

**EnergieTransitie**  
Radarweg 60  
1043 NT Amsterdam

**TNO-rapport**

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

**TNO 2020 P11608**

T +31 88 866 50 10

**Kosten en baten isolatiestandaard en  
streefwaarden voor woningen**

Datum	26 oktober 2020
Auteur(s)	Marijke Menkveld, Vera Rovers, Casper Tigchelaar en Arjan Zwamborn
Opdrachtgever	Ministerie van Binnenlandse Zaken
Projectnaam	Kosten en baten standaard en streefwaarden
Projectnummer	060.41606/060.45126

Alle rechten voorbehouden.

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

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

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

© 2020 TNO

## Samenvatting

### Isolatiestandaard afspraak in Klimaatakkoord

In het Klimaatakkoord is afgesproken de opschaling van verduurzaming van bestaande woningen te bevorderen met het vaststellen van een isolatiestandaard. De standaard wordt gebaseerd op de bouwkundige/technische mogelijkheden in combinatie met de financiële haalbaarheid.

De standaard wordt geformuleerd op het niveau van de gehele woning en uitgedrukt in een netto warmtevraag in kWh/m<sup>2</sup>/jaar, aansluitend op de NTA8800-bepalingsmethodiek. Niet iedereen verbouwt de hele woning bij verduurzaming. Voor verbouwingen, waarbij maar één of enkele bouwdelen worden aangepakt (zoals dak, gevel, vloer), worden er streefwaarden gegeven voor isolatie (in Rc, dan wel U-waarden) en benodigde ventilatie(voud). De standaard voor de gehele woning is leidend, de streefwaarden voor bouwdelen dragen hieraan bij.

De beoogde standaard voor de bestaande bouw wordt voor eigenaar-bewoners vooralsnog niet verplichtend voorgeschreven, maar geeft duiding over de gewenste energieprestaties van bestaande woningen vooruitlopend op de wijkgerichte aanpak. De standaard wordt voor huurwoningen wel verplicht in 2050 en verhuurders moeten zorgen dat een woning voldoet aan de standaard op het moment dat via de wijkgerichte aanpak de woning op de nieuwe energie infrastructuur worden aangesloten.

### Eerder uitgevoerd onderzoek

Ingenieursbureau Nieman heeft onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor isolatie in bestaande woningen als invulling voor de standaard (Nieman, 2019). Zij hebben daarbij onderscheid gemaakt naar 16 woningklassen, een combinatie van 4 bouwjaarklassen en 4 woningtypes.

In het onderzoek van Nieman zijn 3 verschillende pakketten van verbetering van isolatie en ventilatie onderzocht met een verschillend ambitieniveau. Zij heten niveau 2, 3 en 4, niveau 1 beschrijft de huidige situatie van een woning en niveau 0 de oorspronkelijke situatie tijdens de bouw

**Niveau 2:** gangbare maatregelen ondergrens (doe het zelf). Niveau 2 betreft vloer- en dakisolatie naar Rc 1,3, spouwmuurisolatie met Rc 1,3 voor woningen gebouwd na 1945, HR++ glas, verbetering van de kierdichting en toepassing van mechanische afzuiging met CO<sub>2</sub>-sturing in de woonkamer of winddruk gestuurde roosters in woningen gebouwd vóór 1945.

**Niveau 3:** gangbare maatregelen bovengrens (uitgevoerd door een professional). Niveau 3 betreft vloer- en dakisolatie naar Rc 3,5, spouwmuurisolatie met Rc 1,5 voor woningen gebouwd na 1945, HR++ glas, verbetering van de kierdichting en toepassing van mechanische afzuiging met CO<sub>2</sub>-sturing in de woonkamer of winddruk gestuurde roosters in woningen gebouwd vóór 1945.

**Niveau 4:** ingrijpende maatregelen. Niveau 4 betreft vloer naar Rc 3,5, buitengevelisolatie met Rc 6, dakisolatie naar Rc 8, triple glas in nieuwe kozijnen, isolerende deur, verbetering van de kierdichting en toepassing van balansventilatie

met warmteterugwinning. De maatregelen gelden voor alle woningen zowel gebouwd voor als na 1945.

### **Opdracht aan TNO**

TNO is gevraagd de gemiddelde jaarlijkse kosten en baten te berekenen van de 3 verschillende isolatieniveaus uit het onderzoek van Nieman voor zowel de eigenaar-bewoners van een koopwoning als de huurder en verhuurder van sociale en particuliere huurwoningen. Bij de kosten wordt uitgegaan van meerkosten op een natuurlijk moment. De jaarlijkse meerkosten van woningeigenaren en verhuurders bestaan uit de financieringslasten van deze meerinvesteringen. De jaarlijkse baten van verhuurders bestaan uit de huurverhoging. Deze huurverhoging zijn de jaarlijkse kosten van de huurder. De jaarlijkse baten van eigenaar-bewoners en huurders bestaan uit een lagere energierekening door energiebesparing.

De meerkosten en baten zijn echter erg afhankelijk van de specifieke uitgangssituatie van een woning. Het maatregelpakketten per niveau uit het onderzoek van Nieman hoeft voor een specifieke woning niet de meest optimale keuze te zijn. Om te kijken wat het effect op investeringskosten is voor een op de woning toegespitst maatregelpakket, zijn voor een aantal representatieve woningen door Nieman verschillende maatregelpakketten ('varianten') samengesteld die tot dezelfde netto warmtevraag zouden leiden als het algemene maatregelpakket voor isolatieniveau 3. De varianten laten zien dat de standaard als netto warmtevraag in kWh/m<sup>2</sup> leidend is, maar dat de woningeigenaar de vrijheid heeft zelf een maatregelpakket te kiezen om die reductie te realiseren. TNO heeft ook voor deze varianten meerinvesteringen berekend. De eventuele verandering in baten zijn in deze 'varianten' exercitie niet meegenomen.

### **Methode berekeningen**

TNO heeft de investeringen en de jaarlijkse kosten en baten berekend voor alle respondenten uit de Energiemodule van WoON 2018, welke een representatieve steekproef vormen van de Nederlandse woningvoorraad. De mediaan van de investeringen en de jaarlijkse meerkosten minus baten worden als resultaten vermeld. Daarbij is ervan uitgegaan dat voor elk bouwdeel de isolatiegraad verbeterd wordt naar de door Nieman voorgestelde niveaus.

Er is gekozen om de mediaan (het 50% percentiel) en de spreiding in de resultaten te laten zien. Er is niet gekozen voor het gemiddelde, omdat enkele 'dure' woningen dit gemiddelde flink hoger kunnen doen uitvallen. Dit wordt maar beperkt gecompenseerd door lage uitschieters.

De investeringen zijn gebaseerd op kostenkengetallen van Arcadis uit maart 2020 (Arcadis, 2020). Er is gerekend met de kostenkengetallen op een natuurlijk moment. Kosten op natuurlijk moment komen niet overeen met de totale kosten van een verbouwing in de praktijk. De kosten op natuurlijk moment zijn de meerkosten die samenhangen met het upgraden van de bouw- en installatiedelen i.p.v. het louter in stand houden van de oorspronkelijke kwaliteit aan het einde van de technisch-economische levensduur van de bouw- en installatiedelen. De 'meerkosten op natuurlijk moment' zijn dus (meestal significant) lager dan de totale kosten die gemaakt moeten worden voor de uitvoering van de verduurzamingsmaatregelen.

Dat betekent bijvoorbeeld dat een lager percentage indirecte kosten wordt gerekend (13% in plaats van 21%). Algemene uitvoeringskosten blijven buiten beschouwing. Dit betreft kosten voor leidinggevend en ondersteunend personeel en bouwplaats voorzieningen. Tevens worden in de kosten op een natuurlijk moment de kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen niet meegenomen. Bij glasisolatie worden, bij vervanging van enkel of dubbel glas door HR++ glas, de materiaalkosten en de arbeidskosten voor het plaatsen van enkel of dubbel glas afgetrokken van de materiaalkosten en de kosten voor het plaatsen van HR++ glas. Bij platdakisolatie wordt alleen de kosten voor het aanbrengen van isolatie gerekend, en blijven de kosten voor vervanging van de dakbedekking buiten beschouwing.

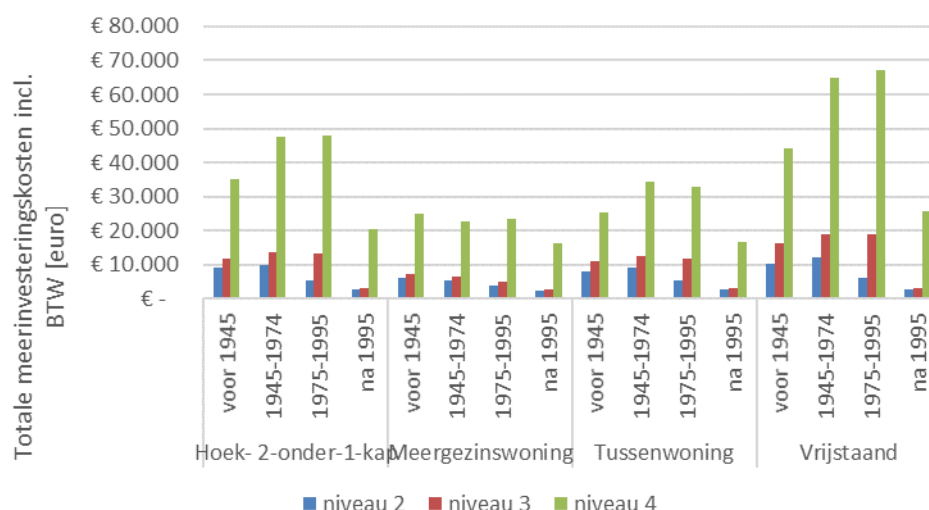
In de loop van dit onderzoek is gebleken dat de begroting van verschillende kostenposten in de Arcadis kostenkengetallen bij natuurlijk moment afwijken van de zojuist genoemde definitie, namelijk de meerkosten t.g.v. upgrade i.p.v. louter in stand houden. Zo is bij het plaatsen van HR++glas het frezen en gronden van de sponningen meegenomen, wordt bij isolatie van een hellend dak afwerking met gipslaten meegenomen en bij plat dakisolatie wordt vervanging van de muurplaat meegenomen (horizontale houten balk net onder het dak die instaat voor de gewichtsverdeling). Gelet op de benodigde inspanning en doorlooptijd was er geen ruimte meer binnen dit onderzoek om met de kosteninschattingen voor natuurlijk moment aan te passen. Dit betekent dat de meerinvesteringen op een natuurlijk moment in de praktijk lager zijn dan de kosten gehanteerd in dit rapport en dat de kosten/baten verhouding op een natuurlijk moment gunstiger is dan in dit rapport gepresenteerd. Dit is met name van belang bij het maatregelpakket niveau 4 waar de hoogste meerinvesteringen per woning worden gepresenteerd.

De besparingen op het energieverbruik van woningen zijn berekend conform de methode van het maatwerkadvies op basis van de NEN7120 rekening houdend met het huidige werkelijk gasverbruik van de woning en een temperatuurstijging in de woning door na-isolatie.

TNO berekent alleen de meerkosten en baten en doet geen onderzoek naar de vraag of het voor woningcorporaties financieel haalbaar is om die meerkosten te dekken. De haalbaarheid van de opgaven voor woningcorporaties is onderzocht in het onderzoek "Opgaven en middelen" (BZK, 2020). In dit onderzoek kijken we alleen naar de meerkosten op een natuurlijk moment en wordt gerekend met andere rentepercentages dan in het opgave en middelen onderzoek, dat kijkt naar de totale investeringen die gefinancierd worden via een leningenportefeuille. TNO houdt ook geen rekening met flankerende kosten zoals het verzwaren van dakconstructies in verband met isolatiematerialen, het toegankelijk maken van kruipruimtes of het vervangen van kozijnen bij HR++ glas omdat deze afhankelijk zijn van de specifieke situatie in een project.

### **Meerinvesteringen**

De meerinvesteringen van de maatregelpakketten van niveau 3, 4 en 5 voor particuliere koopwoningen staan in Figuur S.1. De figuur maakt onderscheid naar bouwjaarklassen en woningtypen.



Figuur S.1 Mediaan Meerinvesteringen particuliere koopwoningen

De meerinvesteringen voor de maatregelpakketten zijn het hoogst voor woningen met een bouwjaar 1945 tot en met 1995. Na 1995 zijn de meerinvesteringen lager omdat deze woningen al beter geïsoleerd zijn en minder maatregelen nodig zijn. Voor woningen met een bouwjaar vóór 1945 zijn de meerinvesteringen lager omdat de maatregelpakketten rekening houden met de afwezigheid van een spouw en in niveau 2 en 3 geen spouwmuisisolatie mogelijk is.

De meerinvesteringen voor isolatie en ventilatie hangen sterk samen met de grootte van de woning. De meerinvesteringen voor meergezinswoningen zijn het laagst: voor niveau 2 en voor niveau 3 tussen de 4000 en 6000 euro per woning voor de bouwjaar 1945 tot 1995 (afhankelijk van bouwjaar en niveau). De meerinvesteringen voor rijwoningen in die bouwjaarklasse 1945 tot 1974 bedragen 8.000 euro per woning voor niveau 2 en 11.000 euro per woning voor niveau 3. De meerinvesteringen voor vrijstaande woningen in die bouwjaarklasse zijn 25.000 euro per woning voor niveau 2 en 30.000 euro per woning voor niveau 3. Voor woningen met bouwjaar van vóór 1945 en na 1995 zijn de meerinvesteringen lager.

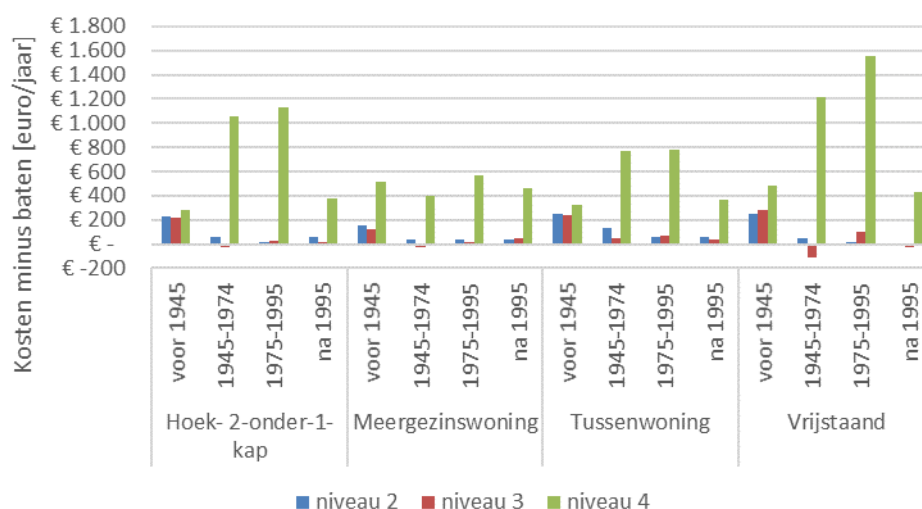
De meerinvesteringen voor niveau 2 en 3 verschillen weinig, de meerinvesteringen voor niveau 4 zijn fors hoger, omdat daarbij bijna ieder bouwdeel van de woning meer ingrijpend wordt verbeterd. De meerinvesteringen voor niveau 4 bedragen bij koopwoningen gebouwd voor 1995 rond de 23.000 à 25.000 euro per meergezinswoning, 25.000 à 35.000 euro voor een tussenwoning en 44.000 à 67.000 euro voor een vrijstaande woning (afhankelijk van het bouwjaar).

Bij huurwoningen liggen de meerinvesteringen iets lager dan bij koopwoningen, omdat de woningen gemiddeld kleiner zijn.

Genoemde getallen betreft de mediaan van de meerinvesteringen, de spreiding daarom heen is groot afhankelijk van de specifieke situatie van een woning. De meerinvesteringen kunnen tot wel 70% hoger of lager liggen dan de mediaan.

### Jaarlijkse meerkosten minus baten

De jaarlijkse meerkosten zijn voor particuliere woningeigenaren en verhuurders berekend als de jaarlijkse financieringslasten (rente en aflossing van de meerinvestering) plus eventuele jaarlijkse extra onderhoudskosten vanwege aanpassing van het ventilatiesysteem. De jaarlijkse meerkosten van huurders bestaan uit extra huurverhoging. De jaarlijkse baten zijn voor een particuliere woningeigenaar en huurder gelijk aan de besparing op de energierekening. Voor een huurder komt daar nog de eventuele extra huurtoeslag vanwege huurverhoging bij. De jaarlijkse baten voor een verhuurder zijn gelijk aan de huurverhoging. Door de jaarlijkse baten af te trekken van de jaarlijkse meerkosten zijn de netto jaarlijkse meerkosten minus baten berekend. Tabel S.2 geeft een voorbeeld voor particuliere koopwoningen.



Figuur S.2 Jaarlijkse netto meerkosten minus baten particuliere woningeigenaren uitgaande van financiering via een hypotheek

Voor particuliere koopwoningen wegen in de meeste gevallen de jaarlijkse baten niet op tegen de meerkosten. Voor niveau 2 en 3 blijven de meerkosten minus de baten in de meeste gevallen onder de 300 euro per jaar in woningen van vóór 1945 en voor nieuwere woningen ligt de mediaan rond de nul euro. Voor niveau 4 is de mediaan voor het saldo van kosten en baten ongunstiger, waarbij de jaarlijkse netto meerkosten voor meergezinswoningen liggen tussen de 400 en 600 euro per jaar en voor vrijstaande woningen tussen 1945 en 1995 1.200 tot bijna 1.600 euro per jaar zijn. Dit is uitgaande van financiering via een hypotheek met een looptijd van 30 jaar, bij financiering via het warmtefonds van het NEF met een looptijd van 20 jaar zijn de meerkosten hoger en de netto meerkosten minus baten daardoor ook.

Doordat de spreiding rond de meerinvesteringen zo groot is, geldt dat ook voor de netto jaarlijkse meerkosten minus baten. Een aanzienlijk deel van de eigenaar-bewoners kan tegen negatieve netto meerkosten investeren: 40% van de woningeigenaren kan door isoleren naar niveau 2 en 3 lagere woonlasten realiseren als ze gebruik maken van het warmtefonds. Bij financiering met een hypotheek geldt dit voor meer dan 50%. Voor niveau 4 geldt dat bijna 90% van de woningeigenaren er op jaarbasis op achteruitgaat bij financiering met het warmtefonds en dit is 75% als gefinancierd wordt met een hypotheek.

Voor particuliere verhuurders liggen de jaarlijkse netto meerkosten minus baten voor niveau 2 en 3 rond de 200 euro per woning per jaar. Voor niveau 4 ligt dit tussen de 300 en ruim 600 euro per jaar voor meergezinswoningen en rijwoningen. Voor de huurder van particuliere meergezinswoningen zijn de jaarlijkse netto meerkosten minus baten bij niveau 2 en 3 negatief: de baten zijn dus hoger dan de kosten. Voor tussenwoningen kunnen de netto meerkosten minus baten bij niveau 2 en 3 oplopen naar 200 euro per jaar. De netto meerkosten minus baten voor huurders bij niveau 4 liggen voor meergezins- en tussenwoningen tussen de nul en 800 euro per jaar.

Voor woningcorporaties en hun huurders hangen de jaarlijkse netto meerkosten minus baten sterk samen met de methode van huurverhoging. Uitgaande van de huurcommissiemethode liggen de jaarlijkse netto meerkosten minus baten voor woningcorporaties voor niveau 2 en 3 rond de 60 euro per woning per jaar en bij niveau 4 tussen de 110 tot 160 euro per woning per jaar. Uitgaande van huurverhoging conform het sociaal huurakkoord, liggen de jaarlijkse netto meerkosten minus baten voor woningcorporaties veel hoger, voor niveau 2 en 3 rond de 200 tot 400 euro per woning per jaar.

Bij de huurcommissiemethode kunnen voor de huurder de baten opwegen tegen de kosten voor niveau 2 en 3. Voor niveau 4 zijn de meerkosten van de huurverhoging hoger dan de baten op de energierekening. Als de huurverhoging berekend wordt volgens het sociaal huurakkoord, dan zijn de baten op de energierekening voor huurders meestal groter dan de huurverhoging.

### **Gevoeligheidsanalyse**

De jaarlijkse netto meerkosten minus baten zijn gevoelig voor de aannames rond investeringskosten, aardgasprijs en rente voor financiering. In plaats van te rekenen met huidige investeringskosten en energieprijzen is ook gerekend met de beoogde kostendaling uit het klimaatakkoord voor meerinvesteringen in isolatie- en ventilatiemaatregelen van 16% en 30% in 2030 en met een stijging van de gasprijs van 0,81 euro/m<sup>3</sup> naar 1,17 euro/m<sup>3</sup> in 2030 conform de KEV 2019 en een rentestijging naar 4%.

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat voor particuliere eigenaar-bewoners alleen een stijging van de gasprijs ertoe kan leiden dat in de mediaan de baten opwegen tegen de meerkosten voor niveau 2 en 3. Wanneer zowel kostendaling als stijging van de aardgasprijzen optreedt, neemt de mediaan van de jaarlijkse lastenverzwaring bij niveau 4 af van ruim 700 naar ruim 100 euro per jaar.

In de gevoeligheidsanalyse heeft de kostendaling weinig effect voor de verhuurder wanneer de huurverhoging wordt berekend met huurcommissiemethode, de financieringslasten zijn lager, maar de huurverhoging is ook lager. Bij een huurprijsberekening volgens het sociaal huurakkoord levert de kostendaling wel lagere jaarlasten voor de verhuurder op, omdat de huurverhoging gebaseerd blijft op de tabel uit het sociaal huurakkoord. Een rentestijging heeft wel veel effect voor de verhuurder omdat de financieringslasten stijgen en we aannemen dat de huurprijsstijging niet toeneemt maar op dezelfde wijze wordt berekend als in het basisscenario (zowel bij de huurcommissiemethode als het sociaalhuurakkoord). De stijging van de gasprijs heeft geen effect op de jaarlijkse lasten van verhuurders omdat de huurverhoging bepaald is met de huurcommissiemethode of de tabel uit het sociaalhuurakkoord. Wel is het zo dat de tabel die bepaald hoeveel de huur

mag stijgen in het sociaal huurakkoord, aangepast kan worden als de gasprijs veranderd. Ook zou in de huurcommissiemethode het rentepercentage waarmee mag worden gerekend aangepast kunnen worden als de rente stijgt. Dit effect is niet meegenomen. De jaarlijkse lasten voor huurders zijn wel gevoelig voor de gasprijs. De hogere gasprijs brengt de mediaan van de jaarlijkse lasten naar nul of maakt deze negatief.

### Varianten voor specifieke uitgangssituatie

De meerinvesteringen zijn erg afhankelijk van de specifieke uitgangssituatie van een woning. Het maatregelpakket per niveau uit het Nieman onderzoek is voor alle woningen gelijk, ongeacht die uitgangssituatie en gaat uit van verduurzamen van alle bouwdelen naar een minimumniveau. Dit maatregelpakket hoeft voor een specifieke woning niet de meest optimale keuze te zijn. Voor een aantal representatieve woningen zijn door Nieman verschillende maatregelpakketten ('varianten') samengesteld die tot dezelfde netto warmtevraag zouden leiden als het algemene maatregelpakket voor isolatieniveau 3. TNO heeft ook voor deze varianten meerinvesteringen berekend (zie Tabel S.1).

Tabel S.1 Meerinvesteringen varianten voorbeeldwoningen naar niveau 3

Tussenwoning	Goedkoopste variant	Gemiddelde meerinvesteringen van dit type bij alle bouwdelen naar een minimumniveau verduurzamen
1965 – 1995 Koop	€7.838	€12.247
>1945 Koop	€1.057	€10.178
1965 – 1995 Sociale Huur	€6.854	€13.182
> 1995 sociale huur	€2.888	€2.888

Meergezinswoning	Goedkoopste variant	Gemiddelde meerinvesteringen van dit type bij alle bouwdelen naar een minimumniveau verduurzamen
1965 – 1995 Koop	€8.002	€10.660
>1945 Particuliere huur	€11.160	€11.160
> 1995 Koop	€3.219	€3.219

De varianten laten zien dat alternatieve maatregelpakketten tot lagere meerinvesteringen kunnen leiden in woningen gebouwd vóór 1995. Zo loont het om in een woning vloer- en dakisolatie van de uitbouw van recentere datum niet te verbeteren en in plaats daarvan de mechanische ventilatie uit te breiden met luchtdrukgestuurde ventilatieroosters. Wanneer het dak op een natuurlijk moment wordt vervangen door een nieuw dak, loont het om te kiezen voor alleen dakrenovatie naar Rc is 8 in plaats van zowel dak en vloerisolatie naar een lagere isolatiewaarde. Ook een keuze alleen kierdichting en balansventilatie met warmteterugwinning toe te passen en vloer-, dak- en glisolatie achterwege te laten, kan leiden tot lagere meerinvesteringen. In woningen waarvan de spouw al geïsoleerd is, kan ervoor gekozen worden de spouwisolatie niet te verbeteren naar de isolatiewaarde van niveau 3. De meerinvesteringen in deze varianten zijn per woning enkele duizenden euro's lager dan bij het maatregelpakket van niveau 3.

De varianten illustreren dat het formuleren van streefwaarden voor de isolatiewaarde per bouwdeel van een woning toegevoegde waarde heeft om input te geven aan het keuze proces bij na-isolatie.



# Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting .....</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>10</b>
1.1	Aanleiding .....	10
1.2	Opdracht aan TNO .....	11
1.3	Leeswijzer .....	11
<b>2</b>	<b>Methode en uitgangspunten.....</b>	<b>12</b>
2.1	Algemene aanpak.....	12
2.2	Rekenen met data uit de WoON energiemodule.....	13
2.3	Berekening energiebesparing maatregelen DGMR .....	13
2.4	Investerings op basis van de Arcadis kostenkengetallen .....	18
2.5	Uitgangspunten berekening jaarlijkse kosten en baten.....	28
<b>3</b>	<b>Jaarlijkse kosten en baten particuliere woningeigenaar .....</b>	<b>33</b>
3.1	Mediaan meerinvesteringen en spreiding woningtypen en bouwjaarklassen .....	33
3.2	Jaarlijkse netto meerkosten en baten bij financiering met hypotheek .....	34
3.3	Jaarlijkse netto kosten en baten bij financiering met warmtefonds .....	35
3.4	Spreiding kosten en baten woningeigenaren .....	37
3.5	Gevoeligheidsanalyse gasprijzen, kostendaling, hypothecaire lening .....	38
<b>4</b>	<b>Jaarlijkse kosten en baten particuliere huur .....</b>	<b>40</b>
4.1	Mediaan meerinvesteringen en spreiding woningtypen en bouwjaarklassen .....	40
4.2	Jaarlijkse kosten en baten .....	41
4.3	Spreiding kosten en baten particuliere verhuurders en huurders .....	45
4.4	Gevoeligheidsanalyse gasprijzen, kostendaling, andere huurverhogingsmethode .....	46
<b>5</b>	<b>Jaarlijkse kosten en baten sociale huur door woningcorporaties .....</b>	<b>49</b>
5.1	Mediaan meerinvesteringen en spreiding daarin voor 16 woningklassen.....	49
5.2	Jaarlijkse kosten en baten verhuurder en huurder .....	50
5.3	Spreiding kosten en baten sociale verhuurders en huurders .....	58
5.4	Gevoeligheidsanalyse gasprijzen, kostendaling, en rentestijging .....	60
<b>6</b>	<b>Varianten niveau 3 voor enkele woningen .....</b>	<b>63</b>
	Referenties.....	81
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Kostenkengetallen Arcadis	
	B Spreiding meerinvesteringen	
	C Opbouw gemiddelde meerinvesteringen per woningtype en isolatiepakket	
	D Labelstappen niveau 3	

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

### **Afspraken in klimaatakkoord over een isolatiestandaard**

In het Klimaatakkoord is afgesproken de opschaling van verduurzaming van bestaande woningen te bevorderen met het vaststellen van een isolatiestandaard. De standaard wordt gebaseerd op de bouwkundige/technische mogelijkheden in combinatie met de financiële haalbaarheid. Bijvoorbeeld: woningen zonder spouwmuur vergaand isoleren vraagt hogere investeringen. De standaard zal daarom voor vooroorlogse woningen minder strikt zijn dan voor naoorlogse woningen. Woningen die verregaand kunnen worden geïsoleerd tegen acceptabele kosten, kunnen volstaan met een lage(re) temperatuur warmtebron. Voor andere woningen is een midden of hoge temperatuur warmtebron nodig. De standaard kan daarom gelden als één van de inputs voor de leidraad en daarmee voor het kiezen van de voor die wijk meest geschikte warmtebron. De standaard kan gebruikt worden bij de financiering en subsidiëring van verduurzamingsmaatregelen. Een standaard kan bovendien handelingsperspectief geven aan woningeigenaren die nu al maatregelen willen nemen, vooruitlopend op het alternatief voor aardgas dat wordt gekozen in de wijkgerichte aanpak. Een 'op weg naar aardgasvrij'-standaard voor woningen voorkomt dat gebouweigenaren en bewoners spijtmaatregelen treffen, zoals isolatie die later onvoldoende blijkt te zijn.

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat de overheid in overleg met betrokken partijen bij dit akkoord voor dominante woningcategorieën en bouwtypologieën zo'n standaard bepaalt. De beoogde standaard voor de bestaande bouw wordt voor eigenaar-bewoners voornamelijk niet verplichtend voorgeschreven, maar geeft duiding over de gewenste energieprestaties van bestaande woningen vooruitlopend op de wijkgerichte aanpak. Anders dan eigenaar-bewoners hebben huurders niet de vrijheid om zelf te bepalen hoe de woningen worden aangepast om te voldoen aan de minimumeisen die er vanuit de alternatieve warmtebron aan de woning worden gesteld. Om de verhuurders een handelingsperspectief te geven en huurders te beschermen tegen hoge energielasten wordt de standaard in 2050 daarom verplicht voor woningen bestemd voor verhuur. Verhuurders zijn verantwoordelijk voor het aanpassen van een woning, zodat deze voldoet aan de standaard, op het moment dat via de wijkgerichte aanpak de woningen op de nieuwe infrastructuur worden aangesloten.

De standaard wordt geformuleerd op het niveau van de gehele woning en uitgedrukt in een netto warmtevraag in kWh/m<sup>2</sup>/jaar, aansluitend op de NTA8800-bepalingsmethodiek. Niet iedereen verbouwt de hele woning bij verduurzaming. Voor verbouwingen, waarbij maar één of enkele bouwdelen worden aangepakt (zoals dak, gevel, vloer), worden er streefwaarden gegeven voor isolatie (in Rc, dan wel U-waarden) en benodigde ventilatie(voud). De standaard voor de gehele woning is leidend, de streefwaarden voor bouwdelen dragen hieraan bij.

## 1.2 Opdracht aan TNO

Ingenieursbureau Nieman heeft onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor isolatie in bestaande woningen als invulling voor de standaard (Nieman, 2019). Zij hebben daarbij onderscheid gemaakt naar 16 woningklassen, een combinatie van 4 bouwjaarklassen en 4 woningtypes.

In het onderzoek van Nieman zijn 3 verschillende pakketten van isolatie onderzocht met een verschillend ambitieniveau (niveau 1 beschrijft de huidige situatie):

- Niveau 2: gangbare maatregelen ondergrens (doe het zelf)
- Niveau 3: gangbare maatregelen bovengrens (uitgevoerd door een professional)
- Niveau 4: ingrijpende maatregelen.

Nieman heeft voor deze pakketten de warmtevraag berekend in kWh per m<sup>2</sup> gebruiksoppervlakte volgens de NTA8800. TNO is gevraagd de gemiddelde kosten en baten te berekenen van de 3 verschillende isolatieniveaus uit het onderzoek van Nieman voor zowel de eigenaar-bewoners van een koopwoning als de huurder en verhuurder van sociale en particuliere huurwoningen. Bij de kosten wordt uitgegaan van meerkosten op een natuurlijk moment.

De meerkosten en baten zijn echter erg afhankelijk van de specifieke uitgangssituatie van een woning. Het maatregelpakket per niveau is voor alle woningen gelijk. Dit maatregelpakket hoeft voor een specifieke woning niet de meest optimale keuze te zijn. Zo kan het zijn dat in het pakket het dak wordt na-geïsoleerd naar Rc 3,5. Maar als de Rc waarde van het dak nu 2,5 is, is de energiewinst beperkt en kan het een keuze zijn andere gebouwdelen beter te isoleren. Om te kijken wat het effect op investeringskosten is voor een op de woning toegespitst maatregelpakket, zijn voor een aantal representatieve woningen door Nieman verschillende maatregelpakketten ('varianten') samengesteld die tot dezelfde netto warmtevraag zouden leiden als het algemene maatregelpakket voor isolatieniveau 3. De varianten laten zien dat de standaard als netto warmtevraag in kWh/m<sup>2</sup> leidend is en de woningeigenaar de vrijheid heeft zelf een maatregelpakket te kiezen dat een reductie van de warmtevraag realiseert. TNO heeft ook voor deze varianten meerinvesteringen berekend.

De varianten illustreren dat het formuleren van streefwaarden voor de isolatiewaarde per bouwdeel van een woning toegevoegde waarde heeft om input te geven aan het keuze proces bij na-isolatie.

## 1.3 Leeswijzer

In dit rapport beschrijven we de kosten en baten van de 3 verschillende isolatieniveaus uit het Nieman rapport met verschillende ambitieniveaus. Hoofdstuk 2 beschrijft de methode en uitgangspunten van de berekening. Hoofdstuk 3 beschrijft de kosten en baten voor de particuliere woningeigenaar, Hoofdstuk 4 voor de particuliere huur en Hoofdstuk 5 voor de sociale huur. Hoofdstuk 6 beschrijft de varianten voor enkele specifieke woningen voor een standaard gelijk aan isolatieniveau 3.

## 2 Methode en uitgangspunten

### 2.1 Algemene aanpak

De maatregelpakketten voor de 3 isolatieniveaus zijn overgenomen uit het Nieman Rapport standaard en streefwaardes bestaande woningbouw, versie 4 oktober 2019 (Nieman, 2019). De pakketten staan ook in de Tabellen 2.6, 2.7 en 2.8 in Paragraaf 2.4.

De meerkosten en baten worden berekend voor alle respondenten uit de Energiemodule van WoON 2018 die een representatieve steekproef vormen van de Nederlandse woningvoorraad. Vervolgens berekenen we het gemiddelde per eigendomsklasse: koopwoningen, particuliere huurwoningen en sociale huurwoningen in eigendom van woningcorporaties. De WoON data zijn beschreven in Paragraaf 2.2.

TNO heeft de jaarlijkse meerkosten en baten berekend. Bij huurwoningen wordt onderscheid gemaakt tussen verhuurders en huurders.

De jaarlijkse baten zijn voor een particuliere woningeigenaar en huurder gelijk aan de besparing op de energierekening. Voor een huurder komt daar nog de eventuele extra huurtoeslag vanwege huurverhoging bij. De besparing is berekend door DGMR met behulp van de berekeningswijze volgens het EPA maatwerk advies. Daarbij wordt gefit op het werkelijk gasverbruik van de woning in de uitgangssituatie. Daarbij is aanvullend rekening gehouden met verhoging van de binnentemperatuur van een woning door na-isolatie. De besparingsberekening wordt toegelicht in Paragraaf 2.3. De besparing op de energierekening wordt berekend met de energietarieven uit 2020, zie Tabel 2.10 in dit hoofdstuk. De jaarlijkse baten voor een verhuurder zijn gelijk aan de huurverhoging. Er zijn verschillende methodes gebruikt voor het berekenen van de huurverhoging, deze zijn beschreven in Paragraaf 2.5.

De jaarlijkse meerkosten zijn voor particuliere woningeigenaren en verhuurders berekend als de jaarlijkse financieringslasten (rente en aflossing van de meerinvestering) plus eventuele jaarlijkse extra onderhoudskosten vanwege aanpassing van het ventilatiesysteem. De jaarlijkse meerkosten van huurders bestaan uit extra huurverhoging. De meerinvesteringen zijn gebaseerd op de Arcadis kostenkengetallen (Arcadis 2020). Er wordt uitgegaan van meerinvesteringen op een natuurlijk moment.

Meerkosten zijn de kosten op een natuurlijk moment wanneer het onderdeel wordt verduurzaamd. De meerkosten zijn gelijk aan de totale kosten minus de kosten die je op een natuurlijk vervangingsmoment zou moeten maken om het onderdeel naar de oorspronkelijke kwaliteit terug te brengen bij einde levensduur of in stand te houden op de huidige kwaliteit. De meerinvesteringen op basis van Arcadis kostenkengetallen worden beschreven in Paragraaf 2.3.

Qua financiering wordt verondersteld dat een particuliere woningeigenaar de maatregelen ofwel financiert met een lening bij het Warmtefonds van de NEF (Nationaal energie bespaar fonds) of een hypotheek. De gehanteerde rente en

looptijd van financiering is voor zowel particuliere woningen eigenaren als verhuurders beschreven in Paragraaf 2.5.

