



BOUWFYSICA

VAKBLAD VAN DE NEDERLANDS VLAAMSE BOUWFYSICA VERENIGING

DE PRIJSELASTICITEIT VAN COMFORT

► VERBETERING ENERGIEARMOEDE AANPAK ► RESPONSIEF LICHTSYSTEEM IN ICU ►
VOCHTTRANSPORT IN BIO-BASED GEVELDETAILS ► EIGENSCHAPPEN SCHAPENWOL

2

2026
JRG 37

DE PRIJSELASTICITEIT VAN COMFORT

HET AANPAKKEN VAN ENERGIEARMOEDE DOOR GEBRUIK TE MAKEN VAN DE EFFECTEN VAN STIJGENDE ENERGIEPRIJZEN OP ENERGIEGEBRUIK EN THERMISCH COMFORT.

Schommelingen in energieprijzen komen steeds vaker voor als gevolg van mondiale onzekerheden en de voortdurende energietransitie. Huishoudens in Nederland reageren hier verschillend op. In huishoudens waar dit leidt tot een grote vermindering van energiegebruik en binnentemperaturen, is sprake van energiearmoede. De huidige definitie en aanpak van energiearmoede schiet tekort in het verhelpen hiervan. In dit afstudeeronderzoek wordt een beter begrip van energiearmoede gevormd en wordt een stappenplan ontworpen voor de beoordeling en aanpak van energiearmoede in gebouwen. Essentieel voor dit stappenplan is een inventarisatie van bestaande maatregelen in hun vermogen om energiearmoede te verminderen.



ir. J.A.J.P. (Joost) Baas, TU Delft (Master Building Technology), nu: moBius consult, Delft

WAT IS ENERGIEARMOEDE?

Energiearmoede is een begrip zonder een breed geaccepteerde definitie, wat de aanpak van het probleem lastig maakt. Verschillende instanties gebruiken verschillende definities, soms ligt de nadruk op financiële kwetsbaarheid en soms op gebrekkige energie-efficiëntie. Ook in Nederland bestaat geen uniforme definitie. Een veelgebruikte omschrijving luidt: *huishoudens met energiearmoede hebben een laag inkomen in combinatie met hoge kosten voor gas en elektriciteit en/of een woning met een lage energetische kwaliteit.*

Energiearmoede in Nederland

Hoewel energiearmoede al sinds de vorige eeuw wereldwijd een probleem is, bleven de effecten in Nederland tot enkele jaren geleden relatief beperkt. Naar schatting leefde in 2019 – vóór de prijsspieken van 2021-2022 – ongeveer 8,6% van de Nederlandse huishoudens in energiearmoede. Dit percentage veranderde naar 6,4% in 2020, 6,3% in 2021 en 4% in 2022. De meest recente gegevens uit 2023 tonen aan dat 4,8% van de huishoudens (396.000) in energiearmoede leefde [1]. Hoewel deze cijfers een veelbelovende daling laten zien, schetsen ze niet het volledige beeld.

Vanaf 2022 voerde de overheid financiële compensatiemaatregelen in om huishoudens in energiearmoede te ondersteunen. Hierdoor vielen 2,2% van de huishoudens in 2022 en 5,9% in 2023 buiten de statistische definitie van energiearmoede [2]. Zonder deze steun zou in 2023 10,7% van de huishoudens (885.000) in energiearmoede hebben verkeerd [3]. De statistische daling is dus grotendeels kunstmatig en afhankelijk van tijdelijke steunmaatregelen.

Daarnaast bevinden volgens Mulder et al. [4] ongeveer 3,8 miljoen huishoudens zich op de grens van energiearmoede. Dit zijn huishoudens die wél risico lopen, maar waarvan het risico nog niet in de data zichtbaar is. Naast deze groep is er een andere risicogroep: huishoudens die leven in 'verborgen energiearmoede'. Dit zijn

huishoudens die hun verbruik extreem hebben gereduceerd tot onder hun behoeften, om hun energierekening te kunnen betalen. Deze groep komt niet in de statistieken terecht, doordat deze zijn gebaseerd op de verhouding tussen huishoudelijk inkomen en de hoogte van energierekeningen, maar leven wel in omstandigheden ver onder hun comfort en gezondheid. Dit maakt duidelijk dat de huidige monitoring en definitiekaders tekortschieten in het identificeren en aanpakken van energiearmoede.

