

Verkenning energiebesparing door energiefixers

TNO 2025 R12132 – November 2025

Verkenning energiebesparing door energiefixers

Auteurs	Frans Koene Leo Bakker Marijn Rijken
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Aantal pagina's	37 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	3
Subsidieverstrekker	Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening
Projectnummer	060.52803

Dankwoord

Dit onderzoek is tot stand gekomen door de medewerking van alle betrokken energiefixers. Wij danken hen voor de bereidheid deel te nemen aan ons onderzoek en het meedenken in de uitvoering hiervan. Ook danken we Milieu Centraal voor de verstrekte gegevens over energiebesparing voor verschillende maatregelen en het tegenlezen van het rapport.

Landelijk Onderzoeksprogramma Energiearmoede

Dit onderzoek maakt deel uit van het Landelijk Onderzoeksprogramma Energiearmoede dat TNO uitvoert in samenwerking met de ministeries van Klimaat en Groene Groei (KGG), Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW), en Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO), de provincies Noord-Holland, Zuid-Holland, Flevoland, en Noord-Brabant, de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Het programma wordt gefinancierd met subsidie van de genoemde ministeries en provincies.

Het programma ondersteunt lokale, regionale en nationale beleidsmakers en uitvoerders op het thema energiearmoede. Daarvoor ontwikkelen we actuele en gerichte kennis over huishoudens in energiearmoede en over de effectiviteit van maatregelen die worden genomen. Daarnaast versnellen we de implementatie van effectieve maatregelen door uitwisseling van kennis en ervaring. Voor meer informatie over het Landelijk Onderzoeksprogramma Energiearmoede, zie: <https://energy.nl/landelijk-onderzoeksprogramma-energiearmoede/>

Alle rechten voorbehouden

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

© 2025 TNO

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	4
1 Inleiding	6
2 Onderzoeksaanpak	8
2.1 Vragenlijst energiefixers	8
2.2 Gegevens over energiebesparing per maatregel	9
2.3 Berekenen van energiebesparingen	9
3 Resultaten	10
3.1 Beschouwde maatregelen	10
3.2 Inschatting energiefixers van energiebesparing	14
3.3 Literatuur energiebesparingen per maatregel	15
3.3.1 Besparing door tochtwering	15
3.3.2 Besparing door raamisolatie	16
3.3.3 Besparing maatregelen verwarming	17
3.3.4 Besparende maatregelen warmtapwater	20
3.3.5 Besparende maatregelen Elektriciteit	20
3.4 Besparing per woning op basis van vragenlijsten vs. ingeschatte besparingen	21
3.5 Vergelijking met besparing ingeschat door energiefixers	23
4 Discussie	25
5 Conclusies	27
Literatuur	29
Ondertekening	31
Bijlagen	
Bijlage A: Code software script	32
Bijlage B: Vragenlijst	34
Bijlage C: Respondenten vragenlijst	37

Samenvatting

Aanleiding en doel

Het aantal huishoudens in energiearmoede ligt sinds 2020 rond de 6% van het totaal aantal huishoudens in Nederland, met een tijdelijke verlaging in 2022 en 2023 dankzij financiële compensatie vanuit de overheid. Deze huishoudens hebben een laag inkomen in combinatie met een hoge energierekening en/of een lage energetische kwaliteit van hun huis. De inzet van energiefixers is een veelgebruikte maatregel om energiearme huishoudens te ondersteunen het nemen van energiebesparende maatregelen en daarmee hun energierekening te verlagen.

Energiefixers zijn energie-adviseurs die laagdrempelige isolatiemaatregelen in woningen treffen, zoals het plaatsen van radiatorfolie of tochtstrippen. De vraag is wat de energiebesparing van dergelijke maatregelen is. De hoofdonderzoeksvraag is daarom de volgende.

Hoeveel energiebesparing kan worden gerealiseerd door maatregelen genomen door energiefixers?

Verder zijn de volgende deelonderzoeksvragen gedefinieerd:

1. *Kunnen de besparingen van specifieke maatregelen worden ingeschat op basis van kennis uit de literatuur?*
2. *Wat rapporteren energiefixers aan genomen maatregelen en wat is de daarmee te verwachten energiebesparing voor een woning?*

Aanpak

Het onderzoek omvat de volgende stappen:

- 1- Ontwikkelen, toetsen, aanscherpen, uitvoeren en verwerken van een vragenlijst onder energiefixers over door hen genomen maatregelen en de door hen verwachte gerealiseerde energiebesparing voor een woning.
- 2- Verzamelen van gegevens in de literatuur over de energiebesparing per maatregel.
- 3- Berekenen van de energiebesparing voor een woning door de frequentie van genomen maatregelen (een percentage tussen 0 en 100%), gerapporteerd door energiefixers, te vermenigvuldigen met de gevonden besparingen per maatregel.
Besparingen in het verbruik van gas en elektra kunnen niet eenvoudigweg bij elkaar worden opgeteld. Wel kunnen de besparingen op de gas- en elektriciteitsrekening bij elkaar worden opgeteld. De besparing op gas en elektra is daarom uitgedrukt in euro's per jaar en als percentage van de totale energierekening.
- 4- Vergelijken van de besparingen uit stap 1 (eigen inschatting van de energiefixers) en stap 3 (in dit rapport berekende besparing).

Resultaten en Conclusie

De deelonderzoeksvragen kunnen als volgt worden beantwoord:

1. De energiebesparingen per maatregel hangen sterk van de specifieke situatie (type woning, type warmte-installatie, type warmteafgiftesysteem, gedrag van bewoners etc.). Als er bijvoorbeeld weinig wordt gestookt of gedoucht kan er minder worden bespaard, en bij een al goed ingeregelde installatie kan weinig worden bespaard door deze nog beter in te regelen.
Verder bleek uit de (beperkte) literatuurstudie dat er, afgezien van de website van Milieu Centraal, weinig

direct bruikbare literatuur bestaat over energiebesparing van door energiefixers toepaste maatregelen. Ondanks bovenstaande beperkingen is het mogelijk gebleken om in elk geval een range te geven van de potentiële energiebesparing per maatregel.

2. Op basis van de door de energiefixers ingevulde vragenlijsten is een overzicht gemaakt van veel toegepaste maatregelen. Zo blijkt de top drie van maatregelen (radiatorfolie, LED-lampen en tochtstrippen) in meer dan de helft van de woningen te worden toegepast. De mediaan van de door de energiefixers zelf ingeschatte energiebesparing per aangepakte woning is 15%.

Het antwoord op de hoofdonderzoeksvraag luidt als volgt:

De besparing op de energierekening die is berekend voor een woning op basis van de genomen maatregelen (gerapporteerd door energiefixers) vermenigvuldigd met de gevonden besparingen per maatregel bedraagt ca. €280 per jaar (12%). Dit komt qua grootte orde overeen met de door de energiefixers zelf ingeschatte besparing van 15% per woning. Overigens gaven energiefixers aan die besparing zelf moeilijk te kunnen inschatten.

Een recente TNO studie die de effecten van energiehulp (bestaande uit energiecoaches en energiefixers) heeft berekend op basis van daadwerkelijk energieverbruik in CBS data kwam uit op een besparing op de energierekening van 8,8% bij energiearme huishoudens en 2,7% bij alle door energiehulp bezochte huishoudens. De besparing valt in de praktijk dus lager uit. Hiervoor zijn verschillende verklaringen aannemelijk, zoals dat in de praktijk maatregelen niet altijd in een optimale situatie of op de juiste wijze worden uitgevoerd, verschillende maatregelen elkaar beïnvloeden en dus niet volledig optelbaar zijn, en het rebound effect van het gedrag van de bewoners, dat beschrijft dat bewoners zich minder zuinig gaan gedragen in de wetenschap dat hun huis energiezuiniger is geworden. De eerdere TNO studie heeft het daadwerkelijk in de praktijk gerealiseerde effect van “hulp op maat” gemeten voor een specifieke doelgroep van energiearme huishoudens die veelal in specifieke woningen woont. Terwijl het voorliggende rapport een theoretische inschatting heeft gemaakt van de te verwachten energiebesparing van maatregelen genomen door energiefixers in een gemiddelde woning. De gevonden resultaten kunnen niet zonder meer met elkaar vergeleken worden. Ook bevestigt deze vergelijking dat de effecten van maatregelen afhankelijk zijn van verschillende factoren. Besparingsgetallen moeten dus altijd genoemd worden met de toepassingssituatie en idealiter ook met een bandbreedte.

Een in de praktijk bruikbaar vervolg van het onderzoek zou zijn de ontwikkeling van een rekentool waarmee de energiebesparing voor een specifieke woning kan worden berekend voor een set van maatregelen. De berekenmethodiek en onderliggende data uit deze studie zouden hiervoor de basis kunnen vormen.

1 Inleiding

Het aantal huishoudens in energiearmoede is gestegen naar ongeveer 510 duizend huishoudens in 2024. Dit is 6,1% van het totaal aantal huishoudens in Nederland. Deze huishoudens in energiearmoede hebben te maken met een laag inkomen in combinatie met een lage energetische kwaliteit van hun huis en/of een hoge energierekening. Het aantal huishoudens met een laag inkomen en een woning van lage energetische kwaliteit daalt sinds 2019 gestaag (van 5,6% naar 2,9%), echter het aantal huishoudens met een laag inkomen en een hoge energierekening neemt tussen 2023 en 2024 voor het eerst toe (van 1,6% naar 5,1%). Het energieprijsniveau in combinatie met het wegvallen van de financiële steunmaatregelen vanuit de overheid zorgt voor deze stijging [1].

De inzet van energiefixers is een veelgebruikte maatregel om energiearme huishoudens te ondersteunen. Energiefixers zijn energie-adviseurs die relatief eenvoudige energiebesparende maatregelen in woningen treffen, zoals het plaatsen van radiatorfolie of tochtstrippen. Energiefixers werken alleen of in teamverband. De inzet van energiefixorganisaties wordt voornamelijk bekostigd vanuit gemeentelijke budgetten.

Het toenmalige ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) heeft besloten in 2023 185 miljoen euro extra beschikbaar te stellen aan gemeenten voor het verminderen van energiearmoede onder meer door de inzet van energiefixorganisaties. Dit bedrag kwam bovenop de 368 miljoen euro die in 2021 en 2022 al beschikbaar was gesteld door BZK.¹ Een vraag daarbij is wat de potentiële rol van de energiefixer in de toekomst wordt. Van belang daarbij is de vraag hoeveel energiebesparing energiefixers kunnen realiseren.

Het doel van dit onderzoek is om beleidsmakers op lokaal, regionaal en nationaal niveau en ook energiefixers zelf inzicht te geven in de te verwachte energiebesparingseffecten van maatregelen genomen door energiefixers.

De hoofdonderzoeksvraag is de volgende:

Hoeveel energiebesparing kan worden gerealiseerd door maatregelen genomen door energiefixers?

Daarvoor zijn de volgende deelonderzoeksvragen gedefinieerd:

1. *Kunnen de besparingen van specifieke maatregelen worden ingeschat op basis van kennis uit de literatuur?*
2. *Wat rapporteren energiefixers aan genomen maatregelen en wat is de daarmee te verwachten energiebesparing voor een woning?*

De studie betreft een verkenning op basis van inzichten van energiefixers zelf en kennis uit de literatuur. Het beoogde resultaat is een onderbouwde inschatting.

