



**STANDAARD VOOR  
WONINGISOLATIE**

**Bouwend Nederland**

24 april 2023

*Partner in 't hart van de bouw!*

---

## Standaard voor woningisolatie

Rapportage

---

### Bouwend Nederland

Zilverstraat 69  
2718 RP Zoetermeer



Vertegenwoordigd door: drs. E. van Niekerk

---

### Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.

Vestiging Zwolle  
Postbus 40147  
8004 DC Zwolle  
info@nieman.nl  
www.nieman.nl

Uitgevoerd door: De heer H.J.J. Valk  
De heer T.G. Haytink  
Mevrouw E.L. van der Sluis - Sleurink

*Wij gaan vertrouwelijk met uw gegevens om, geheel volgens de richtlijnen voor Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG).  
Lees onze privacyverklaring.*

---

Referentie: 20220811 / 27566

Status: Definitief

Datum: 24 april 2023

---

## Samenvatting

In opdracht van Bouwend Nederland heeft Nieman Raadgevende Ingenieurs een publicatie geschreven over de 'Standaard voor woningisolatie'. De 'Standaard voor woningisolatie' geeft een niveau aan waarmee de woning voldoende geïsoleerd is voor een toekomst zonder aardgas.

Bouwend Nederland ondersteunt haar leden bij de warmtetransitie van de bestaande woningvoorraad. De 'Standaard voor woningisolatie' biedt bewoners, en haar adviseurs, waaronder het uitvoerend bouwbedrijf, een handvat bij de opgave in de energietransitie naar duurzame warmte. Veel particulieren schakelen een (lokale) aannemer in voor de renovatie of verbouwing van de woning. De verbouw van een woning is een natuurlijk moment om na te denken over het verduurzamen van de woning en de mogelijkheden die er zijn om van het aardgas af te komen. In dit onderzoek willen we de aannemer praktische informatie geven voor advies aan tafel bij een bewoner over de 'Standaard voor woningisolatie' bij verbouwingen of renovaties.

In deze publicatie zijn drie onderdelen uitgewerkt:

- A. Een FAQ met 19 vragen/antwoorden over de 'Standaard voor woningisolatie'.
- B. De uitwerking van mogelijke maatregelenpakketten om te voldoen aan de Standaard voor zes woningtypologieën. Het betreft de volgende woningtypen uit verschillende bouwjaren:
  - 1. Tussenwoning
  - 2. Hoekwoning met dwarskap
  - 3. Tussenwoning gevelvullende elementen
  - 4. Hoekwoning plat dak
  - 5. Vrijstaande woning
  - 6. Semi-bungalow



Een overzicht van mogelijke maatregelenpakketten om het niveau van de Standaard na te streven is op de volgende pagina opgenomen.

- C. Aandachtspunten om de warmtevraag te verlagen tijdens planvorming en uitvoering. Hiervoor is een checklist opgesteld waarbij ingegaan wordt op de onderdelen om de warmtevraag te verlagen. Dit betreft de isolatiewaarde van vloer, gevel, dak, ramen, deuren en panelen. Daarnaast speelt de luchtdichtheid en het ventilatiesysteem een rol. Daarnaast zijn in bijlage 3 praktijkfoto's opgenomen met aandachtspunten van veel voorkomende luchtlekken in een woning.

### Samenvatting mogelijke maatregelenpakketten – praktijkprojecten

Het betreft de extra maatregelen ten opzichte van de huidige situatie om te voldoen aan de Standaard. De referentiesituatie speelt daarbij een belangrijke rol, voor de referentiesituatie is uitgegaan van een gemiddelde huidige situatie, zoals de woning er in 2023 voor staat.



	BG vloer	Spouwmuur	Gevelpanelen / voorzetwand	Dak	Ramen	Deuren	Infiltratie <sup>1)</sup>	Ventilatie <sup>2)</sup>
								
1a.	R <sub>c</sub> : 4,2 m <sup>2</sup> K/W			R <sub>c</sub> : 6,2 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas	U <sub>d</sub> : 2,0 m <sup>2</sup> K/W	0,70 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	C4c (CO <sub>2</sub> )
1b.	R <sub>c</sub> : 4,2 m <sup>2</sup> K/W			R <sub>c</sub> : 4,2 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas		1,00 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	D2
2a.	R <sub>c</sub> : 3,5 m <sup>2</sup> K/W			R <sub>c</sub> : 6,2 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas	U <sub>d</sub> : 2,0 m <sup>2</sup> K/W	1,00 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	C4a (CO <sub>2</sub> )
2b.				R <sub>c</sub> : 4,2 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas		1,00 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	D2
3a.	R <sub>c</sub> : 3,5 m <sup>2</sup> K/W		R <sub>c</sub> : 2,1 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>c</sub> : 6,3 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas	U <sub>d</sub> : 2,0 m <sup>2</sup> K/W	0,70 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	C4c (CO <sub>2</sub> )
3b.				R <sub>c</sub> : 4,2 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas		0,70 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	D2
4a.	R <sub>c</sub> : 4,2 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>c</sub> : 1,5 m <sup>2</sup> K/W		R <sub>c</sub> : 6,3 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas	U <sub>d</sub> : 2,0 m <sup>2</sup> K/W	0,59 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	D3 (CO <sub>2</sub> )
4b.	R <sub>c</sub> : 3,5 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>c</sub> : 1,5 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>c</sub> : 2,1 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>c</sub> : 6,3 m <sup>2</sup> K/W	triple-glas	U <sub>d</sub> : 2,0 m <sup>2</sup> K/W	0,59 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	C4a (CO <sub>2</sub> )
5a.	R <sub>c</sub> : 3,5 m <sup>2</sup> K/W			R <sub>c</sub> : 3,5 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas		1,50 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	C4c (CO <sub>2</sub> )
5b.			R <sub>c</sub> : 2,1 m <sup>2</sup> K/W		HR <sup>++</sup> -glas		2,50 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	C1
5c.				R <sub>c</sub> : 3,5 m <sup>2</sup> K/W			1,50 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	D2
6a.	R <sub>c</sub> : 3,5 m <sup>2</sup> K/W			R <sub>c</sub> : 4,2 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>+</sup> -glas	U <sub>d</sub> : 2,0 m <sup>2</sup> K/W	0,98 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	C4c (CO <sub>2</sub> )
6b.	R <sub>c</sub> : 3,5 m <sup>2</sup> K/W			R <sub>c</sub> : 4,2 m <sup>2</sup> K/W	HR <sup>++</sup> -glas		0,98 dm <sup>3</sup> .s/m <sup>2</sup>	D2

#### Legenda



Benodigde maatregelen voor niveau Standaard t/m 1945 (aanvoertemperatuur 70°C)



Benodigde maatregelen voor niveau Standaard na 1945 (aanvoertemperatuur 50°C)

- 1) Voor de infiltratie is uitgegaan van de forfaitaire waarden conform de voorwaarden uit ISSO 82.1 op basis van het renovatiejaar, gebouwkenmerken en dakvorm.
- 2) Type ventilatiesystemen
  - C1: natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (toevoer door roosters of ramen)
  - C4a: natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (toevoer door zelfregelende roosters, sturing op afvoer door CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer)
  - C4c: natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (toevoer door zelfregelende roosters, sturing op afvoer door CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer en hoofdslaapkamer)
  - D2: centrale WTW-installatie zonder zonering en zonder sturing
  - D3: centrale WTW, sturing op toe- en afvoer door CO<sub>2</sub> meting in woonkamer, zonder zonering

Zoals uit de samenvatting van mogelijke maatregelenpakketten blijkt, is bij het isoleren naar de Standaard niet alleen het isoleren van de vloer, gevel en dak relevant maar bovenal de aanpak van de andere grote warmtelekken: het glas, de luchtdichtheid en het verbeteren van het ventilatiesysteem. De focus ligt dus niet alleen op isoleren, maar ook op een goede luchtkwaliteit, waarbij aandacht voor de zomerperiode essentieel is. Alhoewel de warmtevraag zich richt op bouwkundige maatregelen in de winterperiode, zijn passieve bouwkundige maatregelen zoals een overstek/zonwering om te hoge binnentemperaturen in de zomerperiode te beperken eveneens nodig voor een comfortabele woning.

Zie de 'Standaard voor woningisolatie' als absolute ondergrens. Het verder verbeteren van de thermische schil voorbij de Standaard wordt zeker bij vooroorlogse woningen sterk aanbevolen. Door te verduurzamen voorbij de Standaard ontstaan er meer mogelijkheden voor alternatieven voor aardgas, lagere energielasten en een hoger comfort.

Zwolle, 24 april 2023

**Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.**



E.L. van der Sluis - Sleurink



T.G. Haytink

Wij gaan vertrouwelijk met uw gegevens om, geheel volgens de richtlijnen voor Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG). [Lees onze privacyverklaring](#). De inhoud van dit document is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n). Gebruik, openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan. Op al onze diensten en producten zijn onze [algemene voorwaarden](#) van toepassing.

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>		<b>1</b>
<b>Hoofdstuk 1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>Hoofdstuk 2</b>	<b>FAQ 'Standaard voor woningisolatie'</b>	<b>7</b>
<b>Hoofdstuk 3</b>	<b>Overzicht praktijkprojecten</b>	<b>15</b>
3.1	Overzicht woningtypen	15
3.2	Uitgangspunten berekeningen	17
3.3	Grenswaarde 'Standaard voor woningisolatie'	18
3.4	Afwegingen bij uitwerken maatregelenpakketten	20
<b>Hoofdstuk 4</b>	<b>Mogelijke maatregelenpakketten per praktijkproject</b>	<b>22</b>
4.1	1. Tussenwoning – jaren '50	22
4.2	2. Hoekwoning met dwarskap – jaren '80	25
4.3	3. Tussenwoning met gevelvullende elementen – jaren '60/'70	28
4.4	4. Hoekwoning met plat dak – jaren '60	31
4.5	5. Vrijstaande woning – jaren '30	34
4.6	6. Bungalow – jaren '60	38
<b>Hoofdstuk 5</b>	<b>Aandachtspunten planvorming en uitvoering</b>	<b>42</b>
5.1	Aandachtspunten verlagen warmtevraag	42
5.2	Aandachtspunten en consequenties planvorming	43
<b>Bijlage 1 -</b>	<b>Mogelijke maatregelenpakketten per praktijkproject</b>	<b>46</b>
<b>Bijlage 2 -</b>	<b>Checklist</b>	<b>47</b>
<b>Bijlage 3 -</b>	<b>Aandachtspunten luchtdichtheid</b>	<b>48</b>

## Hoofdstuk 1 Inleiding

### Aanleiding

In de zomer van 2021 is de 'Standaard voor woningisolatie' geïntroduceerd. De 'Standaard voor woningisolatie' geeft aan of een bestaande woning goed genoeg geïsoleerd is voor een verwarmingssysteem zonder aardgas. De 'Standaard voor woningisolatie' richt zich op de warmtevraag van een woning uitgedrukt in kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> gebruiksoppervlak per jaar die nodig is om de woning te verwarmen. Omdat het gaat om de warmtebehoefte wordt de installatie en het energiegebruik daarbij niet betrokken. Dit betekent dat niet ingegaan wordt op het type en rendement van de verwarming- en tapwaterinstallatie of de bijdrage van PV-panelen.

De gehele woningschil wordt beoordeeld, wat verder gaat dan uitsluitend isolatie van de dichte delen. De Standaard is daarmee een maatstaf voor de thermische kwaliteit van de gebouwschil. Er wordt onderscheid gemaakt in een voor- en naoorlogse Standaard. Uitgangspunt bij het bepalen van de hoogte van de Standaard is geweest het 'isoleren binnen de schil' en het verwarmen met het bestaande afgiftesysteem.

De warmtevraag is afhankelijk van de geometrie van de woning, oriëntatie, de bouwkundige kwaliteit, het isolatieniveau en de lucht volumestromen (ventilatie, infiltratie). Het voldoen aan de Standaard vraagt om maatwerk per adres.



Bron foto: Nieman RI

### **Doel onderzoek**

Bouwend Nederland ondersteunt haar leden bij de warmtetransitie van de bestaande woningvoorraad. De Standaard voor woningisolatie biedt bewoners een handvat bij de opgave in de energietransitie naar duurzame warmte. Veel particulieren schakelen een (lokale) aannemer in voor de renovatie of verbouwing van de woning; deze fungeert dan vaak ook als adviseur voor deze groep opdrachtgevers. De verbouw van een woning is een natuurlijk moment om na te denken over het isoleren van de woning en de mogelijkheden om aardgasvrij te worden. In dit onderzoek willen we de aannemer praktische informatie geven voor advies aan tafel bij verbouwingen of renovaties.

Hiervoor zijn in deze publicatie verschillende vragen/antwoorden over de 'Standaard voor woningisolatie' uitgewerkt. Daarnaast komen zes praktijkprojecten aan bod met mogelijke maatregelenpakketten om te voldoen aan de 'Standaard voor woningisolatie'. Verschillende aandachtspunten in de uitvoering staan in het laatste hoofdstuk vermeld.

### **Leeswijzer**

De opbouw van deze rapportage is als volgt:

- Hoofdstuk 2: FAQ over de 'Standaard voor woningisolatie'
- Hoofdstuk 3: Overzicht praktijkprojecten
- Hoofdstuk 4: Mogelijke maatregelenpakketten per praktijkproject
- Hoofdstuk 5: Aandachtspunten planvorming en uitvoering



## Hoofdstuk 2 FAQ ‘Standaard voor woningisolatie’

Vanuit de leden van Bouwend Nederland zijn meerdere vragen naar voren gekomen over de ‘Standaard voor woningisolatie’. Deze vragen hebben betrekking op de volgende thema’s:

- Vragen over de betekenis de ‘Standaard voor woningisolatie’;
- Vragen over de hoogte van de normen;
- Vragen over de warmtevraag van een woning;
- Vragen over verbetering van de bouwkundige schil;
- Vragen over installaties voor verwarming en ventilatie;
- Vragen over kosten en baten.

In deze FAQ zijn de volgende 19 vragen over de ‘Standaard voor woningisolatie’ beantwoord. Op de website van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland is eveneens meer informatie te vinden over de Standaard en streefwaarden voor woningisolatie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/standaard-streefwaarden-woningisolatie>.

### Vragen over de betekenis de Standaard voor Woningisolatie

#### 1. Wat houdt de ‘Standaard voor woningisolatie’ in?

De ‘Standaard voor woningisolatie’ geeft aan of een bestaande woning goed genoeg geïsoleerd is voor een verwarmingssysteem zonder aardgas. De ‘Standaard voor woningisolatie’ richt zich op de warmtevraag van een woning uitgedrukt in kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> gebruiksoppervlak per jaar die nodig is om de woning te verwarmen. De warmtevraag is afhankelijk van het samenspel van geometrische kenmerken, oriëntatie, de bouwkundige kwaliteit, het isolatieniveau en de luchtstromen (ventilatie, infiltratie). De warmtevraag wordt berekend volgens de bepalingmethode NTA 8800 die ook voor het vaststellen van het energielabel wordt gebruikt. Op het Energielabel van de woning staat vanaf 2021 de waarde van de warmtebehoefte vermeld.

#### 2. Is de ‘Standaard voor woningisolatie’ verplicht?

Nee, vooralsnog heeft de ‘Standaard voor woningisolatie’ geen verplichtend karakter. Gezien het einddoel in 2050 en de warmte transitievisie van gemeenten ligt het in de lijn der verwachting dat er de komende jaren meer gestuurd gaat worden op het verlagen van de warmtevraag. De Standaard voor woningisolatie geeft gebouweigenaren een handvat in hoeverre er geïsoleerd moet worden.

#### 3. Wat is het verschil tussen het Energielabel en de ‘Standaard voor woningisolatie’?

Zowel het Energielabel als de Standaard worden berekend op basis van dezelfde bepalingmethode: de NTA 8800. Wel zijn het twee verschillende indicatoren.

- Het Energielabel gaat over het energiegebruik. Het label wordt bepaald aan de hand van de uitkomst van het genormeerde gebouwgebonden energiegebruik (EP-2 indicator). Het Energielabel heeft betrekking op het berekende energiegebruik voor ruimteverwarming, warm tapwater, ventilatie, koeling, zonne-energie (ofwel alle gebouwgebonden energiegebruik). Het is daarmee afhankelijk van de warmte-oplossing (type en rendement CV-ketel/warmtepomp/elektrische verwarming of warmtenet) en de lokale energieopwekking (PV). Het huishoudelijk energiegebruik telt niet mee voor het Energielabel.
- De Standaard voor woningisolatie is een richtwaarde voor de warmtevraag. De warmtevraag hangt af van zaken als isolatie, kierdichting en ventilatie en is onafhankelijk van de warmte-oplossing. Met andere woorden welke ketel, boiler of warmtepomp wordt gebruikt of hoeveel PV-panelen er zijn toegepast, speelt geen rol voor de warmtevraag.

Ondanks dat het twee verschillende indicatoren zijn, is er op basis van kennis en ervaring wel een zekere mate van samenhang tussen beide te benoemen:

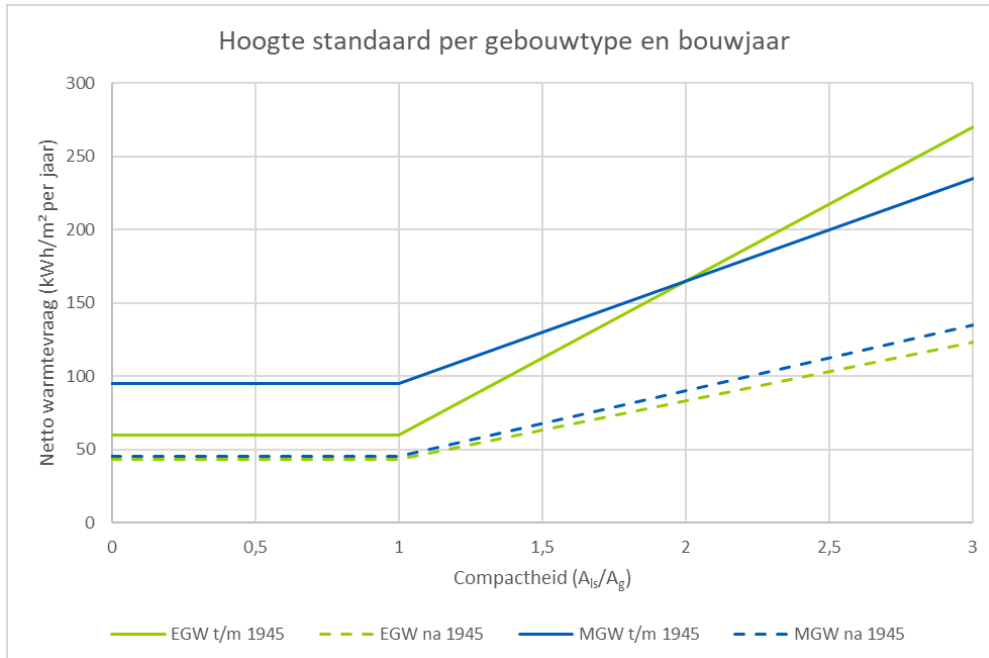
- Vooroorlogse Standaard leidt veelal tot een energielabel D (zonder de invloed van eventueel aanwezige PV-panelen);
- Naoorlogse Standaard leidt veelal tot een energielabel A of B (zonder PV).