## **2.2 Rekenen met data uit de WoON energiemodule**

Voor deze analyse maken we gebruik van de Energiemodule uit het WoON 2018 onderzoek. Het Woon Onderzoek Nederland (WoON) is een steekproefonderzoek dat in opdracht van het Ministerie van BZK elke 3 jaar wordt uitgevoerd, met als doel het verzamelen van statistische informatie over de woonsituatie van de Nederlandse bevolking en haar wensen en behoeften op het gebied van wonen. Daarbij wordt onder andere aandacht besteed aan de samenstelling van huishoudens, de woning en woonomgeving, de woonlasten, woonwensen en verhuizingen.

De Energiemodule is een vervolgmodule van het Woon Onderzoek Nederland. Het WoON onderzoek wordt elke 3 jaar uitgevoerd. Om de keer, dus om de 6 jaar wordt in opdracht van het Ministerie van BZK het WoON onderzoek uitgebreid met een energiemodule. Deze module beoogt, door middel van inspecties van een representatieve steekproef van 4.500 woningen, een beeld te krijgen van de energieprestatie van de woningvoorraad. Van de woningen in de steekproef is het werkelijke energiegebruik en de aanwezigheid van energiebesparende maatregelen en het energielabel bekend. Gegevens over energiegebruik, vloeroppervlak en aantallen woningen zijn bekend voor elk bouwjaar, de meest gangbare woningtypen en eigendomsklassen huur en koop, zodat met behulp van weegfactoren de resultaten van de steekproef kunnen worden vertaald naar landelijke cijfers.

We gebruiken de energiemodule van het WoON onderzoek omdat we daarmee een beeld kunnen krijgen van de spreiding in kosten en baten van de isolatiepakketten door verschillende uitgangssituatie en stookgedrag. Het WoON onderzoek geeft naast informatie over het huidige energieverbruik van de woningen in de steekproef, ook informatie over energetische kenmerken van de woning, de geometrie van de woning, het bouwjaar, eigendom en woningtype. Daarnaast is er informatie beschikbaar over inkomen van de bewoners en huurpunten die we kunnen gebruiken voor een huurtoeslag berekening of hypotheekrente aftrek.

## **2.3 Berekening energiebesparing maatregelen DGMR**

De energiebesparing resulterende uit de verschillende maatregelpakketten per woning zijn doorgerekend door ingenieursbureau DGMR. Het resultaat van deze berekeningen is een set aan parameters, waaronder per bouwdeel de hoeveelheid geïsoleerde of anders aangepaste eenheden (zoals geïsoleerd vloeroppervlakte), het resulterende Energielabel, Energie-Index (EI), besparing in gasverbruik en de besparing in elektriciteitsverbruik.

Bij de berekeningen van DGMR is dus niet uitgegaan van voorbeeldwoningen, maar van de feitelijke afmetingen en installaties in de woning. Ook is bij de besparingsberekening uitgegaan van het werkelijke gasverbruik zoals vermeld op de energierekening van de betreffende woning.

Iedere woning in het WoON 2018 bestand is in de maatwerkadvies tool ingevoerd, conform Nader Voorschrift NV7120. Daarna is met die tool gerekend om energetische verbeteringen toe te passen. Er is niet gerekend met de NTA 8800 omdat daarvoor nog geen maatwerkadvies methode beschikbaar is.

### Uitgangspunt - binnentemperatuur

De in de EPBD-systematiek gebruikte binnentemperatuur is niet hetzelfde als de instelling van de ruimtethermostaat in de woning. De binnentemperatuur is de variabele in de maatwerkmodule waarmee het gebruikersgedrag gemodelleerd wordt (samen met, in mindere mate, de ventilatiecorrectiefactor). Door de binnentemperatuur aan te passen, is door DGMR het berekende gasverbruik in de uitgangssituatie in overeenstemming gebracht met het werkelijke gemeten gasverbruik.

Per woning in WoON 2018 is de binnentemperatuur voor de uitgangssituatie met de volgende stappen bepaald:

- Het werkelijk gasverbruik is bepaald per record op basis van de gekoppelde data van het CBS die van elk huishouden in Nederland het gas en elektriciteitsverbruik weet.
- Conform ISSO 82.3 is het gasverbruik per record gecorrigeerd voor tapwaterverbruik, aan de hand van het werkelijke bewonersaantal en koken op gas. Hierdoor resteert een gasverbruik voor ruimteverwarming per record.
- Om het rekenmodel te fitten op het werkelijk verbruik voor ruimteverwarming, is de standaardinstelling voor de binnentemperatuur aangepast zodat het berekende verbruik overeenkomt met het gasverbruik uit het CBS. Zo is voor elk record de gefitte binnentemperatuur bepaald.
- In de onderstaande tabel staan de gewogen gemiddelde gefitte binnentemperatuur van het WoON bestand per energielabel voor eengezins- en meergezinswoningen.

Tabel 2-1 Gewogen gemiddelde gefitte binnentemperatuur

Gewogen gemiddelde binnentemperatuur $T_i$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]			
Label	Alle woningen	Meergezinswoningen	Eengezinswoningen
A	17,86	18,45	17,61
B	17,16	17,79	16,99
C	16,57	17,24	16,43
D	15,41	16,01	15,21
E	14,62	15,21	14,41
F	14,57	15,40	13,75
G	13,77	14,29	13,06

Er zijn woningen die een binnentemperatuur hebben die zo hoog of laag is, dat getwijfeld kan worden aan de realiteit van het gasverbruik uit de energiemodule van WoON2018. Een gasverbruik kan erg hoog zijn als bijvoorbeeld het gasverbruik van één meter voor meerdere woningen niet goed verdeeld is over de woningen of als de meetperiode langer was dan bedoeld. Een (te) laag gasverbruik kan voorkomen als de woning deels leeg heeft gestaan ten tijde van de opname. Dit betreft 81 van de 4506 records. Voor die 81 woningen is gerekend met het theoretische verbruik.

Ook records waarvan geen gasverbruik is opgenomen in de module Energie, bijvoorbeeld omdat ze voorzien zijn van elektrische verwarming of stadsverwarming, zijn met de standaard binnentemperatuur 16,5°C doorgerekend. Dit betreft 260 records.

Uit een uitgebreid onderzoek van TNO (TNO, 2016) is gebleken dat de binnentemperatuur varieert per energielabelklasse. Ook in Tabel 2-1 is te zien dat de gefitte binnentemperatuur in WoON lager is bij slechtere energielabelklassen. Om te voorkomen dat de verlaging van de binnentemperatuur na het treffen van energiebesparende maatregelen wordt overschat, is bij de doorrekening van de verschillende isolatieniveaus een correctie op de binnentemperatuur toegepast afhankelijk van de eventuele sprong in labelklassen. Als het energielabel van de variant beter is dan dat van de uitgangssituatie, wordt er een opslag op de gefitte binnentemperatuur van de uitgangssituatie toegepast. Deze opslagen zijn opgenomen in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Correctie binnentemperatuur afhankelijk van labelsprong

	Temperatuursprong [°C]	
	Eengezinswoningen	Meergezinswoningen
B->A	0,37	0,21
C->B	0,47	0,22
D->C	0,45	0,21
E->D	0,52	0,22
F->E	0,49	0,46
G->F	0,46	0,49

Het gasverbruik in de nieuwe situatie wordt voor elk record en elke variant met aanvullende maatregelen doorgerekend met het model, waarbij de nieuwe maatregelen zijn toegevoegd aan de uitgangssituatie en de binnentemperatuur is bepaald door de gefitte binnentemperatuur te verhogen met opslag.

Een voorbeeld: Een eengezinswoning in de WoON energiemodule heeft een G label woning. De gefitte binnentemperatuur waarmee het werkelijke gasverbruik wordt benaderd bedraagt 14 graden. Als na maatregelen, bijvoorbeeld dak- en vloerisolatie, het label verbeterd naar label E, dan wordt de nieuwe binnentemperatuur in het model gezet op  $14 + 0,46 + 0,49 = 14,95$  graden. Het gasverbruik voor de variant met dak- en vloerisolatie wordt vervolgens met een binnentemperatuur van 14,95 graden bepaald.

Bij het vaststellen van de binnentemperatuursprong bij labelverbetering is geen correctie toegepast voor eventuele PV-panelen in de uitgangssituatie. Bij het aanmaken van de varianten per record blijft het aantal PV-panelen gelijk aan de uitgangssituatie. Oftewel de PV panelen hebben net zo'n grote invloed voor verbetering als na verbetering, zodat ze geen invloed hebben op de eventuele binnentemperatuursprong.

De energetische besparingen worden berekend conform het Nader Voorschrift bij deze binnentemperatuur bij gelijkblijvend stookgedrag. Eventuele 'rebound' effecten – zoals het fenomeen dat bewoners na isolatie hun thermostaat hoger zetten om een eerdere graad van comfort te behouden – worden dus niet meegenomen.

### Kosten en baten alleen berekend voor gasgestookte woningen

Bij de berekeningen is de wijze van verwarming in de woning niet aangepast en gelijk aan de uitgangssituatie. We doen de kosten en baten berekeningen in dit rapport, ervan uitgaande dat de woning wordt verwarmd met aardgas. Als volgens WoON2018 de woning met stadsverwarming wordt verwarmd of met een all-electric warmtepomp, dan hebben we deze records buiten beschouwing gelaten.

### Uitgangspunt – toepassen maatregelen

Bij het berekenen van de energiebesparing van de isolatiepakketten wordt rekening gehouden met de uitgangssituatie. Als in de uitgangssituatie een bouwdeel aan de eisen van de volgens Nieman geformuleerde doelsituatie voldoet, vindt er geen verdere verbetering of verandering plaats. Indien in de uitgangssituatie er al wel eerdere isolatiemaatregelen genomen zijn, maar deze voldoen niet aan de minimale Rc-waarden volgens de Nieman-niveaus, dan worden deze wel verbeterd. Als voorbeeld: indien er in de uitgangssituatie vloerisolatie aanwezig is met een Rc van 2,5, terwijl de volgens Nieman voorgeschreven doelsituatie een Rc van 3,5 is, dan wordt de vloer opnieuw geïsoleerd.

### Overzicht van parameters in de uitgangssituatie

De onderstaande Tabel 2- geeft een overzicht van de parameters welke aangeleverd zijn door DGMR, welke zijn gebruikt voor het vaststellen van de hoeveelheid van een bouwdeel van een woning dat is nageïsoleerd.

Tabel 2-3 Overzicht van parameters aangeleverd door DMGR

Parameter	Toelichting
<b>Eiv11opp</b>	Oppervlak vloer onverwarmde zolder geïsoleerd (= plat dak grenzend aan onverwarmde ruimte geïsoleerd)
<b>Eiv12opp</b>	Oppervlak vloer onverwarmde zolder geïsoleerd (= plat dak grenzend aan onverwarmde ruimte geïsoleerd)
<b>Eiv13opp</b>	BG vloer iso (=geïsoleerd)
<b>Eiv14opp</b>	BG vloer niet-iso (= niet-geïsoleerd)
<b>Eihd1opp</b>	Invoerblad hdak iso
<b>Eihd2opp</b>	Invoerblad hdak niet iso
<b>Eihd3opp</b>	Rieten dak iso
<b>Eihd4opp</b>	Rieten dak niet iso
<b>Eipd1opp</b>	Invoerblad pdak iso
<b>Eipd2opp</b>	Invoerblad pdak niet iso
<b>Eigv1spopp</b>	Gevel spouw iso
<b>Eigv2spopp</b>	Gevel spouw niet-iso
<b>Eigv5masopp</b>	Gevel mas iso
<b>Eigv6masopp</b>	Gevel mas niet-iso
<b>Eioppdeur</b>	Totaal oppervlak deuren
<b>Eiv13oppkru</b>	BG vloer iso kruipruimte
<b>Eiv14oppkru</b>	BG vloer niet-iso kruipruimte
<b>Eiv13oppgro</b>	BG vloer iso grond
<b>Eiv14oppgro</b>	BG vloer niet-iso grond
<b>Eiv13oppkeld</b>	BG vloer iso kelder/AOR
<b>Eiv14oppkeld</b>	BG vloer niet-iso kelder/AOR
<b>Eiv13oppbuit</b>	BG vloer iso buiten/water
<b>Eiv14oppbuit</b>	BG vloer niet-iso buiten/water



Parameter	Toelichting
P1_glaenkopp	Oppervlak enkel glas
P1_gladubopp	Oppervlak dubbel glas
P1_glahropp	Oppervlak HR glas
P1_glahroppp	Oppervlak HR+ glas
P1_gla2hropp	Oppervlak HR++ glas
P1_gla3hropp	Oppervlak triple glas
Ventsub	Subcode van het ventilatiesysteem

### Bewerking van de aangeleverde set parameters van DGMR

Om in de volgende stap effectief de bouwdeelen, welke nageïsoleerd zijn in de energetische doorberekening van DGMR, aan de Arcadis kostenkengetallen te kunnen koppelen, voert TNO nog een berekeningstap uit. Het doel van deze stap is om te komen tot heldere grootheden, zoals bijvoorbeeld 'm<sup>2</sup> vloeroppervlakte nageïsoleerd'. Tabel 2-4 geeft een overzicht weer van de parameters die door TNO gehanteerd zijn en hoe deze verband houden tot de van DGMR ontvangen data.

Tabel 2-4 Overzicht parameters TNO en vertaling vanuit DGMR

Parameter	Toelichting	Koppeling DGMR parameters
Vloer_kruip	m <sup>2</sup> vloeroppervlakte met kruipruimte nageïsoleerd	Eivl4oppkruip
Vloer_z_kruip	m <sup>2</sup> vloeroppervlakte zonder kruipruimte nageïsoleerd	(eivl4opp - eivl4oppkruip)
Spouwmuur	m <sup>2</sup> spouwmuur oppervlakte nageïsoleerd	Eigv2spopp
Gevel	m <sup>2</sup> gevel oppervlakte nageïsoleerd	Eigv6masopp
Paneel	m <sup>2</sup> paneel oppervlakte nageïsoleerd	Eivp2opp
Hellend dak	m <sup>2</sup> hellend dak oppervlakte nageïsoleerd	Eihd2opp
Platdak	m <sup>2</sup> plat dak oppervlakte nageïsoleerd	Eipd2opp
Enkel-HR++	m <sup>2</sup> nageïsoleerd enkelglas oppervlakte	P1_glaenkopp
Dubbel-HR++	m <sup>2</sup> nageïsoleerd dubbelglas (Nieman niveau 2 & 3) of dubbel, hr, hr+ en hr++ glas (Nieman niveau 4) oppervlakte	Niveau 2 & 3: P1_gladubopp Niveau 4: (P1_Gladubopp + P1_glahropp + P1_glahroppp + P1_gla2hropp + P1_gla3hropp)
Deur	m <sup>2</sup> vervangen deuropervlakte	Eioppdeur
Kierdichting (infiltratie)	Bepaling in hoedanig kierdichting maatregelen plaatsvinden	Kierdichting wordt alleen aangepast als woning nog niet aan de vereiste kierdichting voldoet
Ventilatie	Bepaling of het ventilatiesysteem wordt vervangen	Ventsub. Ventsub geeft de code van het corresponderende ventilatiesysteem aanwezig in de woning in de uitgangssituatie. De toekenning van kosten in de volgende stap zijn afhankelijk van deze uitgangssituatie.

## 2.4 Investerings op basis van de Arcadis kostenkengetallen

### Kostenkengetallen Arcadis

De investeringskosten van de isolatiemaatregelen, kierdichting en aanpassing aan ventilatiesystemen worden berekend aan de hand van kostenkengetallen van Arcadis. We gebruiken geactualiseerde kostenkengetallen van Arcadis voor 2019 volgens de herziene versie van hun database van 17 maart 2020 (Arcadis, 2020). Dit zijn kosten met een prijspeil januari 2019 en exclusief BTW. Voor iedere isolatiemaatregel, kierdichting en aanpassing aan ventilatie gebruiken we de meest passende kostencode uit de Arcadis kostenkengetallen. De gebruikte kostencodes en kostenkengetallen zijn voor de verschillende isolatieniveaus samengevat in de tabellen 2-6 t/m 2-8. TNO heeft de kosten geïndexeerd naar prijzen 2020 en ook BTW meegenomen, dit wordt aan het einde van deze paragraaf toegelicht.

Omdat in de Nieman-pakketten andere isolatiediktes voorkomen dan in de Arcadis kostenkengetallen hebben we de kostenkengetallen van Arcadis aangepast naar een lager of hogere dikte van het isolatiemateriaal. We gaan er daarbij vanuit dat de isolatiedikte lineair is met de Rc-waarde. De arbeidskosten blijven gelijk aan de kostenkengetallen van Arcadis en worden niet geschaald. Welke kostencodes uit Arcadis worden gebruikt en hoe dat schalen gebeurt is beschreven in Bijlage A.

Nieman geeft in haar pakketten een isolatiewaarde van het constructiedeel van de woning, de Rc-waarde van de gevel, vloer of dak. In de kostenkengetallen van Arcadis wordt ook gesproken over Rc-waardes maar dit zijn feitelijk R-waardes van het isolatiemateriaal. Waar de R-waarde iets zegt over de isolatiewaarde van een isolatiemateriaal bij een bepaalde dikte, geeft de Rc-waarde weer wat de totale isolatiewaarde van een bepaald constructiedeel is ( $c = \text{constructie}$ ). Het wordt berekend door de totale warmteweerstand van het isolatiemateriaal op te tellen bij de warmteweerstand van de constructiematerialen (hout, metaal, steen enz.). We hebben de R-waardes uit de Arcadis kostenkengetallen aangezien voor Rc waardes, waardoor we eigenlijk een iets hogere isolatiewaarde nemen dan Nieman heeft bedoeld. Hier zit dus een inconsistentie in, maar deze is feitelijk niet heel groot. De isolatiewaarde van een niet-geïsoleerde enkel steens muur, houten dakbeschot of stenen vloer is relatief klein (kleiner dan Rc 0,5).

Arcadis maakt onderscheid tussen kostenkengetallen voor eengezinswoning en een meergezinswoning en onderscheid tussen de kostenkengetallen voor een enkele woning en projectmatig. We gebruiken de kostenkengetallen voor een enkele woning bij koopwoningen en de kostenkengetallen projectmatig bij sociale en particuliere huurwoningen.

### Natuurlijk en zelfstandig moment

De kostenkengetallen van Arcadis zijn opgesplitst naar het moment van uitvoeren van de maatregelen. De uitvoering kan immers plaats vinden tijdens natuurlijke (vervang)momenten en mutaties of als op zichzelf staande werkzaamheden op een zelfstandig moment.

De kostenkengetallen van Arcadis zijn opgesplitst naar het moment van uitvoeren van de maatregelen. De uitvoering kan immers plaats vinden tijdens natuurlijke (vervang)momenten en mutaties of als op zichzelf staande werkzaamheden op een zelfstandig moment.

Kosten op natuurlijk moment komen niet overeen met de totale kosten van een verbouwing in de praktijk. De kosten op natuurlijk moment zijn de meerkosten die samenhangen met het upgraden van de bouw- en installatiedelen in plaats van het louter in stand houden van de oorspronkelijke kwaliteit aan het einde van de technisch-economische levensduur van de bouw- en installatiedelen. De 'meerkosten op natuurlijk moment' zijn dus (meestal significant) lager dan de totale kosten die gemaakt moeten worden voor de uitvoering van de verduurzamingsmaatregelen.

De gehanteerde kosten in dit onderzoek zijn afgeleid van de kosten op natuurlijk moment zoals aangegeven in de Arcadis kostenkennetallen database. Een algemeen verschil tussen de Arcadis kostenkennetallen op een natuurlijk vervangingsmoment ten opzichte van een zelfstandig moment is dat een lager percentage indirecte kosten wordt gehanteerd omdat de algemene uitvoeringskosten niet worden meegenomen (zie uitleg onder kopje indirecte bouwkosten).

In de Arcadis kostenkennetallen worden de volgende kostenposten niet meegenomen bij de meerinvesteringen op een natuurlijk moment:

- Bij vloerisolatie op een natuurlijk moment worden de kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen niet meegenomen.
- Bij een hellend dak worden op een natuurlijk moment de kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen niet meegenomen, evenals 'toeslag transport materialen binnen woning'
- Bij een plat dak worden op een natuurlijk moment drie kostenposten meegenomen: verhogen dakrand, levering en aanbrengen nieuwe muurplaat en levering en aanbrengen isolatie. Onder de kostenposten bij een zelfstandig moment zitten ook de (aanzienlijke) kosten voor verwijdering van de oude dakbedekking en ballastlaag en aanbrengen van nieuwe dakbedekking, waardoor er een groot verschil is in de kosten tussen een zelfstandig en natuurlijk moment.
- Bij spouwmuurisolatie worden bij een natuurlijk moment met name de kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen niet meegenomen. Wanneer isolatie aan de buitenzijde van de gevel wordt aangebracht worden ook de kosten voor steigerwerk en 'aanpassen waterslagen' niet meegenomen op een natuurlijk moment waardoor grotere verschillen tussen zelfstandig en natuurlijk moment ontstaan.
- Indien enkel- of dubbelglas aanwezig is en wordt vervangen door HR++glas, worden de kosten voor het leveren (materiaal) en aanbrengen (arbeid) van enkel/dubbelglas afgetrokken van de kosten voor HR++glas. Andere kostenposten die worden meegenomen op een natuurlijk moment zijn: reinigen kozijn na verwijderen glaslat, uitfrozen en gronden sponningen. De overige kostenposten worden op een natuurlijk moment niet meegenomen. De totale kosten voor glasvervanging kunnen tijdens een natuurlijk vervangingsmoment dan ook goedkoop uitpakken.
- Bij kierdichting op een natuurlijk moment worden de kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen niet meegenomen
- Bij ventilatiesystemen is er geen verschil tussen kosten op een natuurlijk en zelfstandig moment (afgezien van het verschil in indirecte kosten). De kosten zijn gebaseerd op een uitgangssituatie van natuurlijke ventilatie, waardoor er geen natuurlijke vervangmomenten zijn.

In de loop van dit onderzoek is gebleken dat de begroting van verschillende kostenposten in de Arcadis kostenkennetallen bij natuurlijk moment afwijken van de

zou juist genoemde definitie, namelijk de meerkosten t.g.v. upgrade i.p.v. louter in stand houden. Gelet op de benodigde inspanning en doorlooptijd was er geen ruimte meer binnen dit onderzoek om de kosteninschattingen voor natuurlijk moment aan te passen.

Dit betekent dat de meerkosten op een natuurlijk moment in de praktijk in een aantal gevallen juist lager zijn dan de kosten gehanteerd in dit rapport. Het gaat om de volgende gevallen:

- De meerkosten voor het vervangen van dubbel glas door HR++ glas in niveau 2 en 3 zouden met 90% afnemen wanneer de kosten voor het frezen en gronden van de sponningen niet worden meegenomen op een natuurlijk moment.
- De meerkosten voor hellend dakisolatie zouden met 33% (niveau 4) tot 45% (niveau 2 en 3) afnemen wanneer de kosten voor de afwerking met gipsplaten niet worden meegenomen op een natuurlijk moment
- De meerkosten voor isolatie van een plat dak zouden met 20-25% afnemen (alle niveaus) wanneer de kosten voor een nieuwe muurplaat niet worden meegenomen op een natuurlijk moment.

Dit betekent dat in de praktijk de kosten/baten verhouding op een natuurlijk moment gunstiger zal zijn dan in dit rapport geschatst.

### **Indirecte bouwkosten, BTW en indexering**

Arcadis maakt onderscheid in directe en indirecte bouwkosten. Directe kosten betreft loon en materiaal kosten. Indirecte kosten zijn kosten voor algemene uitvoering, risico en winst. Om de totale bouwkosten te berekenen, hanteert Arcadis percentages van indirecte kosten die bovenop de directe bouwkosten worden gerekend, afhankelijk van het moment van uitvoering. Voor een zelfstandig moment bedragen de indirecte kosten 21,1%: 8% algemene uitvoeringskosten, 9,8% algemene kosten en 3,3% winst en risico. Voor een natuurlijk moment gelden indirecte kosten van 13,1% omdat de algemene uitvoeringskosten niet worden meegenomen. Tijdens een natuurlijk moment vinden namelijk reeds vervangingswerkzaamheden plaats met de daarbij behorende algemene uitvoeringskosten.

De algemene uitvoeringskosten zijn kosten van voorzieningen, productiemiddelen en daaraan verbonden arbeid die in het project worden gebruikt, niet direct aan onderdelen van het bouwobject kunnen worden toegekend en die niet in het project achterblijven. In deze kosten vallen leidinggevend en ondersteunend personeel (zoals management, uitvoering, bouwvoorbereiding en ondersteunend personeel), voorzieningen voor personeel op de bouwplaats (zoals tijdelijke accommodaties, voorzieningen communicatie en databeheer en voorzieningen voor VGWM), inrichting en beheer van het bouwterrein (zoals bouwterreininrichting en -ontruiming, afscheiding bouwterrein, voorzieningen omgeving en veiligheidsvoorzieningen), transport en logistiek, tijdelijke aansluitingen (zoals elektra en water) en inzet klein materieel (zoals bewerkings- en verwerkingsmiddelen en meetinstrumenten).

Naast indirecte kosten kan sprake zijn van flankerende kosten. Flankerende kosten zijn kosten zoals het verzwaren van dakconstructies in verband met isolatiematerialen, het toegankelijk maken van kruipruimtes of het vervangen van kozijnen (in verband met. dikte isolatieglas). De Arcadis-kengetallen houden hier

gedeeltelijk rekening mee. Als deze maatregelen vaak voorkomen dan zijn deze kosten onderdeel van de kengetallen. Zo zijn bij verduurzamen met triple glas de investeringskosten voor het vervangen van het kozijn ook meegenomen. Aedes vermeldt dat Atriensis aangeeft dat deze kosten, bovenop de aannames van de Arcadis kengetallen, tussen de 10 en 20 % bedragen (Atriensis, 2019). Deze kosten laten we in dit rapport buiten beschouwing.

Aedes geeft aan dat corporaties ook te maken te hebben met interne en advieskosten. Advieskosten zijn kosten van externe partijen anders dan die van de aannemer. Te denken valt aan bouwconstructeurs, milieuadviseurs of leges. Interne kosten zijn kosten die de verhuurder zelf maakt voor een project, te denken is aan projectbegeleiding, huurdercommunicatie of onkostenvergoedingen voor huurders. Deze interne en advieskosten zijn in de berekening van kosten en baten niet meegenomen, omdat dergelijke kosten ook bij vervanging zonder upgrade gemaakt zouden worden.

### BTW

De kostenkengetallen in de Arcadis database zijn exclusief BTW. In de analyse tellen we bij de kosten BTW op. In principe geldt een BTW percentage van 21%. Uitzonderingen zijn isolatie-, stukadoor-, behang- en schilderwerkzaamheden. Hiervoor geldt een percentage van 9%, maar alleen op de arbeidskosten. De Wet op de Omzetbelasting geeft aan dat deze uitzondering geldt "bij het aanbrengen van op energiebesparing gericht isolatiemateriaal aan vloeren, muren en daken van woningen", inclusief isolatieglas. Het vervangen van een kozijn valt hier expliciet niet onder, ook niet als vervanging noodzakelijk is om beter isolerend glas te plaatsen. Ook deuren worden gezien als een normaal onderdeel van de woning en vallen daarmee in het 21% tarief.

Verder staat vermeld dat: "Werkzaamheden die te ver af staan van het aanbrengen van op energiebesparing gerichte isolatiemateriaal vallen niet onder het verlaagde btw-tarief. Te denken valt aan sloopwerkzaamheden zoals het verwijderen van de oude vloer, het dak of de kozijnen voorafgaand aan de daadwerkelijke isolatiewerkzaamheden". In deze studie gaan we ervan uit dat alle werkzaamheden die Arcadis heeft ondergebracht onder de betreffende kostenkengetallen direct gerelateerd zijn aan het aanbrengen van isolatiemateriaal en daarmee ook onder het 9% tarief vallen.

In de analyse delen we de kosten dus in naar een deel dat valt onder 9% en onder 21% BTW tarief (zie Tabel 2-5).

Tabel 2-5 BTW tariefindeling per maatregel

Maatregel	9% btw tarief	21% btw tarief
Vloer, gevel, paneel en dakisolatie	Arbeidskosten	Materiaalkosten
Glasisolatie	Arbeidskosten plaatsen glas	Arbeidskosten kozijnvervanging Materiaalkosten
Isolerende deur		Totale kosten
Kierdichting		Totale kosten
Ventilatiesysteem		Totale kosten

**Indexering naar prijspeil 2020**

Arcadis werkte tijdens de uitvoering van de opdracht aan een update van de kostenkengetallen voor het prijspeil van 2020. Deze was niet tijdig beschikbaar om mee te kunnen nemen in de kostenberekeningen voor standaard- en streefwaarden. We gebruiken door Arcadis opgegeven indexering naar het prijspeil 2020: een kostenstijging van 2,86% voor arbeidskosten en 2,62% voor loonkosten, of 2,73% in totaal.

Onderstaande tabellen geven de gebruikte kosten kengetallen voor de meerkosten per bouwdeel exclusief btw voor de verschillende isolatieniveaus.

Tabel 2-6 Kostenkengetallen isolatiemaatregelen, kierdichting en ventilatie niveau 2, totale directe en indirecte kosten in euro 2020 exclusief BTW

Constructie	Bouwjaar				Kostencode Arcadis			EGW		MGW		Eenheid
	< 1945	1945-1975	1975-1995	>1995	Toelichting	Code	Maatregel	enkel	project	enkel	project	
Rc vloer	1.26	1.26	1.26	geen	Kruipruimte	002a	minerale wol isolatie (d=63mm) onderzijde houten begane grondvloer	€ 28	€ 27	€ 28	€ 27	per m <sup>2</sup> vloer
						002b	minerale wol isolatie (d=50mm) onderzijde steenachtige begane grondvloer					
	002c	EPS isolatieplaten (d=63mm) onderzijde houten begane grondvloer										
	002d	EPS isolatieplaten (d=50mm) onderzijde steenachtige begane grondvloer										
				Geen kruipruimte	001e	resol isolatie (d=27mm) bovenzijde houten begane grondvloer - afwerking plaatmateriaal	€ 37	€ 33	€ 36	€ 32		
Rc gevel	geen	1.25	1.47	geen	Rc1,25	009a	minerale wol vlokken (d=41 mm) in spouw	€ 22	€ 20	€ 20	€ 18	per m <sup>2</sup> gevel
						009b	EPS parels (d=41mm) in spouw					
					Rc1,47	009a	minerale wol vlokken (d=50mm) in spouw	€ 23	€ 22	€ 21	€ 20	
						009b	EPS parels (d=50mm) in spouw					
Rc paneel	geen	geen	geen	geen								
Rc dak	1.33	1.33	1.33	geen	Hellend	5	PIR isolatie (d=35mm) binnenzijde hellend dak - afwerking gipsplaten	€ 48	€ 45	€ 48	€ 45	per m <sup>2</sup> dak
					Plat	006a	EPS isolatie (d=44mm) op bestaande dakbedekking plat dak - ballastlaag hergebruiken	€ 59	€ 58	€ 59	€ 58	
U ramen	1.8	1.8	1.8	geen	Ipv enkel glas	16	Isolatieglas gasgevuld (U=1,6) i.p.v. enkel glas	€ 47	€ 43	€ 62	€ 57	per m <sup>2</sup> glas
					Ipv dubbel glas	019b	Isolatieglas gasgevuld (U=1,6) i.p.v. standaard isolatieglas	€ 42	€ 39	€ 54	€ 49	
U deuren	geen	geen	geen	geen								
infiltratie qv10	geen	EGW: 1-1,4 MGW: 0,6		geen	Optelsom van:	92	Aanbrengen kierdichting op alle ramen en deuren	€ 475	€ 423	€ 280	€ 278	per woning
						94	Afdichting aansluiting dak/gevel					
ventilatiesysteem	EGW: C2* MGW: C4A	C4a			Van: A1, A2c	obv 171	Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> -sturing vanuit natuurlijke ventilatie	€ 3.426	€ 3.280	€ 3.249	€ 3.103	per woning
					Van: C1, D1	obv 170	Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> -sturing vanuit 'gewone' mechanische ventilatie	€ 2.477	€ 2.330	€ 2.300	€ 2.153	

\*Kosten voor een ventilatiesysteem C2 (vanuit A1/A2c) bij een eengezinswoning van voor 1945 zijn €3.359 (enkele woning) en €3.212 (projectmatig) vanuit C1 €619 (enkele woning en projectmatig)

Tabel 2-7 Kostenkengetallen isolatiemaatregelen, kierdichting en ventilatie **niveau 3**, totale directe en indirecte kosten in euro 2020, exclusief BTW

Constructie	Bouwjaar				Kostencode Arcadis			EGW		MGW		Eenheid
	< 1945	1945-1975	1975-1995	>1995		Code	Maatregel	enkel	project	enkel	project	
Rc vloer	3.5	3.5	3.5	geen	Kruipruimte	002e	PUR isolatie (d=100mm) onderzijde houten of steenachtige begane grondvloer	€ 38	€ 33	€ 38	€ 33	per m <sup>2</sup> vloer
						002f	PIR isolatie (d=100mm) onderzijde houten begane grondvloer					
						143	PIR isolatie (d=90mm) onderzijde steenachtige begane grondvloer					
					Geen kruipruimte	001e	resol isolatie (d=76mm) bovenzijde houten begane grondvloer - afwerking plaatmateriaal	€ 43	€ 39	€ 43	€ 38	
Rc gevel	geen	1.5	1.8	geen	Rc1,5	009a	minerale wol vlokken (d=50mm) in spouw	€ 23	€ 22	€ 21	€ 20	per m <sup>2</sup> gevel
						009b	EPS parels (d=50mm) in spouw					
					Rc1,8	009a	minerale wol vlokken (d=50mm) in spouw	€ 29	€ 27	€ 27	€ 25	
						009b	EPS parels (d=50mm) in spouw					
						009c	minerale wol vlokken (d=50mm) in spouw					
Rc paneel	geen	geen	geen	geen								
Rc dak	3.5	3.5	3.5	geen	Hellend	5	PIR isolatie (d=80mm) binnenzijde hellend dak - afwerking gipsplaten	€ 56	€ 53	€ 55	€ 52	per m <sup>2</sup> dak
						205	PIR isolatie (d=110mm) binnenzijde hellend dak - afwerking gipsplaten					
					Plat	007c	PIR isolatie (d=80mm) buitenzijde plat dak - vervangen dakbedekking APP	€ 66	€ 64	€ 66	€ 64	
U ramen	1.4	1.4	1.4	geen	lpv enkel glas	019a	Isolatieglas gasgevuld (U=1,2) i.p.v. enkel glas	€ 47	€ 43	€ 62	€ 57	per m <sup>2</sup>
					lpv dubbel glas	019b	Isolatieglas gasgevuld (U=1,2) i.p.v. standaard isolatieglas	€ 42	€ 39	€ 54	€ 49	glas
U deuren	geen	geen	geen	geen								
infiltratie qv10	geen	0,4-1,0	0,4-1,0		Optelsom van:	92	Aanbrengen kierdichting op alle ramen en deuren	€1.294	€1.229	€ 636	€ 629	per woning
						93	Afdichting kozijn en dichte geveldelen					
	94	Afdichting aansluiting dak/gevel										
	96	Afdichting nok van het dak (alleen EGW)										
				EGW: 1-1,4 MGW: 0,6	Optelsom van:	94	Afdichting aansluiting dak/gevel	€ 185	€ 182	€ 92	€ 91	per woning
						96	Afdichting nok van het dak (alleen EGW)					
ventilatiesysteem	EGW: C2* MGW: C4A		C4a		Van: A1, A2c	obv		€ 3.426	€ 3.280	€ 3.249	€ 3.103	per woning
						171	Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> -sturing vanuit natuurlijke ventilatie					
					Van: C1, D1	obv		€ 2.477	€ 2.330	€ 2.300	€ 2.153	
						170	Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> -sturing vanuit 'gewone' mechanische ventilatie					

\*Kosten voor een ventilatiesysteem C2 (vanuit A1/A2c) bij een eengezinswoning van voor 1945 zijn €3.359 (enkele woning) en €3.212 (projectmatig)



Tabel 2-8 Kostenkengetallen isolatiemaatregelen, kierdichting en ventilatie **niveau 4**, totale directe en indirecte kosten in euro 2020 exclusief BTW

Constructie	Bouwjaar				Kostencode Arcadis			EGW		MGW		Eenheid
	< 1945	1945-1965	1975-1995	>1995	Toelichting	Code	Maatregel	enkel	project	enkel	project	
Rc vloer	3.5	3.5	3.5	geen	Kruipruimte	002e	PUR isolatie (d=100mm) onderzijde houten of steenachtige begane grondvloer	€ 38	€ 33	€ 38	€ 33	per m <sup>2</sup> vloer
						002f	PIR isolatie (d=100mm) onderzijde houten begane grondvloer					
						143	PIR isolatie (d=90mm) onderzijde steenachtige begane grondvloer					
					Geen kruipruimte	001e	resol isolatie (d=76mm) bovenzijde houten begane grondvloer - afwerking plaatmateriaal	€ 43	€ 39	€ 43	€ 38	
Rc gevel	6	6	6	geen	Binnenzijde:	165	PIR isolatie (d=130mm) binnenzijde gevel - regelwerk en gipsbeplating – behangklaar	€ 179	€ 155	€ 178	€ 154	per m <sup>2</sup> gevel
						155	PIR isolatie (d=185mm) binnenzijde gevel - regelwerk en gipsbeplating - behangklaar					
					Buitenzijde	008c	Resol isolatie (d=133mm) buitenzijde gevel - afwerking sierpleister	€ 179	€ 155	€ 178	€ 154	
Rc paneel	2	2	2	geen		11	Vulpaneel spouw - sandwichpaneel trespa 6 mm - 100 mm EPS	€ 187	€ 171	€ 187	€ 171	per m <sup>2</sup> paneel
Rc dak	8	8	8	geen	Hellend	168	PIR isolatie (d=230mm) binnenzijde hellend dak - afwerking gipsplaten	€ 74	€ 69	€ 74	€ 69	per m <sup>2</sup> dak
					Plat	203	PIR isolatie (d=210mm) buitenzijde plat dak - vervangen dakbedekking APP	€ 83	€ 79	€ 83	€ 79	
U ramen	1	1	1	1	lpv enkel glas	161a	Triple glas gasgevuld (U=0,8) i.p.v. enkel glas, inclusief vervanging kozijn	€ 343	€ 331	€ 415	€ 400	per m <sup>2</sup> glas
					lpv dubbel glas	161b	Triple glas gasgevuld (U=0,8) i.p.v. dubbel/HR++ glas, inclusief vervanging kozijn	€ 338	€ 326	€ 413	€ 399	
U deuren	1.4	1.4	1.4	1.4		20	Isolerende deur (Rc=1,45): afm.2115x830mm (opp=1,75m <sup>2</sup> )	€ 504	€ 399	€ 504	€ 399	per m <sup>2</sup> deur
infiltratie qv10	0.4				Optelsom van:	94	Afdichting aansluiting dak/gevel	€ 603	€ 594	€ 511	€ 503	per woning
					95	Afdichting naden tussen dakplaten						
					96	Afdichting nok van het dak (alleen EGW)						
ventilatiesysteem	D3				Van: A1, A2c	obv 156	Gebalanceerde ventilatie met HRWTW	€ 4.879	€ 4.809	€ 4.702	€ 4.632	per woning
					Van: C1			€ 4.057	€ 3.987	€ 4.057	€ 3.987	
					Van: D1			€ 1.935	€ 1.759	€ 1.758	€ 1.689	

### Gewijzigde kosten in april

Arcadis heeft in april een nieuwe versie uitgebracht van de kostenkengetallen (23 april 2020). In deze versie zijn de kosten geïndexeerd naar het prijspeil van 2020 en zijn de algemene kosten aangepast van 9,8% naar 9%.