Dit onderzoek maakt deel uit van het Landelijk Onderzoeksprogramma Energiearmoede. In dit programma is in ook onderzoek gedaan naar de kenmerken van effectieve energiehulporganisaties [2a] en naar de effecten van energiehulp (energiecoaches en energiefixers) op basis van een kwantitatieve analyse van CBS data op huishouden niveau i.c.m. interviews met huishoudens [2b]. We zullen de resultaten verkregen in voorliggende studie vergelijken met deze studies. Op deze manier vergelijken we drie op verschillende wijze verkregen schattingen van de energiebesparing door fixers: 1) inschatting van de fixers zelf, 2) inschatting op basis van opgave genomen maatregelen i.c.m. besparingsgegevens uit de literatuur, 3) berekeningen op

¹ [Voorstel verdeling energiearmoedemiddelen gemeenten voor energiefixers | Nieuwsbericht | Home | Volkshuisvesting Nederland](#)

basis van CBS energieverbruiksdata. We zullen de bevindingen naast elkaar te leggen en verschillen bespreken.

In het onderzoeksprogramma zijn verschillende aspecten van energiehulp (waaronder energiefixers) onderzocht. Naast de energiebesparing is ook gekeken naar de effecten op andere aan energiearmoede gerelateerde aspecten zoals wooncomfort, gezondheid en sociale aspecten. Ook is onderzoek gedaan naar de toekomstmogelijkheden van energiehulporganisaties en hun medewerkers. De bevinden van de voorliggende en overige studies worden bijeengebracht in de overzichtspublicatie Energiehulpen [2c].

2 Onderzoeksaanpak

Het onderzoek omvat de volgende stappen:

- 1- Ontwikkelen, toetsen, aanscherpen, uitvoeren en verwerken van een vragenlijst onder energiefixers over door hen genomen maatregelen en de door hen verwachte gerealiseerde energiebesparing voor een woning.
- 2- Verzamelen van gegevens in de literatuur over de energiebesparing per maatregel;
- 3- Berekenen van de energiebesparing voor een woning door de frequentie van genomen maatregelen (een percentage tussen 0 en 100%), gerapporteerd door energiefixers, te vermenigvuldigen met de in de literatuur gevonden besparingen per maatregel.
Besparingen in gas en elektra in percentage kunnen niet direct bij elkaar worden opgeteld. Wel kunnen de besparingen op de energierekening bij elkaar worden opgeteld. De besparing op gas plus elektra is daarom uitgedrukt in euro's per jaar en als percentage van de totale energierekening.
- 4- Vergelijken van de besparingen uit stappen 1 en 3.

2.1 Vragenlijst energiefixers

Ontwikkeling vragenlijst

Om een beeld te krijgen van door energiefixers genomen maatregelen en de door hen verwachte gerealiseerde energiebesparingen daarmee, is een online vragenlijst opgesteld en uitgezet onder energiefixers. TNO heeft in overleg met energiefixers hiervoor een lijst met maatregelen samengesteld die door energiefixers worden toegepast. Hieraan zijn vragen toegevoegd waarmee verwachte energiebesparingen, kosten, aantal aangepakte woningen tot nu toe en in de afgelopen 12 maanden worden uitgevraagd.

Een eerste versie van de vragenlijst is getoetst bij een aantal energiefixers waarbij de feedback van deze energiefixers is gebruikt om de vragenlijst aan te scherpen. Uit deze feedback bleek dat veel details zoals ingeschatte besparing per maatregel en ingeschatte besparingen per woningtype niet bekend te zijn bij energiefixers. Daarom is in de aangepaste vragenlijst alleen gevraagd naar een geschatte besparing voor een algemene woning en niet per maatregel om te voorkomen dat veel vragen onbeantwoord zouden blijven en het invullen van de vragenlijsten zou stranden.

De aangescherpte vragenlijst is online uitgevraagd via Survalyzer, waarbij de antwoorden online konden worden gegeven die dan automatisch in een database werden gezet. Voor de vragenlijst zie Bijlage B.

Dataverzameling

De werving van de energiefixers heeft plaatsgevonden tijdens een workshop voor Energiefixers in Utrecht georganiseerd door RVO in het voorjaar van 2024. Tijdens die workshop is toestemming gevraagd om de aanwezige energiefixers te benaderen voor het onderzoek. De aanwezigen en genodigden van deze workshop (ca. 60 organisaties) zijn via e-mail uitgenodigd om deel te nemen aan de vragenlijst. Daarnaast is twee keer een herinnering uitgegaan naar organisaties waarvan nog geen antwoord is ontvangen. Van een deel van de uitgenodigde organisaties is een reactie ontvangen bijvoorbeeld dat zij niet rechtstreeks

betrokken waren bij de planning en implementatie van maatregelen. Enkele energiefixers zijn ook telefonisch benaderd.

Er zijn uiteindelijk 30 energiefixers geweest die de vragenlijst hebben ingevuld in het najaar van 2024. 11 van de 30 respondenten werkten voor dezelfde organisatie, de overige 19 werkten voor verschillende organisaties. Totaal hebben dus 20 organisaties deelgenomen. Zie Bijlage C voor de lijst van deelnemende organisaties.

Data-analyse

De data is ingelezen en verwerkt in Pandas (<https://pandas.pydata.org>). Dit is een Python bibliotheek voor data-analyse. Hiermee is de gemiddelde toepassingsfrequentie bepaald per maatregel. Daarnaast zijn boxplots gemaakt van bijvoorbeeld de door de fixteams verwachte energiebesparingen, kosten per woning, tijdsduur per woning.

2.2 Gegevens over energiebesparing per maatregel

Om de energiebesparing per maatregel in te schatten, is gebruik gemaakt van veelgebruikte beschikbare bronnen, vooral de website van Milieu Centraal (<https://www.milieucentraal.nl/>). Het was de bedoeling om meerdere bronnen te gebruiken maar gaandeweg het onderzoek bleek dat lastig omdat de gevonden literatuur weinig direct bruikbare gegevens bleek te bevatten. Resultaten waren niet beschikbaar voor de onderzochte maatregelen, niet van een betrouwbare bron of enkel geldig voor specifieke situaties. Daarom is contact gelegd met Milieu Centraal om de op hun website verstrekte besparingsgegevens te bespreken. Milieu Centraal heeft de besparingsgegevens op haar website veelal zelf berekend/ingeschat en daarbij, waar nodig en beschikbaar gebruik gemaakt van onderliggende (onderzoeks)rapportages, bijv. vanuit de leverancier of installatiebranche. TNO heeft de brongegevens opgevraagd en doorgenomen en aannames besproken met Milieu Centraal. Ook heeft Milieu Centraal het voorliggende onderzoeksrapport tegengelezen en van commentaar voorzien.

2.3 Berekenen van energiebesparingen

Voor het berekenen van de energiebesparing voor een woning is de frequentie van genomen maatregelen (een percentage tussen 0 en 100%), gerapporteerd door energiefixers, vermenigvuldigd met de gevonden besparingen per maatregel. Dit is apart gedaan voor de besparing op m³ gas en kWh aan elektra. Beide besparingen zijn omgerekend naar een besparing op de energierekening in Euro's en bij elkaar opgeteld.

Deze besparing voor een gemiddelde woning is vergeleken met de door de energiefixers zelf ingeschatte gemiddelde energiebesparing per woning (in %). Dit door de fixers opgegeven percentage is door ons geïnterpreteerd als een besparing op de energierekening.

3 Resultaten

Dit hoofdstuk beschrijft de volgende onderdelen:

1. In dit onderzoek beschouwde maatregelen
2. De antwoorden van de vragenlijst aan de energiefixers zoals de toepassingsfrequentie per maatregel en de door hen zelf ingeschatte energiebesparing, investeringen in geld en tijd per woning etc.
3. De in de literatuur gevonden energiebesparing per maatregel.
4. Een inschatting van de energiebesparing per woning berekend door de gevonden energiebesparing per maatregel te vermenigvuldigen met de door de energiefixers opgegeven toepassingsfrequentie.
5. Dit wordt vervolgens vergeleken met de door de energiefixers ingeschatte energiebesparing per woning.

3.1 Beschouwde maatregelen

In voorgesprekken met energiefixers is de volgende lijst met door energiefixers toegepaste maatregelen samengesteld:

- 1- Tochtwering
 - a. Tochtstrippen en tochtband voor toepassing bij ramen en deuren
 - b. Kitten voor naaddichting
 - c. Deurborstels voor buiten en binnendeuren
 - d. Brievenbusborstels
 - e. Deurveer
- 2- Raamisolatie
 - a. Kozijnfolie voor enkelglas
 - b. Kozijnfolie voor dubbelglas
 - c. Binnenzonwering en / of gordijnen
- 3- Verwarming
 - a. Radiatorfolie
 - b. Leidingisolatie
 - c. Radiatorventilatoren of boosters
 - d. CV aanvoertemperatuur verlagen
 - e. Waterzijdig inregelen
- 4- Warmwater
 - a. Waterbesparende douchekop
 - b. Waterbesparende inzet
 - c. Douchetimer / zandloper
- 5- Stroom
 - a. LED-lampen
 - b. Verdeeldoos met aan/uit-knop
 - c. Energiegebruik meters

De beschouwde maatregelen worden verder toegelicht in de volgende paragrafen.

Energiefixers kunnen ook advies geven over energiebesparend gedrag. Echter gaven energiefixers in deze studie aan dat er vaak geen tijd beschikbaar was voor het stimuleren van energiezuinig gedrag. We hebben daarom het geven van advies niet meegenomen als maatregel. Wel meegenomen zijn het plaatsen van een energieverbruikmeter, die de bewoner inzicht geeft in het verbruik van gas en elektra en het effect van gedrag daarop, het plaatsen van verdeelkasten met aan/uit-knop, en het aanrijken van een douchetimer (zandloper).

Voor het effect van advies en bredere effecten van energiefixers dan alleen een besparing op de energierekening verwijzen we naar de TNO studie Een kwantitatieve en kwalitatieve analyse van de effecten van energiehulp op huishoudens [2b].

In Tabel 3.1 hieronder staan de antwoorden van de respondenten weergegeven. Hierbij gaven zij aan in welk percentage van de woningen die zij bezoeken een bepaalde maatregel wordt toegepast. In Tabel 3.2 is dit vertaald naar een frequentiepercentage, dus hoeveel procent van de respondenten een bepaald toepassingspercentage hebben aangekruist.

Tabel 3.1: Toepassingsfrequentie van maatregelen in aantallen per range, ingeschat door energiefixers. Zo hebben bijvoorbeeld twee energiefixers ingeschat dat zij in 20% tot 40% van de woningen tochtstrippen toepassen en 11 energiefixers dat zij dit in 60-80% van de woningen doen etc.