Relaties binnen energiearmoede

Deze inleiding legt de basis voor het afstudeeronderzoek. Het onderzoek richtte zich op de relatie tussen stijgende energieprijzen en veranderingen in energiegebruik en thermisch comfort. De inzichten hierover zijn gebruikt om een verbeterde aanpak van energiearmoede te onderzoeken, waarin verschillende maatregelen zijn beoordeeld. Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd in samenwerking met moBius consult, waardoor ervaring uit het werkveld is gecombineerd met academisch onderzoek.

Met dit onderzoeksdoel en de inleidende probleemstelling in gedachte is vervolgens een data-analyse uitgevoerd naar de verschillende relaties binnen energiearmoede. Er is gekeken naar de verhouding tussen huishoudelijk energiegebruik en veranderingen in energieprijzen, welke factoren de mate van deze verhouding beïnvloeden en welke gevolgen deze veranderingen in energieverbruik hebben. De data-analyses tonen het volgende:

- Er bestaat een sterke correlatie tussen de energieprijzen binnen variabele energiecontracten en het gemiddelde energiegebruik van woningen. Hogere energieprijzen leiden tot een vermindering in energiegebruik.
- De mate van deze afname is hoger bij huishoudens die wonen in oudere woningen, een grote gezinsgrootte hebben en die leven in een woning van slechte gebouwkwaliteit.
- Met de beschikbare data kunnen indicaties van binnenruimtetemperaturen van huishoudens in energiearmoede

worden gemaakt, welke vervolgens met de waarnemingen van experts zijn geverifieerd. Uit deze indicaties blijkt dat binnenruimtetemperaturen van rond de 14 graden een realiteit zijn voor de gemiddelde huishoudens in energiearmoede. Met een range tussen de 12 graden en 16 graden voor extreme en minder extreme gevallen. Deze lage temperaturen nemen verschillende negatieve gevolgen met zich mee.

De data maakt het mogelijk om huishoudens die in energiearmoede leven te identificeren en de mate van aanwezigheid van energiearmoede te beoordelen. Met deze benadering kan verborgen energiearmoede beter naar boven worden gehaald en kunnen problematische gevallen worden geïdentificeerd. Hiervoor worden de volgende kenmerken gecombineerd:

- Veranderingen in energiegebruik.
- Veranderingen in binnenruimtetemperatuur.
- Gemiddeld huishoudelijk inkomen.
- Beoordeling van bouwjaar en gebouwkwaliteit.

HERDEFINIËRING EN AANPAK ENERGIEARMOEDE

Het theoretische onderzoek tot dit punt maakt het mogelijk een verbeterde definitie te vormen:

Een persoon wordt als energiearm beschouwd wanneer hij/zij aanzienlijke moeilijkheden ondervindt in zijn/haar woning met betrekking tot de energievoorziening die nodig is om te voldoen aan behoeften voor thermisch comfort en gezondheid, als gevolg van onvoldoende financiële middelen en slechte woonomstandigheden, in combinatie met een significante stijging van de energiekosten.

Aan de hand van het vooronderzoek en bovenstaande definitie is een vernieuwd stappenplan voor de beoordeling en aanpak van energiearmoede op gebouwniveau opgesteld. Deze is te zien in figuur 1 en bestaat uit de volgende stappen:

1. Zorg

Het signaleren van vermoedelijke energiearmoede in gebouwen, via klachten, data-analyses of sociale signalen.

2. Beoordeling

Na de identificatie van de case, moeten verschillende beoordelingen plaatsvinden om de ernst van het probleem en de oplossingsrichtingen te identificeren, bestaande uit:

2.1 Energiegebruik

Data omtrent het energiegebruik van de case geeft een inzicht in de verandering van binnenruimtetemperaturen.

2.2 Gebouweigenschappen

Gebouweigenschappen hebben op verschillende manieren invloed op energiearmoede en kunnen aangepakt of benut worden. Dit zijn eigenschappen als bouwjaar, gebouwkwaliteit en bekende gebreken.

2.3 Doelgroep

Verschillende doelgroepen hebben verschillende verhoudingen tot energiearmoede. Een inzicht in de leeftijden, achtergronden en inkomens zorgt voor een effectievere aanpak.