Uit de vergelijking tussen de kostenkengetallen van april en maart van de maatregelen die we in dit rapport gebruiken zien we de volgende wijzigingen:

Tabel 2-9 Wijzigingen Arcadis kostenkengetallen april 2020 t.o.v. maart 2020

Kostencode	Omschrijving	Wijziging Arcadis kostenkengetallen versie april 2020 ten opzichte van de cijfers van 17 maart 2020 (kosten inclusief indirecte kosten, exclusief BTW)
001e	Vloerisolatie aan de bovenzijde	3-4% duurder
009a	Gevelisolatie met minerale wolvlokken in de spouw	4-9% duurder
009c	Gevelisolatie met PUR schuim in de spouw	21-24% goedkoper
156	Gebalanceerde ventilatie met WTW	3-11% goedkoper
170/171	Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> -sturing	Enkel: tussen 1% goedkoper en 1% duurder Project: 6% duurder
16	Isolatieglas gasgevuld (U=1,6) i.p.v. enkel glas	Zelfstandig moment: 3-5% duurder Natuurlijk, enkel: 18-29% duurder Natuurlijk, project: 6-8% duurder
019a	Isolatieglas gasgevuld (U=1,2) i.p.v. enkel glas	Zelfstandig: 4-6% duurder Natuurlijk, enkel: 18-29% duurder Natuurlijk, project: 11-17% duurder
019b	Isolatieglas gasgevuld (U=1,2) i.p.v. standaard isolatieglas	Zelfstandig moment; :5-6% duurder
161a/b/c	Triple glas gasgevuld (U=0,8)	2-7% goedkoper

De actualisatie van het prijspeil naar 2020 was al meegenomen in de berekeningen. De andere aanpassingen zijn niet doorgevoerd in de berekeningen.

Voor de drie isolatieniveaus kan dat het volgende betekenen:

- Niveau 2, met veranderingen in kostencodes 001e, 009a, 170/171, 16 en 019b: vallen de totale kosten duurder uit, met name wanneer enkel glas vervangen wordt op een natuurlijk moment.
- Niveau 3, met veranderingen in kostencodes: 001e, 009a, 009c, 170/171, 019a en 019b: spouwmuurisolatie bij een woning uit de periode 1975-1995 kan iets goedkoper uitpakken (de kosten van de codes 019a,b,c worden gemiddeld), de andere kostencodes vallen duurder uit, met name wanneer enkel glas vervangen wordt op een natuurlijk moment.
- Niveau 4 met veranderingen in kostencodes 161a/b en 156: de kosten voor triple glas en gebalanceerde ventilatie zijn goedkoper, waardoor de totaalkosten van dit pakket goedkoper uit zullen vallen.

### Kosten aanpassing radiatorsysteem

In de maatregelpakketten is geen rekening gehouden met aanpassing van het radiatorsysteem. In hoeverre aanpassing van het radiatorsysteem nodig is hangt af van wat als alternatief voor aardgas in aardgasvrije wijken wordt toegepast: warmtepompen of een hoge of lage temperatuur warmtenet. In de berekeningen gaan we ervan uit dat de gasgestookte ketel blijft staan en hebben we geen meerinvesteringen voor aanpassing van het radiatorsysteem verondersteld. De standaard is bedoeld als advies op natuurlijke momenten aan woningeigenaren die nu al maatregelen willen nemen, vooruitlopend op het alternatief voor aardgas dat wordt gekozen in de wijkgerichte aanpak.

We kunnen wel een grove kostenschätzung maken. In Tabel 2-10 staan de percentages waarmee het verwarmingsvermogen zou moeten toenemen voor verschillende woningtypen bij lage temperatuur en niveau 3 (Nieman, 2019).

Tabel 2-10 Extra verwarmingsvermogen bij lage temperatuur en niveau 3 per woning (bron Nieman, 2019, Tabel 15)

Woningtype	Bouwjaarklasse	Huidige radiatorcapaciteit (aantal radiatoren) <sup>1</sup>	% extra capaciteit (LT, niveau 3)
Tussenwoning	<1925	19 kW (8 stuks)	37%
Tussenwoning	1925-1965	12 kW (5 stuks)	30%
Tussenwoning	1965-1995	14 kW (6 stuks)	47%
Tussenwoning	>1995	10 kW (5 stuks)	154%
Hoekwoning	<1925	22 kW (9 stuks)	45%
Hoekwoning	1925-1965	14 kW (6 stuks)	26%
Hoekwoning	1965-1995	18 kW (8 stuks)	33%
Hoekwoning	>1995	11 kW (5 stuks)	140%
Vrijstaande woning	<1925	26 kW (11 stuks)	28%
Vrijstaande woning	1925-1965	31 kW (13 stuks)	8%
Vrijstaande woning	1965-1995	32 kW (13 stuks)	9%
Vrijstaande woning	>1995	13 kW (6 stuks)	135%
Appartement	<1925	6 kW (3 stuks)	160%
Appartement	1925-1965	10 kW (4 stuks)	45%
Appartement	1965-1995	9 kW (4 stuks)	70%
Appartement	>1995	8 kW (4 stuks)	154%

Arcadis geeft de in kostenkengetallen informatie over de kosten van extra radiator capaciteit in kostencode 065 (T=35-55), zie Tabel 2-10. Dit kostenkengetal geeft de kosten van 50% extra capaciteit. Het idee daarbij is dat alle radiatoren worden vervangen door radiatoren met 50% meer capaciteit. Daarbij heeft Arcadis verondersteld dat het leidingwerk niet vervangen hoeft te worden. Arcadis gaat ervan uit dat in een eengezinswoning 9 radiatoren hangen en in een meergezinswoning 6. De kosten op een natuurlijk moment zijn zonder de arbeidskosten en de materiaalkosten van de oorspronkelijke radiatoren.

<sup>1</sup> Bij het bepalen van het aantal radiatoren is uitgegaan van een radiator type 22, bij een temperatuurtraject van 80-60 °C heeft deze radiator een capaciteit van 2,5 kW.

Tabel 2-10 Kosten vergroten radiator capaciteit met 50% in euro per woning inclusief indirecte kosten en BTW (bron Arcadis maart 2020)

	Eengezinswoning		Meergezinswoning	
	Enkele woning	Projectmatig	Enkele woning	Projectmatig
Zelfstandig moment	€ 4.773	€ 4.240	€ 3.257	€ 2.901
Natuurlijk moment	€ 2.037	€ 1.543	€ 2.037	€ 1.543

Wanneer een lage temperatuur warmtetechniek wordt toegepast, zoals een lage temperatuur warmtenet of een warmtepomp zal aanpassing van het afgiftesysteem nodig zijn, ook al wordt de woning verbeterd naar niveau 3. Doordat het aantal radiatoren in de uitgangssituatie in de kosteninschatting van Arcadis niet overeenkomt met het aantal radiatoren zoals berekend door Nieman is het lastig om de kosten aanpassing van het afgiftesysteem te bepalen. Uit tabel 2-9 kan men opmaken dat voor alle woningen gebouwd voor 1995 het vervangen van de radiatoren door radiatoren met 50% meer capaciteit meestal voldoende zal zijn rekening houdend met het aantal radiatoren dat Arcadis in de uitgangssituatie verondersteld. De kosten bedragen dan tussen de 3 en 5 duizend euro (zie tabel 2-10) op een zelfstandig moment exclusief leidingwerk. Door leidingwerk zou dat hoger kunnen zijn. Voor woningen gebouwd na 1995 en appartementen gebouwd voor 1945 is ook na verbetering naar niveau 3 veel meer extra radiatorcapaciteit nodig dan de 50% die de Arcadis kostenkengetallen aangeven. De kosten zullen dan veel hoger zijn dan door Arcadis beschreven.

## 2.5 Uitgangspunten berekening jaarlijkse kosten en baten

Op basis van de investeringen in respectievelijk isolatie- als ventilatiemaatregelen worden de jaarlijkse kosten en baten, middels verschillende financieringsvormen, voor verschillende type respondenten in kaart gebracht. Deze verschillende respondenten zijn particuliere woningeigenaren, huurders van particuliere verhuurders en huurders van sociale verhuurders. De kosten en baten worden in kaart gebracht vanuit het oogpunt van zowel de huurder als de verhuurder.

### Particuliere woningeigenaren

Voor particuliere woningeigenaren zijn 2 mogelijke vormen van financiering voor de benodigde investeringen in energiebesparende maatregelen doorgerekend. Voor deze financieringsvormen zijn - in afstemming met de Begeleidingscommissie - aannames gedaan over de te hanteren rentepercentages en looptijden van deze financieringsvormen. Deze financieringsvormen en de bijbehorende kengetallen zijn weergegeven in Tabel 2-11.

Bij een hypothecaire lening kunnen er kosten zijn voor het afsluiten van de lening. Voor een energiebespaarlening geldt dat niet. We nemen deze afsluitkosten niet mee in de veronderstelling dat alleen wordt gekozen voor het meefinancieren van de isolatiemaatregelen in een hypotheek op een natuurlijk moment bij aankoop van een woning.

Tabel 2-11 Financieringsvormen particuliere woningeigenaren

Financieringsvorm	Rente-%	Looptijd (jaren)
Hypothecaire lening	1,70 %	30
Warmtefonds	2,00 %	20*

\* Het Warmtefonds staat een langere looptijd toe voor VVE leningen

De maandelijkse kosten behorende bij deze financieringsvormen worden berekend volgens een annuïteit:

$$\text{annuïteit} = \frac{\text{maandrente}}{(1 - ((1 + \text{maandrente})^{-\text{aantal periodes}}))} * \text{hypotheekbedrag}$$

waarbij

$$\text{maandrente} = \text{jaarrente} / 12$$

aantal periode is de looptijd maal 12

Belangrijk bij het totale beeld van de kosten en baten bij particuliere woningeigenaren is de hypotheekrenteaf trek. Ook een lening van het Nationaal Energie bespaar Fonds is fiscaal aftrekbaar. Met behulp van de gegevens uit WoON 2018 zijn daarvoor belangrijke factoren afgeleid, zoals de resterende hypotheekschuld, het rentepercentage van deze hypotheek en het bruto inkomen van het huishouden. Om de baten door hypotheekrenteaf trek per financieringsvorm door het nemen van maatregelen in kaart te brengen, is steeds de hypotheekrenteaf trek van de huidige situatie (volgens gegevens WoON 2018) vergeleken met de situatie ná investering en financiering door één van de twee financieringsvormen.

We nemen geen afsluitkosten voor de hypotheek mee, omdat we uitgaan van een natuurlijk moment bij aankoop van een nieuwe woning of verbouwing.

### Particuliere verhuurders en woningcorporaties

In deze sectie beschrijven we de uitgangspunten voor de kosten en baten van verhuurders. Dit bestaat uit de deelaspecten financiering van kosten en baten door huurverhoging. We beschouwen in deze sectie woningcorporaties en particuliere verhuurders apart.

#### Kosten

Voor particuliere huur hebben we het rentepercentage gebaseerd op een NIBC vastgoedhypotheek: <https://www.vastgoedhypotheek.nl/>. Bij een lening tot 50% van de marktwaarde van de woning en een 5 jaar rentevaste periode is de rente 3,2%. Voor het rentepercentage van sociale huur rekenen we met het rentepercentage voor 2020 van 1,15% voor geborgde leningen uit de Leidraad economische parameters dPI20192 van het Waarborgfonds Sociale Woningbouw.

Qua looptijd van financiering is het uitgangspunt dat wordt aangesloten bij de afschrijvingstermijnen voor isolatie van 25 jaar en installatie 15 jaar conform de tabel huurcommissie. Deze kengetallen zijn weergegeven in 2-12.

Tabel 2-12 Financieringsvormen verhuurders

Financieringsvorm	Type verhuurder	Rente-%	Looptijd (jaren) Isolatie	Looptijd (jaren) ventilatie
Lening, volgens NIBC vastgoedhypotheek	Particulier	3,20 %	25	15
Waarborgfonds Sociale Woningbouw (WSW) financiering	Corporatie	1,15 %	25	15

<sup>2</sup> [https://www.wsw.nl/fileadmin/user\\_upload/Informatieopvraag/Parameters\\_dpi\\_2019.pdf](https://www.wsw.nl/fileadmin/user_upload/Informatieopvraag/Parameters_dpi_2019.pdf)

*Baten*

Zowel corporatie als particuliere verhuurders genereren in dit onderzoek baten, ter compensatie van de gemaakte investeringen, door middel van het verhogen van de huur. Hiervoor zijn voor particuliere en corporate verhuurders verschillende huurverhogingsmethodieken in de berekeningen toepast. Deze zijn weergegeven in Tabel 2-13.

Tabel 2-13 Huurverhogingsmethodieken verhuurders

Huurverhogings-methode	Type verhuurder	Beschrijving
Huurcommissie-methode	Particulier en corporatie	De Huurcommissiemethode schrijft voor dat de huurverhoging wordt getoetst op redelijkheid aan de hand van een berekening. In deze berekening worden maandelijks kosten volgens een financieringsmodel voor de verhuurder in kaart gebracht, met een rentepercentage van 1,55%. In dit onderzoek is een looptijd van financiering gehanteerd van 15 jaar voor ventilatie- en 25 jaar voor isolatiemaatregelen.
Sociaal huurakkoord	Sociale huurwoningen (corporatiewoningen)	Het Sociaal Huurakkoord (2018) <sup>3</sup> is getekend door Aedes en geldt alleen voor corporatiewoningen, niet voor particuliere huurwoningen. Volgens deze huurverhogingsmethode kan er huurverhoging plaatsvinden op basis van verbetering in labelstappen van de woning. Voor elke labelstapverbetering is een bedrag voorgeschreven waarmee de huur verhoogd kan worden. Let op: er is gerekend met de bedragen uit het sociaal huurakkoord uit 2018. In september 2020 is een nieuwe versie verschenen van de vergoedingentabel waarbij de gasprijs eind 2019 is meegenomen en onderscheid wordt gemaakt naar verschillen woninggrootte <sup>4</sup> .
Op basis van energiebesparing	Particulier en corporatie	De maximale huurprijs kan ook worden gebaseerd op de toename in baten van een huurder, gelijk aan de daling van de energierekening door energiebesparing.

In Bijlage D vermelden we de labelsprongen bij niveau 3 die in de berekeningen bij het sociaal huurakkoord zijn gebruikt.

Er zijn een aantal maximum huurgrenzen van toepassing bij het bepalen van de nieuwe totale huurbedragen, waar in dit onderzoek rekening mee is gehouden. Dit betekent dat de mogelijke huurverhoging, welke kan plaatsvinden om de kosten voor de investeringen in energiebesparende maatregelen van verhuurders te bekostigen, wordt afgetopt bij een bepaalde maximumgrens. Voor dit onderzoek is de Woningwaarderingstelsel (WWS) huurgrens toegepast:

<sup>3</sup> [https://www.woonbond.nl/sites/woonbond/files/publicaties/sociaal%20\\_huurakkoord%20\\_2018\\_1.pdf](https://www.woonbond.nl/sites/woonbond/files/publicaties/sociaal%20_huurakkoord%20_2018_1.pdf)

<sup>4</sup> <https://www.woonbond.nl/energie-besparen/vergoedingentabel-duurzaamheidsinvesteringen>

- **WWS Huurgrens** – het Woningwaarderingstelsel (WWS), ook puntensysteem genoemd, is een systeem om een redelijke huurprijs voor een woning vast te stellen. Het puntensysteem van het WWS is gebaseerd op oppervlakte en voorzieningen – het verbeteren van het energielabel van een woning heeft hier invloed op. Bij dit onderzoek wordt de nieuwe maximale huurprijs volgens dit stelsel vastgesteld, op basis van informatie over de huidige hoeveelheid punten (volgens WoON 2018) en de mutatie in de hoeveelheid punten na energiebesparende maatregelen. In de regel kunnen particuliere verhuurders meer huur vragen dan wordt voorgeschreven volgens het WWS. Echter, om zo goed mogelijk met de praktijksituatie rekening te houden, waarbij in veel gevallen ook in de particuliere sector rekening wordt gehouden met de maximumgrens voorgeschreven door het puntensysteem, wordt deze grens in dit onderzoek voor zowel de particuliere als de corporatiesector toegepast.

Met de WWS huurgrens worden alle nieuw vastgestelde huurbedragen in dit onderzoek afgetopt, met uitzondering van de huurverhoging op basis van de energiebesparing.

In enkele gevallen wordt er door een gegeven respondent uit de WoON 2018 Energiemodule meer huur betaald dan de WWS huurgrens voorschrijft. In deze gevallen hebben wij geen huurverlaging toegepast.

De hierboven geschetste manier om de huurverhoging te berekenen is een vereenvoudiging ten opzichte van de manier waarop huurverhogingen in werkelijkheid worden bepaald. In de werkelijkheid zijn er nog andere factoren die invloed hebben op de huurverhoging. Woningcorporaties moeten passend toewijzen: zij moeten zorgen dat zij woningzoekenden met een laag inkomen huisvesten in een huurwoning die past bij hun inkomen. Na mutatie van de huurder kan een verhuurder meer huurverhoging vragen dan bij zittende huurders. Bij geliberaliseerde huurwoningen kan de huurverhoging niet via de huurcommissiemethode worden vastgesteld, maar is er sprake van overleg tussen huurder en verhuurder.

### Huurtoeslag

Tot slot is er rekening gehouden in dit onderzoek met de **huurtoeslagregeling**. Voor de 'nieuwe' situatie na energiebesparende maatregelen, wordt de huurtoeslag, waar recht op is, bepaald volgens de voorgeschreven methodiek van de Belastingdienst en de Wet of de huurtoeslag<sup>5</sup>. Huurtoeslag is bedoeld voor sociale huurwoningen; dit zijn woningen die onder de huurtoeslaggrens vallen. Hiervoor is de huurtoeslaggrens van 2020 gehanteerd, welke € 737,14 bedraagt. Het kan zijn dat woningen in het huidige onderzoek, door de berekende huurverhoging na het toepassen energiebesparende maatregelen, niet langer onder de huurtoeslaggrens vallen. In dit geval behouden deze respondenten recht op huurtoeslag tót de huurtoeslaggrens.

Bij het bepalen van de hoogte van huurtoeslag wordt er een minimum-inkomensijkpunt en een referentie-inkomensijkpunt vastgesteld. Deze zijn afhankelijk van de leeftijd van de (hoofd-)bewoner. Zo gelden er voor bewoners boven de AOW leeftijd (momenteel 66 jaar en 4 maanden) hogere ijkpunten dan mensen onder deze leeftijdsgrens. De WoON 2018 Energiemodule, waartoe TNO voor dit onderzoek beschikking had, bevatte echter leeftijdscategorieën van de hoofdbewoner, niet de exacte leeftijd. Er is dus in de huidige berekenen van uit

<sup>5</sup> <https://wetten.overheid.nl/BWBR0008659/2020-01-01>

gegaan dat bewoners in de 55-64 leeftijdscategorie niet onder deze AOW groep vallen en dat bewoners in de 65-74 en 75 jaar en ouder leeftijdscategorieën wel onder de AOW groep vallen.

### Energieprijzen

Door het toepassen van de Nieman-maatregelpakketten vindt er een verandering in energie- en onderhoudskosten plaats. Deze bestaat uit:

- Besparing op gaskosten door isolatie;
- Extra kosten voor elektriciteit door aanpassingen van het ventilatiesysteem;
- Extra onderhoudskosten voor het ventilatiesysteem.

Er is gerekend met energieprijzen uit het jaar 2020 zie Tabel 2-13.

Tabel 2-13 Energieprijzen 2020 (bron CBS)<sup>6</sup>

Energiedrager	Prijs	Eenheid
Aardgas	0,81	euro/m <sup>3</sup>
Elektriciteit	0,23	euro/kWh

De onderhoudskosten voor ventilatie zijn bepaald op 78 euro/jaar, inclusief BTW (bron Feenstra)<sup>7</sup>. Voor woningen waar nog geen ventilatie is geïnstalleerd komen deze kosten bij de jaarlijkse meerkosten. Omdat er ook woningen zijn waar geen extra onderhoud nodig is, omdat zij nu al een ventilatiesysteem hebben komen de gemiddelde kosten lager uit.

<sup>6</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2020/10/huishoudens-betalen-bijna-10-procent-minder-voor-energie>

<sup>7</sup> [www.feenstra.com/ventilatie/warmte-terugwin/](http://www.feenstra.com/ventilatie/warmte-terugwin/)



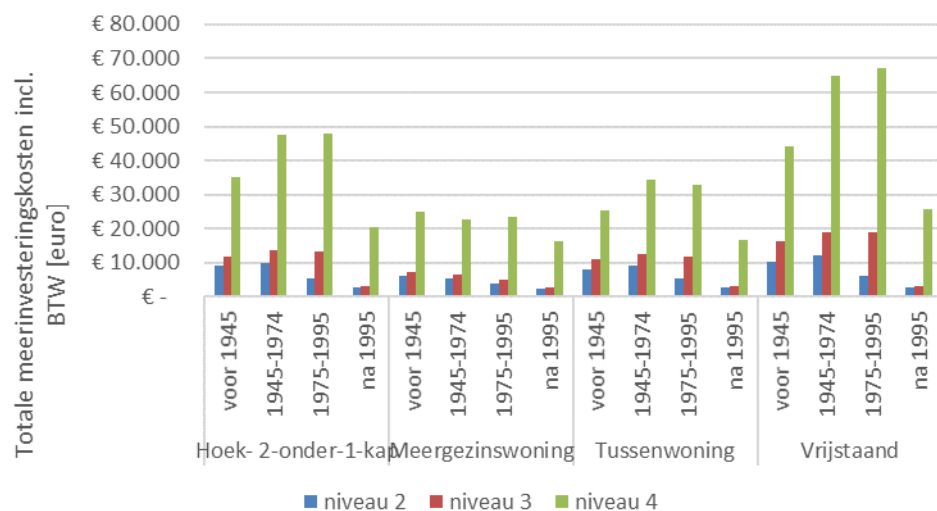
### 3 Jaarlijkse kosten en baten particuliere woningeigenaar

Dit hoofdstuk geeft de resultaten van dit onderzoek voor de particuliere woningeigenaar.

#### 3.1 Mediaan meerinvesteringen en spreiding woningtypen en bouwjaarklassen

Figuur 3-1 laat voor 16 verschillende woningtype-bouwjaar combinaties in een grafische weergave zien wat de mediaan is van de meerinvesteringen op natuurlijk moment behorende bij de Nieman maatregelpakketten voor eigenaar-bewoners. Deze kosten zijn inclusief BTW. De spreiding in de meerinvesteringen van particuliere woningeigenaren is te vinden in Bijlage B, de opbouw naar verschillende kostenposten in Bijlage C.

Er is gekozen om de mediaan (het 50% percentiel) en de spreiding in de resultaten te laten zien. Er is niet gekozen voor het gemiddelde, omdat enkele 'dure' woningen dit gemiddelde flink hoger kunnen doen uitvallen. Dit wordt maar beperkt gecompenseerd door lage uitschieters.



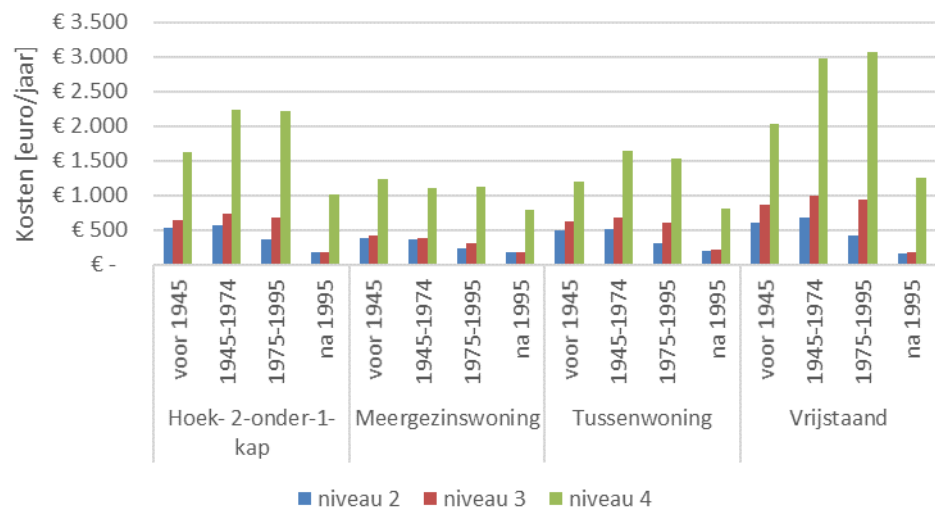
Figuur 3-1 Mediaan meerinvesteringen eigenaar-bewoners isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket

In de figuur is goed zichtbaar dat de hoogte van de meerinvesteringen sterk samenhangt met de grootte van de woning. Met name in vrijstaande woningen en 2-onder-1-kapwoningen, met relatief veel buitengevel, zijn de meerinvesteringen hoger. Omdat voor niveau 4 streefwaarden bijna elk onderdeel van de schil moet worden verbeterd, zijn de investeringen voor dat niveau hoger. In woningen gebouwd na 1995 hoeven minder aanpassingen uitgevoerd te worden waardoor de meerinvesteringen lager zijn.

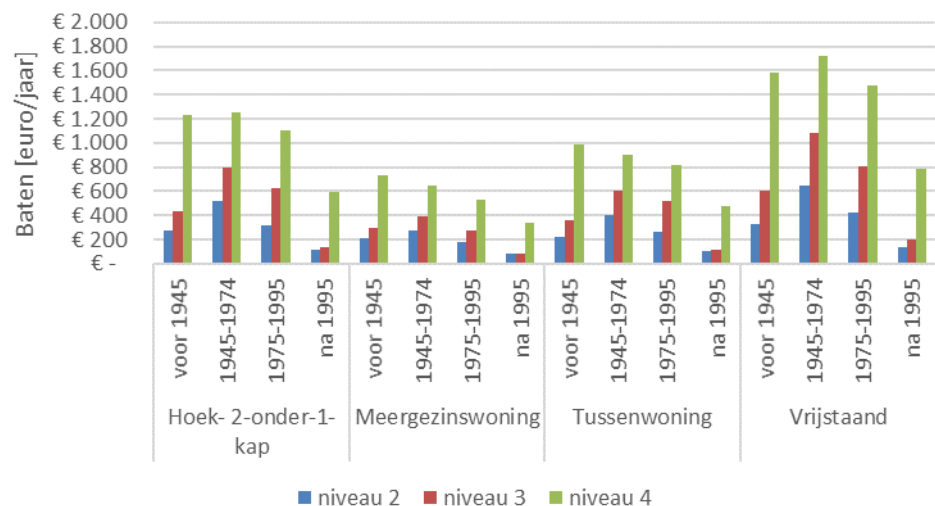
### 3.2 Jaarlijkse netto meerkosten en baten bij financiering met hypotheek

De in paragraaf 3.1 beschreven meerinvesteringen kunnen vertaald worden naar jaarlijkse meerkosten door ze om te rekenen naar financieringslasten. In Figuur 3-2 is weergegeven wat de jaarlijkse lasten zijn voor de verschillende niveaus. In deze figuren is het uitgangspunt financiering via een hypotheek. Ook zijn jaarlijkse meerkosten voor onderhoud van verwarming en ventilatiesystemen verwerkt.

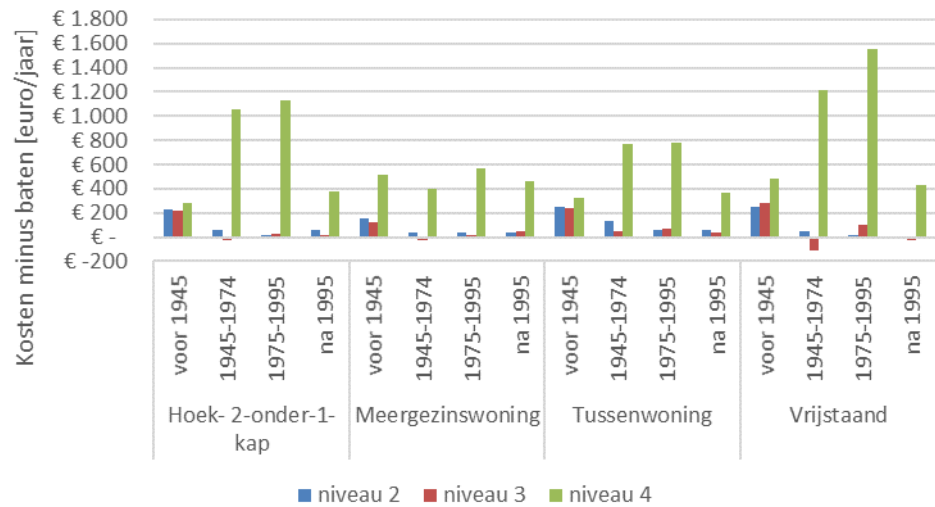
De investeringen leiden ook tot energiebesparingen die zorgen voor besparingen op de energierekening. Deze jaarlijkse baten zijn weergegeven in Figuur 3-3. In Figuur 3-4 is het saldo van de jaarlijkse kosten minus de jaarlijkse baten weergegeven. Alle kosten en baten zijn inclusief BTW.



Figuur 3-2 Mediaan jaarlijkse meerkosten eigenaar-bewoners isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket bij financiering met een hypotheek



Figuur 3-3 Mediaan jaarlijkse baten eigenaar-bewoners isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket bij financiering met een hypotheek

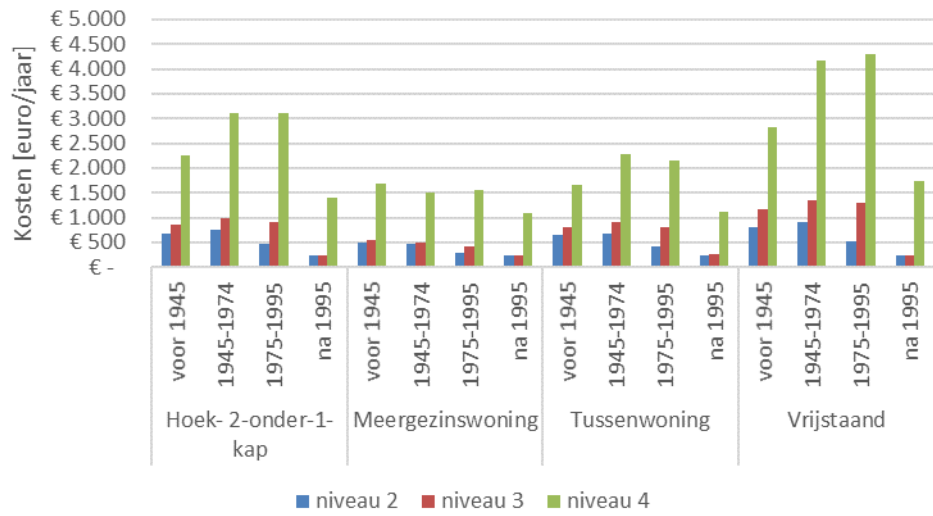


Figuur 3-4 Mediaan netto jaarlijkse meerkosten minus baten eigenaar-bewoners isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket bij financiering met een hypotheek

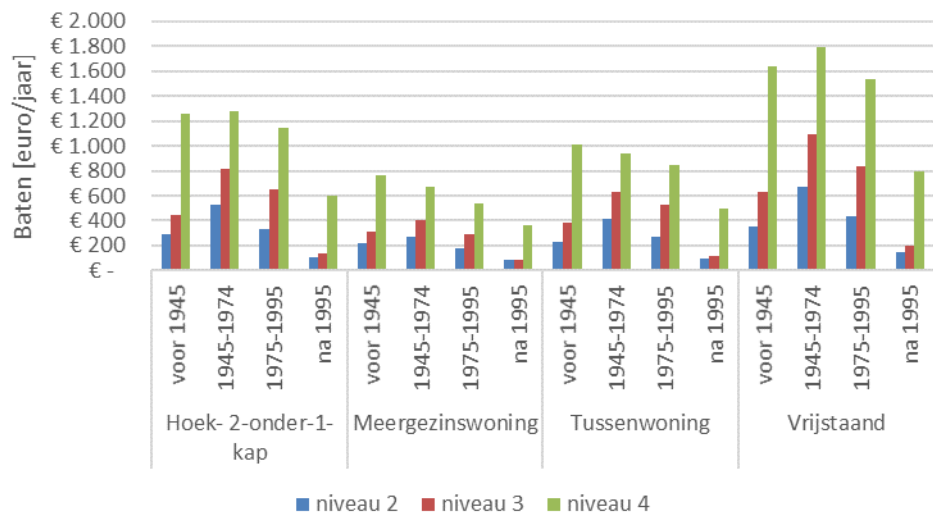
In de meeste gevallen wegen de jaarlijkse baten niet op tegen de kosten. Voor niveau 2 en 3 blijven de kosten minus de baten in de meeste gevallen onder de 300 euro per jaar in woningen van vóór 1945. Voor nieuwere woningen ligt de mediaan rond de nul euro. Voor niveau 4 is de mediaan voor het saldo van kosten en baten ongunstiger, waarbij de jaarlijkse netto kosten voor meergezinswoningen liggen tussen de 400 en 600 euro per jaar en 1.200 tot bijna 1.600 euro per jaar voor vrijstaande woningen tussen 1945 en 1995.

### 3.3 Jaarlijkse netto kosten en baten bij financiering met warmtefonds

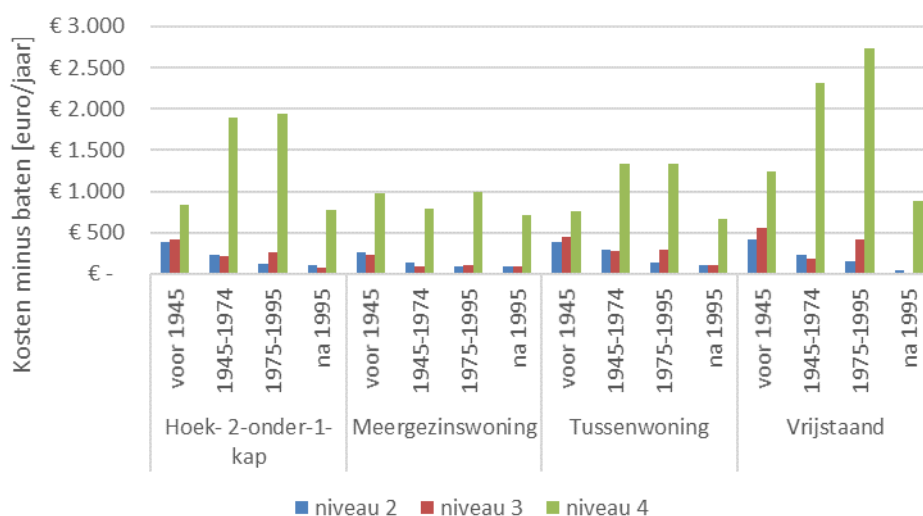
In plaats van een hypotheek kunnen woningeigenaren ook gebruik maken van het warmtefonds waarmee energiebesparende maatregelen tegen 2,0% en 20 jaar looptijd kunnen worden gefinancierd. De jaarlijkse kosten en baten bij deze financieringsvorm zijn in Figuur 3-5, Figuur 3-6 en Figuur 3-7 als een staafdiagram weergegeven, waarbij elke staaf in deze grafiek de mediaan van respectievelijk jaarlijkse meerkosten, baten en meerkosten minus de baten representeert. In deze grafiek worden de mediaan van de kosten en baten horende bij de Nieman maatregelpakketten voor eigenaar-bewoners, voor 16 verschillende woningtype-bouwjaar combinaties, naast elkaar gezet. Deze kosten en baten zijn inclusief BTW.