### Vragen over de hoogte van de normen

#### 4. Is de hoogte van de 'Standaard voor woningisolatie' voor elk woningtype gelijk?

Nee, de 'Standaard voor woningisolatie' maakt onderscheid in: eengezinswoningen en meergezinswoningen. Daarnaast is de bouwperiode relevant; woningen gebouwd tot en met 1945 hebben een minder streng na te streven niveau dan woningen gebouwd na 1945. Door het (veelal) ontbreken van een geschikte gevelspouw voor na-isolatie hebben vooroorlogse woningen een ander niveau van de Standaard. Naast het woningtype en bouwjaar is de hoogte van de Standaard afhankelijk van de vormfactor van de woning ofwel de verhouding tussen het verliesoppervlak (warmteverlies via vloer, gevel, daken, ramen, deuren en panelen) en het gebruiksoppervlakte.

De grenswaarde van de Standaard staat in onderstaande grafiek en de formule in onderstaande tabel.



Grenswaarden Standaard		
Woningtype	Compactheid ( $A_{i,s}/A_g$ )	Netto warmtevraag (kWh/m <sup>2</sup> )
Eengezinswoningen, voor 1945	< 1,00	≤ 60
	≥ 1,00	≤ 60 + 105 * ( $A_{i,s}/A_g - 1,0$ )
Eengezinswoningen, na 1945	< 1,00	≤ 43
	≥ 1,00	≤ 43 + 40 * ( $A_{i,s}/A_g - 1,0$ )
Meergezinswoningen, voor 1945	< 1,00	≤ 95
	≥ 1,00	≤ 95 + 70 * ( $A_{i,s}/A_g - 1,0$ )
Meergezinswoningen, na 1945	< 1,00	≤ 45
	≥ 1,00	≤ 45 + 45 * ( $A_{i,s}/A_g - 1,0$ )

##### 5. Voldoen woningen uit de jaren '90 die voorzien zijn van een EPC-berekening aan de 'Standaard voor woningisolatie'?

Woningen uit de jaren '90 komen qua warmtevraag in de buurt van de 'Standaard voor woningisolatie'. Met de komst van het Bouwbesluit in 1992 zijn er minimale eisen gekomen voor de warmtewestand van dichte delen (vloer, gevel en dak) van tenminste  $R_c: 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Daarnaast werd in de jaren '90 de stap gemaakt van dubbel glas naar HR/HR<sup>++</sup>-glas. Om te voldoen aan de 'Standaard voor woningisolatie' ligt de nadruk voor woningen uit de jaren '90 niet zozeer op extra isolatie van de vloer/gevel/dak maar meer op het verbeteren van de luchtdichtheid van de woning, het vervangen van het glas en/of het ventilatiesysteem. Let wel op de beschikbare verwarmingscapaciteit, ondanks dat de woning bijna aan de Standaard voldoet is de woning niet zondermeer geschikt voor een LT-systeem.

**6. Wat is het verschil tussen de ‘Standaard voor woningisolatie’ en de streefwaarden?**

De ‘Standaard voor woningisolatie’ is een kenmerk op woningniveau. De streefwaarde is een kenmerk op bouwdeelniveau (vloer, gevel, dak, kozijnen, luchtdichtheid van de woning of het ventilatiesysteem). De streefwaarden zijn bedoeld om handelingsperspectief te geven bij verbouwingen waar slechts één of enkele bouwdeelen integraal worden aangepakt. Het niveau van de streefwaarde van één onderdeel ligt aanzienlijk hoger dan de Standaard. Denk voor de streefwaarde aan het niveau nieuwbouw-plus.

**7. Is het zinvol om een aanbouw aan de Streefwaarden te laten voldoen als de woning minder goed geïsoleerd is?**

Een nieuwe aan- of uitbouw moet voldoen aan de nieuwbouwvoorschriften met de bijbehorende minimale thermische kwaliteit ( $R_c$ -waarde/ $U$ -waarden) uit het Bouwbesluit / (toekomstig) Besluit Bouwwerk Leefomgeving en voldoet daarmee al aan het kwaliteitsniveau van de Standaard. Het is raadzaam om bij elke verbouw het verduurzamingsniveau zo hoog mogelijk aan te houden, ondanks dat de rest van de woning matig geïsoleerd is. De Standaard kijkt namelijk naar de totale woning.

## Vragen over de warmtevraag van een woning

**8. Wat is het verschil tussen EP-1 (energiebehoefte) en de warmtevraag?**

Voor nieuwbouw gelden de BENG-eisen. Eén hiervan is de ‘energiebehoefte’; ook bekend als BENG-1 en weergegeven met de EP-1-indicator. De Standaard verschilt op twee belangrijke punten van de energiebehoefte zoals die met de EP-1-indicator wordt bepaald:

- Bij de bepaling van de energiebehoefte (EP-1) wordt de energiebehoefte van zowel de warmte- als de koudebehoefte meegenomen. Bij de bepaling van de warmtevraag wordt geen rekening gehouden met de koudebehoefte.
- Bij de bepaling van de energiebehoefte (EP-1) wordt gerekend met een vastgesteld ventilatiesysteem: systeem C1. Ventilatiesysteem C1 houdt in dat er sprake is van natuurlijke toevoer via standaard (niet zelfregelende) roosters en een (ongestuurde) mechanische afzuiging van de ventilatielucht. Dat is gedaan om woningen beter onderling vergelijkbaar te maken en past bij het karakter van een eis voor nieuwbouw. Bij de bepaling van de warmtevraag (formeel: ‘netto-warmtebehoefte’) wordt gerekend met het werkelijk toegepaste ventilatiesysteem. De warmtevraag komt beter overeen met de werkelijkheid dan de EP-1-indicator.

**9. Wat is het verschil tussen de ‘netto-warmtebehoefte’ en de warmtevraag van een woning?**

Met beide termen wordt hetzelfde bedoeld. De ‘netto-warmtebehoefte’ is de benaming zoals deze in de bepalingmethode NTA 8800 wordt gebruikt. In deze publicatie wordt de term warmtevraag gebruikt.

#### 10. Welke maatregelen zijn van invloed op de warmtevraag van een woning?

De volgende aspecten zijn **wel** van invloed op de warmtevraag:

- Geometrie/compactheid van de woning, dus een hoek- en tussenwoning hebben een andere compactheid, maar ook een uitbouw, dakkapel of loggia is van invloed;
- Oriëntatie van de woning;
- Glasoppervlakte en zontoetreding via het glas ( $g_{gl}$ -waarde, overstekken/ belemmeringen, zonwering);
- Thermische kwaliteit van de constructies:
  - Warmteweerstand ( $R_c$ -waarde) van vloer, gevel- en dakconstructies
  - Warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) van kozijnen, glas, panelen, wang dakkapel
- Luchtdichtheid van de woning;
- Ventilatiesysteem (type, sturing en zonering).

De volgende aspecten zijn **niet** van invloed op de warmtevraag:

- Toegepaste warmteopwekker;
- Warm tapwater gebruik (en het type opwekker daarvoor);
- Verlichting;
- Elektrische opwekking (bijvoorbeeld via PV-panelen);
- Koeling;
- Specifiek bewonersgedrag (er wordt in de rekenmethode uitgegaan van een standaard gebruikersgedrag, met voldoende ventilatie).

#### Vragen over verbetering van de bouwkundige schil

##### 11. Staat het maatregelenpakket vast om aan de 'Standaard voor woningisolatie' te voldoen?

Nee, er zijn in de meeste situaties meerdere mogelijkheden. Afhankelijk van de beginsituatie of van specifieke wensen zijn er meer maatregelenpakketten mogelijk. In deze publicatie zijn voor zes woningtypen meerdere maatregelenpakketten per type uitgewerkt. Het doel van de Standaard is niet om isolatiewaarden voor te schrijven, maar de netto-warmtebehoefte is als maatstaf gekozen, waardoor keuzevrijheid ontstaat in oplossingen. Zo wordt maatwerk mogelijk. Hierdoor kan rekening worden gehouden met de (on)mogelijkheden op adresniveau: zoals het ontbreken van een spouwmuur of een vloer op zand waardoor de begane grondvloer niet of minder geïsoleerd kan worden.

##### 12. Kan isoleren tot de 'Standaard voor woningisolatie' stapsgewijs worden uitgevoerd?

Ja, het is mogelijk om stapsgewijs op het niveau de Standaard te komen. Dat kan over meerdere jaren worden uitgespreid. Daar staat tegenover dat een goed geïsoleerde woning minder gas, elektra of warmte vraagt. Dit

levert voor een gebouweigenaar direct lagere energielasten en een hoger comfort op. Het is wenselijk om op korte termijn te sturen op vraagbeperking, kijk voor mogelijkheden bijvoorbeeld op de website: [verbeterjehuis.nl](http://verbeterjehuis.nl)

### 13. Wanneer is het interessant om te verduurzamen voorbij de 'Standaard voor woningisolatie'?

De 'Standaard voor woningisolatie' is een niveau dat als toekomstvast kan worden beschouwd. De betreffende woning hoeft dan voor 2050 niet nogmaals geïsoleerd te worden, bij aansluiting op duurzame (warmte)bronnen met een lagere temperatuurwarmte, mits de temperatuur daarvan ten minste 50°C is (voor vooroorlogse woningen 70°C).

De Standaard vormt echter het minimum, er zijn redenen om te verduurzamen voorbij de Standaard zoals:

- een verbouwing in lege staat biedt mogelijkheden om verder te gaan dan de ondergrens; of
- bij technische problemen bijvoorbeeld als gevolg van het verzakken van een vloer/fundering waardoor de vloer vervangen moet worden; of
- als er een koppelkans is zoals bij het realiseren van een uitbouw, een extra bouwlaag (optopping), een dakkapel of vloerverwarming op de begane grond; of
- als de woning geschikt moet zijn voor een laagtemperatuursysteem ( $\leq 30$  á  $40^\circ\text{C}$ ).

### 14. Welke (bijkomende) bouwkundige oplossingen zijn noodzakelijk om te komen tot de Standaard voor woningisolatie of de Streefwaarden?

Bij de 'Standaard voor woningisolatie' worden maatregelen getroffen die grotendeels binnen de thermische schil te realiseren zijn. Hierdoor hoeft er bij de Standaard niet of in mindere mate rekening te worden gehouden met randzaken zoals dakranden, loodlijnen, de aansluiting naar burens, etc.

Bij de streefwaarde is dat anders. Daar wordt een niveau nagestreefd dat hoger ligt dan nieuwbouw, waardoor bij een individuele aanpak van de gevel of het dak rekening moet worden gehouden met randeffecten. Enkele voorbeelden daarvan:

- Om een bestaand plat dak naar een  $R_c = 8,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  te brengen moeten bijvoorbeeld de dakranden en loodlijnen opgehoogd worden; bij een rijwoning speelt de aansluiting naar de burens een rol.
- Om een bestaand hellend dak naar een  $R_c = 8,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  te brengen moet rekening worden gehouden met de bouwkundige aansluitingen, onder andere ter plaatse van de dakgoot en naar de naastgelegen woningen: waterdichtheid, luchtdichtheid, constructie, welstand.
- Zijn de bestaande kozijnen geschikt om triple glas toe te passen?
- Om een bestaande gevel te voorzien van buitengevelisolatie moet rekening worden gehouden met de bouwkundige aansluiting naar de naastgelegen woningen: waterdichtheid, luchtdichtheid, constructie, welstand.
- Om gebalanceerde ventilatie toe te passen in bestaande woningen zijn bijkomende bouwkundige werkzaamheden nodig zoals: sparingen, koven, dakdoorvoeren, aanvullende maatregelen ten aanzien van installatiegeluid.

## Vragen over installaties voor verwarming en ventilatie

**15. Als voldaan wordt aan de ‘Standaard voor woningisolatie’, is de woning dan geschikt voor een warmtepomp?**

De hoogte van de naoorlogse Standaard is dusdanig gekozen dat de woning geschikt is voor een aanvoertemperatuur van circa 50°C. Hiervoor is gekozen omdat dit momenteel de bovengrens vormt van een reguliere warmtepomp. Opgemerkt wordt dat een warmtepomp een beter rendement heeft bij een lagere temperatuur (dus bij een lagere warmtevraag door betere isolatie). Door op ‘warmtestage’ te gaan kan een gebouweigenaar ervaren of met deze aanvoertemperatuur de woning warm kan worden gehouden. Dit kan door de aanvoertemperatuur van de CV-ketel te verlagen in een week waarbij de buitentemperatuur rond het vriespunt is. Als dat door de bewoner nog steeds als comfortabel wordt beschouwd is de verhouding tussen een lagere warmtevraag en een lagere aanvoertemperatuur in balans.

**16. Als voldaan wordt aan de ‘Standaard voor woningisolatie’ kunnen de bestaande radiatoren dan gehandhaafd blijven?**

In de meeste situaties kunnen de bestaande radiatoren worden gehandhaafd. Veelal is de warmtecapaciteit in de bestaande situatie over-gedimensioneerd en is er na renovatie minder capaciteit nodig als gevolg van een lagere warmtevraag. In enkele gevallen is er extra afgifte vermogen nodig, bijvoorbeeld in kleine vertrekken, op het noorden, met veel glas, of in vertrekken waar de aanwezige radiator een te kleine capaciteit heeft. Met speciale laagtemperatuurradiatoren kan vaak wel een beter rendement worden bereikt en wordt het comfort soms als beter ervaren.

**17. Is het ventilatiesysteem van invloed op de ‘Standaard voor woningisolatie’?**

Ja, de warmtevraag is mede afhankelijk van het toegepaste ventilatiesysteem. Ventileren betekent per definitie energieverlies omdat met de afgevoerde lucht ook een deel van de warmte de woning verlaat. Het type ventilatiesysteem (wel/geen zelfregelende roosters), de mogelijkheid voor warmteterugwinning en de sturing op basis van tijd of CO<sub>2</sub> spelen een rol in de hoogte van de netto-warmtebehoefte. Meer informatie over ventilatiesystemen en een goede luchtkwaliteit in huis is bijvoorbeeld te vinden op:

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/ventilatie/slim-en-energiezuinig-ventileren/>

## Vragen over kosten en baten

### 18. Kan er iets worden gezegd over de kosten in relatie tot de Standaard of de streefwaarden?

De kosten die nodig zijn om te voldoen aan de 'Standaard voor woningisolatie' zijn sterk afhankelijk van de referentiesituatie van de woning en verschillen per adres. De huidige situatie is namelijk in veel gevallen een andere kwaliteit dan de oorspronkelijke bouwkwaliteit. Ook hangt het ervan af of maatregelen gecombineerd worden met een verbouwing, of met onderhoud dat al op de planning stond. In dat geval tellen alleen de meerkosten mee.

Punten die van invloed zijn op de uiteindelijke kosten:

- De al uitgevoerde isolatiemaatregelen aan de woning in het verleden en daarmee in de benodigde maatregelen om te komen tot de Standaard;
- Het uitgevoerde onderhoud aan de woning;
- Worden de werkzaamheden zelf of door een externe partij uitgevoerd?
- Wordt de verduurzaming gekoppeld aan een natuurlijk vervangingsmoment (bijvoorbeeld gelijktijdig met het vervangen van de dakbedekking of kozijnen die het einde van de levensduur naderen);
- Fluctuatie in bouwkosten.

Om een indicatie van de investering wordt verwezen naar externe publicatie, zoals: [www.verbeterjehuis.nl](http://www.verbeterjehuis.nl) en naar de financieringswijzer van Bouwend Nederland:

<https://www.bouwendnederland.nl/media/13161/financieringswijzer-energiezuinig-ver-bouwen-februari-2022.pdf>

### 19. Met welke argumenten kan een particuliere woningeigenaar over de streep worden getrokken om bij een verduurzaming te voldoen aan het niveau van de 'Standaard voor woningisolatie'?

Het voldoen aan de 'Standaard voor woningisolatie' levert de volgende voordelen op:

- Keuzevrijheid in meerdere alternatieven voor aardgas (warmte opwekkers) bij het voldoen aan de naorlogse Standaard;
- Lagere woonlasten;
- Verbetering van het comfort in de winterperiode, houd ook aandacht voor zomercomfort door bijvoorbeeld de toepassing van buitenzonwering;
- Lager benodigd verwarmingsvermogen van een warmtepomp.



## Hoofdstuk 3 Overzicht praktijkprojecten

De mogelijke maatregelen die getroffen kunnen worden om te voldoen aan de Standaard kunnen op adresniveau verschillen. Met name de uitgevoerde isolatiemaatregelen, onderhoudscyclus en verbouwplannen van de bewoner bepalen de uitgangspositie en mogelijkheden. Om een indruk te krijgen van mogelijke maatregelenpakketten is voor zes praktijkprojecten een berekening van de warmtevraag bepaald.

### 3.1 Overzicht woningtypen

In samenspraak met de leden van Bouwend Nederland zijn zes verschillende woningtypen bepaald. Dit betreft uitsluitend grondgebonden woningen. Woongebouwen worden vaak op collectieve schaal verduurzaamd door de grotere bouwbedrijven. Bij de collectieve aanpak van het verduurzamen van woongebouwen ligt de focus meer op het proces, bereiken van consensus en de financiering. In deze publicatie wordt daaraan voorbij gegaan. Enkele voorbeelden van woongebouwen die voldoen aan de Standaard zijn opgenomen in de publicatie van Expertise Centrum Warmte (ECW)<sup>1</sup>.

Er is gekozen voor een variatie van grondgebonden woningen. Specifieke eigenschappen van de woning:

1. Tussenwoning jaren '50: 'metselwerk'-uitstraling, kleine ramen.
2. Hoekwoning met dwarskap: andere dakvorm, topgevel voorzien van plaatmateriaal gevelbekleding
3. Tussenwoning gevelvullende elementen: 'doorzonwoning', geen metselwerk, ramen en panelen in de langsgewel
4. Hoekwoning plat dak: andere dakvorm, woning geschikt voor optopping
5. Vrijstaande woning: vooroorlogs, uitgangspunt geen spouwmuur, latere uitbouw, glas-in-loodramen
6. Bungalow: 'B.G.' woning, oorspronkelijk gerealiseerd in houtskeletbouw

---

1

<https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniekfactsheets+gebouwmaatregelen/isoleren/voorbeeldwoningen+de+standaard/default.aspx>

In onderstaande tabel staat een impressie van de aangehouden woningtypen, om de verschillende gebouwkenmerken aan te geven zoals: bouwjaar, daktype, vorm, etc. De berekening is geen één-op-één afspiegeling van de foto.