2.4 Persoonlijke factoren

Om een compleet beeld te krijgen van de problematiek, is het belangrijk om met bewoners in gesprek te gaan.

3. Beoordelingsconclusies

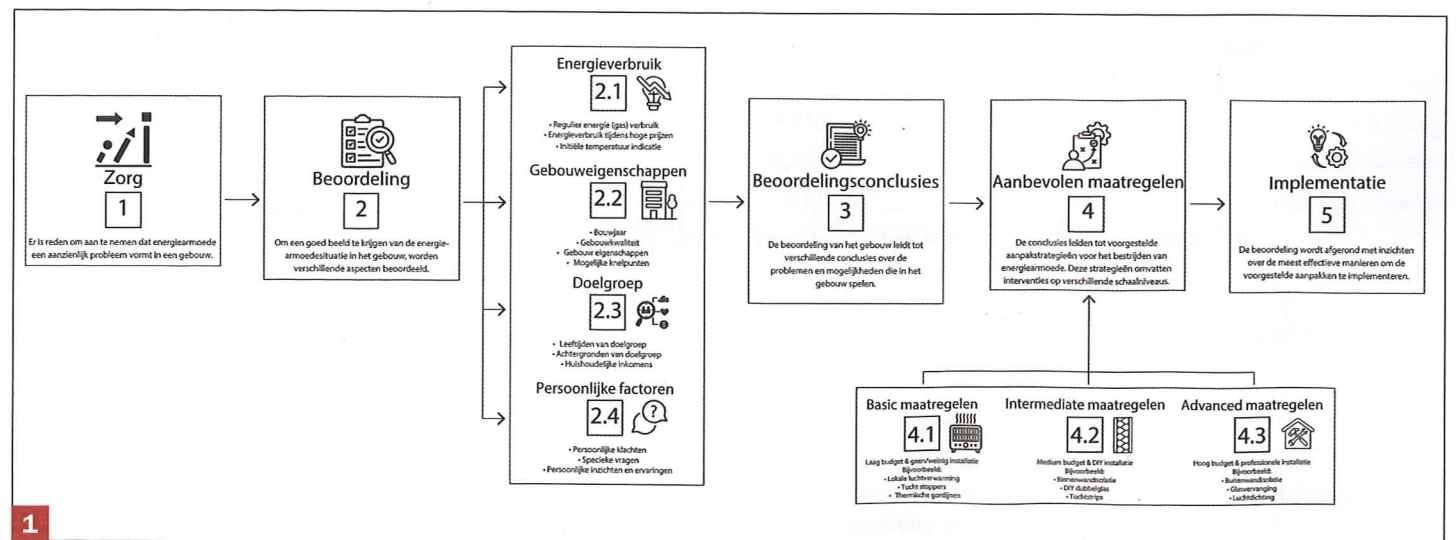
De analyse zal leiden tot conclusies over de problemen en mogelijkheden binnen het gebouw.

4. Aanbevolen maatregelen

Op basis van de conclusies worden interventies voorgesteld die kunnen helpen om energiearmoede in de betreffende situatie te verminderen. Deze interventies vinden plaats op verschillende niveaus.