Figuur 3-5 Mediaan jaarlijkse meerkosten eigenaar-bewoners isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket bij financiering via het warmtefonds van de NEF



Figuur 3-6 Mediaan jaarlijkse baten eigenaar-bewoners isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket bij financiering via het NEF

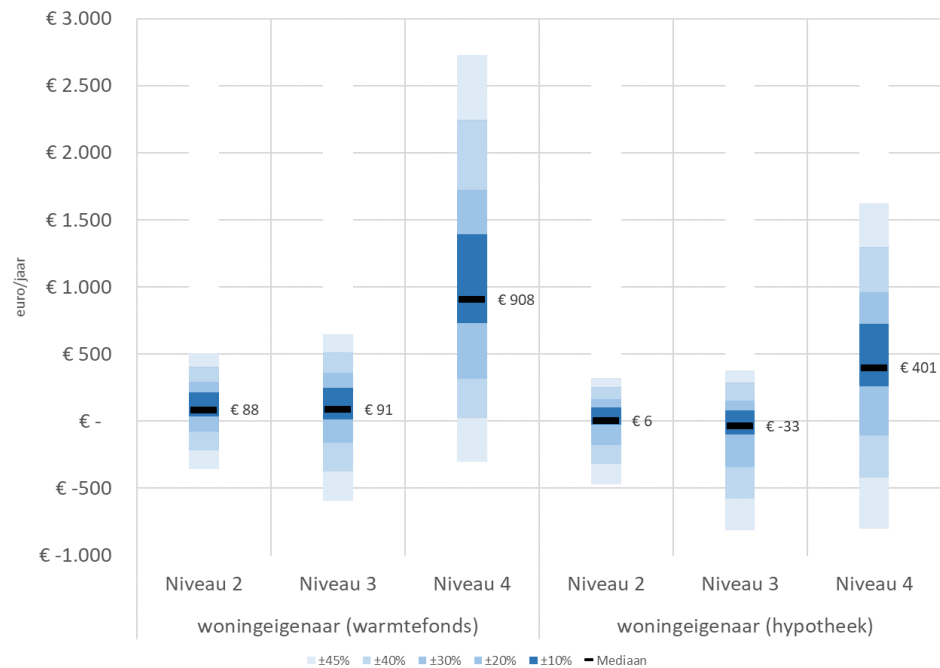


Figuur 3-7 Mediaan netto jaarlijkse meerkosten minus baten eigenaar-bewoners isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket bij financiering via het NEF

De figuren laten zien dat door de kortere looptijd van de lening van het warmtefonds de jaarlijkse kosten hoger uitvallen dan bij financiering met een hypotheek zoals weergegeven in paragraaf 3.2. Bij deze financiering valt de mediaan voor elke woningcategorie zodanig uit dat de kosten hoger zijn dan de baten.

### 3.4 Spreiding kosten en baten woningeigenaren

In Paragraaf 3.1 en 3.2 zijn de mediaan (50% percentiel) van de meerinvesteringen en de meerkosten en baten weergegeven. Er is echter een grote spreiding tussen huishoudens. Deze spreiding is het gevolg van verschillen in woningkenmerken en verschillen in energetische uitgangssituatie die invloed hebben op de noodzakelijke meerinvestering. De grote verschillen in bewonersgedrag hebben invloed op de te realiseren energiebesparing en dus op de baten. De spreiding van de netto jaarlijkse meerkosten minus baten voor eigenaar-bewoners is door ons in kaart gebracht. Figuur 3-8 laat deze spreiding zien bij twee verschillende financieringsvormen – het Warmtefonds en een hypothecaire lening – bij de doorgerekende Nieman maatregelpakketten. De variërende kleurcodes in dit figuur komen overeen met de decielen van de spreiding. Bijvoorbeeld het '± 10%' deciel laat de spreiding van de spreiding zien van 10% van de data welke hoger dan de mediaan ligt en de 10% welke onder de mediaan ligt. Het '± 10%' omvat dus in totaal 20% van de totale populatie.

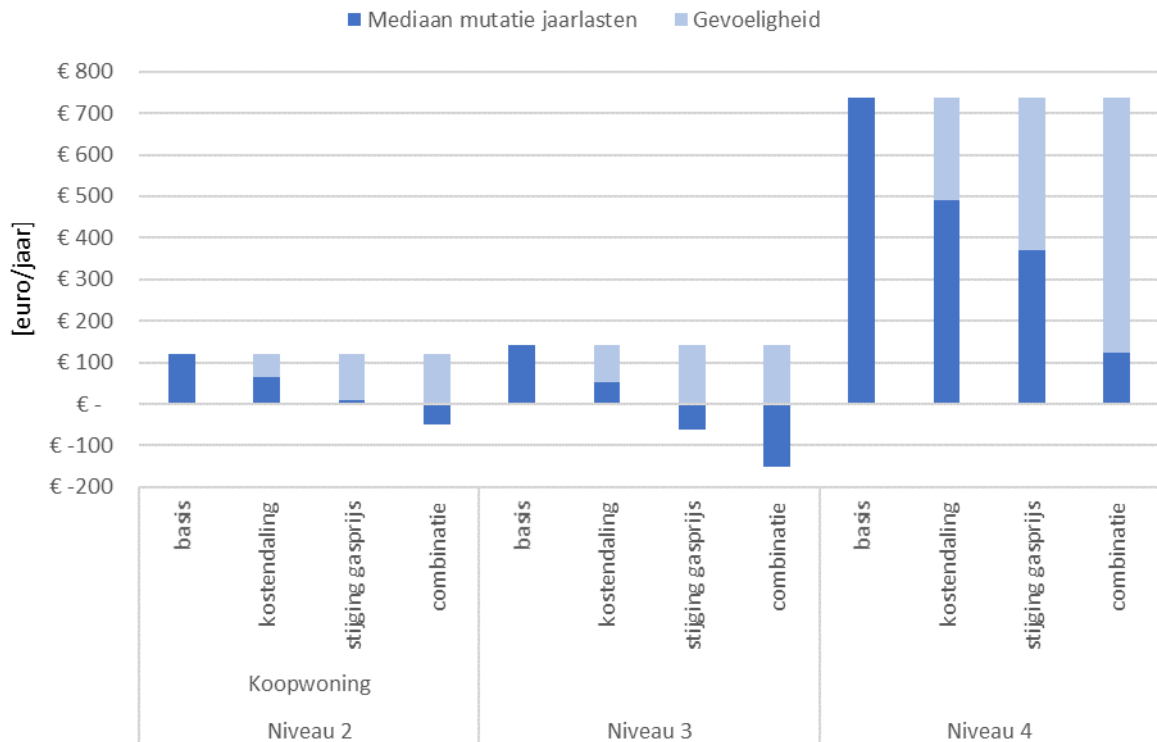


Figuur 3-8 Spreiding netto jaarlijkse meerkosten en baten eigenaar-bewoners bij verschillende isolatiepakketten en financieringsopties.

De figuur laat zien dat een aanzienlijk deel van de eigenaar-bewoners tegen negatieve netto kosten kan investeren. 40% van de woningeigenaren kan door isoleren naar niveau 2 en 3 lagere woonlasten realiseren als ze gebruik maken van het warmtefonds. Bij financiering met een hypotheek geldt dit voor meer dan 50%. Voor niveau 4 geldt dat bijna 90% van de woningeigenaren er op jaarbasis op achteruitgaat bij financiering met het warmtefonds en dit is 75% als gefinancierd wordt met een hypotheek.

### 3.5 Gevoeligheidsanalyse gasprijzen, kostendaling, hypothecaire lening

De in de vorige paragrafen gepresenteerde resultaten zijn afhankelijk van de gekozen uitgangspunten en aannames. Figuur 3-9 laat een gevoeligheidsanalyse zien waarbij de invloed van kostendaling van energiebesparende maatregelen en een stijging in de gasprijs is geëvalueerd. Dit is gedaan door de gemiddelde lastenstijging voor een koopwoning bij de Nieman maatregelpakketten van drie verschillende scenario's door te rekenen: (1) het basis scenario (geen veranderingen t.a.v. de initiële doorrekening), (2) een kostendaling van de investering in isolatie- en ventilatiemaatregelen van respectievelijk 16% en 30% en (3) een stijging van de Nederlandse aardgasprijs 0,81 euro/m<sup>3</sup> naar 1,17 euro/m<sup>3</sup> en (4) een combinatie van die gevoeligheden. De drie effecten zijn apart weergegeven in de figuur. Het lichtblauwe balkje geeft de gevoeligheid weer ten opzichte van het basis scenario.



Figuur 3-9 Gevoeligheid mediaan jaarlijkse lastenontwikkeling eigenaar-bewoners voor kostendaling investeringen en stijging van de gasprijs

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat aannames rondom kostendaling en aardgasrijzen in absolute zin vooral een grote invloed hebben op de kostenbatenverhouding bij streefwaarde niveau 4. Wanneer zowel kostendaling als stijging van de aardgasrijzen optreedt, neemt de mediaan van de jaarlijkse lastenverzwaring af van ruim 700 naar ruim 100 euro per jaar. Bij niveau 2 en 3, waar de netto kostenbatenontwikkeling kleiner is in het basisscenario, is de gevoeligheid in absolute zin kleiner. Wel kan een stijging van de gasprijs er toe leiden dat in de mediaan de baten opwegen tegen de kosten.

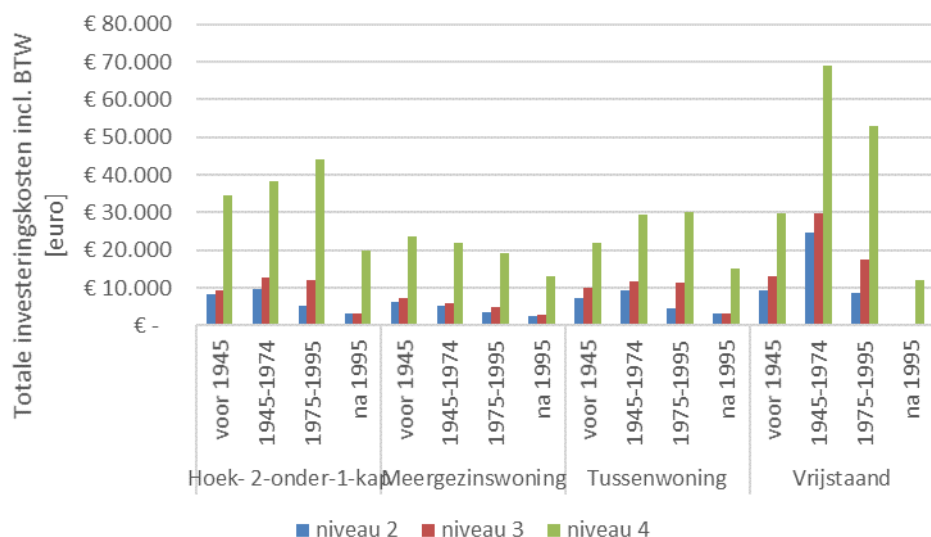
## 4 Jaarlijkse kosten en baten particuliere huur

Dit hoofdstuk geeft de resultaten van dit onderzoek voor de particuliere huursector.

### 4.1 Mediaan meerinvesteringen en spreiding woningtypen en bouwjaarklassen

De mediaan meerinvesteringen behorende bij de Nieman maatregelpakketten voor particuliere verhuurders zijn weergegeven in Figuur 4-1 voor 16 verschillende woningtype-bouwjaar combinaties. Deze kosten zijn inclusief BTW. De spreiding in meerinvesteringen van particuliere verhuurders is te vinden in Bijlage B, de opbouw naar verschillende kostenposten in Bijlage C.

Er is gekozen om de mediaan (het 50% percentiel) en de spreiding in de resultaten te laten zien. Er is niet gekozen voor het gemiddelde, omdat enkele 'dure' woningen dit gemiddelde flink hoger kunnen doen uitvallen. Dit wordt maar beperkt gecompenseerd door lage uitschieters.



Figuur 4-1 Mediaan meerinvesteringen particuliere verhuurders isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket

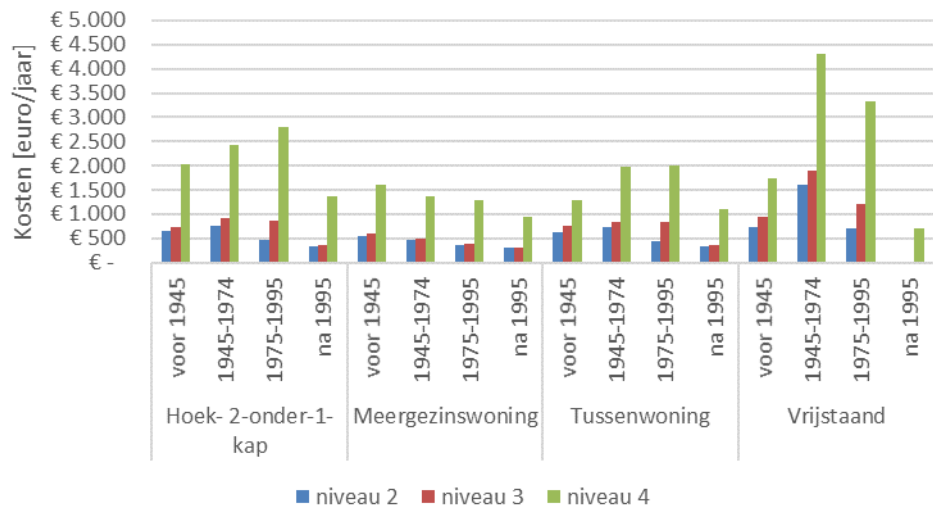
Net als bij koopwoningen is goed zichtbaar dat de hoogte van de meerinvesteringen sterk samenhangen met de grootte van de woning. Met name in vrijstaande woningen en 2-onder-1-kapwoningen, met relatief veel buitengevel, zijn de meerinvesteringen hoger. Omdat voor Niveau 4 streefwaarden bijna elk onderdeel van de schil moet worden verbeterd, zijn de meerinvesteringen voor dat niveau hoger. In woningen gebouwd na 1995 hoeven minder aanpassingen uitgevoerd te worden waardoor de meerinvesteringen lager zijn.



## 4.2 Jaarlijkse kosten en baten

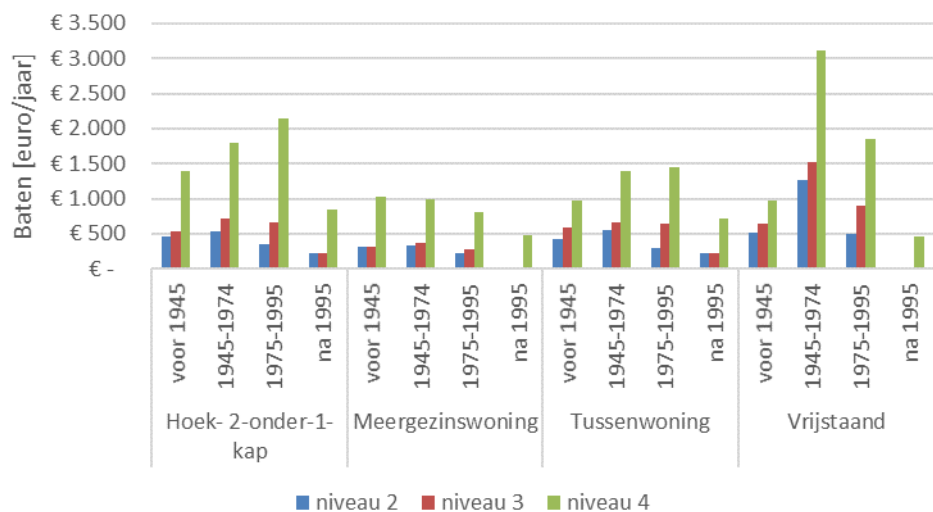
### 4.2.1 Huurcommissiemethode

Voor verhuurders bestaan de jaarlijkse kosten uit de financieringslasten die zij moeten betalen over de meerinvesteringen. In Figuur 4-2 is weergegeven hoe deze financieringslasten uitpakken voor de verschillende woningcategorieën. De weergegeven bedragen zijn inclusief BTW en ook eventuele extra jaarlijkse onderhoudskosten zijn meegenomen in deze kosten.



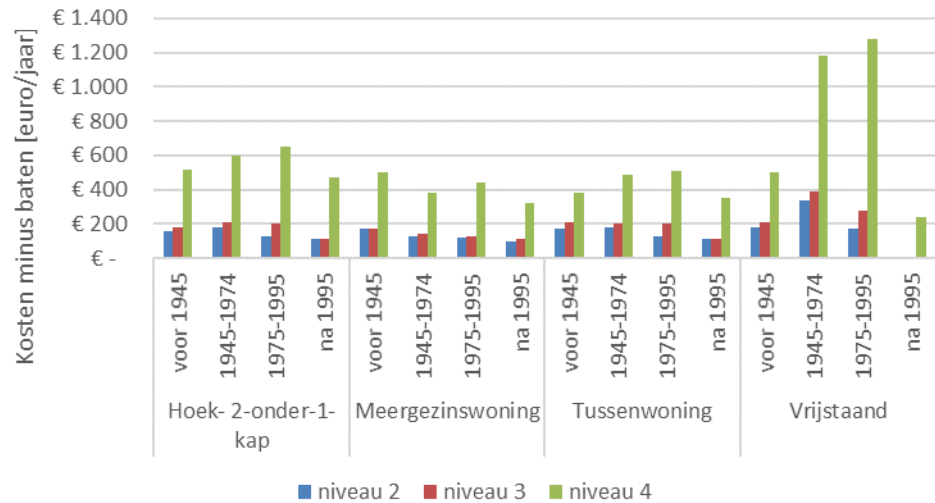
Figuur 4-2 Mediaan jaarlijkse meerkosten particuliere verhuurders isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij Huurcommissiemethode

De baten voor een verhuurder bestaan niet uit energiebesparing, want die komen ten goede aan de huurder, maar uit de extra huur die gevraagd kan worden. In Figuur 4-3 zijn deze jaarlijkse baten weergegeven.



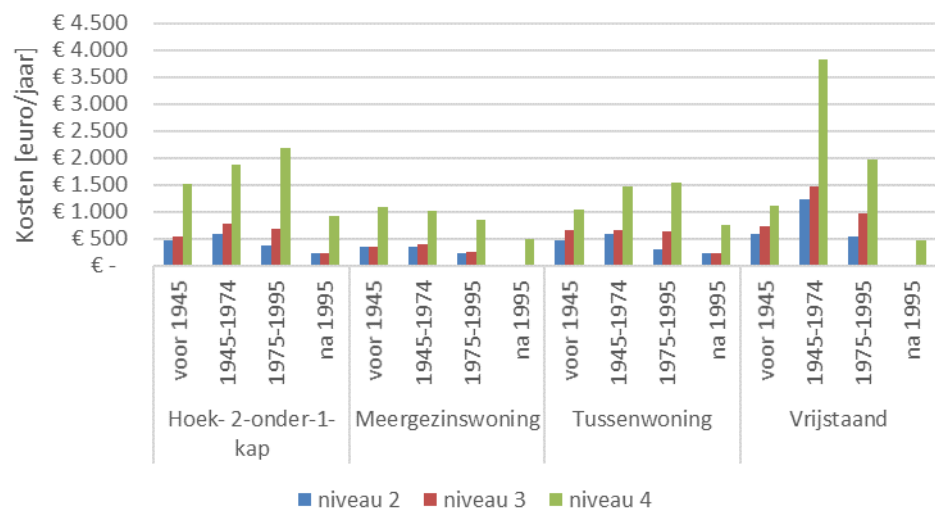
Figuur 4-3 Mediaan jaarlijkse baten particuliere verhuurders isolatie en ventilatie inclusief BTW kosten per isolatiepakket bij Huurcommissiemethode

In Figuur 4-4 is het saldo van kosten minus baten weergegeven. Voor vrijstaande woningen liggen de jaarlijkse netto kosten om op niveau 4 te komen rond de 1.200 euro voor woningen gebouwd tussen 1945 en 1995. Voor meergezinswoningen en rijwoningen ligt dit tussen de 300 en ruim 600 euro per jaar. Niveau 2 en 3 kan voor lagere netto kosten worden gerealiseerd; rond de 200 euro per jaar.

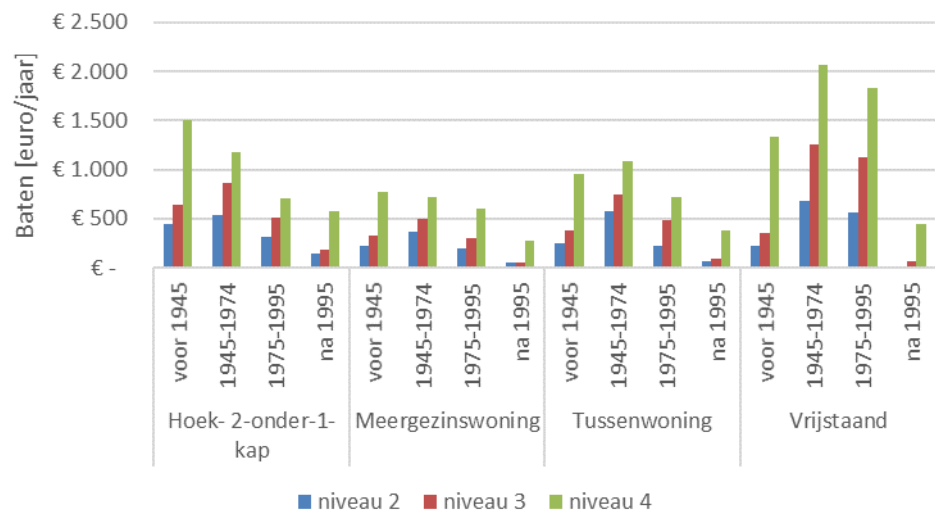


Figuur 4-4 Mediaan netto jaarlijkse meerkosten minus baten particuliere verhuurders isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij Huurcommissiemethode

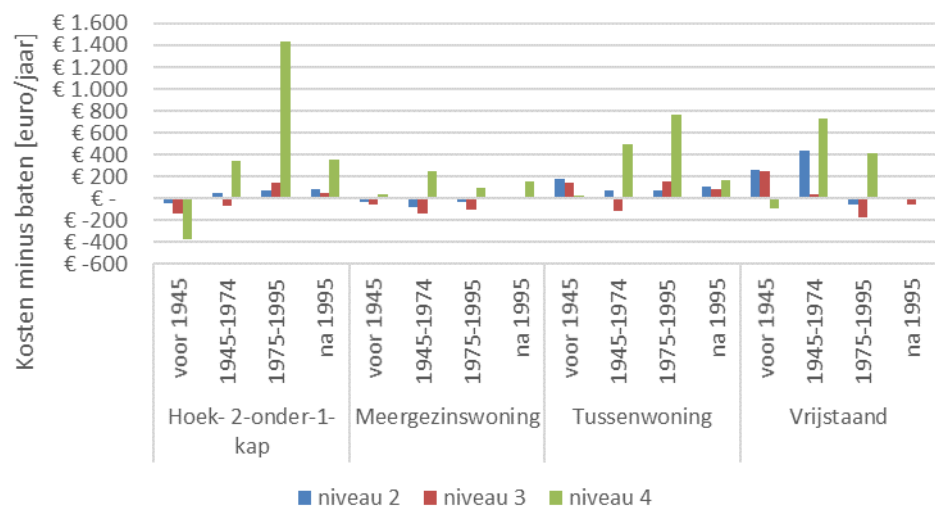
In de Figuren 4-5 tot en met 4-7 is dezelfde informatie weergegeven maar dan vanuit het perspectief van de huurder. De kosten voor de huurder bestaan uit de extra huurverhoging, verminderd met extra huurtoeslag (indien van toepassing). De baten voor de huurder bestaan uit de besparing op de energiekosten. In deze grafieken worden de mediaan van de kosten en baten naast elkaar gezet voor de Nieman maatregelpakketten voor particuliere verhuurders en huurders voor 16 verschillende woningtype-bouwjaar combinaties.



Figuur 4-5 Mediaan jaarlijkse meerkosten particuliere huurders isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket bij Huurcommissiemethode



Figuur 4-6 Mediaan jaarlijkse baten particuliere huurders isolatie en ventilatie, inclusief BTW per isolatiepakket bij Huurcommissiemethode



Figuur 4-7 Mediaan jaarlijkse netto meerkosten minus baten particuliere huurders isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij Huurcommissiemethode

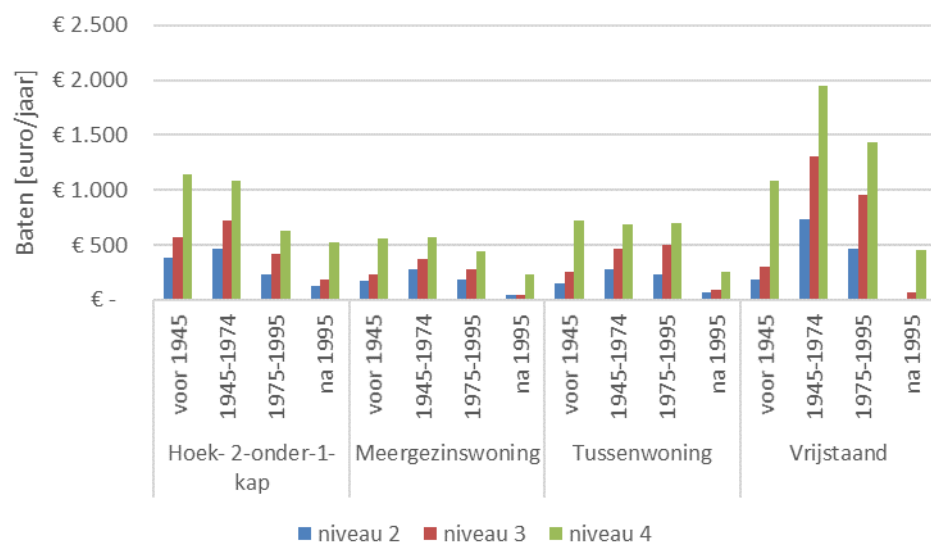
Voor de huurder van particuliere meergezinswoningen zijn de jaarlijkse netto meerkosten minus baten bij niveau 2 en 3 negatief, de baten zijn dus hoger dan de kosten. Voor tussenwoningen kunnen de netto meerkosten minus baten bij niveau 2 en 3 oplopen naar 200 euro per jaar. De netto meerkosten minus baten voor huurders bij niveau 4 liggen tussen de nul en 800 euro per jaar. Daarbij kijken we dan vooral naar meergezins- en tussenwoningen omdat die in de particuliere huur het meeste voorkomen.

#### 4.2.2 Huurverhoging op basis van energiebesparing

Op dit moment wordt de maximale huurverhoging gereguleerd conform de 'huurcommissiemethode' zoals besproken in paragraaf 4.2.1. In theorie kan de huurverhoging ook gekoppeld worden aan de besparing op de energierekening die een huurder realiseert door het verbeteren van de isolatie in de woning. In deze paragraaf bespreken we hoe de kosten en baten van zowel de particuliere verhuurder als de huurder uitpakken als deze theoretische vorm van huurverhoging wordt toegepast.

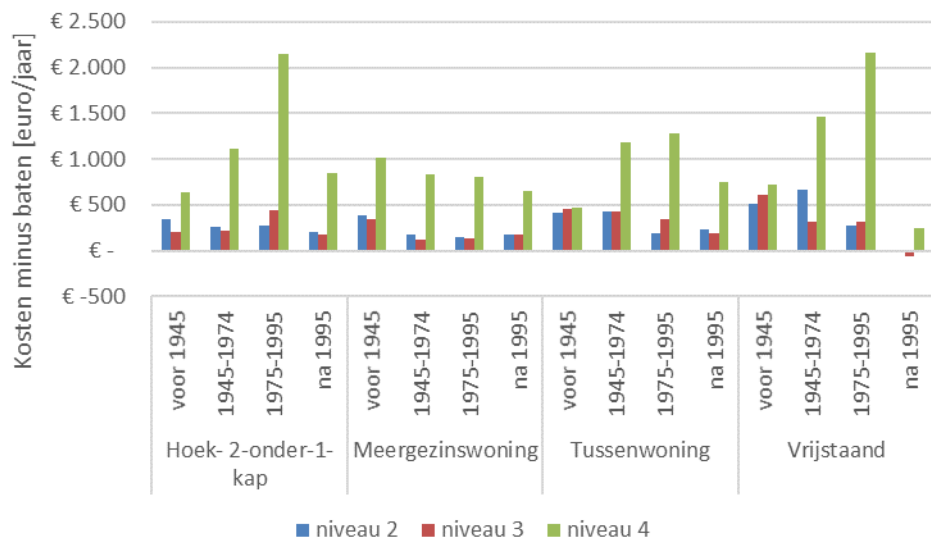
In deze methode gaan we ervan uit dat verhuurders de volledige besparing op de energierekening mogen vertalen in een huurverhoging. In werkelijkheid is een verhuurder gebonden aan de wettelijke eisen die gelden voor huurverhogingen. De in deze paragraaf gepresenteerde methode geeft dus alleen een indicatie van de huurruimte die er is als het uitgangspunt is dat de huurder dezelfde woonlasten houdt.

De kosten voor de verhuurder blijven hetzelfde als in de eerder besproken huurcommissiemethode. Immers de investeringen en financieringslasten veranderen niet. De baten voor een verhuurder bestaan niet uit energiebesparing, want die komen ten goede aan de huurder, maar uit de extra huur die gevraagd kan worden, maar bij deze methode is die extra huur gelijk aan de energiebesparing. In Figuur 4-8 zijn deze jaarlijkse baten voor de verhuurder weergegeven.



Figuur 4-8 Mediaan jaarlijkse baten particuliere verhuurders isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van energiebesparing

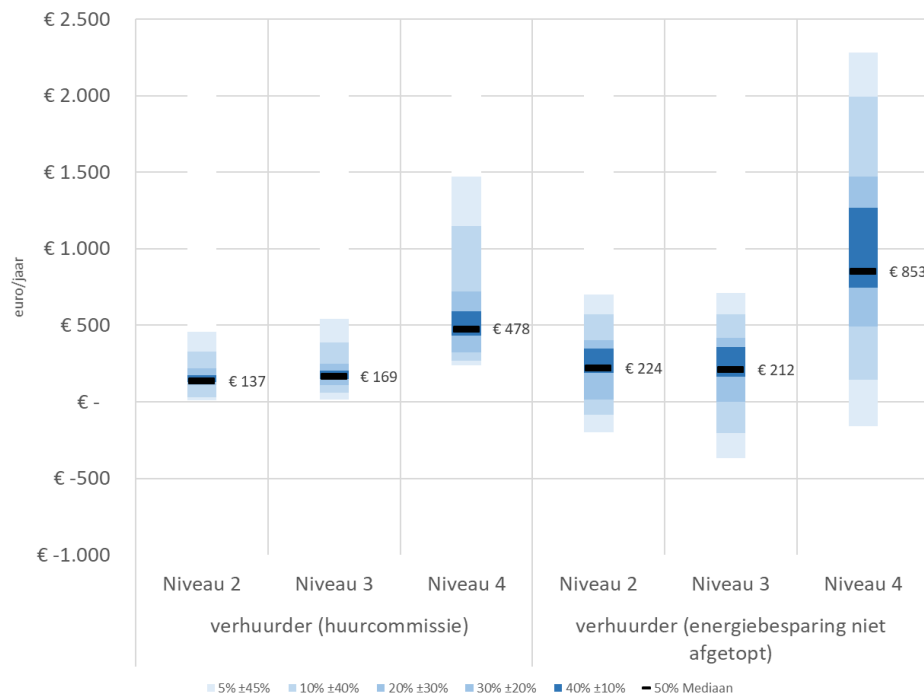
In Figuur 4-9 is het saldo van kosten minus baten weergegeven. In de praktijk is de huurverhoging die volgens de huurcommissie kan worden gevraagd, hoger dan de gerealiseerde energiebesparing. Wanneer die laatste leidend is, zullen de huurinkomsten van verhuurders dus lager zijn. Voor huurders geldt dat de jaarlijkse lasten per definitie nul zijn. Voor de meeste huurders is dat gunstiger dan de huurstijging volgens de huurcommissiemethode.



Figuur 4-9 Mediaan netto jaarlijkse meerkosten minus baten particuliere verhuurders isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van energiebesparing

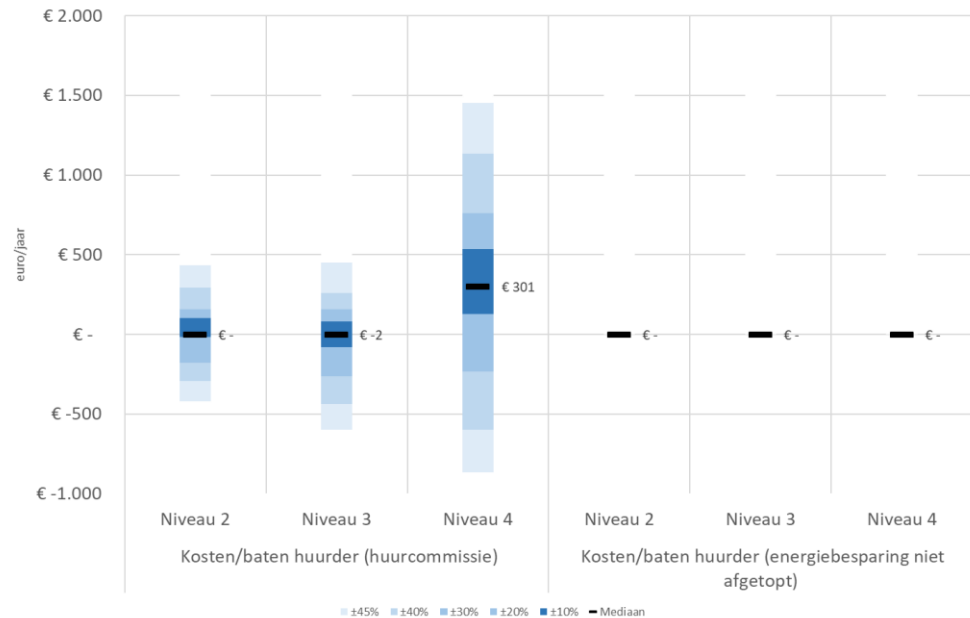
### 4.3 Spreiding kosten en baten particuliere verhuurders en huurders

Ook voor particuliere verhuurders en huurders is de spreiding van de kosten minus baten in kaart gebracht in de Figuren 4-10 en 4-11. De variërende kleurcodes in dit figuur komen overeen met de decielen van de spreiding. Bijvoorbeeld het '± 10%' deciel laat de spreiding van de spreiding zien van 10% van de data welke hoger dan de mediaan ligt en de 10% welke onder de mediaan ligt. Het '± 10%' omvat dus in totaal 20% van de totale populatie. In de grafiek zijn verschillende methoden voor berekening van de huurverhoging naast elkaar gezet.



Figuur 4-10 Spreiding netto jaarlijkse meerkosten minus baten particuliere verhuurders bij verschillende isolatiepakketten en methoden voor huurverhoging

De figuur laat zien dat slechts een klein deel van de verhuurders tegen negatieve netto kosten kan investeren. Voor de helft van de verhuurders liggen de jaarlijkse meerkosten minus baten hoger dan de mediaan. Er is weinig verschil tussen de verschillende methoden van huurverhoging. Bij de huurcommissiemethode zijn de netto meerkosten van particuliere verhuurders het laagst.