*Tabel 1: onderzochte woningtypologieën (bron: Nieman RI)*



*1. Tussenwoning (jaren '50)*



*2. Hoekwoning met dwarskap (jaren '80)*



*3. Tussenwoning met gevelvullende elementen (jaren '60/'70)*



*4. Grondgebonden woning plat dak (jaren '60)*



*5. Vrijstaande woning (jaren '30)*



*6. Semi-bungalow (jaren '60)*

### 3.2 Uitgangspunten berekeningen

Voor de berekening van de warmtevraag van de woningen zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

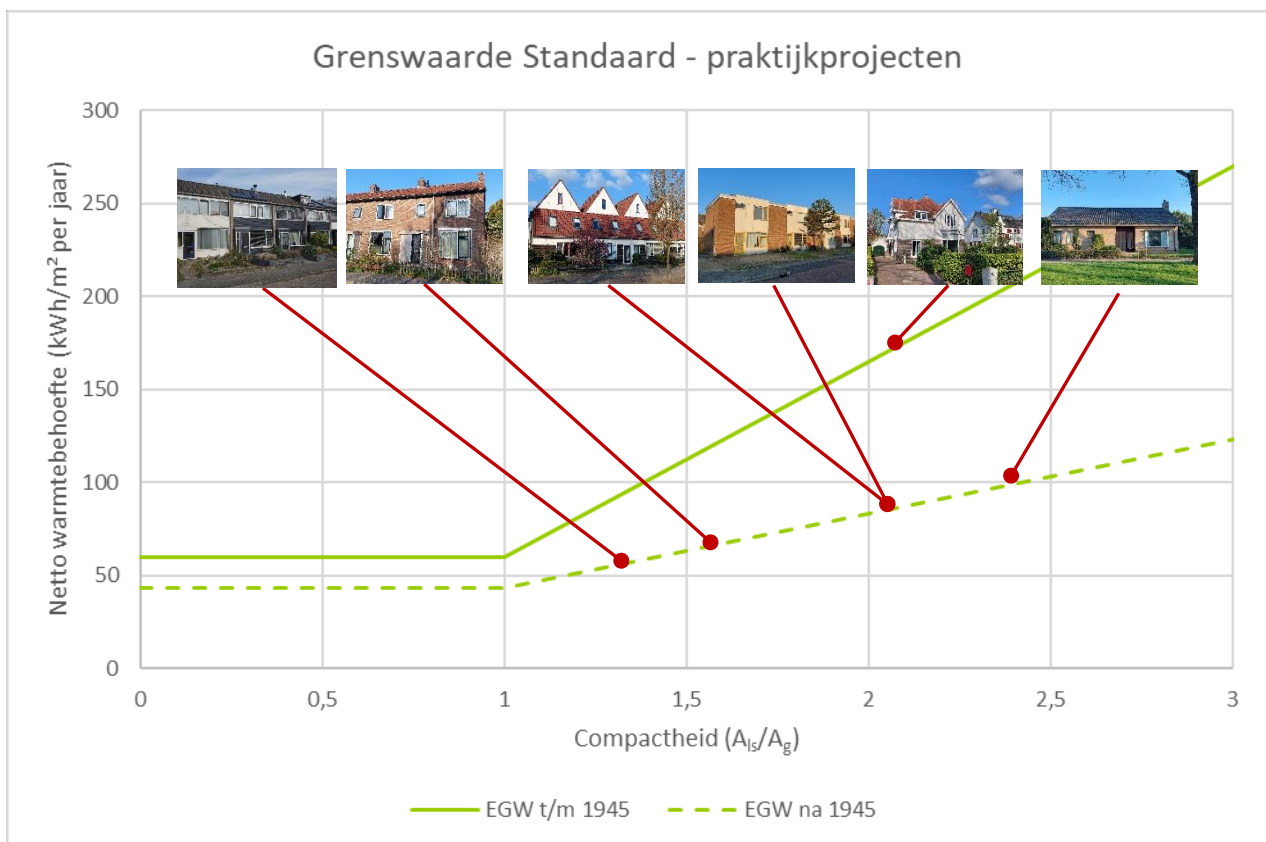
- Voor de berekening van de warmtevraag is gebruik gemaakt van NTA 8800:2022.
- De berekeningen zijn opgesteld met behulp van rekensoftware Uniec 3.1.5.0.
- Per woningtype is een referentiesituatie gedefinieerd, waarbij de situatie zoals deze in 2023 naar verwachting voorkomt het uitgangspunt is. Deze situatie is meer divers dan de oorspronkelijke thermische kwaliteit bij realisatie; hoe ouder de woningen, hoe groter dat verschil en hoe groter de onderlinge variatie, zeker bij particulier bezit.
- Er is in basis geen gebruik gemaakt van een BCRG-verklaring voor bouwkundige en/of installatietechnische uitgangspunten. Wel is voor het verlagen van de U-waarde van de ramen gebruik gemaakt van een aangescherpte U-waarde, die gerealiseerd kan worden door nieuwe (kunststof) kozijnen met triple-glas voorzien van BCRG-verklaring. In zijn algemeenheid geldt dat door het gebruik van een specifiek product met BCRG-verklaring de rekenwaarde voor de thermische kwaliteit kan worden verhoogd en/of de isolatiedikte worden verminderd.
- Het isoleren van de verticale leidingen door de thermische schil (bijvoorbeeld de standleiding) is een parameter met relatief grote invloed op de berekening van de warmtevraag. In de bestaande bouw vraagt dat om de bereikbaarheid van schachten. Vooral nog is deze maatregel niet in de maatregelenpakketten opgenomen. Het effect op de warmtevraag door het isoleren van de standleiding is circa 1,5 kWh/m<sup>2</sup>.
- Voor het na-isoleren van de vloer, gevel en het dak worden verschillende mogelijkheden omschreven. Er is bewust geen specifiek merk (naam fabrikant) en type isolatie omschreven.
- Het verbeteren van de luchtdoorlatendheid van de woning vraagt inzicht in de luchtlekken van een woning. Dit kan met een meting van de luchtdoorlatendheid inzichtelijk worden gemaakt. Aangezien dit arbeidsintensief is en daardoor niet voor elke woning wenselijk is, is in bijlage 3 met foto's aangegeven waar veel voorkomende luchtlekken te vinden zijn.

In de berekening is voor de luchtdoorlatendheid aangesloten op de jaarklassen uit de ISSO 82.1. Voor een tussenwoning levert dit afhankelijk van de jaarklasse de volgende infiltratiewaarde op ( $q_{v,10;ref}$ ).

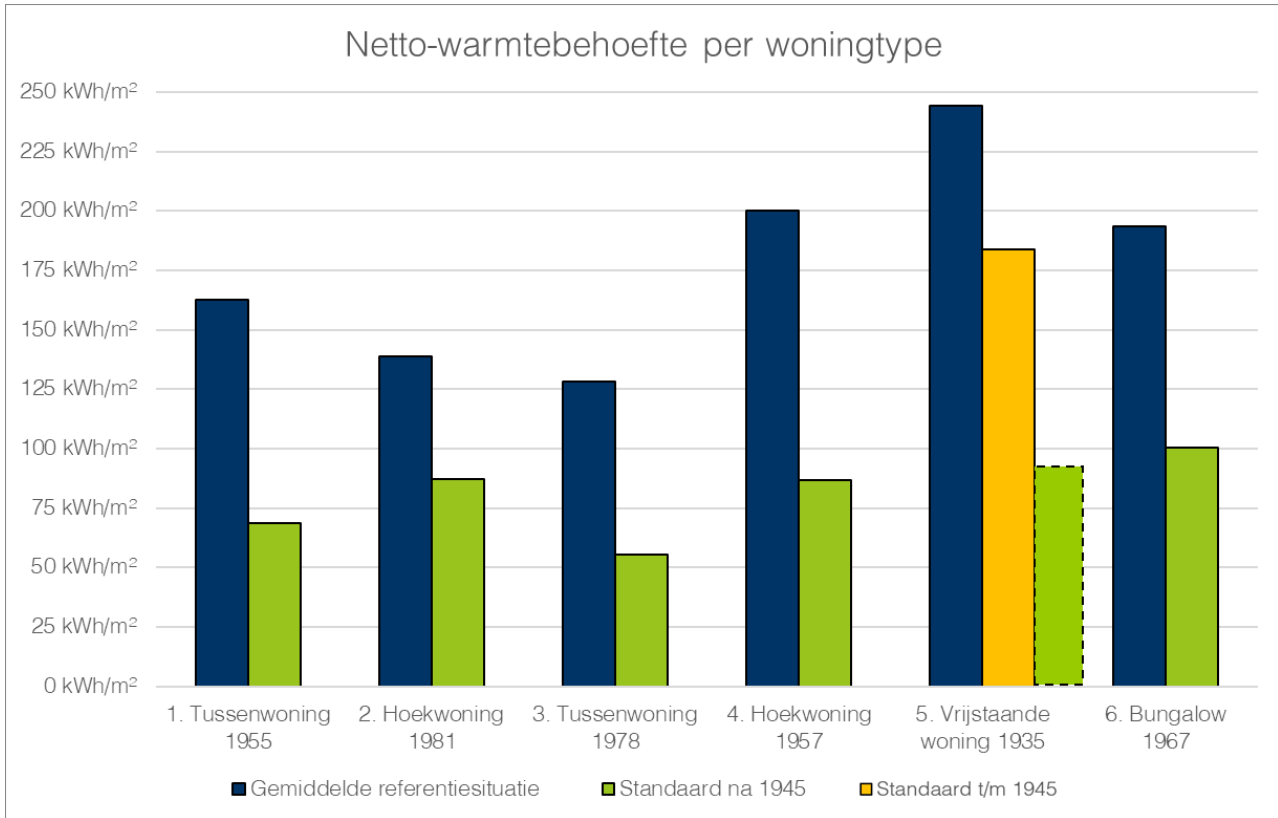
jaarklassen	infiltratie ( $q_{v,10;ref}$ )
< 1970	3,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
1970 ≤ J < 1980	2,50 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
1980 ≤ J < 1990	2,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
1990 ≤ J < 2000	1,50 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
2000 ≤ J < 2010	1,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
J ≥ 2010	0,70 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>

### 3.3 Grenswaarde 'Standaard voor woningisolatie'

De hoogte van de 'Standaard voor woningisolatie' verschilt per woningtype. Naast het bouwjaar is de hoogte van de Standaard afhankelijk van de vormfactor van de woning ofwel de verhouding verliesoppervlak / gebruiksoppervlak. Een vrijstaande woning en een hoekwoning heeft een compactheid ( $A_{i_s}/A_g$ ) van 2,0 of hoger en hebben een andere grenswaarde dan een tussenwoning met een compactheid van circa 1,5. In figuur 1 is de compactheid in relatie tot de warmtevraag voor de zes onderzochte woningtypen weergegeven.



Figuur 1: Hoogte Standaard voor woningisolatie voor de zes onderzochte woningtypen (bron: Nieman)



Figuur 2: Referentiesituatie en grenswaarde Standaard per onderzochte woning (bron: Nieman)

### 3.4 Afwegingen bij uitwerken maatregelenpakketten

#### Stapsgewijze of sprongsgewijze uitvoering richting de Standaard

De 'Standaard voor woningisolatie' is het minimumniveau waar alle woningen op lange termijn aan moeten voldoen; in elk geval in 2050, maar misschien eerder. Met andere woorden: de warmtebehoefte moet lager zijn dan waar de Standaard van uitgaat. Er kan zowel stapsgewijs als sprongsgewijs toegewerkt worden naar de 'Standaard voor woningisolatie'. Daarbij is onderscheid te maken in particuliere en professionele woningeigenaren:

- Voor particulieren ligt het voor de hand om bij een verbouwing stapsgewijs toe te werken naar de Standaard of vaak zelfs voorbij de Standaard (koppelkans). Een uitbouw, optopping of dakkapel biedt kansen om de warmtevraag te verlagen.
- Bij professionele woningeigenaren vindt veelal complexmatige woningrenovatie plaats waarbij vaker sprongsgewijs naar de Standaard wordt gewerkt.

#### Bepalen maatregelen om te komen tot de Standaard

Bij het treffen van maatregelen is in eerste instantie gekeken naar de grootste warmtelekken. Bij een woning waarbij de vloer, gevel en dak al geïsoleerd zijn is een verbetering van het glas, luchtdichtheid en ventilatie een logische stap. Bij woningen met een ongeïsoleerde spouw of vloer horen de spouw en de vloer ook in het rijtje voor logische eerste stappen.

Bepalend voor het benodigde maatregelenpakket is de referentiesituatie ofwel welke isolerende maatregelen in het verleden zijn uitgevoerd. Daarvoor is in dit onderzoek een aanname gedaan, op basis van wat vaak voorkomt. Er moet altijd naar de specifieke situatie op een adres of in een complex worden gekeken. Het berekende maatregelenpakket is geen blauwdruk voor vergelijkbare woningen.

Het maatregelenpakket is met name gericht op het verlagen van de warmtevraag. Naast de winterperiode is de zomerperiode eveneens van belang. Voorkomen moet worden dat het dan te warm wordt. Minder isoleren is daar geen oplossing voor; voorkomen dat de zon binnenkomt is wel effectief. Dat kan het beste met bouwkundige maatregelen, zoals een overstek of buitenzonwering. Daarmee voorkom je te hoge binnentemperaturen in de zomerperiode en blijft de woning comfortabel.

#### De Standaard t/m 1945 beperkt de mogelijkheden voor alternatieven voor aardgas

Voor de (vooorlogse) vrijstaande woning is een maatregelenpakket uitgewerkt waarmee voldaan wordt aan de Standaard t/m 1945. Realiseer dat de woning daarmee alleen gekoppeld kan worden aan een HT/MT warmtenet of uitgerust kan worden met een hybride warmtepomp. De woning is dan nog niet geschikt voor verwarming met alleen een warmtepomp, want dan moet de aanvoertemperatuur in de verwarmingsinstallatie teruggebracht worden naar een aanvoertemperatuur van ten hoogste 50°C. Het is dus

aan te bevelen een ‘zwaarder’ maatregelenpakket te adviseren, waardoor de woning in de toekomst geschikt is voor meerdere alternatieven voor aardgas. In onderstaande tabel staat een overzicht van mogelijke alternatieven voor aardgas, naarmate de thermische kwaliteit verbetert. In figuur 2 is met een gestippelde lijn de grenswaarde aangegeven van de Standaard na 1945. Voor de (vooorlogse) vrijstaande woning waarvan de bewoners de woning willen aansluiten op een warmtepomp is de Standaard na 1945 een betere ambitie dan de vooroorlogse Standaard.

Daarnaast is het van belang om projectspecifiek naar de geschiktheid van het bestaande afgiftesysteem te kijken. In dit onderzoek ligt daar niet de focus op, maar is wel relevant om te beoordelen of de woning voldoende warm wordt. Dat speelt pas werkelijk een rol nadat de opwekker (CV-ketel) wordt vervangen. In de tussentijd kan dit eenvoudig getest worden. Door de CV-temperatuur te verlagen (naar < 50 °C) wordt de situatie met een vervangend toestel als het ware nagedaan. Blijft het comfortabel, ook in een koude periode? Dan zal dit ook het geval zijn na vervanging van de CV-ketel door een alternatief voor aardgas .

Tabel 2: Mogelijke alternatieven voor aardgas per niveau van de Standaard

	Alternatief voor aardgas							
	Ander 'gas' <sup>1)</sup>	Hybride WP/CV	Warmtepomp		Warmtenet			
	HT	MT	Nu (LT)	Toekomst	HT	MT	LT	(Z)LT
Temperatuurniveau	> 75°C (90°C)	55-75°C	30-55°C	55-75°C	> 75°C (90°C)	55-75°C	30-55°C	< 30°C
Onder de Standaard	V	X	X	X	V	X	X	X
Vooroorlogse Standaard	V	V	X	V	V	V	X	X
Naoorlogse Standaard	V	V	V	V	V	V	V	X
Vorbij de Standaard	V	V	V	V	V	V	V	V

1. Niet op korte termijn beschikbaar

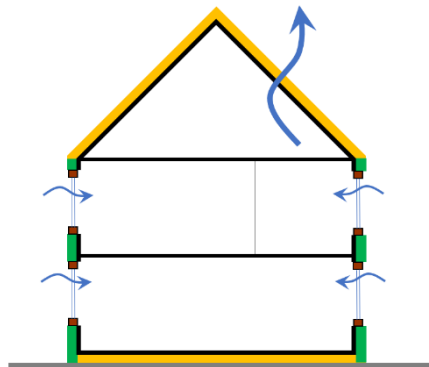
## Hoofdstuk 4 Mogelijke maatregelenpakketten per praktijkproject

### 4.1 1. Tussenwoning – jaren '50

#### Referentie

De eengezinswoningen uit de jaren '50 worden gekenmerkt door een sobere en doelmatige bouwstijl. De woningen zijn gebouwd in baksteen, met relatief kleine kozijnen, en hebben oorspronkelijk houten vloeren, vaak met een betonvloer in de beuk waarin gang en keuken liggen. In de oorspronkelijke situatie is er sprake van een ongeïsoleerde spouwmuur en vloer, en een ongeïsoleerde kap die vaak slechts toegankelijk is als bergruimte via een luik met vlizotrap. In de referentiesituatie is er vanuit gegaan dat de woning in de loop van de tijd voorzien is van spouwmuurisolatie, voor de ramen is conventioneel dubbel glas aangehouden.

Figuur 3: Tussenwoning jaren '50 (bron: Nieman RI)



Tabel 3: Referentiesituatie warmtevraag – jaren '50 woning


Bouwdeel	Eigenschappen	
Begane grondvloer	ongeïsoleerde vloer	$R_c = 0,33 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Voor- en achtergevel	nageïsoleerde spouwmuur (50 mm isolatie)	$R_c = 1,47 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Hellend dak	ongeïsoleerd dak	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	$U_w = 2,90 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Voor- en achterdeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 3,00 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	systeem A1
<b>Tussenwoning</b>	<b>Huidige warmtevraag</b> 162 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 69 kWh/m <sup>2</sup>

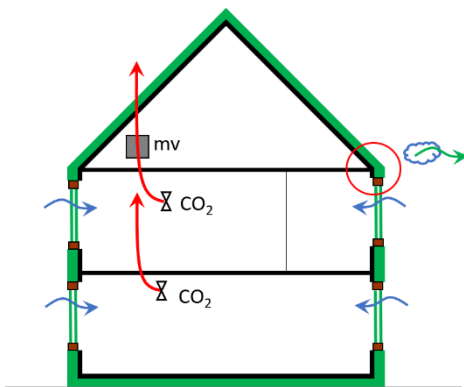


### Maatregelenpakket 1a

In het eerste maatregelenpakket is er voor gekozen om de ongeïsoleerde constructies zoals de begane grondvloer en het hellend dak te isoleren. Daarnaast worden de grootste warmtelekken zoals het glas, de luchtdichtheid en het ventilatiesysteem aangepakt. Het conventionele dubbel glas wordt vervangen door HR<sup>++</sup>-glas in combinatie met zelfregelende roosters en een CO<sub>2</sub>-gestuurd ventilatiesysteem. Met name de luchtdichtheid vraagt om aandacht. Denk daarbij aan ongewenste luchtlekken via kieren rondom openslaande ramen en deuren, naden ter plaatse van het kruipruik/rondom kozijnen/onder de vensterbank, ter plaatse van de dakvoet/daknok, doorvoeringen in de meterkast en dak. Zie bijlage 3 voor enkele foto's van veel voorkomende luchtlekken. Deze combinatie van maatregelen is één van de maatregelenpakket om te voldoen aan de 'Standaard voor woningisolatie'.