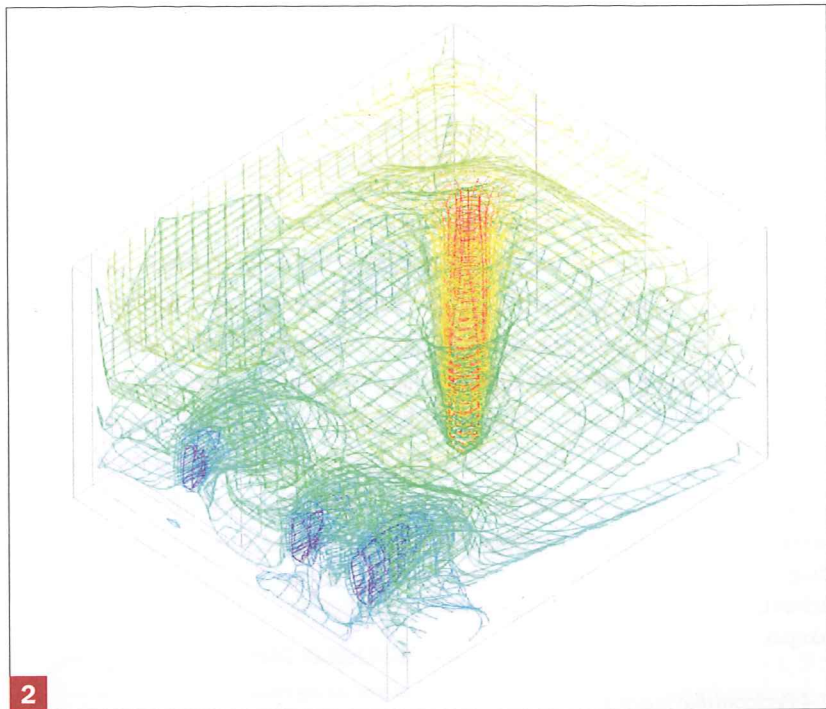
5. Implementatie

Het proces wordt afgerond met richtlijnen voor de meest effectieve uitvoering van de voorgestelde maatregelen. Deze richtlijnen gaan over communicatie met bewoners en financiering van interventies.



1

Stappenplan aanpak energiearmoede



CFD-resultaten bij lokale luchtverwarming (kleur geeft de temperatuur weer)

Beoordelingsmatrix (ingevuld met voorbeeld van DIY voorzetraam)

Parameter	Normaal gebruik	Energiearmoede gebruik
Energie efficiëntie		
Gasverbruik zonder maatregel (m³)	657,0	346,0
Gasverbruik met maatregel (m³)	633,6	330,9
Verbetering (%)	5,7	7,0
Thermisch comfort		
Temperatuur setpoint zonder maatregel (°C)	19,0	13,5
Temperatuur setpoint met maatregel bij hetzelfde energiegebruik (°C)	20,5	14,8
Verbetering (°C)	2,0	1,9
Financiële efficiëntie		
Prijs van maatregel (€)		320
Gasverbruik besparing (m³)	37,3	24,3
Gasprijs (€)		1,5
Jaarlijkse besparing met zelfde temperatuur setpoints (€)	55,9	36,4
Terugverdientijd (jaren)	5,7	8,8
Oude gasrekening (€)	986,2	519,9
Nieuwe gasrekening (€)	930,3	495,6
Investerings efficiëntie (%)	17,5	11,4
Algemene efficiëntie (Wat is de conclusie over de maatregel?)		
Maatregel voordelen	- Goedkoop alternatief voor dubbelglas - DIY installatie - Kan worden weggehaald, nuttig voor huurwoningen	
	- Vermindering van zicht door raam - Niet sterk voor lange termijn - Condensatie risico's - Beperkte efficiëntie bij betere glastypes	

CASE STUDY

Zoals hiervoor benoemd is een belangrijke stap uit het stappenplan het voordragen en beoordelen van maatregelen, het volgende deel van het afstudeeronderzoek draait hierom. Binnen de huidige energiearmoede en energie-efficiëntie markt is er een groot aanbod aan producten die claimen energiearmoede te kunnen verminderen. Denk aan producten als radiatorventilatoren en raamfolie. Er is echter weinig bekend over de technische efficiëntie van deze producten en nog minder over de effectiviteit in energiearmoede situaties.

Om dit gebrek aan te pakken en de effectiviteit van maatregelen in beeld te krijgen zijn verschillende energie simulaties gedaan, waarin de effecten van maatregelen zijn gesimuleerd en vastgelegd. Deze database maakt het mogelijk maatregelen effectief toe te wijzen aan cases.

Om de effecten van maatregelen te onderzoeken is een case study gemodelleerd, waarin vervolgens verschillende maatregelen zijn getest. De case study van Poptahof Noord in Delft is gekozen vanwege zijn locatie, lage gebouwkwaliteit en representativiteit voor energiearmoede in Delft en Nederland.

