



**NIEMAN**<sup>®</sup>

DE RAADGEVENDE INGENIEURS



**VERDUURZAMEN**

**VOORBIJ DE STANDAARD**

**RVO i.s.m. TKI-Urban Energy**

**9 maart 2023**

*Partner in 't hart van de bouw!*

---

## Verduurzamen voorbij de standaard voor woningisolatie

Rapportage

---

### Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl)

Slachthuisstraat 71  
6041 CB Roermond  
Vertegenwoordigd door: de heer D. van Rijn



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

### TKI Urban Energy

Arthur van Schendelstraat 550d  
3511 MH Utrecht  
Vertegenwoordigd door: de heer G. Mulder en O. Tijssse Klasen



---

### 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 M. Cornelisse

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

---

Referentie: 20220728 / 27806

Status: Definitief

Datum: 9 maart 2023

---

## Samenvatting

In dit onderzoek heeft Nieman Raadgevende Ingenieurs in opdracht van RVO en in samenwerking met TKI Urban Energy onderzocht 'Wanneer het voor een particuliere woningeigenaar relevant is om te verduurzamen voorbij de standaard voor woningisolatie'. Er zijn situaties denkbaar waarbij het isoleren tot de standaard niet de optimale oplossing is voor de verduurzaming van een woning. Dit onderzoek richt zich dan ook op het identificeren van situaties waarbij verder verduurzamen dan de standaard voor woningisolatie een zinvolle stap is. Daarvoor zijn in dit onderzoek vier woningtypen onderzocht; drie grondgebonden woningen en een portieketageflat.

De volgende situaties zijn voor een bewoner een mogelijke aanleiding om verder te verduurzamen dan de standaard:





1. Als er sprake is van technische of constructieve gebreken waardoor vervanging van een bouwdeel of bouwdelen noodzakelijk is.
2. Als de woning aangesloten wordt op een laag temperatuursysteem (< 40°C á 30°C) is het noodzakelijk dat de thermische schil verder wordt verbeterd dan de Standaard voor woningisolatie.
3. Als er sprake is van een koppelkans. Bijvoorbeeld als bij het verbouwen van de woning; als vloerverwarming wenselijk is of een uitbouw/optopping gerealiseerd wordt.
4. Als de energierekening fors verlaagd moet worden.
5. Als de bewoner/eigenaar van de woning een lange levensduurverlenging/exploitatieperiode voor ogen heeft.

Om de mogelijke reductie ten opzichte van de standaard voor woningisolatie te bepalen zijn vier representatieve woningtypen geselecteerd en zijn per woningtype vier verschillende scenario's onderzocht, waarbij aangesloten wordt op natuurlijke momenten:

1. Verduurzamen woning in lege staat (bij aan-/verkoop) uitgaande van oorspronkelijke kwaliteit.
2. Verduurzamen woning in lege staat (bij aan-/verkoop) uitgaande van huidige gemiddelde kwaliteit.
3. Stapsgewijs verduurzamen van een woning in bewoonde staat.
4. Verduurzaming gelijktijdig met een verbouwing.

In tabel 1 is per scenario de netto-warmtebehoefte en procentuele reductie van de netto-warmtebehoefte ten opzichte van de standaard weergegeven. Wij hebben per scenario maatregelen voorgesteld die redelijkerwijs getroffen kunnen worden bij dit type woning om voorbij de standaard te komen. Hiervoor zijn diverse afwegingen die daarin per bewoner en per adres een rol kunnen spelen en daarmee in individuele situaties kunnen verschillen.

Tabel 1: Reductie netto-warmbehoefte van vier onderzochte woningtypen

	Tussenwoning 1995	Vrijstaande woning 1936	Hoekwoning 1957	Meergezinswoning 1935	
					
Aantal	Aantal tussenwoning vanaf 1995: 380.789	Aantal vrijstaande woningen voor 1945: 281.028	Aantal hoekwoningen met plat dak periode 1945-1970: 46.393	Aantal portiek etageflats voor 1945: 151.558	
	<b>tussenwoning</b>	<b>vrijstaande woning</b>	<b>hoekwoning</b>	<b>boven appartement</b>	<b>tussen appartement</b>
Referentie <sup>1)</sup>	80 kWh/m <sup>2</sup>	193 kWh/m <sup>2</sup>	195 kWh/m <sup>2</sup>	202 kWh/m <sup>2</sup>	187 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Standaard</b>	<b>58 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>180 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>87 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>116 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>95 kWh/m<sup>2</sup></b>
Scenario 1.	40 kWh/m <sup>2</sup> -32%	89 kWh/m <sup>2</sup> -50%	72 kWh/m <sup>2</sup> -18%	62 kWh/m <sup>2</sup> -47%	56 kWh/m <sup>2</sup> -41%
Scenario 2.	40 kWh/m <sup>2</sup> -32%	63 kWh/m <sup>2</sup> -65%	51 kWh/m <sup>2</sup> -42%	49 kWh/m <sup>2</sup> -58%	39 kWh/m <sup>2</sup> -58%
Scenario 3.	46 kWh/m <sup>2</sup> -21%	90 kWh/m <sup>2</sup> -50%	80 kWh/m <sup>2</sup> -8%	93 kWh/m <sup>2</sup> -19%	77 kWh/m <sup>2</sup> -19%
Scenario 4.	27 kWh/m <sup>2</sup> -54%	48 kWh/m <sup>2</sup> -73%	48 kWh/m <sup>2</sup> -45%	45 kWh/m <sup>2</sup> -61%	34 kWh/m <sup>2</sup> -64%

1. Huidige gemiddelde kwaliteit in referentiesituatie

Aan de hand van dit onderzoek naar mogelijkheden om te verduurzamen voorbij de standaard ontstaan de volgende inzichten:

- Er zijn meerdere redenen om te verduurzamen voorbij de standaard. De standaard vormt wat dat betreft een ondergrens. Zeker bij vooroorlogse woningen is aan te bevelen de netto-warmtebehoefte verder te verlagen dan de grenswaarde.
- De in dit onderzoek getoonde stap van de aangenomen gemiddelde referentiesituatie naar de standaard is in elke praktijksituatie sterk afhankelijk van die referentiesituatie. Dat impliceert dat er bij het ontwikkelen van aanbod voor een renovatieaanpak door marktpartijen altijd sprake moet zijn van het kunnen aanpassen aan een specifieke situatie, zeker bij particulier bezit.
- Het vervangen van het glas, verbeteren van de luchtdichtheid en een energiezuinig ventilatiesysteem zijn de eerste belangrijke stappen om de netto-warmtebehoefte te verlagen. Daarna dient de isolatiewaarde van de dichte delen worden verbeterd.
- Zeker bij aankoop van de woning in lege staat en bij een verbouwing kan de netto warmtevraag op relatief eenvoudige manier worden gereduceerd. Op dit momentum is er een grote kans om in plaats van de Standaard de stap naar 'voorbij de standaard' te maken. Dit vraagt wel om een integrale aanpak van de gebouwschil waarbij waar mogelijk een met nieuwbouw kwaliteitsniveau wordt gerealiseerd en waar mogelijk hoger.

In bewoonde situatie zal in de praktijk het ambitieniveau van de netto-warmtebehoefte dicht bij het niveau van de standaard voor woningisolatie blijven. In dit onderzoek ligt de focus met name op de energetische mogelijkheden voor het verduurzamen voorbij de standaard, in relatie met een gezond binnenklimaat. Het verduurzamen voorbij de standaard draagt uiteraard ook bij aan het verder verlagen van de woonlasten, het verhogen van de verkoopwaarde van de woning en het verbeteren van het comfort voor de bewoner.

## Inhoudsopgave

### Samenvatting

<b>Hoofdstuk 1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>Hoofdstuk 2</b>	<b>Standaard voor woningisolatie</b>	<b>6</b>
2.1	Verduurzamen tot de standaard	6
2.2	Verduurzamen voorbij de standaard	8
2.3	Consequenties verduurzamen voorbij de standaard	10
<b>Hoofdstuk 3</b>	<b>Praktijkprojecten</b>	<b>11</b>
3.1	Woningtypen	11
3.2	Aantallen en kenmerken	12
<b>Hoofdstuk 4</b>	<b>Afwegingskaders</b>	<b>14</b>
4.1	Format afwegingskader	14
4.2	Afwegingen	15
<b>Hoofdstuk 5</b>	<b>Tussenwoning – 1995</b>	<b>17</b>
5.1	Woningkenmerken en afwegingen	17
5.2	Referentiesituatie & standaard	18
5.3	Scenario's voorbij de standaard	19
5.4	Analyse voorbij de standaard	21
<b>Hoofdstuk 6</b>	<b>Vrijstaande woning – 1936</b>	<b>22</b>
6.1	Woningkenmerken en afwegingen	22
6.2	Referentiesituatie & standaard	23
6.3	Scenario's voorbij de standaard	24
6.4	Analyse voorbij de standaard	26
<b>Hoofdstuk 7</b>	<b>Hoekwoning plat dak – 1957</b>	<b>28</b>
7.1	Woningkenmerken en afwegingen	28

7.2	Referentiesituatie & standaard	29
7.3	Scenario's voorbij de standaard	30
7.4	Analyse voorbij de standaard	33
<b>Hoofdstuk 8</b>	<b>Meergezinswoning – 1935</b>	<b>34</b>
8.1	Woningkenmerken en afwegingen	34
8.2	Referentiesituatie & standaard	35
8.3	Scenario's voorbij de standaard	36
8.4	Analyse voorbij de standaard	39
<b>Hoofdstuk 9</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>41</b>
9.1	Conclusie	41
9.2	Aanbevelingen	43
<b>Bijlage 1 -</b>	<b>Scenario's per woningtype</b>	
<b>Bijlage 2 -</b>	<b>Afwegingskader per woningtype</b>	

## Hoofdstuk 1 Inleiding

### Aanleiding

In de zomer van 2021 zijn de Standaard voor woningisolatie en de streefwaarden geïntroduceerd. De Standaard voor woningisolatie geeft een maximale waarde voor de warmtebehoefte voor ruimteverwarming. De warmtebehoefte wordt hiermee ten opzichte van de bestaande situatie dusdanig verlaagd dat een naoorlogse woning verwarmd kan worden met een warmteaanbod met een temperatuur van 50°C. Voor vooroorlogse woningen is dit 70°C. Uitgangspunt bij het bepalen van de hoogte van de Standaard is geweest het 'isoleren binnen de schil' en het verwarmen met het bestaande afgiftesysteem. Het doel van de Standaard voor woningisolatie is om een richtlijn te geven voor de maximale resulterende warmtebehoefte bij de aanpak van woningen waarbij het toekomstige warmteaanbod nog niet bekend is. De Standaard voor woningisolatie representeert daarmee een minimale waarde voor de isolatiekwaliteit van de thermische schil van een woning. Door geen isolatiewaarden voor te schrijven, maar de netto warmtebehoefte als maatstaf te kiezen, ontstaat keuzevrijheid in oplossingen, waarmee maatwerk mogelijk wordt.

Met isoleren tot de Standaard voor woningisolatie is technisch iedere woning geschikt voor een alternatief voor aardgas, hetzij individueel, hetzij collectief. Door de gekozen randvoorwaarden bij het bepalen van de hoogte van de Standaard zal echter niet elke verwarmingsmethode in elke situatie toepasbaar zijn. Bovendien zal niet elke oplossing optimaal functioneren en is er geen specifieke aandacht besteed aan het optimum tussen isoleren en de resulterende energievraag (en de bijbehorende kosten) in een specifiek situatie, noch aan verbetering van het comfort. Door de warmtevraag verder te beperken dan de Standaard voor woningisolatie aangeeft, worden de keuzemogelijkheden groter en wordt het (primaire) energiegebruik en daarmee de CO<sub>2</sub>-uitstoot en de kosten voor energielevering verder beperkt. Bovendien kan een hoger comfortniveau worden gerealiseerd.



Er zijn kortom veel situaties denkbaar waarbij het isoleren tot de Standaard niet de optimale oplossing is voor de verduurzaming van een woning. Dit onderzoek richt zich dan ook op het identificeren van situaties waarbij verder verduurzamen dan de Standaard voor woningisolatie een zinvolle stap is.

De focus ligt daarbij op de afwegingen voor de eigenaar/bewoner in de bestaande woningvoorraad ofwel een bottom-up benadering. Er wordt vanuit het perspectief van de particulier beoordeeld wanneer het wenselijk is om verdergaand dan de Standaard te verduurzamen.

De uitkomsten van het onderzoek worden opgenomen in de MMIP3 'versnelling van de energierenovaties in de gebouwde omgeving', het innovatieprogramma vanuit TKI Urban Energy. Om de ontwikkeling van integrale verduurzamingspakketten uit te breiden en innovatiesubsidies hierop in te richten.

### **Probleemstelling**

Concreet kan de probleemstelling dan ook als volgt worden verwoord:

*'Wanneer is het voor een particuliere woningeigenaar relevant om te verduurzamen voorbij de Standaard voor woningisolatie'.*



### **Leeswijzer**

De opbouw van deze rapportage is als volgt:

- Hoofdstuk 2: Wat wordt verstaan onder de Standaard voor woningisolatie en wat wordt met het verduurzamen voorbij Standaard voor woningisolatie bereikt
- Hoofdstuk 3: Praktijkprojecten
- Hoofdstuk 4: Afwegingskader
- Hoofdstuk 5 t/m 8: Scenario's, afwegingskader en potentie voor de volgende praktijkvoorbeelden:
  - Tussenwoning – 1995
  - Vrijstaande woning – 1936
  - Hoekwoning plat dak – 1957
  - Meergezinswoning – 1935
- Hoofdstuk 9: Conclusie en aanbevelingen

## Hoofdstuk 2    Standaard voor woningisolatie

### 2.1    Verduurzamen tot de standaard

De Standaard voor woningisolatie geeft woningeigenaren een handvat in hoeverre de woning geschikt is voor een alternatief voor aardgas of dat er eerst geïsoleerd moet worden. De hoogte van de Standaard is afhankelijk van de compactheid van de woning, dat is de verhouding tussen het vloeroppervlak en de buitenschil van een woning. Deze compactheid verschilt per woning(categorie); een tussenwoning is (gemiddeld gezien) compacter dan een vrijstaande woning. Daarnaast speelt het bouwjaar (voor of na 1945) een rol, vanwege verschillen in de oorspronkelijke bouwkwiteit, met name het ontbreken van een spouw die geschikt is voor na-isolatie.

Door de Standaard afhankelijk te maken van de compactheid is het niet nodig om binnen de woningcategorieën nog nader onderscheid te maken. Dit levert vier categorieën op met een grenswaarde zoals in tabel 1 staat weergegeven:

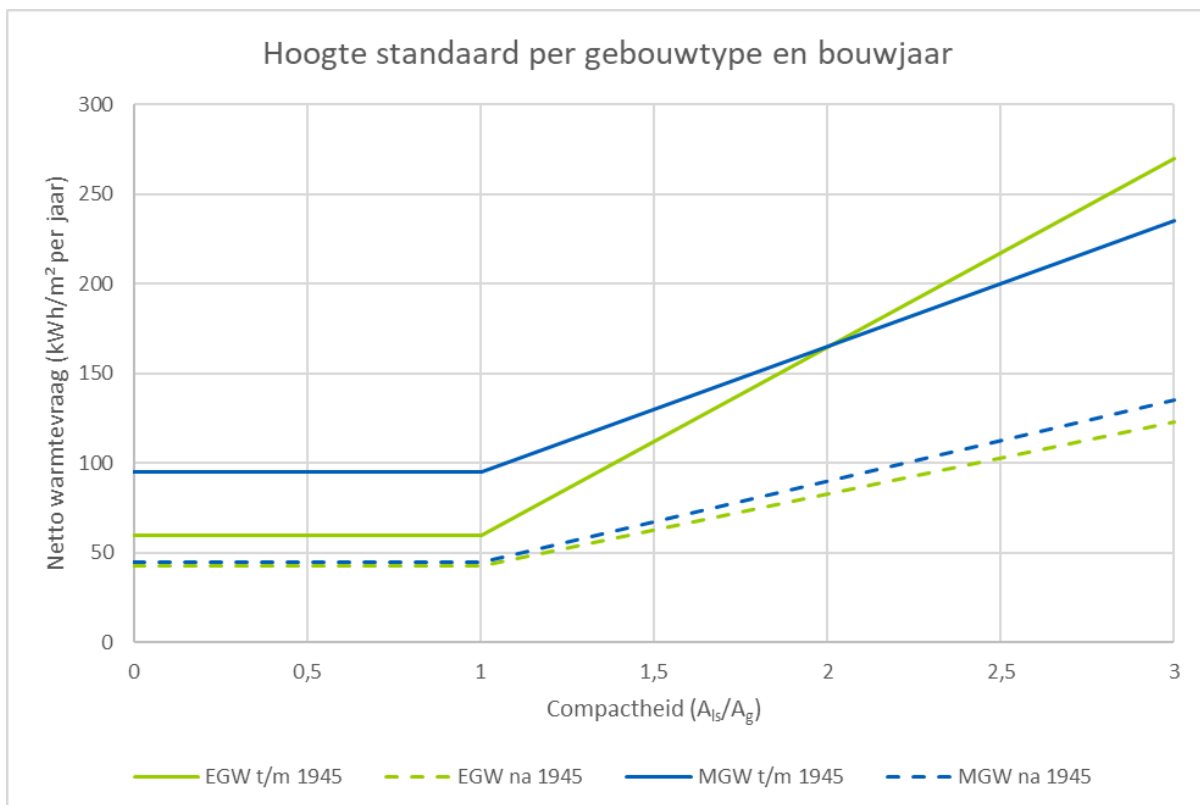
- Eengezinswoningen (tussenwoning, hoekwoning, vrijstaande woning) met bouwjaar tot en met 1945;
- Eengezinswoningen (tussenwoning, hoekwoning, vrijstaande woning) met bouwjaar na 1945;
- Meergezinswoningen met bouwjaar tot en met 1945;
- Meergezinswoningen met bouwjaar na 1945.

Tabel 2: Grenswaarden standaard voor woningisolatie

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

De hoogte van de Standaard is zo gekozen dat er aan voldaan wordt als de woning volledig geïsoleerd is zonder wijzigingen aan het bestaande casco, zoals voorzetwanden of buitengevelisolatie. Hierbij wordt er bijvoorbeeld rekening gehouden met de dikte van de spouw en ruimte tussen de gordingen van het dak. Onder de begane grondvloer is er over het algemeen meer ruimte en kan dus verdergaand geïsoleerd worden. Door de Standaard te formuleren als eis aan de warmtebehoefte kan er makkelijk worden afgestemd op een specifieke situatie waarbij al gedeeltelijke isolatie heeft plaatsgevonden of oorspronkelijk aanwezig was.