Tabel 4: Maatregelenpakket 1a – jaren '50 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer	ongeïsoleerde vloer	vloerisolatie 180 mm (EPS / PIR), bodemisolatie is ook mogelijk, dit vraagt een grotere isolatiedikte	$R_c = 4,15 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dak	ongeïsoleerd dak	dakisolatie 270 mm aan buitenzijde, nieuw dakelement van EPS of PIR	$R_c = 6,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	overall HR <sup>++</sup> -glas (inclusief glas in deuren)	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	geïsoleerde deur	$U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in begane grondvloer en dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10,ref} \leq 0,70 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer	systeem C4c
<b>Tussenwoning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 68 kWh/m <sup>2</sup> 	<b>Standaard</b> ≤ 69 kWh/m <sup>2</sup>



### Maatregelenpakket 1a

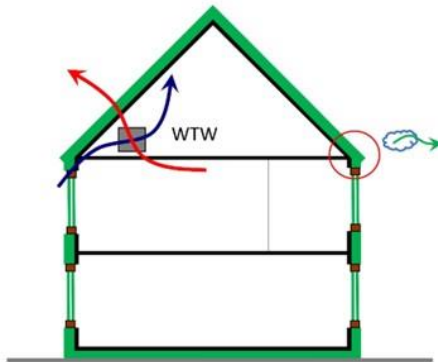
- Vloerisolatie  $R_c = 4,15 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie  $R_c = 6,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Geïsoleerde voordeur
- Overall HR<sup>++</sup>-glas
- Kier- en naaddichting
- C4c. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer en hoofdslaapkamer

### Maatregelenpakket 1b

In het tweede maatregelenpakket is gekozen voor een ventilatiesysteem bestaande uit gebalanceerde ventilatie met WTW. Dit zorgt voor een aanzienlijke reductie van de warmtevraag, doordat de koudere buitenlucht in de wintermaanden veel minder opgewarmd hoeft te worden omdat er sprake is van warmteterugwinning. In combinatie met vloer- en dakisolatie, glasvervanging en het beperken van de kier- en naaddichting wordt ruimschoots aan de ‘Standaard voor woningisolatie’ voldaan.

Tabel 5: Maatregelenpakket 1b – jaren '50 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer	ongeïsoleerde vloer	vloerisolatie 180 mm	$R_c = 4,15 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Hellend dak	ongeïsoleerd dak	dakisolatie 180 mm aan binnenzijde (bv. minerale wol of EPS)	$R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	overall HR <sup>++</sup> -glas (inclusief glas in deuren)	$U_w = 1,80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$q_{v,10;ref} \leq 1,00 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	mechanische toevoer en mechanische afvoer met WTW	systeem D2
<b>Tussenwoning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 63 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 69 kWh/m <sup>2</sup>



### Maatregelenpakket 1b

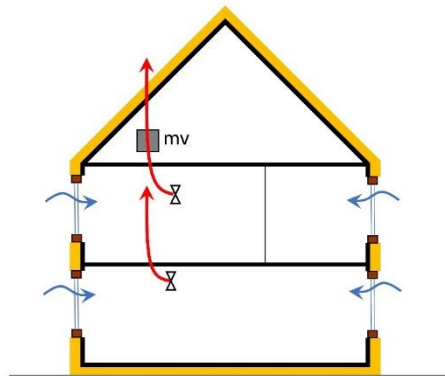
- Vloerisolatie  $R_c = 4,15 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
- Dakisolatie  $R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
- Overall HR<sup>++</sup>-glas
- Kier- en naaddichting
- D2. Mechanische toe- en afvoer met WTW

## 4.2 2. Hoekwoning met dwarskap – jaren '80

### Referentie

In de jaren tachtig zijn grote woonwijken gerealiseerd met slingerende doorgaande wegen, doodlopende toegangswegen en woonerven ('bloemkoolwijken'). Kenmerkend aan deze bouwperiode is dat de systeembouw zich steeds verder heeft ontwikkeld. De woningscheidende wanden worden van prefabbeton of gietbouw gemaakt, al komt ook stapelbouw (kalkzandsteen) voor. Vloeren zijn altijd van beton. Gevelvullende puien komen in deze periode veel minder voor: de baksteenarchitectuur overheerst. Er is wel regelmatig sprake van prefab binnenspouwblad van HSB of beton. Er is ten opzichte van voorgaande perioden een grote variatie in plattegronden en dakvormen en soms is er sprake van aangebouwde bergingen. Vanaf 1975 geldt er over het algemeen een minimale warmteweerstand van 1,3 m<sup>2</sup>K/W voor dak en dichte gevel, waardoor de oorspronkelijke woningen naar de huidige maatstaven matig geïsoleerd zijn. In deze berekening is de zij-aanbouw als onverwarmde ruimte beschouwd en vormt daarom geen onderdeel van de EP-berekening.

Figuur 4: Hoekwoning met dwarskap jaren '80 (bron: Nieman RI)



Tabel 6: Referentiesituatie warmtevraag – jaren '80 woning

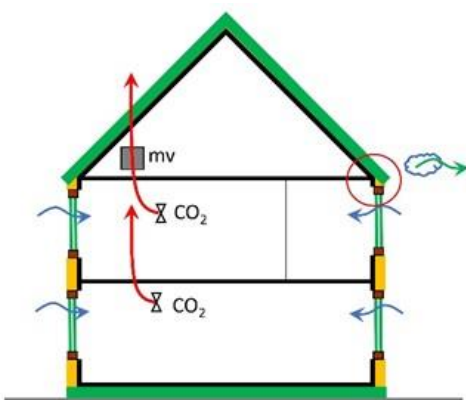
Bouwdeel	Eigenschappen	
Begane grondvloer	geïsoleerde vloer (bouwjaarklasse 1975-1982)	$R_c = 0,52 \text{ m}^2\text{K/W}$
Gevels	geïsoleerde spouwmuur (bouwjaarklasse 1975-1987)	$R_c = 1,30 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dak	geïsoleerd dak (bouwjaarklasse 1975-1987)	$R_c = 1,30 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	$U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
Paneel in kozijn	geïsoleerd paneel (10 mm isolatie)	$U_p = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voor- en achterdeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 2,40 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	systeem C1
<b>Hoekwoning</b>	<b>Huidige warmtevraag</b> 139 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 87 kWh/m <sup>2</sup>

### Maatregelenpakket 2a

In dit maatregelenpakket ligt de focus in basis op wijzigingen ten aanzien van glas, luchtdichtheid en het ventilatiesysteem. Daarmee wordt een belangrijke stap gezet in verlaging van de warmtevraag en tegelijkertijd in verbetering van de luchtkwaliteit. Aangezien daarmee het na te streven niveau van de Standaard nog niet behaald is wordt ook de begane grondvloer en dak geïsoleerd.

Tabel 7: Maatregelenpakket 2a – jaren '80 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer	geïsoleerde vloer (bouwjaarklasse 1975-1982)	vloerisolatie 150 mm (EPS / PIR), bodemisolatie is ook mogelijk, dit vraagt een grotere isolatiedikte	$R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dak	geïsoleerd dak (bouwjaarklasse 1975-1987)	dakisolatie 270 mm aan buitenzijde, nieuw dakelement van EPS of PIR	$R_c = 6,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	overall HR <sup>++</sup> -glas (inclusief glas in deuren)	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voor- en achterdeur	ongeïsoleerde deur	geïsoleerde deur	$U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in begane grondvloer en dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 1,00 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer	systeem C4c
<b>Hoekwoning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 85 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> $\leq 87 \text{ kWh/m}^2$



### Maatregelenpakket 2a

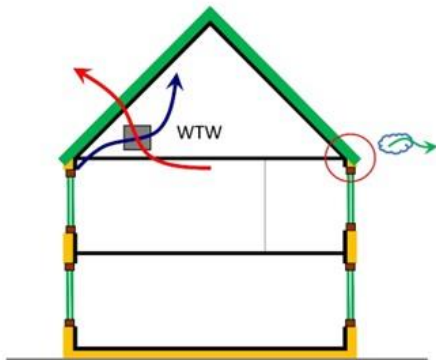
- Vloerisolatie  $R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie  $R_c = 6,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Geïsoleerde voor- en achterdeur
- Overall HR<sup>++</sup>-glas
- Kier- en naaddichting
- C4c. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer en hoofdslaapkamer

### Maatregelenpakket 2b

In het tweede mogelijke maatregelenpakket is gekozen voor een wijziging van het ventilatiesysteem, het hellend dak, glasvervanging en de luchtdichtheid.

Tabel 8: Maatregelenpakket 2b – jaren '80 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Hellend dak	geïsoleerd dak (bouwjaarklasse 1975-1987)	dakisolatie 180 mm aan binnenzijde (bv. minerale wol of EPS)	$R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	overall HR <sup>++</sup> -glas (inclusief glas in deuren)	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 1,00 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	mechanische toevoer en mechanische afvoer met WTW	systeem D2
<b>Hoekwoning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 83 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 87 kWh/m <sup>2</sup>



### Maatregelenpakket 2b

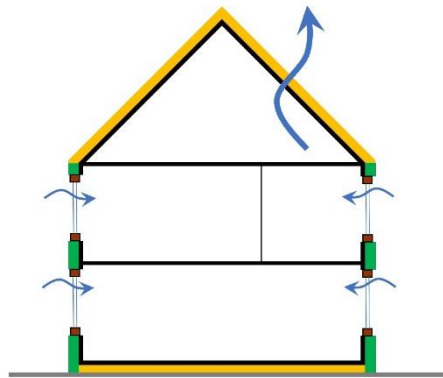
- Dakisolatie  $R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Overall HR<sup>++</sup>-glas
- Kier- en naaddichting
- D2. Mechanische toe- en afvoer met WTW

### 4.3 3. Tussenwoning met gevelvullende elementen – jaren '60/'70

#### Referentie

De rijtjeswoningen uit de jaren '60/'70 zijn volgens gestandaardiseerde bouw gerealiseerd en ruimer dan de woningen uit de wederopbouwperiode. Kenmerkend aan dit type is dat de woningen volledig gevelvullende puiken hebben in de langsgewel ofwel een doorzonwoonkamer. Varianten hiervan komen ook voor in deze periode. De woningen zijn gebouwd als betonnen casco's waardoor de binnenwanden vaak niet dragend zijn. In de referentiesituatie is sprake van een matig geïsoleerde thermische schil.

Figuur 5: Tussenwoning met gevelvullende elementen jaren '60/'70 (bron: Nieman RI)



Tabel 9: Referentiesituatie warmtevraag – jaren '70 woning

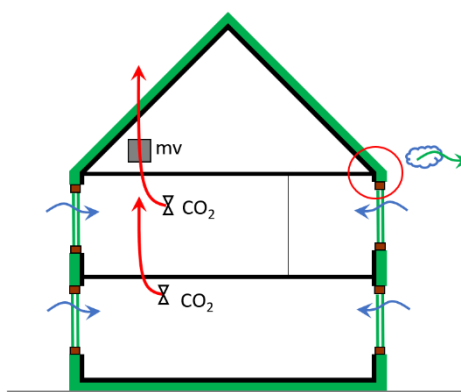
Bouwdeel	Eigenschappen	
Begane grondvloer	geïsoleerde vloer (bouwjaarklasse 1975-1982)	$R_c = 0,52 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Paneelgevel	geïsoleerde gevelpaneel (40 mm isolatie)	$R_c = 1,25 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Hellend dak	geïsoleerd dak (20 mm isolatie)	$R_c = 0,66 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	$U_w = 2,90 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Voor- en achterdeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 2,50 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	systeem A1
<b>Tussenwoning</b>	<b>Huidige warmtevraag</b> 128 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 55 kWh/m <sup>2</sup>

### Maatregelenpakket 3a

Voor een tussenwoning met matig geïsoleerde (borstwerings)panelen en conventioneel dubbel glas in de ramen is het zinvol om te starten met het vervangen van deze twee onderdelen. Daarnaast is het isoleren van de begane grondvloer en het hellende dak nodig om (op termijn) het niveau van de Standaard te behalen. In deze variant is gekozen voor zelfregelende roosters in combinatie met mechanische afvoer waarbij de luchtkwaliteit in de woonkamer en de hoofdslaapkamer op basis van CO<sub>2</sub> wordt geregeld.

Tabel 10: Maatregelenpakket 3a – jaren '70 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer	geïsoleerde vloer (bouwjaarklasse 1975-1982)	vloerisolatie 150 mm (EPS / PIR), bodemisolatie is ook mogelijk, dit vraagt een grotere isolatiedikte	$R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
Gevelpaneel	geïsoleerde gevelpaneel (40 mm isolatie)	vervangen gevel paneel, 80 mm isolatie	$R_c = 2,14 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dak	geïsoleerd dak (20 mm isolatie)	dakisolatie 270 mm (nieuw dakelement)	$R_c = 6,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	overall HR <sup>++</sup> -glas (inclusief glas in deuren)	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	geïsoleerde deur	$U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in begane grondvloer en dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 0,70 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer	systeem C4c
<b>Tussenwoning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 55 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 55 kWh/m <sup>2</sup>



### Maatregelenpakket 3a

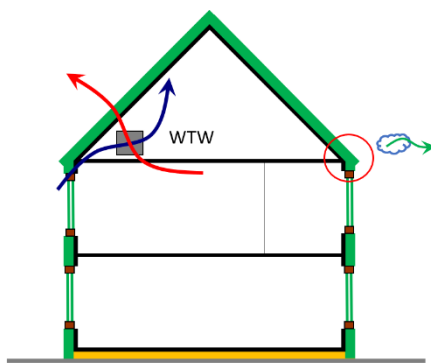
- Vloerisolatie  $R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Vervangen paneelgevel  $R_c = 2,14 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie  $R_c = 6,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Geïsoleerde voordeur
- Overall HR<sup>++</sup>-glas
- Kier- en naaddichting
- C4c. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer en hoofdslaapkamer

### Maatregelenpakket 3b

In het tweede maatregelenpakket is gekozen voor een ventilatiesysteem bestaande uit gebalanceerde ventilatie met WTW. Hierdoor kan in dit geval de thermische schil van de vloer en gevel ongewijzigd blijven. Wel is glasvervanging en het van binnenuit isoleren van het hellende dak nodig. Glasvervanging en dakisolatie bieden tevens de mogelijkheid om de kier- en naaddichting te verbeteren.

Tabel 11: Maatregelenpakket 3b – jaren '70 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Hellend dak	geïsoleerd dak (20 mm isolatie)	dakisolatie 180 mm aan binnenzijde (bv. minerale wol of EPS)	$R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	overall HR <sup>++</sup> -glas (inclusief glas in deuren)	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 0,70 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	mechanische toevoer en mechanische afvoer met WTW	systeem D2
<b>Tussenwoning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 50 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 55 kWh/m <sup>2</sup>



### Maatregelenpakket 3b

- Dakisolatie  $R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Overall HR<sup>++</sup> glas
- Kier- en naaddichting
- D2. Mechanische toe- en afvoer met WTW

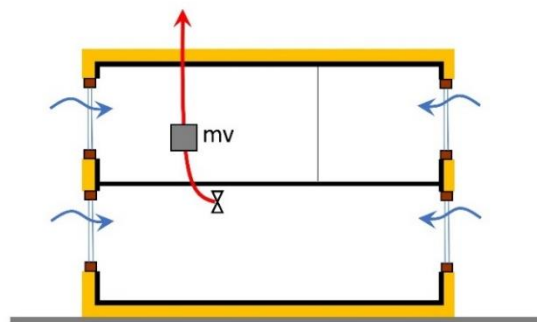


#### 4.4 4. Hoekwoning met plat dak – jaren '60

##### Referentie

Er wordt in de jaren '60 een omslag gemaakt van traditionele bouw naar meer industriële bouw. In dit voorbeeld een specifiek woningtype uit de jaren '60 met grote gevelvullende elementen in de voor- en achtergevel, een terugliggende entree en een plat dak. In deze periode zijn de begane grondvloer en steeds vaker ook de verdiepingsvloer steenachtig. Verschillende constructies zijn in de loop der jaren matig geïsoleerd.

Figuur 6: Hoekwoning met plat dak jaren '60 (bron: Nieman RI)



Tabel 12: Referentiesituatie warmtevraag – jaren '50 woning

Bouwdeel	Eigenschappen	
Begane grondvloer	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$
Vloer boven buiten (entree)	ongeïsoleerd, (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Langsgevel	ongeïsoleerd, zonder spouw (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$
Kopgevel	ongeïsoleerd, met spouw	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak	geïsoleerd, 40 mm isolatie	$R_c = 1,11 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak t.p.v. balkon	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	overall HR+ glas in kunststof kozijnen	$U_w = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Paneel in kozijn	nageïsoleerd, 20 mm isolatie	$U_p = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dakraam	conventioneel dubbel glas	$U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Achterdeur	geïsoleerde deur	$U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 2,52 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	systeem C.1
<b>Hoekwoning</b>	<b>Huidige warmtevraag</b> 200 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 87 kWh/m <sup>2</sup>

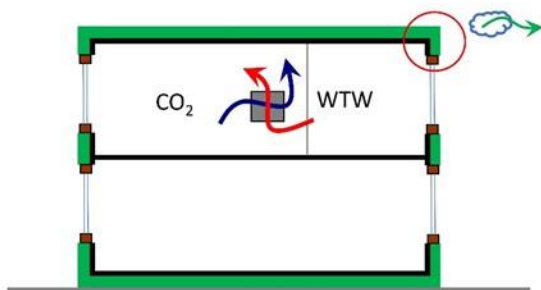
### Maatregelenpakket 4a

Deze hoekwoning vraagt om een integrale aanpak van de woning om te voldoen aan de Standaard. Doordat de woning een relatief groot verliesoppervlak heeft, zijn maatregelen aan zowel de vloer, gevel en het dak nodig. In onderstaande tabel een overzicht van een mogelijk maatregelenpakket.

Tabel 13: Maatregelenpakket 4a – jaren '60 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	vloerisolatie 180 mm (EPS / PIR), bodemisolatie is ook mogelijk, dit vraagt een grotere isolatiedikte	$R_c = 4,15 \text{ m}^2\text{K/W}$
Kopgevel	ongeïsoleerd, met spouw	na-isolatie spouwmuur, 50 mm	$R_c = 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak	geïsoleerd, 40 mm isolatie	na-isolatie met 280 mm isolatie	$R_c = 6,44 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak t.p.v. balkon	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	na-isolatie met 50 mm isolatie	$R_c = 1,33 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	overall HR+ glas in kunststof kozijnen	overall HR++ glas	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dakraam	conventioneel dubbel glas	HR+ glas	$U_w = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	geïsoleerde deur	$U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in begane grondvloer en dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 0,59 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	mechanische toe- en afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer	systeem D3
<b>Hoekwoning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 87 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 87 kWh/m <sup>2</sup>

### Maatregelenpakket 4a



- Vloerisolatie  $R_c = 4,15 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Na-isolatie spouwmuur kopgevel  $R_c = 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie  $R_c = 6,44 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie t.p.v. balkon  $R_c = 1,33 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Geïsoleerde voordeur
- Overall HR++ glas en dakraam HR+ glas
- Kier- en naaddichting
- D.3 WTW met sturing op toe- of afvoer door CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer

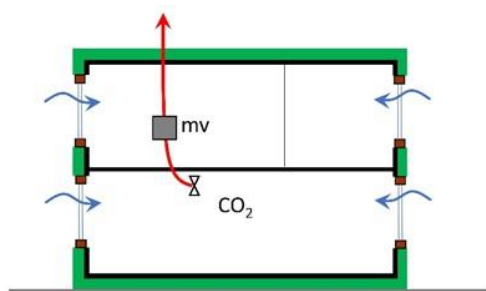
### Maatregelenpakket 4b

In het tweede maatregelenpakket is ten opzichte van de vorige variant het ventilatiesysteem, het glas en de isolatiewaarde van de langsgevel gewijzigd. Het ventilatiesysteem is gewijzigd in systeem C, de isolatiewaarde van de gevel is verhoogd en de ramen zijn vervangen door nieuwe kozijnen met triple-glas.