	Aantal respondenten per toepassingsfrequentierange					
	0%	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
Tochtwering						
Tochtstrippen (naden, ramen, deuren)	0	0	2	4	11	2
Kitten (kieren)	3	10	3	1	1	1
Deurborstels (buiten- binnendeuren)	1	2	8	6	2	1
Brievenbusborstels	1	6	6	4	2	1
Deurveer	2	11	4	2	0	0
Raamisolatie						
Kozijnfolie (voor enkelglas, transparant)	5	10	2	1	1	0
Kozijnfolie (voor dubbelglas, transparant)	9	8	0	0	1	0
Binnenzonwering / gordijnen	3	8	5	0	1	1
Verwarming						
Radiatorfolie (IR reflectie)	0	0	1	4	7	8
Leidingsisolatie	3	6	5	3	3	0
Radiatorventilatoren (boosters)	2	2	7	4	2	3
CV aanvoertemperatuur verlagen naar 60°C	2	4	5	3	4	2
Waterzijdig inregelen	7	10	1	1	0	0
Warmwater						
Waterbesparende douchekop	3	1	7	5	1	2
Waterbesparende insert (in leiding)	6	7	2	2	1	0
Douche timer / zandloper	2	5	5	5	2	0
Stroom						
LED-lampen	0	1	1	3	6	8
Verdeelkast met aan/uit-knop	4	2	6	4	2	1
Energiegebruik meters	3	7	5	4	0	0

Tabel 3.2: Toepassingsfrequentie van maatregel in procenten per range. ingeschat door de energiefixers. In de laatste kolom zijn de percentages over de ranges gemiddeld.

	Percentage respondenten per toepassingsfrequentierange						
	0%	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	gemidd%
Tochtwering							
Tochtstrippen (naden, ramen, deuren)	0	0	11	21	58	11	64
Kitten (kieren)	16	53	16	5	5	5	21
Deurborstels (buiten- binnendeuren)	5	10	40	30	10	5	40
Brievenbusborstels	5	30	30	20	10	5	34
Deurveer	11	58	21	11	0	0	17
Raamisolatie							
Kozijnfolie (voor enkelglas, transparant)	26	53	11	5	5	0	15
Kozijnfolie (voor dubbelglas, transparant)	50	44	0	0	6	0	8
Binnenzonwering / gordijnen	17	44	28	0	6	6	22
Verwarming							
Radiatorfolie (IR reflectie)	0	0	5	20	35	40	72
Leidingsisolatie	15	30	25	15	15	0	29
Radiatorventilatoren (boosters)	10	10	35	20	10	15	42
CV aanvoertemperatuur verlagen naar 60oC	10	20	25	15	20	10	40
Waterzijdig inregelen	37	53	5	5	0	0	9
Warmwater							
Waterbesparende douchekop	16	5	37	26	5	11	38
Waterbesparende insert (in leiding)	33	39	11	11	6	0	17
Douche timer / zandloper	11	26	26	26	11	0	31
Stroom							
LED-lampen	0	5	5	16	32	42	70
Verdeelddoos met aan/uit-knop	21	11	32	21	11	5	33
Energiegebruik meters	16	37	26	21	0	0	22

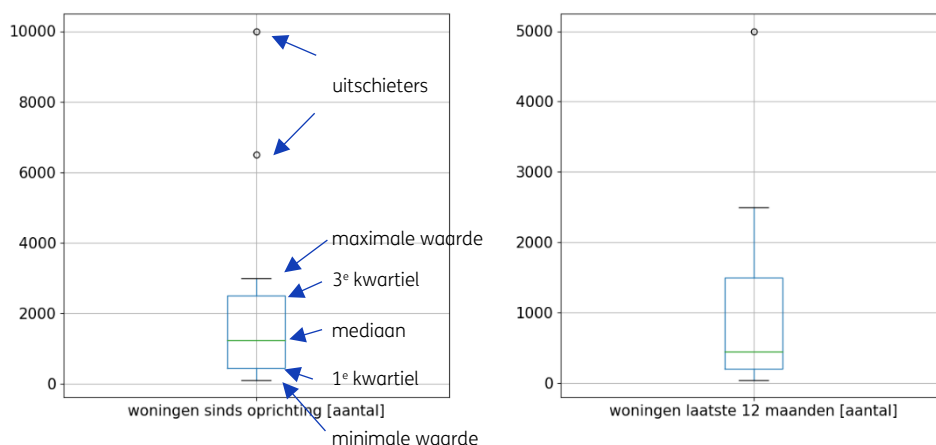
In **Tabel 3.2** is te zien dat:

- Tochtwering vooral in de vorm van tochtstrippen (64%) deurborstels (40%) en brievenbusborstels (34%) wordt toegepast.
- Kozijnfolie beperkt wordt toegepast (15% bij enkel glas).
- Voor verwarming vooral radiatorfolie wordt toegepast (72%) en wat minder radiatorventilatoren (42%) en het verlagen van de cv aanvoertemperatuur (40%).
- Waterzijdig inregelen wordt minder toegepast (9%)
- Bij warmwater besparende maatregelen vooral een waterbesparende douchekop (38%) en een douche timer / zandloper (31%) worden toegepast
- Van de stroom besparende maatregelen worden LED-lampen het vaakst toegepast (70%)

De top 3 van maatregelen (radiatorfolie, LED-lampen en tochtstrippen) worden elk in 60-70% van de woningen toegepast.

Op de open vraag in de vragenlijst naar additionele maatregelen wordt geregeld het vervangen van (oud) witgoed / koelkast genoemd en verder wordt gemeld dat gloeilampen vaak al zijn vervangen door LED verlichting.

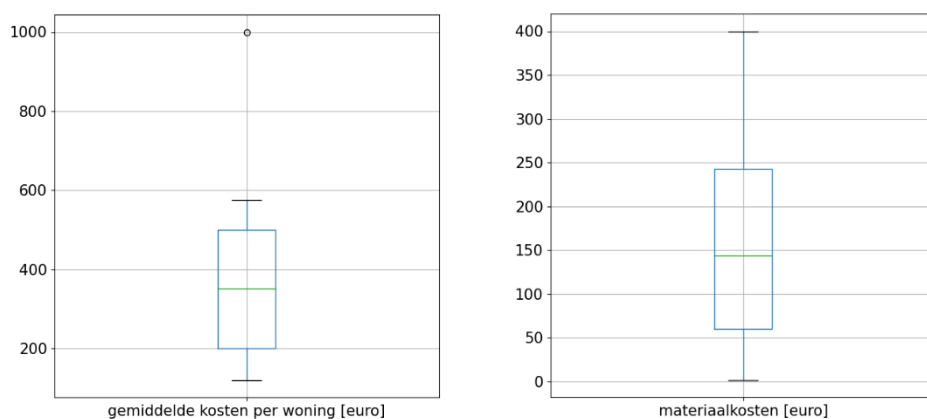
Voor een aantal vragen is een boxplot gemaakt. In een boxplot worden steeds de minimale en maximale waarden, de mediaan (de middelste waarde), de uitschieters en de kwartielen (1^e en 3^e) weergegeven. De box geeft dus aan waarbinnen de helft van de waarnemingen ligt, zie bijvoorbeeld Aangepakte woningen totaal (links) en in de laatste 12 maanden (rechts).



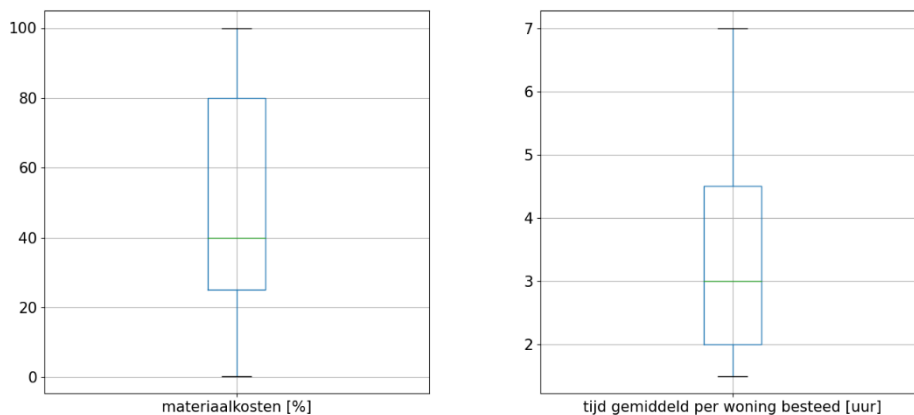
Figuur 3.1: Aangepakte woningen totaal (links) en in de laatste 12 maanden (rechts)

Figuur 3.1 laat het aantal door fixteams aangepakte woningen en het aantal woningen in de laatste 12 maanden zien. Het valt op dat in er beide figuren uitschieters zijn aan de bovenkant. Dit laat zien dat er een beperkt aantal grotere fixteams zijn die substantieel meer woningen aanpakken dan de andere fixteams.

Figuur 3.2 laat de gemiddelde kosten per woning zien (links) en wat het aandeel materiaalkosten daarin is (rechts). **Figuur 3.3** (links) toont de materiaalkosten als percentage van het totaal en de per woning bestede tijd in uren. Wat opvalt is dat in meer dan 20% van de gevallen de materiaalkosten 100% van de kosten bedragen. Uit gesprekken blijkt dat soms met vrijwilligers wordt gewerkt, zodat er geen personeelskosten zijn. Ook bleek dat de bestede uren soms niet duidelijk zijn omdat de energiefixers meerdere taken hebben.



Figuur 3.2: Kosten in euro per woning totaal (links) en materiaalkosten per woning (rechts)



Figuur 3.3: Materiaalkosten als percentage van het totaal (links) en tijd besteed per woning in uren (rechts)

Figuur 3.3 (rechts) laat zien dat er een behoorlijke spreiding is in de tijd die per woning wordt besteed aan de maatregelen. Energiefixers geven bijvoorbeeld aan dat er vaak geen tijd beschikbaar is voor het stimuleren van energiezuinig gedrag, en ook niet voor persoonlijke problematiek zoals eenzaamheid.

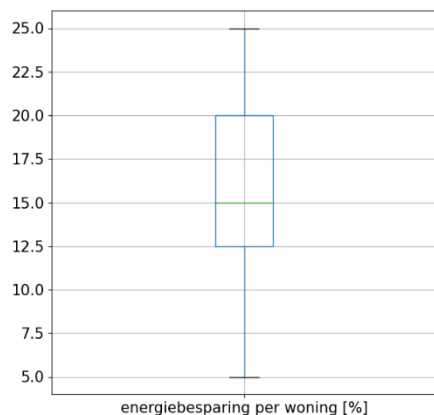
De getoonde verschillen in kosten en tijd hebben uiteraard te maken met de financiële afspraken die zijn gemaakt met opdrachtgevers zoals gemeenten en met de organisatievorm van de energiefixers. Soms bestaat deze bijvoorbeeld deels uit vrijwilligers. Partijen moeten soms in concurrentie aanbieden waarbij kosten per woning meewegen bij selectie van de energiefixers. Andere relevante punten zijn dat sommige energiefixers graag een tweede keer afspreken om de impact te vergroten. Dat kwam ook uit eerder TNO onderzoek naar voren [2a].

Tot slot wordt door energiefixers een verschil in maatregelkwaliteit genoemd b.v. tussen het plakken van een tochtstrip op een ruwe ondergrond en het aanbrengen van metalen profielen met een geïntegreerde tochtstrip.

3.2 Inschatting energiefixers van energiebesparing

In de vragenlijst is de energiefixers gevraagd hoeveel procent energiebesparing zij gemiddeld per woning verwachten door de genomen maatregelen. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen elektra en gas (of eventueel warmte).