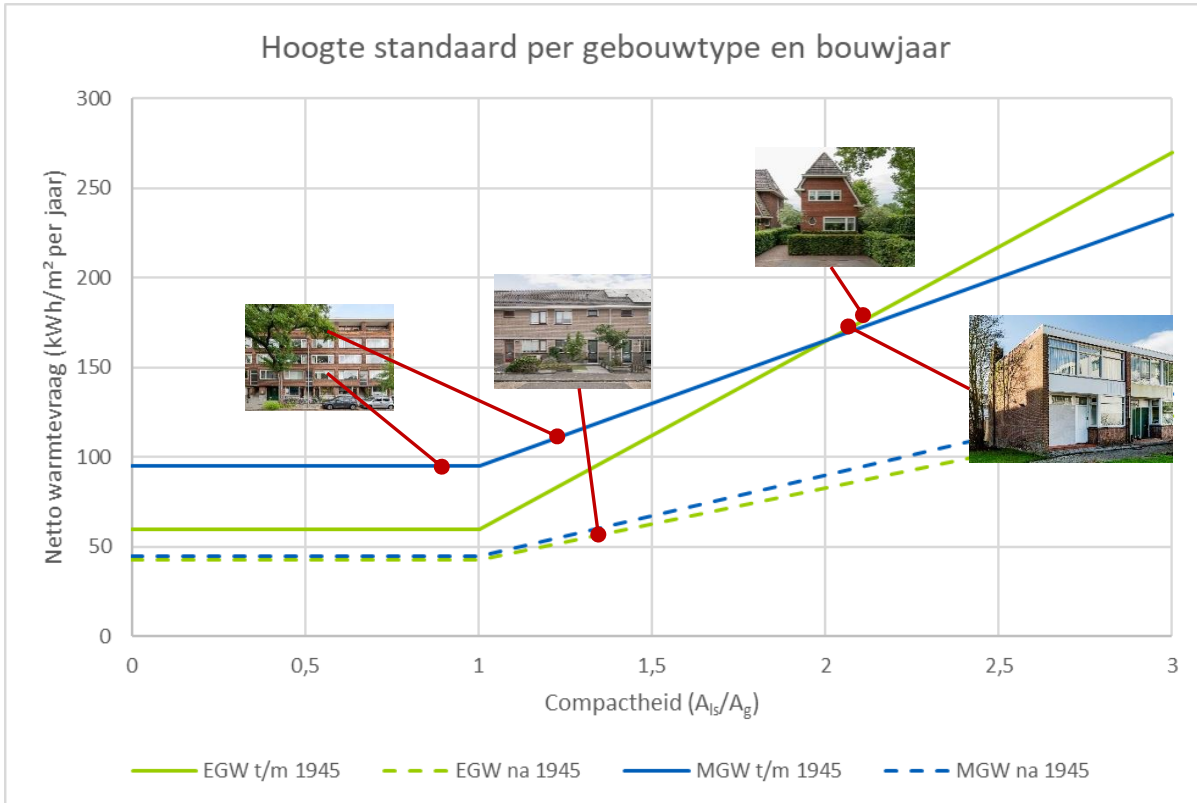
Uit tabel 2 blijkt dat de grenswaarden van de standaard mede afhankelijk is van de bouwperiode en daarmee van de mogelijkheden qua isolatie. Om dit te illustreren is in figuur 1 met de groene lijn de grenswaarde van de standaard weergegeven voor een eengezinswoning en met de blauwe lijn de meergezinswoningen. De doorlopende lijn geeft de vooroorlogse standaard aan en de gestippelde lijn de naoorlogse standaard. Op de horizontale as staat de verhouding  $A_{Is}/A_g$  (compactheid van de woning) en op de verticale as de grenswaarde voor de netto-warmtebehoefte. Daarbij moet worden benadrukt dat bij vooroorlogse woningen bij het voldoen aan de Standaard een hoger temperatuurniveau voor verwarming vereist is en er dus minder alternatieven voor aardgas voor handen zijn. Dat illustreert het karakter van de Standaard voor woningisolatie als het minimaal noodzakelijke niveau voor de thermische kwaliteit van de omhulling van de woning.



Figuur 1: Grenswaarde standaard afhankelijk van vormfactor (bron: Nieman)

Uit deze grafiek wordt zichtbaar dat de grenswaarde voor een woning na 1945 (gestippelde lijn) scherper is dan een woning voor 1945 (doorlopende lijn). Daarnaast volgt dat een minder compacte woning zoals een hoekwoning of een vrijstaande woning ( $A_{Is}/A_g$  veelal  $\geq 2,0$ ) een minder scherpe grenswaarde kent dan een compactere woning (bijvoorbeeld een tussen appartement  $A_{Is}/A_g < 1,0$  of een tussenwoning  $A_{Is}/A_g$  circa 1,4).

Voor de vier onderzochte woningtypen ziet de compactheid er als volgt uit:



*Figuur 2: Grenswaarde van de vier onderzochte woningtypen (bron: Nieman)*

Naast de Standaard voor woningisolatie zijn streefwaarden gegeven voor verdergaande isolatie van bouwdelen. De streefwaarden zijn vooral bedoeld als richtlijn bij integrale vervanging van bouwdelen. Ze zijn dus niet zonder meer bruikbaar als maatstaf voor verdere verlaging van de warmtevraag als dat niet van toepassing is. Gecombineerd zouden deze streefwaarden leiden tot een (veel) lagere warmtevraag dan de Standaard.

## 2.2 Verduurzamen voorbij de standaard

In dit onderzoek wordt gekeken naar situaties waarin het relevant is om te verduurzamen voorbij de Standaard. Dat kunnen vanuit de bewoner/eigenaar gezien zowel objectieve als subjectieve redenen zijn. Objectief omdat er bijvoorbeeld sprake is van een technisch probleem, zoals een lekkage bij een plat dak, waarbij het voor de hand ligt om bij vervanging van de dakbedekking ook extra te isoleren. Subjectief omdat er uiteenlopende bewonerswensen zijn, zoals extra comfort, die aanleiding kunnen zijn om verder te verduurzamen. Vandaar dat er in hoofdstuk 5 per woningtype een afwegingskader is uitgewerkt met objectieve en subjectieve motieven om voorbij de standaard te isoleren.

Naast de beweegreden vanuit de bewoner/eigenaar is ook de uitvoeringskwaliteit en de mate waarin verduurzaamd wordt een bepalende factor om voorbij de standaard te komen.

- *Mate van verduurzaming.* Het isoleren van het dak van binnenuit kent bijvoorbeeld een grens qua warmteweerstand als gevolg van de hoogte van de gordingen en houtpercentage van gordingen/dakbalken. Het isoleren van een hellend dak van buitenaf kan een hogere warmteweerstand opleveren en daarmee voorbij de Standaard komen. Overigens heeft het bij het integraal vervangen een component de voorkeur om te focussen op de streefwaarde.
- *Uitvoeringskwaliteit.* De uitvoering is bepalend of de theoretische waarden daadwerkelijk gerealiseerd worden. De werkelijke warmteweerstand kan bijvoorbeeld door luchtlekken of een valse spouw lager liggen dan de berekende isolatiewaarde. Meer informatie hierover is te vinden op de routekaarten na-isolatie op de website van TKI Urban Energy. In het kader van dit onderzoek zijn er daardoor werkzaamheden die de doe-het-zelver uit kan voeren, maar ook werkzaamheden die de inzet van een professional vragen.

*Warmtebehoefte / mate van energiezuinigheid*




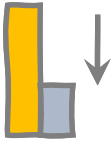







- Referentie: oorspronkelijk bouw kwaliteit of huidige gemiddelde kwaliteit met energetische verbeteringen door de loop der jaren
- Standaard: zo veel mogelijk maatregelen binnen de schil
- Voorbij de standaard: maximaal haalbare binnen/buiten schil (op componentniveau naar streefwaarde)
- Nul op de meter: veelal renovatie van de thermische schil van buiten af (richtwaarde 'niewbouwniveau')
- Passief: hogere waarden dan 'niewbouwniveau'

*Figuur 3: Niveaus voorbij de standaard voor woningisolatie*

### 2.3 Consequenties verduurzamen voorbij de standaard

De Standaard voor woningisolatie heeft een direct verband met de energetische eigenschappen van een woning. Maar het verduurzamen van een woning naar of voorbij de Standaard heeft ook consequenties op andere thema's. Deze consequenties lichten we kort toe in onderstaand overzicht, waarbij we een onderverdeling maken in consequenties voor de bewoner/eigenaar en de maatschappij.

Tabel 3: Consequenties voorbij de standaard voor bewoner / maatschappij

Consequentie voor bewoner	Consequentie voor maatschappij / transitie
 <p><b>Lagere warmtevraag</b> lager energieverbruik door verduurzamen voorbij standaard</p>	 <p><b>CO<sub>2</sub>-reductie energieverbruik</b> verdere CO<sub>2</sub>-reductie door vraagbeperking</p>
 <p><b>Hogere robuustheid</b> Minder afhankelijk van fluctuatie van energieprijzen</p>	 <p><b>Embodied carbon</b> milieubelasting stijgt door met name glas en (isolatie)materialen</p>
 <p><b>Investering</b> hogere investering t.o.v. standaard</p>	 <p><b>Benodigde warmte</b> minder (duurzame) warmte nodig bij lage warmtevraag</p>
 <p><b>Woonlasten</b> lagere woonlasten door lager verbruik (kWh/m<sup>3</sup>/GJ)</p>	 <p><b>Maatschappelijke kosten</b> een gebouwde omgeving die voorbij de standaard is verduurzaamd vraagt lagere maatschappelijke kosten</p>
 <p><b>Winter/zomercomfort</b> verbetering wooncomfort in zomer en winter; blijft aandacht nodig voor maatregelen zomercomfort</p>	

#### Investeringskosten

In dit onderzoek zijn de investeringskosten die nodig zijn om te komen tot een maatregelenpakket voorbij de Standaard buiten beschouwing gelaten. Reden hiervan is dat de investeringskosten per woning sterk kunnen verschillen. Dit is namelijk afhankelijk van de isolerende maatregelen die bij de woning in het verleden zijn uitgevoerd en de technische staat/onderhoud van de woning. Daarnaast fluctueren de investeringskosten vrijwel dagelijks, waardoor een onrealistisch beeld zou ontstaan. Wel is er rekening gehouden met realistische investeringskosten voor de maatregelenpakketten, maar dan op basis van een expert opinion.

## Hoofdstuk 3    **Praktijkprojecten**

### 3.1    **Woningtypen**

Om te beoordelen wanneer het relevant is om te verduurzamen voorbij de standaard voor woningsisolatie zijn vier woningtypen in dit onderzoek meegenomen. Er is bewust gekozen voor een diversiteit van woningtypologieën en bouwjaren om de volgende redenen:

- Voor woningen van voor 1945 geldt een aangepaste standaard. Daarmee zijn ze niet zonder meer geschikt voor toepassing van bijvoorbeeld een warmtepomp. Door tot een hoger niveau te isoleren kan dit wel mogelijk worden. In het onderzoek is een vrijstaande woning meegenomen van voor 1945.
- Woningen van na 1995 zullen in veel gevallen zonder nadere maatregelen al (bijna) aan de standaard voldoen. Toch hebben deze woning een verbeterpotentieel. Het ligt voor de hand dit te verkennen; in dit onderzoek gebeurt dat aan de hand van een tussenwoning gebouwd rond 1995.
- Als laatste is een grondgebonden woning van na 1945 onderzocht. In de periode jaren '60/'70 is er een diversiteit in woningtypen (meer dan in de periode ervoor en erna) met grote verschillen in verbeterpotentieel. Bijvoorbeeld het onderscheid kap/plat dak is relevant, maar ook het type gevel met ofwel overheersend 'metselwerk-met-kozijn' ofwel gevelvullende puien in verschillende typen. In dit voorbeeld is gekeken naar een hoekwoning plat dak.
- Er is een groot verbeterpotentieel van meergezinswoningen van voor 1945. Deze zijn voor een belangrijk deel in particuliere handen (zowel eigenaar/bewoners als particuliere huur) en hebben andere (on-) mogelijkheden dan grondgebonden woningen. In dit onderzoek is een hoekappartement en tussenappartement van een woongebouw van voor 1945 meegenomen.



1. Tussenwoning (bouwjaar 1995)



2. Vrijstaande woning (bouwjaar 1936)



3. Grondgebonden woning plat dak (bouwjaar 1957)



4. Meergezinswoningen (bouwjaar 1935)

Figuur 4: Onderzochte vier woningtypen (foto's bron: Funda)

### 3.2 Aantallen en kenmerken

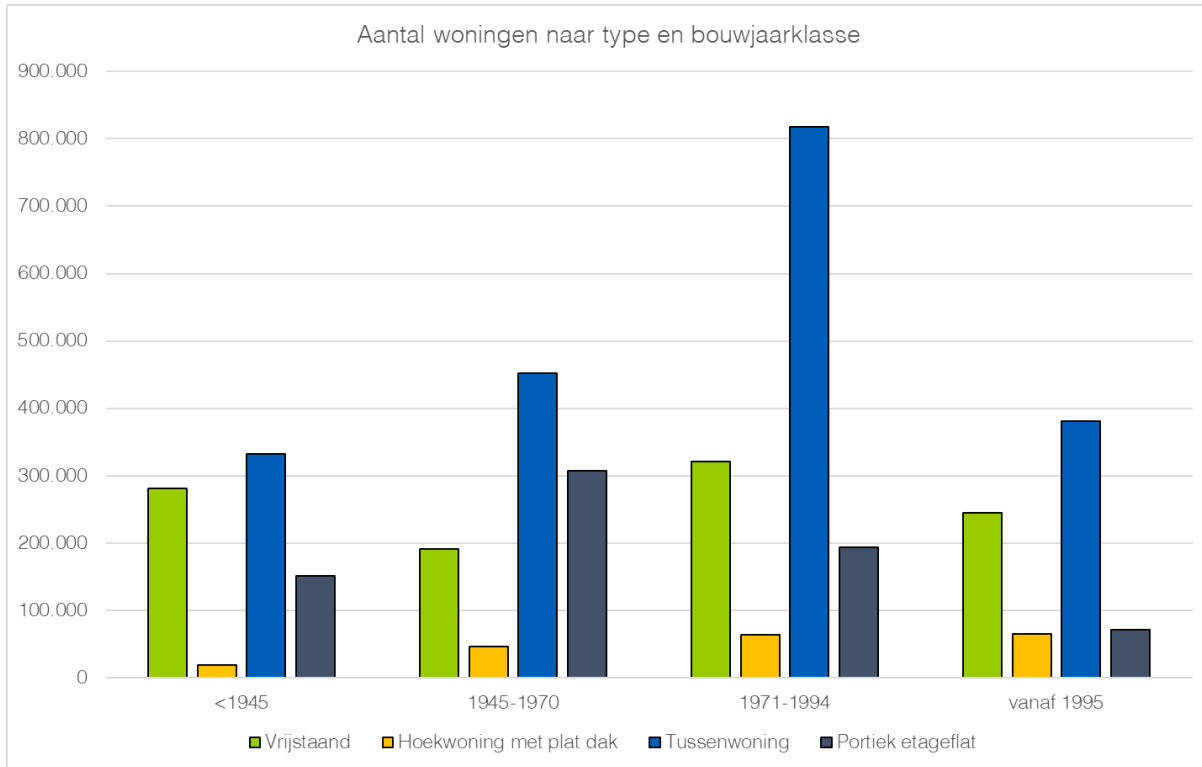
Nederland heeft in totaal circa 8 miljoen woningen. In dit onderzoek is specifiek gekeken naar vier woningtypen. Om een globaal inzicht te geven in het verbeterpotentieel zijn in tabel 4 en figuur 4 voor de vier onderzochte woningtypen het aantal woningen in Nederland weergegeven (bron: TNO/ WoON 2018). Er zijn naast deze vier woningtypen meer woningtypen in Nederland, denk aan hoekwoningen met hellend dak, 2<sup>^</sup>1-kapwoningen, galerijwoningen etc. Vandaar dat de tabel slechts een deel van de woningvoorraad representeert.

Tabel 4: Aantal woningen per bouwperiode voor vier onderzochte woningtypen (bron: WoON2018, TNO)

Aantal woningen van uitsluitend de vier onderzochte woningen					
bouwjaar	<1945	1945-1970	1971-1994	vanaf 1995	Subtotaal
Vrijstaand	281.028	191.940	321.618	245.625	1.040.211
Hoekwoning met plat dak	18.639	46.393	63.740	64.992	193.764
Tussenwoning	332.881	452.001	818.249	380.789	1.983.920
Portiek etageflat	151.558	307.648	194.007	71.512	724.725
Totaal	784.106	997.982	1.397.614	762.918	3.942.620

Uit bovenstaande tabel volgt dat qua type met name de tussenwoningen en vrijstaande woningen een hoog potentieel hebben. Voor wat betreft de bouwperiode komt de periode 1971-1994 in meerderheid naar voren.











Figuur 5: Aantal woningen per bouwperiode (bron: WoON2018, TNO)

## Hoofdstuk 4 Afwegingskaders

### 4.1 Format afwegingskader


Voor elk onderzocht woningtype is een afwegingskader opgesteld met daarin criteria voor besluitvorming over de mate van isolatie, luchtdichtheid en ventilatie. In het overzicht wordt ingegaan op de parameters die van invloed zijn op de bepaling van de warmtebehoefte (verticale as) en de afwegingsaspecten om te verduurzamen voorbij de standaard (horizontale as). Voor elke woning is gekeken naar de volgende afwegingsaspecten:

	Onderdeel	Voorbeeld afweging
	Technisch	constructieve problemen, houtrot, einde levensduur ventilatie box
	Energetisch	voorbereid zijn op een LT-systeem, lagere energielasten
	Financieel	verhogen verkoopwaarde woning, verlagen woonlasten
	Koppelkans	wens voor vloerverwarming,
	Comfort	Verminderen tocht, kou en vochtklachten, verbeteren luchtkwaliteit in de woning
	Impact bewoonde situatie	Vervangen begane grondvloer of volledige dak alleen in lege staat

Per aspect is gekeken naar de invloed daarvan op de netto-warmtebehoefte. De netto-warmtebehoefte wordt bepaald door: vloerisolatie, gevelisolatie, dakisolatie, ramen, deuren, luchtdichtheid en ventilatie. Daarbij zijn keuzes te maken waarmee de woning voldoet aan het niveau van de standaard bijvoorbeeld door het hellende dak van binnenuit te isoleren met een warmteweerstand van circa 3,5 á 4,5 m<sup>2</sup>K/W of keuzes die voorbij de standaard gaan, waarbij het hellende dak een warmteweerstand heeft op het niveau nieuwbouw of streefwaarde. Het overzicht per woningtype is opgenomen in bijlage 2.

De combinatie van maatregelen leidt er toe of voldaan wordt aan de standaard of verder gaat dan de standaard. Deze combinatie van individuele maatregelen komt naar voren in de scenario's in de volgende hoofdstukken.

Merk op dat het een diverse opsomming van criteria is, die elkaar onderling soms versterken, maar ook tegenstrijdig kunnen zijn. Dat is inherent aan de afwegingen die door een eigenaar of eigenaar/bewoners moeten worden gemaakt bij het vraagstuk van verduurzaming. Daarmee mag van een advies over 'verduurzamen voorbij de standaard' dan ook geen hoge mate van exactheid worden verwacht, maar vooral een manier van kijken naar de opgave en benutten van kansen waaruit meerwaarde kan ontstaan.

Tussentijd - 1995		Individuele afwegingen gekoppeld aan categorie						
		Techisch	Energie	Financieel	Koppelingen	Comfort	Impact bevoordeelde situatie	
Vloerisolatie	<p>1. Versterking vloerisolatie: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p>	<p>Versterkt op de best L1 systeem: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p> <p>Aanpak op HR++-systeem: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p>	<p>Versterkt vloerisolatie: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p> <p>Versterkt vloerisolatie: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p>	<p>Versterkt vloerisolatie: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p> <p>Versterkt vloerisolatie: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p>	<p>Waar voor afschrijving in versterking: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p>	<p>Goede entree: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p>	<p>Bevoordeelde staat: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p> <p>Laag staat: Versterking vloerisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande vloerisolatie.</p>	
Gevelisolatie	<p>1. Gevelisolatie: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p>	<p>Versterkt op de best L1 systeem: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p> <p>Aanpak op HR++-systeem: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p>	<p>Versterkt gevelisolatie: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p> <p>Versterkt gevelisolatie: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p>	<p>Versterkt gevelisolatie: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p> <p>Versterkt gevelisolatie: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p>	<p>Waar voor afschrijving in versterking: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p>	<p>Goede entree: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p>	<p>Bevoordeelde staat: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p> <p>Laag staat: Versterking gevelisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande gevelisolatie.</p>	
Dakisolatie	<p>1. Dakisolatie: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p>	<p>Versterkt op de best L1 systeem: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p> <p>Aanpak op HR++-systeem: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p>	<p>Versterkt dakisolatie: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p> <p>Versterkt dakisolatie: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p>	<p>Versterkt dakisolatie: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p> <p>Versterkt dakisolatie: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p>	<p>Waar voor afschrijving in versterking: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p>	<p>Goede entree: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p>	<p>Bevoordeelde staat: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p> <p>Laag staat: Versterking dakisolatie met 100mm EPS isolatie op bestaande dakisolatie.</p>	
Ramen	<p>1. Ramen: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p>	<p>Versterkt op de best L1 systeem: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p> <p>Aanpak op HR++-systeem: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p>	<p>Versterkt ramen: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p> <p>Versterkt ramen: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p>	<p>Versterkt ramen: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p> <p>Versterkt ramen: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p>	<p>Waar voor afschrijving in versterking: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p>	<p>Goede entree: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p>	<p>Bevoordeelde staat: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p> <p>Laag staat: Versterking ramen met 100mm EPS isolatie op bestaande ramen.</p>	
Deuren	<p>1. Deuren: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p>	<p>Versterkt op de best L1 systeem: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p> <p>Aanpak op HR++-systeem: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p>	<p>Versterkt deuren: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p> <p>Versterkt deuren: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p>	<p>Versterkt deuren: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p> <p>Versterkt deuren: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p>	<p>Waar voor afschrijving in versterking: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p>	<p>Goede entree: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p>	<p>Bevoordeelde staat: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p> <p>Laag staat: Versterking deuren met 100mm EPS isolatie op bestaande deuren.</p>	
Luchtdichtheid	<p>1. Luchtdichtheid: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p>	<p>Versterkt op de best L1 systeem: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p> <p>Aanpak op HR++-systeem: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p>	<p>Versterkt luchtdichtheid: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p> <p>Versterkt luchtdichtheid: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p>	<p>Versterkt luchtdichtheid: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p> <p>Versterkt luchtdichtheid: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p>	<p>Waar voor afschrijving in versterking: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p>	<p>Goede entree: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p>	<p>Bevoordeelde staat: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p> <p>Laag staat: Versterking luchtdichtheid met 100mm EPS isolatie op bestaande luchtdichtheid.</p>	
Ventilatie	<p>1. Ventilatie: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p>	<p>Versterkt op de best L1 systeem: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p> <p>Aanpak op HR++-systeem: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p>	<p>Versterkt ventilatie: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p> <p>Versterkt ventilatie: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p>	<p>Versterkt ventilatie: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p> <p>Versterkt ventilatie: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p>	<p>Waar voor afschrijving in versterking: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p>	<p>Goede entree: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p>	<p>Bevoordeelde staat: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p> <p>Laag staat: Versterking ventilatie met 100mm EPS isolatie op bestaande ventilatie.</p>	

Figuur 6: Voorbeeld afwegingskader, een vergrote versie is in bijlage 2 opgenomen

## 4.2 Afwegingen

Bewoners maken uiteenlopende afwegingen om de woning te verduurzamen. Vanuit onze kennis en ervaring zijn enkele afwegingen te maken:

- Een houten vloer is veelal niet of matig geïsoleerd en heeft luchtlekken richting de kruipruimte. Om voorbij de standaard te komen is een geïsoleerde luchtdichte begane grondvloer aan te bevelen.
- De hoogte en bereikbaarheid van de kruipruimte zijn bepalend of bodem- of vloerisolatie aangebracht kan worden.
- Bij het aanbrengen van vloerverwarming is vloerisolatie of een nieuwe geïsoleerde vloer aan te bevelen.
- Het vervangen van conventioneel dubbel glas naar HR++-glas zorgt voor een halvering van het warmteverlies.

