isolatie	Isolerende deur	HR glas/ Gevelisolatie	HR Glas/ isolerende deur
Uitgangssituatie (Intercept)	773	773	773	773	773
HR glas	-460			-460	-460
Gevelisolatie		-525,8		-525,8	
Isolerende deur			-442,8		-442,8
HR glas/Gevel				483,8	
HR glas/Deur					482
Gasverbruik vóór maatregelen	-452,096	-452,096	-452,096	-452,096	-452,096
Gasverbruik vóór maatregelen / Gevelisolatie				-77,704	
<i>Totaal</i>	<i>-139,096</i>	<i>-204,896</i>	<i>-121,896</i>	<i>-258,8</i>	<i>-99,896</i>

D.5 Verandering in elektriciteitsverbruik - één jaar na maatregelen – Deelpopulatie

Tabel D 5 Resultaten regressie analyse voor de verandering in elektriciteitsverbruik één jaar na maatregelen voor de deelpopulatie (geen interactie-effecten) ('estimate' in kWh)

Maatregel/factor	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>t)	Significant
Uitgangssituatie (Intercept)	1745.69190	161.50953	10.809	< 2e-16	***
HRe-ketel/micro-wkk	145.90468	176.61922	0.826	0.4088	
Warmteterugwinning	62.73005	195.40077	0.321	0.7482	
Vraaggestuurde ventilatie	197.29021	221.58838	0.890	0.3734	
Warmtepomp -	1390.01018	91.68872	15.160	< 2e-16	***
Zonnepanelen	-872.72680	127.88816	-6.824	1.14e-11	***
Bouwjaar<1945	-68.91264	93.95515	-0.733	0.4634	
Bouwjaar1975-1995	-133.16995	77.66802	-1.715	0.0866	.
Bouwjaar>1995	-239.45915	97.78002	-2.449	0.0144	*
Leeftijd hoofdbewoner <35 jaar	-68.83680	102.84208	-0.669	0.5033	
Leeftijd hoofdbewoner 50-65 jaar	-163.12278	72.26755	-2.257	0.0241	*
Leeftijd hoofdbewoner >65 jaar	-422.79078	102.64326	-4.119	3.95e-05	***
Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	2.68683	0.58600	4.585	4.80e-06	***
Woningtype - Appartement	395.71171	369.66731	1.070	0.2845	
Woningtype - Hoekwoning	84.72285	90.82282	0.933	0.3510	
Woningtype - 2/1 Kapwoning	151.65881	94.33604	1.608	0.1081	
Woningtype - Vrijstaande woning	355.42371	87.85062	4.046	5.40e-05	***
Elektriciteitsverbruik vóór maatregelen	-0.53486	0.01869	-28.610	< 2e-16	***

D.6 Verandering in elektriciteitsverbruik - één jaar na maatregelen – Enquête

Tabel D 6 Resultaten regressie analyse voor de verandering in elektriciteitsverbruik één jaar na maatregelen voor de subpopulatie 'Enquête' (geen interactie-effecten) ('estimate' in kWh)

Maatregel/factor	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>t)	Significant
Uitgangssituatie (Intercept)	1014.0785	453.7622	2.235	0.0262	*
Warmtepomp -	1908.6821	212.3623	8.988	<2e-16	***
Zonnepanelen	-542.8308	392.0344	-1.385	0.1672	
Electriciteitsverbruik vóór maatregelen	-0.5031	0.0511	-9.844	<2e-16	***
Lager verbruik apparaten	7.2541	215.4009	0.034	0.9732	
Hoger verbruik apparaten	350.4059	206.4517	1.697	0.0907	.