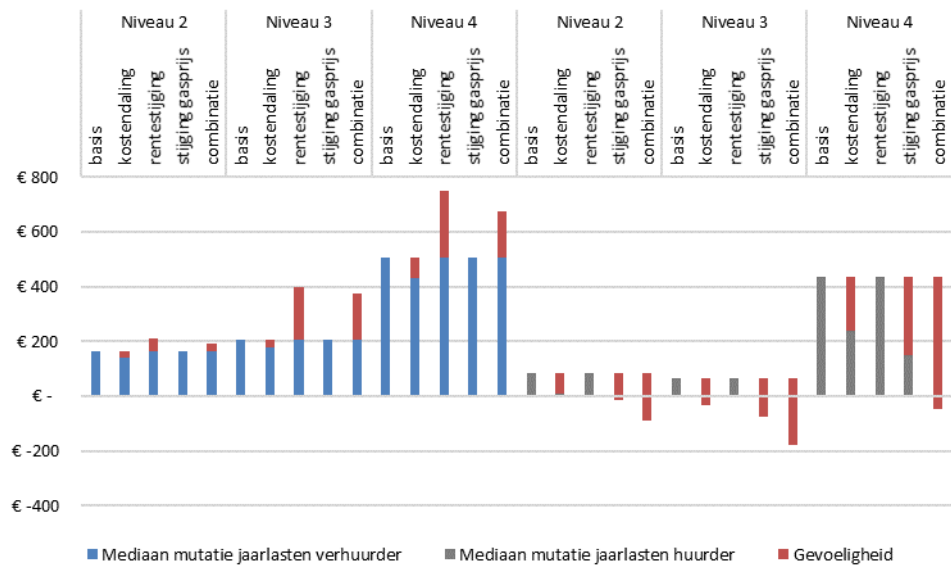


Figuur 4-11 Spreiding netto jaarlijkse meerkosten minus baten particuliere huurders bij verschillende isolatiepakketten en methoden voor huurverhoging

De figuren laten zien dat voor het grootste deel van de huurders de investeringen in isolatie gunstig uitpakken. Zeker als de huurverhoging wordt gekoppeld aan de te realiseren energiebesparing gaat 100% er niet op achteruit. Wanneer er vastgehouden wordt aan wettelijke grenzen voor de huurverhoging, dan gaat zo'n 20% er zelfs op vooruit.

#### 4.4 Gevoeligheidsanalyse gasprijzen, kostendaling, andere huurverhogingsmethode

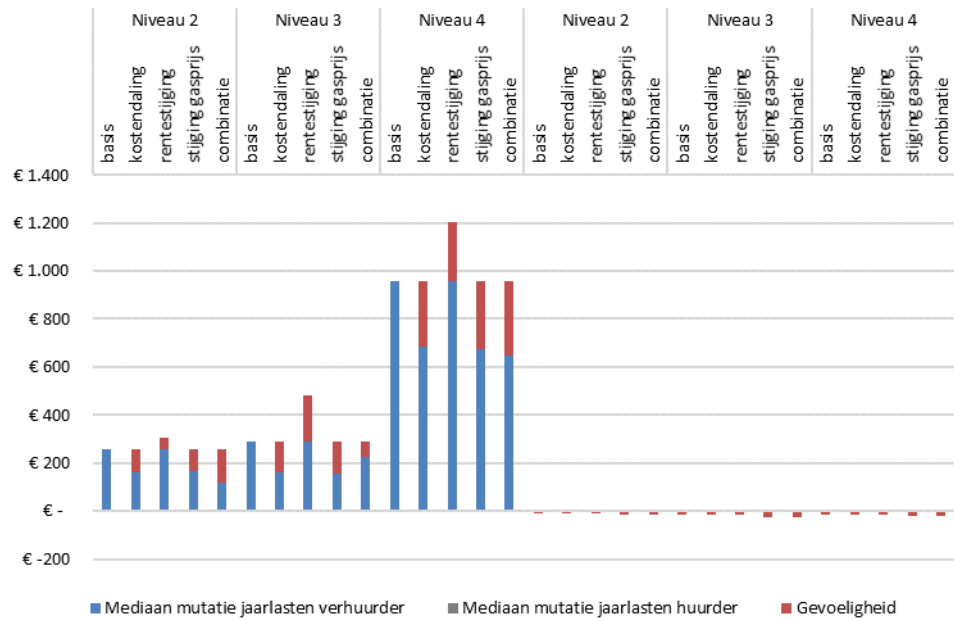
Figuur 4-12 laat een gevoeligheidsanalyse zien voor de invloed van kostendaling van energiebesparende maatregelen, een rentestijging en een stijging in de gasprijs of een combinatie van die factoren. Dit is gedaan door de gemiddelde lastenstijging voor een huurwoning bij de Nieman maatregelpakketten van drie verschillende scenario's door te rekenen: (1) het basis scenario (geen veranderingen t.a.v. de initiële doorrekening), (2) een kostendaling van de investering in isolatie- en ventilatiemaatregelen van respectievelijk 16% en 30%, (3) een stijging van de rente naar 4,8%, (4) een stijging van de aardgasprijs van 0,81 euro/m<sup>3</sup> naar 1,17 euro/m<sup>3</sup> en (5) een combinatie van die gevoeligheden. De rode balk in de figuur geeft de gevoeligheid weer.



Figuur 4-12 Gevoeligheid gemiddelde jaarlijkse lastenontwikkeling particuliere verhuurders en huurders voor kostendaling/rentestijging en stijging van de gasprijs bij huurverhoging op basis van de huurcommissiemethode

Een hogere gasprijs heeft alleen effect op de huurder. Een hogere gasprijs kan voor de mediaan de jaarlijkse netto kosten terugbrengen naar onder de nul euro. Voor verhuurders is vooral de hoogte van de rente voor financiering een onzekere factor voor de jaarlijkse lasten. De stijging van de gasprijs heeft geen effect op de jaarlijkse lasten van verhuurders, omdat de huurverhoging bepaald is met de huurcommissiemethode. De jaarlijkse lasten voor huurders zijn wel gevoelig voor de gasprijs, de hogere gasprijs brengt de mediaan van de jaarlijkse lasten naar nul of negatief.

In Figuur 4-13 is de gevoeligheidsanalyse weergegeven als de huurprijsstijging gelijk is aan de energiebesparing die de huurder realiseert. In dit geval zijn de huurinkomsten van de verhuurder afhankelijk van de gasprijs. Voor de huurder is er geen onzekerheid, omdat de netto woonlasten op nul uitkomen, ongeacht kostendaling, rente of energieprijs.



Figuur 4-13 Gevoeligheid gemiddelde jaarlijkse lastenontwikkeling particuliere verhuurders en huurders voor kostendaling/rentestijging en stijging van de gasprijs bij huurverhoging op basis van de energierekening



## 5 Jaarlijkse kosten en baten sociale huur door woningcorporaties

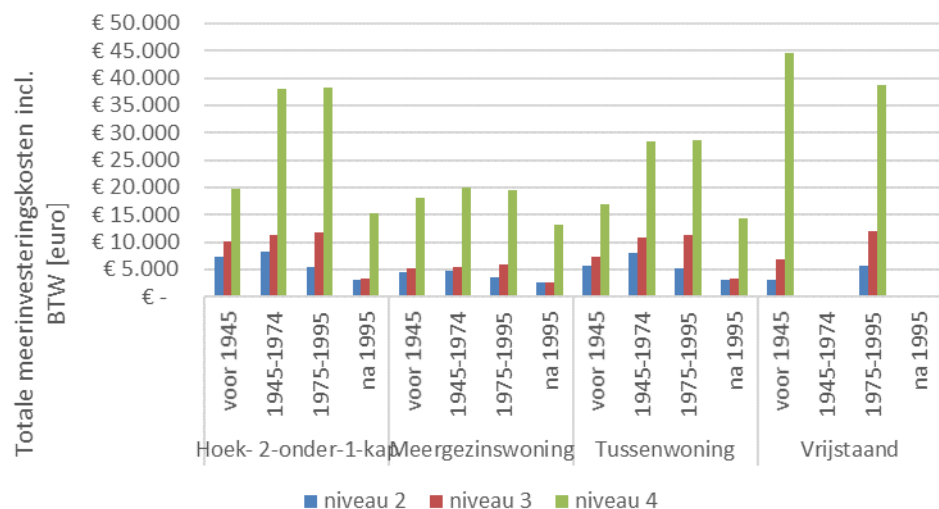
Dit hoofdstuk geeft de resultaten van dit onderzoek voor sociale huurwoningen van woningcorporaties.

### 5.1 Mediaan meerinvesteringen en spreiding daarin voor 16 woningklassen

De mediaan van de meerinvesteringen horende bij de Nieman maatregelpakketten voor woningcorporatie zijn weergegeven in Figuur 5-1 voor 16 verschillende woningtype-bouwjaar combinaties. Deze kosten zijn inclusief BTW. De spreiding in meerinvesteringen van woningcorporaties is te vinden in bijlage B, de opbouw naar verschillende kostenposten in Bijlage C.

Er is gekozen om de mediaan (het 50% percentiel) en de spreiding in de resultaten te laten zien. Er is niet gekozen voor het gemiddelde, omdat enkele 'dure' woningen dit gemiddelde flink hoger kunnen doen uitvallen. Dit wordt maar beperkt gecompenseerd door lage uitschieters.

In Figuur 5-1 ontbreken in de categorie vrijstaand gegevens doordat deze categorieën niet of nauwelijks voorkomen in de sociale huurwoning voorraad.



Figuur 5-1 Mediaan meerinvesteringen woningcorporaties isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket

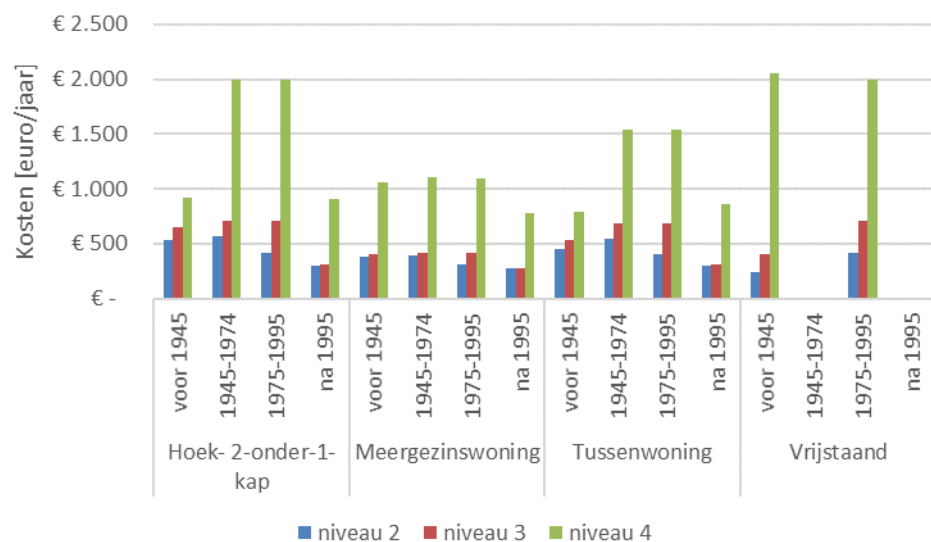
Net als bij koopwoningen is goed zichtbaar dat de hoogte van de meerinvesteringen sterk samenhangen met de grootte van de woning. Met name in vrijstaande woningen en 2-onder-1-kapwoningen, met relatief veel buitengevel, zijn de meerinvesteringen hoger. Omdat voor niveau 4 streefwaarden bijna elk onderdeel van de schil moet worden verbeterd, zijn de meerinvesteringen voor dat niveau hoger. In woningen gebouwd na 1995 hoeven minder aanpassingen uitgevoerd te worden waardoor de meerinvesteringen lager zijn.

## 5.2 Jaarlijkse kosten en baten verhuurder en huurder

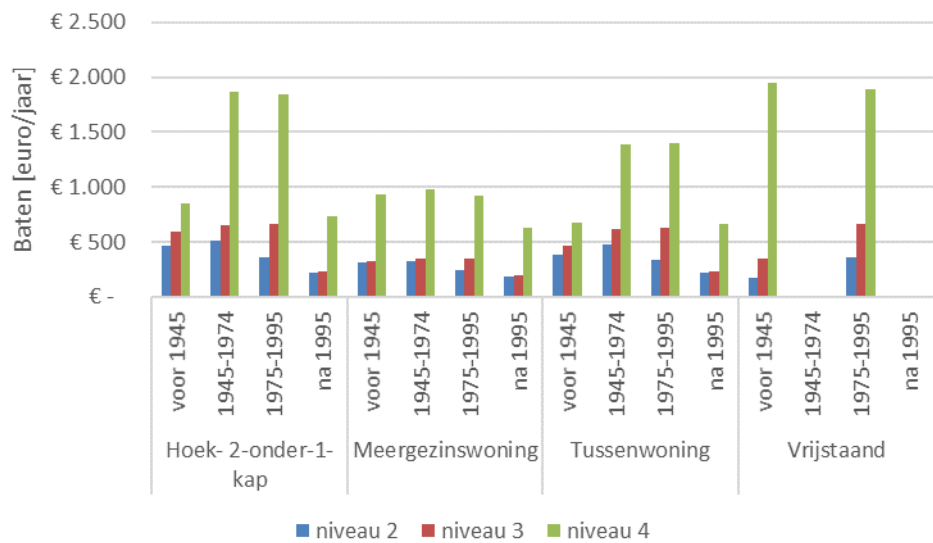
Deze paragraaf toont de jaarlijkse kosten en baten voor de verhuurder en de huurder. Deze zijn bij dit onderzoek op basis van verschillende financieringsvormen vastgesteld en worden daarom in verschillende sub-paragrafen beschreven.

### 5.2.1 Huurcommissiemethode

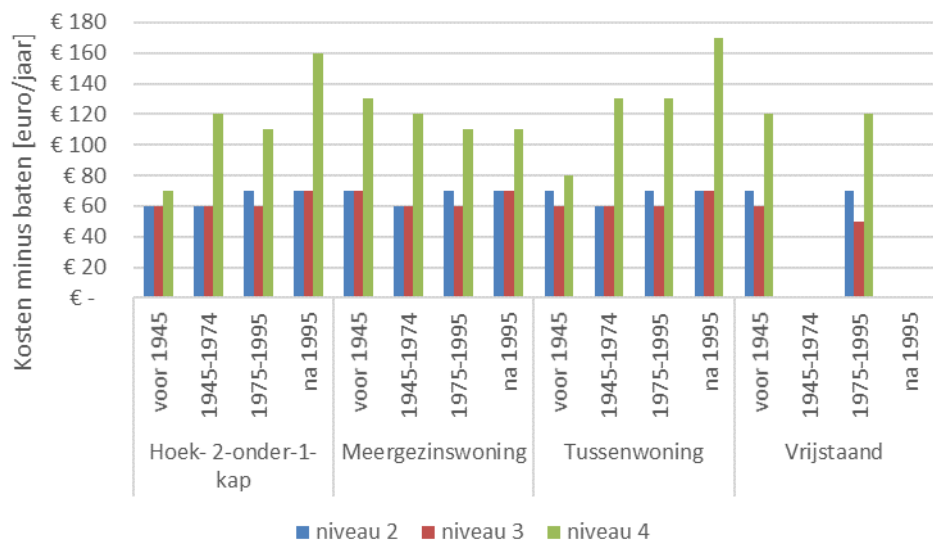
De jaarlijkse kosten en baten voor woningcorporaties zijn in de Figuren 5-2 tot en met 5-4 in een staafdiagram weergegeven, waarbij elke staaf in deze grafiek de mediaan representeert van de jaarlijkse meerkosten *minus* de baten. In deze grafiek worden de mediaan van de kosten en baten naast elkaar gezet voortkomende uit de Nieman maatregelpakketten voor **corporaties**, voor 16 verschillende woningtype-bouwjaar combinaties. Deze kosten en baten komen voort vanuit de 'huurcommissiemethode' voor huurverhoging, waarvan de kosten inclusief BTW zijn.



Figuur 5-2 Mediaan jaarlijkse meerkosten woningcorporaties isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van de 'huurcommissiemethode'



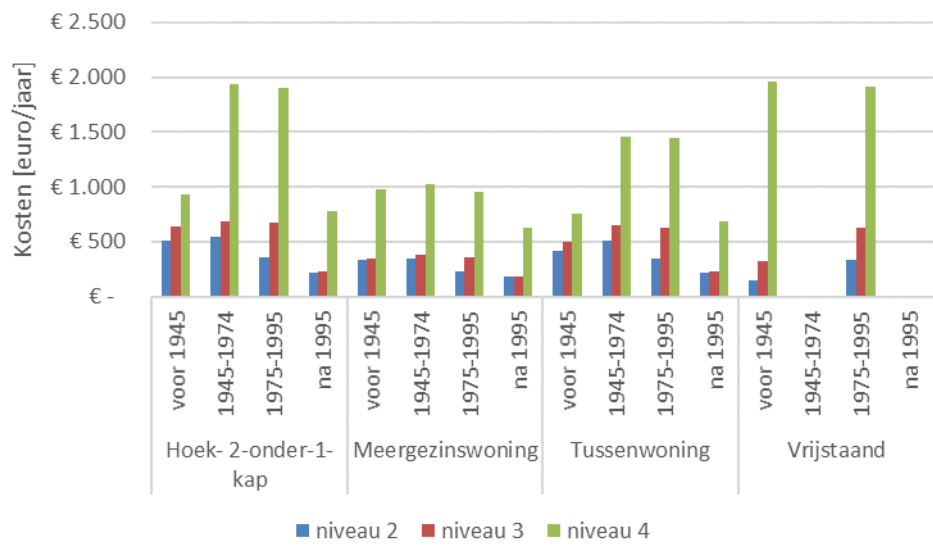
Figuur 5-3 Mediaan jaarlijkse baten woningcorporaties isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van de 'huurcommissiemethode'



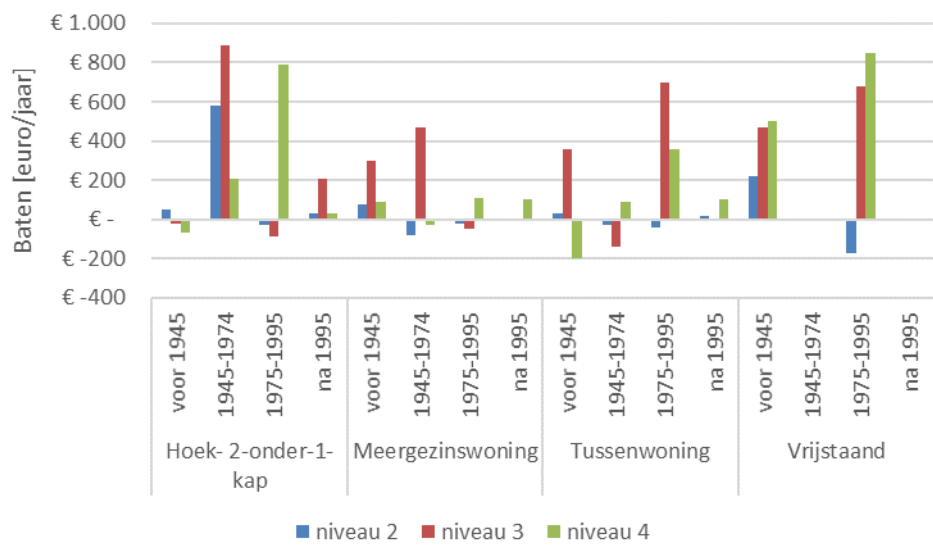
Figuur 5-4 Mediaan jaarlijkse netto meerkosten minus baten woningcorporaties isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van de 'huurcommissiemethode'

Uit de figuren blijkt, net als bij koopwoningen en particuliere huurwoningen, dat de kosten voor niveau 4 renovaties aanzienlijk hoger zijn dan voor de andere niveaus, maar ook de baten zijn groter. De netto meerkosten liggen voor niveau 4 rond de 110 tot 160 euro per woning per jaar. Voor niveau 2 en 3 rond de 60 euro per woning per jaar.

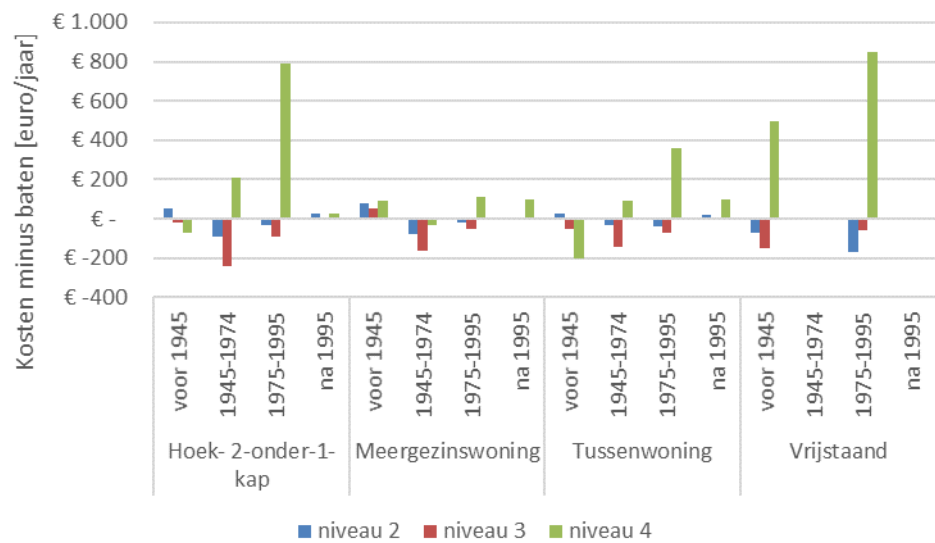
In Figuur 5-5, Figuur 5-6 en Figuur 5-7 is dezelfde informatie weergegeven, maar dan vanuit het perspectief van de huurder.



Figuur 5-5 Mediaan jaarlijkse meerkosten huurders van corporatie huurwoningen isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van de 'huurcommissiemethode'



Figuur 5-6 Mediaan jaarlijkse baten huurders van corporatie huurwoningen isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van de 'huurcommissiemethode'

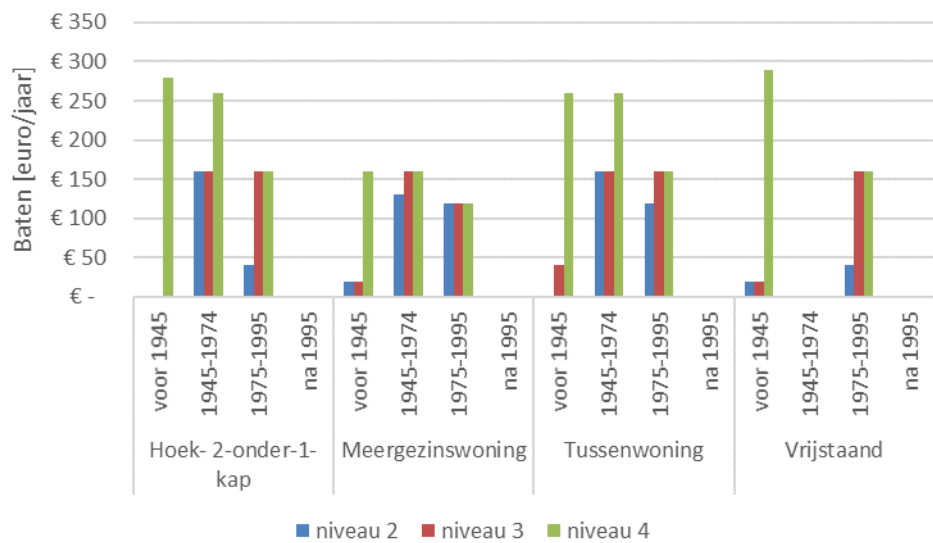


Figuur 5-7 Mediaan jaarlijkse netto meerkosten minus baten huurders van corporatie huurwoningen isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van de 'huurcommissiemethode'

Uit Figuur 5-7 blijkt dat, uitgaande van de huurcommissiemethode, voor de huurder de baten opwegen tegen de kosten voor niveau 2 en 3. Voor niveau 4 zijn de meerkosten voor de huurverhoging in de meeste gevallen hoger dan de baten op de energierekening.

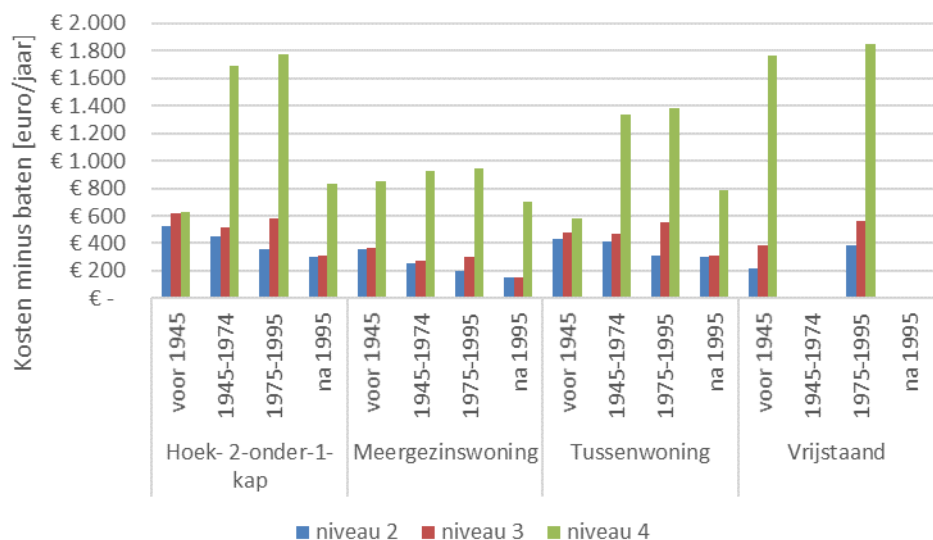
### 5.2.2 Sociale huurakkoord

De kosten voor corporaties zijn gelijk ongeacht de methode die gehanteerd wordt voor het berekenen van de huurverhoging. De baten kunnen wel verschillen. De jaarlijkse baten voor woningcorporaties als de huurverhoging gebaseerd wordt op het sociaal huurakkoord zijn in Figuur 5-8 weergegeven. Deze baten komen voort vanuit de 'sociale huurakkoord'-methode voor huurverhoging, de baten zijn inclusief BTW. Voor sommige bouwjaarklassen/woningtypen combinaties zijn de baten nul. Dit betekent dat op basis van de vergoedingentabel uit het Sociaal huurakkoord de meeste woningen te weinig in labelstappen verbeteren om een huurverhoging volgens het sociaalhuurakkoord te rechtvaardigen. De mediaan laat dan ook geen baten zien.



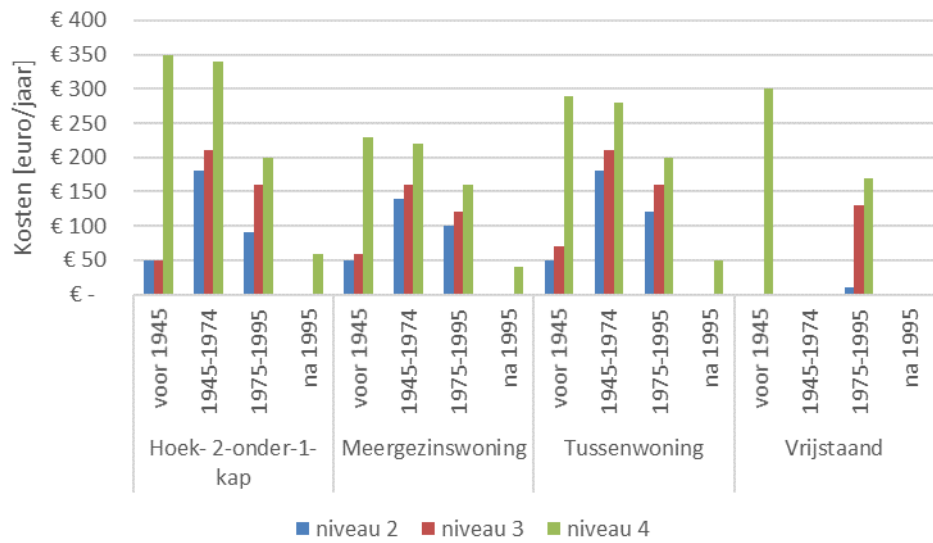
Figuur 5-8 Mediaan jaarlijkse baten woningcorporaties isolatie en ventilatie inclusief BTW kosten per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van het 'sociaal huurakkoord',

De jaarlijkse netto kosten voor corporaties zijn in Figuur 5-9 in een staafdiagram weergegeven, waarbij elke staaf in deze grafiek de mediaan kosten *minus* de baten representeert. In deze grafiek worden de mediaan van de kosten en baten voortkomende uit de Nieman maatregelpakketten voor corporaties, voor 16 verschillende woningtype-bouwjaar combinaties, naast elkaar gezet. De jaarlijkse kosten voor verhuurders zijn veel hoger dan bij de huurcommissiemethode. De netto meerkosten liggen voor niveau 2 en 3 rond de 200 tot 400 euro per woning per jaar.

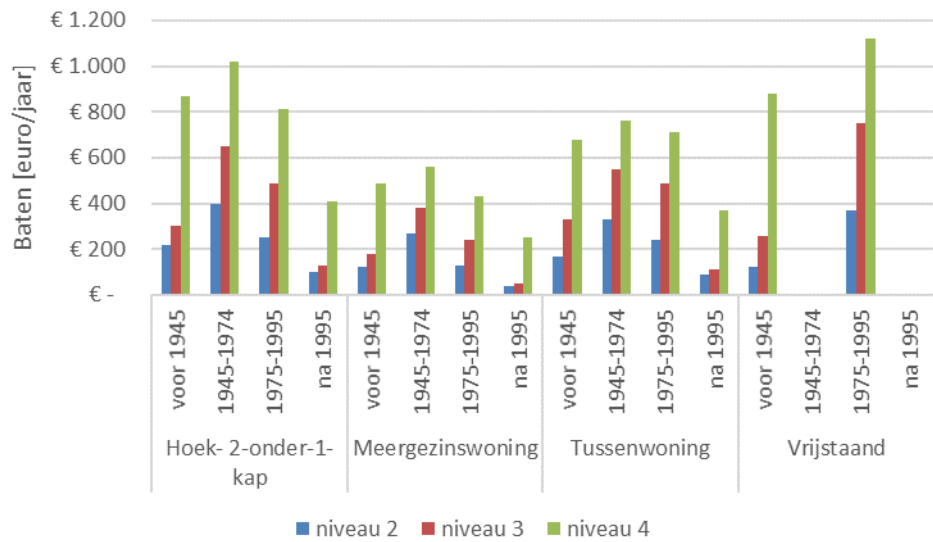


Figuur 5-9 Mediaan jaarlijkse netto kosten minus baten woningcorporaties isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van het 'sociaal huurakkoord'

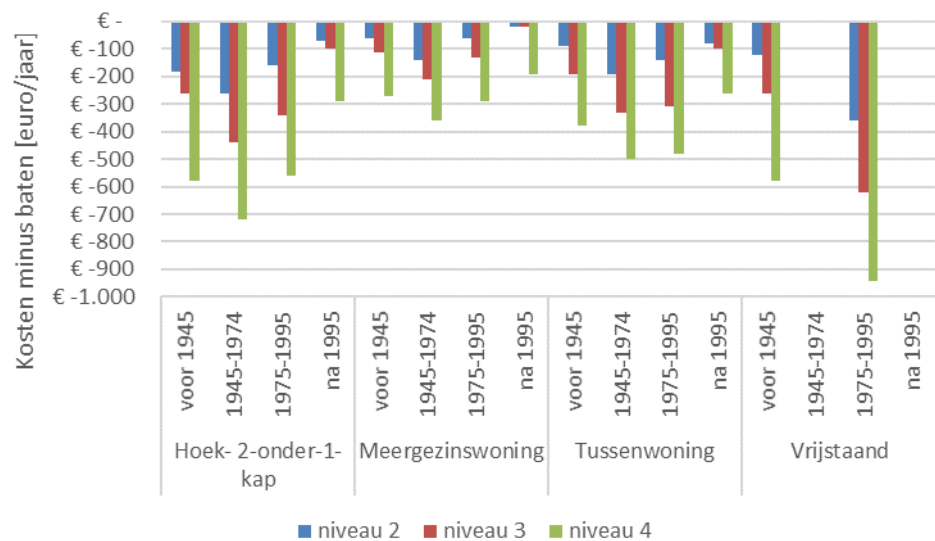
In de Figuren 5-10 tot en met 5-12 staat dezelfde informatie, maar dan voor huurders van corporatie huurwoningen.



Figuur 5-10 Mediaan jaarlijkse meerkosten huurders van corporatie huurwoningen isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van het 'sociaal huurakkoord'



Figuur 5-11 Mediaan jaarlijkse baten huurders van corporatie huurwoningen isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van de 'sociaal huurakkoord'



Figuur 5-12 Mediaan jaarlijkse netto meerkosten minus baten huurder van corporatie huurwoningen isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging op basis van de 'sociaal huurakkoord'

Uit onze analyses blijkt dat de kosten minus de baten voor huurders veel gunstiger zijn als de huurverhoging berekend wordt volgens het sociaal huurakkoord dan volgens de huurcommissiemethode. De baten op de energierekening zijn meestal groter dan de huurverhoging.

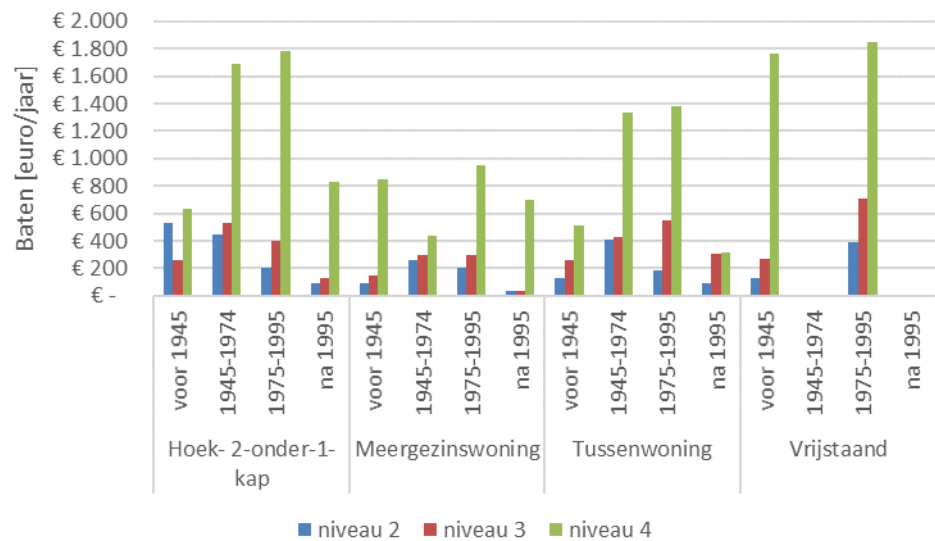
### 5.2.3 *Huurverhoging op basis van energiebesparing*

Op dit moment wordt de maximale huurverhoging gereguleerd conform de 'huurcommissiemethode', maar in theorie kan de huurverhoging ook gekoppeld worden aan de besparing op de energierekening die een huurder realiseert door het verbeteren van de isolatie in de woning. In deze paragraaf bespreken we hoe de kosten en baten van zowel de sociale verhuurder als de huurder uitpakken als deze theoretische vorm van huurverhoging wordt toegepast. Er zijn verschillen met de in de vorige paragraaf besproken berekeningen op basis van het Sociaal huurakkoord. Zie voor een toelichting het kader aan het einde van deze paragraaf.

In deze methode gaan we ervan uit dat verhuurders de volledige besparing op de energierekening mogen vertalen in een huurverhoging. In werkelijkheid is een verhuurder gebonden aan de wettelijke eisen die gelden voor huurverhogingen. De in deze paragraaf gepresenteerde methode geeft dus alleen een indicatie van de huurruimte die er is als het uitgangspunt is dat de huurder dezelfde woonlasten houdt.

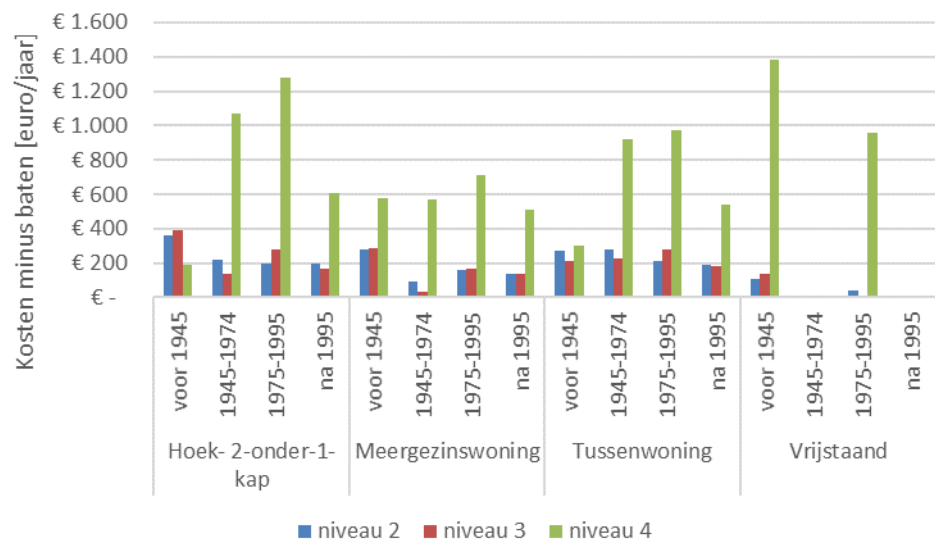
De kosten voor de verhuurder blijven hetzelfde als in de eerder besproken huurcommissiemethode. Immers de investeringen en financieringslasten veranderen niet. De baten voor een verhuurder bestaan niet uit energiebesparing, want die komen ten goede aan de huurder, maar uit de extra huur die gevraagd kan worden, maar bij deze methode is die extra huur gelijk aan de energiebesparing. In Figuur 5-13 zijn deze jaarlijkse baten voor de verhuurder weergegeven.