- Bij glasvervanging speelt het handhaven, vervangen of achterwege laten van een zelfregelend ventilatierooster een keuze. Met een ventilatiesysteem met gebalanceerde ventilatie is een verdere verlaging van de netto-warmtebehoefte te realiseren.
- Veelal wordt in basis gedacht aan het isoleren van de woning, maar in de bestaande bouw zorgt met name de luchtdichtheid, ventilatiesysteem en glasvervanging voor een forse verlaging van de netto-warmtebehoefte.
- Elke isolerende maatregel levert kansen op om ook de luchtdichtheid van de woning te verbeteren; bijvoorbeeld het afdichten van luchtlekken bij de nok, dakvoet en doorvoeringen als het hellende dak wordt geïsoleerd.
- Het vervangen/plaatsen van een dakkapel biedt kansen om het hellende dak van binnen of buitenaf te voorzien van dakisolatie en de luchtdichtheid te verbeteren.
- Houdt bij isolerende maatregelen ook rekening met maatregelen zoals buitenzonwering om het comfort in de zomerperiode te verbeteren.
- Een geïsoleerde voorzetwand vraagt aandacht voor de positie van de radiatoren en elektrapunten. Daarnaast wordt de binnenruimte verkleind. Dit neemt niet weg dat met name bij vooroorlogse woningen die geen spouwmuur hebben een voorzetwand een effectieve maatregel is om de netto-warmtebehoefte te verlagen en het comfort te verhogen.
- Er zijn verschillende leveranciers van ventilatiesystemen die met beperkte kanalen een centrale gebalanceerde ventilatie-unit leveren. Vaak is het aanbrengen van lucht toe-en afvoerkanalen een opgave in een bestaande woning. Dit wordt door innovatieve ventilatiesystemen vermindert.

## Hoofdstuk 5 Tussenwoning – 1995




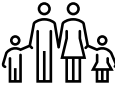


### 5.1 Woningkenmerken en afwegingen


De eerste woning is een tussenwoning met als bouwjaar 1995. Een woningtype die in vergelijking met de rest van de bestaande bouw redelijk goed geïsoleerd is, als gevolg van de komst van het Bouwbesluit. Vanaf 1992 werd het Bouwbesluit geïntroduceerd, waardoor hogere eisen werden gesteld aan de energiezuinigheid van woningen. Vanaf 1992 werden redelijk goed geïsoleerde vloeren, gevels en daken toegepast met circa 10 cm isolatie; een isolatiewaarde  $R_c$ : 2,5 m<sup>2</sup>K/W werd verplicht. Voor de geometrie van de tussenwoning is aangesloten op de BENG referentiewoningen van RVO.



Figuur 7: Tussenwoning – 1995: voorbeeldfoto (bron: Funda) + schematisch rekenmodel

Voor het uitwerken van het afwegingskader en de scenario's is uitgegaan van de volgende kenmerken van de woning en mogelijke profielschets van de bewoner.

Woning uit 1995	Bewoner
 <p><b>Thermische schil</b> woning is gezien totale bestaande bouw redelijk goed geïsoleerd: <math>R_c</math>: 2,5 m<sup>2</sup>K/W</p>	 <p><b>Uiteenlopende woonwensen</b> - dakkapel / tuindeuren / serre - nieuwe keuken/badkamer - zolder als verblijfsruimte</p>
 <p><b>Potentie</b> Veel voorkomend woningtype in Nederland met wisselende bouwjaren, hoge potentie</p>	 <p><b>Uitgangspunt bewoner</b> - focus op verlagen energierekening - enige investeringsruimte voor realiseren bewonerswensen</p>
 <p><b>Levensduurverlenging</b> grote kans op lange levensduur, zeker voorbij 2050</p>	 <p><b>Mogelijke comfortissues</b> - vloerverwarming BG - tocht door roosters - koude hal (voor deur met enkel glas)</p>

	<p><b>Technisch</b> woning is in goede staat, mits regulier onderhoud aan woning heeft plaatsgevonden</p>	
---	---	--

## 5.2 Referentiesituatie & standaard

Om te analyseren in welke mate verduurzamen voorbij de standaard mogelijk is wordt de referentiesituatie in kaart gebracht. In tabel 5 staat de oorspronkelijke kwaliteit van de tussenwoning uit 1995 weergegeven. Aangezien het bouwjaar van deze woning vrij recent is verwachten wij dat de huidige gemiddelde kwaliteit vrijwel gelijk is aan de oorspronkelijke bouwkwaliteit.

Naast de oorspronkelijke kwaliteit is ook aangegeven welke maatregelen mogelijk zijn om te voldoen aan de standaard voor woningisolatie, zie rechterkolom. In dit geval maatregelen ten aanzien van glas, infiltratie en het ventilatiesysteem om te voldoen aan de grenswaarde van 58 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabel 5: Referentiesituatie netto-warmtebehoefte + extra maatregelen om te voldoen aan Standaard – tussenwoning 1995

Bouwdeel	Oorspronkelijke en huidige gemiddelde kwaliteit	Maatregelen om te voldoen aan Standaard voor woningisolatie
Begane grondvloer	geïsoleerde vloer $R_c = 2,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Voor- en achtergevel	geïsoleerde spouwmuur $R_c = 2,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Hellend dak	geïsoleerd dak $R_c = 2,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Ramen	houten kozijnen met HR-glas (dubbel glas met coating) $U_w = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$	HR <sup>++</sup> -glas ( $U_w = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
Voor- en achterdeur	ongeïsoleerde deur $U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Infiltratie	matige kier- en naaddichting $q_{v,10} = 1,50 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$	Goede kier- en naaddichting ( $q_{v,10} = 0,70 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ )
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer systeem C1	systeem C4c: ZR-roosters afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer
<b>Standaard</b>	<b><math>\leq 58 \text{ kWh/m}^2</math></b>	<b><math>\leq 58 \text{ kWh/m}^2</math></b>
Netto-warmtebehoefte	80 kWh/m <sup>2</sup>	55 kWh/m <sup>2</sup>

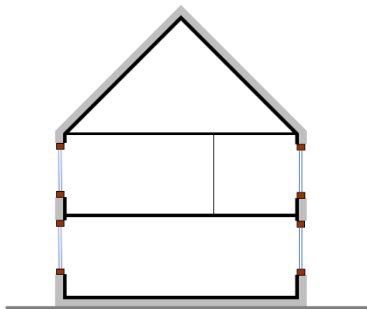
### 5.3 Scenario's voorbij de standaard

Om te kunnen bepalen wat mogelijke routes zijn om te verduurzamen voorbij de standaard is een analyse uitgevoerd. De analyse is gebaseerd op verschillende scenario's, die afgeleid worden van veel voorkomende natuurlijke momenten. Voor de tussenwoning zijn drie scenario's uitgewerkt, waarbij aangegeven wordt welke afwegingen daarbij zijn gemaakt:

#### 1./2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke/huidige gemiddelde kwaliteit)

##### Focus met name op comfort en energiebesparing

Afweging: voor de tussenwoning uit 1995 wordt er vanuit gegaan dat de woning technisch nog in goede staat is, mits regulier onderhoud aan bijvoorbeeld de kozijnen heeft plaatsgevonden. Aangezien het bouwjaar een kleine 30 jaar geleden is, wordt er vanuit gegaan dat de oorspronkelijke bouw kwaliteit nog overeenkomt met de huidige kwaliteit. Door de komst van het Bouwbesluit in 1992 mag er vanuit worden gegaan dat de woning voldoet aan de destijds geldende eisen qua warmteweerstand. In dit scenario is er vanuit gegaan dat bij aankoop van de woning comfort en luchtkwaliteit in de woning verder wordt verbeterd en de focus ligt op het verlagen van de energierekening.



1./2. Lege staat (o.b.v. oorspronkelijke / huidige gemiddelde kwaliteit)

##### Maatregelen

- Vervangen bestaand glas door HR++-glas
- Geïsoleerde voordeur
- Verbeteren luchtdichtheid
- Toepassen gebalanceerde ventilatie met WTW

#### 3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)

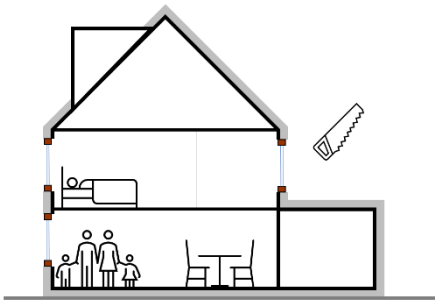
##### Focus op koppelkansen / bewonerswensen

Afweging: in de bewoonde staat wordt de woning stapsgewijs verduurzaamd. In deze variant zijn verbeteringen aan de begane grondvloer en het hellende dak denkbaar; de geïsoleerde spouwmuur is ongewijzigd gebleven. De spouwmuur voorzien van een geïsoleerde voorzetwand of buitengevelisolatie heeft in de bewoonde situatie minder de voorkeur.

De woonwensen vanuit de bewoner bieden daarbij een koppelkans om de woning verder te verduurzamen voorbij de standaard. Denk daarbij aan:

- het aanbrengen van vloerverwarming en dus na-isolatie begane grondvloer,
- het aanbrengen van een dakkapel waarbij ook het hellende dak wordt geïsoleerd,

- een nieuwe keuken of badkamer waarbij ook het ventilatiesysteem wordt verbeterd,
- het vervangen van glas waarbij ook zelfregelende roosters aangebracht worden.



3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat

#### Maatregelen

- Na-isoleren begane grondvloer
- Isolatie hellend dak
- Toepassen ventilatiesysteem C4c, zelfregelende roosters bij glasvervanging en CO<sub>2</sub>-sturing in woonkamer en hoofdslaapkamer
- Verbeteren luchtdichtheid



= bewoonde staat

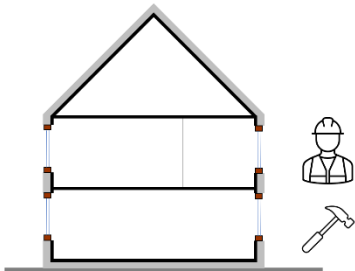


= verduurzamen door eigenaar en/of professional

#### 4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)

##### Focus op laag temperatuursysteem (LT-systeem < 40°C)

Afweging: in dit scenario ligt de focus op maatregelen om de woning in de toekomst aan te sluiten op een laag temperatuur (LT) systeem. Dit vraagt om een aanpak van de vloer en het dak naar nieuwbouwniveau, waarbij in deze variant de gevel gerespecteerd blijft en alleen de bestaande luchtspouw wordt nageïsoleerd. Dit in combinatie met een aangescherpte infiltratiewaarde en energiezuinig ventilatiesysteem vormt het uitgangspunt van dit scenario.



4. Verduurzamen gelijktijdig met verbouwing

#### Maatregelen

- Na-isoleren begane grondvloer
- Na-isolatie spouwmuur
- Geïsoleerde voordeur
- Isolatie hellend dak
- Toepassen nieuwe kozijnen met triple-glas
- Verbeteren luchtdichtheid
- Toepassen gebalanceerde ventilatie met WTW en CO<sub>2</sub>-metingen in woonkamer en hoofdslaapkamer



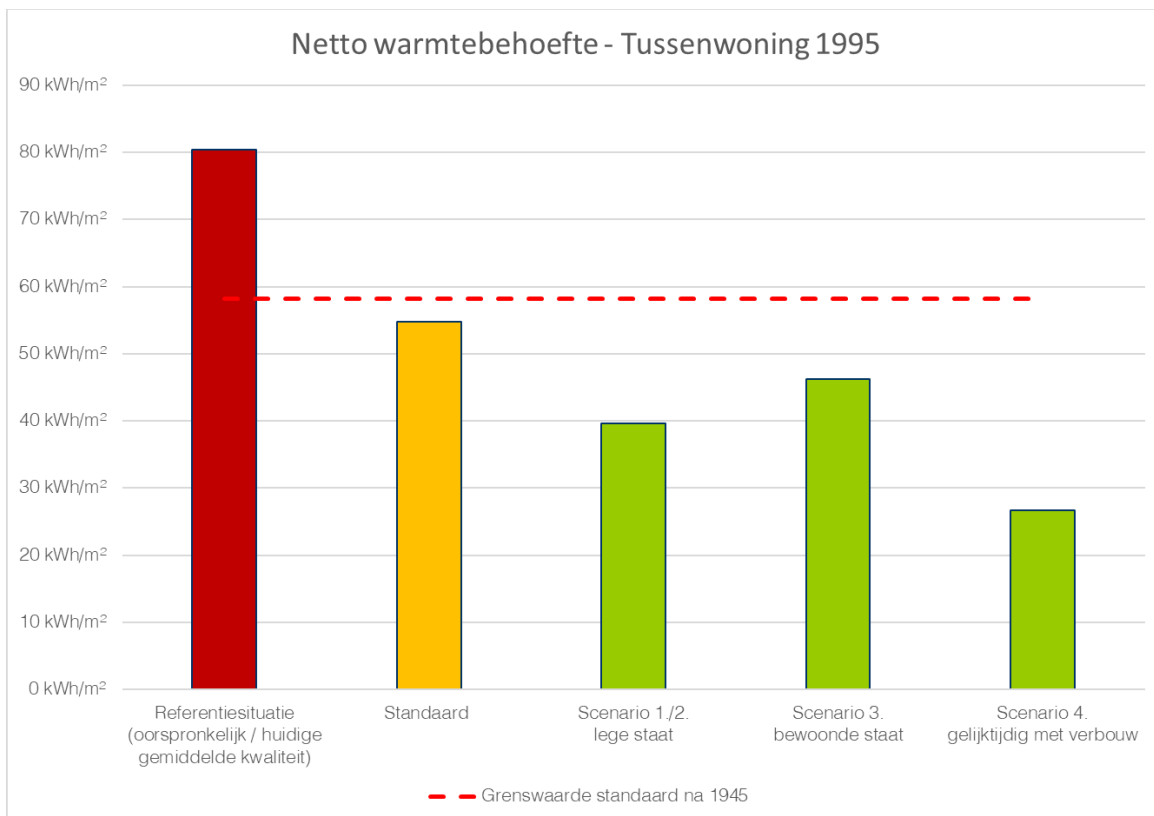
= verduurzamen door professional



#### 5.4 Analyse voorbij de standaard

De tussenwoning uit 1995 heeft een beperkt aantal aanvullende maatregelen nodig om te voldoen aan de naoorlogse standaard. Een verdere verlaging van de netto-warmtebehoefte naar 30 á 40 kWh/m<sup>2</sup> is goed mogelijk bij verbouwing of aankoop in lege staat en zorgt ten opzichte van de gemiddelde referentiesituatie voor een halvering van de warmtevraag. Bij deze woning liggen maatregelen zoals glasvervanging, luchtdichtheid en het ventilatiesysteem als eerste voor de hand. De huidige geïsoleerde spouwmuur is in alle scenario's ongewijzigd gelaten, met uitzondering van het na-isoleren van de 40 mm luchtpouw in scenario 4.

Een tussenwoning heeft gezien het aantal woningen in Nederland een groot potentieel, ook zichtbaar in de diverse anderen renovatie-opgaven en uitgevoerde NOM-projecten.

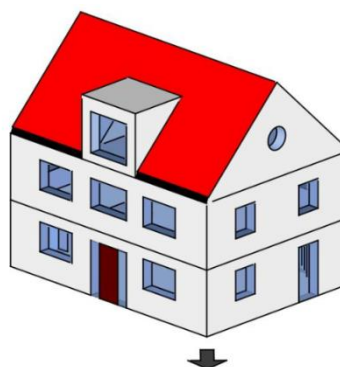


*Figuur 8: Netto-warmtebehoefte per scenario tussenwoning – 1995*

## Hoofdstuk 6 Vrijstaande woning – 1936

### 6.1 Woningkenmerken en afwegingen








De tweede woning vormt een vooroorlogse vrijstaande woning. Woningen uit deze periode hebben vaak typische elementen zoals houten vloeren, enkel glas met glas in lood elementen en karakteristieke erkers. In deze bouwperiode werden nog geen enkele eisen gesteld aan de energiezuinigheid van woningen. Rondom de jaren '40/'50 werd de spouwmuur geïntroduceerd om vochtdoorslag te voorkomen en zo vochtproblemen tegen te gaan. In de berekeningen van de standaard voor woningisolatie wordt er vanuit gegaan dat woningen voor 1945 geen spouwmuur hebben. Dit betekent feitelijk dat als de woning wel een spouwmuur heeft en deze geïsoleerd wordt er al sprake is van een situatie voorbij de standaard. In dit voorbeeld is een woning gebruikt met spouwmuur. Voor de geometrie van de vrijstaande woning is aangesloten op de BENG referentiewoningen van RVO.



*Figuur 9: Vrijstaande woning – voor 1945: voorbeeldfoto (bron: Funda) + schematisch rekenmodel*

Voor het uitwerken van het afwegingskader en de scenario's is er vanuit gegaan dat een dergelijke woning een lange levensduur heeft en in combinatie met een bewoner die comfort wenst potentie heeft om voorbij de standaard te verduurzamen.

Er zijn in Nederland minder vrijstaande woningen dan bijvoorbeeld tussenwoningen. Wel is het over het algemeen een segment waar investeringsruimte is om de energieprestatie te verbeteren. Tegelijkertijd is de diversiteit in vrijstaande woningen groot. Vrijstaande woningen in latere bouwjaren (naoorlogs) bieden bijvoorbeeld weer mogelijkheden om de woning te voorzien van buitengevelisolatie.

Vrijstaande woning uit 1936	Bewoner
 <p><b>Thermische schil</b> woning is slecht/matig geïsoleerd, houten vloeren, wel/geen spouwmuur</p>	 <p><b>Mogelijke woonwensen</b> - hoge mate van comfort - focus op toekomst LT-systeem</p>
 <p><b>Potentie</b> Redelijk veel voorkomend woningtype in Nederland, wel potentie qua levensduur</p>	 <p><b>Type bewoner</b> duurder segment woning, veelal meer investeringsruimte beschikbaar voor verduurzamen</p>
 <p><b>Levensduurverlenging</b> verwachting lange levensduur, zeker richting 2050</p>	 <p><b>Mogelijke comfortissues</b> - kou/tocht - beperkte ventilatie</p>
 <p><b>Technisch</b> woning is vanuit oorspronkelijke kwaliteit aan onderhoud en energetische verbetering toe</p>	

## 6.2 Referentiesituatie & standaard

Voor de vrijstaande woning van voor 1945 zijn er twee referentiesituaties te onderscheiden. De oorspronkelijke kwaliteit waarbij de afgelopen 80 jaren theoretisch geen energetische verbeteringen hebben plaatsgevonden. Daarnaast is er een referentie opgenomen met de huidige gemiddelde kwaliteit waarbij de bewoner de woning op onderdelen al energetisch (matig) verbeterd heeft.