D.7 Het verschil in werkelijke en theoretische verandering in gasverbruik

Tabel D 7 Resultaten regressie analyse voor het verschil tussen de werkelijk en theoretische verandering in het gasverbruik één jaar na maatregelen voor de deelpopulatie (geen interactie-effecten) ('estimate' in m³)

Maatregel/factor	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>t)	Significant
Uitgangssituatie (Intercept)	-565.9369	31.9529	-17.712	< 2e-16	***
Biomassaketel	-1439.4110	86.7141	-16.600	< 2e-16	***
Bodemisolatie	-207.5931	37.5410	-5.530	3.33e-08	***
dakisolatie	-677.9722	22.9407	-29.553	< 2e-16	***
Energiezuinige deuren	10.6405	18.7307	0.568	0.570002	
Gevelisolatie	-642.3256	19.8347	-32.384	< 2e-16	***
HR glas	-86.4280	20.0166	-4.318	1,60E-05	***
HR ketel	17.0603	24.7944	0.688	0.491431	
HRe-ketel/micro-wkk	340.3138	70.8895	4.801	1.62e-06	***
Warmteterugwinning	-38.2388	77.7074	-0.492	0.622674	
Isolerende gevelpanelen	-398.9996	33.7420	-11.825	< 2e-16	***
Vloerisolatie	-149.8828	23.0277	-6.509	8.12e-11	***
Vraaggestuurde ventilatie	-297.6854	92.9825	-3.202	0.001373	**
Warmtepomp -	-1730.0403	37.0462	-46.700	< 2e-16	***
Zonneboiler	127.9052	36.5160	3.503	0.000464	***
Verandering in aantal personen	-38.7801	9.6437	-4.021	5.85e-05	***
Bouwjaar<1945	-225.2948	23.0007	-9.795	< 2e-16	***
Bouwjaar1975-1995	353.7680	17.5603	20.146	< 2e-16	***
Bouwjaar>1995	460.5177	29.8493	15.428	< 2e-16	***
Huishoudtype - Eenpersoonshuishouden	114.7300	25.6424	4.474	7.80e-06	***
Huishoudtype - Paar zonder kinderen	60.7762	17.2075	3.532	0.000415	***
Huishoudtype - Eenouderhuishouden	19.4559	36.1841	0.538	0.590808	
Woningoppervlakte (t.o.v. gemiddeld)	0.6173	0.1759	3.510	0.000451	***
Verandering in oppervlakte	-7.4307	0.8623	-8.617	< 2e-16	***
Woningtype - Appartement	40.4980	46.4027	0.873	0.382830	
Woningtype - Hoekwoning	-135.9468	19.8607	-6.845	8.32e-12	***
Woningtype - 2/1 Kapwoning	-225.4937	25.5971	-8.809	< 2e-16	***
Woningtype - Vrijstaande woning	-379.0766	24.7073	-15.343	< 2e-16	***
Gasverbruik voor maatregelen (per m²)	45.2129	1.5176	29.792	< 2e-16	***

D.8 Het verschil in werkelijke en theoretische verandering in elektriciteitsverbruik

Tabel D 8 Resultaten regressie analyse voor het verschil tussen de werkelijk en theoretische verandering in het elektriciteitsverbruik één jaar na maatregelen voor de deelpopulatie (geen interactie-effecten) ('estimate' in kWh)

Maatregel/factor	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>t)	Significant
Uitgangssituatie (Intercept)	-1936.2198	206.6070	-9.372	< 2e-16	***
HRe-ketel/micro-wkk	-2264.5527	228.2520	-9.921	< 2e-16	***
Warmteterugwinning	240.8101	253.0474	0.952	0.341386	
Vraaggestuurde ventilatie	322.6505	286.9732	1.124	0.261001	
Warmtepomp -	5475.4389	117.8893	46.446	< 2e-16	***
Zonnepanelen	-321.8244	166.1594	-1.937	0.052895	.
Bouwjaarklasse<1945	164.9529	120.6968	1.367	0.171870	
Bouwjaarklasse1975-1995	-342.7140	99.7370	-3.436	0.000601	***
Bouwjaarklasse>1995	-682.2580	126.4660	-5.395	7.61e-08	***
Leeftijd hoofdbewoner <35 jaar	99.6616	132.9909	0.749	0.453706	
Leeftijd hoofdbewoner 50-65 jaar	140.0859	93.7197	1.495	0.135130	
Leeftijd hoofdbewoner >65 jaar	361.4907	132.5545	2.727	0.006441	**
Woningoppervlakte (tov gemiddeld)	10.5627	0.8532	12.381	< 2e-16	***
Verandering in oppervlakte	-6.1666	4.2974	-1.435	0.151444	
Electriciteitsverbruik vóór maatregelen (per m2)	71.2598	3.2449	21.960	< 2e-16	***