In een eerste proefversie van de vragenlijst werden meer details gevraagd zoals de verwachte energiebesparingen per maatregel en verschillen tussen woningtypen. Deze vragen werden niet ingevuld en energiefixers gaven aan dat deze informatie bij hen niet bekend is. Ook om afhaken te minimaliseren, is deze vraag in de uiteindelijk vragenlijst vereenvoudigd tot de gemiddelde verwachte besparing (in %) voor een gemiddelde woning. Dit percentage wordt geïnterpreteerd als een besparing op de energierekening.



Figuur 3.4: Inschatting energiefixers van de energiebesparing

In **Figuur 3.4** is te zien dat de mediaan van de ingeschatte besparing van 15% is. Daarnaast is er een flinke spreiding, tussen 5% en 25%, waarbij de helft van de verwachte besparingen tussen 12,5% en 20% liggen. Dat komt niet alleen omdat er sprake kan zijn van verschillende pakketten aan maatregelen. In de vragenlijst en ook in gesprekken met energiefixers is namelijk regelmatig aangegeven dat het de energiefixers zelf niet duidelijk is hoeveel energiebesparing ze realiseren per individuele maatregel of pakket aan maatregelen.

3.3 Literatuur energiebesparingen per maatregel

Er is een (beperkt) literatuuronderzoek uitgevoerd om de energiebesparing door de maatregelen uit **Tabel 3.1** te kwantificeren. Daarbij is weinig direct bruikbare literatuur gevonden, behalve op de website van Milieu Centraal. <https://www.milieucentraal.nl/>.

In onderstaande paragrafen is steeds per maatregel een korte omschrijving gegeven, de verwachte besparing inclusief aandachtspunten en bijzonderheden, en een conclusie over de ingeschatte energiebesparing.

Voor het berekenen van de procentuele besparing wordt de besparing gerelateerd aan het energiegebruik van een generieke woning, zie paragraaf Referentiewoning in 3.4. Het energiegebruik hiervan bedraagt 1100 m³ gas en 2400 kWh aan elektriciteit per jaar.

3.3.1 Besparing door tochtwering

Ventilatie in woningen is nodig om voldoende vocht af te voeren en de binnenluchtkwaliteit op peil te houden. We maken daarbij onderscheid tussen ventilatie (bijvoorbeeld door mechanische ventilatoren) en infiltratie (onbedoelde ventilatie door openingen in de gebouwschil, zoals rond ramen en tussen muren en dak.). Teveel ventilatie en infiltratie zorgt voor meer warmteverliezen en daarmee voor een hoger energiegebruik dan nodig is. Tochtwering zorgt voor minder infiltratie en dus voor minder warmteverlies.

Echter, oudere woningen hebben vaak zogenaamde ‘natuurlijke ventilatie’, wat betekent dat er geen mechanische ventilator is. Deze woningen zijn voor de ventilatie van de woning afhankelijk van de infiltratie, dus openingen in de gebouwschil. Het aanbrengen van tochtstrippen vermindert de luchtverversing en kan dan ook leiden tot lagere luchtkwaliteit in de woning.

Het is lastig om per tochtwerende maatregel te bepalen in hoeverre deze de luchtdichtheid verbeteren ook omdat maatregelen elkaar beïnvloeden. Daarom wordt tochtwering als één maatregel beschouwd en is voor de toepassingsfrequentie een gemiddelde van 50% aangehouden.

Voor het bepalen van de energiebesparing is de website van Milieu Centraal [3] geraadpleegd. Milieu Centraal geeft aan dat de besparingen zijn gebaseerd op eigen berekeningen [3a], waarbij het dichtmaken van alle naden en kieren in een gemiddelde hoekwoning of 2-onder-1-kap woning ca. 50 m³ gas per jaar bespaart.

Conclusie

Het dichtmaken van alle naden en kieren in een gemiddelde woning bespaart ca. 50 m³ gas per jaar.

3.3.2 Besparing door raamisolatie

Warmtetransport door ramen vertegenwoordigt een aanzienlijk deel van de totale warmteverliezen in woningen zeker als deze nog zijn voorzien van enkel glas. Een eenvoudige en goedkope manier om deze warmteverliezen te verminderen is het toepassen van kozijnfolie. Hiermee wordt een extra luchtspouw gecreëerd en daarmee een extra warmteweerstand.

De kozijnfolie wordt op het kozijn worden geplakt met dubbelzijdig plakband en daarna strak getrokken met een föhn. De folies zijn relatief kwetsbaar en zullen in de praktijk naar verwachting niet langer dan een paar winters mee gaan.

In tegenstelling tot wat nogal eens wordt gedacht is de warmteweerstand van een raam met kozijnfolie niet gelijk aan die van dubbelglas (ca. 2.9 W/(m²K)). Dat komt omdat glas geen thermische warmtestraling (in het stookseizoen van binnen naar buiten) doorlaat en de dunne raamfolies wel.

In Tabel 3.3 zijn de Ug waarden gegeven voor verschillende glassoorten. Hoe hoger de Ug waarde, hoe hoger het warmteverlies door het raam. De tabel geeft ook de besparing in m³ gas per jaar per m² vloeroppervlak ten opzichte van enkel glas. Bron: Milieucentraal [4]. De getallen zijn afkomstig uit een intern document van Milieu Centraal [4a].

Tabel 3.3. Besparingen en effecten op de warmte transmissie (Ug) door raamfolie

Soort beglazing	Ug* [W/(m ² .K)]	Besparing [m ³ _{gas} /m ²]
Enkel glas	5,8	-
Kozijnfolie voor enkel glas	4,2	6,5
Kozijnfolie voor dubbel glas	2,4	2,5
Isolerend gordijn voor enkel glas	3,7	6,5
Isolerend gordijn voor dubbel glas	2	3,2

*De Ug-waarden zijn door TNO gecontroleerd.

Conclusie

Kozijnfolie aangebracht voor enkel glas levert voor een gemiddelde oudere woning met 15 m² enkel glas een besparing op van ca 98 m³ gas per jaar.

3.3.3 Besparing maatregelen verwarming

3.3.3.1 Radiatorfolie

De radiator geeft zijn warmte af door zowel warmtestraling en als door convectie via de lucht. Ongeveer de helft van de warmtestraling wordt aan de achterkant van de radiator afgegeven. Als de radiator voor een buitengevel is geplaatst wordt die warmer door stralingswarmte, en ontstaat er warmteverlies naar buiten. Radiatorfolie kan dit verminderen.

De radiatorfolie wordt aangebracht tussen de radiator en (het binnenblad van) de buitenmuur. Radiatorfolie heeft een glimmend oppervlak met een hoge reflectie coëfficiënt die de warmtestraling reflecteert. Daardoor wordt de buitenmuur minder warm, wat de warmteverliezen door de buitenmuur naar buiten vermindert.

De besparing door radiatorfolie is in onderstaande tabel weergegeven. Als bron is Milieu Centraal [5] gebruikt, dat aangeeft dat de getallen zijn gebaseerd op een onderzoek door Climaticdesign [5a].

Tabel 3.4: Besparing door radiatorfolie

Plaats radiatorfolie	Besparing [m ³ _{gas} / m ² _{folie}]
achter radiator voor ongeïsoleerde steensmuur	11
achter radiator voor ongeïsoleerde spouwmuur	7
achter radiator voor geïsoleerde spouwmuur	1
achter radiator voor enkelglas	50
achter radiator voor dubbel glas	25

Conclusie

Uitgaande van 5 m² radiatorfolie toegepast achter een radiator voor een ongeïsoleerde spouwmuur komen we uit op 35 m³ gas per jaar.

3.3.3.2 Leidingisolatie

Hierover meldt Milieu Centraal [6]: “CV-leidingen die door onverwarmde ruimtes lopen (zoals de kruipruimte en de zolder), verliezen warmte. Buisisolatie met 20 millimeter dik kunststofschuim bespaart op jaarbasis 3 m³ gas per meter”. Milieu Centraal baseert zich daarbij op het Energievademecum [6a].

Conclusie

Uitgaande van 10 meter leiding wordt er jaarlijks 30 m³ gas bespaard.

3.3.3.3 CV aanvoertemperatuur verlagen

De cv-aanvoertemperatuur is de temperatuur van het door de cv-ketel opgewarmde water dat naar de radiatoren gaat. Hoe hoger de aanvoertemperatuur, des te hoger de warmteverliezen in de cv-ketel en des te lager het rendement van de ketel. De besparing door het verlagen van de aanvoertemperatuur hangt af van de aanvoertemperatuur en (type) cv-ketel.

Zogenaamde modulerende ketels stellen de aanvoertemperatuur zelf in op basis van de warmtevraag. Daarvoor is doorgaans wel een modulerende kamerthermostaat nodig.

Veel moderne ketels zijn zogenaamde HR-ketels. Dit zijn ketels waarbij de waterdamp uit de rookgassen condenseert in een warmtewisselaar tussen de rookgassen en het cv-water. De condensatiewarmte uit de rookgassen (ca. 10% van de verbrandingswaarde van het aardgas) komt beschikbaar voor de verwarming, waardoor het rendement van de ketel hoger wordt. Dit werkt echter alleen als het retourwater (dat van de radiatoren naar de ketel komt) lager is dan ongeveer 55 °C.

Verder kan het maximale afgiftevermogen van moderne ketels soms worden ingesteld. Dit kan een goed alternatief zijn voor het verlagen van de aanvoertemperatuur maar kan ook worden toegepast in combinatie met het verlagen van de aanvoertemperatuur.

Uiteraard moeten deze instellingen niet leiden tot onvoldoende capaciteit bij koude dagen en/of te lange aanwarmtijden. Dit is waarom installateurs vaak terughoudend zijn om deze instellingen te laten uitvoeren door derden.

Hoe groot de energiebesparing is hangt dus sterk af van het type cv-ketel en hoe deze is ingesteld in de uitgangssituatie maar ook van de ingestelde (maximale) pompsnelheid en maximaal vermogen van de cv-ketel voor ruimteverwarming. Milieu Centraal verwijst hiervoor desgevraagd naar een Novem Brochure uit 2009 [6b].

Conclusie

Gemiddeld wordt er 2-7% gas per jaar bespaard door het verlagen van de CV aanvoertemperatuur. Uitgaande van 4% levert dat een besparing op van 44 m³ gas per jaar

3.3.3.4 Radiatorventilatoren of boosters

Een radiatorventilator wordt onder de radiator gemonteerd. De ventilatoren gaan draaien als de radiator warm wordt, waardoor de radiator een factor 1,5-2 meer warmte afgeeft. De retourtemperatuur van het CV-water is daardoor lager.

Dit zal vooral effect hebben bij CV-installaties die op een hoge watertemperatuur werken, zoals bij oudere, slecht geïsoleerde woningen. Bij lagere retourtemperaturen (< 55 °C) zal de ketel (als het een HR-ketel is) in het condenserende gebied komen, waardoor het rendement van de ketel hoger wordt.

Bij beter geïsoleerde woningen staat de aanvoertemperatuur van het CV-water vaak al lager, waardoor er minder extra wordt gecondenseerd bij een lagere retourtemperatuur vanwege de radiatorventilatoren. Het besparende effect hangt dus sterk af van de woning en het CV-systeem.

Als de woning een (hybride) warmtepomp heeft, is de besparing hoger. Immers, het rendement van een warmtepomp is hoger naarmate de temperatuur van het CV-water lager is.