Simulatieonderzoek

De simulatie is opgezet in VABI Elements. Deze software maakt het mogelijk om gebouwgebruik te simuleren en data te verzamelen over energiegebruik en binnenklimaat. Eerst is de geometrie van één appartement in het Poptahof Noord complex gemodelleerd. Vervolgens zijn er verschillende gebruikskenmerken gekoppeld aan het model. Dit zijn gebruikskenmerken als temperatuursetpoints, ruimtegebruik en verwarmingsschema's. Deze kenmerken zijn gespecificeerd op basis van het gedrag van huishoudens in energiearmoede en in 'normale' huishoudens, om een vergelijking van situaties mogelijk te maken. Daarnaast zijn ook CFD-analyses gedaan in DesignBuilder van verschillende alternatieve verwarmingsmethoden, zoals lokale luchtverwarming, een impressie hiervan is te zien in figuur 2.

Beoordelingsmatrix

Om de verschillende maatregelen te kunnen beoordelen is een beoordelingsmatrix opgezet. Deze matrix maakt het mogelijk om de effectiviteit van maatregelen te koppelen aan drie belangrijke dimensies van energiearmoede: energie efficiëntie, thermisch comfort en financiële efficiëntie. De matrix is te zien in tabel 1.

Er is vervolgens een bibliotheek van maatregelen opgesteld, onderverdeeld in 3 klassen, deze bibliotheek is te zien in tabel 2. Deze klassen houden rekening met kosten, losmaakbaarheid en het installatieproces:

- Basic: lage kosten, goede losmaakbaarheid, eenvoudige installaties.

Maatregelenoverzicht

Basic	Intermediate	Advanced
Radiatorfolie	Binnenwandisolatie	Buitenwandisolatie
Tocht stoppers	Vloerisolatie	Glasvervanging
Thermische gordijnen	Raamfolie	Luchtdichting
	Tochtstrips	
	Plafondisolatie	
	Geïsoleerde deurpanelen	
	Vloertapijt isolatie	
	DIY dubbelglas	

- Intermediate: middel kosten, gemiddelde losmaakbaarheid, moeilijkere installatie.
- Advanced: hoge kosten, slechte losmaakbaarheid, vak-kundige installatie benodigd.

MODELLERING EN RESULTATEN

De maatregelen zijn individueel gemodelleerd en doorge-rekend, waarna de resultaten op de variabelen uit de beoordelingsmatrix zijn vastgelegd. Het volledige over-zicht is te omvangrijk om in dit artikel op te nemen, een indicatie van hoe het overzicht in zijn werking gaat is te zien in figuur 3.

De resultaten leiden tot de volgende conclusies:

- Kleinschalige maatregelen die zelf aan kunnen worden gebracht hebben meer direct effect en financiële efficiëntie dan grootschalige maatregelen die een professionele installatie vereisen.
- Duurdere maatregelen staan niet gelijk aan betere resul-taten. Duurdere maatregelen zijn ook meer case afhan-kelijk dan laagdrempeligere maatregelen;
- Direct comfort kan beter bereikt worden met goedkopere maatregelen, zoals lokale luchtverwarming of laagdrempel-ige glasverbetering (raamfolie of DIY dubbelglas).
- Het combineren van goedkope en laagdrempelige maat-regelen is een goede strategie om de eerste en wellicht grootste slag te slaan. Het zelf installeren van maatrege-len helpt hierbij mee.

Voorbeeld van energiearmoede stappenplan – case study Poptahof noord

Zoals benoemd draait het onderzoek om het opstellen van een effectievere aanpakstrategie van energiearmoede. Het stappenplan begint met een beoordeling en eindigt met voorstellen voor maatregelen op gebouwschaal. Tijdens het afstudeeronderzoek is het volledige stappenplan door-lopen. In dit artikel geven we de belangrijkste beoorde-lingsconclusies van de case study weer in tabel 3.

Deze beoordelingsconclusies leiden tot de onderstaand voorgestelde maatregelen voor Poptahof Noord.