E Theoretische berekening Enquête NEF

Notitie: Berekening energiegebruik NEF-deelnemers (referentie: jb-16690)

E.1 Inleiding

In het kader van een onderzoek naar de effecten van energiebesparende maatregelen wordt van deelnemers aan het Nationaal Energiebesparingsfonds (NEF) bijgehouden welke maatregelen genomen zijn. INNAX heeft voor deze woningen berekeningen uitgevoerd om de theoretische besparing van deze maatregelen te bepalen. De berekening is gebaseerd op de methode uit de Energiebesparingsverkenner (EBVW). Deze methode is conform de maatwerkadviesmethode van ISSO82.3 uit 2017. Om de berekeningen uit te voeren zijn de gegevens uit de NEF-database geconverteerd naar invoer voor de rekenmethode.

In de eerste ronde in mei 2020 zijn voor de energetische kenmerken van de woningen defaultwaarden aangehouden op basis van het woningtype en bouwjaar van de woning.

Recentelijk is er een enquête afgenomen bij de deelnemers. Een kleine duizend huishoudens heeft de enquête ingevuld. Bij deze enquête zijn er vragen gesteld over de woningkenmerken vóór en na de maatregelen. Op basis hiervan kan de berekening bijgesteld worden. In deze notitie worden de aannames vermeld die hierbij gedaan.

E.2 Verwerking nieuwe gegevens

De resultaten van 980 enquêtes zijn binnengekomen. Deze zijn gekoppeld aan een ID van een eerder doorgerekende woning. Bij de nieuwe berekening zijn de energetische kenmerken van de woning gebaseerd op de antwoorden bij verschillende vragen uit de enquête. Hieronder is toegelicht hoe dat gedaan is voor zowel de huidige situatie van de woning als de nieuwe situatie (na maatregelen). De relevante vragen uit de enquête zijn hierbij vermeld. Bij de maatregelen is rekening gehouden met zowel vraag 1 (maatregelen waarvoor subsidie is aangevraagd) als met vraag 3 (overige maatregelen die recentelijk zijn genomen).

Glas in woonkamer en overige ruimten

Huidige situatie

Vraag 6 Wat is het type glas in de woonkamer.

Het antwoord is overgenomen. Als het antwoord onbekend is, dan is de waarde uit de eerste berekening overgenomen.

Vraag 6A1-5 Wat is het type glas in de overige ruimten?

Soms zijn er meerdere antwoorden gegeven. Het energetisch beste antwoord is overgenomen. Als het antwoord onbekend is, dan is er, als in de woonkamer enkel glas is ook enkel glas in de overige ruimten aangenomen. In andere gevallen is de waarde uit de eerste berekening overgenomen.

Nieuwe situatie

Vraag Q1_E2 Wat is nieuwe type glas

Vraag Q1_E3 Hoeveel procent is vervangen?

Vraag Q3_6 Wat is nieuw type glas?

Vraag Q3_E3 Hoeveel procent is vervangen?

Het nieuwe type glas is toegepast in de situatie na maatregelen. Als het type glas onbekend is, dan is HR++ aangehouden. Dit is het meest waarschijnlijke type. Als het percentage vervangen ramen groter is dan 20%, dan is het glas in de woonkamer aangepast naar het nieuwe type. Als het percentage glas groter is dan 70%, dan is ook het glas in de overige ruimten aangepast. Bij kleinere percentages is het oorspronkelijke glas behouden.