Een ander effect is dat de lucht in de ruimte door de radiatorventilatoren beter wordt gemengd. Dat voorkomt dat de warme lucht bovenin blijft hangen en de lucht op verblijfshoogte lager is (stratificatie). In principe is er dan minder warmte nodig om een comfortabele binnentemperatuur te realiseren, maar het besparingseffect is moeilijk te kwantificeren.

Een derde effect is een iets lagere gemiddelde temperatuur van de radiator met als gevolg minder warmteverlies door de buitenmuur achter de radiator. Dit effect hangt sterk af van de isolatie van de buitenmuur en zal verminderen bij toepassing van radiatorfolie

In een praktijktest is het effect gemeten². De claim dat dit méér dan 20% tot 35% bespaart op de energierekening lijkt echter niet representatief voor een gemiddelde woning.

Samenvattend is het effect van radiatorventilatoren sterk afhankelijk van de woning en het verwarmingssysteem.

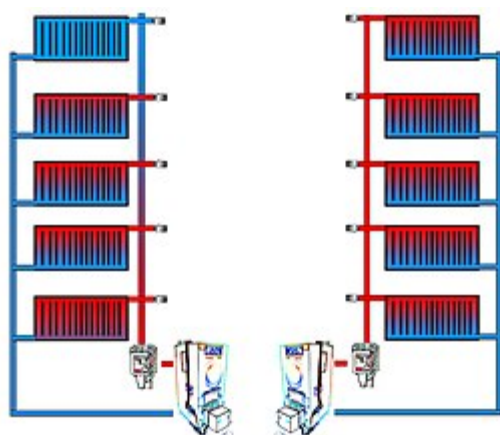
Conclusie

De spreiding is sterk afhankelijk van de specifieke situatie. Voor de berekening in dit rapport houden we daarom dezelfde besparing aan als voor het verlagen van de CV-aanvoertemperatuur: 2-7% gas per jaar, waarbij we rekenen met 4% besparing.

3.3.3.5 Waterzijdig inregelen

Bij waterzijdig inregelen wordt het CV-water zo verdeeld over de radiatoren in de woning dat alle radiatoren even warm worden. Radiatoren dicht bij de ketel (waar het CV-water het warmst is, krijgen dan wat minder water dan radiatoren die verder van de ketel staan.

Door waterzijdig inregelen is het comfort in alle kamers goed, en het voorkomt onnodig hoge CV-water temperaturen als de 'koude' kamers ook warm moeten worden.



Figuur 3.5: Temperaturen in radiatoren als de verwarmingsinstallatie niet (links) en wel (rechts) is ingeregeld. Tekening uit [7]

Het TNO rapport TNO-MEP-R 2000/293 [8] noemt een potentiële besparing tot 25%, afhankelijk van de opstellingsplaats van de ketel en het type ketel (bij zolderopstelling is de besparing het grootst).

De Consumentenbond [9] noemt een energiebesparing van 5-15%, met name als de thermostaat in de woonkamer extra hoog wordt gezet om de werkkamer te verwarmen.

In een KIWA rapport [10] wordt een aanzienlijk kleinere besparing gevonden van ca. 1-2%.

Uit praktijkmetingen blijkt dat waterzijdig inregelen vooral bespaart bij oudere cv-installaties en slecht ingeregelde systemen. Daarentegen hebben woningen met een goede isolatie en een modern verwarmingssysteem minder besparingspotentieel.

De gemeente Amsterdam en woningcorporatie Ymere hebben plannen om het effect van waterzijdig inregelen in de praktijk te meten. Resultaten hiervan zijn nog niet beschikbaar.

² <https://www.climatebooster.com/post/praktijk-test-radiatorventilator>

Conclusie

Een inschatting van de besparing door toepassing van waterzijdig inregelen is 5-10% (50-100 m³ gas) per jaar.

3.3.4 Besparende maatregelen warmtapwater

3.3.4.1 Waterbesparende douchekop en waterbesparende insert

Een waterbesparende douchekop vermindert de snelheid waarmee het warmwater uitstroomt en daarmee de energie die het kost om het water op te warmen.

Een waterbesparende insert is een stromingsweerstand die in een gewone douchekop wordt geplaatst en eenzelfde effect heeft.

Milieu Centraal gaat uit van 7,4 minuten douchen met 6,3 liter per minuut met een waterbesparende douchekop of insert in plaats van 7,7 liter per minuut met een gemiddelde douchekop. Verder is er uitgegaan van 5,7 keer per week douchen per persoon, 48 weken per jaar en een HR-combiketel. Dat levert een jaarlijkse besparing ca. 17 m³ gas per persoon³.

Bij een regendouche kan de besparing overigens veel groter zijn.

Conclusie

We gaan uit van een besparing van 34 m³ gas per jaar door toepassing van een waterbesparende douchekop of insert bij een gezin van 2 personen.

3.3.4.2 Douche timer / zandloper

Een timer of zandloper kan helpen om korter te douchen. Milieu Centraal gaat daarbij uit van 5 minuten douchen in plaats van 7,4 minuten met 7,7 liter per minuut. Verder is er uitgegaan van 5,7 keer per week douchen per persoon, 48 weken per jaar en een HR-combiketel. Dat levert een jaarlijkse besparing ca. 30 m³ gas per persoon⁴.

Conclusie

We gaan uit van een besparing van 60 m³ gas per jaar door toepassing van een timer of zandloper bij een gezin met 2 personen.

3.3.5 Besparende maatregelen Elektriciteit

3.3.5.1 LED-lampen

Milieu Centraal gaat uit van het vervangen van 10 halogeenlampen in de woonkamer en keuken van 20 Watt en 1 gloeilamp van 40 Watt door 11 LED-lampen van elk 4,5 Watt. Bij een gemiddelde brandduur 2,5 uur per dag (woonkamer) en 3 uur per dag (keuken) en 337 dagen per jaar, levert dat een jaarlijkse besparing van 170 kWh⁵.

Conclusie

We gaan uit van een besparing van 170 kWh per jaar aan elektriciteit door toepassing van LED-lampen.

³ 7,4 minuten/douchebeurt x (7,7-6,3 l/min) x 5,7 douchbeurten/week x 48 weken/jaar x 4200 J/kgK x 30K /35 10⁶ J/m³_{gas}/60% rendement = 17 m³ gas per persoon per jaar

⁴ (7,4-5) minuten/douchebeurt x 7,7 l/min) x 5,7 douchbeurten/week x 48 weken/jaar x 4200 J/kgK x 30K /35 10⁶ J/m³_{gas}/60% rendement = 30 m³ gas per persoon per jaar

⁵ [6 x 2,5 uur/dag x (20-4,5 W) + 4 x 3 uur/dag x (20-4,5) W + 1 x 2,5 uur/dag x (40-4,5 W)] x 337 dagen/jaar = 171 kWh per jaar

3.3.5.2 Verdeeldoos met aan/uit-knop

Veel apparaten verbruiken stroom als ze niet aanstaan, zoals de televisie of internetmodem. Dat noemen we sluipverbruik of sluimerverbruik [13]. Om het sluipverbruik te verminderen kunnen verdeeldozen met een aan/uit knop worden toegepast. Let er wel op dat sommige apparaten kunnen niet werken zonder stand-by stand zoals de cv-ketel, deurbel etc.

De besparing die daarmee kan worden gerealiseerd is wel afgenomen. Moderne apparaten hebben vaak al een lager sluipverbruik en binnen de Europese Unie is er regelgeving die producenten van elektrische apparatuur verplicht om sluipverbruik van nieuwe apparaten te verminderen.

Zelfs als het sluipverbruik beperkt is, kan dit toch flink oplopen. Bij een continu sluipverbruik van 50 Watt gaat het bijvoorbeeld al om ca. 440 kWh per jaar. Als dat met 25% kan worden verminderd met een aan/uit-knop is de besparing 110 kWh per jaar.

Conclusie

We gaan uit van een besparing van 110 kWh per jaar aan elektriciteit door toepassing van verdeeldozen met aan/uit-knop.

3.3.5.3 Energieverbruiksmeter

Een energieverbruiksmeter is een display of een app op de telefoon, waarmee het momentane, dagelijkse of wekelijkse gasverbruik en elektraverbruik te zien is. Dat kan bijvoorbeeld met een energiemonitor die de P1-poort van de slimme meter uitleest. De verwachting is dat het inzicht in het energieverbruik bewoners meer bewust maakt van hun energieverbruik en aanzet tot besparing [14].

Hoeveel energie er kan worden bespaard met energieverbruiksmeters hangt af van de specifieke situatie en kan daarom erg variëren. Ook is geconstateerd dat een eventueel besparingseffect na verloop van tijd weer kan verdwijnen. Volgens Milieu Centraal is de besparing van een energieverbruiksmeter gemiddeld 2 procent op het elektriciteitsverbruik en 7 procent op het gasverbruik. Milieu Centraal baseert zich daarbij op een rapport van PBL uit 2021 [14a].

Conclusie

Dat komt neer op een jaarlijkse besparing van ca 48 kWh aan elektriciteit en 77 m³ gas door het gebruik van een energiegebruiksmeters, uitgaande van een gasverbruik van 1100 m³ en elektriciteitsverbruik van 2400 kWh voor een gemiddelde woning.

3.4 Besparing per woning op basis van vragenlijsten vs. ingeschatte besparingen

Berekening besparing

In deze paragraaf wordt de energiebesparing berekend voor een generieke woning door de frequentie van de door energiefixers gerapporteerde maatregelen (een percentage tussen 0 en 100%), te vermenigvuldigen met de in de literatuur gevonden besparingen per maatregel (zie voorgaande paragrafen).

Referentiewoning

Gezien de marges in de besparing per maatregel en de afhankelijkheid van de specifieke situatie (type woning, type verwarmingsinstallatie, gebruik), worden de potentiële besparingen gerelateerd aan een

generieke woning. Het energieverbruik van deze generieke woning is gebaseerd op het gemiddelde van een aantal typen woningen, weergegeven in Tabel 3.5⁶.

Tabel 3.5: Gemiddeld energiegebruik van een aantal typen woningen in 2022

Type woning	Gemiddeld Gasverbruik [m ³]		Gemiddeld elektraverbruik [kWh]	
	1 bewoner	meer bewoners	1 bewoner	meer bewoners
Oud klein appartement	730	910	1510	2210
Oude kleine woning (hoek, tussen)	920	1080	1590	2610
Oude middelgrote woning (hoek, tussen)	1100	1220	1880	2990
Oude grote woning (hoek, tussen)		1710		3700

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/inzicht-in-je-energierekening/gemiddeld-energiegebruik/>

Voor de verdere berekeningen gaan we van het gemiddelde gasverbruik en elektraverbruik van de 7 genoemde typen (combinaties van woningen en aantal bewoners). We komen dan op 1.100 m³ gas en 2.400 kWh aan elektriciteit per jaar. Zoals eerder vermeld, worden de besparingen op gas en elektra omgerekend naar een besparing op de energierekening. Hiervoor hanteren we een gasprijs van €1,36 per m³ en een elektraprijs van €0,304 per kWh zoals TNO ook heeft gebruikt in [1].