Tabel 6: Referentiesituatie **oorspronkelijke kwaliteit netto-warmtebehoefte**– vrijstaande woning voor 1945

Bouwdeel	Oorspronkelijke kwaliteit	
Begane grondvloer	ongeïsoleerde houten vloer	$R_c = 0,33 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Buitengevel	ongeïsoleerde gevel, met spouwmuur	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Hellend dak	ongeïsoleerd dak	$R_c = 0,22 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Ramen	overall enkel glas	$U_w = 5,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Voor- en achterdeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Infiltratie	geen kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 4,20 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	systeem A1
<b>Standaard</b>		<b><math>\leq 180 \text{ kWh}/\text{m}^2</math></b>
Netto-warmtebehoefte		289 kWh/m <sup>2</sup>

Tabel 7: Referentiesituatie **huidige gemiddelde kwaliteit** + extra maatregelen om te voldoen aan standaard – vrijstaande woning voor 1945

Bouwdeel	Huidige gemiddelde kwaliteit		Mogelijk aanvullende maatregelen om te voldoen aan standaard voor woningsisolatie
Begane grondvloer	<b>50 mm isolatie onder houten vloer</b>	<b><math>R_c = 1,26 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>	
Buitengevel	ongeïsoleerde gevel, met spouwmuur	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Hellend dak	<b>geïsoleerd dak, 50 mm isolatie van binnenuit</b>	<b><math>R_c = 1,33 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>	
Plat dak dakkapel	geen isolatie, met spouw	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Zijkant dakkapel	geen isolatie, met spouw	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Ramen	<b>overal conventioneel dubbel glas</b>	<b><math>U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}</math></b>	HR <sup>++</sup> -glas ( $U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
Voor- en achterdeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Infiltratie	<b>matige kier- en naaddichting</b>	<b><math>q_{v,10} = 2,10 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2</math></b>	$q_{v,10} = 1,50 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	systeem A1	
<b>Standaard</b>		<b><math>\leq 180 \text{ kWh/m}^2</math></b>	<b><math>\leq 180 \text{ kWh/m}^2</math></b>
Netto-warmtebehoefte		193 kWh/m <sup>2</sup>	177 kWh/m <sup>2</sup>

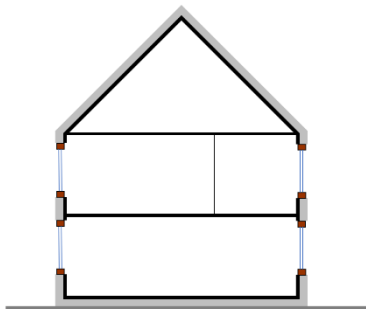
### 6.3 Scenario's voorbij de standaard

Om te kunnen bepalen wat de mogelijke routes zijn om te verduurzamen voorbij de standaard is een analyse uitgevoerd. De analyse is gebaseerd op vier scenario's, die afgeleid worden van veel voorkomende natuurlijke momenten.

#### 1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)

##### Focus op herstel technische gebreken en energiebesparing

Afweging: bij aankoop van de woning ontstaan er kansen om te verduurzamen in lege staat. Bij een vrijstaande woning van voor 1945 (oorspronkelijke kwaliteit) heeft de woning naar verwachting technische gebreken. De combinatie van een lege woning en technische gebreken, samen met de wens voor energiebesparing leiden tot maatregelen die verder gaan dan de standaard. Dit betekent bijvoorbeeld het vervangen van de begane grondvloer, glasvervanging en het isoleren van het hellende dak.



1. Lege staat

(o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit - 1936)

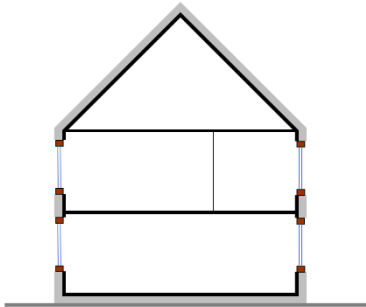
##### Maatregelen

- Geïsoleerde begane grondvloer
- Vervangen bestaand glas door HR<sup>++</sup>-glas
- Spouwmuurisolatie
- Geïsoleerd dakelement
- Toepassen ventilatiesysteem C4c. zelfregelende roosters bij glasvervanging en CO<sub>2</sub>-sturing in woonkamer en hoofdslaapkamer
- Verbeteren luchtdichtheid

## 2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)

### Focus op comfort en energiebesparing

Afweging: bij aankoop van de woning zijn er ten opzichte van de oorspronkelijke bouw kwaliteit naar verwachting al enkele onderdelen matig geïsoleerd, zoals de begane grondvloer en het hellende dak. Over het algemeen zijn deze maatregelen onvoldoende om over een energiezuinig en comfortabele woning te spreken. In dit scenario ligt de focus op verbetering van het comfort en het verlagen van de energierekening.



2. Lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit - 2022)

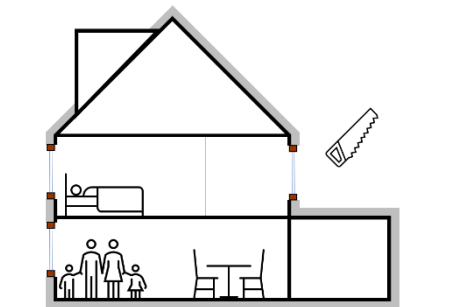
#### Maatregelen

- Geïsoleerde begane grondvloer
- Vervangen bestaand glas door HR<sup>++</sup>-glas
- Geïsoleerde voorzetwand
- Geïsoleerd dakelement
- Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning
- Verbeteren luchtdichtheid

## 3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)

### Focus op koppelkansen en bewonerswensen

Afweging: in de bewoonde staat wordt de woning in de loop der jaren stapsgewijs verduurzaamd. Daarbij kan gedurende meerdere jaren toegewerkt worden naar de standaard of voorbij de standaard. De woonwensen bieden daarbij koppelkansen om de woning verder te verduurzamen. Denk daarbij aan het aanbrengen van vloerverwarming (isoleren begane grondvloer), dakkapel plaatsen (isoleren dak van binnenuit), nieuwe keuken/badkamer (ventilatiesysteem aanbrengen) en vervangen glas waarbij ook zelfregelende roosters aangebracht worden. In deze variant wordt ervan uitgegaan dat de spouwmuur wordt nageïsoleerd. Dit levert in de bewoonde staat minder overlast op dan een geïsoleerde voorzetwand.



3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat

#### Maatregelen

- Geïsoleerde begane grondvloer
- Spouwmuurisolatie
- Na-isolatie hellend dak van binnenuit
- Toepassen ventilatiesysteem C4c. zelfregelende roosters bij glasvervanging en CO<sub>2</sub>-sturing in woonkamer en hoofdslaapkamer
- Verbeteren luchtdichtheid



= bewoonde staat

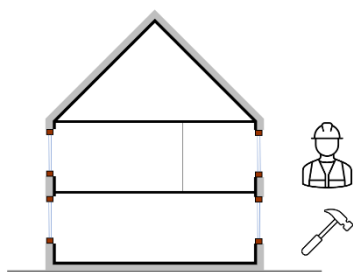


= verduurzamen door eigenaar en/of professional

#### 4. *Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)*

##### **Focus op laag temperatuursysteem (LT-systeem < 40°C) / levensduurverlenging**

Afweging: een vrijstaande woning vooroorlogs heeft naar verwachting een hoge levensduurverlenging, vanwege historische waarde. Dit betekent dat de kans groot is dat de woning ook in 2050 er nog staat. Gezien de klimaat en energie doelstellingen over 30 jaar is het raadzaam om de woning gereed te maken voor de toekomst. In dit scenario ligt de focus op maatregelen om de woning aan te kunnen sluiten op een LT-systeem.



4. Verduurzamen gelijktijdig met verbouwing

##### **Maatregelen**

- Geïsoleerde begane grondvloer
- Vervangen bestaand glas door triple-glas
- Geïsoleerde voorzetwand
- Geïsoleerd dakelement
- Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning en CO<sub>2</sub>-sturing
- Verbeteren luchtdichtheid



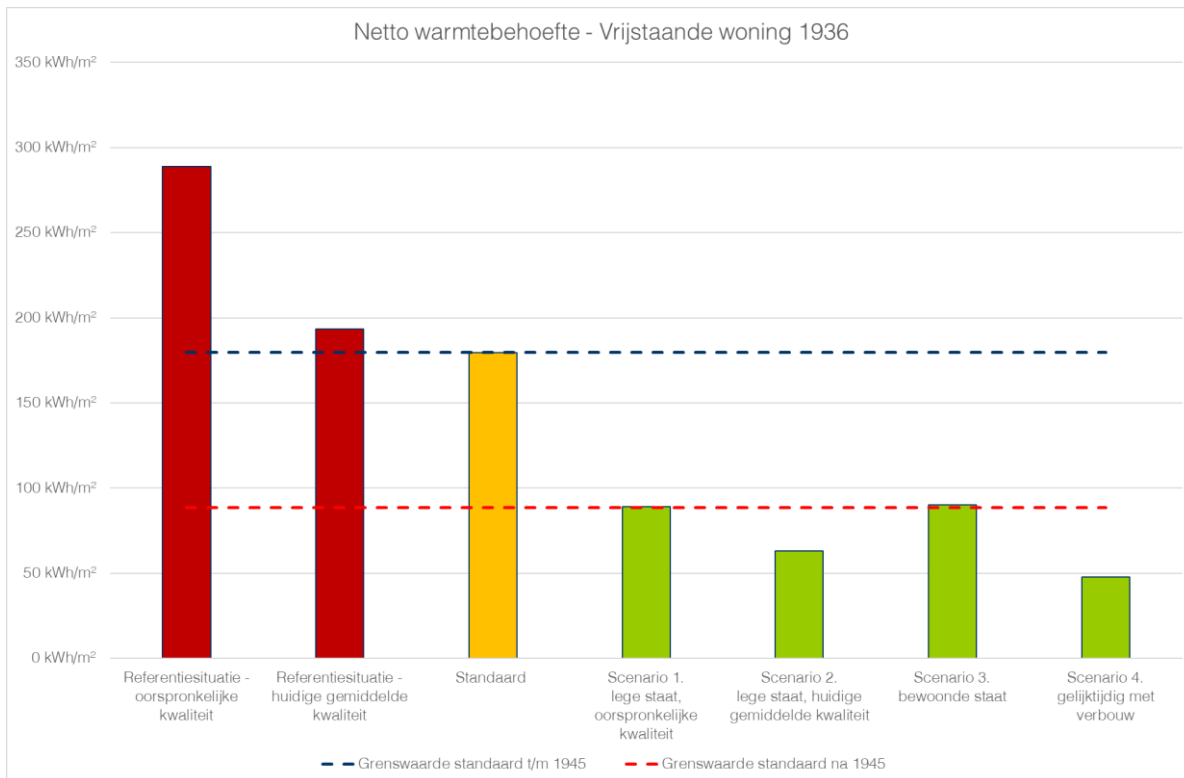
= verduurzamen door professional

#### 6.4 Analyse voorbij de standaard

Zeker bij vooroorlogse woningen is de grenswaarde van de standaard voor woningisolatie minder streng dan naoorlogs. Dit is zichtbaar in de grafiek door middel van twee horizontale lijnen; de grenswaarde t/m 1945 (blauwe stippellijn) en de grenswaarde van de standaard na 1945 (rode stippellijn). Reden van dit verschil is dat bij de bepaling van de standaard er rekening mee gehouden is dat in deze periode veel woningen zijn gebouwd zonder spouwmuur. Dit heeft als consequentie dat de vooroorlogse standaard met een beperkt aantal maatregelen te behalen is, maar ook dat de woning dan nog niet geschikt is voor lagere temperatuurverwarming.

Bij de vrijstaande woning is een forse verlaging van de netto-warmtebehoefte te realiseren ten opzichte van de referentiesituatie. Ook ten opzichte van de naoorlogse standaard is uiteraard afhankelijk van de keuzes die gemaakt worden een halvering van de standaard mogelijk. Het voordeel van een vrijstaande woning is dat er geen beperkingen zijn als gevolg van een aangrenzende woning, waardoor er qua energiebesparende maatregelen veel mogelijkheden zijn.

Een belangrijke bijdrage aan het verduurzamen voorbij de standaard komt door het isoleren van de gevel. Het bouwjaar van de vrijstaande woning bepaalt daarbij mede de mogelijkheden. Bij een vrijstaande woning uit de jaren '60 of '70 wordt doorgaans de woning aan de buitenzijde voorzien van isolatie. Bij een vrijstaande woning met karakteristieke uitstraling qua metselwerk ligt een geïsoleerde voorzetwand voor de hand.



Figuur 10: Netto-warmtebehoefte per scenario vrijstaande woning – 1936

## Hoofdstuk 7 Hoekwoning plat dak – 1957







### 7.1 Woningkenmerken en afwegingen

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 '50/'60 met 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 verdiepingvloer steenachtig. Verschillende constructies zijn in de loop der jaren matig geïsoleerd.



Figuur 11: Hoekwoning plat dak – 1957 (links), optopping bij verderop gelegen tussenwoning (rechts) bron: Funda

Deze hoekwoning met plat dak heeft momenteel een energielabel E of F. De voorbeeldfoto geeft aan dat in dezelfde straat er diversiteit is qua gevelindeling en eventuele extra bouwlaag. Een woning waarin diverse verbeteringen in de loop van de tijd zijn aangebracht, met wisselende energetische en bouwkundige kwaliteit. Dit is zichtbaar in de verschillen met de naastgelegen woning.

Hoekwoning uit 1957	Bewoner
 <p><b>Thermische schil</b> woning is over algemeen matig geïsoleerd, wisselende energetische kwaliteit in zelfde straat</p>	 <p><b>Mogelijke woonwensen</b> - woning voorzien van extra bouwlaag - verlagen energierekening</p>
 <p><b>Potentie</b> Hoekwoning is veel voorkomend woningtype, wel meer hellend dak woningen dan plat dak</p>	 <p><b>Type bewoner</b> - focus op verlagen energierekening</p>
 <p><b>Levensduurverlenging</b> bij corporatiebezit kans op vernieuwbouw</p>	 <p><b>Mogelijke comfortissues</b> verbetering thermische schil en luchtkwaliteit in woning</p>





**Technisch**  
woning is vanuit oorspronkelijke  
bouwjaar in mindere kwaliteit

## 7.2 Referentiesituatie & standaard

Voor de hoekwoning van 1957 zijn er twee referentiesituaties te onderscheiden. De oorspronkelijke kwaliteit waarbij de afgelopen jaren theoretisch geen energetische verbeteringen hebben plaatsgevonden. Daarnaast is er een referentie opgenomen met de actuele kwaliteit waarbij de bewoner de woning op onderdelen al energetisch (matig) verbeterd heeft.

Tabel 8: Referentiesituatie *oorspronkelijke kwaliteit netto-warmtebehoefte–hoekwoning 1957*

Bouwdeel	Oorspronkelijke kwaliteit	
Begane grondvloer	ongeïsoleerde vloer	$R_c = 0,15 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Vloer boven buitenlucht	ongeïsoleerde vloer	$R_c = 0,22 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Langsgevel	ongeïsoleerde gevel, geen spouwmuur	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Kopgevel	ongeïsoleerde gevel, met spouwmuur	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Plat dak	ongeïsoleerd dak	$R_c = 0,22 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Ramen	overall enkel glas	$U_w = 5,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Voor- en achterdeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Infiltratie	geen kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 2,52 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	systeem A1
<b>Standaard</b>		<b><math>\leq 87 \text{ kWh}/\text{m}^2</math></b>
Netto-warmtebehoefte		286 kWh/m <sup>2</sup>

Aangezien het een woning is na 1945 moeten er in basis diverse maatregelen worden getroffen om te voldoen aan de standaard.

Tabel 9: Referentiesituatie **huidige gemiddelde kwaliteit + extra maatregelen om te voldoen aan standaard – hoekwoning 1957**

Bouwdeel	Huidige gemiddelde kwaliteit		Mogelijk aanvullende maatregelen om te voldoen aan standaard voor woningisolatie
Begane grondvloer	<b>50 mm isolatie</b>	<b><math>R_c = 1,26 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>	<b><math>R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>
Vloer boven buitenlucht	ongeïsoleerde vloer	$R_c = 0,22 \text{ m}^2\text{K/W}$	<b><math>R_c = 1,33 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>
Langsgevel	ongeïsoleerde gevel, geen spouwmuur	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$	<b><math>R_c = 3,03 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>
Kopgevel	ongeïsoleerde gevel, met spouwmuur	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$	<b><math>R_c = 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>
Plat dak	<b>40 mm isolatie</b>	<b><math>R_c = 1,11 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>	<b><math>R_c = 3,55 \text{ m}^2\text{K/W}</math></b>
Ramen	<b>overall HR+ glas</b>	<b><math>U_w = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}</math></b>	
Voordeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<b><math>U_w = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}</math></b>
Achterdeur	<b>geïsoleerde deur</b>	<b><math>U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}</math></b>	
Infiltratie	geen kier- en naaddichting	$q_{v,10} = 2,52 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$	<b><math>q_{v,10} = 0,84 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2</math></b>
Ventilatiesysteem	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	systeem C1	<b>systeem D2</b>
<b>Standaard</b>	<b><math>\leq 87 \text{ kWh/m}^2</math></b>		<b><math>\leq 87 \text{ kWh/m}^2</math></b>
Netto-warmtebehoefte	200 kWh/m <sup>2</sup>		87 kWh/m <sup>2</sup>

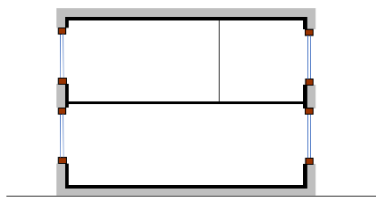
### 7.3 Scenario's voorbij de standaard

Om te kunnen bepalen wat de mogelijke routes zijn om te verduurzamen voorbij de standaard wordt een analyse uitgevoerd. De analyse wordt gebaseerd op verschillende scenario's, die afgeleid worden van veel voorkomende natuurlijke momenten. Voor de hoekwoning zijn de volgende vier scenario's uitgewerkt:

#### 1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)

##### Focus op herstel technische gebreken en energiebesparing

Afweging: een hoekwoning uit 1957 in de oorspronkelijke kwaliteit heeft diverse aandachtspunten: een ongeïsoleerde schil, koudebruggen, matige luchtkwaliteit en een groot aantal luchtlekken. In dit scenario ligt de focus op het herstel van de technische gebreken en het verlagen van de energierekening. De woning heeft een groot verliesoppervlak, waardoor het voldoen aan de standaard of om voorbij de standaard te verduurzamen een uitgebreid pakket aan maatregelen nodig is.



**1. Lege staat**  
**(o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit - 1957)**

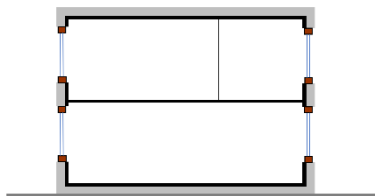
##### Maatregelen

- Geïsoleerde begane grondvloer
- Nieuwe kozijnen met HR++-glas
- Geïsoleerde deur
- Geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie
- Isolatie platte dak
- Toepassen ventilatiesysteem C4c. zelfregelende roosters bij glasvervanging en CO<sub>2</sub>-sturing in woonkamer en hoofdslaapkamer
- Verbeteren luchtdichtheid

## 2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)

### Focus op comfort en energiebesparing

Afweging: in dit scenario is uitgegaan van de huidige gemiddelde kwaliteit ofwel bij aankoop van de woning zijn er ten opzichte van de oorspronkelijke kwaliteit al enkele onderdelen matig geïsoleerd, zoals de begane grondvloer en het platte dak. De ramen zijn een keer vervangen door kunststof kozijnen met HR+-glas. Deze maatregelen zijn onvoldoende om te voldoen aan de standaard, laat staan om voorbij de standaard te verduurzamen. In dit scenario is een integraal pakket aan maatregelen nodig om het comfort te verbeteren en de energieprestatie te verlagen.



2. Lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit - 2022)

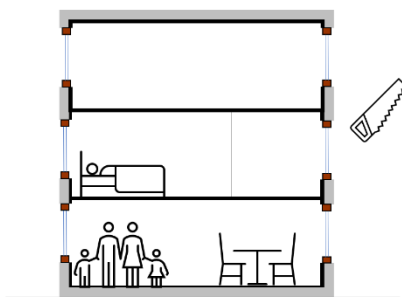
#### Maatregelen

- Geïsoleerde begane grondvloer
- Nieuwe kozijnen met triple-glas
- Geïsoleerde deur
- Geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie
- Isolatie platte dak
- Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning
- Verbeteren luchtdichtheid

## 3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)

### Focus op koppelkansen en bewonerswensen + eventuele levensduurverlening extra bouwlaag

Afweging: in de bewoonde staat wordt de woning stapsgewijs verduurzaamd. De woonwensen bieden daarbij een koppelkans om de woning verder te verduurzamen voorbij de standaard. Denk daarbij aan het aanbrengen van vloerverwarming (isoleren begane grondvloer) of een extra bouwlaag (gevel/dakisolatie). Overigens beïnvloedt een extra bouwlaag of uitbouw ook de grenswaarde van de standaard. In dit scenario is uitgegaan van diverse isolerende maatregelen aan de gevel en het dak, de matig geïsoleerde begane grondvloer is gehandhaafd in verband met de bewoonde staat.



3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat

#### Maatregelen

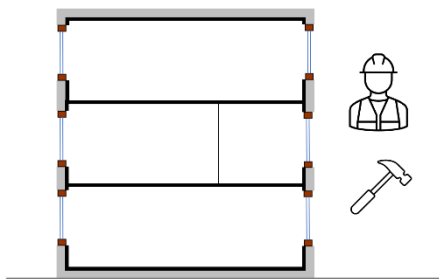
- Kozijnen met HR++-glas
- Geïsoleerde deur
- Geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie
- Isolatie platte dak
- Toepassen ventilatiesysteem C4c, zelfregelende roosters bij glasvervangning en CO<sub>2</sub>-sturing in woonkamer en hoofdslaapkamer
- Verbeteren luchtdichtheid

4. *Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)*

**Focus op laag temperatuursysteem (LT-systeem < 40°C) + eventuele levensduurverlenging door extra bouwlaag**

Afweging: in dit scenario ligt de focus op maatregelen om de woning in de toekomst aan te sluiten op een LT-systeem.

Dit vraagt om een thermische schil op het niveau nieuwbouw, verbetering van de infiltratie en een gebalanceerd ventilatiesysteem.



4. Verduurzamen gelijktijdig met verbouwing

**Maatregelen**

- Geïsoleerde begane grondvloer
- Nieuwe kozijnen met triple-glas
- Geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie
- Isolatie platte dak
- Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning en CO<sub>2</sub>-sturing
- Verbeteren luchtdichtheid

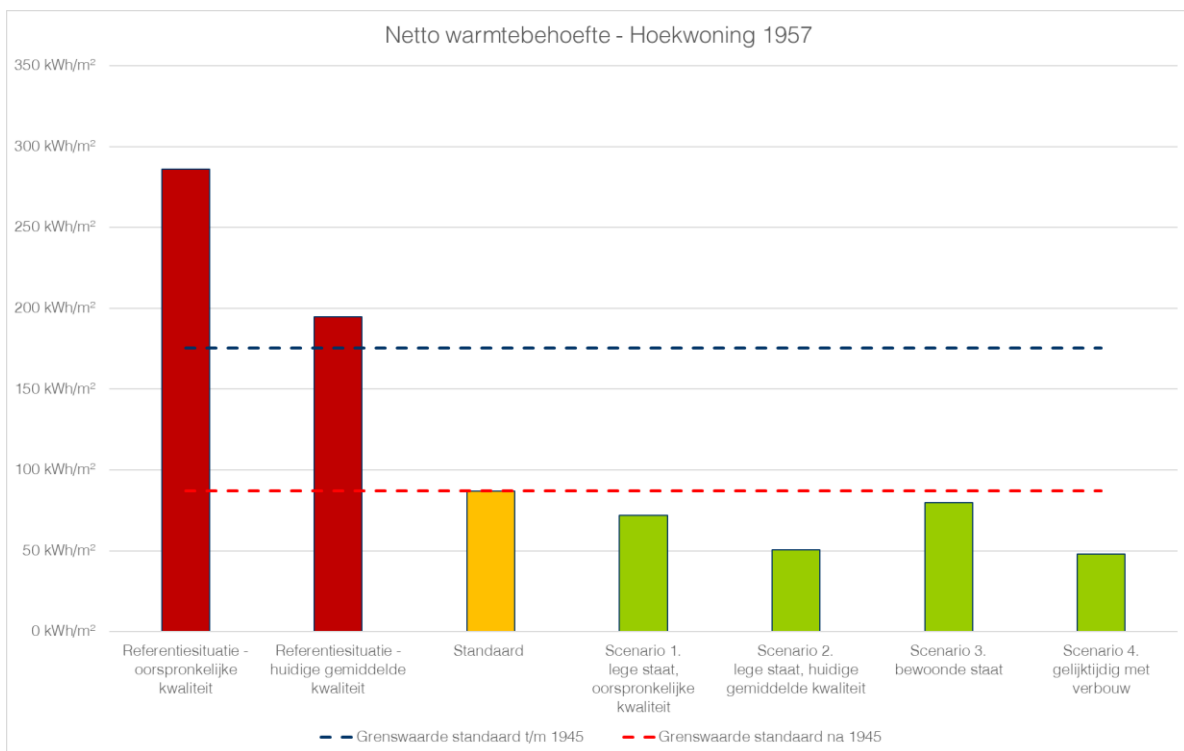


= verduurzamen door professional

#### 7.4 Analyse voorbij de standaard

Voor een hoekwoning uit de jaren '60 zijn om te voldoen aan de naoorlogse standaard (rode stippellijn) al diverse maatregelen aan de thermische schil, luchtdichtheid en het ventilatiesysteem nodig. Dit zorgt er voor dat het aantal mogelijkheden om te verduurzamen voorbij de standaard beperkter wordt. Voor een deel heeft dat te maken met de geometrie van de woning en daarnaast door de referentiesituatie van een matige geïsoleerde schil. De stap voorbij de standaard richting de 50 kWh/m<sup>2</sup> is met name te realiseren in lege staat of bij een verbouwing.

Dergelijke woningen lenen zich voor het realiseren van een extra bouwlaag. Veelal is dat een optopping met plat dak, er zijn ook voorbeelden met een optopping van een zadeldak. Een dergelijke optopping kan een koppelkans zijn om de woning verder te verduurzamen dan de standaard. Realiseer dat door een optopping de woning ook extra verliesoppervlak krijgt, ook ter plaatse van de woningscheiding. De geometrie is van invloed op de hoogte van de standaard voor woningisolatie.



Figuur 12: Netto-warmtebehoefte per scenario hoekwoning plat dak – 1957

## Hoofdstuk 8 Meergezinswoning – 1935

### 8.1 Woningkenmerken en afwegingen








In dit hoofdstuk is in tegenstelling tot de voorgaande hoofdstukken een meergezinswoning uitgewerkt. Deze vooroorlogse appartementen zijn voor een belangrijk deel in particuliere handen (zowel eigenaar/bewoners als particuliere huur) en hebben andere (on-)mogelijkheden dan grondgebonden woningen. In dit voorbeeld een open portieketageflat, waarbij een tussen-tussenappartement en een tussenappartement boven is onderzocht.

Voor het tussenappartement op de 1<sup>e</sup> verdieping geldt een aanzienlijk scherpere eis aan de netto-warmtebehoefte dan bij het tussen/boven-appartement op de gecombineerde 2<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> bouwlaag, als gevolg van een andere vormfactor (verhouding verliesoppervlak en gebruiksoppervlak). Het bovenappartement heeft namelijk een extra bouwlaag grenzend aan het dak en daarmee meer gebruiksoppervlak (76,5 m<sup>2</sup> in plaats van 50 m<sup>2</sup>), maar ook meer verliesoppervlak dan het tussenappartement.



*Figuur 13: Meergezinswoning – 1935 (bron: Funda)*

Een appartementengebouw heeft meerdere deeleigenaren, waardoor energetische verbeteringen van de thermische schil collectief uitgevoerd moeten worden. Dit zijn maatregelen aan de vloer, gevel of dak die goedkeuring vragen van de meerderheid van de bewoners/VvE. De maatregelen die een bewoner zelfstandig kan uitvoeren zijn beperkt. Denk daarbij aan het verbeteren van de luchtdichtheid, glasvervangende en het ventilatiesysteem mits deze individueel is.

Meergezinswoning uit 1935	Bewoner
 <p><b>Thermische schil</b> woning is matig geïsoleerd, afhankelijk van VvE isolatiemaatregelen uitgevoerd</p>	 <p><b>Mogelijke woonwensen</b> - verlagen energierekening</p>
 <p><b>Potentie</b> Veel voorkomend woningtype, met wisselende bouwjaren en uitvoeringen: portiek / galerij</p>	 <p><b>Type bewoner</b> veel wisselingen van bewoners</p>
 <p><b>Levensduurverlenging</b> afhankelijk van bouwjaar, dit woongebouw uit 1935 heeft naar verwachting lange levensduur</p>	 <p><b>Mogelijke comfortissues</b> verbetering thermische schil en luchtkwaliteit in woning</p>
 <p><b>Technisch</b> woongebouw vraagt bouwfysisch om aandacht</p>	

## 8.2 Referentiesituatie & standaard

Voor het woongebouw uit 1935 zijn er twee referentiesituaties te onderscheiden. De oorspronkelijke kwaliteit waarbij de afgelopen jaren theoretisch geen energetische verbeteringen hebben plaatsgevonden. Daarnaast is er een referentie opgenomen met de actuele kwaliteit waarbij de bewoner/VvE de woning op onderdelen al energetisch (matig) verbeterd heeft.

Tabel 10: Referentiesituatie **oorspronkelijke kwaliteit netto-warmtebehoefte**– meergezinswoning 1935

Bouwdeel	Oorspronkelijke kwaliteit	
Begane grondvloer	ongeïsoleerde vloer	$R_c = 0,15 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Langsgevel	ongeïsoleerde gevel, geen spouwmuur	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Wand aan trappenhuis	ongeïsoleerde steensmuur	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Plat dak	ongeïsoleerd dak	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Plat dak dakterras	ongeïsoleerd dak	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Ramen	overall enkel glas	$U_w = 5,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Infiltratie	geen kier- en naaddichting	Tussen $q_{v,10} = 1,50 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ Boven $q_{v,10} = 1,80 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	systeem A1
<b>Standaard</b>		<b><math>\leq 116 \text{ kWh}/\text{m}^2</math></b>
Boven appartement		235 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Standaard</b>		<b><math>\leq 95 \text{ kWh}/\text{m}^2</math></b>
Tussen appartement		210 kWh/m <sup>2</sup>

Tabel 11: Referentiesituatie **huidige gemiddelde kwaliteit + extra maatregelen om te voldoen aan standaard – meergezinswoning 1935**

Bouwdeel	Huidig gemiddelde kwaliteit		Mogelijk aanvullende maatregelen om te voldoen aan standaard voor woningisolatie
Begane grondvloer	ongeïsoleerde vloer	$R_c = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Langsgevel	ongeïsoleerde gevel, geen spouwmuur	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Wand aan trappenhuis	ongeïsoleerde steensmuur	$R_c = 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c = 2,58 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak	ongeïsoleerd dak	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c = 1,33 \text{ m}^2\text{K/W}$
Plat dak dakterras	ongeïsoleerd dak	$R_c = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c = 1,33 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen	overal dubbel glas	$U_w = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voordeur	ongeïsoleerde deur	$U_d = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Infiltratie	geen kier- en naaddichting	Tussen $q_{v,10} = 1,50 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ Boven $q_{v,10} = 1,80 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$	Tussen $q_{v,10} = 0,75 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ Boven $q_{v,10} = 0,90 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
Ventilatiesysteem	natuurlijke toe- en afvoer	systeem A1	systeem C4c
<b>Standaard</b>	$\leq 116 \text{ kWh/m}^2$		$\leq 116 \text{ kWh/m}^2$
Boven appartement	202 kWh/m <sup>2</sup>		115 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Standaard</b>	$\leq 95 \text{ kWh/m}^2$		$\leq 95 \text{ kWh/m}^2$
Tussen appartement	187 kWh/m <sup>2</sup>		85 kWh/m <sup>2</sup>

### 8.3 Scenario's voorbij de standaard

Om te kunnen bepalen wat de mogelijke routes zijn om te verduurzamen voorbij de standaard is een analyse uitgevoerd. Voor het woongebouw kan onderscheid worden gemaakt in:

- Individuele aanpak per appartement; of
- Collectieve aanpak op gebouwniveau.

#### Individuele aanpak

Bij een individuele aanpak van het appartement zijn over het algemeen de mogelijkheden beperkt om te komen tot de standaard of voorbij de standaard. Veelal is een combinatie van maatregelen nodig waarbij de vloer, gevel en het dak essentiële onderdelen vormen, waar goedkeuring van de meerderheid van eigenaren nodig is. Om als bewoner/eigenaar op appartementniveau te verduurzamen zijn de volgende maatregelen denkbaar: glasvervanging, verbeteren luchtdichtheid, wijziging ventilatiesysteem bij een individueel ventilatiesysteem.



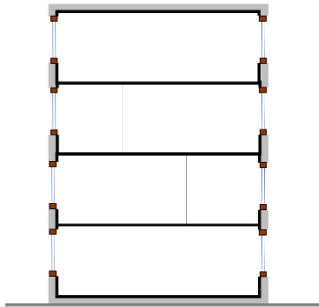
## Collectieve aanpak

Om voorbij de standaard te komen zijn er bij woongebouwen collectieve energetische verbeteringen nodig. In de volgende scenario's is er vanuit gegaan dat een collectieve aanpak mogelijk is.

### 1. *Collectieve aanpak (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)*

#### Focus op herstel technische gebreken en energiebesparing

Afweging: in dit scenario wordt de focus gelegd op aanpak van technische gebreken van het dak en het verlagen van de energierekening. Het verlagen van de energierekening wordt gerealiseerd door een geïsoleerde voorzetwand, glasvervanging, geïsoleerde deur en de aanpak van de luchtstromen in de woning.



1. Lege staat

(o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit - 1935)

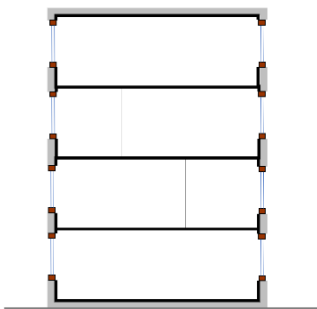
#### Maatregelen

- Geïsoleerde voorzetwand
- Vervangen bestaand glas door HR<sup>++</sup>-glas
- Geïsoleerde voordeur
- Isolatie plat dak
- Toepassen ventilatiesysteem C4c. zelfregelende roosters bij glasvervanging en CO<sub>2</sub>-sturing in woonkamer en hoofdslaapkamer
- Verbeteren luchtdichtheid

### 2. *Collectieve aanpak (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)*

#### Focus op comfort en energiebesparing

Afweging: bij aankoop van de woning zijn er ten opzichte van de oorspronkelijke kwaliteit al enkele onderdelen vervangen bijvoorbeeld het oorspronkelijke glas. Om het comfort van de appartementen te verbeteren is in deze variant de integrale gebouwschil verduurzaamd in combinatie met een energiezuinig ventilatiesysteem.



2. Lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit - 2022)

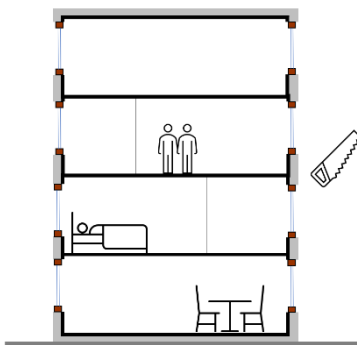
#### Maatregelen

- Geïsoleerde voorzetwand
- Vervangen bestaand glas door triple-glas
- Geïsoleerde voordeur
- Isolatie plat dak
- Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning
- Verbeteren luchtdichtheid

### 3. *Collectieve aanpak in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)*

#### **Focus op koppelkansen en bewonerswensen**

Afweging: in de bewoonde staat wordt het woongebouw stapsgewijs verduurzaamd. Een keuken of badkamer renovatie kan aanleiding zijn om ook andere verduurzamingsmaatregelen te treffen. In deze variant is de bestaande ongeïsoleerde gevel (zonder spouwmuur) gerespecteerd, om in de bewoonde staat een volledig geïsoleerde voorzetwand in het appartement te voorkomen.



#### **Maatregelen**

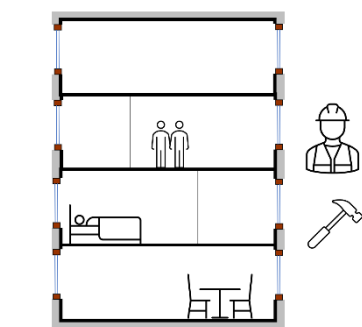
- Geïsoleerde voorzetwand t.p.v. trappenhuis
- Vervangen bestaand glas door HR++-glas
- Geïsoleerde voordeur
- Isolatie plat dak
- Toepassen ventilatiesysteem C4c, zelfregelende roosters bij glasvervanging en CO<sub>2</sub>-sturing in woonkamer en hoofslaapkamer
- Verbeteren luchtdichtheid

#### **3. Collectieve aanpak in bewoonde staat**

### 4. *Collectieve aanpak gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)*

#### **Focus op laag temperatuursysteem (LT-systeem < 40°C) / levensduurverlenging**

Afweging: in dit scenario ligt de focus op maatregelen om het woongebouw in de toekomst aan te sluiten op een LT-systeem. Dit vraagt om een thermische schil op het niveau nieuwbouw en een gebalanceerd ventilatiesysteem.



#### **Maatregelen**

- Nieuwe kozijnen met triple-glas
- Geïsoleerde voorzetwand
- Isolatie platte dak
- Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning en CO<sub>2</sub>-sturing
- Verbeteren luchtdichtheid

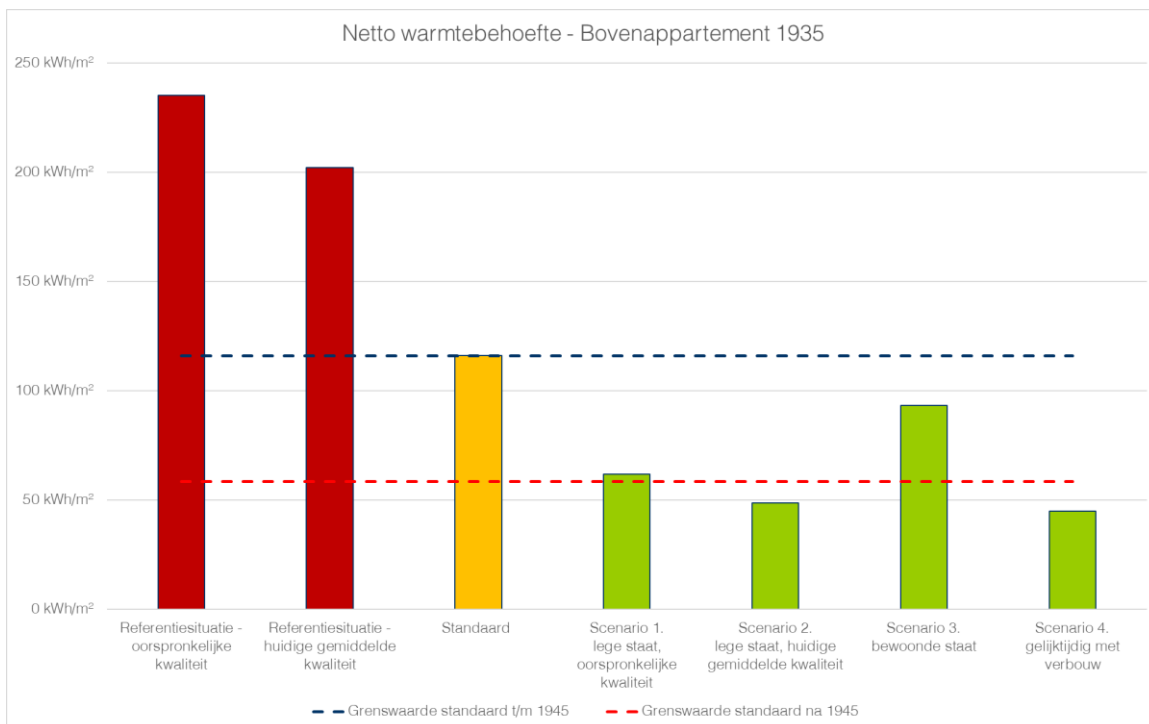
#### **4. Verduurzamen gelijktijdig met verbouwing**

#### 8.4 Analyse voorbij de standaard

Bij dit woongebouw is afhankelijk van de referentiesituatie (uitgevoerde isolerende maatregelen in het verleden) een aanzienlijke verlaging van de netto-warmtebehoefte te realiseren ten opzichte van de referentiesituatie. Bepalende factor bij woongebouwen zijn de collectieve maatregelen die getroffen kunnen worden en de mogelijkheden om het warmteverlies richting trappenhuis te beperken.