Tabel 14: Maatregelenpakket 4b – jaren '60 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	vloerisolatie 150 mm (EPS / PIR), bodemisolatie is ook mogelijk, dit vraagt een grotere isolatiedikte	$R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
Langsgevel	ongeïsoleerd, zonder spouw (bouwjaarklasse <1965)	voorzetwand 80 mm isolatie	$R_c = 2,14 \text{ m}^2\text{K/W}$
Kopgevel	ongeïsoleerd, met spouw	na-isolatie spouwmuur, 50 mm	$R_c = 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak	geïsoleerd, 40 mm isolatie	na-isolatie met 280 mm isolatie	$R_c = 6,44 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	overall HR+ glas in kunststof kozijnen	triple glas in nieuwe kunststof kozijnen met kwaliteitsverklaring	$U_w = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Paneel in kozijn	nageïsoleerd, 20 mm isolatie	Nieuw paneel in nieuw kozijn, 40 mm isolatie	$U_p = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dakraam	conventioneel dubbel glas	HR++ glas	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	geïsoleerde deur	$U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 0,59 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer	systeem C4a
<b>Hoekwoning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 85 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 87 kWh/m <sup>2</sup>

### Maatregelenpakket 4b



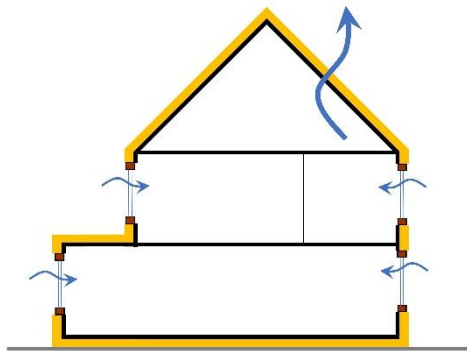
- Vloerisolatie  $R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Isoleren langsgevel  $R_c = 2,14 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Isoleren kopgevel  $R_c = 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie  $R_c = 6,44 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Overall triple glas en dakraam HR++ glas
- Geïsoleerd paneel in kozijn, 40 mm isolatie
- Geïsoleerde voordeur
- Kier- en naaddichting
- C4a. Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer

#### 4.5 5. Vrijstaande woning – jaren '30

##### Referentie

De meeste jaren '30 woningen staan in een meer of minder ruim opgezette tuindorppachtige wijk. Bij de jarendertighuizen ligt de nadruk op horizontale lijnen. Kenmerken zijn onder meer de bijzondere vormgeving van kozijnen, brede dakoverstekken, gedetailleerd gevelmetselwerk, een entree met luifel, omlopende dakgootconstructies, hoge plafonds, paneeldeuren en glas-in-loodramen. Een bouwperiode waarbij het niet vanzelfsprekend is dat de woning voorzien is van een spouwmuur. In dit voorbeeld een vrijstaande woning zonder spouwmuur die beperkt geïsoleerd is, met uitzondering van de serre/uitbouw die in een latere bouwperiode aan de achterzijde van de woning is gerealiseerd. Voor deze woning zijn drie maatregelenpakketten uitgewerkt.

Figuur 7: Vrijstaande woning jaren '30 (bron: Nieman RI)



Tabel 15: Referentiesituatie warmtevraag – jaren '30 woning

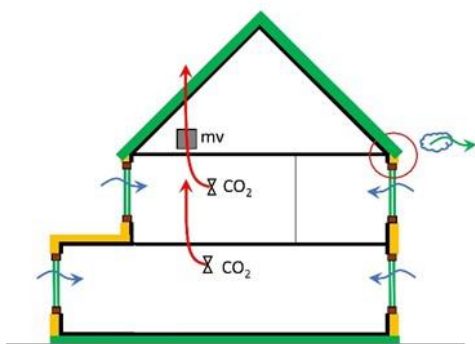
Bouwdeel	Eigenschappen	
Begane grondvloer basis	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$
Begane grondvloer serre	geïsoleerd (bouwjaarklasse 1992-2013)	$R_c = 2,50 \text{ m}^2\text{K/W}$
Gevel basis	ongeïsoleerd, (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$
Gevel uitbouw serre	geïsoleerd (bouwjaarklasse 1992-2013)	$R_c = 2,50 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dakconstructie	geïsoleerd, 50 mm isolatie	$R_c = 1,33 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak basis	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak uitbouw serre	geïsoleerd (bouwjaarklasse 1992-2013)	$R_c = 2,50 \text{ m}^2\text{K/W}$
Gevel/wang dakkapel	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak dakkapel	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	$R_c = 0,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	gedeeltelijk conventioneel dubbel glas	$U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
	gedeeltelijk enkel glas (glas-in-lood)	$U_w = 5,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
	gedeeltelijk HR++glas (serre)	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Achterdeur/balkondeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 4,20 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	systeem A1
<b>Vrijstaande woning</b>	<b>Huidige warmtevraag</b> 244 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 184 kWh/m <sup>2</sup>

### Maatregelenpakket 5a

De vrijstaande woning uit de jaren '30 betreft een vooroorlogse woning, waardoor het niveau van de na te streven 'Standaard voor woningisolatie' minder hoog ligt dan bij de naoorlogse Standaard. Consequentie daarvan is dat dan een hogere verwarmingstemperatuur noodzakelijk blijft; bij dit niveau van isolatie is toepassing van een hybride warmtepomp mogelijk (combinatie van een warmtepomp met een aardgasketel als back-up). Vandaar dat de benodigde maatregelen beperkt kunnen zijn tot het isoleren van de begane grondvloer, na-isolatie dak van binnenuit, glasvervanging, verbeteren infiltratie en het ventilatiesysteem.

Tabel 16: Maatregelenpakket 5a – jaren '30 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer basis	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	vloerisolatie 150 mm (EPS / PIR), bodemisolatie is ook mogelijk, dit vraagt een grotere isolatiedikte	$R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dakconstructie	geïsoleerd, 50 mm isolatie	na-isolatie dak, 150 mm isolatie	$R_c = 3,55 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	gedeeltelijk conventioneel dubbel glas	gedeeltelijk HR++ glas	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in begane grondvloer en dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 1,50 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer	systeem C4c
<b>Vrijstaande woning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 178 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 184 kWh/m <sup>2</sup>



### Maatregelenpakket 5a

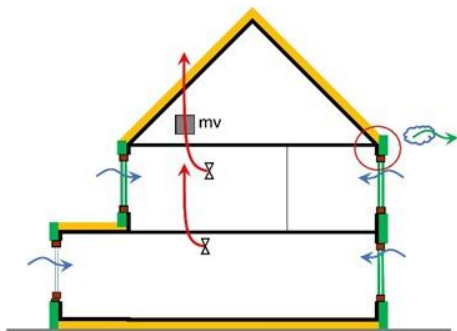
- Vloerisolatie  $R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie  $R_c = 3,55 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Gedeeltelijk HR++ glas
- Kier- en naaddichting
- C4c. Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer en hoofdslaapkamer

### Maatregelenpakket 5b

In het tweede maatregelenpakket is er voor gekozen om de gevel te voorzien van een geïsoleerde voorzetwand. Als gevolg van het geveloppervlakte draagt dit hoge mate bij aan de reductie van de warmtevraag. Een verdere combinatie van verbetering luchtkwaliteit in de woning en comfort door glasvervanging en luchtdichtheid zorgt dan voor een logische combinatie van maatregelen.

Tabel 17: Maatregelenpakket 5b – jaren '30 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Gevel basis	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse <1965)	voorzetwand 80 mm isolatie	$R_c = 2,14 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Ramen	gedeeltelijk conventioneel dubbel glas	gedeeltelijk HR++ glas	$U_w = 1,80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 2,50 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	systeem C1
<b>Vrijstaande woning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 153 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> $\leq 184 \text{ kWh}/\text{m}^2$



### Maatregelenpakket 5b

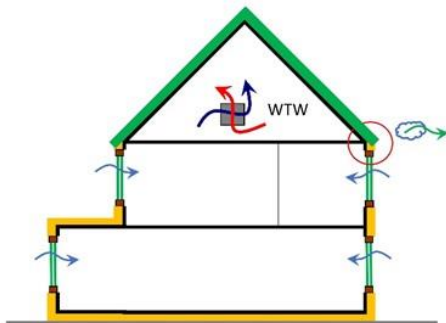
- Isoleren gevel  $R_c = 2,14 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
- Gedeeltelijk HR++ glas
- Kier- en naaddichting
- C1. Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer

### Maatregelenpakket 5c

In het derde maatregelenpakket ligt de focus op het wijzigen van het ventilatiesysteem naar gebalanceerde ventilatie met WTW. Hierdoor kan door het isoleren van het dak van binnenuit en het verbeteren van de luchtdichtheid de warmtevraag ook voldoen aan de vooroorlogse Standaard.


Tabel 18: Maatregelenpakket 5c – jaren '30 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Hellend dakconstructie	geïsoleerd, 50 mm isolatie	na-isolatie dak, 150 mm isolatie	$R_c = 3,55 \text{ m}^2\text{K/W}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 1,50 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	Mechanische toe- en afvoer met WTW	systeem D2
<b>Vrijstaande woning</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 179 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> $\leq 184 \text{ kWh/m}^2$



### Maatregelenpakket 5c

- Dakisolatie  $R_c = 3,55 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Kier- en naaddichting
- D2. Mechanische toe- en afvoer met WTW

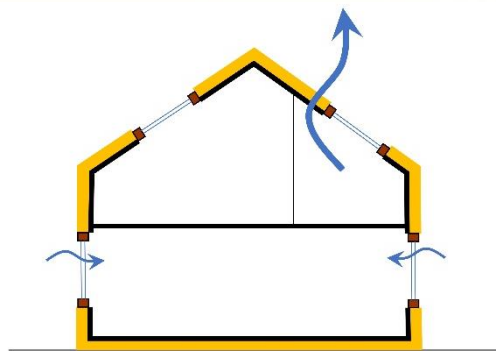
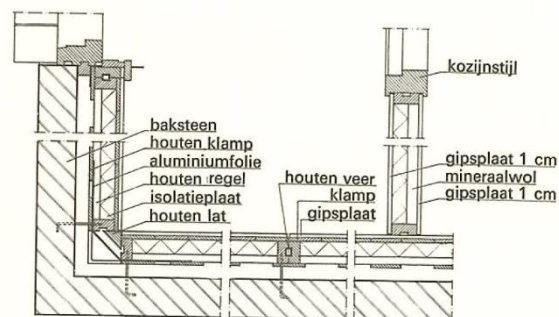
Voor de vrijstaande woning zijn maatregelenpakketten uitgewerkt waarmee voldaan wordt aan de Standaard t/m 1945. Realiseer dat de woning daarmee alleen gekoppeld kan worden aan een HT/MT warmtenet en nog niet geschikt is voor een warmtepomp met een aanvoertemperatuur  $< 50^\circ\text{C}$ . Het is dus aan te bevelen een 'zwaarder' maatregelenpakket te adviseren, waardoor de woning toekomstgeschikt is voor meerdere alternatieven voor aardgas. 

#### 4.6 6. Bungalow – jaren '60

##### Referentie

De montagebouwmethode in de jaren '60 is ook ingezet voor de bouw van bungalows. Onder andere het bouwsysteem B.G. van N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten maakte daarvan gebruik. De bungalows werden gebouwd met geprefabriceerde verdiepingshoge panelen en een houten dakconstructie die op het werk werden gemonteerd tot een samenstel van binnenwanden, binnenspouwbladen en balklagen, waarna de bungalow werd voorzien van metselwerk buitenspouwblad. Zowel de gevel als het dak werden geïsoleerd. Tussen de stijlen en regels van de gevel werd 40 mm glaswol of een gelijkwaardige isolatie aangebracht. Ook de dakconstructie werd voorzien van 40 mm minerale wol tussen de dakbalklagen of sporen.

Figuur 8: Semi-bungalow jaren '60 (bron: Nieman RI, niet-traditionele woningbouwmethoden in Nederland)





Tabel 19: Referentiesituatie warmtevraag – jaren '60 woning

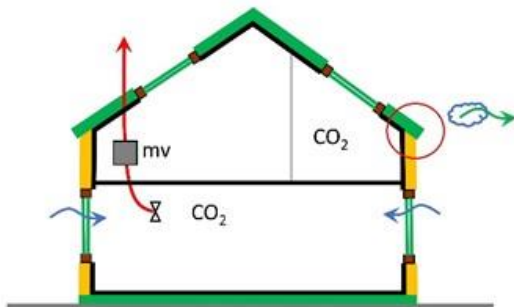
Bouwdeel	Eigenschappen	
Begane grondvloer	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse 1965-1974)	$R_c = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$
Gevel metselwerk	geïsoleerd, 40 mm isolatie	$R_c = 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$
Gevel plaatmateriaal	geïsoleerd, 40 mm isolatie	$R_c = 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$
Wand aan garage	geïsoleerd, (bouwjaarklasse 1965-1974)	$R_c = 0,43 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dakconstructie	geïsoleerd, 40 mm isolatie	$R_c = 1,11 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	$U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dakramen	conventioneel dubbel glas	$U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
Openslaande tuindeuren	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Achterdeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 4,20 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	systeem A.1
<b>Bungalow</b>	<b>Huidige warmtevraag</b> 193 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> $\leq 101 \text{ kWh/m}^2$

### Maatregelenpakket 6a

De bungalow heeft een matig geïsoleerde gevel en hellend dak. In het eerste maatregelenpakket is de isolatiewaarde van de begane-grondvloer en het dak verhoogd. Naast de lucht volumestromen (ventilatie en infiltratie) en het glas speelt bij deze woning ook de wand richting de garage en ongeïsoleerde (tuin)deuren een belangrijke rol in het verlagen van de warmtebehoefte. In deze variant zijn daarin ook verbeteringen voorgesteld.

Tabel 20: Maatregelenpakket 6a – jaren '60 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse 1965-1974)	vloerisolatie 150 mm (EPS / PIR), bodemisolatie is ook mogelijk, dit vraagt een grotere isolatiedikte	$R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
Wand aan garage	geïsoleerd, (bouwjaarklasse 1965-1974)	na-isolatie, 80 mm isolatie	$R_c = 2,14 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dakconstructie	geïsoleerd, 40 mm isolatie	na-isolatie, 180 mm isolatie	$R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	overall HR++ glas	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dakramen	conventioneel dubbel glas	HR++ glas	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Openslaande tuindeuren en voordeur	ongeïsoleerde deur	geïsoleerde deur	$U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in begane grondvloer en dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$q_{v,10;ref} \leq 0,98 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer	systeem C4c
<b>Bungalow</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 100 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 101 kWh/m <sup>2</sup>



### Maatregelenpakket 6a

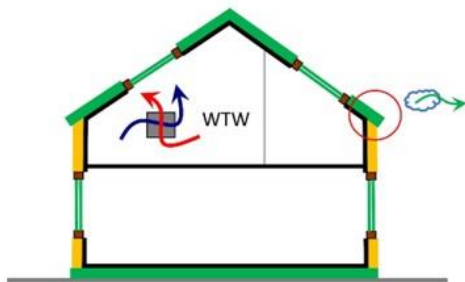
- Vloerisolatie  $R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Na-isolatie wand aan garage  $R_c = 2,14 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie  $R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Overall HR++ glas
- Geïsoleerde deuren (voordeur en tuindeuren)
- Kier- en naaddichting
- C4c. Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met CO<sub>2</sub>-meting in woonkamer en hoofdslaapkamer

### Maatregelenpakket 6b

In het tweede maatregelenpakket is gekozen voor een ventilatiesysteem bestaande uit gebalanceerde ventilatie met WTW. Dit zorgt voor een aanzienlijke reductie van de warmtevraag, waardoor in combinatie met vloer- en dakisolatie, glasvervanging en het beperken van de kier- en naaddichting aan de 'Standaard voor woningsisolatie' wordt voldaan.

Tabel 21: Maatregelenpakket 6b – jaren '60 woning

Bouwdeel	Huidige situatie	Aanvullende maatregelen	Specificatie
Begane grondvloer	ongeïsoleerd (bouwjaarklasse 1965-1974)	vloerisolatie 150 mm (EPS / PIR), bodemisolatie is ook mogelijk, dit vraagt een grotere isolatiedikte	$R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hellend dakconstructie	geïsoleerd, 40 mm isolatie	na-isolatie, 180 mm isolatie	$R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	conventioneel dubbel glas	overall HR++ glas (inclusief deuren)	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dakramen	conventioneel dubbel glas	HR++ glas	$U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	matige kier- en naaddichting	verbeteren kier- en naaddichting: bij aanbrengen isolatie, tochtband kozijnen, afdichten doorvoeringen in dak (gebruik manchetten), kier- en naden t.p.v. woningscheidende wand/meterkast	$Q_{v,10;ref} \leq 0,98 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	mechanische toe- en afvoer	systeem D2
<b>Bungalow</b>		<b>Warmtevraag na maatregelen</b> 95 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Standaard</b> ≤ 101 kWh/m <sup>2</sup>



### Maatregelenpakket 6b

- Vloerisolatie  $R_c = 3,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Dakisolatie  $R_c = 4,22 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Overall HR++ glas, ook in dakraam
- Kier- en naaddichting
- D2. Mechanische toe- en afvoer met WTW

## Hoofdstuk 5 Aandachtspunten planvorming en uitvoering





### 5.1 Aandachtspunten verlagen warmtevraag

De benodigde maatregelen om te voldoen aan de Standaard verschillen per woning, de één heeft de woning al geheel geïsoleerd, terwijl de ander slechts op onderdelen de woning verduurzaamd heeft, en er nog woningen in de oorspronkelijke staat verkeren. Vandaar dat het voorschrijven of adviseren van een vast maatregelenpakket niet passend is. Wel kan aan de hand van een checklist suggesties worden meegegeven om de warmtevraag van de woning te verlagen. Deze checklist gaat in op de onderdelen die van invloed zijn op de warmtevraag, namelijk: de isolatiewaarde van de vloer, gevel, dak, ramen, panelen, deuren. Daarnaast wordt ingegaan op de luchtdichtheid en het ventilatiesysteem.

Vervolgens worden een aantal punten genoemd die gecontroleerd kunnen worden om de bestaande situatie in kaart te brengen en worden suggesties gegeven om de warmtevraag te verlagen. Aangezien er per onderdeel veel kennis ter beschikking is wordt verwezen naar externe publicaties zoals verbeterjehuis.nl en sites vanuit Bouwend Nederland zoals glasspecialisten.nl.

Een werkelijke bepaling van de warmtevraag ofwel de ‘Standaard voor woningisolatie’ vraagt om een NTA 8800 berekening en een inspectie door een gediplomeerd energieprestatieadviseur conform het opnameprotocol ISSO 82.1. Deze checklist is hiervoor geen vervanging. Een vakbekwame energieprestatieadviseur is te vinden op <https://epadviseurs.energieprestatie-adviesplatform.nl/>.