1. Geïsoleerd deurpaneel op balkondeur
De analyses tonen dat de balkondeur een van de zwakste punten van de thermische schil is. Via deze deur gaat veel warmte verloren en ontstaat een ongelijkmatige tem-peratuurverdeling in de verblijfsruimte. Het geïsoleerde deurpaneel heeft lage investeringskosten en is zelf aan te

Samenvattende resultaten van interventies									
Schaal van maatregel	Methoden / apparaten	Afbeelding	Beschrijving	Prijs	Resultaten bij normaal gebruik	Resultaten bij energiearmoede	Effect of in situatie	Voordelen	Nadelen
Basic maatregelen	Lokale luchtverwarming	FWAL01	Compacte elektrische of gasaangedreven kleine ruimteverwarmers	Individuele prijs: 30,- per stuk		Zie CFD resultaten	- Compacte ruimte - Grote gaskleur van ruimteverwarming - Betreft laag thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Gedichte en lokale verwarming Verlaagde en flexibel, snelle opwarmtijd	Hogere energieverbruik, draagt bij tot CO ₂ , effectief in grotere ruimten en bij langere gebruik
	Infrarood verwarmingspanelen	FWAL02	Wand of plafond gemonteerde panelen die straling uitstralen	Individuele prijs: 100,- per paneel		Zie CFD resultaten	- Hogere variërende gaskleur - Zeer lokale ruimteverwarming - Betreft laag thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Efficiënt en directe verwarming, snelle verwarming, weinig onderhoud, esthetische opties	Beperkt bereik, variërende aanpak, positionering, hoge investeringskosten
	Radiatorfolie	FWAL03	Folie achter radiator die warmte terug de ruimte in te reflecteren	Individuele prijs: 10,- per rol van 5m Gemiddelde prijs: 20,-	Energie-efficiëntieverhoging: 1,2% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 12,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 30%	Energie-efficiëntieverhoging: 1,6% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 12,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 23%	- Lage variërende gaskleur - Lage variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Vermindert warmteverlies, goedkoop en eenvoudig te installeren, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief voor thermisch comfort, effectief in kleine ruimten
	Tocht stoppers	FWAL04	Gedicht aan de onderzijde van deuren en ramen om luchtinlaat te verminderen	Individuele prijs: 5,- per stopper Gemiddelde prijs: 40,-	Energie-efficiëntieverhoging: 0,7% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 7,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 14%	Energie-efficiëntieverhoging: 1,0% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 5,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 11%	- Veel tocht aanwezig - Lage variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Direct effect op thermisch comfort, verlaagde en flexibel, snelle opwarmtijd	Variërende impact, aanpak, aanpak, effectief in kleine ruimten
	Thermische gordijnen	FWAL05	Zware, geleerde gordijnen of jaloezieën	Individuele prijs: 20,- per meter Gemiddelde prijs: 200,-	Energie-efficiëntieverhoging: 0,8% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 8,- Terugverdientijd: 4 jaar Investeringsrendement: 23%	Energie-efficiëntieverhoging: 1,7% Thermisch comfort verhoging: 1,1°C Jaarlijkse besparing: 14,- Terugverdientijd: 6 jaar Investeringsrendement: 14%	- Effectief in kleine ruimten - Lage variërende gaskleur - Lage variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Blokkert kou en tocht, effectief op verwarming, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Alleen effectief bij kleine ruimten, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
Intermediate maatregelen	Binnenwandisolatie	FWAL06	Isolatie van binnenwanden om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 30,- per m² Gemiddelde prijs: 100,-	Energie-efficiëntieverhoging: 4,6% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 45,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 5%	Energie-efficiëntieverhoging: 5,5% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 45,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 3%	- Slechte kwaliteit geïsoleerde - Lage variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Aantrekkelijke reduceer van warmteverlies, verlaagde en flexibel, snelle opwarmtijd	Vermindert warmteverlies, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
	Vloerisolatie	FWAL07	Plaatsing van isolatie onder de vloer om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 20,- per m² Gemiddelde prijs: 110,-	Energie-efficiëntieverhoging: 8,3% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 40,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 62%	Energie-efficiëntieverhoging: 10,0% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 40,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 10%	- Warmteverlies via de vloer naar - Grote variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Voorkeert warmteverlies, verlaagde en flexibel, snelle opwarmtijd	Ingrijpende installatie, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