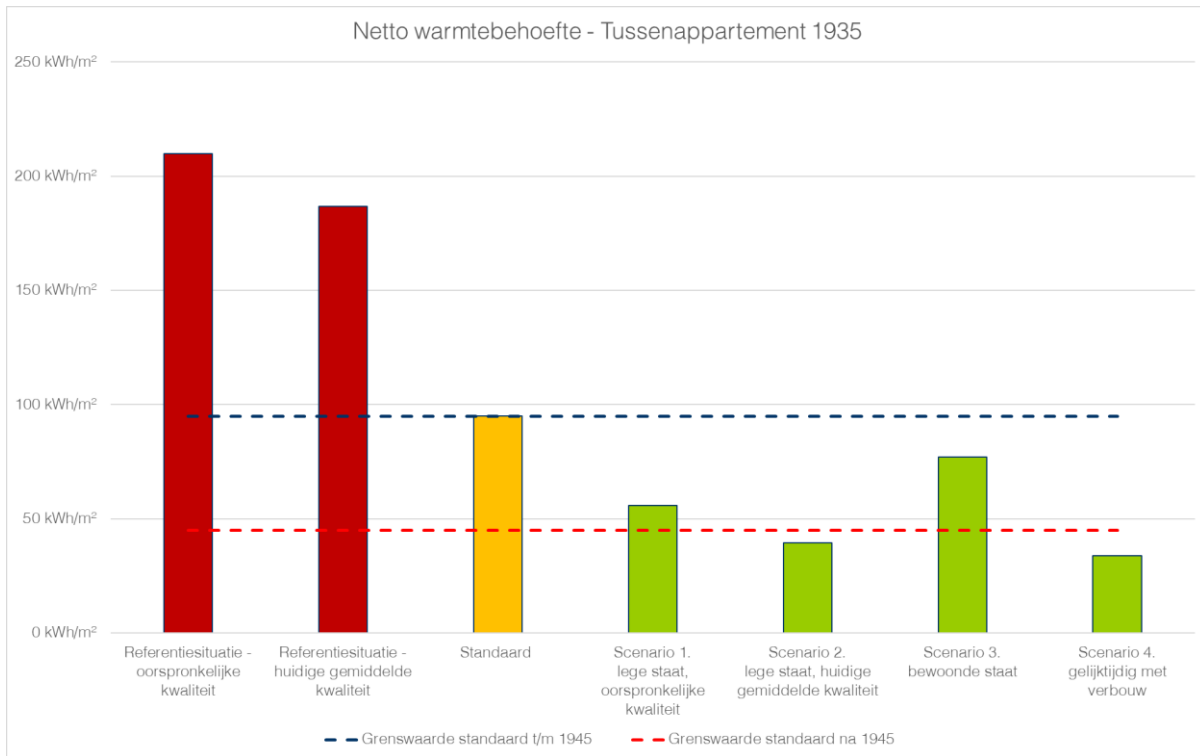
In de volgende twee grafieken is de afname van de netto-warmtebehoefte voor respectievelijk het boven appartement als een tussenappartement weergegeven.

Bij het boven appartement vormen de gevel en het dak de bepalende oppervlakken om het warmteverlies te beperken. Daarnaast zijn de mogelijkheden voor het vervangen of aanbrengen van het individuele of collectieve ventilatiesysteem bepalend voor de sprong die gemaakt kan worden. Dit in combinatie met een luchtdichte schil draagt bij aan het verlagen van de netto-warmtebehoefte. Zeker bij appartementen dient ook aandacht te worden geschonken aan het beperken van te hoge temperaturen in de zomerperiode, door de toepassing van bijvoorbeeld buitenzonwering.



Figuur 14: Netto-warmtebehoefte per scenario portieketageflat boven appartement – 1935

Het verliesoppervlak van het tussenappartement wordt bepaald door de buitengevel en de eventuele gevel die grenst aan het trappenhuis. De mogelijkheden qua gevelopbouw en eventuele verkleining van de woonruimte door een geïsoleerde voorzetwand bepalen onder andere hoeverre de naoorlogse standaard of lager mogelijk is.



*Figuur 15: Netto-warmtebehoefte per scenario portieketageflat tussen appartement – 1935*

## Hoofdstuk 9 Conclusie en aanbevelingen

### 9.1 Conclusie

Door het analyseren van vier praktijkprojecten uit verschillende bouwperiodes komen een aantal hoofdredenen naar voren wanneer het zinvol is om verder te verduurzamen dan de standaard voor woningisolatie. Dit zijn de volgende beweegredenen:

1. Als er sprake is van technische of constructieve gebreken waardoor vervanging van een bouwdeel of bouwdelen noodzakelijk is. Dit komt met name bij de vooroorlogse woningen voor, waarbij er sprake is van funderingsproblematiek of een einde levensduur van het dak waarbij er noodzaak is om één of meerdere componenten te vervangen.
2. Als de woning aangesloten wordt op een laag temperatuursysteem is het noodzakelijk dat de thermische schil verder wordt verbeterd dan de Standaard voor woningisolatie. De naoorlogse standaard voor woningisolatie gaat uit van een aanvoertemperatuur van circa 50°C, voor lagere temperaturen zoals < 40°C á 30°C is verduurzamen voorbij de standaard noodzakelijk.
3. Als er sprake is van een koppelkans. Bijvoorbeeld bij het verbouwen van de woning; als vloerverwarming wenselijk is of een uitbouw/optopping gerealiseerd wordt. Dit is een geschikt moment om een verdere verduurzamingslag relatief eenvoudig meegenomen kan worden.
4. Als de energierekening fors verlaagd moet worden. In voorgaande jaren speelde het gas/elektraverbruik en daarmee de energierekening in mindere mate een rol bij het maken van afwegingen bij wijzingen aan de woning. Vanaf 2022 ligt de focus bij bewoners/eigenaren meer dan daarvoor op de betaalbaarheid van de energierekening. Door verder te verduurzamen dan de standaard wordt de energierekening verlaagd en draagt vraagbeperking bij aan vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de gebruiksfase.
5. Als de bewoner/eigenaar een lange levensduurverlenging/exploitatieperiode van de woning voor ogen heeft. Er zijn verschillende woningen (ook vooroorlogs) waarvan het aannemelijk is dat deze de komende 50 jaar niet worden gesloopt. Bij deze woningen ligt de exploitatie voorbij 2050 en moeten de woning op termijn voldoen aan CO<sub>2</sub>-neutraliteit. In dat perspectief zijn maatregelen voorbij de standaard eveneens wenselijk.

#### Specifiek per woningtype

Zeker bij aankoop van de woning in lege staat en bij een verbouwing kan de netto warmtebehoefte op relatief eenvoudige manier worden gereduceerd. Op dat moment is er een grote kans om in plaats van de Standaard de stap naar 'voorbij de standaard' te maken. Dit vraagt wel om een integrale aanpak van de gebouwschil waarbij waar mogelijk een met nieuwbouw kwaliteitsniveau wordt gerealiseerd en waar mogelijk hoger.

Voor alle vier de woningtypen is in basis potentie voor innovatie / industrialisatie van maatregelen die voorbij de standaard gaan, zeker gezien de transitie opgave de komende 30 jaar. Als er specifiek naar de vier woningtypen wordt gekeken komen de volgende bevindingen naar voren:

### 1. Tussenwoning – 1995

- *Aantal tussenwoningen na 1995 in Nederlandse woningvoorraad: 380.789 (bron TNO, WoON2018)*
- *Potentieel voorbij de standaard: hoog, veel voorkomend woningtype*
- *Hoofdkenmerken: woningen na 1992 in basis goed geïsoleerd als gevolg van de komst van het Bouwbesluit*



Voor een groot deel van de woningen/appartementen na 1995 ligt het behalen van de standaard binnen handbereik. Een verbouwing of aankoop van de woning biedt mogelijkheden om te verduurzamen voorbij de standaard. Aangezien de thermische schil als gevolg van de komst van het Bouwbesluit redelijk geïsoleerd is, vormt het optimaliseren van glas, luchtdichtheid en het ventilatiesysteem een belangrijke eerste bijdrage om voorbij de standaard te komen. Daarna is het verhogen van de warmteweerstand van de vloer en het dak een logische stap.

### 2. Vrijstaande woning – 1936

- *Aantal vrijstaande woningen voor 1945 in Nederlandse woningvoorraad: 281.028 (bron TNO, WoON2018)*
- *Potentieel voorbij de standaard: qua aantal vooroorlogse vrijstaande woningen beperkt, qua mogelijkheden hoog potentieel*
- *Hoofdkenmerken: lange exploitatietermijn, veelal matig geïsoleerde referentiesituatie*



Een vrijstaande woning kan met beperkte maatregelen voldoen aan de vooroorlogse standaard. Om te voldoen aan de naoorlogse standaard is isolatie van de volledige thermische schil nodig. Bepalend voor een vooroorlogse woning is de aanwezigheid van een spouwmuur. Isolatie van de gevel (geïsoleerde voorzetwand of buitengevelisolatie) is nodig om te verduurzamen voorbij de standaard. Bij vrijstaande woningen naoorlogs is buitengevelisolatie vaak een mogelijkheid, bij vooroorlogse vrijstaande woningen waarin met een karakteristiek gevelbeeld is binnengevelisolatie een oplossing. Aangezien vrijstaande woningen met een beeldbepalende waarde een lange levensduur hebben is rekening houden met het einddoel (CO<sub>2</sub>-neutraliteit) aan te bevelen.

### 3. Hoekwoning plat dak – 1957

- *Aantal hoekwoningen met plat dak (1945-1970) in Nederlandse woningvoorraad: 46.393 (bron TNO, WoON2018)*
- *Potentieel voorbij de standaard: qua aantal woningen met plat dak beperkt*
- *Hoofdkenmerken: een hoekwoning vraagt diverse maatregelen om te verduurzamen voorbij de standaard*



Een dergelijke hoekwoning met een plat dak vraagt in basis diverse maatregelen om te voldoen aan de standaard voor woningisolatie. Afhankelijk van de referentiesituatie (mate van huidige gemiddelde isolatie en glas) is met name de stap naar de standaard substantieel. Dit leidt er toe dat de stap naar verduurzamen voorbij de standaard, zeker in de bestaande situatie minder groot is.

Daarnaast bieden deze woningen de mogelijkheid voor het aanbrengen van een extra bouwlaag. Een dergelijke optopping kan daarmee een kans zijn om de woning verder te gaan verduurzamen dan de standaard.

#### 4. Woongebouw – 1935

- *Aantal portieketage flats voor 1945 in Nederlandse woningvoorraad: 151.558 (bron TNO, WoON2018)*
- *Potentieel voorbij de standaard: hoog, veelvoorkomend woningtype*
- *Hoofdkenmerken: mogelijkheden qua collectieve aanpak, aanwezigheid spouwmuur/behoud gevelbeeld en mogelijkheden voor isoleren verliesoppervlak richting trappenhuis bepalend voor hoogte van netto-warmtebehoefte*



Verduurzamen voorbij de standaard vraagt bij meergezinswoningen om een collectieve aanpak. Belangrijke factor bij woongebouwen is naast de thermische schil grenzend aan buiten, het verliesoppervlak richting het onverwarmde en/of matig geïsoleerde trappenhuis. In dit specifieke voorbeeld is sprake van een open portiek, waardoor het trappenhuis qua klimaat overeenkomt met de buitenconditie. Het aanbrengen van een geïsoleerde voorzetwand ter plaatse van het trappenhuis is ingrijpend, maar wel effectief om de netto warmtebehoefte en daarmee het energieverbruik te verlagen. Afhankelijk van de referentiesituatie en de mogelijkheden qua individuele of collectief ventilatiesysteem is bij vooroorlogse woongebouwen een sterke reductie te behalen.

#### 9.2 Aanbevelingen

Uit het onderzoek komen de volgende aanbevelingen naar voren:

- De in dit onderzoek getoonde stap van de aangenomen gemiddelde referentiesituatie naar de standaard is in elke praktijksituatie sterk afhankelijk van die referentiesituatie. Dat impliceert dat er bij het ontwikkelen van aanbod voor een renovatieaanpak door marktpartijen altijd sprake moet zijn van het kunnen aanpassen aan een specifieke situatie, zeker bij particulier bezit.
- Verduurzamen voorbij de standaard heeft raakvlak met meerdere thema's zoals de milieu-impact door het gebruik van materialen, winter- en zomercomfort, brandveiligheid en binnenluchtkwaliteit. Bij verbouw is een integrale afweging van deze aspecten aan te bevelen.
- Deels zijn er al technieken beschikbaar die de stap voorbij de standaard eenvoudiger maken, denk aan gebalanceerde ventilatiesysteem zonder kanaalwerk of dunnere isolatieplaten. Tegelijkertijd kan hier nog meer

innovatie / industrialisatie plaatsvinden. Dit is ook nodig gezien de beschikbare capaciteit voor de energietransitie.

Zwolle, 9 maart 2023

**Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.**

T. G. Haytink

H.J.J. Valk

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.





**Bijlage 1 -** Scenario's per woningtype

**1. Tussenwoning - bouwjaar 1995**

Bepalen netto warmtebehoefte 'verduurzamen voorbij de standaard'



**UITGANGSPUNTEN**

Bouwperiode	1995
Gebruiksoppervlakte	110,0 m <sup>2</sup>
Woningtype	tussenwoning
Oriëntatie	voorgevel noord
Compactheid (A <sub>v</sub> /A <sub>g</sub> )	1,38
Type woning conform standaard	EGW - na 1945

**SCENARIOS**

	0. Voldoen aan Standaard voor woningsisolatie	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit) 2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing
<b>Referentiesituatie (oorspronkelijke kwaliteit)</b>				
<b>Referentiesituatie (huidige gemiddelde kwaliteit)</b>				
<b>Afweging bij maatregelenpakket / focus</b>		<b>Focus op comfort / energiebesparing</b> 	<b>Focus op koppelkansen / bewonerswensen (bewoonde staat)</b> 	<b>Focus op aanbrengen LT-systeem</b> 
	<i>Situatie ten tijde van aankoop woning</i>	<i>Maatregelen om te voldoen aan de standaard voor woningsisolatie (ondergrens)</i>	<i>Afweging: bij aankoop van de woning wordt de focus gelegd op het verbeteren van het comfort / luchtkwaliteit in de woning en het verlagen van de energierekening.</i>	<i>Afweging: in de bewoonde staat wordt de woning stapsgewijs verduurzaamd. De woonwensen bieden daarbij een koppelkans om de woning verder te verduurzamen voorbij de Standaard. Denk daarbij aan het aanbrengen van vloerverwarming, het aanbrengen van een dakkapel waarbij ook het dak wordt geïsoleerd, het vervangen van glas waarbij ook zelfregelende roosters aangebracht worden.</i>
<b>Samenvatting maatregelen</b>	Combinatie van maatregelen: - Vervangen HR-glas door HR++-glas, - Aanbrengen ventilatiesysteem	Combinatie van maatregelen: - Vervangen bestaand glas door HR++-glas - geïsoleerde voordeur - verbeteren luchtdichtheid - Aanbrengen gebalanceerde ventilatiesysteem met warmterugwinning (WTW)	Combinatie van maatregelen: - Vloerverwarming - na-isoleren begane grondvloer - Aanbrengen dakkapel - > isoleren hellend dak - Vervangen conventioneel HR-glas door HR++-glas -> aanbrengen zelfregelende roosters - Verbeteren luchtdichtheid - Nieuwe keuken/badkamer -> aanbrengen ventilatiesysteem	Combinatie van maatregelen: - Vloerverwarming - na-isoleren begane grondvloer - Na-isoleren spouwmuur (luchtpouw van 40 mm) - Isoleren hellend dak - Vervangen conventioneel HR-glas door triple-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Aanbrengen ventilatiesysteem: D2

**BOUWKUNDIG**

	0. Voldoen aan Standaard voor woningsisolatie	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing
Begane grondvloer	R <sub>c</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> /KW	bouwwaakklasse 1992-2014	R <sub>c</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> /KW	bouwwaakklasse 1992-2014	R <sub>c</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /KW
Langsgevel	R <sub>c</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> /KW	bouwwaakklasse 1992-2014	R <sub>c</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> /KW	bouwwaakklasse 1992-2014	R <sub>c</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> /KW
Dakconstructie	R <sub>c</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> /KW	bouwwaakklasse 1992-2014	R <sub>c</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> /KW	bouwwaakklasse 1992-2014	R <sub>c</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW
Ramen	U <sub>w</sub> = 2,30 W/m <sup>2</sup> /K	overall HR-glas (dubbel glas met coating)	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K	overall HR++-glas	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K
Kozijnen	U <sub>f</sub> = 2,30 W/m <sup>2</sup> /K	houten kozijnen	U <sub>f</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K	houten kozijnen	U <sub>f</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K
Dakraam	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	voorzien van HR-glas (dubbel glas met coating)	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	voorzien van HR++-glas	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K
Voordeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur	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
Achterdeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur	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	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren
Infiltratie	q <sub>v,10,nul</sub> = 1,500 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	onbekende kierdichting, bouwjaar 1990-2000	q <sub>v,10</sub> : 0,70 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	verbeteren luchtdichtheid: tochtstrips, luchtlekken rondom doorvoeringen en kruipruik afdichten	q <sub>v,10</sub> : 0,40 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Buitenzonwering	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

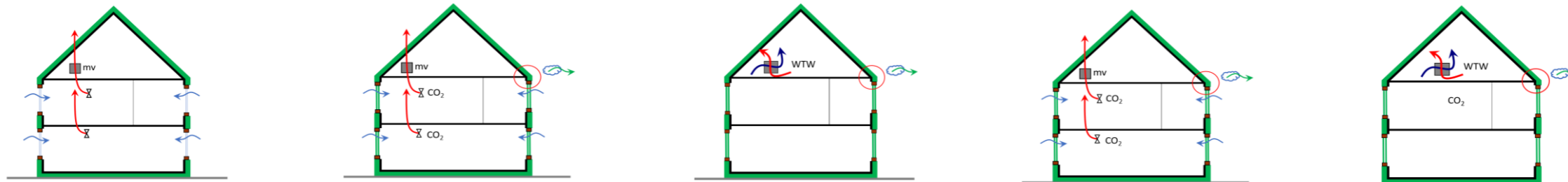
**INSTALLATIETECHNISCH**

	0. Voldoen aan Standaard voor woningsisolatie	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing
<b>Ventilatie</b>					
Ventilatie - principe	C1. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	C4c. ZR-roosters afvoer met CO <sub>2</sub> -meting in woonkamer en hoofdslaapkamer	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer	D2. centrale WTW, zonder zonering, zonder sturing
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	C1. Standaard				
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	n.v.t.	80% (centrale WTW)	n.v.t.	80% (centrale WTW)
Ventilatie - ventilatoren	wisselstroom ventilatoren, fabricagejaar 1991 - 1998	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - toevoerkanalen van buiten naar WTW	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	n.v.t.	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	n.v.t.	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	n.v.t.	geen passieve koeling	passieve koeling	geen passieve koeling	passieve koeling