In onderstaande figuur staat een fragment weergegeven, een volledig overzicht is opgenomen in bijlage 2.

Onderdelen die van invloed zijn op de warmtevraag			
	Controleer volgende punten	Situatie	Wat te doen?
<b>Vloer</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Controleer de aanwezigheid en hoogte van de kruipruimte</li> <li><input type="checkbox"/> Als de kruipruimte &gt; 35 cm isoleer onderzijde van de vloer</li> <li><input type="checkbox"/> Is er een luchtdichte afdichting rondom het kruipruik?</li> <li><input type="checkbox"/> Zijn de doorvoeringen in begane grondvloer luchtdicht?</li> <li><input type="checkbox"/> Houd rekening met bereikbaarheid leidingen onder de vloer bij isolatie</li> <li><input type="checkbox"/> Ventilatie in kruipruimte is nodig i.v.m. vochtproblemen en ophoping radongas in kruipruimte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Geen vloerisolatie, wel kruipruimte</span></li> <li><span style="background-color: orange; color: black; padding: 2px;">Matige vloerisolatie: 50 à 70 mm</span></li> <li><span style="background-color: green; color: black; padding: 2px;">Goede vloerisolatie: &gt; 160 mm</span></li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px;"> <p>Bij geen of matige vloerisolatie is het advies deze te verbeteren. Dit kan door bodemisolatie of vloerisolatie.</p> <p>Zie voor meer informatie <a href="https://www.verbeterehuis.nl/verbeteropties/vloerisolatie/">https://www.verbeterehuis.nl/verbeteropties/vloerisolatie/</a></p> </div>
<b>Gevels</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Controleer isolatiedikte in de spouwmuur door middel van duimstok ter plaatse van een open stootvoeg.</li> <li><input type="checkbox"/> Als er geen open stootvoeg is meet de totale dikte van de gevel ter plaatse van voor- of achterdeur, bij een muur &gt; 24 cm is er waarschijnlijk een spouwmuur.</li> <li><input type="checkbox"/> Laat bij na-isoleren van de spouw een isolatebedrijf de spouw controleren op eventuele vervuiling, corrosie spouwankers en de kwaliteit van het metsel- en voegwerk.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">geen gevelisolatie, wel spouwmuur</span></li> <li><span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">geen gevelisolatie, geen spouwmuur</span></li> <li><span style="background-color: orange; color: black; padding: 2px;">nagesoleerde spouwmuur</span></li> <li><span style="background-color: green; color: black; padding: 2px;">spouwmuur van woningen na 1992, voorzetwand of buitengevelisolatie</span></li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px;"> <p>Bij een woning met spouwmuur, spouwmuurisolatie toepassen. Bij ontbreken spouwmuur of hoger ambitie geïsoleerde voorzetwand of buitengevelisolatie. Zie voor meer informatie <a href="https://www.verbeterehuis.nl/verbeteropties/gevelisolatie/">https://www.verbeterehuis.nl/verbeteropties/gevelisolatie/</a></p> </div>
<b>Hellende daken</b>			

Figuur 9: Voorbeeld checklist parameters verlagen warmtevraag

## 5.2 Aandachtspunten en consequenties planvorming

### Aandacht voor glas en luchtdichtheid als eerste stap

Bij de verduurzaming van een woning ligt vaak de nadruk op het aanbrengen van isolatiemateriaal. Maar de warmtebehoefte wordt door veel meer zaken bepaald. Soms hebben die zelfs een veel grotere invloed. Dat hangt af van bijvoorbeeld het bouwjaar, of eerder uitgevoerde verbeteringen. Een belangrijke stap is het vervangen van het enkel of verouderd dubbelglas door modern glas, zoals HR<sup>++</sup>-glas of triple glas, en het verbeteren van de luchtdichtheid. Het glas en de luchtdichtheid zorgen in de bestaande bouw voor een groot warmteverlies. Het aanpakken daarvan levert veel op.



Figuur 10: Aandacht voor glasvervanging en luchtdichtheid bij renovatie (bron: Nieman RI)

### Aandacht voor (bijkomende) bouwkundige oplossingen bij de Streefwaarde

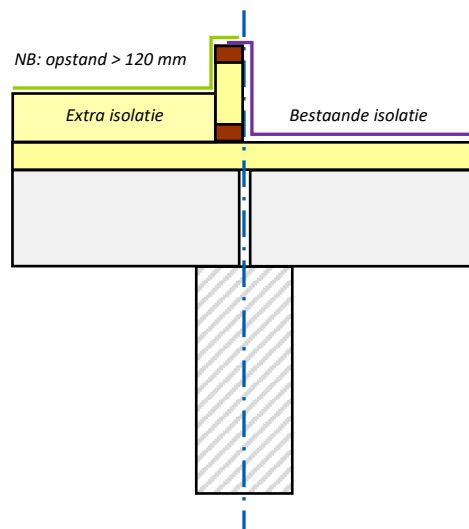
Bij de 'Standaard voor woningisolatie' worden maatregelen getroffen die grotendeels binnen de thermische schil te realiseren zijn. Hierdoor hoeft er bij de Standaard niet of in mindere mate rekening te worden gehouden met randzaken zoals dakranden, loodlijnen, de aansluiting naar burens, etc.

Bij het realiseren van een streefwaarde is dat anders. Dan pas je veel zwaardere isolatie toe, soms meer dan het minimum voor nieuwbouw. Bij een aanpak van de gevel of het dak van een woning moet dan rekening worden gehouden met randeffecten, zelfs bij vrijstaande woningen, maar zeker bij geschakelde woningen.

Enkele voorbeelden daarvan:

- Om een bestaand plat dak naar een  $R_c = 8,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  te brengen moeten bijvoorbeeld de dakranden en loodlijnen opgehoogd worden; bij een rijwoning speelt de aansluiting naar de burens een rol.
- Om een bestaand hellend dak naar een  $R_c = 8,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  te brengen moet rekening worden gehouden met de bouwkundige aansluitingen, onder andere ter plaatse van de dakgoot en naar de naastgelegen woningen: waterdichtheid, luchtdichtheid, constructie, welstand.
- Zijn de bestaande kozijnen, en met name de draaiende delen en het hang- en sluitwerk, geschikt om triple glas toe te passen?

- Om een bestaande gevel te voorzien van buitengevelisolatie moet rekening worden gehouden met de bouwkundige aansluiting naar de naastgelegen woningen: waterdichtheid, luchtdichtheid, constructie, welstand.
- Om gebalanceerde ventilatie toe te passen in bestaande woningen zijn bijkomende bouwkundige werkzaamheden nodig zoals: springen, koven, dakdoorvoeren, aanvullende maatregelen ten aanzien van installatiegeluid. Let op: er zijn slimme oplossingen in de markt speciaal voor renovatie, dat maakt de toepassing van balansventilatie met warmteterugwinning eenvoudiger.



*Figuur 11: Schematische aansluiting rijwoning plat dak – aandacht voor aansluitingen bij streefwaarde*

### Voorkomen van koudebruggen

Naarmate de woning beter geïsoleerd wordt, worden de bestaande koudebruggen versterkt; dan is er risico op schimmelvorming en lokaal warmteverlies. Koudebruggen zijn bijvoorbeeld bij doorlopende betonconstructies bij balkons of lateien. Vooral bij isolatie van binnenuit zijn er risico's op het ontstaan van koudebruggen. Bij een koudebrug zijn vaak extra maatregelen nodig, zoals het aanbrengen van een extra isolatiestrook/aftimmering. Breng de stroken goed aansluitend aan en kit de randen af. Zo voorkomt u dat warme vochtige binnenlucht de naden binnendringt en condensatie en schimmelvorming veroorzaakt. Bij buitengevelisolatie spelen koudebruggen geen rol; die worden dan effectief ingepakt.



### **Warmteafgifte: is de woning geschikt voor LT-verwarming?**

In de meeste situaties kunnen de bestaande radiatoren worden gehandhaafd. In veel woningen is de warmtecapaciteit in de bestaande situatie over-gedimensioneerd. Na renovatie is minder capaciteit nodig door de lagere warmtevraag. In enkele gevallen is er extra afgiftevermogen nodig, bijvoorbeeld in kleine vertrekken, op het noorden, met veel glas, of in vertrekken waar de aanwezige radiator een te kleine capaciteit heeft. Als er radiatoren zijn met 2 of 3 platen met lamellen ertussen (lamellen zijn de zigzagplaten) dan kan de warmteafgifte worden verbeterd door een radiatorventilator (radiatorbooster). Een radiatorventilator is een ventilator die met magneten aan de onderkant van de radiator wordt geplaatst. Voor de werking heeft de radiator stroom nodig. Als de radiator warm wordt, gaan de ventilatoren vanzelf draaien. Een alternatief vormen speciale laagtemperatuurradiatoren waarmee een beter rendement kan worden bereikt en het comfort soms als beter wordt ervaren.



### **Aandacht voor de glasrand bij vacuümglas**

Vacuümglas is zeker bij de verduurzaming van monumenten een kansrijke maatregel om de warmtevraag te verlagen. Belangrijkste reden hiervoor is dat de U-waarde van het glas vergelijkbaar is met HR<sup>++</sup> of zelfs triple glas. Aandachtspunt bij vacuümglas vormt de glasrand, dit vormt de zwakste schakel, waardoor de kans op condensvorming ter plaatse van het (houten) kozijn groot is. Het aanbrengen van een extra grondlaag bij glasvervanging is aan te bevelen. Ook de bewoner moet gewezen worden op dit effect. Voor woningen die geen monument zijn, is het nog vaak te kostbaar en ook niet altijd nodig.



*Figuur 12: Vacuümglas (bron: FINEO/AGC)*

**Bijlage 1 -** Mogelijke maatregelenpakketten per praktijkproject



## SAMENVATTING

### Woningtypen Bouwend Nederland: 'Standaard voor woningisolatie'



1. Tussenwoning - jaren '50



2. Hoekwoning dwarskap - jaren '80



3. Tussenwoning gevelvullende elementen - jaren '70



4. Hoekwoning plat dak - jaren '50



5. Vrijstaande woning - jaren '30



6. Bungalow - jaren '60

## REFERENTIESITUATIE

	Huidige netto-warmtebehoefte	woningtype conform tabel Standaard	compactheid $A_{1s}/A_g$	niveua na te streven Standaard	$\Delta$ referentie t.o.v. Standaard	Reductie t.o.v. Standaard [%]
1. Tussenwoning - jaren '50	162 kWh/m <sup>2</sup>	EGW - na 1945	Als/Ag = 1,64	≤ 69 kWh/m <sup>2</sup>	94 kWh/m <sup>2</sup>	-58%
2. Hoekwoning met dwarskap - jaren '80	139 kWh/m <sup>2</sup>	EGW - na 1945	Als/Ag = 2,11	≤ 87 kWh/m <sup>2</sup>	52 kWh/m <sup>2</sup>	-37%
3. Tussenwoning gevelvullende elementen - jaren '70	128 kWh/m <sup>2</sup>	EGW - na 1945	Als/Ag = 1,31	≤ 55 kWh/m <sup>2</sup>	73 kWh/m <sup>2</sup>	-57%
4. Hoekwoning met plat dak - jaren '50	200 kWh/m <sup>2</sup>	EGW - na 1945	Als/Ag = 2,10	≤ 87 kWh/m <sup>2</sup>	113 kWh/m <sup>2</sup>	-57%
5. Vrijstaande woning - jaren '30	244 kWh/m <sup>2</sup>	EGW - voor 1945	Als/Ag = 2,18	≤ 184 kWh/m <sup>2</sup>	60 kWh/m <sup>2</sup>	-25%
6. Bungalow - jaren '60	193 kWh/m <sup>2</sup>	EGW - na 1945	Als/Ag = 2,44	≤ 101 kWh/m <sup>2</sup>	93 kWh/m <sup>2</sup>	-48%

## 1. TUSSENWONING - JAREN '50

Kenmerken woningtype t.b.v. netto warmtebehoefte



### UITGANGSPUNTEN

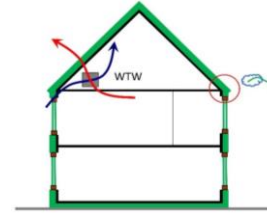
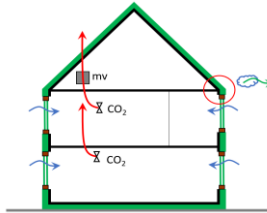
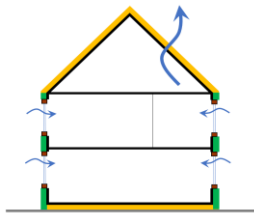
Bouwperiode	jaren '50
Gebruiksoppervlakte	69,1 m <sup>2</sup>
Woningtype	tussenwoning
Oriëntatie	voorgevel oost
Compactheid (A <sub>g</sub> /A <sub>c</sub> )	1,64
Type woning conform standaard	EGW - na 1945

### BOUWKUNDIG

	Referentiesituatie	Maatregelenpakket 1a	Maatregelenpakket 1b
Begane grondvloer	R <sub>s</sub> = 0,33 m <sup>2</sup> /K/W	ongeisoleerde vloer	R <sub>s</sub> = 4,15 m <sup>2</sup> /K/W
Gevel	R <sub>s</sub> = 1,47 m <sup>2</sup> /K/W	nagelisoleerde spouwmuur (50 mm)	R <sub>s</sub> = 1,47 m <sup>2</sup> /K/W
Hellend dakconstructie	R <sub>s</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /K/W	ongeisoleerd dak	R <sub>s</sub> = 4,22 m <sup>2</sup> /K/W
Ramen	U <sub>w</sub> = 2,90 W/m <sup>2</sup> /K	overall conventioneel dubbel glas	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K
Kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen
Voordeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeisoleerde deur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K
Achterdeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeisoleerde deur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K
Bouwwijze	dragend metselwerk met houten vloeren	dragend metselwerk met houten vloeren	dragend metselwerk met houten vloeren
Infiltratie	q <sub>v,10</sub> : 3,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	onbekende kierdichting, bouwjaar <1970	q <sub>v,10</sub> : 1,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	aangescherpte lichtdichtheid	onbekend
Buizenzwenking	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

### INSTALLATIETECHNISCH

Ventilatie - principe	A. Natuurlijke toe- en afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer - centraal
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	A.1 standaard	C4c. ZR-roosters afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer	D2. centrale WTW, zonder zonering, zonder sturing
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	n.v.t.	80%
Ventilatie - ventilatoren	n.v.t.	gelijktroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijktroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW toestel	n.v.t.	n.v.t.	geïsoleerd, lengte onbekend
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	n.v.t.	onbekend	onbekend
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	n.v.t.	onbekend	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	n.v.t.	geen passieve koeling	geen passieve koeling



### REKENRESULTATEN

Grenswaarde Standaard	69 kWh/m <sup>2</sup>	69 kWh/m <sup>2</sup>	69 kWh/m <sup>2</sup>
Netto warmtebehoefte	162 kWh/m <sup>2</sup>	68 kWh/m <sup>2</sup>	63 kWh/m <sup>2</sup>

Opmerkingen

## 2. HOEKWONING MET DWARSKAP - JAREN '80

Kenmerken woningtype t.b.v. netto warmtebehoefte



### UITGANGSPUNTEN

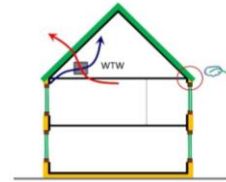
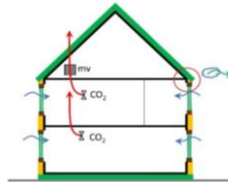
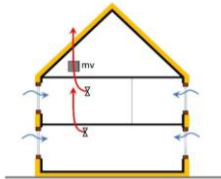
Bouwperiode	jaren 80
Gebruiksoppervlakte	86,2 m <sup>2</sup>
Oriëntatie	hoekwoning <sup>1)</sup>
Compactheid (A <sub>g</sub> /A <sub>v</sub> )	voorgevel zuid
Type woning conform standaard	2,11
	EGW - na 1945

### BOUWKUNDIG

	Referentiesituatie	Maatregelenpakket 2a	Maatregelenpakket 2b
Begane grondvloer	R <sub>s</sub> = 0,52 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerde vloer (bouwjaarklasse 1975-1982)	R <sub>s</sub> = 3,48 m <sup>2</sup> /K/W 150 mm isolatie	R <sub>s</sub> = 0,52 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerde vloer (bouwjaarklasse 1975-1982)
Gewel metselwerk	R <sub>e</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerde spouwmuur (bouwjaarklasse 1975-1987)	R <sub>e</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerde spouwmuur (bouwjaarklasse 1975-1987)	R <sub>e</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerde spouwmuur (bouwjaarklasse 1975-1987)
Gewel houten beslatting	R <sub>e</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerde spouwmuur (bouwjaarklasse 1975-1987)	R <sub>e</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerde spouwmuur (bouwjaarklasse 1975-1987)	R <sub>e</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerde spouwmuur (bouwjaarklasse 1975-1987)
Hellend dakconstructie	R <sub>s</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerd dak (bouwjaarklasse 1975-1987)	R <sub>s</sub> = 6,22 m <sup>2</sup> /K/W na-isolatie dakelement met 270 mm isolatie	R <sub>s</sub> = 4,22 m <sup>2</sup> /K/W na-isolatie van binnen uit met 150 mm isolatie
Plat dakconstructie	R <sub>s</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerd dak (bouwjaarklasse 1975-1987)	R <sub>s</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerd dak (bouwjaarklasse 1975-1987)	R <sub>s</sub> = 1,30 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerd dak (bouwjaarklasse 1975-1987)
Ramen	U <sub>r</sub> = 2,90 W/m <sup>2</sup> /K conventioneel dubbel glas	U <sub>r</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K HR++ glas (inclusief deuren)	U <sub>r</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K HR++ glas (inclusief deuren)
Ramen kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen
Paneel in kozijn	U <sub>p</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerd paneel (10 mm isolatie, geen spouw)	U <sub>p</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerd paneel (10 mm isolatie, geen spouw)	U <sub>p</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerd paneel (10 mm isolatie, geen spouw)
Voordeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K ongeïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K ongeïsoleerde deur
Achterdeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K ongeïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K ongeïsoleerde deur
Bouwwijze	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren
Infiltratie	q <sub>l,10</sub> : 2,40 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> onbekende kierdichting, bouwjaar 1980-1990	q <sub>l,10</sub> : 1,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> aangescherpte luchtdichtheid	q <sub>l,10</sub> : 1,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> aangescherpte luchtdichtheid
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	onbekend	onbekend
Buitenzonwering	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

### INSTALLATIETECHNISCH

Ventilatie - principe	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	C.1 standaard	C.4c. ZR-roosters afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer	D.2 centrale WTW-installatie zonder zonering, zonder sturing
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	n.v.t.	80%
Ventilatie - ventilatoren	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar 1981 t/m 1985	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW toestel	n.v.t.	n.v.t.	geïsoleerd, lengte onbekend
Ventilatie - luchtdichtheitsklasse ventilatiekanalen	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	geen passieve koeling	geen passieve koeling	geen passieve koeling



### REKENRESULTATEN

Grenswaarde Standaard	87 kWh/m <sup>2</sup>	87 kWh/m <sup>2</sup>	87 kWh/m <sup>2</sup>
Netto warmtebehoefte	139 kWh/m <sup>2</sup>	85 kWh/m <sup>2</sup>	83 kWh/m <sup>2</sup>