Figuur 5-13 Mediaan jaarlijkse baten woningcorporaties isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging gelijk aan de energiebesparing

De jaarlijkse netto kosten voor corporaties zijn in Figuur 5-14 in een staafdiagram weergegeven, waarbij elke staaf in deze grafiek de mediaan kosten *minus* de baten representeert. In deze grafiek worden de mediaan van de kosten en baten voortkomende uit de Nieman maatregelpakketten voor corporaties, voor 16 verschillende woningtype-bouwjaar combinaties, naast elkaar gezet.



Figuur 5-14 Mediaan jaarlijkse netto kosten minus baten woningcorporaties isolatie en ventilatie inclusief BTW per isolatiepakket bij huurverhoging gelijk aan de energiebesparing

In de praktijk is de huurverhoging die volgens de huurcommissie kan worden gevraagd, hoger dan de gerealiseerde energiebesparing. Wanneer de energiebesparing leidend is, zullen de huurinkomsten van verhuurders dus lager zijn. Maar de inkomsten zijn hoger dan in het sociale huurakkoord.

Voor huurders geldt dat de jaarlijkse lasten in de methode op basis van de energierekening per definitie nul zijn. Voor de meeste huurders is dat gunstiger dan de huurstijging volgens de huurcommissiemethode, maar minder gunstig dan in het sociaal huurakkoord.

#### **Verskil huurverhoging volgens Sociaal huurakkoord en op basis van energierekening**

Het sociaal huurakkoord bevat tabellen die weergeven hoeveel de huur verhoogd kan worden bij een bepaalde labelstap. Deze bedragen zijn afgeleid van de inschatting van de besparing die huurders naar verwachting krijgen door de energiebesparing.

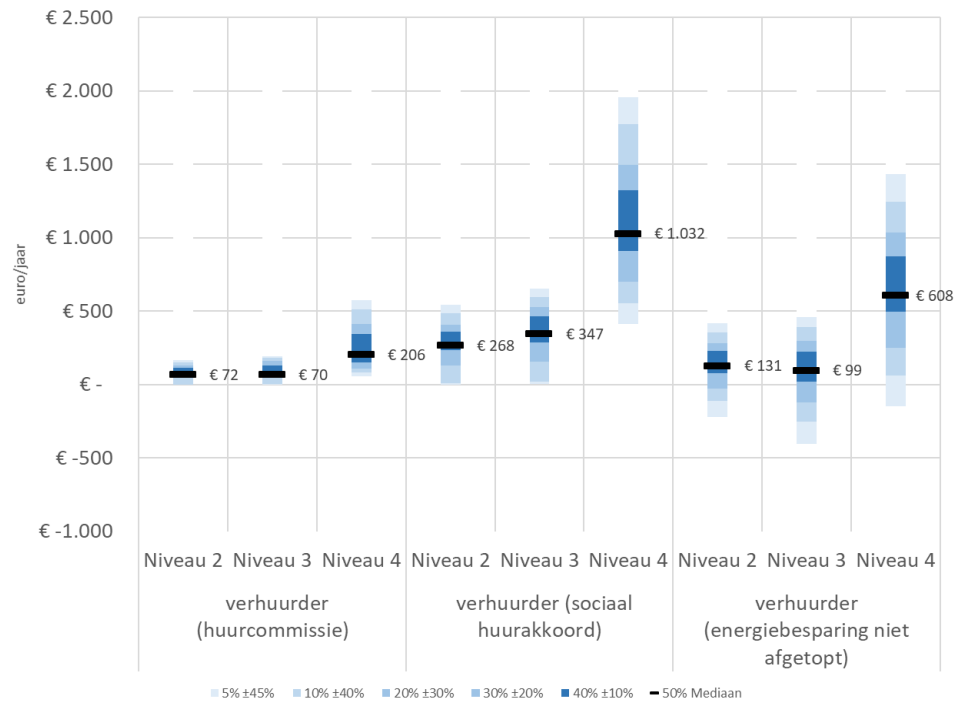
In deze rapportage wordt naast de methode uit het sociaal huurakkoord ook een theoretische methode voor huurverhoging op basis van besparing op de energierekening gepresenteerd. Deze methode leidt tot hogere bedragen voor de huurverhoging. Hoe kan dit, als beide methodes gebaseerd zijn op te verwachte energiebesparing?

De methode uit het Sociaal huurakkoord is gebaseerd op energiegebruiken van woningen met een afgemeld label. Het verschil in energiegebruik tussen labels wordt gebruikt als schatting voor de besparing op de energierekening. In deze rapportage is de besparing gebaseerd op modelberekening met de TNO variatietool. Daarnaast zijn er andere kleinere verschillen. Zo hanteert deze studie andere tarieven voor de gasprijs en is de verdeling in woningtypen in deze studie anders dan in de onderliggende studie bij het Sociaal huurakkoord.

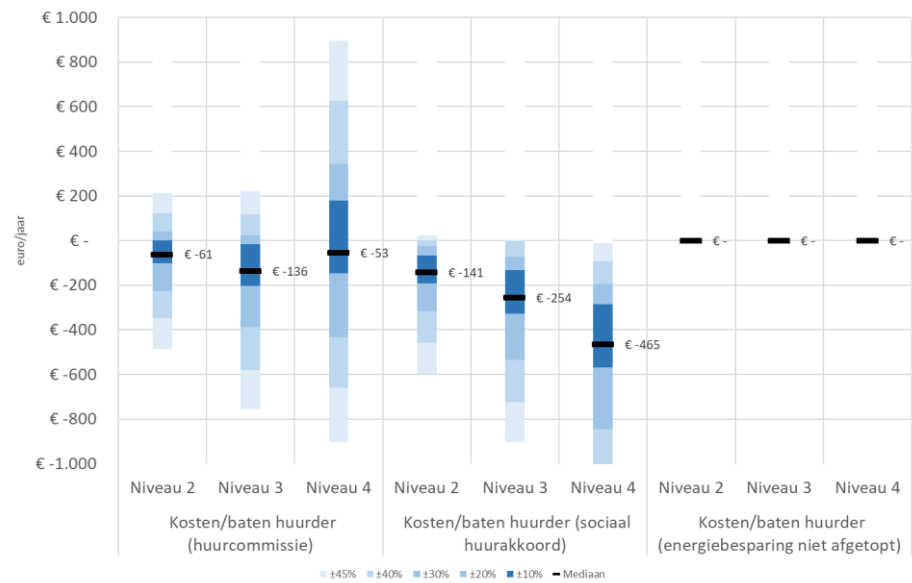
Er kan niet gezegd worden dat de ene methode beter is dan de andere methode. Het is goed om te beseffen dat beide methodes prognoses - dus geen metingen - zijn van toekomstige energiebesparing in een woning. Ook in de methode op basis van afgemelde energielabels moeten de besparingen afgeleid worden van andere gegevens en ook daar zijn berekeningen voor nodig. Andersom wordt in de modelberekeningen gebruik gemaakt van veel gemeten data, zowel voor het huidige gasverbruik als ook de technische staat van de woning. Beide methodes hebben hun impliciete aannames.

### **5.3 Spreiding kosten en baten sociale verhuurders en huurders**

Voor woningcorporaties is de spreiding van de jaarlijkse meerkosten minus baten in kaart gebracht (Figuur 5-15). De variërende kleurcodes in dit figuur komen overeen met de decielen van de spreiding. Bijvoorbeeld het '± 10%' deciel laat de spreiding van de spreiding zien van 10% van de data welke hoger dan de mediaan ligt en de 10% welke onder de mediaan ligt. Het '± 10%' omvat dus in totaal 20% van de totale populatie. Figuur 5-16 geeft dezelfde informatie, maar dan vanuit het perspectief van huurders van corporatie huurwoningen.



Figuur 5-15 Spreiding netto jaarlijkse meerkosten minus baten woningcorporaties bij verschillende isolatiepakketten en methoden van huurverhoging



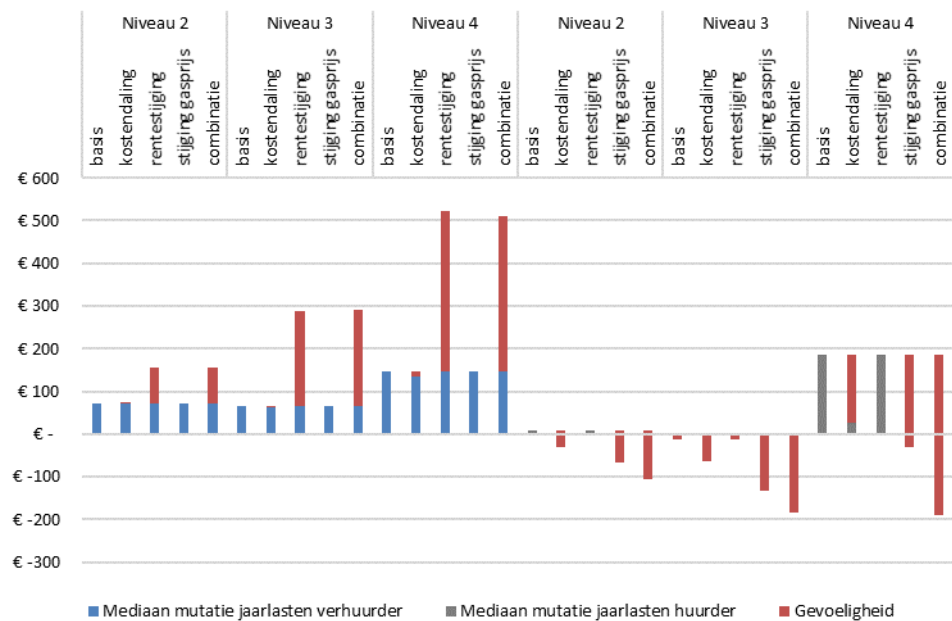
Figuur 5-16 Spreiding jaarlijkse netto meerkosten minus baten huurders van corporatie huurwoningen bij verschillende isolatiepakketten en methoden van huurverhoging

Uit de analyses blijkt dat er een grote spreiding is voor de kosten minus de baten voor woningcorporaties en hun huurders. Bij de huurcommissiemethode gaan de meeste huurders er op vooruit na isolatie. Als het sociaal huurakkoord wordt gehanteerd gaan alle huurders er op vooruit.

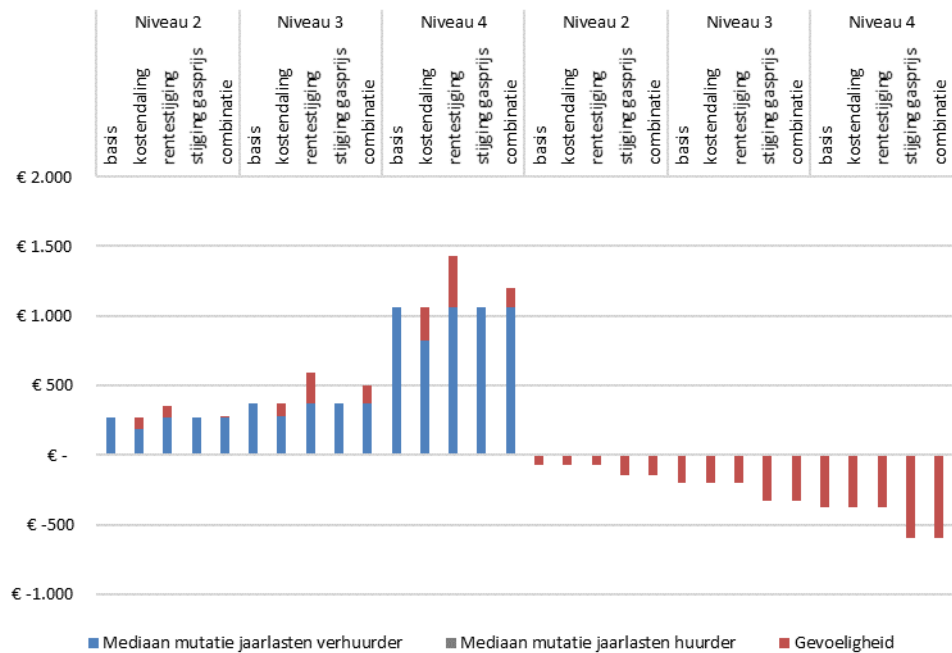
De sociale verhuurder legt er in beide methoden in bijna alle gevallen geld op toe. Alleen als de huur gebaseerd wordt op de energiebesparing gaat de verhuurder er in sommige gevallen op vooruit. De huurder speelt, inherent aan de methode, quitte in dat geval.

#### 5.4 Gevoeligheidsanalyse gasprijzen, kostendaling, en rentestijging

Figuur 5-17 laat een gevoeligheidsanalyse zien voor de invloed van kostendaling van energiebesparende maatregelen en een stijging in de gasprijs. Dit is gedaan door de gemiddelde lastenstijging voor een sociale huurwoning bij de Nieman maatregelpakketten van vijf verschillende scenario's door te rekenen: (1) het basis scenario (geen veranderingen t.a.v. de initiële doorrekening), (2) een kostendaling van de investering in isolatie- en ventilatiemaatregelen van respectievelijk 16% en 30%, (3) een rentestijging naar 4%, (4) een stijging van de Nederlandse aardgasprijs 0,81 euro/m<sup>3</sup> naar 1,17 euro/m<sup>3</sup> en (5) een combinatie van die gevoeligheden. Figuur 5-17 is bij een huurprijsberekening volgens de huurcommissiemethode, figuur 5-18 geeft dezelfde informatie bij een huurprijsberekening volgens het sociaalhuurakkoord. De gevoeligheid is weergegeven in rood.



Figuur 5-17 Gevoeligheid gemiddelde jaarlijkse lastenontwikkeling woningcorporaties en huurders van corporatie huurwoningen voor kostendaling plus rentestijging en stijging van de gasprijs bij huurprijsberekening volgens huurcommissiemethode

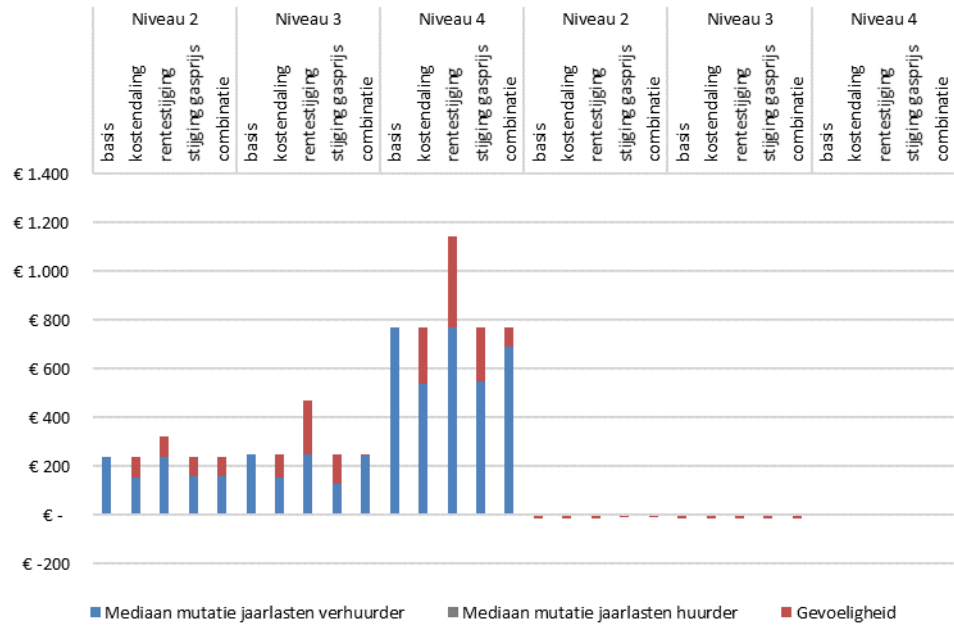


Figuur 5-18 Gevoeligheid gemiddelde jaarlijkse lastenontwikkeling woningcorporaties en huurders van corporaties huurwoningen voor kostendaling plus rentestijging en stijging van de gasprijs bij huurprijsberekening volgens sociaal huurakkoord

In de gevoeligheidsanalyse heeft de kostendaling weinig effect voor de verhuurder wanneer de huurverhoging wordt berekend met huurcommissiemethode. De financieringslasten zijn lager, maar de huurverhoging is ook lager. Bij een huurprijsberekening volgens het sociaal huurakkoord levert de kostendaling wel lagere jaarlasten voor de verhuurder op, omdat de huurverhoging gebaseerd blijft op de tabel uit het sociaal huurakkoord.

Een rentestijging heeft wel veel effect voor de verhuurder omdat de financieringslasten stijgen en we aannemen dat de huurprijsstijging niet toeneemt maar op dezelfde wijze wordt berekend als in het basisscenario (zowel bij de huurcommissiemethode als het sociaalhuurakkoord). In de gevoeligheidsanalyse is er geen verschil in het effect van rentestijging, maar figuur 5-17 (huurcommissiemethode) en 5-18 (sociaal huurakkoord) hebben een andere schaal op de y-as. De stijging van de gasprijs heeft geen effect op de jaarlijkse lasten van verhuurders omdat de huurverhoging bepaald is met de huurcommissiemethode of de tabel uit het sociaalhuurakkoord. Wel is het zo dat de tabel die bepaalt hoeveel de huur mag stijgen in het sociaal huurakkoord, aangepast kan worden als de gasprijs verandert. Ook zou in de huurcommissiemethode het rentepercentage waarmee mag worden gerekend aangepast kunnen worden als de rente stijgt. Dit effect is niet meegenomen in de grafiek. De jaarlijkse lasten voor huurders zijn wel gevoelig voor de gasprijs, de hogere gasprijs maakt de mediaan van de jaarlijkse lasten negatief.

In 5-19 is de gevoeligheidsanalyse weergegeven als de huurprijsstijging gelijk is aan de energiebesparing die de huurder realiseert. In dit geval zijn de huurinkomsten van de verhuurder afhankelijk van de gasprijs. Voor de huurder is er geen onzekerheid, omdat de netto woonlasten op nul uitkomen, ongeacht kostendaling, rente of energieprijs.



Figuur 5-19 Gevoeligheid gemiddelde jaarlijkse lastenontwikkeling woningcorporaties en huurders van corporaties huurwoningen voor kostendaling plus rentestijging en stijging van de gasprijs bij huurprijsberekening op basis van energierekening

## 6 Varianten niveau 3 voor enkele woningen

In dit rapport zijn de kosten en baten van drie isolatieniveaus beschreven. Daarbij wordt uitgegaan van één maatregelpakket per isolatieniveau afhankelijk van de bouwjaarklasse. Dit maatregelpakket hoeft voor een specifieke woning niet de meest optimale keuze te zijn. Zo kan het zijn dat in het pakket het dak wordt na-geïsoleerd naar Rc 3,5. Maar als de Rc-waarde van het dak nu 2,5 is, is de energiewinst beperkt en kan het een keuze zijn andere gebouwdelen beter te isoleren. Om te kijken wat het effect in meerinvesteringen is voor een op de woning toegespitst maatregelpakket, zijn voor een aantal representatieve woningen varianten berekend voor isolatieniveau 3.

Als eerste stap heeft TNO uit de energiemodule van het WoON2018 onderzoek de meest representatieve tussen- en meergezinswoningen geselecteerd in verschillende bouwjaarklassen:

Tussenwoning 1 is een koopwoning gebouwd tussen 1965 en 1995,

Tussenwoning 2 is een koopwoning gebouwd vóór 1945,

Tussenwoning 3 is een sociale huurwoning uit de periode 1965-1995,

Tussenwoning 4 is een sociale huurwoning uit de periode na 1995,.

Meergezinswoning 1 is een koopwoning uit de periode 1965-1995,

Meergezinswoning 2 is een particulier huurwoning gebouwd voor 1945,

Meergezinswoning 3 is een particuliere koopwoning gebouwd na 1995.

Ingenieursbureau Nieman heeft voor deze woningen verschillende maatregelpakketten ('varianten') samengesteld die tot ongeveer dezelfde netto warmtevraag zullen leiden. De varianten illustreren dat de standaard uitgedrukt in een netto warmtevraag in kWh/m<sup>2</sup> leidend is en de woningeigenaar de vrijheid heeft zelf een maatregelpakket te kiezen dat een reductie van de warmtevraag realiseert.

TNO heeft vervolgens aan de hand van de kostenkengetallen van Arcadis de meerinvesteringen van deze varianten berekend, op basis van vervanging op een natuurlijk moment. Deze kosten zijn geïndexeerd naar het prijspeil van 2020 en zijn inclusief indirecte kosten én inclusief BTW. Voor de twee tussenwoningen die een koopwoning zijn (Tussenwoning 1 en 2) is uitgegaan van kostenkengetallen voor het verbeteren van een enkele woning. Voor de tussenwoning 3 en 4 (sociale huurwoningen) en de meergezinswoningen is aangenomen dat er sprake zal zijn van een projectmatige aanpak en daaraan gerelateerde kosten.

Er is ook een inschatting gemaakt van de investeringen op een zelfstandig moment. Daarvoor hebben we het procentuele kostenverschil tussen de kosten op een natuurlijk en een zelfstandig moment per maatregel volgens Arcadis gebruikt. Alleen voor tussenwoning 1 hebben we de kostenverschillen tussen natuurlijk en zelfstandig moment voor de verschillende varianten als rekenvoorbeeld per maatregel weergegeven.

De resultaten per woningtype en bouwjaarklasse zijn weergegeven in tabellen. Eerst beschrijven we de uitgangssituatie van de woning, daarna de kosten en netto warmtevraag na verbetering.

## Tussenwoning 1 (1965-1995)

Tabel 6-1 Uitgangssituatie tussenwoning 1

Uitgangssituatie		
Bouwkundig		
	Huidige thermische kwaliteit (in WOON 2018 database)	Toelichting
Begane grondvloer	$R_c = 0,52 \text{ m}^2\text{K/W}$	(isolatie vloer conform bouwjaar 1975-1983)
Begane grondvloer 2 (uitbouw)	$R_c = 2,82 \text{ m}^2\text{K/W}$	(120 mm isolatie onder vloer )
Gevel	$R_c = 2,04 \text{ m}^2\text{K/W}$	(waarschijnlijk gedeeltelijk geïsoleerde gevel)
Paneel (geveldeel 1,76 m <sup>2</sup> )	$R_c = 0,73 \text{ m}^2\text{K/W}$	(geïsoleerd paneel met spouw)
Hellend dakconstructie	$R_c = 0,66 \text{ m}^2\text{K/W}$	(20 mm isolatie hellend dak)
Plat dakconstructie (uitbouw)	$R_c = 2,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	(isolatie plat dak conform bouwjaar 1992-2014)
Ramen	$U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$	(dubbel glas, 23% van de woning)
	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$	(HR <sup>++</sup> -glas, 77% van de woning)
Deuren	$U_d = 3,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	(ongeïsoleerde deur)
Infiltratie	bouwjaar 1978	
Installatietechnisch		
Ventilatiesysteem	systeem A	Natuurlijke ventilatie
Algemene kenmerken		
Bouwjaar	1978	
Gebruiksoppervlakte	129 m <sup>2</sup>	
Compactheid (verhouding $A_{Is}/A_g$ )	1,25	
Oriëntatie	Noordwest / zuidoost	
Warmtevraag	108 kWh/m <sup>2</sup>	



Tabel 6-2 Kostenvarianten tussenwoning 1

	Niveau 3		Variant 1		Variant 2		Variant 3		Variant 4	
Warmtevraag	60 kWh/m <sup>2</sup>		60 kWh/m <sup>2</sup>		59 kWh/m <sup>2</sup>		44 kWh/m <sup>2</sup>		66 kWh/m <sup>2</sup>	
Vloer	Isolatie vloer 140 mm (ook de uitbouw 20 mm)	€ 2.805	Isolatie vloer 140 mm	€ 2.273					Isolatie vloer 140 mm ook uitbouw	€ 3.095
Gevel									Nieuw paneel in kozijn Rc 2,5	€ 459
Dak	Dakisolatie (hellend dak 130 mm en plat dak uitbouw 40 mm)	€ 3.527	Isolatie hellend dak 130 mm	€ 2.379	Dakrenovatie (Rc8)	€ 1.923				
Glas	HR++ glas i.p.v. dubbel glas	€ 203	HR++ glas	€ 203	HR++ glas	€ 203			Triple glas in nieuw kozijn	€ 7.609
Deur									Geïsoleerde voordeur	€ 1.068
Infiltratie	Kierdichting	€ 1.565	Kierdichting	€ 1.565	Kierdichting	€ 1.565	Kierdichting	€ 1.565	Kierdichting (light)	€ 223
Ventilatie	Ventilatiesysteem (C4a)	€ 4.146	Ventilatiesysteem C2	€ 4.064	Ventilatiesysteem C4a	€ 4.146	Ventilatiesysteem D2	€ 5.821	Ventilatiesysteem C4a	€ 4.146
<b>Meerkosten op natuurlijk moment</b>		<b>€ 12.247</b>	<b>€ 10.484</b>		<b>€ 7.838</b>		<b>€ 7.386</b>		<b>€ 16.600</b>	
<i>Totale kosten op zelfstandig moment</i>		<i>€ 17.113</i>	<i>€ 12.462</i>		<i>€ 14.125</i>		<i>€ 8.289</i>		<i>€ 20.683</i>	

In tussenwoning 1 (een koopwoning uit 1965-1995) zijn de volgende varianten gekozen:

**Variant 1: Volledige schil verbeteren.** Als maatregelen in deze variant is er voor gekozen om de vloer te isoleren tot nieuwbouwniveau en het dak te isoleren vanuit de binnenzijde. Al het glas wordt vervangen door HR++-glas met een kwaliteitsverklaring in bestaande kozijnen met een bekende kwaliteit en er wordt verbeterde kierdichting toegepast. Met het vervangen van het glas ligt het voor de hand om ook luchtdrukgestuurde ventilatieroosters toe te passen in combinatie met standaard mechanische afvoer. Daarmee wordt het een ventilatiesysteem C2. Decentrale mechanische afvoer is met dit systeem mogelijk.

**Variant 2 Volledig dak vervangen en nieuw glas.** Met deze variant wordt, wanneer het dak op een natuurlijk moment wordt vervangen door een nieuw dak, het dak geïsoleerd tot het niveau van de (concept) streefwaarde. Er wordt HR++-glas met een kwaliteitsverklaring in bestaande kozijnen met een bekende kwaliteit toegepast in alle kozijnen, kierdichting en nieuwe ventilatieroosters. Het ventilatiesysteem krijgt CO<sub>2</sub>-sturing in de woonkamer. De vloer wordt niet geïsoleerd. Deze variant zou een goede optie zijn als je een vloer op zand hebt en de begane grondvloer dus niet geïsoleerd kan worden.

**Variant 3: Gebalanceerde ventilatie.** In deze variant is het doel om gebalanceerde ventilatie met WTW toe te passen en daarnaast zo weinig mogelijk maatregelen te nemen. Om een goede werking van het ventilatiesysteem te garanderen is ook de luchtdichtheid van de woning verbeterd. Het ventilatiesysteem D2 is een systeem zonder sturing. Er is uitgegaan van 3 m geïsoleerd kanaal tussen buiten en WTW, en een WTW rendement van 95%.

**Variant 4 Nieuwe kozijnen met triple glas, dak niet isoleren** Met deze variant worden vooral de kozijnen sterk verbeterd. Het toepassen van nieuwe kozijnen met triple glas, een nieuwe voordeur en een geïsoleerd paneel. Hierbij wordt wel de vloer geïsoleerd, om de luchtdichtheid van de woning te verbeteren. Het dak wordt in deze variant niet aangepast. Met het vervangen van de kozijnen en het glas ligt het voor de hand om ook (luchtdrukgestuurde) ventilatieroosters toe te passen. Er is hier gekozen voor een systeem met CO<sub>2</sub>-sturing, omdat de warmtevraag verder naar beneden gebracht moest worden. Deze variant voldoet niet direct aan de warmtevraag die volgens niveau 3 behaald moet worden. Er zijn dus (eventueel later) nog wat extra maatregelen benodigd, zoals het van binnenuit isoleren van het dak.

Tabel 6-3 Uitsplitsing kosten op natuurlijk en zelfstandig moment tussenwoning 1 maatregelpakket niveau 3

Maatregelen	Aantal	eenheid	Natuurlijk moment		Zelfstandig moment			% verschil t.o.v. natuurlijk moment	Extra kosten bij zelfstandig moment t.o.v. natuurlijk moment*
			kosten/eenheid	kosten/woning	kosten/eenheid	kosten/woning			
Begane grondvloer	45,54	m <sup>2</sup>	€ 50	€ 2.273	€ 57	€ 2.574	13%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen	
Begane grondvloer 2 (uitbouw)	16,46	m <sup>2</sup>	€ 32	€ 532	€ 37	€ 601	13%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen	
Hellend dakconstructie	27,30	m <sup>2</sup>	€ 87	€ 2,379	€ 103	€ 2.811	18%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen, evenals 'toeslag transport materialen binnen woning'	
Plat dakconstructie (uitbouw)	16,46	m <sup>2</sup>	€ 70	€ 1.149	€ 241	€ 3.961	245%	Onder andere kosten voor verwijdering van de oude dakbedekking en ballastlaag en aanbrengen van nieuwe dakbedekking	
Ramen (23% dubbel glas)	4,34	m <sup>2</sup>	€ 47	€ 203	€ 158	€ 685	237%	Kosten van het glas zelf (de kosten van het bestaande glas worden niet van het totaal afgetrokken), voorbereiding/inmeten/maatvoering, steigerwerk, verwijderen en afvoeren bestaand glas, glaslatten hardhout, schilderwerk, opruimen	
Infiltratie	1	woning	€ 1.565	€ 1.565	€ 2.002	€ 2.002	28%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen	
Ventilatiesysteem	1	woning	€ 4.146	€ 4.146	€ 4.477	€ 4.477	8%		
<b>Totaal</b>				<b>€ 12.247</b>		<b>€ 17.113</b>			
								*altijd: percentage indirecte kosten (8%)	

Tabel 6-4 Uitsplitsing kosten op natuurlijk en zelfstandig moment tussenwoning 1 maatregelpakket Variant 1

Maatregelen	Aantal	eenheid	Natuurlijk moment		Zelfstandig moment			% verschil t.o.v. natuurlijk moment	Extra kosten bij zelfstandig moment t.o.v. natuurlijk moment*
			kosten/ eenheid	kosten/ woning	kosten/ eenheid	kosten/ woning			
Begane grondvloer	45,54	m <sup>2</sup>	€ 50	€ 2.273	€ 57	€ 2.574	13%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen	
Hellend dakconstructie	27,30	m <sup>2</sup>	€ 87	€ 2.379	€ 103	€ 2.811	18%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen, evenals 'toeslag transport materialen binnen woning'	
Ramen 23%	4,34	m <sup>2</sup>	€ 47	€ 203	€ 158	€ 685	237%	Kosten van het glas zelf (de kosten van het bestaande glas worden niet van het totaal afgetrokken), voorbereiding/inmeten/maatvoering, steigerwerk, verwijderen en afvoeren bestaand glas, glaslatten hardhout, schilderwerk, opruimen	
Infiltratie	1	woning	€ 1.565	€ 1.565	€ 2.002	€ 2.002	28%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen	
Ventilatiesysteem	1	woning	€ 4.064	€ 4.064	€ 4.389	€ 4.389	8%		
<b>Totaal</b>				<b>€ 10.484</b>		<b>€ 12.462</b>			
*altijd: percentage indirecte kosten (8%)									

Tabel 6-5 Uitsplitsing kosten op natuurlijk en zelfstandig moment tussenwoning 1 maatregelpakket Variant 2

Maatregelen	Aantal	eenheid	Natuurlijk moment		Zelfstandig moment			% verschil t.o.v. natuurlijk moment	Extra kosten bij zelfstandig moment t.o.v. natuurlijk moment*
			kosten/ eenheid	kosten/ woning	kosten/ eenheid	kosten/ woning			
Hellend dakconstructie	27,30	m <sup>2</sup>	€ 70	€ 1.923	€ 255	€ 6.960	262%	Deze maatregel betreft een volledige dakvervanging. Niemand had deze optie dan ook alleen gekozen, omdat in eerste instantie alleen een natuurlijk moment werd meegenomen in de studie, waarbij het dak toch al vervangen zou worden. De meerkosten bij natuurlijk moment betreffen alleen het isolatiemateriaal en het verwijderen en afvoeren van tengels.	
Ramen 23%	4,34	m <sup>2</sup>	€ 47	€ 203	€ 158	€ 685	237%	Kosten van het glas zelf (de kosten van het bestaande glas worden niet van het totaal afgetrokken), voorbereiding/inmeten/maatvoering, steigerwerk, verwijderen en afvoeren bestaand glas, glaslatten hardhout, schilderwerk, opruimen	
Infiltratie	1	woning	€ 1.565	€ 1.565	€ 2.002	€ 2.002	28%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen	
Ventilatiesysteem	1	woning	€ 4.146	€ 4.146	€ 4.477	€ 4.477	8%		
<b>Totaal</b>				<b>€ 7.838</b>		<b>€ 14.125</b>			
*altijd: percentage indirecte kosten (8%)									

Tabel 6-6 Uitsplitsing kosten op natuurlijk en zelfstandig moment tussenwoning 1 maatregelpakket variant 3

Maatregelen	Aantal	eenheid	Natuurlijk moment		Zelfstandig moment		% verschil t.o.v. natuurlijk moment	Extra kosten bij zelfstandig moment t.o.v. natuurlijk moment*
			kosten/eenheid	kosten/woning	kosten/eenheid	kosten/woning		
Infiltratie	1	woning	€ 1.565	€ 1.565	€ 2.002	€ 2.002	28%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen
Ventilatiesysteem	1	woning	€ 5.821	€ 5.821	€ 6.287	€ 6.287	8%	
<b>Totaal</b>				<b>€ 7.386</b>		<b>€ 8.289</b>		
								*altijd: percentage indirecte kosten (8%)

Tabel 6-7 Uitsplitsing kosten op natuurlijk en zelfstandig moment tussenwoning 1 maatregelpakket variant 4

Maatregelen	Aantal	eenheid	Natuurlijk moment		Zelfstandig moment		% verschil t.o.v. natuurlijk moment	Extra kosten bij zelfstandig moment t.o.v. natuurlijk moment*
			Kosten /eenheid	kosten/woning	kosten/eenheid	kosten/woning		
Begane grondvloer	62,00	m <sup>2</sup>	€ 50	€ 3.095	€ 57	€ 3.504	13%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen
Paneel (geveldeel 1,76 m <sup>2</sup> )	1,76	m <sup>2</sup>	€ 261	€ 459	€ 344	€ 605	32%	Kosten voor verwijderen en afvoeren ongeïsoleerd paneel en aanbrengen schilderwerk
Ramen 23%	4,34	m <sup>2</sup>	€ 409	€ 1.775	€ 570	€ 2.472	39%	Kosten van het glas zelf (de kosten van het bestaande glas worden niet van het totaal afgetrokken), voorbereiding/inmeten/maatvoering, steigerwerk, verwijderen en afvoeren bestaand glas, glaslatten hardhout, schilderwerk, opruimen. (Nb Omdat het nieuwe kozijn een grote kostenpost is, is het percentage verschil met natuurlijk moment een stuk kleiner dan bij vervanging door HR++ glas.)
Ramen 77%	14,27	m <sup>2</sup>	€ 409	€ 5.835	€ 570	€ 8.127	39%	Kosten van het glas zelf (de kosten van het bestaande glas worden niet van het totaal afgetrokken), voorbereiding/inmeten/maatvoering, steigerwerk, verwijderen en afvoeren bestaand glas, glaslatten hardhout, schilderwerk, opruimen. (Nb Omdat het nieuwe kozijn een grote kostenpost is, is het percentage verschil met natuurlijk moment een stuk kleiner dan bij vervanging door HR++ glas.)
Deuren	1,75	m <sup>2</sup>	€ 610	€ 1.068	€ 728	€ 1.273	19%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering, schilderwerk deuren, opruimen
Infiltratie	1	woning	€ 223	€ 223	€ 406	€ 406	82%	Kosten voor voorbereiding/inmeten/maatvoering en opruimen (Nb. Het betreft hier minder kostencodes/maatregelen dan bij kierdichting in andere varianten, waardoor het percentage verschil anders uitvalt)
Ventilatiesysteem	1	woning	€ 4.146	€ 4.146	€ 4.477	€ 4.477	8%	
<b>Totaal</b>				<b>€ 16.600</b>		<b>€ 20.863</b>		

**Tussenwoning 2 (voor 1945)**

Tabel 6-8 Uitgangssituatie tussenwoning 2

<b>Uitgangssituatie</b>		
<b>Bouwkundig</b>		
	<b>huidige thermische kwaliteit (in WOON 2018 database)</b>	<b>Toelichting</b>
Begane grondvloer	Rc = 0,33 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerde vloer boven kruipruimte)
Gevel	Rc = 0,35 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerde gevel met spouw)
Paneel	niet aanwezig	-
Hellend dakconstructie	Rc = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	(isolatie hellend dak conform renovatiejaar 1992-2014)
Plat dakconstructie	Rc = 1,36 m <sup>2</sup> K/W	(50 mm isolatie plat dak)
Ramen	Uw = 1,80 W/ m <sup>2</sup> K	(HR++-glas)
Deuren	Ud = 3,4 W/ m <sup>2</sup> K	(ongeïsoleerde deur)
Infiltratie	bouwjaar 1933	
<b>Installatietechnisch</b>		
Ventilatiesysteem	systeem A	Natuurlijke ventilatie
<b>Algemene kenmerken</b>		
Bouwjaar	1933	
Gebruiksoppervlakte	121 m <sup>2</sup>	
Compactheid (verhouding A <sub>is</sub> /A <sub>g</sub> )	1,31	
Oriëntatie	Noord / zuid	
Warmtevraag	136 kWh/m <sup>2</sup>	

Tabel 6-9 Kosten varianten tussenwoning 2

	Niveau 3		Variant 1		Variant 2		Variant 3*	
Warmtevraag	123 kWh/m <sup>2</sup>		115 kWh/m <sup>2</sup>		56 kWh/m <sup>2</sup>		118 kWh/m <sup>2</sup>	
Vloer	Isolatie 140 mm	€ 2.251						
Gevel							Spouwmuurisolatie	€ 1.057
Dak	Isolatie (hellend dak en extra isolatie plat dak uitbouw) 150 mm	€ 3.863						
Glas			Triple glas in nieuw kozijn (i.p.v. HR++ glas)	€ 12.021				
Infiltratie					Kierdichting	€ 1.565		
Ventilatie	Ventilatiesysteem C2	€ 4.064	Ventilatiesysteem C2	€ 4.064	Ventilatiesysteem D2	€ 5.821		
<b>Meerkosten op natuurlijk moment</b>		<b>€ 10.178</b>	<b>€ 16.085</b>		<b>€ 7.386</b>		<b>€ 1.057</b>	
<i>Totale kosten op zelfstandig moment</i>		<i>€ 15.062</i>	<i>€ 21.132</i>		<i>€ 8.289</i>		<i>€ 1.195</i>	

\*Variant 3 alleen mogelijk bij aanwezigheid spouw. Over het algemeen hebben vooroorlogse woningen geen spouw

In tussenwoning 2 (een koopwoning gebouwd voor 1945) zijn de volgende varianten gekozen:

**Variant 1 Triple glas toepassen** In deze variant worden de kozijnen en het glas vervangen door nieuwe kozijnen met triple glas. Omdat de kozijnen vervangen worden kunnen tegelijkertijd ventilatieroosters geplaatst worden.