In de linker kolom van Tabel 3.6 staan de beschouwde maatregelen. De vier kolommen ernaast (kolommen 2-5) geven de besparing per maatregel met de eenheid daarvan, en de vermenigvuldigingsfactor met de eenheid. Bijvoorbeeld voor raamisotatie van enkel glas 6,5 [m³gas/m²raam] x 15 m² raam. Dat levert een besparing van 98 m³ gas (kolom 7). Ten opzichte van het jaarlijkse gasverbruik van de generieke woning van 1.100 m³ is dat een besparing van 8,9% (kolom 8).

In kolom 6 staat de toepassingsfrequentie in %, overgenomen uit Tabel 3.2. Zoals eerder opgemerkt is tochtwering als één maatregel beschouwd en is voor de toepassingsfrequentie een gemiddelde van 50% aangehouden. Kolom 9 geeft de gewogen besparing weer door dit percentage te vermenigvuldigen met de besparing per maatregel uit kolom 8.

Ervan uitgaande dat de verschillende maatregelen elkaar niet of slechts in gering mate beïnvloeden, tellen we alle besparingen bij elkaar op en vinden we een gemiddelde besparing op gas van 14% per woning.

Dezelfde berekening doen we voor de maatregelen die besparen op het elektraverbruik. De gewogen besparing in de meest rechtste kolom (12) krijgen we door de toepassingsfrequentie in kolom 6 te vermenigvuldigen met de besparing per maatregel uit kolom 11. Bij elkaar opgeteld levert dat een besparing op elektra van 7%

Met energieprijzen van €1,36 per m³ gas en €0,304 per kWh, en vaste lasten van 311 Euro op gas en -120 Euro elektra (inclusief de belastingvermindering) is de jaarlijkse energierekening van de referentiewoning €2413⁷. De besparing op gas en elektra rekenen we met die energieprijzen om naar een totale besparing op

⁶ De tabel bevat waarden uit 2022. Er is inmiddels een update beschikbaar met (lagere) waarden uit 2023, maar die zijn niet meegenomen in dit rapport omdat de gehanteerde besparingsgetallen uit de literatuur over het algemeen ook niet van recente datum zijn.

⁷ 1100 m³/jaar x €1,36 + 2400 kWh/jaar x €0,304 + €311 (vaste lasten gas) + -€120 (vaste lasten elektriciteit, inclusief belastingvermindering) = €2413/jaar

de energierekening. Het resultaat staat in Tabel 3.7 en is een besparing op de energierekening van €280 per jaar (12%).

Als we deze besparing van €280 per jaar afzetten tegen de door de fixers gemaakte kosten per woning, waarvan de mediaan zo rond de €350 per woning ligt, zie [Figuur 3.2](#), dan kunnen we concluderen dat de terugverdientijd van de inzet van fixers ruim onder de twee jaar zit.

Tot slot is ook de maximale besparing berekend als alle maatregelen zouden worden toegepast, dus als de toepassing van elke maatregel 100% is. We vinden dan een maximale potentiële besparing ca. 27% op de energierekening. Er zijn waarschijnlijk goede redenen dat energiefixers niet altijd alle maatregelen toepassen, bijvoorbeeld omdat de woningen, of het gebruik ervan, zich daar niet of moeilijk voor lenen. Verder zouden de besparingen door de verschillende maatregelen elkaar beïnvloeden en is de gecombineerde besparing lager. Zo zal de besparing (in m³ gas) door radiatorfolie lager zijn als er minder wordt gestookt als de temperatuur van het CV-water wordt verlaagd. Feit blijft dat er blijkbaar veel laaghangend fruit is qua mogelijke energiebesparing.

Tabel 3.6: Energiebesparing voor een generieke woning.

	Besparing per maatregel				Toe- passing [%]	Gewogen bsp.			Gewogen bsp.		
	Besparing	Eenheid	vermenig. factor	Eenheid		Gas [m ³]	Gas [%]	Gewogen [%]	Elektr [kWh]	Elektr [%]	Gewogen [%]
1- Tochtwering											
Combinatie tochtstrips etc.	50	[m ³ _{gas}]	1	woning	50%	50	4.5%	2.3%			
2- Raamisolatie											
Kozijnfolie voor enkel glas	6.5	[m ³ _{gas} /m ² _{raam}]	15	[m ² _{raam}]	15%	98	8.9%	1.3%			
3- Verwarming											
Radiatorfolie ongeïsol. spouwm.	7	[m ³ _{gas} / m ² _{folie}]	5	[m ² _{folie}]	72%	35	3.2%	2.3%			
Leidingisolatie	3	[m ³ _{gas} / meter]	10	[m ² _{leiding}]	29%	30	2.7%	0.8%			
Radiatorventilatoren of boosters	2-7%	-	1	woning	42%	44	4.0%	1.7%			
CV aanvoertemperatuur verlagen	2-7%	-	1	woning	40%	44	4.0%	1.6%			
Waterzijdig inregelen	0-10%	-	1	woning	9%	55	5.0%	0.5%			
4- Warmwater											
Waterbesparende douchekop	17	[m ³ _{gas} p.p.]	2	personen	38%	34	3.1%	1.2%			
Waterbesparende inzet	17	[m ³ _{gas} p.p.]	2	personen	17%	34	3.1%	0.5%			
Douchetimer / zandloper	30	[m ³ _{gas} p.p.]	2	personen	31%	60	5.5%	1.7%			
5- Energiegebruik meter											
LED-lampen	170	[kWh]	1	woning	70%				170	7.1%	5.0%
Verdeeldoos met aan/uit-knop	110	[kWh]	1	woning	33%				110	4.6%	1.5%
Energieverbruiksmeters stroom	2%	-	1	woning	22%				48	2.0%	0.4%
Energieverbruiksmeters gas	7%	-	1	woning	22%	77	7.0%	1.5%			
totaal besparing gas en elektra						36%	15%		14%	7%	

Tabel 3.7: Besparing op de energierekening voor een generieke woning.

	€/jaar	%
gem. besparing energierekening gas + elektra	€ 280	12%
max. besparing energierekening gas + elektra	€ 640	27%

3.5 Vergelijking met besparing ingeschat door energiefixers

[Figuur 3.4](#) liet zien dat de helft van de door de energiefixers verwachte besparingen tussen 12,5% en 20% ligt, met een mediaan van 15%. Dat komt qua orde grootte overeen met de hier berekende verwachte besparing van 12%.

Het was ook niet te verwachten dat de berekende besparing en de door de energiefixers ingeschatte besparing precies overeen zouden komen, gezien de marges in de besparingen per maatregel, het gebruik van een generieke woning als referentie en de marge in de ingeschatte toepassingsfrequentie.

4 Discussie

Dit rapport geeft een onderbouwde schatting van de te verwachten energiebesparing door maatregelen genomen door energiefixers voor een gemiddelde woning. De schatting geldt voor een gemiddelde woning, omdat de kentallen uit de literatuur die we gebruiken over het algemeen voor een gemiddelde woning gelden. Energiefixers zullen zich richten op energiearme huishoudens in energetisch slechtere woningen. Dit leidt tot een aantal verschillen:

3. Een energetisch slechtere woning zal over het algemeen een hoger energieverbruik hebben. Echter, hier valt dan ook meer te besparen, waardoor de verwachte besparing (in m³ gas en kWh elektra) ook hoger is. Deze effecten compenseren elkaar deels als het gaat om de relatieve besparing die in dit rapport berekent.
4. Energiearme huishoudens gaan vaker zuinig om met energie, bijvoorbeeld door de thermostaat lager te zetten of de verwarming zelfs helemaal uit te zetten en korter of minder vaak te douchen. Bij 1,4% van alle huishoudens in Nederland (119 duizend huishoudens) in 2024 spreken we van onderconsumptie [1]. In die gevallen valt er ook (veel) minder te besparen op de energierekening (maar kan er uiteraard wel winst worden behaald op andere aspecten als meer comfort en/of minder schimmel).

Hoe de relatieve besparing uitpakt voor energetisch slechtere woningen en energiearme huishoudens hebben we in dit rapport niet berekend.

Energiefixers schatten de door hen gerealiseerde besparing iets hoger in dan wij schatten op basis van kentallen uit de literatuur. De mediaan van de door de energiefixers ingeschatte energiebesparing per aangepakte woning is 15%, terwijl dit rapport uitkomt op 12%. De schattingen komen qua grootteorde overeen, ondanks het feit dat energiefixers aangaven die besparing zelf slecht te kunnen inschatten.

TNO heeft in een andere studie [2b] de effecten van energiehulp onderzocht op basis van energieverbruiksdata per huishouden in CBS data. Dit is gedaan door het verbruik na bezoek van een energiehulporganisatie te vergelijken met het verbruik vóór het bezoek, en dit te vergelijken met het verschil in energieverbruik (over dezelfde periode) bij vergelijkbare huishoudens die nog geen bezoek hadden gehad. Zo is gecorrigeerd voor effecten zoals weer, energieprijzen, etc. op het energiegebruik. In totaal hebben vier energiehulporganisaties (energiecoaches en/of energiefixers) meegedaan aan dit onderzoek. Het zijn allen organisaties die in zeer hoge mate beschikken over de kenmerken die maken dat energiehulp effectief is. TNO vond een gemiddelde daling van 2,7% op de energierekening voor de totale groep van door energiehulp bezochte huishoudens. Deze groep bevatte zowel energiearme huishoudens, als niet-energiearme huishoudens. Als alleen werd gekeken naar energiearme huishoudens was het effect veel groter en werd een besparing op de energierekening van 8,8% gevonden (gevormd door een besparing van 10,1% op gasverbruik en 7,8% op elektriciteitsverbruik). Deze besparing op de energierekening is dus lager dan de energiebesparing van 12% uit de voorliggende studie. We bespreken een aantal aannemelijke verklaringen voor de gevonden verschillen.

Mogelijk overschatten de energiefixers de toepassingsfrequentie van de verschillende maatregelen. In veel woningen zijn namelijk maatregelen voor een deel al genomen, zo ook blijkt uit de eerdere TNO studie [2b]. Zeker als het gaat om het gedrag van energiearme huishoudens is te verwachten dat douchetimers en energieverbruiksmeters al gebruikt worden en/of weinig tot geen aanvullend effect meer zullen hebben om dat huishoudens hun gedrag al aangepast hebben in reactie op de hoge rekening.

Het verschil zou ook kunnen komen door een te hoge besparing per maatregel zoals overgenomen uit de literatuur. Waarschijnlijk gaan deze uit van goed uitgevoerde maatregelen in een geschikte of wellicht zelfs optimale situatie. In de praktijk zal dat lang niet altijd het geval zijn en zullen maatregelen soms minder goed zijn uitgevoerd, of toegepast zijn in situaties waar ze minder opleveren. Zoals reeds genoemd hangt de daadwerkelijke besparing van een maatregel over het algemeen sterk af van de woning, de installatie en ook het gedrag van de bewoner. Ook is het aannemelijk dat in de praktijk een deel van de maatregelen elkaar beïnvloeden en daarom niet volledig additioneel zijn zoals we in dit rapport gemakshalve hebben aangenomen (denk bijvoorbeeld aan de maatregelen rondom verwarming).