#### Opmerkingen

1. Bij de getoonde woning is de zij-aanbouw buiten beschouwing gelaten.

### 3. TUSSENWONING GEVELVULLENDE ELEMENTEN - JAREN '70

Kenmerken woningtype t.b.v. netto warmtebehoefte



#### UITGANGSPUNTEN

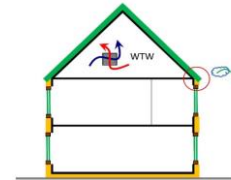
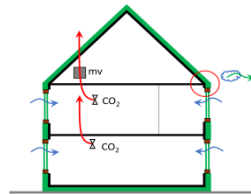
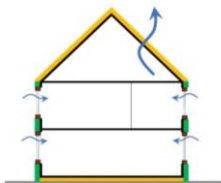
Bouwperiode	Jaren '70
Gebruiksoppervlakte	128,5 m <sup>2</sup>
Oriëntatie	tussenwoning
Compactheid (A <sub>g</sub> /A <sub>v</sub> )	voorgevel oost
Type woning conform standaard	1,31
	EGW - na 1945

#### BOUWKUNDIG

	Referentiesituatie	Maatregelenpakket 3a	Maatregelenpakket 3b
Begane grondvloer	R <sub>f</sub> = 0,52 m <sup>2</sup> /K/W	R <sub>f</sub> = 3,48 m <sup>2</sup> /K/W	R <sub>f</sub> = 0,52 m <sup>2</sup> /K/W
Paneelgevel	R <sub>e</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /K/W	R <sub>e</sub> = 2,14 m <sup>2</sup> /K/W	R <sub>e</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /K/W
Hellend dakconstructie	R <sub>d</sub> = 0,96 m <sup>2</sup> /K/W	R <sub>d</sub> = 6,22 m <sup>2</sup> /K/W	R <sub>d</sub> = 4,22 m <sup>2</sup> /K/W
Ramen	U <sub>g</sub> = 2,90 W/m <sup>2</sup> /K	U <sub>g</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K	U <sub>g</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K
Kozijnen	houten kozijnen	kunststof kozijnen	houten kozijnen
Voordeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K
Achterdeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K
Bouwwijze	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren
Infiltratie	q <sub>in</sub> : 2,50 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	q <sub>in</sub> : 0,70 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	q <sub>in</sub> : 0,70 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	onbekend	onbekend
Buitenzonwering	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

#### INSTALLATIETECHNISCH

	A. Natuurlijke toe- en afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer
Ventilatie - principe	A1, Standaard	C4c, ZR-roosters Δp ≤ 1 Pa, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in woonkamer en hoofdslaapkamer, zom.	D.2 centrale WTW-installatie zonder zonering, zonder sturing
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	n.v.t.	n.v.t.	80%
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	gelijktstroomventilatoren, fabricagejaar 2010 en nieuwer	gelijktstroomventilatoren, fabricagejaar 2010 en nieuwer
Ventilatie - ventilatoren	n.v.t.	n.v.t.	geïsoleerd, type isolatie onbekend, lengte onbekend
Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW toestel	n.v.t.	onbekend	onbekend
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	n.v.t.	onbekend	onbekend
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	n.v.t.	onbekend	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	geen passieve koeling	geen passieve koeling	geen passieve koeling



#### REKENRESULTATEN

	55 kWh/m <sup>2</sup>	55 kWh/m <sup>2</sup>	55 kWh/m <sup>2</sup>
Grenswaarde Standaard	55 kWh/m <sup>2</sup>	55 kWh/m <sup>2</sup>	55 kWh/m <sup>2</sup>
Netto warmtebehoefte	128 kWh/m <sup>2</sup>	55 kWh/m <sup>2</sup>	50 kWh/m <sup>2</sup>

#### Opmerkingen

- Er is gebruik gemaakt van een BCRG-verklaring voor de nieuwe kozijnen met triple-glas.

#### 4. HOEKWONING PLAT DAK - JAREN '50

Kenmerken woningtype t.b.v. netto warmtebehoefte



#### UITGANGSPUNTEN

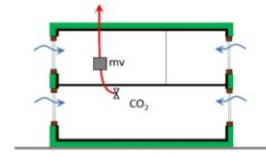
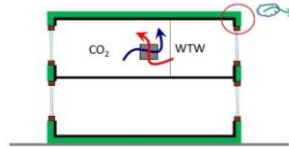
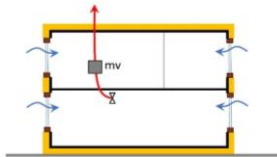
Bouwperiode	jaren '50
Gebruiksoppervlakte	91,0 m <sup>2</sup>
Woningtype	hoekwoning
Oriëntatie	voorgevel noord
Compactheid (A <sub>u</sub> /A <sub>s</sub> )	2,1
Type woning conform standaard	EGW - na 1945

#### BOUWKUNDIG

	Referentiesituatie	Maatregelenpakket 4a	Maatregelenpakket 4b
Begane grondvloer	R <sub>s</sub> = 0,15 m <sup>2</sup> /K/W isolatatie onbekend, geen spouw, bouwjaarklasse <1965	R <sub>s</sub> = 4,15 m <sup>2</sup> /K/W 180 mm isolatie	R <sub>s</sub> = 3,48 m <sup>2</sup> /K/W 150 mm isolatie
Vloer boven buiten (entree)	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /K/W isolatatie onbekend, geen spouw, bouwjaarklasse <1965	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /K/W isolatatie onbekend, geen spouw, bouwjaarklasse <1965	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /K/W isolatatie onbekend, geen spouw, bouwjaarklasse <1965
Langsgevel	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> /K/W isolatatie onbekend, geen spouw, bouwjaarklasse <1965	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> /K/W isolatatie onbekend, geen spouw, bouwjaarklasse <1965	R <sub>s</sub> = 2,14 m <sup>2</sup> /K/W voorzetswand 80 mm isolatie
Kopgevel	R <sub>s</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /K/W geen isolatie, spouw	R <sub>s</sub> = 1,47 m <sup>2</sup> /K/W nageliseerde spouwmuur (50 mm)	R <sub>s</sub> = 1,47 m <sup>2</sup> /K/W nageliseerde spouwmuur (50 mm)
Plat dakconstructie	R <sub>s</sub> = 1,11 m <sup>2</sup> /K/W geïsoleerd dak (60 mm isolatie)	R <sub>s</sub> = 6,44 m <sup>2</sup> /K/W na-isolatatie met 280 mm isolatie	R <sub>s</sub> = 6,44 m <sup>2</sup> /K/W na-isolatatie met 280 mm isolatie
Plat dakconstructie tp.v. balkon	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /K/W isolatatie onbekend, geen spouw, bouwjaarklasse <1965	R <sub>s</sub> = 1,33 m <sup>2</sup> /K/W na-isolatatie met 50 mm isolatie	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /K/W isolatatie onbekend, geen spouw, bouwjaarklasse <1965
Ramen	U <sub>r</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K overal HR+ glas	U <sub>r</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K kunststof kozijnen	U <sub>r</sub> = 1,00 W/m <sup>2</sup> /K kunststof kozijnen
Kozijnen	U <sub>r</sub> = 1,50 W/m <sup>2</sup> /K nageliseerd (20 mm) zonder spouw	U <sub>r</sub> = 1,50 W/m <sup>2</sup> /K nageliseerd (20 mm) zonder spouw	U <sub>r</sub> = 1,10 W/m <sup>2</sup> /K nieuw paneel in nieuw kozijn, 40 mm isolatie
Panelen in kozijnen	U <sub>r</sub> = 2,90 W/m <sup>2</sup> /K conventioneel dubbel glas	U <sub>r</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K HR+ glas	U <sub>r</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K HR+ glas
Dakraam	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K ongeliseerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerde deur
Voordeur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K geïsoleerde deur
Achterdeur en balkon deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K dragend metselwerk met houten vloeren
Bouwwijze	q <sub>v,10</sub> : 2,52 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> onbekende kierdichting, bouwjaar <1970	q <sub>v,10</sub> : 0,59 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> aangescherpte luchtdichtheid	q <sub>v,10</sub> : 0,59 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> aangescherpte luchtdichtheid
Infiltratie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Verticale leidingen door thermische schil	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Buizenzwenking	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

#### INSTALLATIETECHNISCH

Ventilatie - principe	C. natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	D. Mechanische toe- en afvoer - centraal	C. natuurlijke toevoer en mechanische afvoer
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	C.1 standaard	D.3 centrale WTW, sturing op toe- of afvoer door CO <sub>2</sub> -meting in wk, zonder zonerings	C.4a ZR-roosters Δp ≤ 1 Pa, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -meting in wk, zonder zonerings
Ventilatie - warmte terugwinning	n.v.t.	90% (centrale WTW)	n.v.t.
Ventilatie - ventilatoren	gelijktroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijktroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijktroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW toestel	n.v.t.	geïsoleerd (type isolatie onbekend), lengte 2,5 m	n.v.t.
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	n.v.t.	automatische passieve koelregeling	n.v.t.



#### REKENRESULTATEN

Grenswaarde Standaard	87 kWh/m <sup>2</sup>	87 kWh/m <sup>2</sup>	87 kWh/m <sup>2</sup>
Netto warmtebehoefte	200 kWh/m <sup>2</sup>	87 kWh/m <sup>2</sup>	85 kWh/m <sup>2</sup>

#### Opmerkingen

- In de referentiesituatie is het uitgangspunt dat er al enkele aanpassingen zijn uitgevoerd. Onder andere het vervangen van de gevelopeningen en het toepassen van een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.
- Er is gebruik gemaakt van een BCRG-verklaring voor de nieuwe kozijnen met triple-glas.

**5. VRIJSTAANDE WONING - JAREN '30**

Kenmerken woningtype t.b.v. netto warmtebehoefte



**UITGANGSPUNTEN**

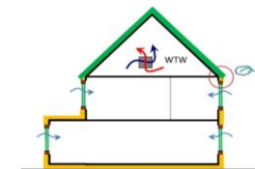
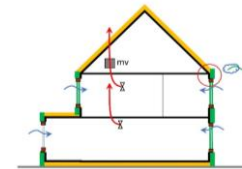
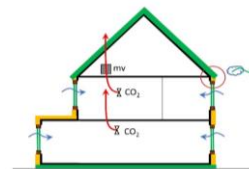
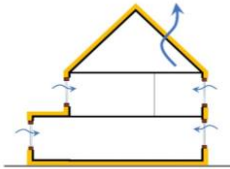
Bouwperiode	Jaren '30
Gebruikoppervlakte	204,8 m <sup>2</sup>
Woningtype	vrijstaande woning
Oriëntatie	voorgevel west
Compactheid (A <sub>g</sub> /A <sub>l</sub> )	2,18
Type woning conform standaard	EGW - voor 1945

**BOUWKUNDIG**

	Referentiesituatie	Maatregelenpakket 5a	Maatregelenpakket 5b	Maatregelenpakket 5c
Begane grondvloer basis	R <sub>s</sub> = 0,15 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,15 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,15 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,15 m <sup>2</sup> K/W
Begane grondvloer serre	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W
Gevel basis	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,14 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> K/W
Gevel uitbouw serre	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W
Hellend dakconstructie	R <sub>s</sub> = 1,33 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 3,55 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 1,33 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 3,55 m <sup>2</sup> K/W
Plat dakconstructie basis	R <sub>s</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> K/W
Plat dakconstructie serre	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> K/W
Gevelwalg dakkapel	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> K/W
Plat dak dakkapel	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> K/W	R <sub>s</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> K/W
Ramen	U <sub>w</sub> = 2,90 W/m <sup>2</sup> K U <sub>w</sub> = 5,10 W/m <sup>2</sup> K U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K U <sub>w</sub> = 5,10 W/m <sup>2</sup> K U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K U <sub>w</sub> = 5,10 W/m <sup>2</sup> K U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 2,90 W/m <sup>2</sup> K U <sub>w</sub> = 5,10 W/m <sup>2</sup> K U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K
Kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen
Schuifpui	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> K
Voordeur	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K
Achterdeur	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K
Balkondeur	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K	U <sub>w</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> K
Bouwwijze	dragend metselwerk met houten vloeren	dragend metselwerk met houten vloeren	dragend metselwerk met houten vloeren	dragend metselwerk met houten vloeren
Infiltratie	q <sub>l,10</sub> : 4,20 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	q <sub>l,10</sub> : 1,50 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	q <sub>l,10</sub> : 1,50 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	q <sub>l,10</sub> : 1,50 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Buitenzonwering	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomerscherming	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

**INSTALLATIETECHNISCH**

	A. Natuurlijke toe- en afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer
Ventilatie - principe	A.1 standaard	C4c: ZR-roosters Δp ≤ 1 Pa, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in woonkamer en hoofdslaapkamer	C.1 standaard	D2: centrale WTW, zonder zonering, zonder sturing
Ventilatie - specifieke ventilatiesysteem	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	80%
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - ventilatoren	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	geïsoleerd, lengte onbekend
Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW toestel	n.v.t.	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	n.v.t.	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - geluïstalleerde ventilatiecapaciteit	n.v.t.	geen passieve koeling	geen passieve koeling	geen passieve koeling
Ventilatie - passieve koeling	n.v.t.			



**REKENRESULTATEN**

Grenswaarde Standaard	184 kWh/m <sup>2</sup>	184 kWh/m <sup>2</sup>	184 kWh/m <sup>2</sup>	184 kWh/m <sup>2</sup>
Netto warmtebehoefte	244 kWh/m <sup>2</sup>	178 kWh/m <sup>2</sup>	153 kWh/m <sup>2</sup>	179 kWh/m <sup>2</sup>

**Opmerkingen**

1. Er is geen gebruik gemaakt van een BCRG-verklaring voor bouwkundige en/of installatietechnische uitgangspunten. Door het gebruik van een specifiek product kan de isolatiewaarde worden verhoogd en/of isolatiedikte worden vermindert.

## 6. BUNGALOW - JAREN '60

Kenmerken woningtype t.b.v. netto warmtebehoefte



### UITGANGSPUNTEN

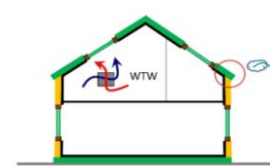
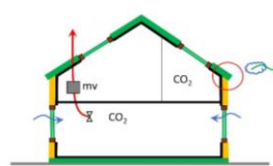
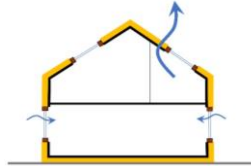
Bouwperiode	jaren '60
Gebruiksoppervlakte	125,0 m <sup>2</sup>
Woningtype	bungalow
Oriëntatie	voorgevel noord
Compactheid (A <sub>g</sub> /A <sub>v</sub> )	2,44
Type woning conform standaard	EGW - na 1945

### BOUWKUNDIG

	Referentiesituatie	Maatregelenpakket 6a	Maatregelenpakket 6b
Begane grondvloer	R <sub>s</sub> = 0,17 m <sup>2</sup> /Kw	islatie onbekend, bouwjaarklasse 1965-1974	R <sub>s</sub> = 3,48 m <sup>2</sup> /Kw 150 mm isolatie
Gewel metselwerk	R <sub>s</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /Kw	40 mm isolatie	R <sub>s</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /Kw 40 mm isolatie
Gewel plaatmateriaal	R <sub>s</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /Kw	40 mm isolatie	R <sub>s</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /Kw 40 mm isolatie
Wand aan garage	R <sub>s</sub> = 0,43 m <sup>2</sup> /Kw	islatie onbekend, bouwjaarklasse 1965-1974	R <sub>s</sub> = 0,43 m <sup>2</sup> /Kw islatie onbekend, bouwjaarklasse 1965-1974
Hellend dakconstructie	R <sub>s</sub> = 1,11 m <sup>2</sup> /Kw	40 mm isolatie	R <sub>s</sub> = 4,22 m <sup>2</sup> /Kw 180 mm isolatie
Ramen	U <sub>w</sub> = 2,90 W/m <sup>2</sup> /K	conventioneel dubbel glas	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K overal HR++ glas
Kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen
Dakramen	U <sub>w</sub> = 2,90 W/m <sup>2</sup> /K	conventioneel dubbel glas	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K HR++ glas
Opstaande tuindeuren	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongelsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K gelsoleerde deur
Voordeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongelsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K gelsoleerde deur
Achterdeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongelsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K ongelsoleerde deur
Bouwwijze	houtskeletbouw (hsb) met hsb of sfb vloeren	houtskeletbouw (hsb) met hsb of sfb vloeren	houtskeletbouw (hsb) met hsb of sfb vloeren
Infiltratie	q <sub>v,10</sub> : 4,20 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	onbekende kierdichting, bouwjaar <1970	q <sub>v,10</sub> : 0,98 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> aangescherpte luchtdichtheid
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	onbekend	onbekend
Buitenzonwering	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

### INSTALLATIETECHNISCH

Ventilatie - principe	A. Natuurlijke toe- en afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	A.1 standaard	C4c. ZR-roosters afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofslaapkamer	D.2 centrale WTW-installatie zonder zonering, zonder sturing
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	n.v.t.	80%
Ventilatie - ventilatoren	n.v.t.	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - toevoer kanaal van buiten naar WTW toestel	n.v.t.	n.v.t.	geïsoleerd, lengte onbekend
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	n.v.t.	onbekend	onbekend
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	n.v.t.	onbekend	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	n.v.t.	geen passieve koeling	geen passieve koeling



### REKENRESULTATEN

Grenswaarde Standaard	101 kWh/m <sup>2</sup>	101 kWh/m <sup>2</sup>	101 kWh/m <sup>2</sup>
Netto warmtebehoefte	193 kWh/m <sup>2</sup>	100 kWh/m <sup>2</sup>	95 kWh/m <sup>2</sup>

#### Opmerkingen

1. Er is geen gebruik gemaakt van een BCRG-verklaring voor bouwkundige en/of installatietechnische uitgangspunten. Door het gebruik van een specifiek product kan de isolatiewaarde worden verhoogd en/of isolatiedikte worden verminderd.

**Bijlage 2 - Checklist**



## CHECKLIST - VERLAGEN WARMTEVRAAG

















In onderstaand overzicht staan de belangrijkste invloedsparameters om de warmtevraag te verlagen. Per onderdeel staan enkele punten genoemd om in het werk te controleren en suggesties om de warmtevraag van de woningen te verlagen.

Een werkelijke bepaling van de warmtevraag ofwel Standaard voor woningisolatie vraagt om een NTA 8800 berekening en een inspectie door een gediplomeerd energieprestatie adviseur conform het opnameprotocol ISSO 82.1. Deze checklist is hiervoor geen vervanging. Een EP-adviseur vindt u op de website: <https://epadviseurs.energieprestatie-adviesplatform.nl/>

In onderstaande checklist is uitgegaan van de volgende niveaus van isolatie.