**Variant 2 Gebalanceerd ventilatiesysteem** Het vervangen van het glas in de woning door glas met een kwaliteitsverklaring is geen logische maatregel. Daarom is deze variant gericht op het voorkomen dat het glas vervangen moet worden. Hiervoor in de plaats is een gebalanceerd ventilatiesysteem toegepast met WTW. Om een goede werking van het ventilatiesysteem te garanderen is ook de luchtdichtheid van de woning verbeterd. Er zijn geen andere maatregelen benodigd om een voldoende lage warmtevraag te bereiken.

**Variant 3 Spouw isoleren** In deze variant wordt alleen de spouw nageïsoleerd. Deze maatregel is voldoende om een voldoende lage warmtevraag te bereiken. Dit is natuurlijk alleen mogelijk wanneer de woning een spouw heeft. Over het algemeen hebben vooroorlogse woningen geen spouw.

**Tussenwoning 3 (1965-1995)**

Tabel 6-10 Uitgangssituatie tussenwoning 3

<b>Uitgangssituatie</b>		
<b>Bouwkundig</b>	<b>huidige thermische kwaliteit (in WOON 2018 database)</b>	<b>Toelichting</b>
Begane grondvloer	$R_c = 0,52 \text{ m}^2\text{K/W}$	(ongeïsoleerde vloer, bouwjaar 1975-1983)
Gevel	$R_c = 1,30 \text{ m}^2\text{K/W}$	(geïsoleerde spouw, bouwjaar 1975-1983)
Paneel	niet aanwezig	-
Hellend dakconstructie	$R_c = 1,30 \text{ m}^2\text{K/W}$	(geïsoleerd dak, bouwjaar 1975-1983)
Ramen	$U_w = 2,90 \text{ W/ m}^2\text{K}$	(dubbel glas)
Deuren	$U_d = 3,4 \text{ W/ m}^2\text{K}$	(ongeïsoleerde deur)
Infiltratie	bouwjaar 1982	
<b>Installatietechnisch</b>		
Ventilatiesysteem	C1. natuurlijke toevoer - mechanische afvoer	
<b>Algemene kenmerken</b>		
Bouwjaar	1982	
Gebruiksoppervlakte	108 m <sup>2</sup>	
Compactheid (verhouding $A_{is}/A_g$ )	1,43	
Oriëntatie	Noord-west / zuid-oost	
Warmtevraag	111 kWh/m <sup>2</sup>	

Tabel 6-11 Kosten variant tussenwoning 3

Warmtevraag	Niveau 3		Variant 1		Variant 2	
	65 kWh/m <sup>2</sup>		48kWh/m <sup>2</sup>		62 kWh/m <sup>2</sup>	
<b>Vloer</b>	Isolatie 140 mm	€ 2.041	Isolatie 140 mm	€ 2.041		
<b>Gevel</b>	Spouwmuurisolatie (opnieuw)	€ 792				
<b>Dak</b>	Dakisolatie 150 mm (opnieuw)	€ 5.418	Dakrenovatie (Rc8)	€ 5.334		
<b>Glas</b>	HR++ glas i.p.v. dubbel glas	€ 623	Triple glas in nieuw kozijn	€ 5.765	HR++ glas i.p.v. dubbel glas	€ 623
<b>Infiltratie</b>	Kierdichting	€ 1.487	Kierdichting (light)	€ 220	Kierdichting	€ 1.487
<b>Ventilatie</b>	Ventilatiesysteem C4a i.p.v. C1	€ 2.820	Ventilatiesysteem C4a	€ 2.820	Ventilatiesysteem D2	€ 4.743
<b>Meerkosten op natuurlijk moment</b>		<b>€ 13.182</b>		<b>€ 16.180</b>		<b>€ 6.854</b>
<b>Totale kosten op zelfstandig moment</b>		<b>€ 16.545</b>		<b>€ 26.486</b>		<b>€ 8.978</b>

In tussenwoning 3 (een sociale huurwoning uit de periode 1965-1985) is gekozen voor de volgende varianten

**Variante 1 Spouw niet opnieuw isoleren** Met deze variant wordt er triple glas in nieuwe kozijnen toegepast en het dak wordt, wanneer het dak op een natuurlijk moment wordt vervangen door een nieuw dak, voorzien van een uitstekende isolatie. De gevel is tijdens de bouw al geïsoleerd. Het is niet logisch om de spouw leeg te halen om 50 mm isolatie aan te brengen. Wanneer het na isoleren van de gevel achterwege wordt gelaten mag er niet worden gerekend met het renovatiejaar. Met het toepassen van kierdichting kan er wel vanuit worden gegaan dat de infiltratie verminderd. Daarom is er gerekend met een meetwaarde voor de infiltratie van 1,0 dm<sup>3</sup>/s·m<sup>2</sup>. Hiernaast wordt een ventilatiesysteem met CO<sub>2</sub>-sturing in de woonkamer toegepast. Omdat er al afvoerleidingen aanwezig zijn en de roosters direct gecombineerd kunnen worden met de nieuwe kozijnen, zijn de meerkosten hiervoor beperkt.

**Variante 2 Gebalanceerde ventilatie met WTW** In deze variant is gekozen om gebalanceerde ventilatie met WTW toe te passen en daarnaast de schil te verbeteren. Om een goede werking van het ventilatiesysteem te garanderen is ook de luchtdichtheid van de woning verbeterd. Het ligt voor de hand om wel al het dubbel glas in de woning te vervangen door HR++-glas. Hiernaast kan het dak geïsoleerd worden vanaf de binnenzijde en isolatie onder de vloer worden aangebracht. Met deze variant worden de dichte geveldelen niet verbeterd.



**Tussenwoning 4 (na 1995)**

Tabel 6-12 Uitgangssituatie tussenwoning 4

<b>Uitgangssituatie</b>		
<b>Bouwkundig</b>		
	<b>huidige thermische kwaliteit (in WOON 2018 database)</b>	<b>Toelichting</b>
Begane grondvloer	Rc = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	(geïsoleerde vloer, bouwjaar >1995)
Gevel	Rc = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	(geïsoleerde gevel, bouwjaar >1995)
Paneel	niet aanwezig	-
Hellend dakconstructie	Rc = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	(geïsoleerd dak, bouwjaar >1995)
Ramen	Uw = 1,80 W/ m <sup>2</sup> K	(HR++-glas, 83% van de woning)
	Uw = 2,90 W/ m <sup>2</sup> K	(dubbel glas, 17% van de woning)
Deuren	Ud = 3,4 W/ m <sup>2</sup> K	(ongeïsoleerde deur)
Infiltratie	bouwjaar 1996	
<b>Installatietechnisch</b>		
Ventilatiesysteem	C1. natuurlijke toevoer - mechanische afvoer	
<b>Algemene kenmerken</b>		
Bouwjaar	1996	
Gebruiksoppervlakte	105 m <sup>2</sup>	
Compactheid (verhouding A <sub>is</sub> /A <sub>g</sub> )	1,61	
Oriëntatie	Noord / zuid	
Warmtevraag	88 kWh/m <sup>2</sup>	

Tabel 6-13 Kosten varianten tussenwoning 4

Oorspronkelijk niveau 3		Variant 1		Variant 2		Variant 3		
Warmtevraag	75 kWh/m <sup>2</sup>	65 kWh/m <sup>2</sup>	73 kWh/m <sup>2</sup>	73 kWh/m <sup>2</sup>				
Vloer								
Gevel								
Dak						Dakrenovatie (Rc8)	€ 5.531	
Glas	HR++ glas i.p.v. dubbel glas (NB slechts 17% van het glasoppervlak)	€ 68		Triple glas in nieuw kozijn	€ 3.804	Triple glas in nieuw kozijn	€ 3.804	
Infiltratie			Kierdichting	€ 220				
Ventilatie	Ventilatiesysteem C4a i.p.v. C1	€ 2.820	Ventilatiesysteem D2	€ 4.743	Ventilatiesysteem C4a	€ 2.820	Ventilatiesysteem C2	€ 749
<b>Meerkosten op natuurlijk moment</b>		<b>€ 2.888</b>	<b>€ 4.963</b>		<b>€ 6.624</b>		<b>€ 10.084</b>	
<i>Totale kosten op zelfstandig moment</i>		<i>€ 3.272</i>	<i>€ 5.458</i>		<i>€ 8.262</i>		<i>€ 19.403</i>	

In tussenwoning 4 (een sociale huurwoning uit de periode na 1995) is gekozen voor de volgende varianten

**Variant 1 Gebalanceerde ventilatie met WTW** De maatregel in deze variant is het toepassen van een gebalanceerd ventilatiesysteem met WTW. Verder wordt er aan de schil niets aangepast.

**Variant 2 Triple glas en ventilatiesysteem C met CO<sub>2</sub>-sturing** Het plaatsen van triple-glas (in nieuwe kozijnen) en een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer (luchtdrukgestuurd) en mechanische afvoer met CO<sub>2</sub>-sturing is voldoende om een warmtevraag van minder dan 75 kWh/m<sup>2</sup> te behalen. Ook wordt er een goede kierdichting toegepast. Een infiltratiewaarde (meetwaarde) van 1,0 dm<sup>3</sup>/s·m<sup>2</sup> moet hierbij haalbaar zijn.

**Variant 3 Dak isoleren** Met deze variant wordt, wanneer het dak op een natuurlijk moment wordt vervangen door een nieuw dak, het dak geïsoleerd tot het niveau van de (concept) streefwaarde. Ook wordt er triple-glas toegepast in de gehele woning in nieuwe kozijnen. Samen met het vervangen van de kozijnen worden er luchtdrukgestuurde ventilatieroosters geplaatst. De rest van het ventilatiesysteem blijft ongewijzigd.

**Meergezinswoning 1 (1965-1995)**

Tabel 6-14 uitgangssituatie Meergezinswoning 1

Uitgangssituatie		
Bouwkundig	huidige thermische kwaliteit (in WOON 2018 database)	Toelichting
Vloer boven buiten (5 m <sup>2</sup> )	Rc = 0,17 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerde vloer bouwjaar 1965-1975)
Gevel	Rc = 0,43 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerde gevel bouwjaar 1965-1975)
Paneel	niet aanwezig	-
Plat dakconstructie	Rc = 1,11 m <sup>2</sup> K/W	(40 mm isolatie op plat dak)
Ramen	Uw = 2,9 W/ m <sup>2</sup> K	(dubbel glas in houten kozijn)
Deuren	Ud = 3,4 W/ m <sup>2</sup> K	(ongeïsoleerde deur)
Infiltratie	bouwjaar 1969	
Installatietechnisch		
Ventilatiesysteem	systeem A	Natuurlijke ventilatie
Algemene kenmerken		
Bouwjaar	1969	
Gebruiksoppervlakte	86 m <sup>2</sup>	
Compactheid (verhouding A <sub>is</sub> /A <sub>g</sub> )	1,11	
Oriëntatie	Noord / zuid	
Warmtevraag	133 kWh/m <sup>2</sup>	

Tabel 6-15 Kosten varianten meergezinswoning 1

	Niveau 3		Variant 1		Variant 2		Variant 3	
Warmtevraag	56 kWh/m <sup>2</sup>		55 kWh/m <sup>2</sup>		55 kWh/m <sup>2</sup>		57 kWh/m <sup>2</sup>	
Vloer	Isolatie 140 mm	€ 221	Isolatie 30 mm	€ 154	Isolatie 30 mm	€ 154	Isolatie 30 mm	€ 154
Gevel	Spouwmuurisolatie	€ 446	Spouwmuurisolatie	€ 446			Spouwmuurisolatie	€ 446
Dak	Extra isolatie 110 mm	€ 4.150	Dakrenovatie Rc 8	€ 4.793	Dakrenovatie Rc 8	€ 4.793		
Glas	HR++ glas i.p.v. dubbel glas	€ 1.328	HR++ glas i.p.v. dubbel glas	€ 1.328	Triple glas in nieuw kozijn	€ 11.885	HR++ glas i.p.v. dubbel glas	€ 1.328
Infiltratie	Kierdichting	€ 761	Kierdichting	€ 761	Kierdichting	€ 110	Kierdichting	€ 337
Ventilatie	Ventilatiesysteem C4a i.p.v. A	€ 3.754	Ventilatiesysteem C2 i.p.v. A	€ 3.672	Ventilatiesysteem C4a	€ 3.754	Ventilatiesysteem D2	€ 5738
<b>Meerkosten op natuurlijk moment</b>	<b>€ 10.660</b>		<b>€ 11.154</b>		<b>€ 20.696</b>		<b>€ 8.002</b>	
<i>Totale kosten op zelfstandig moment</i>	<i>€ 24.696</i>		<i>€ 26.745</i>		<i>€ 37.278</i>		<i>€ 11.997</i>	

In meergezinswoning 1 (een koopwoning uit de periode 1965-1995) is gekozen voor de volgende varianten:

**Variant 1 HR++- glas, nieuw dak, naïsoleren gevel** Met deze variant worden alle gevelopeningen vervangen door HR++-glas in kozijnen met een bekende kwaliteit. De spouw van de gevel wordt nageïsoleerd. Hiernaast wordt, wanneer het dak op een natuurlijk moment wordt vervangen door een nieuw dak, het dak geïsoleerd tot het niveau van de (concept) streefwaarde. De vloer boven buiten wordt beperkt geïsoleerd met name om koudebruggen te voorkomen. Met het vervangen van het glas zullen (luchtdruk gestuurde) ventilatieroosters worden toegevoegd. Het renovatiejaar na 2010 mag toegepast worden omdat meer dan 90% van de schil nageïsoleerd wordt.

**Variant 2 Triple glas en nieuw dak** Met deze variant worden alle kozijnen vervangen door kunststof kozijnen met triple glas en een geïsoleerde voordeur/achterdeur toegepast. Hiernaast wordt, wanneer het dak op een natuurlijk moment wordt vervangen door een nieuw dak, het dak geïsoleerd tot het niveau van de (concept) streefwaarde. Met het vervangen van de kozijnen zullen (luchtdrukgestuurde) ventilatieroosters worden toegevoegd. Op het ventilatiesysteem wordt CO<sub>2</sub>-sturing in de woonkamer toegepast. De vloer boven buiten wordt beperkt geïsoleerd met name om koudebruggen te voorkomen. Het renovatiejaar na 2010 mag niet toegepast worden omdat minder dan 90% van de schil nageïsoleerd is. De infiltratiewaarde moet daarom gemeten worden.

**Variant 3 Gebalanceerd ventilatiesysteem** Met deze variant wordt een gebalanceerd ventilatiesysteem met WTW toegepast. De spouwmuur wordt nageïsoleerd en het glas wordt vervangen door HR++-glas in kozijnen met bekende kwaliteit. De vloer boven buiten wordt beperkt geïsoleerd met name om koudebruggen te voorkomen. Een alternatief zou kunnen zijn om een gecombineerd systeem (systeem E) toe te passen, maar dit kan niet doorgerekend worden met de huidige software. Het renovatiejaar na 2010 mag niet toegepast worden omdat minder dan 90% van de schil nageïsoleerd is. De infiltratiewaarde moet daarom gemeten worden.

**Meergezinswoning 2 (voor 1945)**

Tabel 6-16 Uitgangssituatie meergezinswoning 2

<b>Uitgangssituatie</b>		
<b>Bouwkundig</b>	<b>huidige thermische kwaliteit (in WOON 2018 database)</b>	<b>Toelichting</b>
Vloer boven kruipruimte (2,8m <sup>2</sup> )	Rc = 0,33 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerde vloer)
Gevel	Rc = 0,19 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerde steensmuur)
Paneel	Rc = 0,23 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerd paneel)
Hellend dakconstructie	Rc = 0,22 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerd dak)
Plat dakconstructie	Rc = 0,22 m <sup>2</sup> K/W	(ongeïsoleerd dak)
Ramen	Uw = 5,10 W/ m <sup>2</sup> K	(36% enkel glas)
	Uw = 2,90 W/ m <sup>2</sup> K	(64% dubbel glas)
Deuren	Ud = 3,4 W/ m <sup>2</sup> K	(ongeïsoleerde deur)
Infiltratie	bouwjaar 1896	
<b>Installatietechnisch</b>		
Ventilatiesysteem	systeem A	Natuurlijke ventilatie
<b>Algemene kenmerken</b>		
Bouwjaar	1896	
Gebruiksoppervlakte	72 m <sup>2</sup>	
Compactheid (verhouding A <sub>is</sub> /A <sub>g</sub> )	1,71	
Oriëntatie	Noord-west / zuid-oost	
<b>Warmtevraag</b>	279 kWh/m <sup>2</sup>	

Tabel 6-17 Kosten varianten meergezinswoning 2

Warmtevraag	Niveau 3		Variant 1		Variant 2	
	107 kWh/m <sup>2</sup>		106 kWh/m <sup>2</sup>		107 kWh/m <sup>2</sup>	
Vloer	Isolatie 140 mm	€ 121				
Gevel			Isolatie voorzetwand 140 mm	€ 1.753	Isolatie voorzetwand 140 mm	€ 1.753
Dak	Isolatie 150 mm	€ 6.067	Isolatie 150 mm	€ 6.067	Isolatie 150 mm	€ 6.067
Glas	HR++ glas i.p.v. enkel/dubbel glas	€ 854	HR++ glas i.p.v. dubbel glas	€ 510	Monumentenglas i.p.v. enkel glas	€ 446
Infiltratie	Kierdichting	€ 447			Kierdichting	€ 1.143
Ventilatie	Ventilatiesysteem C4a i.p.v. A	€ 3.672	Ventilatiesysteem C1	€ 3.565	Ventilatiesysteem C1	€ 3.565
<b>Meerkosten op natuurlijk moment</b>		<b>€ 11.160</b>		<b>€ 11.895</b>		<b>€ 12.975</b>
<i>Totale kosten op zelfstandig moment</i>		<i>€ 17.066</i>		<i>€ 17.107</i>		<i>€ 17.979</i>

In meergezinswoning 2 (een particulier huurwoning gebouwd voor 1945) is gekozen voor de volgende varianten:

**Variant 1 Enkel glas behouden** In deze variant wordt ervanuit gegaan dat het enkel glas niet vervangen mag worden omdat het een beschermd stadsgezicht kan betreffen. Het bestaande dubbel glas wordt wel vervangen door HR++-glas. De vloer wordt niet geïsoleerd, omdat dit waarschijnlijk in de praktijk een lastige maatregel is om uit te voeren. In plaats hiervan worden de dichte geveldelen geïsoleerd met voorzetwanden. De daken worden na geïsoleerd tussen de balken. Wel wordt er een ventilatiesysteem geplaatst met klepramen of roosters en een mechanische afvoer. Lokale mechanische afvoer is daarbij toepasbaar.

**Variant 2 Enkel glas vervangen door dubbel glas (monumentenglas)** Deze variant lijkt erg op variant 1. Het verschil is dat het enkel glas vervangen wordt door monumentenglas (dubbel glas), dat het huidige dubbel glas wordt gehandhaafd en de kierdichting rondom de ramen wordt verbeterd.

**Meergezinswoning 3 (na 1995)**

Tabel 6-18 Uitgangssituatie meergezinswoning 3

<b>Uitgangssituatie</b>		
<b>Bouwkundig</b>	<b>huidige thermische kwaliteit (in WOON 2018 database)</b>	<b>Toelichting</b>
Vloer	niet aanwezig	-
Gevel	$R_c = 2,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	(geïsoleerde gevel)
Paneel	niet aanwezig	-
Plat dakconstructie	niet aanwezig	-
Ramen	$U_w = 2,3 \text{ W/ m}^2\text{K}$	(HR-glas in houten kozijn)
Deuren	$U_d = 3,4 \text{ W/ m}^2\text{K}$	(ongeïsoleerde deur)
Infiltratie	bouwjaar 2002	
<b>Installatietechnisch</b>		
Ventilatiesysteem	C1. natuurlijke toevoer - mechanische afvoer	
<b>Algemene kenmerken</b>		
Bouwjaar	2002	
Gebruiksoppervlakte	105 m <sup>2</sup>	
Compactheid (verhouding $A_{is}/A_g$ )	0,76	
Oriëntatie	Noord/zuid	
<b>Warmtevraag</b>	69 kWh/m <sup>2</sup>	

Tabel 6-19 Kosten varianten meergezinswoning 3

Warmtevraag	Niveau 3		Variant 1	
	61 kWh/m <sup>2</sup>		47 kWh/m <sup>2</sup>	
Vloer				
Gevel				
Dak				
Glas	HR++ glas i.p.v. HR glas	€ 613		
Infiltratie			Kierdichting	€ 110
Ventilatie	Ventilatiesysteem C4a i.p.v. C1	€ 2.606	Ventilatiesysteem D2	€ 4.743
<b>Meerkosten op natuurlijk moment</b>		<b>€ 3.219</b>		<b>€ 4.853</b>
<i>Totale kosten op zelfstandig moment</i>		<i>€ 4.961</i>		<i>€ 5.274</i>

In meergezinswoning 3 (een particuliere koopwoning gebouwd na 1995) is gekozen voor een variant:

**Variant 1 Gebalanceerde ventilatie** Het toepassen van een ventilatiesysteem met mechanische toe- en afvoer is voldoende om de warmtevraag te verlagen. Maatregelen aan de schil zijn met deze variant niet nodig.



## Referenties

Arcadis (2020): *Actualisatie investeringskosten energiebesparende maatregelen bestaande woning bouw 2019*. Herziene versie 17 maart 2020.

Atrienis (2019): *Toetsing financiële uitgangspunten OKA voor de sociale huursector*, Atrienis, 19 september 2019.

BZK, 2020: Nieuwsbericht 3 juli 2020: *Opgaven en middelen corporaties raken uit balans*, <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2020/07/03/opgaven-en-middelen-corporaties-raken-uit-balans>.

Nieman (2019): *Rapport standaard en streefwaardes bestaande woningbouw*, oktober 2019.

TNO (2016): Samenvattende rapportage Building Future 2, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/11/14/tno-rapporten-building-future>.

## A Kostenkengetallen Arcadis

In deze bijlage geven we een toelichting op de gebruikte kostencodes van Arcadis en aanpassingen ten aanzien van de kostenkengetallen vanwege ander materiaaldiktes isolatie of eigen interpretatie.

### A.1 Vloerisolatie

Maatregelpakket niveau 2 gaat uit van vloerisolatie met  $R_c=1,26$ . De kostencodes die het dichtst bij  $R_c 1,26$  in de buurt komen zijn de volgende:

Tabel A-1 Isolatiewaarde vloerisolatie Arcadis

Code	Rc-waarde	Vloermateriaal	Isolatiemateriaal	Dikte
002a	2,0	Hout	Minerale wol	100mm
002b	2,5	Steenachtig	Minerale wol	100mm
002c	2,0	Hout	EPS	100mm
002d	2,5	Steenachtig	EPS	100mm

Omdat de isolatiedikte van isolatiemateriaal lineair samenhangt met de  $R_c$ -waarde, zou de dikte van het isolatiemateriaal voor houten vloeren met 37% afnemen tot 63 mm en voor steenachtige vloeren met 50% tot 50 mm. We zullen de kostenkengetallen van Arcadis gebruiken maar de materiaalkosten daarin iets lager nemen. De arbeidskosten laten we gelijk en schalen we niet. We nemen een gemiddelde van deze 4 kostenkengetallen van Arcadis indien er een kruipruimte aanwezig is.

De kostencodes 002 a t/m d gaan uit van isolatie aan de onderzijde van de vloer. Indien er geen kruipruimte aanwezig is, is er één kostencode van Arcadis 001e die resol isolatie aan de bovenzijde van de vloer toepast. De  $R_c$  van deze maatregel is  $R_c 3$  en is gerelateerd aan een dikte van 65 mm resol. Om de  $R_c$  van 1,26 te benaderen verkleinen we de dikte van deze laag lineair met 56% tot 27 mm.

Maatregelpakket niveau 3 en 4 gaan uit van vloerisolatie met  $R_c=3,5$ . Er zijn drie Arcadis kostencodes voor vloerisolatie aan de onderzijde van  $R_c 3,5$ : met 100 mm PUR (002e), met 100 mm PIR bij een houten vloer (002f) en met 90 mm PIR bij een steenachtige vloer (143). We gaan daarom uit van het gemiddelde van deze 3 maatregelen.

Indien er geen kruipruimte aanwezig is, is er één kostencode van Arcadis 001e die resol isolatie aan de bovenzijde van de vloer toepast. De  $R_c$  van deze maatregel is 3 en is gerelateerd aan een dikte van 65 mm resol. Om de  $R_c$  van 3,5 te benaderen vergroten we de dikte lineair met 17% tot 76 mm.

## A.2 Gevelisolatie

Maatregelpakket niveau 2 gaat uit van spouwmuurisolatie met  $R_c=1,25$  of  $1,47$  afhankelijk van het bouwjaar en de spouwbreedte.

Arcadis vermeldt twee maatregelen waarbij de gevel naar  $R_c 1,5$  wordt gebracht: met minerale wol (009a) en EPS parels (009b). We nemen hier dan ook aan dat gemiddelde van deze twee codes een goed beeld geeft van de kosten naar isolatieniveau  $R_c 1,47$ .

De Arcadis kosten kengetallen bieden geen gevelisolatie maatregel waarbij de isolatiewaarde uitkomt op  $R_c 1,25$ . Om deze isolatiewaarde te benaderen, nemen we aan dat de dikte van het isolatiemateriaal lineair geschaald kan worden met de isolatiewaarde. Een  $R_c$  van  $1,25$  is 83% van een  $R_c$  van  $1,5$  (zie code 009a en 009b)

Maatregelpakket niveau 3 gaat uit van spouwmuurisolatie met  $R_c=1,5$  of  $1,8$  afhankelijk van het bouwjaar en de spouwbreedte. Naast de codes 009a en 009b, is er ook een kostencode voor een isolatiewaarde  $R_c 2$  met PUR schuim (code 009c). Om een benadering te geven van de kosten van isolatieniveau  $R_c 1,8$  nemen we daarom het gemiddelde van 009a, 009b én 009c.

Maatregelpakket niveau 4 gaat uit van gevelisolatie met  $R_c=6$ . Bij gevelisolatie bestaat de mogelijkheid om aan de binnen- of buitenzijde te isoleren. Aan de buitenzijde isoleren is ook zo'n 2,5 tot 3 maal duurder dan aan de binnenzijde. Wat in de praktijk wordt toegepast is echter afhankelijk van de specifieke situatie; de beschikbare ruimte binnen of juist buiten de woning of aanpassingen die binnen de woning nodig zijn. Een gemiddelde nemen van de kosten voor binnen- of buitenzijde isolatie geeft dan ook geen representatief beeld. Er is nu dan ook voor gekozen om de kosten voor isolatie aan de buitenzijde als uitgangspunt te nemen. De Arcadis kostencode voor isolatie aan de buitenzijde met de hoogste  $R_c$ -waarde is  $R_c 4,5$  (code 008c; resol 100mm). Om naar  $R_c 6$  te komen is daarom aangenomen dat de dikte met 33% toeneemt naar 133 mm.

## A.3 Paneelisolatie

Alleen in isolatieniveau 4 worden gevelpanelen toegepast met een isolatiewaarde van  $R_c 2$ . De  $R_c$ -waarde van 2 is wat lager dan de rest van de gevel. Dat komt omdat rekening wordt gehouden met de negatieve invloed van het houten stijl- en regelwerk (houtpercentage 20%). De  $R_c$ -waarde waarde komt overeen met een isolatiedikte van 100 mm bij een lambda-waarde van  $0,032 \text{ W/mK}$ , wat bij EPS bijvoorbeeld realiseerbaar is. De Arcadis kentallen geeft één maatregel voor een vulpaneel met EPS, code 11 (sandwichpaneel trespa 6 mm - 100 mm EPS), welke we overnemen om de kosten voor gevelpanelen te benaderen die Nieman in niveau 4 voorziet.

#### A.4 Dakisolatie

Maatregelpakket niveau 2 gaat uit van dakisolatie met  $R_c=1,33$ . Er is geen Arcadis kostencode voor  $R_c 1,33$ . De code met de laagste  $R_c$ -waarde voor hellende daken is code 5 met  $R_c 3$  (80 mm PIR). We benaderen de dikte van het isolatiemateriaal door het percentage van het verschil in  $R_c$ -waarde direct toe te passen op de dikte. Een  $R_c$  van 1,33 is 44% van  $R_c 3$ , en daaruit volgt een dikte van 35 mm PIR.

De Arcadis kostencode voor een plat dak die het dichtst bij  $R_c 1,33$  in de buurt komt is 006b (foamglas) met een  $R_c 2,5$ , maar deze is zoveel duurder dan code 006a (EPS) met  $R_c 3$ , dat we deze laatste als uitgangspunt gebruiken. In dit kostenkengetal wordt aangehouden dat er 100mm EPS moet worden gebruikt voor  $R_c 3$ . Voor een  $R_c 1,33$  is dan 44% van deze dikte nodig, wat uitkomt op 44 mm EPS.

Maatregelpakket niveau 3 gaat uit van dakisolatie met  $R_c=3,5$ . Voor een hellend dak heeft Arcadis geen maatregel die direct aansluit bij  $R_c 3,5$ , maar wel voor  $R_c 3$  (code 5) en  $R_c 4$  (code 205). Als benadering van de kosten voor renovatie naar  $R_c 3,5$  hebben we daarom het gemiddelde aangenomen van deze twee codes.

Voor een plat dak sluit maatregel 007c direct aan bij de isolatiewaarde van  $R_c 3,5$ .

Maatregelpakket niveau 4 gaat uit van dakisolatie met  $R_c=8$ . Voor een hellend dak sluit maatregel 168 direct aan bij de isolatiewaarde van  $R_c 8$ .

Voor een plat dak sluit maatregel 203 direct aan bij de  $R_c 8$ .

#### A.5 Isolatieglas

Voor elk isolatieniveau geeft Nieman een U-waarde voor ramen. Het is goed om hier te vermelden dat Nieman de 'U-raam'-waarde aanhoudt. Arcadis gebruikt namelijk de 'U-glas'-waarde<sup>8</sup>. In de tabel hieronder staat een beschrijving van de gedachte van Nieman achter de 'U-raam'-waarde. Vervolgens is gekeken welke kostencodes van Arcadis hier het beste bij passen. Voor isolatieniveau 3 en 4 zijn goede koppelingen te maken. Voor niveau 2 gaat het om HR glas, waar kostencode 16 het best bij past, 'HR-glas in plaats van enkel glas in een bestaand kozijn'. Omdat de kosten voor 16 en 019a bij de vervanging van enkel glas precies gelijk zijn, is voor de vervanging van dubbel glas in maatregelpakket 2 weer uitgegaan van de code 019b.

---

<sup>8</sup> De U-waarde van het raam is een combinatie van de U-waarde van het glas en de U-waarde van het kozijn.

Tabel A-2 Kostencodes Arcadis gebruikt voor isolatieglas

Niveau	U-waarde 'raam'	Toelichting U-waarde	Arcadis code of berekening	Arcadis omschrijving
2	1,8	HR-glas in bestaand kozijn	016 019b	Isolatieglas gasgevuld (U=1,6) i.p.v. enkel glas Isolatieglas gasgevuld (U=1,2) i.p.v. standaard isolatieglas
3	1,4	HR++ glas in bestaand kozijn	019a 019b	Isolatieglas gasgevuld (U=1,2) i.p.v. enkel glas Isolatieglas gasgevuld (U=1,2) i.p.v. standaard isolatieglas
4	1,0	Triple glas in nieuw kozijn	161a 161b/161c <sup>3</sup>	Triple glas gasgevuld (U=0,8) i.p.v. enkel glas, inclusief vervanging kozijn Triple glas gasgevuld (U=0,8) i.p.v. dubbel/HR++ glas, inclusief vervanging kozijn

Tijdens een natuurlijk vervangingsmoment is het uitgangspunt bij kostenberekeningen dat het aanwezige glas vervangen zal worden hetzelfde type glas. Wanneer er beter isolerend glas terug wordt geplaatst, zoals nu het geval is, mogen de kosten die anders ook zouden worden gemaakt voor vervanging van hetzelfde type glas worden afgetrokken van het totaal. De materiaalkosten voor enkel glas blijken in de Arcadis kentallen van 016, 019a en 161a bij een enkele woning aanpak echter hoger te zijn dan het beter isolerende glas, waardoor er negatieve materiaalkosten ontstaan. In deze gevallen zijn de kosten voor enkelglas gelijk getrokken met de kosten van het beter isolerende glas (U=1,2) waardoor het wordt vervangen, zodat de materiaalkosten in deze situaties op 0 uitkomen.

Daarnaast hanteert kostencode 161a voor een meergezinswoning in projectmatige aanpak andere arbeids- en materiaalkosten voor enkel glas dan in 019a. In dit geval hebben wij de kosten van 019a aangehouden als de correcte kosten.

Daarnaast hanteert kostencode 161a voor een meergezinswoning in projectmatige aanpak andere arbeids- en materiaalkosten voor enkel glas dan in 019a. In dit geval hebben wij de kosten van 019a aangehouden als de correcte kosten.

In de laatste versie van de Arcadis kostenkengetallen (de herziening van maart 2020) zijn in code 019 en 161 de materiaalkosten voor isolatieglas in een projectmatige aanpak aangepast. Bij code 16 is dat echter nog niet gebeurd. TNO heeft daarom dezelfde aanpassing op code 16 toegepast.

In de kostencodes 161a/b ; 019a/b zijn volgens het pfd-bestand ('Wbouw bestaand 2019 – MR natuurlijk moment') de maatregelen voor meergezinswoningen duurder dan voor eengezinswoningen en het is niet duidelijk waarom. Een zwaarder steigerwerk kan de reden in ieder geval niet zijn, omdat deze niet meetelt in een natuurlijk vervangingsmoment.

## A.6 Isolerende deuren

Alleen voor isolatieniveau 4 geeft Nieman een maatregel aan voor deuren met Ud=1,4. De isolatiewaarde van de deur is, evenals bij ramen, uitgedrukt in de U-

waarde. Omgerekend is deze isolatiewaarde gelijk aan  $R_{c0,7}$  ( $=1/U$ -waarde). In de Arcadis kentallen is één maatregel opgenomen voor een isolerende deur met een isolatiewaarde van  $R_{c1,45}$  (code 20). Deze heeft daarmee een betere isolatiewaarde dan de gevraagde waarde van Nieman. TNO heeft daarom zelf onderzoek gedaan naar de kosten voor een deur met een U-waarde van 1,4. De deuren die we vonden bij een online desk research naar isolerende buitendeuren hadden een U-waarde tussen de 0,47 en 1,43. Op internet worden verscheidene isolerende deuren in Nederland vermeld, maar het achterhalen van de kosten van een deur online of telefonisch bleek vrij lastig. Voor een deur met een U-waarde van 1,4 is uiteindelijk één prijs gevonden van €1.648,90 (<https://www.hepro.nl/valerie/>). Arcadis hanteert zelf een prijs van €470,32 per vierkante meter voor een deur met hogere isolatiewaarde. Een deur is ongeveer 1,75 vierkante meter. Een aanpassing van de kosten zou in dit geval dan ook een stijging in de kosten betekenen bij een lagere isolatiewaarde. Er is dan ook besloten om de kosten voor de deur te laten zoals deze in Arcadis staan.