	Raamfolie	FWAL08	Transparante folie die aan de ramen wordt geplakt om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 10,- per rol Gemiddelde prijs: 50,-	Energie-efficiëntieverhoging: 3,9% Thermisch comfort verhoging: 1,6°C Jaarlijkse besparing: 20,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 70%	Energie-efficiëntieverhoging: 4,9% Thermisch comfort verhoging: 1,6°C Jaarlijkse besparing: 20,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 44%	- Grote glasoppervlakte in de ruimte - Effectief in kleine ruimten - Lage variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Betreft laag thermisch comfort, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Eenmalige installatie, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
	Tochtstrips	FWAL09	Gedicht aan de onderzijde van deuren en ramen om luchtinlaat te verminderen	Individuele prijs: 5,- per stopper Gemiddelde prijs: 120,-	Energie-efficiëntieverhoging: 1,8% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 12,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 15%	Energie-efficiëntieverhoging: 2,3% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 12,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 10%	- Lage variërende gaskleur - Lage variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Vermindert tocht, eenvoudig te installeren, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
	Plafondisolatie	FWAL10	Isolatie van plafonds om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 20,- per m² Gemiddelde prijs: 150,-	Energie-efficiëntieverhoging: 0,8% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 8,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 10%	Energie-efficiëntieverhoging: 0,8% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 8,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 10%	- Onderzijde van plafond - Lage variërende gaskleur - Lage variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Vermindert warmteverlies, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
Advanced maatregelen	Geïsoleerde deurpanelen	FWAL11	Isolatie van deuren om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 30,- per paneel Gemiddelde prijs: 30,-	Energie-efficiëntieverhoging: 2,1% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 14,- Terugverdientijd: 3 jaar Investeringsrendement: 40%	Energie-efficiëntieverhoging: 2,7% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 14,- Terugverdientijd: 3 jaar Investeringsrendement: 40%	- Lage variërende gaskleur - Lage variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
	Vloertapijt isolatie	FWAL12	Plaatsing van isolatie onder de vloer om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 20,- per m² Gemiddelde prijs: 70,-	Energie-efficiëntieverhoging: 0,8% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 8,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 10%	Energie-efficiëntieverhoging: 0,8% Thermisch comfort verhoging: 0,5°C Jaarlijkse besparing: 8,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 10%	- Warmteverlies via de vloer naar - Grote variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
	DIY dubbelglas	FWAL13	Beveiliging van de ramen om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 40,- per paneel Gemiddelde prijs: 200,-	Energie-efficiëntieverhoging: 5,7% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 45,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 10%	Energie-efficiëntieverhoging: 5,7% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 45,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 11%	- Betreft laag thermisch comfort - Lage variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
	Buitenwandisolatie	FWAL14	Isolatie van buitenwanden om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 20,- per m² Gemiddelde prijs: 40,-	Energie-efficiëntieverhoging: 4,7% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 45,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 1%	Energie-efficiëntieverhoging: 5,5% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 45,- Terugverdientijd: 1 jaar Investeringsrendement: 1%	- Slechte kwaliteit geïsoleerde - Lage variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
	Glasvervanging	FWAL15	Vervanging van bestaande beglazing door dubbelglas	Individuele prijs: 130,- per paneel Gemiddelde prijs: 180,-	Energie-efficiëntieverhoging: 10,3% Thermisch comfort verhoging: 4,6°C Jaarlijkse besparing: 140,- Terugverdientijd: 18 jaar Investeringsrendement: 6%	Energie-efficiëntieverhoging: 12,4% Thermisch comfort verhoging: 4,5°C Jaarlijkse besparing: 140,- Terugverdientijd: 23 jaar Investeringsrendement: 4%	- Betreft laag thermisch comfort - Lage variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten
Advanced maatregelen	Luchtdichting	FWAL16	Beveiliging van de ramen om warmteverlies te verminderen	Individuele prijs: 40,- per paneel Gemiddelde prijs: 40,-	Energie-efficiëntieverhoging: 2,4% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 14,- Terugverdientijd: 3 jaar Investeringsrendement: 4%	Energie-efficiëntieverhoging: 3,1% Thermisch comfort verhoging: 2,2°C Jaarlijkse besparing: 14,- Terugverdientijd: 3 jaar Investeringsrendement: 4%	- Betreft laag thermisch comfort - Lage variërende gaskleur - Grote variërende thermisch comfort - Beperkt beschikbaar budget	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten	Beperkte impact, effectief in kleine ruimten, effectief in kleine ruimten