Niveau van isolatie	Isolatiewaarde
Matige isolatie	1,3 m <sup>2</sup> K/W
Redelijke isolatie	2,5 m <sup>2</sup> K/W
Goede isolatie	4,0 m <sup>2</sup> K/W
Zeer goede isolatie	6,0-10,0 m <sup>2</sup> K/W

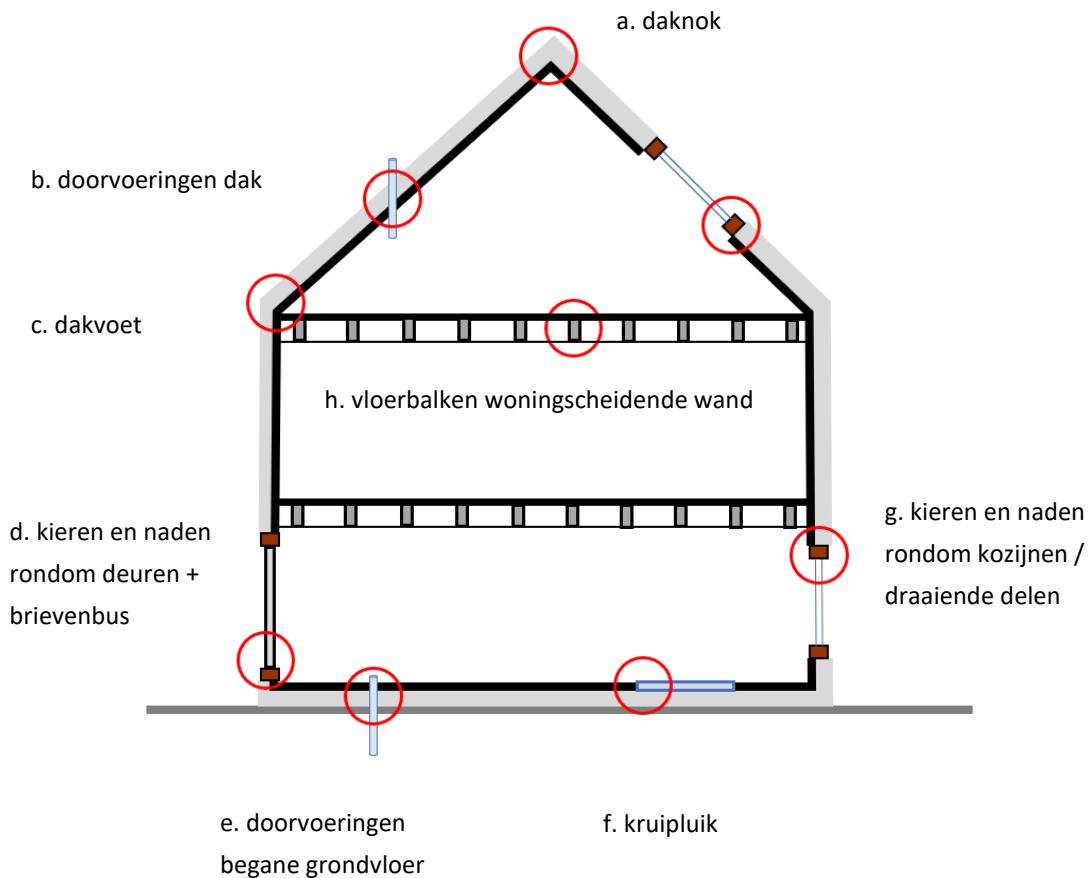
### Onderdelen die van invloed zijn op de warmtevraag

	Controleer volgende punten	Situatie	Wat te doen?
<b>Vloer</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Controleer de aanwezigheid en hoogte van de kruipruimte</li> <li><input type="checkbox"/> Als de kruipruimte &gt; 35 cm isoleer onderzijde van de vloer, bij een kruipruimte &lt; 35 cm is bodemisolatie mogelijk een optie of de vloer van boven te isoleren.</li> <li><input type="checkbox"/> Is er een luchtdichte afdichting rondom het kruipluik?</li> <li><input type="checkbox"/> Zijn de doorvoeringen in begane grondvloer luchtdicht?</li> <li><input type="checkbox"/> Houd rekening met bereikbaarheid leidingen onder de vloer bij isolatie</li> <li><input type="checkbox"/> Ventilatie in kruipruimte is nodig i.v.m. vochtproblemen en ophoping radongas in kruipruimte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen vloerisolatie, wel kruipruimte</li> <li>Matige vloerisolatie: 50 à 70 mm</li> <li>Goede vloerisolatie: &gt; 160 mm</li> </ul>	<p>Bij geen of matige vloerisolatie is het advies deze te verbeteren. Dit kan door bodemisolatie of vloerisolatie.</p> <p>Zie voor meer informatie <a href="https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/vloerisolatie/">https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/vloerisolatie/</a></p>
<b>Gevels</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Controleer isolatiedikte in de spouwmuur door middel van duimstok ter plaatse van een open stootvoeg.</li> <li><input type="checkbox"/> Als er geen open stootvoeg is meet de totale dikte van de gevel ter plaatse van voor- of achterdeur, bij een muur &gt; 24 cm is er waarschijnlijk een spouwmuur.</li> <li><input type="checkbox"/> Laat bij na-isoleren van de spouw een isolatiebedrijf de spouw controleren op eventuele vervuiling, corrosie spouwankers en de kwaliteit van het metsel-en voegwerk.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geen gevelisolatie, wel spouwmuur</li> <li>geen gevelisolatie, geen spouwmuur</li> <li>nageïsoleerde spouwmuur</li> <li>Spouwmuur van woningen na 1992, voorzetwand of buitengevelisolatie</li> </ul>	<p>Bij een woning met spouwmuur, spouwmuurisolatie toepassen. Bij ontbreken spouwmuur of hoger ambitie geïsoleerde voorzetwand of buitengevelisolatie. Zie voor meer informatie <a href="https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/gevelisolatie/">https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/gevelisolatie/</a></p>
<b>Hellende daken</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> controleer bij woningen of isolatie aan de binnenzijde of buitenzijde is aangebracht</li> <li><input type="checkbox"/> Binnenzijde (zichtbaar): isolatiedikte en/of hoogte gording meten</li> <li><input type="checkbox"/> Binnenzijde (onzichtbaar): bij een afgewerkte beplating controleer de isolatiedikte ter plaatse van de doorvoeringen (rookgasafvoer/standleiding)</li> <li><input type="checkbox"/> Buitenzijde: controleer bij het dakraam onder de dakpannen of er isolatie is aangebracht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen dakisolatie</li> <li>Matige dakisolatie: 30 à 50 mm in het dak</li> <li>Goede dakisolatie</li> </ul>	<p>Bij geen of matige dakisolatie, de dakisolatie verhogen. Zie voor meer informatie <a href="https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/dakisolatie/">https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/dakisolatie/</a></p>
<b>Ramen</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Bepaal de technische staat van de kozijnen en staat van schilderwerk</li> <li><input type="checkbox"/> Controleer type glas: enkel, dubbel, (HR, HR+ of HR++ glas). Het verschil hiertussen is lastig te zien. Houd een aansteker of een brandende lucifer 5 tot 10 cm voor het raam en kijk naar de weerspiegeling van de vlammetjes in het raam. Je ziet 4 vlammetjes. Hebben alle vlammetjes dezelfde kleur? Dan heb je gewoon dubbel glas. Heeft het tweede of derde vlammetje een andere kleur (meestal roze of blauw)? Dan is het HR glas.</li> <li><input type="checkbox"/> Let naast de U-waarde op de zontoetredingsfactor (g<sub>w</sub>-waarde)</li> <li><input type="checkbox"/> In de afstandhouder van het glas (aluminium strip tussen de glasplaten) staat soms het type of merk glas of de term 'HR/HR++'?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enkel glas in goede kozijnen vervangen door HR**-glas</li> <li>Dubbel glas in goede kozijnen</li> <li>Enkel/dubbel glas in slechte kozijnen -&gt; vervangen kozijnen en glas</li> </ul>	<p>Zie voor meer informatie over glasvervang: <a href="https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/isolatieglas/">https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/isolatieglas/</a></p> <p>Zie voor meer informatie over glasvervang: <a href="https://glasspecialisten.nl/">https://glasspecialisten.nl/</a></p> <p>Houd ook rekening met zonerende maatregelen voor de zomerperiode zoals buitenzonwering. Zie: <a href="https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/koel-huis/">https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/koel-huis/</a></p>
<b>Panelen</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Bepaal de technische staat van de gevelpanelen en voorzover mogelijk de opbouw van het gevelpaneel / spouw.</li> <li><input type="checkbox"/> Is het paneel van binnenaf te isoleren?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ongeïsoleerde panelen, met spouw</li> <li>Matige geïsoleerde panelen: 20 à 30 mm</li> <li>Goed geïsoleerde panelen: kozijndikte opvullen</li> </ul>	<p>Bij geen of matige isolatie in panelen, de isolatiewaarde verhogen.</p>
<b>Deuren</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Bepaal type deur en mogelijkheden voor vervangen glas/deurblad:</li> <li><input type="checkbox"/> Een ongeïsoleerde deur heeft veelal een dikte van 38 mm en is veelal voorzien van enkel of dubbel glas</li> <li><input type="checkbox"/> Een geïsoleerde deur heeft veelal een dikte van 54 mm en heeft een U-waarde van 1,3 W/m<sup>2</sup>K of lager.</li> <li><input type="checkbox"/> Oudere deuren trekken in de loop der jaren krom en hebben vaak onvoldoende kierdichting.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ongeïsoleerde deur</li> <li>Enkel/dubbel glas in kwalitatief goede deur</li> <li>Geïsoleerde deur met kierdichting/HR++-glas</li> </ul>	<p>Zie voor meer informatie over luchtdichtheid: <a href="https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/isolerende-kozijnen-en-deuren/">https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/isolerende-kozijnen-en-deuren/</a></p>
<b>Luchtdichtheid</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Controleer de volgende veel voorkomende luchtlekken:</li> <li><input type="checkbox"/> - Doorvoeringen in de begane grondvloer (meterkast, keukenblok) en dak</li> <li><input type="checkbox"/> - Naden tussen raamkozijn, vensterbank en buitenmuur</li> <li><input type="checkbox"/> - Sluiten de rubbers of tochtstrip van ramen/deuren kierdicht aan op het kozijn?</li> <li><input type="checkbox"/> - Zijn er kieren ter plaatse van de aansluiting van dakvoet en daknok?</li> <li><input type="checkbox"/> - Is het kruipluik voorzien van afdichting?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beperkte of matige kier- en naaddichting</li> <li>Kier- en naaddichting, luchtdichte doorvoeringen in meterkast/dak, kruipluik, dichting t.p.v. dakvoet/nok, etc.</li> <li>Uitvoeren bovenstaande maatregelen + luchtdichtheidsmeting</li> </ul>	<p>Zie voor meer informatie over luchtdichtheid: <a href="https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/naden-en-kieren-dicht/">https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/naden-en-kieren-dicht/</a></p>
<b>Ventilatie</b>	  <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Controleer toe en afvoervoorzieningen voor ventilatie: klepramen, ventilatieroosters of mechanische afvoer. Is er afvoer in natte ruimten aanwezig?</li> <li><input type="checkbox"/> Herken vocht en ventilatieklachten: dichte ventilatieroosters, muffe lucht, schimmel op wanden/plafond, verstopte afzuigventielen</li> <li><input type="checkbox"/> Controleer werking/installatiejaar ventilator, wisselstroom of gelijkstroom</li> </ul>		<p>Ventilatie is essentieel voor goede luchtkwaliteit. Zie voor meer informatie over ventilatie: <a href="https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/ventilatie/">https://www.verbeterjehuis.nl/verbeteropties/ventilatie/</a></p>

### Bijlage 3 - Aandachtspunten luchtdichtheid

Bij het uitwerken van de maatregelenpakketten om te voldoen aan de 'Standaard voor woningisolatie' is uitgegaan van forfaitaire waarden op basis van het renovatiejaar en de gebouwkenmerken conform ISSO 82.1. Een andere mogelijkheid is om de luchtdichtheid te meten op basis van een luchtdichtheidsmeting. Om een indicatie te geven van aandachtspunten zijn op onderstaande doorsnede veel voorkomende posities van luchtlekken weergegeven. Vervolgens zijn verschillende luchtlekken voorzien van een foto uit de praktijk:

- a. daknok
- b. doorvoeringen dak
- c. dakvoet
- d. kieren en naden rondom voordeur + brievenbus
- e. doorvoeringen begane grondvloer / meterkast
- f. kruipluik
- g. kieren en naden rondom kozijnen / draaiende delen / vensterbank
- h. aansluiting vloerbalken ter plaatse van woningscheidende wand





Luchtlek ter plaatse van kozijn / vensterbank aansluiting achtergevel



Luchtlek ter plaatse van beglazing voorgevel



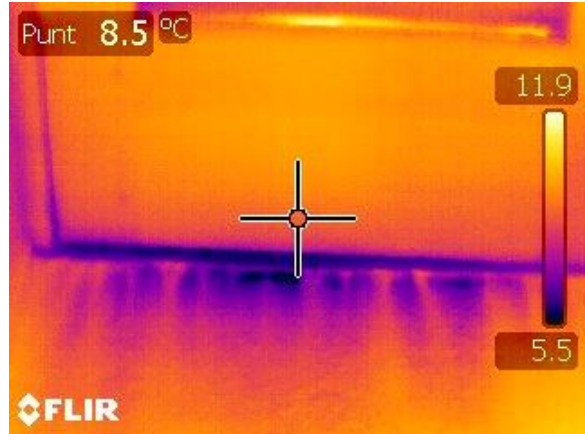
Luchtlekken rondom doorvoeringen in meterkast



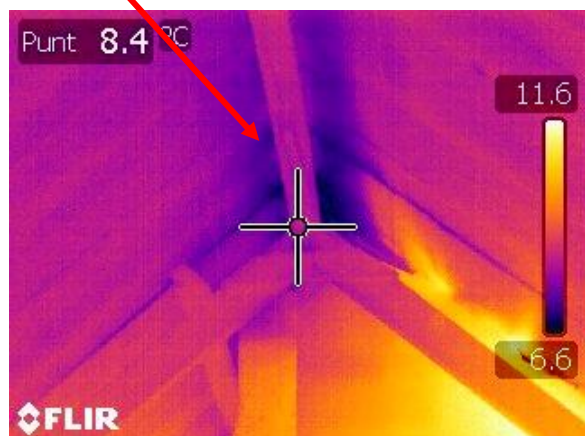
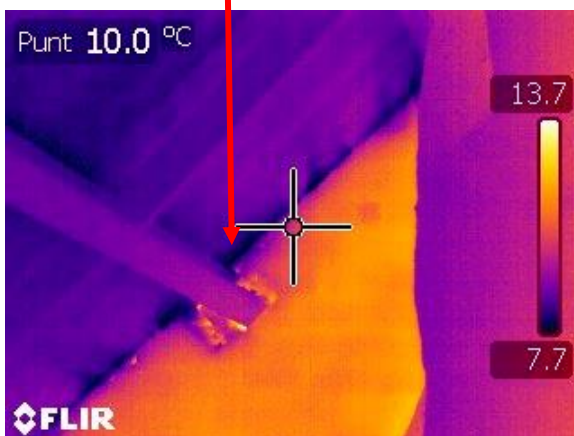
Luchtlek ter plaatse van vensterbank



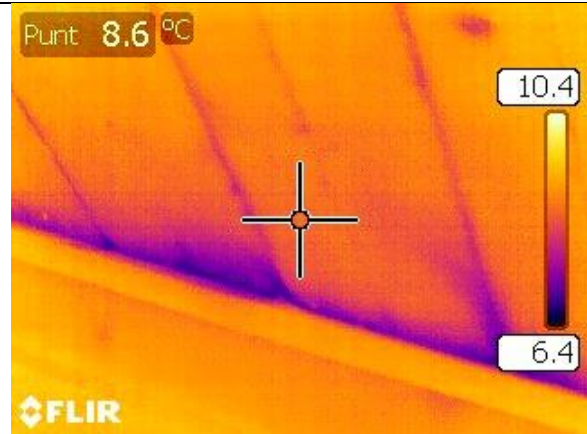
Luchtlek ter plaatse van oplegging vloerbalken in gevel



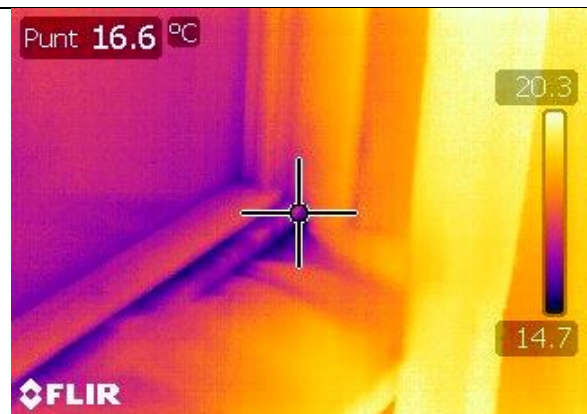
Grote luchtstroom onder de voordeur door ontbreken kierdichting



Grote luchtlekken ter plaatse van aansluiting hellend dak met kopgevel en nok op zolder.



Grote luchtlekken over de gehele aansluiting van de dakvoet



Luchtlek ter plaatse van kozijn / gevel

Bron foto's: Nieman RI

Meer voorbeelden van veelvoorkomende luchtlekken in een woning is te vinden op:  
<https://huisfluisteraar.nl/wp-content/uploads/2023/01/Kluslijst-wintereditie-2023.pdf>



## OVER NIEMAN DE RAADGEVENDE INGENIEURS

Nieman Raadgevende Ingenieurs is al sinds 1988 dé partner voor complexe vraagstukken in de gebouwde omgeving.

Wij geven bouwfysisch en installatietechnisch advies in elke fase van het bouwproces: van initiatief tot ontwerp en ontwikkeling, realisatie en exploitatie. Dit doen wij voor nieuwbouwprojecten in de grootschalige woning- en utiliteitsbouw, verbouw, transformatie en renovatie van bestaande gebouwen. Ook voeren we op het gebied van verduurzaming en brandveiligheid beleidsadvies, -onderzoek en normontwikkeling uit. Onze relaties omvatten de volledige bouwkolom: (ontwikkellende) bouwbedrijven, woningcorporaties, projectontwikkelaars, gebouweigenaren, architecten, leveranciers/conceptontwikkelaars en overheden.

Wij hechten veel waarde aan het daadwerkelijk realiseren van veilige, gezonde, duurzame en comfortabele woon-, werk-, en recreatieomgeving. Voor een optimale samenwerking is écht partnerschap van belang: dit vergt een investering van beide partijen. Daarom bouwen wij aan langdurige relaties met onze klanten. Wij zien uw klanten (vaak de eindgebruiker) als onze klanten en dragen graag bij aan het gewenste en optimale resultaat van uw projecten.

Met diepgaande kennis van regelgeving en fysica in combinatie met praktische bouwplaatskennis dragen onze ingenieurs bij aan een optimaal, maakbaar ontwerp: robuuste kwaliteit, kostenefficiënt en goede bouwtechnische details.

Nieman Raadgevende  
Ingenieurs B.V.

info@nieman.nl  
www.nieman.nl

### Vestiging Utrecht

Atoomweg 400  
3542 AB Utrecht  
Postbus 40217  
3504 AA Utrecht  
030 241 34 27

### Vestiging Zwolle

Dr. van Lookeren Campagneweg 16  
8025 BX Zwolle  
Postbus 40147  
8004 DC Zwolle  
038 467 00 30

### Algemene gegevens

KVK 30086383  
BTW NL008969541B01  
IBAN NL94 INGB 0004 2577 92