Beide vragen (Q1 en Q3) zijn apart beoordeeld. Het resulterende glastype is het beste van de twee.

Dichte constructies

Huidige situatie

Vraag Q4A Was er al isolatie in de woning aanwezig?

Vraag Q4B Was er al isolatie in de woning aanwezig?

Als er al isolatie was in vloer, gevel of dak, dan is gerekend met niveau matige isolatie. Bij woningen vanaf 2000 is gerekend met goede isolatie (niveau goed). Als het onbekend is, dan is gerekend met de waarde uit de eerste berekening. Als er aangegeven is dat er geen isolatie is, dan is voor woningen van vóór 1988 gerekend met geen isolatie, voor woningen van vóór 2000 met matige isolatie en voor woningen van later bouwjaar met goede isolatie. De aanname hierbij is dat de woningen voldoen aan het Bouwbesluit ten tijde van de bouw.

Nieuwe situatie

Vraag Q1_A Hoeveel procent van de vloer is geïsoleerd?

Vraag Q1_B Hoeveel procent van het dak is geïsoleerd?

Vraag Q1_D1 Welk type gevelisolatie is toegepast?

Vraag Q1_D2 Hoeveel procent van de gevel is geïsoleerd?

Vraag Q3_A Hoeveel procent van de vloer is geïsoleerd?

Vraag Q3_B Hoeveel procent van het dak is geïsoleerd?

Vraag Q3_D1 Welk type gevelisolatie is toegepast?

Vraag Q3_D2 Hoeveel procent van de gevel is geïsoleerd?

Als er vloerisolatie is toegepast, dan is dit naar niveau goed.

Als er dakisolatie is toegepast, dan is dit naar niveau goed.

Bij gevels is ook het type isolatie opgegeven. Als er spouwmuurisolatie is toegepast, dan is dit naar niveau matig. Bij gevelisolatie binnen of buiten is dit naar

niveau goed. Bij onbekende gevelisolatie is dit naar niveau matig. Als er geen gevelisolatie is toegepast, maar wel 'isolerende gevelpanelen' (maatregel uit vraag Q1) zijn toegepast, dan is dit naar niveau matig. Een constructie is geïsoleerd als meer dan 50% van het oppervlak is geïsoleerd. Als er geen percentage van het oppervlak is ingevuld, dan is de constructie als niet-geïsoleerd beschouwd.

Beide vragen (Q1 en Q3) zijn apart beoordeeld. Het resulterende isolatieniveau is het beste van de twee. Als er geen isolatie is toegepast, dan is de waarde uit de uitgangssituatie behouden. Het nieuwe isolatieniveau is altijd minstens even hoog als het niveau in de uitgangssituatie.

Ventilatie

Huidige situatie

Er is geen vraag over ventilatie gesteld. De aanname uit de eerste berekening is overgenomen.

Nieuwe situatie

Vraag Q1_10 Is er vraaggestuurde ventilatie toegepast?

Vraag Q1_11 Is er warmteterugwinning toegepast?

Vraag Q3_10 Is er vraaggestuurde ventilatie toegepast?

Vraag Q3_11 Is er warmteterugwinning toegepast?

Het type ventilatie na maatregelen is aangehouden (vraaggestuurd of balansventilatie met WTW).

Als er geen maatregel op ventilatie is toegepast, dan is de waarde uit de uitgangssituatie behouden.

Installatie

Huidige situatie

Vraag Q8 Wat voor verwarmingsinstallatie werd er gebruikt?

Vraag Q9 Werd er een andere installatie voor tapwater gebruikt?

Bij CR/VR ketel is VR combi aangehouden.

Bij HR ketel is HR combiketel aangehouden.

Bij hybride warmtepomp is hybride warmtepomp aangehouden.

Bij warmtepomp is warmtepomp lucht aangehouden.

Bij warmtenet is warmtelevering aangehouden.