**REKENRESULTATEN**

	0. Voldoen aan Standaard voor woningsisolatie	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing
<b>Grenswaarde Standaard</b>	58 kWh/m <sup>2</sup>	58 kWh/m <sup>2</sup>	58 kWh/m <sup>2</sup>	58 kWh/m <sup>2</sup>	58 kWh/m <sup>2</sup>
Netto warmtebehoefte	80 kWh/m <sup>2</sup>	55 kWh/m <sup>2</sup>	40 kWh/m <sup>2</sup>	46 kWh/m <sup>2</sup>	27 kWh/m <sup>2</sup>
CO <sub>2</sub> -emissie	3.154 kg	2.238 kg	1.976 kg	2.024 kg	1.591 kg
EP 2 (kWh/m <sup>2</sup> )	152 kWh/m <sup>2</sup>	110 kWh/m <sup>2</sup>	96 kWh/m <sup>2</sup>	100 kWh/m <sup>2</sup>	78 kWh/m <sup>2</sup>
Energie label	label A	label A	label A+	label A+	label A+
TO <sub>in</sub> (max)	0,60	1,09	0,99	1,32	1,34
Gebouwebonden elektriciteitsgebruik	1.137 kWh	270 kWh	585 kWh	254 kWh	369 kWh
Gebruiksgebonden elektriciteitsgebruik	2.600 kWh	2.600 kWh	2.600 kWh	2.600 kWh	2.600 kWh
Gasgebruik	1.548 m <sup>3</sup>	1.201 m <sup>3</sup>	994 m <sup>3</sup>	1.084 m <sup>3</sup>	820 m <sup>3</sup>

**VISUALISATIE MAATREGELENPAKKET**



## 2. Vrijstaande woning - bouwjaar 1936

Bepalen netto warmtebehoefte 'verduurzamen voorbij de standaard'

### UITGANGSPUNTEN

Bouwperiode	1936
Gebruiksoppervlakte	181,0 m <sup>2</sup>
Woningtype	vrijstaande woning
Oriëntatie	voorgevel noord
Compactheid (A <sub>u</sub> /A <sub>o</sub> )	2,14
Type woning conform standaard	EGW - voor 1945



### REFERENTIESITUATIE + VOLDOEN AAN DE STANDAARD

Referentiesituatie (oorspronkelijke kwaliteit)	Referentiesituatie (huidige gemiddelde kwaliteit)	0. Voldoen aan Standaard voor woningisolatie
--	---	--

Afweging bij maatregelenpakket / focus

Situatie ten tijde van bouwjaar van de woning	Situatie ten tijde van aankoop woning (werkelijke kwaliteit) verbeteringen in de loop der jaren door de bewoner aangebracht	Maatregelen om te voldoen aan de standaard voor woningisolatie (ondergrens)
---	---	---

Samenvatting maatregelen	Situatie ten tijde van aankoop woning in oorspronkelijke kwaliteit	Situatie ten tijde van aankoop woning in realistische werkelijke situatie
--------------------------	--	---

### BOUWKUNDIG

	Referentie	Huidige kwaliteit	Maatregelen	Referentie	Maatregelen
Begane grondvloer	R <sub>c</sub> = 0,33 m <sup>2</sup> /KW	ongeisoleerde houten vloer	<b>R<sub>c</sub> = 1,26 m<sup>2</sup>/KW</b>	<b>50 mm isolatie, onder houten vloer</b>	<b>R<sub>c</sub> = 1,26 m<sup>2</sup>/KW</b>
Langsgevel	R <sub>c</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, met spouw	R <sub>c</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, met spouw	R <sub>c</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW
Kopgevel	R <sub>c</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, met spouw	R <sub>c</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, met spouw	R <sub>c</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW
Dakconstructie	R <sub>c</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, geen spouw	<b>R<sub>c</sub> = 1,33 m<sup>2</sup>/KW</b>	<b>50 mm isolatie</b>	<b>R<sub>c</sub> = 1,33 m<sup>2</sup>/KW</b>
Ramen	U <sub>w</sub> = 5,10 W/m <sup>2</sup> /K	overal enkel-glas (ggf: 0,85)	<b>U<sub>w</sub> = 2,90 W/m<sup>2</sup>/K</b>	<b>overal conventioneel dubbel-glas (g<sub>gl</sub>: 0,75)</b>	<b>U<sub>w</sub> = 1,80 W/m<sup>2</sup>/K</b>
Kozijnen	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	houten kozijnen	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeisoleerde kozijnen	ongeisoleerde 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	ongeisoleerde deur	ongeisoleerde deur
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	ongeisoleerde deur	ongeisoleerde deur
Bouwwijze	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren
Infiltratie	q <sub>v,10ref</sub> = 4,200 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	onbekende kierdichting, bouwjaar < 1970	<b>q<sub>v,10ref</sub> = 2,10 dm<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup></b>	<b>verbeteren luchtdichtheid, luchtlekken in kapconstructie</b>	<b>q<sub>v,10ref</sub> = 1,50 dm<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup></b>
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Buitenzonwering	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

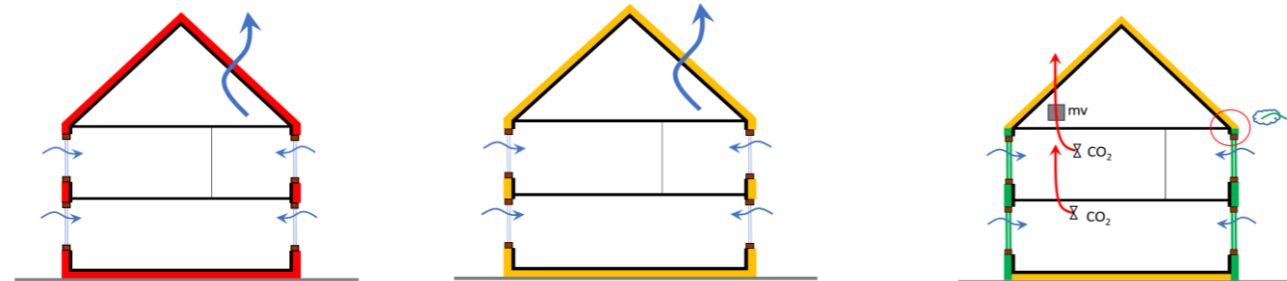
### INSTALLATIETECHNISCH

Ventilatie	Referentie	Huidige kwaliteit	Maatregelen
Ventilatie - principe	A1. Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	A1. Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	A1. Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - ventilatoren	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - passieve koeling	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

### REKENRESULTATEN

Grenswaarde Standaard	Referentie	Huidige kwaliteit	Maatregelen
Netto warmtebehoefte	180 kWh/m <sup>2</sup>	289 kWh/m <sup>2</sup>	180 kWh/m <sup>2</sup>
CO <sub>2</sub> -emissie	12,871 kg	8,930 kg	8,264 kg
EP 2 (kWh/m <sup>2</sup> )	387 kWh/m <sup>2</sup>	268 kWh/m <sup>2</sup>	248 kWh/m <sup>2</sup>
Energielabel	label G	label D	label C
TO <sub>max</sub> (max)	0,97	1,32	1,12
Gebouwgebonden elektriciteitsgebruik	914 kWh	625 kWh	577 kWh
Gebruiksgebonden elektriciteitsgebruik	2.600 kWh	2.600 kWh	2.600 kWh
Gasgebruik	7,025 m <sup>3</sup>	4,876 m <sup>3</sup>	4,513 m <sup>3</sup>

### VISUALISATIE MAATREGELENPAKKET

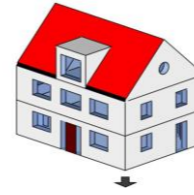


## 2. Vrijstaande woning - bouwjaar 1936

Bepalen netto warmtebehoefte 'verduurzamen voorbij de standaard'

### UITGANGSPUNTEN

Bouwperiode	1936
Gebruiksoppervlakte	181,0 m <sup>2</sup>
Woningtype	vrijstaande woning
Oriëntatie	voorgevel noord
Compactheid (A <sub>0</sub> /A <sub>0</sub> )	2,14
Type woning conform standaard	EGW - voor 1945

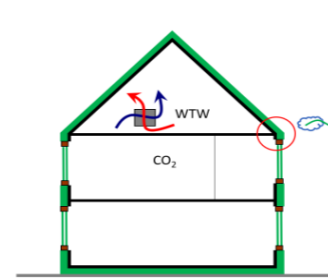
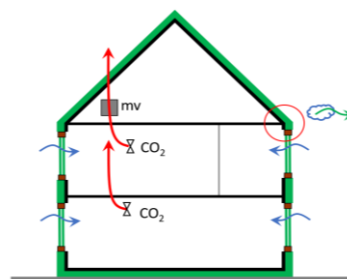
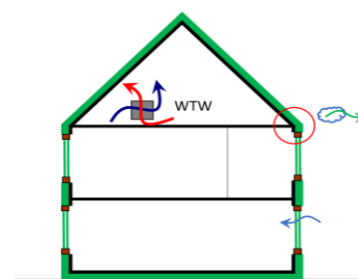
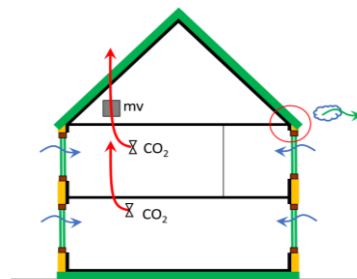


### SCENARIOS

	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit) <b>Focus op technische gebreken / energiebesparing</b>	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit) <b>Focus op comfort / energiebesparing</b>	3. Stapsgevoerd verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit) <b>Focus op koppelkansen / bewonerswensen (bewoonde staat)</b>	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit) <b>Focus op aanbrengen LT-systeem</b>
<b>Afweging bij maatregelenpakket / focus</b>	 <i>Afweging: bij aankoop van de woning komen uitgaande van de oorspronkelijke kwaliteit technische gebreken aan de orde. De combinatie van een lege woning en technische gebreken leiden vanuit het perspectief van de toekomstige bewoner tot maatregelen die verder gaan dan de ondergrens (niveau Standaard voor woningisolatie). Dit betekent het vervangen van de begane grondvloer, glas en hellend dak.</i>	 <i>Afweging: bij aankoop van de woning zijn er ten opzichte van de oorspronkelijke kwaliteit al enkele onderdelen matig geïsoleerd, zoals de begane grondvloer en het hellende dak. De volledige thermische schil wordt hoger geïsoleerd uit het oogpunt van comfort en energiebesparing. Daarnaast wordt de luchtdichtheid verbeterd en een gebalanceerd ventilatiesysteem aangebracht met warmteterugwinning.</i>	 <i>Afweging: in de bewoonde staat wordt de woning stapsgewijs verduurzaamd. De woonwensen bieden daarbij een koppelkans om de woning verder te verduurzamen voorbij de Standaard. Denk daarbij aan het aanbrengen van vloerverwarming (geïsoleerde begane grondvloer), dakkapel (aanpak dakisolatie), nieuwe keuken/badkamer (ventilatiesysteem) en vervangen glas waarbij ook zelfregelende roosters aangebracht worden. In deze variant wordt uitgegaan dat de spouwmuur wordt na-geïsoleerd, minder overlast binnen ten opzichte van voorzetwand.</i>	 <i>Afweging: in dit scenario ligt de focus op maatregelen om de woning in de toekomst aan te sluiten op een LT-systeem. Dit vraagt om een aanpak die verder gaat dan de ondergrens van de Standaard.</i>
<b>Samenvatting maatregelen</b>	Combinatie van maatregelen: - Vervangen houten vloer door geïsoleerde begane grondvloer - Spouwmuurisolatie - Geïsoleerd dakelement - Vervangen enkel-glas door HR++-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Aanbrengen ventilatiesysteem: C4c	Combinatie van maatregelen: - Vervangen houten vloer door geïsoleerde begane grondvloer - Geïsoleerde voorzetwand - Geïsoleerd dakelement - Vervangen conventioneel dubbel-glas door HR++-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Aanbrengen ventilatiesysteem: D2	Combinatie van maatregelen: - Vloerverwarming - vervangen houten vloer door geïsoleerde begane grondvloer - Spouwmuurisolatie - Aanbrengen dakkapel -> isoleren hellend dak van binnenuit - Vervangen conventioneel dubbel-glas door HR++-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Nieuwe keuken/badkamer -> aanbrengen ventilatiesysteem: C4c	Combinatie van maatregelen: - Vervangen houten vloer door geïsoleerde begane grondvloer - Geïsoleerde voorzetwand - Geïsoleerd dakelement - Vervangen conventioneel dubbel-glas door triple-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Aanbrengen ventilatiesysteem: D5c
Begane grondvloer	R <sub>c</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /K/W R <sub>c</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /K/W	geïsoleerde begane grondvloer spouwmuurisolatie (40 mm isolatie)	R <sub>c</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /K/W R <sub>c</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /K/W	geïsoleerde begane grondvloer geïsoleerde voorzetwand
Langsgevel	R <sub>c</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /K/W	spouwmuurisolatie (40 mm isolatie)	R <sub>c</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /K/W	spouwmuurisolatie (40 mm isolatie)
Kopgevel	R <sub>c</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /K/W	nieuw geïsoleerd dakelement	R <sub>c</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /K/W	na-isolatie van binnen met 200 mm isolatie
Dakconstructie	R <sub>c</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /K/W	overall HR++-glas	R <sub>c</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /K/W	overall HR++-glas
Ramen	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur	U <sub>w</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur
Kozijnen	houten kozijnen	ongeïsoleerde deur	houten kozijnen	ongeïsoleerde deur
Voordeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde 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> = 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	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren
Infiltratie	q <sub>v,10</sub> : 1,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	verbeteren luchtdichtheid	q <sub>v,10</sub> : 1,00 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	verbeteren luchtdichtheid: tochtstrips, luchtlekken rondom doorvoeringen en kruipruim afichten
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Buitenzonwering	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer C4c. ZR-roosters, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in wk en hslpk	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer D2. centrale WTW, zonder zonering, zonder sturing	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer C4c. ZR-roosters, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in wk en hslpk	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer D.5c. centrale WTW, sturing op toe- of afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in de wk en hslpk, zonder zonering
<b>Ventilatie - principe</b>	n.v.t.	80% (centrale WTW)	n.v.t.	80% (centrale WTW)
<b>Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem</b>	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
<b>Ventilatie - warmteterugwinning</b>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<b>Ventilatie - ventilatoren</b>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<b>Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW</b>	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
<b>Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen</b>	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
<b>Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit</b>	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
<b>Ventilatie - passieve koeling</b>	geen passieve koeling	passieve koeling	geen passieve koeling	passieve koeling

	180 kWh/m <sup>2</sup> 89 kWh/m <sup>2</sup>	180 kWh/m <sup>2</sup> 63 kWh/m <sup>2</sup>	180 kWh/m <sup>2</sup> 90 kWh/m <sup>2</sup>	180 kWh/m <sup>2</sup> 48 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Grenswaarde Standaard</b>				
<b>Netto warmtebehoefte</b>				
<b>CO<sub>2</sub>-emissie</b>	4.720 kg	3.848 kg	4.761 kg	3.104 kg
<b>EP 2 (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	141 kWh/m <sup>2</sup>	114 kWh/m <sup>2</sup>	143 kWh/m <sup>2</sup>	92 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Energie label</b>	label A	label A	label A	label A+
<b>TO<sub>air</sub> (max)</b>	2,20	2,83	2,17	2,54
<b>Gebouwbonden elektriciteitsgebruik</b>	519 kWh	1.005 kWh	522 kWh	642 kWh
<b>Gebruiksgebonden elektriciteitsgebruik</b>	2.600 kWh	2.600 kWh	2.600 kWh	2.600 kWh
<b>Gasgebruik</b>	2.541 m <sup>3</sup>	1.961 m <sup>3</sup>	2.564 m <sup>3</sup>	1.614 m <sup>3</sup>



### 3. Hoekwoning - bouwjaar 1957

Bepalen netto warmtebehoefte 'verduurzamen voorbij de standaard'

#### UITGANGSPUNTEN

Bouwperiode	1957
Gebruiksoppervlakte	91,0 m <sup>2</sup>
Woningtype	hoekwoning
Oriëntatie	voorgevel noord
Compactheid (A <sub>u</sub> /A <sub>o</sub> )	2,1
Type woning conform standaard	EGW - na 1945



#### REFERENTIESITUATIE + VOLDOEN AAN DE STANDAARD

Referentiesituatie (oorspronkelijke kwaliteit)

Referentiesituatie (huidige gemiddelde kwaliteit)

0. Voldoen aan Standaard voor woningisolatie

#### Afweging bij maatregelenpakket / focus

Situatie ten tijde van bouwjaar van de woning

Situatie ten tijde van aankoop woning (werkelijke kwaliteit) verbeteringen in de loop der jaren door de bewoner aangebracht

Maatregelen om te voldoen aan de standaard voor woningisolatie (ondergrens)

#### Samenvatting maatregelen

Situatie ten tijde van aankoop woning in oorspronkelijke kwaliteit

Situatie ten tijde van aankoop woning in realistische werkelijke situatie

#### BOUWKUNDIG

Component	Referentie (oorspronkelijk)	Huidige (gemiddeld)	Maatregel	Doelwaarde (standaard)
Begane grondvloer	R <sub>e</sub> = 0,15 m <sup>2</sup> /KW	R <sub>e</sub> = 1,26 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde vloer, bouwjaar < 1965	R <sub>e</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /KW
Vloer boven buitenlucht	R <sub>e</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /KW	R <sub>e</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, geen spouw	R <sub>e</sub> = 1,33 m <sup>2</sup> /KW
Langsgevel	R <sub>e</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> /KW	R <sub>e</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, geen spouw	R <sub>e</sub> = 3,03 m <sup>2</sup> /KW
Kopgevel	R <sub>e</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW	R <sub>e</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, met spouw	R <sub>e</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> /KW
Plat dakconstructie	R <sub>e</sub> = 0,22 m <sup>2</sup> /KW	R <sub>e</sub> = 1,11 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, geen spouw	R <sub>e</sub> = 3,55 m <sup>2</sup> /KW
Ramen	U <sub>r</sub> = 5,10 W/m <sup>2</sup> /K	U <sub>r</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K	overal enkel-glas (ggf: 0,85)	U <sub>r</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K
Kozijnen	houten kozijnen	kunststof kozijnen		kunststof kozijnen
Panelen in kozijnen	U <sub>p</sub> = 2,50 m <sup>2</sup> /KW	U <sub>p</sub> = 1,50 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, met spouw	U <sub>p</sub> = 1,50 m <sup>2</sup> /KW
Voordeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	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
Achterdeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K
Bouwwijze	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	geïsoleerde deur	geïsoleerde deur
Infiltratie	q <sub>v,10ref</sub> = 2,52 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	q <sub>v,10ref</sub> = 2,52 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	onbekende kierdichting, bouwjaar < 1970	q <sub>v,10ref</sub> = 0,84 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

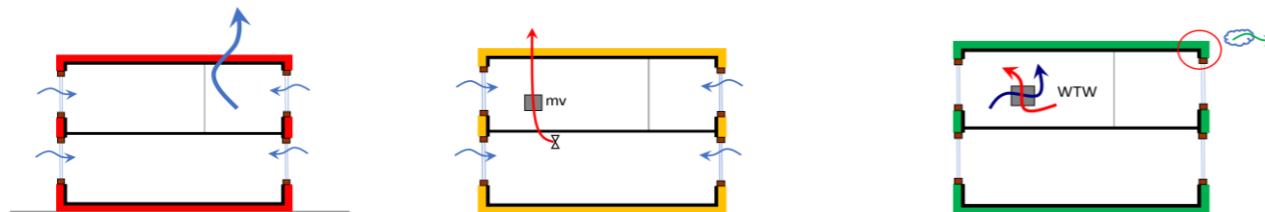
#### INSTALLATIETECHNISCH

Ventilatie	C1. Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	C1. standaard	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer
Ventilatie - principe	A1. Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	C1. standaard	D2. centrale WTW, zonder zonering, zonder sturing
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	n.v.t.	n.v.t.	90% (centrale WTW)
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	n.v.t.	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - ventilatoren	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW	n.v.t.	n.v.t.	onbekend
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	n.v.t.	n.v.t.	onbekend
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	n.v.t.	n.v.t.	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	n.v.t.	n.v.t.	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	286 kWh/m <sup>2</sup>	195 kWh/m <sup>2</sup>	87 kWh/m <sup>2</sup>
CO <sub>2</sub> -emissie	6.765 kg	4.936 kg	2.749 kg
EP 2 (kWh/m <sup>2</sup> )	404 kWh/m <sup>2</sup>	294 kWh/m <sup>2</sup>	163 kWh/m <sup>2</sup>
Energielabel	label G	label E	label B
TO <sub>de</sub> (max)	1,10	1,34	1,77
Gebouwbonden elektriciteitsgebruik	525 kWh	571 kWh	581 kWh
Gebruiksgebonden elektriciteitsgebruik	2.366 kWh	2.366 kWh	2.366 kWh
Gasgebruik	3.684 m <sup>3</sup>	2.653 m <sup>3</sup>	1.427 m <sup>3</sup>

#### VISUALISATIE MAATREGELENPAKKET



### 3. Hoekwoning - bouwjaar 1957

Bepalen netto warmtebehoefte 'verduurzamen voorbij de standaard'