De overschatting komt overeen met eerdere ervaringen waarbij een theoretisch ingeschatte besparing in de praktijk slechts ten dele werd gerealiseerd. Mogelijk komt dit door het zogenaamde 'rebound' effect, dat beschrijft dat bewoners zich minder zuinig gaan gedragen in de wetenschap dat hun huis energiezuiniger is. Ook is het de vraag in hoeverre een gedragsverandering door het gebruik van een douchetimer (zandloper) blijvend is. Mogelijk spelen deze rebound effecten minder bij energiearme huishoudens die moeite hebben om de energierekening te betalen. Dit kan verklaren waarom TNO daar een hogere besparing vond.

Mogelijk zijn de woningen in de twee studies niet vergelijkbaar. In de andere TNO studie [2b], die zich richtte op energiearme huishoudens, bestond 70% van de woningen uit appartementen, veelal van woningcorporaties. Appartementen hebben minder buitenschil en zijn daarmee van nature al veel beter geïsoleerd. Ook zijn woningen van woningcorporaties vaak al beter geïsoleerd dan particuliere woningen, waardoor hier minder te besparen valt. Tevens hebben ze een kleinere woningoppervlakte en verbruiken dus minder energie. De kentallen die we overgenomen hebben van Milieu Centraal gelden veelal voor een typische woning, en dus niet specifiek voor appartementen in de sociale huur.

Ook de geboden hulp verschilt in beide studies. Waar de voorliggende studie zich richt op energiefixers, keek TNO in [2b] naar een sample van energiehulporganisatie die bestond uit zowel energievoaches als energiefixers. Uit eerder TNO onderzoek [2c] bleek al dat het aanbrengen van maatregelen (door fixers) meer oplevert dan advies (van coaches). Daarnaast geven coaches bewoners regelmatig ook het advies om de verwarming juist hoger te zetten, bijv. om vocht en schimmel in de woning tegen te gaan. Energiearme huishoudens zullen dat advies in mindere mate overnemen omdat ze zich niet kunnen veroorloven. Dat verklaart mogelijk waarom de hele groep maar 2,7% bespaart op de energierekening, en de energiearme huishoudens 8,8%.

Samenvattend kan je stellen dat de andere TNO studie [2b] het daadwerkelijk in de praktijk gerealiseerde effect van "hulp op maat" heeft gemeten voor een specifieke doelgroep van energiearme huishoudens die veelal in specifieke woningen woont. Terwijl het voorliggende rapport een theoretische inschatting heeft gemaakt van de te verwachten energiebesparing van maatregelen genomen door energievoachers in een gemiddelde woning. De gevonden effecten kunnen dus niet zonder meer met elkaar vergeleken worden.

5 Conclusies

De eerste deelonderzoeksvraag luidde als volgt:

Kan de besparingen van specifieke maatregelen worden ingeschat op basis van kennis uit de literatuur?

Uit het onderzoek bleek dat de energiebesparing per maatregel sterk afhangt van de specifieke situatie (type woning, type warmte-installatie, type warmteafgiftesysteem, gedrag van bewoners etc.). Als er bijvoorbeeld weinig wordt gestookt of gedoucht kan er minder worden bespaard, en bij een al goed ingeregelde installatie kan weinig worden bespaard door deze beter in te regelen.

Verder bleek in de (beperkte) literatuurstudie, afgezien van de website van Milieu Centraal, weinig direct bruikbare literatuur aanwezig over energiebesparing van door energiefixers toegepaste maatregelen. Vervolgonderzoek om op dit gebied lijkt daarom zinvol.

Ondanks bovenstaande beperkingen is het mogelijk gebleken om in elk geval een range te geven van de potentiële energiebesparing per maatregel.

De tweede deelonderzoeksvraag luidde als volgt:

Wat rapporteren energiefixers aan genomen maatregelen en wat is de daarmee te verwachten energiebesparing voor een woning?

Op basis van de door de energiefixers ingevulde vragenlijsten is een overzicht gemaakt van veel toegepaste maatregelen. Zo bleek de top drie van maatregelen (radiatorfolie, LED-lampen en tochtstrippen) in meer dan de helft van de woningen te worden toegepast. De mediaan van de door de energiefixers zelf ingeschatte energiebesparing per aangepakte woning is 15%.

De hoofdonderzoeksvraag luidde als volgt.

Hoeveel energiebesparing kan worden gerealiseerd door maatregelen genomen door energiefixers?

De energiebesparing is opgevat als besparing op de energierekening. Op die manier kunnen besparing op gas en op elektra bij elkaar worden opgeteld. De besparing op gas en elektra voor een woning is berekend door de frequentie van genomen maatregelen (een percentage tussen 0 en 100%), gerapporteerd door energiefixers, te vermenigvuldigen met de in de literatuur gevonden besparingen per maatregel. De som van alle besparingen op gas is vermenigvuldigd met de gasprijs en idem dito voor elektra. Uitgaande van een referentiewoning met een gemiddeld gas en elektragebruik komen we op een gemiddelde besparing op de energierekening van ca. €280 per jaar (12%).

Dit komt qua grootte orde overeen met de door de energiefixers zelf ingeschatte besparing van 15%, ondanks het feit dat energiefixers aangaven die besparing slecht te kunnen inschatten.

Een recente TNO studie die de effecten van energiehulp (bestaande uit energicoaches en energiefixers) heeft berekend op basis van daadwerkelijk energieverbruik in CBS data kwam uit op een besparing op de energierekening van 8,8% bij energiearme huishoudens en 2,7% bij alle door energiehulp bezochte huishoudens. Deze besparing valt in de praktijk dus lager uit. Hiervoor zijn verschillende verklaringen aannemelijk, zoals dat in de praktijk maatregelen niet altijd in een optimale situatie of op de juiste wijze worden uitgevoerd, verschillende maatregelen elkaar beïnvloeden en dus niet volledig optelbaar zijn, en het rebound effect van het gedrag van de bewoners, dat beschrijft dat bewoners zich minder zuinig gaan

gedragen in de wetenschap dat hun huis energiezuiniger is geworden. De eerdere TNO studie heeft het daadwerkelijk in de praktijk gerealiseerde effect van “hulp op maat” gemeten voor een specifieke doelgroep van energiearme huishoudens die veelal in specifieke woningen woont. Terwijl het voorliggende rapport een theoretische inschatting heeft gemaakt van de te verwachten energiebesparing van maatregelen genomen door energiefixers in een gemiddelde woning. De gevonden resultaten kunnen niet zonder meer met elkaar vergeleken worden.

Vervolg

Een in de praktijk bruikbaar vervolg van het onderzoek zou zijn de ontwikkeling van een rekentool waarmee de energiebesparing voor een specifieke woning kan worden berekend voor een set van maatregelen. Zo'n tool zou de keuze van te nemen maatregelen voor de specifieke woning kunnen ondersteunen. Idealiter berekent de tool ook de energiebesparing voor een set van woningen ten behoeve van een woningcorporatie of gemeente. De rekenmethodiek en onderliggende data uit deze studie zouden de basis voor een dergelijke tool kunnen vormen.

Een ander mogelijke vervolg van deze studie zou zijn om op basis van de resultaten een inschatting te geven van het totale landelijk potentieel van energiebesparing door energiefixers, gelet op de staat van de Nederlandse woningvoorraad.

Literatuur

nr.	Bron
[1]	TNO-2025-R11172 Juli 2025 “Energiearmoede in Nederland 2019-2024” https://publications.tno.nl/publication/34644576/pbrUJucX/TNO-2025-R11172.pdf
[2]	TNO 2023 P10824 Juli 2023 “Effecten van fixers/energiecoaches, renovaties en witgoedregelingen” https://publications.tno.nl/publication/34640993/1EDZiA/TNO-2023-effecten.pdf
[2a]	TNO-2024-R11200 Juni 2024 “Kenmerken van effectieve energiehulp in Nederland” https://publications.tno.nl/publication/34642663/DXupZocq/TNO-2024-R11200.pdf
[2b]	TNO-2025-R11169 Juni 2025 “Een kwantitatieve en kwalitatieve analyse van de effecten van energiehulp op huishoudens”. https://publications.tno.nl/publication/34644523/izBZnvxd/TNO-2025-R11169.pdf
[2c]	TNO-2025-R11107 Overzichtspublicatie Energiehulpen, verwacht in september 2025.
[3]	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/naden-en-kieren-dicht/
[3a]	Milieu Centraal 2024 Analyse infiltratie – berekeningen NEN norm 8088 voor tussenwoning 116 m2 woonoppervlak, gemiddelde van verschillende bouwjaren
[4]	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/isolerende-raamfolie/
[4a]	C. den Besten, J-T. van Wieringen, J. Zijlstra, Notitie besparingskentallen isolatie, intern document MilieuCentraal, 2 november 2023
[5]	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/bespaartips-verwarming/
[5a]	T.J. Haartsen, Energie-armoede: het lage fruit effectief plukken, Besparingen radiatorfolie achter radiatoren in vergelijking met vacuümisolatie, Bouwfysica 3 2022
[6]	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/bespaartips-verwarming/#radiatorventilator
[6a]	Energievademecum – KLIMAPEDIA, bij een leidingdiameter van 12 mm, dikte isolatie 20 mm, onverwarmde ruimte , HR-ketel, stookseizoen 212 dagen per jaar
[6b]	Novem 2009, Brochure LTV voor nieuwbouw en renovatie, Meer comfort met minder energie 2009
[7]	https://nl.wikipedia.org/wiki/Waterzijdig_inregelen
[8]	G.J. Afink, Waterzijdig inregelen van verwarmingsystemen in woningen, TNO Rapport MEP-R2000-293, augustus 2000.
[9]	https://www.consumentenbond.nl/cv-ketel/waterzijdig-inregelen
[10]	Kiwa, Besparingspotentieel van waterzijdig inregelen van CV-systemen, GT-190199 2 september 2019.
[11]	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-warm-water/besparen-onder-de-douche/
[12]	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zuinige-lampen/ledlamp/
[13]	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/apparaten-in-huis/voorkom-sluipgebruik/

nr.	Bron
[14]	https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/inzicht-in-je-energierekening/energiegebruiksmanagers/
[14a]	K. Vringer, M. Boomsma, D. van Soest, Energieverbruiksmanagers in Nederland, Energie besparen met de slimme meter, PBL, April 2021

Ondertekening

TNO › Mobility & Built Environment › Delft, 18 november 2025

Ir. R.M.A. Kroeze
Research Manager

Ir. F.G.H. Koene
Auteur

Bijlage A

Code software script

```

import numpy as np
import pandas as pd
import datetime as dt
import matplotlib.pyplot as plt

plt.rcParams.update({'font.size': 15})
pd.set_option('display.max_rows', 500)
pd.set_option('display.max_columns', 500)
pd.set_option('display.width', 1000)

def read (f_name):
    ## read file
    df = pd.read_csv(f_name, sep=';', encoding = "ISO-8859-1", parse_dates=True)
    df = df.loc[:,df.notna().any(axis=0)] # drop columns with only nan
    if 1:
        ## select columns / data
        col = np.array ([])
        for i, m in enumerate
([ 'Tochtwering', 'Raamisolatie', 'Verwarming', 'Warmwater', 'Stroom' ]):
            col = np.append(col, df.filter(like=m).columns, axis=0)
        col = np.array ([x for x in col if not 'Text' in x])
        col = np.array ([x for x in col if x != 'Tochtwering / '])
        for c in col: print (c)
        dfm = df[col]

        print (col)

        for c in dfm.columns:
            dfm[c] = dfm[c].str.replace('800','80') ## error in vragenlijst

        dfn = pd.DataFrame(index = ['0', '0-20%', '20-40%', '40-60%', '60-80%', '80-100%'])
        for c in col[:,]:
            ee = dfm[c].value_counts()
            dfn = pd.concat([dfn, ee], axis=1, join="outer")
        dfn = dfn.fillna(0).T
        print (dfn.astype(int))

        dfn.to_csv ('abs.csv', sep=';')

        summ = dfn.T.sum().values
        dfnf = (dfn.T*100/summ).T

        dfnn = dfnf.copy()

        for i, c in enumerate (dfn):
            dfnn[c] = dfnf[c]*[0., .10, .30, .50, .70, .90][i]

        dfnf['mean%'] = dfnn.T.sum().values
        #dfnf.mean(2)
        print (dfnf.astype(int))
        print (dfnf.round(1))
        print (dfnf.round(0))
        dfnf.to_csv ('perc.csv', sep=';')

        col = df.columns
        for c in col: print (c)