Indicatief maatregelenoverzicht

Beoordelingsconclusies

Onderdeel	Poptahof Noord
Energiegebruik	- Laag basis energiegebruik. - 44% vermindering in energiegebruik. - Initiële temperatuurschatting van 12 graden.
Gebouwkenmerken	- Laag energielabel (E) en oud bouwjaar (1955). - Tweezijdige oriëntatie, betonbouw, appartementengebouw - Groot glasoppervlakte, lage kwaliteit balkondeuren en glas als knelpunten.
Doelgroep	- Voornamelijk 30+'ers. - Voornamelijk niet Nederlandssprekende bewoners. - Huishoudelijk bruto jaarinkomen rond de € 25.000,-.

brengen, daarnaast is het een maatregel waar het thermisch comfort merkbaar mee wordt verhoogd.

2. Thermische gordijnen op vrije ramen

Thermische gordijnen zijn een goedkope en effectieve manier om transmissieverliezen via laagwaardige ramen te beperken. Deze maatregel past goed bij het gebruikersprofiel van energiearmoede huishoudens, waarin selectief wordt verwarmd en er extra aandacht is voor het toelaten van warmte en blokkeren van koude. De gordijnen zijn geschikt om toe te passen in de slaapkamers en keuken, het wordt echter niet aangeraden om deze ook toe te passen in de woonkamer wegens de toelating van daglicht.

3. Raamfolie op enkelglas ramen

In het gebouw is zowel enkel als dubbelglas toegepast. Voor huishoudens met energiearmoede is het niet efficiënt om alle ramen te verbeteren, het is beter om de zwakste schakel aan te pakken. In het geval van Poptahof Noord is het dus effectief om met raamfolie de prestatie van enkel glas te verbeteren tot een vergelijkbaar niveau als het bestaande dubbel glas. Dit zal het energieverlies verminderen en door een evenrediger temperatuurverloop vanuit de gevel zorgen voor een beter thermisch comfort.

4. Lokale luchtverwarming in woonkamer

De CFD-analyses bevestigen dat lokale luchtverwarming in specifieke (kleinere) verblijfsruimtes tot een aanzienlijke toename in thermisch comfort kan leiden. In combinatie met de hiervoor benoemde maatregelen kan lokale luchtverwarming goed toegepast worden.

Met een combinatie van bovengenoemde maatregelen worden verschillende knelpunten aangepakt door in te spelen op de verschillende eigenschappen van de case. De aanpak leidt tot een verbetering van de thermische schil, een beter thermisch comfort, lagere energiekosten, korte terugverdientijden en lage investeringskosten.

De bovenstaande doorloop van het energiearmoede stappenplan is een voorbeeld van hoe het stappenplan in combinatie van de maatregelenbibliotheek kan worden toegepast op verschillende cases.

CONCLUSIE

Het onderzoek laat zien dat stijgende energieprijzen leidt tot een grote vermindering in energiegebruik en lage binnenruimtetemperaturen. In ernstige gevallen zijn de binnentemperaturen rond 13-14 °C, wat negatieve gevolgen met zich meeneemt.

Tegelijkertijd blijkt dat de huidige beleidsaanpak definiëring mist en een te grote focus legt op financiële aspecten. Het onderzoek draagt een vernieuwde definitie voor. En geeft een gebouwgericht stappenplan om energiearmoede effectief te analyseren en aan te pakken.

Via een case study is een bibliotheek van maatregelen beoordeeld op hun vermogen om verschillende aspecten van energiearmoede te verhelpen. Deze bibliotheek, in combinatie met het stappenplan, kan worden gebruikt om in verschillende casussen energiearmoede aan te pakken.

In de conclusie laat het onderzoek zien dat voor een betere aanpak van energiearmoede er structurele verbeteringen nodig zijn in de bouwkundige kwaliteit van huishoudens met energiearmoede, een groot deel van deze verbetering kan komen via maatregelen die huishoudens zelf kunnen aanschaffen en installeren, wat bijdraagt aan hun weerbaarheid. ■

BRONNEN

- [1] Mulder, P et al, 2024, De energiearmoedekloof in Nederland: Een microdata-analyse van het niveau en de ongelijkheid van energiearmoede.
- [2] CBS, 2024, Energy poverty reduced by compensation and energy savings.
- [3] TNO, z.j., TNO brengt energiearmoede in kaart.
- [4] Mulder, P et al, 2022, Energy poverty in the Netherlands at the national and local level: A multi-dimensional spatial analysis.