## A.7 Kierdichting

Afhankelijk van het bouwjaar en van het isolatieniveau (2, 3 of 4) worden in totaal 3 klassen van luchtdichtheid onderscheiden. De luchtdichtheid is ook nog afhankelijk van het woningtype.

Tabel A-3 Luchtdichtheid in Nieman pakketten

Niveau	qv10			
	< 1945	1945-1974	1975-1995	>1995
2	Geen	0,6-1,4	0,6-1,4	geen
3	Geen	0,4-1,0	0,4-1,0	geen
4	0,4	0,4	0,4	0,4

In de Arcadis kengetallen zijn 5 maatregelen beschikbaar voor luchtdicht maken van de woning. In overleg met Nieman worden de volgende kostencodes voorgesteld om de luchtdichtheidsklassen van de Nieman maatregelpakketten te benaderen<sup>9</sup>:

Tabel A-4 Arcadis maatregelen kierdichting

92	Aanbrengen kierdichting op alle ramen en deuren
93	Afdichting kozijn en dichte geveldelen
94	Afdichting aansluiting dak/gevel
95	Afdichting naden tussen dakplaten
96	Afdichting nok van het dak

<sup>9</sup> Nieman zou in maatregelpakket niveau 2 een maatregel willen meenemen waarbij de luchtdichtheid van dakdoorvoeren wordt verbeterd, maar deze maatregelen is niet aanwezig in het Arcadis kostenoverzicht.

Tabel A-5 Gekozen Arcadis maatregelen kierdichting bij Nieman pakketten

Niveau	Codes Arcadis				
2	92	94			
3 t/m 1995	92	94	93	96	
3 na 1995		94		96	
4*		94		96	95

\* Omdat in niveau 4 deuren en kozijnen worden vervangen, gaan we ervan uit dat daarbij kierdichting al gebeurt.

We passen deze maatregelen toe afhankelijk van het bouwjaar en woningtype zoals door Nieman is beschreven. De getallen in de Excel file van Arcadis en de getallen in de pdf met onderbouwing komen niet overeen, wij hanteren de getallen in de pdf.

## A.8 Verbetering ventilatiesysteem

Er komen verschillende typen ventilatiesystemen voor in de uitgangssituatie en in de doelsituatie van niveau 2, 3 en 4:

- A1 natuurlijke toe- en afvoer
- A2 natuurlijke toe- en afvoer met winddruk gestuurde toevoer roosters
- C1 mechanische afzuiging handmatige bediening
- C2 mechanische afzuiging natuurlijke toevoer met winddruk gestuurde roosters
- C3a mechanische afzuiging tijdssturing op afvoer
- C4a mechanische afzuiging met CO<sub>2</sub>-sturing in de woonkamer
- C4b mechanische afzuiging CO<sub>2</sub>-sturing op toevoer
- D1 gebalanceerde ventilatie zonder WTW
- D2 gebalanceerde ventilatie met WTW zonder CO<sub>2</sub>-sturing
- D3 gebalanceerde ventilatie met WTW met CO<sub>2</sub>-sturing in de woonkamer.

In de Nieman pakketten zijn de onderstaande ventilatiesystemen als doelsituatie bedacht:

Tabel A-6 Ventilatiesystemen in verschillende pakketten

Ventilatiesysteem TRM	Pakket		
	2	3	4
<b>EGW</b>			
Voor 1945	C2	C2	D3
1945 - 1995	C4A	C4A	D3
Na 1995	C4A	C4A	D3
<b>MGW</b>			
Alle bouwjaren	C4A	C4A	D3

Als er al een (relatief) goed ventilatiesysteem in de uitgangssituatie aanwezig is, dan wordt dit in de verschillende pakketten niet vervangen.

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- als doelsituatie C2 (alleen bij pakket 2 voor EGW < 1945): C3A, C4B, D2, D3, D4 en D5 niet vervangen, de rest wel
- als doelsituatie C4A (deels pakket 2 & bij pakket 3): C3A, C4B, D2, D3, D4 en D5 niet vervangen, de rest wel
- als doelsituatie D3 (pakket 4): C3A, C4B, D4 en D5 niet vervangen, de rest wel

Bij de verbetering van het ventilatiesysteem gaan we uit van de Arcadis kosten codes zoals weergegeven in onderstaande tabellen. Deze kostencodes gaan vaak uit van natuurlijke ventilatie als uitgangssituatie, maar zoals hierboven omschreven wordt in de berekeningen gekeken naar de werkelijke situatie. In overleg met Nieman is daarom bepaald welke kostenposten die Arcadis opvoert wel of niet worden meegenomen om aan te sluiten bij de uitgangssituatie, zie de tabellen hieronder. Een algemene aanpassing ten aanzien van de kosten is dat bij meergezinswoningen 5 raamroosters zijn verondersteld in plaats van 7.



Tabel A-7 Overzicht kosten componenten wel meegenomen en niet meegenomen bij verbetering ventilatie

Verbetering ventilatiesysteem	Kostencode Arcadis	Wel meegenomen	Niet meegenomen
Van A1 of A2 naar C2	171 (=Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> sturing vanuit natuurlijke ventilatie)	Afzuigunit Ophangbevestiging Elektrische voeding incl. bedrading (4m) Monteren luchtkanalen 125mm (15m) Monteren instelbare ventielen 125 mm (5st) Dakdoorvoer hellend dak RFT ontvanger Geluiddempende slang (2 st) Zelfregelende raamroosters (7st) (in de praktijk ga je ze bij A2c niet vervangen, maar in de theoretische berekening wel meenemen) Afzuigventielen (7 st) Hak- breek en herstelwerk	CO <sub>2</sub> sensor Bouwkundige voorzieningen geveldoorvoer
Van C1 naar C2	170 (=Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> -sturing vanuit 'gewone' mechanische ventilatie)	Zelfregelende raamroosters (7st)	Afzuigunit Ophangbevestiging Elektrische voeding incl. bedrading (4m) Monteren instelbare ventielen 125 mm (5st) Dakdoorvoer hellend dak RFT ontvanger CO <sub>2</sub> sensor Geluiddempende slang (2 st) Afzuigventielen (7 st) Monteren luchtkanalen 125 mm (15m) Hak-, breek-, en herstelwerk Bouwkundige voorzieningen geveldoorvoer
Van A1 of A2 naar C4a	171 (=Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> -sturing vanuit natuurlijke ventilatie)	Afzuigunit Ophangbevestiging Elektrische voeding incl. bedrading Monteren luchtkanalen 125mm (15m) Monteren instelbare ventielen 125 mm (5st) Dakdoorvoer hellend dak CO <sub>2</sub> sensor RFT ontvanger Geluiddempende slang (2 st)	Bouwkundige voorzieningen geveldoorvoer

Verbetering ventilatiesysteem	Kostencode Arcadis	Wel meegenomen	Niet meegenomen
		Zelfregelende raamroosters (7st) (in de praktijk ga je ze bij A2c niet vervangen, maar in de theoretische berekening wel meenemen) Afzuigventielen (7 st) Hak- breek en herstelwerk	
Van C1 of D1 naar C4a	170 (=Mechanische ventilatie met CO <sub>2</sub> -sturing vanuit 'gewone' mechanische ventilatie)	Afzuigunit Ophangbevestiging Elektrische voeding incl. bedrading Monteren instelbare ventielen 125 mm (5st) Dakdoorvoer hellend dak CO <sub>2</sub> sensor RFT ontvanger Geluiddempende slang (2 st) Zelfregelende raamroosters (7st) Afzuigventielen (7 st)	Monteren luchtkanalen 125 mm (15m) Hak-, breek-, en herstelwerk Bouwkundige voorzieningen geveldoorvoer
Van A1, A2 of C1 naar D3	156 (Gebalanceerde ventilatie met HRWTW)	Balansventilatie-unit 300m <sup>3</sup> bedieningspaneel, draadloos ophangbevestiging Elektrische voeding incl. bedrading Monteren luchtkanalen 125mm (30m) Monteren instelbare afzuigventielen 125 mm (5st) Monteren instelbare toevoerventielen 125 mm (5 st) Dakdoorvoer hellend dak (2 st) Klein materiaal Bouwkundige werkzaamheden  Toegevoegd: CO <sub>2</sub> sensor	Bij C1 is de lengte van de luchtkanalen gehalveerd, omdat er al afzuigkanalen aanwezig zijn. Deze kanalen moeten wel nog gekoppeld worden aan de ventilatie-unit. Er is aangenomen dat deze kosten in de post 'monteren luchtkanalen' is opgenomen.
Van D1 naar D3	156 (Gebalanceerde ventilatie met HRWTW)	Balansventilatie-unit 300m <sup>3</sup> bedieningspaneel, draadloos ophangbevestiging  Toegevoegd: CO <sub>2</sub> sensor	Elektrische voeding incl. bedrading Monteren luchtkanalen 125mm (30m) Monteren instelbare afzuigventielen 125 mm (5 st) Monteren instelbare toevoerventielen 125 mm (5 st) Dakdoorvoer hellend dak (2 st) Klein materiaal Bouwkundige werkzaamheden

## B Spreiding meerinvesteringen

Tabel B.1 Spreiding noodzakelijke investeringen bij verschillende streefniveaus Eigenaar-bewoners inclusief BTW

Type	Bouwjaarklasse	Niveau	Decielen:								
			1 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup> mediaan	6 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	9 <sup>e</sup>
TSW	voor 1945	2	5.620	6.560	6.970	7.250	8.240	8.950	9.970	10.850	12.760
		3	8.010	9.490	9.970	10.710	11.190	11.820	12.860	13.650	15.290
		4	17.090	20.050	21.810	23.190	25.400	28.150	31.730	36.660	43.960
	1945-1974	2	6.560	7.450	8.010	8.730	9.180	9.810	10.200	10.990	11.710
		3	10.710	11.350	11.870	12.170	12.510	12.790	13.330	14.110	15.410
		4	26.200	29.030	31.970	33.250	34.540	35.700	37.000	38.800	43.320
	1975-1995	2	4.040	4.250	4.550	5.020	5.450	5.880	6.370	6.970	7.400
		3	10.360	10.710	11.260	11.610	11.950	12.310	12.770	13.430	14.690
		4	27.390	28.790	30.080	31.150	32.770	34.620	36.470	40.590	45.880
	na 1995	2	-	-	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		3	220	220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220
		4	12.280	14.580	15.200	15.860	16.750	18.050	19.730	21.840	23.850
H2K	voor 1945	2	6.160	6.740	7.420	8.350	9.150	9.760	10.430	12.090	14.000
		3	8.730	10.090	10.770	11.210	11.960	12.830	13.890	14.890	17.560
		4	19.680	22.390	26.180	31.110	35.050	37.970	40.660	47.050	55.780
	1945-1974	2	6.360	7.510	8.270	8.970	10.060	10.570	11.410	12.150	13.220
		3	11.090	11.870	12.490	13.280	13.890	14.620	15.120	15.820	18.770
		4	32.930	39.130	43.600	45.570	47.640	49.410	52.130	55.580	63.860
	1975-1995	2	4.160	4.470	4.740	5.110	5.470	5.840	6.510	7.200	8.530
		3	10.920	11.690	12.170	12.690	13.430	14.110	14.810	15.890	17.640
		4	38.820	42.280	43.910	45.570	47.910	50.670	52.990	57.850	64.290
	na 1995	2	-	-	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		3	220	220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220
		4	13.800	16.660	18.880	19.690	20.690	21.630	23.070	24.630	27.470
VSW	voor 1945	2	5.650	7.280	8.160	9.160	10.260	11.910	13.180	14.420	16.700
		3	9.500	12.660	14.230	15.490	16.480	17.190	19.060	22.200	26.330
		4	26.500	31.080	35.700	38.730	44.380	49.470	56.100	65.430	78.060
	1945-1974	2	7.770	9.030	9.930	10.950	12.410	13.830	14.770	16.850	19.830
		3	13.500	15.190	16.660	17.760	19.180	20.140	22.320	23.450	27.440
		4	31.600	41.390	49.900	58.550	64.740	69.860	74.760	80.540	89.350
	1975-1995	2	4.640	4.890	5.460	5.790	6.020	6.370	7.800	9.070	10.400
		3	13.760	15.710	16.980	17.970	19.050	19.790	20.790	22.670	25.410
		4	51.380	57.410	60.490	63.560	67.030	69.750	72.880	79.480	87.730
	na 1995	2	-	-	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	4.150
		3	220	220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	4.370
		4	18.150	21.050	23.530	24.600	25.720	28.740	31.200	34.780	40.430
MGW	voor 1945	2	3.300	4.270	4.770	5.640	6.250	6.630	7.360	7.890	8.850
		3	3.750	4.650	5.850	6.860	7.260	7.840	8.250	8.630	10.210
		4	17.410	19.520	21.320	23.030	25.180	27.630	30.990	34.530	41.990
	1945-1974	2	1.320	3.260	4.510	5.170	5.580	6.220	7.580	8.520	9.460
		3	1.740	4.290	5.230	5.760	6.540	8.150	8.910	9.750	10.760
		4	15.770	17.460	19.440	21.100	22.670	23.930	26.440	28.750	31.990
	1975-1995	2	1.350	2.990	3.510	3.670	3.780	4.020	4.300	4.520	4.990
		3	3.320	3.990	4.230	4.740	5.170	6.690	7.600	9.130	10.730
		4	16.030	18.350	20.930	22.530	23.690	25.310	26.940	31.000	36.440
	na 1995	2	-	-	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610
		3	110	110	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
		4	11.540	12.920	13.960	15.430	16.550	18.260	20.250	22.060	24.810

Tabel B-2 Spreiding noodzakelijke investeringen bij verschillende streefniveaus particuliere huurwoningen inclusief BTW

Type	Bouwjaar klasse	Nive au	Decielen: mediaan								
			1 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	9 <sup>e</sup>
TS W	voor 1945	2	5.480	6.280	6.570	6.930	7.380	8.030	8.610	9.800	12.130
		3	6.700	7.640	8.480	9.510	10.040	10.760	11.490	13.640	14.120
		4	11.470	14.590	18.510	20.960	21.890	24.380	26.800	27.270	35.430
	1945- 1974	2	7.090	8.140	8.290	9.120	9.380	9.950	10.230	10.510	11.240
		3	9.510	9.920	10.470	10.980	11.530	12.110	12.260	12.890	13.490
		4	22.000	25.300	27.040	27.870	29.540	29.780	32.670	32.990	34.340
	1975- 1995	2	4.180	4.280	4.310	4.440	4.610	5.190	5.420	5.690	5.910
		3	10.620	10.810	11.030	11.270	11.510	11.720	11.970	12.140	12.560
		4	26.290	27.510	27.830	29.400	30.220	32.000	33.130	34.970	37.610
	na 1995	2	-	-	1.800	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		3	220	220	2.020	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220
		4	10.290	12.790	13.980	14.620	15.170	15.490	16.730	18.480	21.450
H2 K	voor 1945	2	6.140	6.350	7.070	8.080	8.150	8.530	8.930	10.210	14.250
		3	6.740	7.900	8.670	8.840	9.430	10.490	10.890	11.970	16.310
		4	21.310	26.060	29.430	33.400	34.570	35.670	37.960	39.790	54.400
	1945- 1974	2	6.390	7.290	7.460	8.700	9.550	10.250	10.440	10.630	10.830
		3	8.830	8.890	9.970	12.460	12.670	12.950	13.200	13.970	16.090
		4	24.940	28.600	32.600	35.120	38.180	38.350	40.880	45.280	48.280
	1975- 1995	2	4.460	4.540	4.550	4.600	5.080	5.420	5.530	6.670	8.090
		3	10.990	11.120	11.700	11.920	12.080	12.280	12.840	13.790	16.080
		4	38.010	39.620	41.030	42.230	44.080	45.230	48.530	49.610	51.480
	na 1995	2	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		3	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220
		4	16.500	16.870	17.640	18.820	20.000	20.020	20.050	20.400	21.070
VS W	voor 1945	2	6.940	7.750	8.330	8.520	9.380	10.820	11.890	12.800	13.500
		3	7.500	8.780	11.000	11.700	13.010	14.340	14.910	15.420	16.400
		4	15.160	21.590	22.790	24.540	29.700	33.270	42.330	45.530	49.820
	1945- 1974	2	17.960	19.660	21.360	23.060	24.760	25.090	25.410	25.740	26.060
		3	21.760	23.780	25.800	27.820	29.840	31.750	33.660	35.580	37.490
		4	57.240	60.230	63.220	66.210	69.200	75.220	81.230	87.250	93.270
	1975- 1995	2	6.990	7.860	8.250	8.330	8.680	9.040	9.120	9.410	11.260
		3	13.860	15.860	16.350	16.400	17.410	18.400	18.440	19.950	24.650
		4	40.860	45.100	50.260	50.580	52.880	55.750	58.060	61.660	81.600
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	220	220	220	220	220	220	220	220	220
		4	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960
MG W	voor 1945	2	4.010	4.370	4.580	5.350	6.390	6.920	7.830	8.500	10.850
		3	4.130	4.490	4.830	6.330	7.110	7.940	8.680	9.200	11.360
		4	15.660	18.290	20.510	22.500	23.800	25.530	29.380	34.190	38.180
	1945- 1974	2	1.460	2.150	3.570	4.640	5.140	5.420	5.960	6.810	9.090
		3	1.950	3.090	4.480	5.260	5.720	6.010	6.960	8.630	10.190
		4	14.820	16.100	18.110	19.610	21.830	22.720	23.830	25.110	29.010
	1975- 1995	2	1.130	2.940	3.360	3.490	3.580	3.720	3.910	4.150	4.580
		3	3.640	3.890	4.070	4.320	4.930	5.420	6.260	7.280	9.030
		4	13.960	15.470	16.580	18.240	19.160	20.560	22.200	25.330	30.200
	na 1995	2	-	-	-	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610
		3	110	110	110	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
		4	6.210	9.480	10.950	12.180	13.200	13.880	15.490	16.930	19.490

Tabel B-3 Spreiding noodzakelijke investeringen bij verschillende corporaties inclusief BTW en flankerende kosten

Type	Bouwjaarklasse	Niveau	Decielen: mediaan								
			1 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	9 <sup>e</sup>
TSW	voor 1945	2	1.970	2.300	3.230	4.730	5.770	6.360	6.760	7.910	8.390
		3	2.630	4.560	5.630	6.660	7.340	7.850	8.880	9.230	9.460
		4	11.070	12.590	14.390	15.780	17.020	18.360	19.350	20.830	23.220
	1945-1974	2	5.520	6.200	6.880	7.600	7.940	8.730	9.130	9.680	10.440
		3	7.690	8.970	9.680	10.450	10.820	11.310	11.540	12.270	12.980
		4	18.200	21.550	24.260	26.820	28.450	29.720	31.180	32.630	34.720
	1975-1995	2	4.000	4.140	4.310	4.790	5.180	5.370	5.870	6.690	7.070
		3	9.630	10.160	10.600	10.900	11.230	11.570	11.970	12.320	12.940
		4	24.090	25.390	26.700	27.840	28.610	29.430	30.510	32.270	34.670
	na 1995	2	300	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		3	520	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220
		4	11.010	12.220	13.240	13.620	14.460	14.740	14.900	15.160	17.880
H2K	voor 1945	2	3.920	5.600	6.150	6.690	7.420	8.450	9.180	9.390	10.960
		3	5.250	6.430	8.690	9.610	10.030	10.190	10.430	10.640	12.130
		4	14.610	16.290	16.650	18.080	19.810	23.050	26.610	33.940	35.650
	1945-1974	2	5.830	6.450	7.020	7.670	8.320	9.240	10.000	10.410	11.590
		3	8.530	9.680	10.270	11.020	11.360	11.870	12.430	12.980	14.280
		4	21.910	26.640	31.000	35.720	37.950	39.970	41.210	42.680	44.980
	1975-1995	2	4.130	4.310	4.800	5.190	5.360	5.580	5.780	6.690	7.090
		3	9.650	10.160	10.690	11.080	11.690	11.980	12.500	12.700	13.640
		4	32.040	34.640	35.910	37.420	38.270	39.460	40.460	42.470	45.750
	na 1995	2	1.200	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		3	1.420	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220
		4	13.790	14.760	14.960	15.090	15.370	15.830	16.170	18.290	21.070
VSW	voor 1945	2	3.080	3.080	3.080	3.080	3.080	3.080	3.080	3.080	3.080
		3	6.780	6.780	6.780	6.780	6.780	6.780	6.780	6.780	6.780
		4	44.590	44.590	44.590	44.590	44.590	44.590	44.590	44.590	44.590
	1945-1974	2									
		3									
		4									
	1975-1995	2	5.720	5.720	5.720	5.720	5.720	5.720	5.720	5.720	5.720
		3	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960	11.960
		4	38.780	38.780	38.780	38.780	38.780	38.780	38.780	38.780	38.780
	na 1995	2									
		3									
		4									
MGW	voor 1945	2	3.100	3.350	3.910	4.310	4.560	5.040	5.680	6.340	7.350
		3	3.150	3.680	4.270	4.750	5.160	5.750	6.480	7.150	7.880
		4	13.180	14.420	16.170	17.610	18.090	19.810	20.660	22.230	27.200
	1945-1974	2	870	1.690	3.270	4.090	4.760	5.220	5.900	7.150	8.320
		3	1.470	2.260	4.010	4.680	5.460	5.970	7.000	8.230	9.440
		4	14.260	15.940	17.280	18.800	20.040	21.470	23.010	24.980	28.040
	1975-1995	2	820	1.230	3.160	3.370	3.530	3.670	3.960	4.560	4.920
		3	1.420	3.580	4.110	5.050	5.930	6.510	7.090	8.060	8.990
		4	12.880	14.980	16.660	17.860	19.480	21.410	22.870	24.630	27.040
	na 1995	2	-	-	-	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610	2.610
		3	110	110	110	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
		4	7.610	10.060	11.590	12.490	13.080	13.680	14.300	15.240	16.830

## C Opbouw gemiddelde meerinvesteringen per woningtype en isolatiepakket

Tabel C-1 Opbouw gemiddelde meerinvestering eigenaar bewoners

Type	Bouwjaarklasse	Niveau	Vloer	dak	spouw muur	gevel	paneel	raam	deur	kierdic hting	ventila tie	BTW Isolati e	BTW Install atie	Flanke rende kosten
TSW	voor 1945	2	1.858	2.053	-	-	-	742	-	-	3.083	605	647	1.348
		3	2.453	3.930	-	-	-	742	-	-	3.083	996	647	1.778
		4	2.453	5.233	-	8.658	36	7.975	3.883	555	-	4.475	-	4.990
	1945-1974	2	1.479	2.039	253	-	-	720	-	437	2.799	672	588	1.348
		3	2.315	3.797	288	-	-	720	-	1.190	2.799	1.242	588	1.941
		4	2.315	4.971	-	12.795	177	9.377	3.168	555	4.028	5.434	846	6.550
	1975-1995	2	665	199	-	-	-	677	-	437	2.469	277	519	786
		3	2.292	4.171	-	-	-	677	-	1.190	2.469	1.237	519	1.883
		4	2.292	5.442	-	15.791	106	8.008	3.099	555	3.734	5.720	784	6.830
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.718	-	361	312
		3	-	-	-	-	-	-	-	170	1.718	36	361	343
		4	-	-	-	-	-	8.919	4.145	555	2.764	1.990	580	2.843
H2K	voor 1945	2	857	857	-	-	-	551	-	-	2.368	286	497	812
		3	1.051	1.473	-	-	-	551	-	-	2.368	419	497	954
		4	1.051	1.957	-	4.567	29	6.478	2.791	463	3.688	2.715	774	3.677
	1945-1974	2	473	858	257	-	-	582	-	256	1.961	334	412	770
		3	587	1.193	277	-	-	582	-	579	1.961	481	412	911
		4	587	1.497	-	3.161	278	7.209	2.015	463	3.004	2.525	631	3.205
	1975-1995	2	154	43	-	-	-	679	-	256	1.660	153	349	494
		3	646	1.214	-	-	-	679	-	579	1.660	461	349	838
		4	646	1.532	-	5.734	117	6.536	1.651	463	2.916	2.824	612	3.455
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.376	-	289	250
		3	-	-	-	-	-	-	-	84	1.376	18	289	265
		4	-	-	-	-	-	8.964	1.798	463	2.540	1.980	533	2.442
VSW	voor 1945	2	1.495	1.775	-	-	-	686	-	-	3.144	510	660	1.241
		3	2.075	3.473	-	-	-	686	-	-	3.144	868	660	1.636
		4	2.075	4.563	-	4.597	55	7.363	3.779	555	-	3.486	-	3.971
	1945-1974	2	1.291	1.802	181	-	-	631	-	437	2.804	595	589	1.250
		3	1.912	3.244	196	-	-	631	-	1.190	2.804	1.080	589	1.747
		4	1.912	4.253	-	5.193	220	8.268	2.819	555	4.053	3.728	851	4.778
	1975-1995	2	690	143	-	-	-	565	-	437	2.345	260	492	740
		3	1.864	3.530	-	-	-	565	-	1.190	2.345	1.073	492	1.659
		4	1.864	4.616	-	7.285	111	6.535	2.633	555	3.608	3.755	758	4.758
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.568	-	329	285
		3	-	-	-	-	-	-	-	170	1.568	36	329	315
		4	-	-	-	-	-	7.492	3.247	555	2.562	1.690	538	2.413
MGW	voor 1945	2	2.629	2.451	-	-	-	905	-	-	2.958	782	621	1.552
		3	3.956	6.331	-	-	-	905	-	-	2.958	1.576	621	2.452
		4	3.956	8.451	-	11.162	67	10.272	4.262	555	-	6.129	-	6.728
	1945-1974	2	2.505	3.071	642	-	-	914	-	437	2.761	1.033	580	1.792
		3	3.803	6.181	707	-	-	914	-	1.190	2.761	1.889	580	2.704
		4	3.803	8.179	-	16.856	142	12.359	3.984	555	3.977	7.484	835	8.726
	1975-1995	2	1.858	2.053	-	-	-	742	-	-	3.083	605	647	1.348
		3	2.453	3.930	-	-	-	742	-	-	3.083	996	647	1.778
		4	2.453	5.233	-	8.658	36	7.975	3.883	555	-	4.475	-	4.990
	na 1995	2	1.479	2.039	253	-	-	720	-	437	2.799	672	588	1.348
		3	2.315	3.797	288	-	-	720	-	1.190	2.799	1.242	588	1.941
		4	2.315	4.971	-	12.795	177	9.377	3.168	555	4.028	5.434	846	6.550

Tabel C-2 Opbouw gemiddelde meerinvestering particuliere huurwoning

Type	Bouwjaarclass e	Niveau	Vloer	spouw					raam	deur	kierdic hting	ventila tie	BTW Isolati e	BTW Install atie	Flanke rende kosten
				dak	muur	gevel	paneel								
TSW	voor 1945	2	1.818	2.494	-	-	-	960	-	-	2.750	676	577	1.391	
		3	2.350	3.259	-	-	-	960	-	-	2.750	906	577	1.620	
		4	2.350	4.255	-	12.491	21	8.757	2.522	555	-	5.119	-	5.411	
	1945-1974	2	1.235	1.260	487	-	-	614	-	437	2.704	556	568	1.179	
		3	1.788	2.581	523	-	-	614	-	1.190	2.704	1.014	568	1.647	
		4	1.788	3.377	-	9.600	10	6.864	2.409	555	3.851	3.998	809	4.989	
	1975-1995	2	460	202	-	-	-	649	-	437	2.451	250	515	745	
		3	1.977	3.626	-	-	-	649	-	1.190	2.451	1.113	515	1.728	
		4	1.977	4.737	-	15.406	51	6.261	2.396	555	3.748	5.123	787	6.156	
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2.105	-	442	382	
		3	-	-	-	-	-	-	-	170	2.105	36	442	413	
		4	-	-	-	-	-	7.310	3.444	555	3.448	1.652	724	2.570	
H2K	voor 1945	2	440	1.485	-	-	-	643	-	-	2.447	325	514	878	
		3	530	1.878	-	-	-	643	-	-	2.447	411	514	963	
		4	534	2.421	-	4.624	40	5.900	2.057	463	3.732	2.601	784	3.473	
	1945-1974	2	286	684	190	-	-	636	-	256	1.768	283	371	671	
		3	340	938	204	-	-	636	-	579	1.768	405	371	786	
		4	340	1.174	-	2.889	312	6.779	1.902	463	2.730	2.306	573	2.920	
	1975-1995	2	169	-	15	-	-	512	-	256	1.589	133	334	451	
		3	278	1.294	19	-	-	512	-	579	1.589	402	334	751	
		4	278	1.607	-	4.789	170	4.885	1.465	463	2.787	2.275	585	2.896	
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.200	-	252	218	
		3	-	-	-	-	-	-	-	84	1.200	18	252	233	
		4	-	-	-	-	-	5.855	1.559	463	2.174	1.327	457	1.775	
VSW	voor 1945	2	1.126	1.451	-	-	-	663	-	-	3.187	414	669	1.127	
		3	1.480	2.754	-	-	-	663	-	-	3.187	675	669	1.414	
		4	1.480	3.588	-	4.062	55	5.533	2.613	555	-	2.768	-	3.098	
	1945-1974	2	1.226	1.917	171	-	-	609	-	437	2.700	593	567	1.233	
		3	1.666	2.384	184	-	-	609	-	1.190	2.700	916	567	1.532	
		4	1.666	3.106	-	4.296	176	6.137	2.358	555	3.963	2.897	832	3.898	
	1975-1995	2	442	49	-	-	-	561	-	437	2.209	215	464	657	
		3	1.722	3.241	-	-	-	561	-	1.190	2.209	1.010	464	1.560	
		4	1.722	4.232	-	7.231	58	5.061	2.241	555	3.538	3.346	743	4.309	
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.458	-	306	265	
		3	-	-	-	-	-	-	-	170	1.458	36	306	295	
		4	-	-	-	-	-	6.581	3.320	555	2.387	1.499	501	2.226	
MGW	voor 1945	2	1.866	2.200	-	-	-	939	-	-	3.163	638	664	1.421	
		3	2.447	4.111	-	-	-	939	-	-	3.163	1.035	664	1.854	
		4	2.447	5.353	-	6.133	64	8.091	3.273	555	-	4.078	-	4.499	
	1945-1974	2	5.106	5.710	2.775	-	-	1.116	-	437	2.643	2.065	555	3.061	
		3	6.861	8.635	2.982	-	-	1.116	-	1.190	2.643	3.042	555	4.054	
		4	6.861	11.169	-	13.678	48	16.939	5.153	555	3.914	8.776	822	10.18 7	
	1975-1995	2	1.818	2.494	-	-	-	960	-	-	2.750	676	577	1.391	
		3	2.350	3.259	-	-	-	960	-	-	2.750	906	577	1.620	
		4	2.350	4.255	-	12.491	21	8.757	2.522	555	-	5.119	-	5.411	
	na 1995	2	1.235	1.260	487	-	-	614	-	437	2.704	556	568	1.179	
		3	1.788	2.581	523	-	-	614	-	1.190	2.704	1.014	568	1.647	
		4	1.788	3.377	-	9.600	10	6.864	2.409	555	3.851	3.998	809	4.989	

Tabel C-3 Opbouw gemiddelde meerinvestering sociale huurwoning door corporaties

Type	Bouwjaarklasse	Niveau	Vloer	spouw					raam	deur	kierdic hting	ventila tie	BTW Isolati e	BTW Install atie	Flanke rende kosten
				dak	muur	gevel	paneel								
TSW	voor 1945	2	1.655	2.223	-	-	-	539	-	-	2.902	575	609	1.275	
		3	2.112	3.397	-	-	-	539	-	-	2.902	847	609	1.561	
		4	2.112	4.450	-	6.322	22	5.590	2.497	555	-	3.398	-	3.742	
	1945-1974	2	1.198	1.344	405	-	-	471	-	437	2.599	539	546	1.131	
		3	1.681	2.331	435	-	-	471	-	1.190	2.599	939	546	1.529	
		4	1.681	3.114	-	9.804	119	6.290	2.277	555	3.829	3.878	804	4.852	
	1975-1995	2	678	44	-	-	-	487	-	437	2.391	237	502	716	
		3	1.735	3.131	-	-	-	487	-	1.190	2.391	989	502	1.564	
		4	1.735	4.095	-	12.772	168	4.852	2.310	555	3.672	4.254	771	5.278	
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.878	-	394	341	
		3	-	-	-	-	-	-	-	170	1.878	36	394	372	
		4	-	-	-	-	-	6.352	2.754	555	3.035	1.450	637	2.218	
H2K	voor 1945	2	508	455	-	-	-	376	-	-	2.271	167	477	638	
		3	611	747	-	-	-	376	-	-	2.271	234	477	707	
		4	611	962	-	3.229	28	4.151	1.835	463	3.645	1.775	765	2.620	
	1945-1974	2	383	532	153	-	-	528	-	256	1.659	259	348	618	
		3	493	706	166	-	-	528	-	579	1.659	378	348	729	
		4	493	880	-	2.800	495	6.367	1.801	463	2.637	2.210	554	2.805	
	1975-1995	2	226	-	-	-	-	434	-	256	1.510	130	317	431	
		3	617	1.173	-	-	-	434	-	579	1.510	422	317	758	
		4	617	1.493	-	4.381	139	4.124	1.589	463	2.592	2.070	544	2.702	
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.119	-	235	203	
		3	-	-	-	-	-	-	-	84	1.119	18	235	218	
		4	-	-	-	-	-	5.778	1.474	463	2.049	1.310	430	1.726	
VSW	voor 1945	2	980	682	-	-	-	313	-	-	2.317	252	487	755	
		3	1.340	1.557	-	-	-	313	-	-	2.317	445	487	969	
		4	1.340	2.230	-	3.324	49	3.973	2.257	555	-	2.075	-	2.371	
	1945-1974	2	1.049	1.303	239	-	-	448	-	437	2.535	484	532	1.054	
		3	1.560	2.115	261	-	-	448	-	1.190	2.535	860	532	1.425	
		4	1.560	2.763	-	4.576	134	5.864	2.237	555	3.729	2.816	783	3.753	
	1975-1995	2	630	103	-	-	-	440	-	437	2.317	233	486	697	
		3	1.694	3.007	-	-	-	440	-	1.190	2.317	960	486	1.514	
		4	1.694	3.927	-	5.843	110	4.833	2.255	555	3.559	3.015	747	3.981	
	na 1995	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.818	-	382	330	
		3	-	-	-	-	-	-	-	170	1.818	36	382	361	
		4	-	-	-	-	-	4.775	2.739	555	2.896	1.119	608	1.904	
MGW	voor 1945	2	1.125	-	-	-	-	774	-	-	619	248	130	434	
		3	1.332	2.765	-	-	-	774	-	-	619	678	130	945	
		4	1.332	3.629	-	20.150	-	5.832	3.943	555	-	5.585	-	6.154	
	1945-1974	2	1.043	-	-	-	-	721	-	437	2.105	302	442	757	
		3	1.422	3.846	-	-	-	721	-	1.190	2.105	1.067	442	1.619	
		4	1.422	5.048	-	11.846	-	5.751	2.180	555	3.448	4.364	724	5.301	
	1975-1995	2	1.655	2.223	-	-	-	539	-	-	2.902	575	609	1.275	
		3	2.112	3.397	-	-	-	539	-	-	2.902	847	609	1.561	
		4	2.112	4.450	-	6.322	22	5.590	2.497	555	-	3.398	-	3.742	
	na 1995	2	1.198	1.344	405	-	-	471	-	437	2.599	539	546	1.131	
		3	1.681	2.331	435	-	-	471	-	1.190	2.599	939	546	1.529	
		4	1.681	3.114	-	9.804	119	6.290	2.277	555	3.829	3.878	804	4.852	



## D Labelstappen niveau 3

Voor de berekening van de huurverhoging volgens het sociaal huurakkoord zijn voor de sociale huurwoningen de volgende labelstappen berekend bij het niveau 3 maatregelpakket. De tabel bevat alle respondenten uit de energiemodule van WoON2018 die een sociale huurwoning zijn.

Tabel D-1 Frequentietabel (telling) labelstappen in analyse. De rijen vertegenwoordigen de oorspronkelijke labels, waar de kolommen de doellabels bevatten

	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
A++	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A+	1	8	0	0	0	0	0	0	0
A	0	15	185	0	0	0	0	0	0
B	0	3	197	20	0	0	0	0	0
C	0	1	298	46	32	0	0	0	0
D	0	1	99	21	50	9	0	0	0
E	0	1	34	20	28	10	3	0	0
F	0	0	6	11	21	8	3	0	0
G	0	0	0	1	22	7	2	2	0