Bij Weet ik niet is HR combiketel aangehouden.

Onder de categorie Anders zijn diverse zelf aangeduide opties vermeld.

Bij gaskachels is lokale verwarming+geiser aangehouden.

Bij oude ketels is CR combi aangehouden.

Bij stadsverwarming is warmtelevering aangehouden.

Bij hete lucht is HR combiketel aangehouden.

Bij houtkachel is lokale verwarming aangehouden.

Bij biomassa- of houtketel is biomassaketel aangehouden.

De vraag over tapwater is genegeerd, omdat er hiervoor in de EBVW-opties geen nuancering mogelijk is. De installatie wordt ineens voor verwarming en tapwater opgegeven.

Nieuwe situatie

- Vraag Q1_1 Is er een biomassaketel toegepast?
- Vraag Q1_7 Is er een HR-ketel toegepast?
- Vraag Q1_8 Is er een HRe-ketel toegepast?
- Vraag Q1_14 Is er een warmtepomp toegepast?
- Vraag Q1_F1 Welk type warmtepomp?
- Vraag Q1_15 Is er een zonneboiler toegepast?
- Vraag Q3_1 Is er een biomassaketel toegepast?
- Vraag Q3_7 Is er een HR-ketel toegepast?
- Vraag Q3_8 Is er een HRe-ketel toegepast?
- Vraag Q3_14 Is er een warmtepomp toegepast?
- Vraag Q3_F1 Welk type warmtepomp?
- Vraag Q3_15 Is er een zonneboiler toegepast?

De vragen Q1 en Q3 zijn apart beoordeeld.

Als er meerdere nieuwe installaties zijn toegepast, dan heeft de warmtepomp voorrang gekregen en daarna de biomassaketel.

Een zonneboiler is alleen toegepast in combinatie met een gasketel, omdat een combinatie met andere opwekkers niet voorkomt bij de opties in EBVW. In overige gevallen is de zonneboiler genegeerd.

Als zowel Q1 als Q3 is ingevuld, dan is het antwoord bij Q1 aangehouden, behalve als bij Q1 een HR-ketel is ingevuld.

PV-panelen

Huidige situatie

- Vraag Q7 Waren zonnepanelen aanwezig?
- Vraag Q7A: Hoeveel panelen?

Het PV oppervlak is het aantal panelen x 1,6 m². Indien het oppervlak onbekend is, is 6 panelen aangehouden.

Nieuwe situatie

- Vraag Q1_16 Zijn er zonnepanelen geplaatst?
- Vraag Q1_G1: Hoeveel panelen?
- Vraag Q1_G2: Welke oriëntatie?
- Vraag Q3_16 Zijn er zonnepanelen geplaatst?
- Vraag Q3_G1: Hoeveel panelen?
- Vraag Q3_G2: Welke oriëntatie?

Als het aantal nieuw geplaatste panelen onbekend is, dan is 6 panelen aangehouden.

De oriëntatie is niet meegenomen.

Als er zowel bij Q1 als bij Q3 panelen zijn geplaatst, dan is alleen het antwoord bij Q1 meegenomen, en niet de som van beide. Dit is om dubbeltelling te voorkomen. Er is heel vaak hetzelfde antwoord gegeven.

Het nieuwe oppervlak is altijd minstens even groot als het huidige oppervlak.

Aantal personen

Vraag Q12 Hoeveel bewoners woonden er?

Vraag Q13 Is dit veranderd t.o.v. eerder jaar?

Vraag Q13A Hoeveel bewoners woonden er eerst?

De aantallen bewoners zijn overgenomen.

E.3 Resultaten

De resultaten zijn vermeld in een apart Excelbestand. Hierin zijn de besparingen weergegeven, uitgedrukt in m³ gas, kWh elektriciteit, kg biomassa en GJ warmte. De woningen met #N/B konden niet worden doorgerekend. Dit komt doordat in de eerste rekenronde informatie over het type of bouwjaar ontbrak.