```

```

## select columns / data
col = np.array ([])
for i, m in enumerate (['afgelopen 12 maanden', 'sinds de
oprichting', 'gemiddelde kosten', 'Warmwater', 'materiaalkosten', 'Hoeveel
tijd', 'Hoeveel energiebesparing']):#,'Welke woningtypes']):#
    col = np.append(col, df.filter(like=m).columns, axis=0)
col = np.array ([x for x in col if not 'Text' in x])
col = np.array ([x for x in col if not 'Warmwater' in x])
for c in col: print (c)
dfm = df[col]
col = ['woningen laatste 12 maanden [aantal]', 'woningen sinds oprichting
[aantal]', 'gemiddelde kosten per woning [euro]', 'materiaalkosten [%]', 'tijd
gemiddeld per woning besteed [uur]', 'energiebesparing per woning [%]']
##+ , 'Appartementen', 'Rijttjeswoningen', 'Vrijstaande woningen', 'Niet bekend']
dfm.columns = col

for i,c in enumerate(dfm.columns):
    df1 = dfm[c]
    for cr in ['ci', 'sinds oktober 22', 'â¬', '%', 'uur', ' ']:
        df1 = df1.str.replace(cr, '', regex=True)
    df1 = df1.str.replace(r'350-500', '475', regex=True)
    df1 = df1.str.replace(r'50-80', '65', regex=True)
    df1 = df1.str.replace(r'10-30', '20', regex=True)
    df1 = df1.str.replace(r'10-15', '12.5', regex=True)
    dfm[c] = df1

dfm['materiaalkosten [%]'] = dfm['materiaalkosten [%]'].astype(float) *
(dfm['materiaalkosten [%]'].astype(float) <= 100) + dfm['materiaalkosten
[%]'].astype(float)/dfm['gemiddelde kosten per woning [euro]'].astype(float) *
(dfm['materiaalkosten [%]'].astype(float) > 100)

dfm['materiaalkosten [euro]'] = dfm['materiaalkosten [%]'].astype(float) *
dfm['gemiddelde kosten per woning [euro]'].astype(float) / 100

for i,c in enumerate(dfm.columns):
    df1 = dfm[c].dropna()
    try:
        df1 = df1.str.replace(',', '.', regex=True)
        df0 = df1.str.replace('.', '', regex=True)
        is_numeric = df0.str.isnumeric()
        df1 = pd.to_numeric(df1[is_numeric])
    except:
        print ('except', c)

    df1 = df1.to_frame()
    plt.figure (figsize=(7,7))
    df1.boxplot()
    plt.savefig(c+'.png')
    plt.tight_layout()
    desc = df1.describe()
    print (df1)

read('Copy of rawdata_TNO vragenlijst energiearmoede fixteams_20241114_0904____
(1).csv')

```

Bijlage B

Vragenlijst

Welkom bij deze vragenlijst!

Waarover gaat deze vragenlijst?

Met de onderstaande vragenlijst proberen we inzicht te krijgen in de energiebesparingen die worden gerealiseerd door organisaties die zich bezighouden met energiebesparing in gebouwen zoals fixteams en energiecoaches. Met de resultaten willen we beleidsmakers en uitvoerende organisaties ondersteunen in de aanpak van energiearmoede en de rol van deze organisaties in de komende jaren.

Het onderzoek vindt plaats in het kader van het Landelijk Onderzoeksprogramma Energiearmoede. Dit programma is een samenwerking tussen TNO, verschillende provincies, en de ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK), Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW), en Economische Zaken en Klimaat (EZK), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Het doel van het programma is om lokale, regionale, en nationale beleidsmakers, en uitvoerders rond het thema energiearmoede te ondersteunen met actuele en gerichte kennis.

Waarom is mijn deelname van belang?

We streven ernaar een zo representatief mogelijk beeld te schetsen van energiebespaartrajecten in de dagelijkse praktijk. Het is daarom van groot belang dat we ook uw praktijk en ervaring mee kunnen nemen. Met uw deelname draagt u bij aan het ontwikkelen van effectief beleid voor energiebespaartrajecten in de aanpak van energiearmoede.

Wat gebeurt er met mijn antwoorden?

De resultaten worden door ons geanalyseerd en verwerkt in een (openbare) publicatie. We zorgen ervoor dat de resultaten niet te herleiden zijn naar individuele respondenten. De verzamelde gegevens zijn uitsluitend toegankelijk voor de projectmedewerkers en worden niet gedeeld met andere partijen. De gegevens worden op een beveiligde server bewaard voor de duur van het project. De onderzoekers houden zich aan regels en afspraken om uw privacy te beschermen. Zie hiervoor het [Privacy Statement van TNO](#).

Hoe lang duurt het invullen van deze vragenlijst?

In totaal duurt het invullen 10-15 minuten.

Toestemming

Om mee te kunnen doen met de vragenlijst, dient u akkoord te gaan met het onderstaande.

Met het geven van uw akkoord verklaart u dat u:

- op vrijwillige basis deelneemt aan het TNO-onderzoek;
- de informatie over het onderzoek heeft gelezen en deze begrijpt;
- de bedoelingen van het onderzoek en de daarbij gevolgde aanpak naar tevredenheid zijn uitgelegd;
- de gelegenheid heeft gehad om aanvullende vragen te stellen en deze vragen naar tevredenheid zijn beantwoord;
- voldoende tijd heeft gehad om over deelname na te denken;
- toestemming geeft voor de verwerking van uw persoonsgegevens;
- toestemming geeft voor het bewaren van de gegevens en dat bevoegde leden van het onderzoeksteam en bevoegde inspecteurs hier inzage in hebben;

- toestemming geeft om de onderzoeksgegevens te hergebruiken voor toekomstig onderzoek op het beschreven onderzoeksgebied, op voorwaarde dat deze zo gecodeerd zijn, dat ze niet meer naar u als persoon te herleiden zijn.

Deelname aan de survey is geheel vrijwillig, u kunt te allen tijde besluiten uw deelname tussentijds te stoppen. Geef u alstublieft aan of u na het lezen van bovenstaande informatie akkoord gaat met deelname aan dit onderzoek.

- Ja, ik ga akkoord
- Nee, ik ga niet akkoord

SECTIE 1: Met wie hebben wij het genoeg?							
1a	Bij welke organisatie werkt u?	Open antwoord					
1b	Welke rol heeft u?	Open antwoord					
1c	Hoeveel collega's heeft u?	Open antwoord					
1d	Hoeveel jaar is uw organisatie actief?	Open antwoord					
SECTIE 2: Frequentie toepassing van maatregelen							
Er zijn geen goede of foute antwoorden; we zijn benieuwd naar uw inschattingen en niet zozeer naar de feitelijke juistheid.							
		0%	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
Tochtwering	Tochtstrippen (naden, ramen, deuren)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Kitten (kieren)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Deurborstels (buiten- binnendeuren)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Brievenbusborstels	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Deurveer	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	[maatregel toevoegen]	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Raamisolatie	Kozijnfolie (voor enkelglas, transparant)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Kozijnfolie (voor dubbelglas, transparant)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Binnenzonwering / gordijnen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	[maatregel toevoegen]	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Verwarming	Radiatorfolie (IR reflectie)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Leidingisolatie	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Radiatorventilatoren (boosters)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	CV aanvoertemperatuur verlagen naar 60°C	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Waterzijdig inregelen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	[maatregel toevoegen]	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Warmwater	Waterbesparende douchekop	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Waterbesparende insert (in leiding)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Douche timer / zandloper	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	[maatregel toevoegen]	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Stroom	LED-lampen	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Verdeelddoos met aan/uit-knop	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Energiegebruik meters	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	[maatregel toevoegen]	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	2b. Aanvullende opmerkingen bij vraag 2 (optioneel)	Open antwoord					
	3. Hoeveel woningen heeft uw organisatie in de afgelopen 12 maanden onder handen genomen?	Open antwoord					
	4. Hoeveel woningen heeft uw organisatie sinds de oprichting in totaal onder handen genomen?	Open antwoord					
	5a. Wat zijn ongeveer de gemiddelde kosten per woning? Invullen in [€]	Open antwoord					
	5b. Welk deel daarvan betreft materiaalkosten? Invullen in [%]	Open antwoord					
	6. Hoeveel tijd wordt er gemiddeld ongeveer per woning besteed? Invullen in aantal uren	Open antwoord					
	7. Hoeveel energiebesparing levert dit gemiddeld ongeveer op per woning? Invullen in [%]	Open antwoord					
	8. Welke woningtypes worden vooral bezocht? Uw antwoord graag in percentage [%] Appartementen Rijtjeswoningen Vrijstaande woningen Niet bekend	Open antwoord					
	9. Aanvullende opmerkingen (optioneel)	Open antwoord					
	10. Mogen we u benaderen voor vervolgvragen, bijvoorbeeld voor verdere details?	Ja / Nee					
	E-mailadres	Open antwoord					
	Telefoonnummer	Open antwoord					
	Hartelijk dank voor het invullen van deze vragenlijst. We streven ernaar om de resultaten in de winter 2024 uit te brengen en zullen u op de hoogte brengen zodra de publicatie beschikbaar is. 11. Wilt u de publicatie per mail ontvangen?	Ja / Nee					
	E-mailadres						
	We wensen u een fijne dag en nogmaals dank voor uw tijd en inbreng.						

Bijlage C

Respondenten vragenlijst

De 30 respondenten op de vragenlijst werkten voor de volgende 20 organisaties:

- 015Duurzaam
- BuurtKlusBedrijf Spijkerkwartier Arnhem
- CNME
- Coöperatie de Groene Hub U.A.
- DEC-Oisterwijk
- Diverz welzijn Zwijndrecht
- Energie Coöperatie Bunnik
- Energiebank Fryslan
- Energiefixers071
- Energiehulp Dordrecht
- Energie-U
- FIXbrigade Almere
- FIXbrigade Amersfoort
- FIXbrigade Amsterdam
- Gemeente Hilversum
- Samenwerkende BuurtKlusBedrijf
- Stichting Duurzaam Lopikerwaard
- Stichting Energie Zeist/Mijn Groene Huis
- Stichting FIXbrigade Nederland
- Wattnu - energiecoöperatie Gooise Meren (11 deelnemers)

Mobility & Built Environment

Molengraaffsingel 8
2629 JD Delft
www.tno.nl