#### UITGANGSPUNTEN

Bouwperiode	1957
Gebruiksoppervlakte	91,0 m <sup>2</sup>
Woningtype	hoekwoning
Oriëntatie	voorgevel noord
Compactheid (A <sub>10</sub> /A <sub>0</sub> )	2,1
Type woning conform standaard	EGW - na 1945

#### SCENARIOS

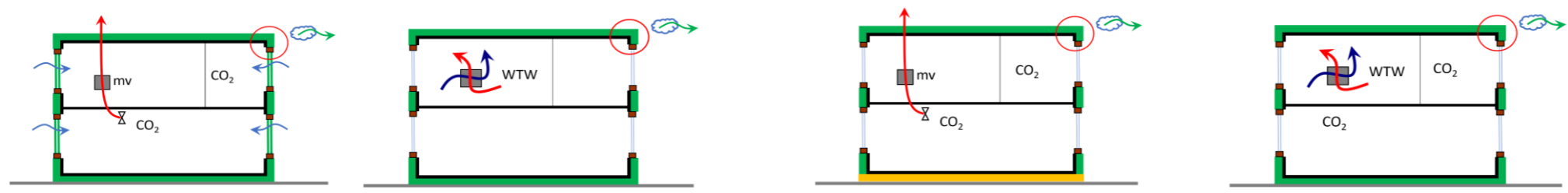
	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapswijs verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)
<b>Afweging bij maatregelenpakket / focus</b>	<p><b>Focus op technische gebreken / energieprestatie</b></p> <p>Afweging: bij aankoop van de woning komen enkele technische gebreken aan de orde. De combinatie van een lege woning en technische gebreken leiden vanuit het perspectief van de toekomstige bewoner tot maatregelen die verder gaan dan de ondergrens (niveau Standaard voor woningisolatie)</p>	<p><b>Focus op comfort / energiebesparing</b></p> <p>Afweging: bij aankoop van de woning zijn er ten opzichte van de oorspronkelijke kwaliteit al enkele onderdelen matig geïsoleerd, zoals de begane grondvloer en het hellende dak. De focus ligt op de gevel, glas, ventilatiesysteem en luchtdichtheid.</p>	<p><b>Focus op koppelkansen / bewonerswensen in bewoonde staat</b></p> <p>Afweging: in de bewoonde staat wordt de woning stapsgewijs verduurzaamd. De woonwensen bieden daarbij een koppelkans om de woning verder te verduurzamen voorbij de Standaard. Denk daarbij aan het aanbrengen van vloerverwarming, nieuwe keuken/badkamer of vervangen glas waarbij ook zelfregelende roosters aangebracht worden.</p>	<p><b>Focus op aanbrengen LT-systeem</b></p> <p>Afweging: in dit scenario ligt de focus op maatregelen om de woning in de toekomst aan te sluiten op een LT-systeem. Dit vraagt om een aanpak die verder gaat dan de ondergrens van de Standaard.</p>

Samenvatting maatregelen	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapswijs verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)
	<p>Combinatie van maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vervangen vloer door geïsoleerde begane grondvloer</li> <li>Isoleren buitengevel + plat dak</li> <li>Vervangen kozijnen door kozijnen met HR++-glas</li> <li>Geïsoleerde voordeur</li> <li>Verbeteren luchtdichtheid</li> <li>Aanbrengen ventilatiesysteem: C4c</li> </ul>	<p>Combinatie van maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vervangen vloer door geïsoleerde begane grondvloer</li> <li>Geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie</li> <li>Vervangen kozijnen door kozijnen met triple-glas</li> <li>Geïsoleerde voordeur</li> <li>Verbeteren luchtdichtheid</li> <li>Aanbrengen ventilatiesysteem: D2</li> </ul>	<p>Combinatie van maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Isoleren plat dak</li> <li>Vervangen kozijnen door kozijnen met HR++-glas</li> <li>Geïsoleerde voordeur</li> <li>Verbeteren luchtdichtheid</li> <li>Aanbrengen ventilatiesysteem: C4c</li> </ul>	<p>Combinatie van maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vervangen vloer door geïsoleerde begane grondvloer</li> <li>Geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie</li> <li>Isoleren plat dak</li> <li>Vervangen conventioneel dubbel-glas door triple-glas</li> <li>Verbeteren luchtdichtheid</li> <li>Aanbrengen ventilatiesysteem: D5c</li> </ul>

	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapswijs verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)
Begane grondvloer	R <sub>g</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde begane grondvloer	R <sub>g</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde begane grondvloer
Vloer boven buitenlucht	R <sub>g</sub> = 1,33 m <sup>2</sup> /KW	50 mm isolatie	R <sub>g</sub> = 1,33 m <sup>2</sup> /KW	50 mm isolatie
Langsgevel	R <sub>g</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie	R <sub>g</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie
Kopgevel	R <sub>g</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie	R <sub>g</sub> = 4,50 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand / buitengevelisolatie
Plat dakconstructie	R <sub>g</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerd plat dak	R <sub>g</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerd plat dak
Ramen	U <sub>r</sub> = 1,80 W/m <sup>2</sup> /K	overall HR++-glas	U <sub>r</sub> = 1,00 W/m <sup>2</sup> /K	overall HR++-glas
Kozijnen	U <sub>k</sub> = 1,00 m <sup>2</sup> /KW	kunststof kozijnen	U <sub>k</sub> = 1,00 m <sup>2</sup> /KW	kunststof kozijnen
Panelen in kozijnen	U <sub>p</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K	nagelsoleerd (50 mm) zonder spouw	U <sub>p</sub> = 1,00 m <sup>2</sup> /KW	nagelsoleerd (50 mm) zonder spouw
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
Achterdeur	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
Bouwwijze	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren
Infiltratie	q <sub>v,10ref</sub> = 0,40 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	verbeteren luchtdichtheid	q <sub>v,10ref</sub> = 0,40 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	verbeteren luchtdichtheid
Verticale leidingen door thermische schil	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Buitenzonwering	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
Zomernachtventilatie	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

Ventilatie	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapswijs verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)
Ventilatie - principe	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	C4c. ZR-roosters, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in wk en hslpk	D2. centrale WTW, zonder zonering, zonder sturing	C4c. ZR-roosters, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in wk en hslpk	D5c. centrale WTW, sturing op toe- of afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in de wk en hslpk, zonder zonering
Ventilatie - warmterugwinning	n.v.t.	90% (centrale WTW)	n.v.t.	90% (centrale WTW)
Ventilatie - ventilatoren	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - toevoerkanalen van buiten naar WTW	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	geen passieve koeling	passieve koeling	geen passieve koeling	passieve koeling

Grenswaarde Standaard	1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)	2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	3. Stapswijs verduurzamen in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)	4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit)
Netto warmtebehoefte	87 kWh/m <sup>2</sup>	51 kWh/m <sup>2</sup>	87 kWh/m <sup>2</sup>	48 kWh/m <sup>2</sup>
CO <sub>2</sub> -emissie	2.370 kg	2.018 kg	2.525 kg	1.933 kg
EP 2 (kWh/m <sup>2</sup> )	141 kWh/m <sup>2</sup>	119 kWh/m <sup>2</sup>	150 kWh/m <sup>2</sup>	114 kWh/m <sup>2</sup>
Energielabel	label A	label A	label A	label A
TO <sub>in</sub> (max)	2,08	2,84	2,22	2,84
Gebouwebonden elektriciteitsgebruik	344 kWh	573 kWh	320 kWh	475 kWh
Gebruiksgebonden elektriciteitsgebruik	2.366 kWh	2.366 kWh	2.366 kWh	2.366 kWh
Gasgebruik	1.260 m <sup>3</sup>	1.020 m <sup>3</sup>	1.351 m <sup>3</sup>	991 m <sup>3</sup>



## 4. Meergezinswoning - bouwjaar 1935

Bepalen netto warmtebehoefte 'verduurzamen voorbij de standaard'

### UITGANGSPUNTEN

Bouwperiode	1935
Gebruiksoppervlakte	Boven: 76,5 m <sup>2</sup> & tussen: 50 m <sup>2</sup>
Woningtype	Portiek etagelflat
Oriëntatie	voorgevel oost
Compactheid (A <sub>u</sub> /A <sub>d</sub> ) bovenappartement	1,3
Compactheid (A <sub>u</sub> /A <sub>d</sub> ) tussenappartement	0,92
Type woning conform standaard	MGW - voor 1945



### REFERENTIESITUATIE + VOLDOEN AAN DE STANDAARD

Referentiesituatie (oorspronkelijke kwaliteit)

Referentiesituatie (huidige gemiddelde kwaliteit)

0. Voldoen aan Standaard voor woningisolatie

Afweging bij maatregelenpakket / focus

Situatie ten tijde van bouwjaar van de woning

Situatie ten tijde van aankoop woning (werkelijke kwaliteit)  
verbeteringen in de loop der jaren door de bewoner aangebracht

Maatregelen om te voldoen aan de standaard voor woningisolatie  
(ondergrens)

### Samenvatting maatregelen

Situatie ten tijde van aankoop woning in oorspronkelijke kwaliteit

Situatie ten tijde van aankoop woning in realistische werkelijke situatie

### BOUWKUNDIG

	Referentiesituatie (oorspronkelijke kwaliteit)	Referentiesituatie (huidige gemiddelde kwaliteit)	0. Voldoen aan Standaard voor woningisolatie
Begane grondvloer	R <sub>c</sub> = 0,15 m <sup>2</sup> /KW	ongeisoleerde vloer	n.v.t.
Langsgevel	R <sub>c</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, geen spouw	R <sub>c</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> /KW
Wand grenzend aan trappenhuis	R <sub>c</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> /KW	ongeisoleerde steensmuur	R <sub>c</sub> = 2,58 m <sup>2</sup> /KW
Dakconstructie	R <sub>c</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW	ongeisoleerd dak	R <sub>c</sub> = 1,33 m <sup>2</sup> /KW
Dakconstructie t.p.v. dakterras	R <sub>c</sub> = 0,35 m <sup>2</sup> /KW	ongeisoleerd dak	R <sub>c</sub> = 1,33 m <sup>2</sup> /KW
Ramen	U <sub>w</sub> = 5,10 W/m <sup>2</sup> /K	overall enkel-glas (ggf: 0,85)	U <sub>w</sub> = 1,40 W/m <sup>2</sup> /K
Kozijnen	houten kozijnen	houten kozijnen	houten of kunststof kozijnen
Voordeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeisoleerde deur, grenzend aan buiten	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K
Balkondeur	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeisoleerde deur	U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K
Bouwwijze	dragend metselwerk met houten vloeren	dragend metselwerk met houten vloeren	dragend metselwerk met houten vloeren
Infiltratie	tussenappartement: q <sub>t,10,ref</sub> = 1,50 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> bovenappartement: q <sub>t,10,ref</sub> = 1,80 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	tussenappartement: q <sub>t,10,ref</sub> = 1,50 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> bovenappartement: q <sub>t,10,ref</sub> = 1,80 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	tussenappartement: q <sub>t,10,ref</sub> = 0,75 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> bovenappartement: q <sub>t,10,ref</sub> = 0,90 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

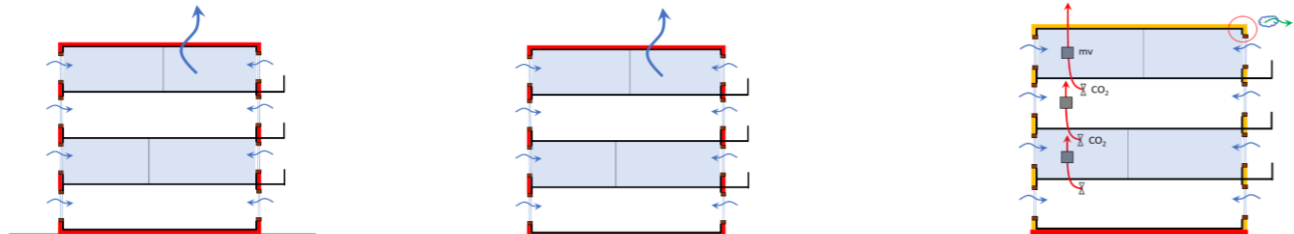
### INSTALLATIETECHNISCH

Ventilatie	Referentiesituatie (oorspronkelijke kwaliteit)	Referentiesituatie (huidige gemiddelde kwaliteit)	0. Voldoen aan Standaard voor woningisolatie
Ventilatie - principe	A1. Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	A1. Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer
Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem	n.v.t.	n.v.t.	C.4c ZR-roosters Δp ≤ 1 Pa, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in wk en hslpk
Ventilatie - warmteterugwinning	n.v.t.	n.v.t.	
Ventilatie - ventilatoren	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW	n.v.t.	n.v.t.	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit	n.v.t.	n.v.t.	onbekend
Ventilatie - passieve koeling	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

### REKENRESULTATEN

Grenswaarde Standaard	bovenappartement	tussenappartement	bovenappartement	tussenappartement	bovenappartement	tussenappartement
Netto warmtebehoefte	116 kWh/m <sup>2</sup>	95 kWh/m <sup>2</sup>	116 kWh/m <sup>2</sup>	95 kWh/m <sup>2</sup>	115 kWh/m <sup>2</sup>	85 kWh/m <sup>2</sup>
CO <sub>2</sub> -emissie	4.796 kg	2.928 kg	4.220 kg	2.663 kg	2.725 kg	1.528 kg
EP 2 (kWh/m <sup>2</sup> )	341 kWh/m <sup>2</sup>	289 kWh/m <sup>2</sup>	300 kWh/m <sup>2</sup>	289 kWh/m <sup>2</sup>	193 kWh/m <sup>2</sup>	165 kWh/m <sup>2</sup>
Energie label	label F	label E	label E	label D	label C	label B
TO <sub>ub</sub> (max)	2,68	2,23	2,96	2,53	4,15	3,61
Gebouwelekticiteitsgebruik	390 kWh	265 kWh	348 kWh	245 kWh	328 kWh	244 kWh
Gebruiksgebonden elektriciteitsgebruik	1.989 kWh	1.800 kWh	1.989 kWh	1.800 kWh	1.989 kWh	1.800 kWh
Gasgebruik	2.609 m <sup>3</sup>	1.587 m <sup>3</sup>	2.294 m <sup>3</sup>	1.443 m <sup>3</sup>	1.462 m <sup>3</sup>	808 m <sup>3</sup>

### VISUALISATIE MAATREGELENPAKKET



### 4. Meergezinswoning - bouwjaar 1935



Bepalen netto warmtebehoefte 'verduurzamen voorbij de standaard'



#### UITGANGSPUNTEN

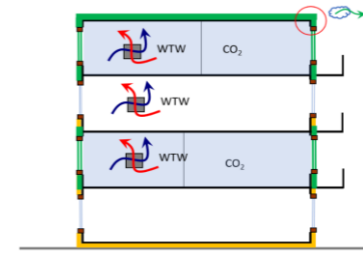
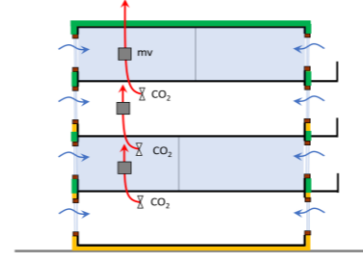
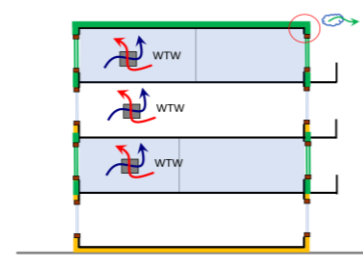
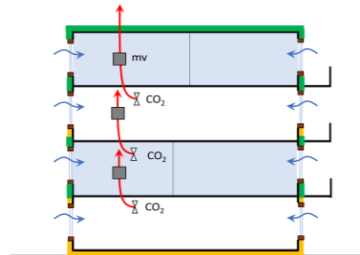
Bouwperiode	1935
Gebruiksoppervlakte	Boven: 76.5 m <sup>2</sup> & tussen: 50 m <sup>2</sup>
Woningtype	Portiek etageflat
Oriëntatie	voorgevel oost
Compactheid (A <sub>10</sub> /A <sub>0</sub> ) hoekappartement	1,3
Compactheid (A <sub>10</sub> /A <sub>0</sub> ) tussenappartement	0,92
Type woning conform standaard	MGW - voor 1945

#### SCENARIOS

	1. Collectieve aanpak in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit) <b>Focus op technische gebreken / energiebesparing</b>	2. Collectieve aanpak in lege staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit) <b>Focus op comfort / energiebesparing</b>	3. Collectieve stapsgewijs aanpak in bewoonde staat (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit) <b>Focus op koppelkansen / bewonerswensen (bewoonde staat)</b>	4. Collectieve aanpak gelijktijdig met een verbouwing (o.b.v. huidige gemiddelde kwaliteit) <b>Focus op aanbrengen LT-systeem</b>
<b>Afweging bij maatregelenpakket / focus</b>	 <i>Afweging: bij de scenario's wordt er vanuit gegaan dat er collectieve verduurzamingsmaatregelen getroffen kunnen worden, met de focus op het verlagen van de energierekening.</i>	 <i>Afweging: bij aankoop van de woning zijn er ten opzichte van de oorspronkelijke kwaliteit al enkele onderdelen matig geïsoleerd, zoals de begane grondvloer en het hellende dak. De volledige thermische schil wordt hoger geïsoleerd uit het oogpunt van comfort en energiebesparing. Daarnaast wordt de luchtdichtheid verbeterd en een gebalanceerd ventilatiesysteem aangebracht met warmteretourwinning.</i>	 <i>Afweging: in de bewoonde staat wordt de woning stapsgewijs verduurzaamd. De woonwensen bieden daarbij een koppelkans om de woning verder te verduurzamen voorbij de Standaard. Denk daarbij aan het aanbrengen van vloerverwarming (geïsoleerde begane grondvloer), dakkapel (aanpak dakisolatie), nieuwe keuken/badkamer (ventilatiesysteem) en vervangen glas waarbij ook zelfregelende roosters aangebracht worden.</i>	 <i>Afweging: in dit scenario ligt de focus op maatregelen om de woning in de toekomst aan te sluiten op een LT-systeem. Dit vraagt om een aanpak die verder gaat dan de ondergrens van de Standaard.</i>
<b>Samenvatting maatregelen</b>	Combinatie van maatregelen: - Geïsoleerde voorzetwand - Isolatie plat dak - Vervangen enkel-glas door HR++-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Aanbrengen ventilatiesysteem: C4c	Combinatie van maatregelen: - Geïsoleerde voorzetwand - Isolatie plat dak - Vervangen conventioneel dubbel-glas door nieuwe kozijnen met triple-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Aanbrengen ventilatiesysteem: D2	Combinatie van maatregelen: - alleen geïsoleerde voorzetwand bij trappenhuis - Isoleren plat dak - Vervangen conventioneel dubbel-glas door HR++-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Nieuwe keuken/badkamer -> aanbrengen ventilatiesysteem: C4c	Combinatie van maatregelen: - Geïsoleerde voorzetwand - Geïsoleerd dakelement - Vervangen conventioneel dubbel-glas door triple-glas - Verbeteren luchtdichtheid - Aanbrengen ventilatiesysteem: D5c
<b>Begane grondvloer</b>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<b>Langsgevel</b>	R <sub>e</sub> = 2,58 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand (100 mm) R <sub>e</sub> = 2,58 m <sup>2</sup> /KW	geen isolatie, geen spouw geïsoleerde voorzetwand (100 mm) R <sub>e</sub> = 0,19 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand (100 mm) R <sub>e</sub> = 2,58 m <sup>2</sup> /KW
<b>Wand grenzend aan trappenhuis</b>	R <sub>e</sub> = 2,58 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand (100 mm) R <sub>e</sub> = 2,58 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand (100 mm) R <sub>e</sub> = 2,58 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerde voorzetwand (100 mm) R <sub>e</sub> = 2,58 m <sup>2</sup> /KW
<b>Dakconstructie</b>	R <sub>e</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerd plat dak R <sub>e</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerd plat dak R <sub>e</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerd plat dak R <sub>e</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW
<b>Dakconstructie t.p.v. dakterras</b>	R <sub>e</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerd plat dak R <sub>e</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerd plat dak R <sub>e</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW	geïsoleerd plat dak R <sub>e</sub> = 6,30 m <sup>2</sup> /KW
<b>Ramen</b>	U <sub>w</sub> = 1,40 W/m <sup>2</sup> /K	overall HR++-glas U <sub>w</sub> = 1,00 W/m <sup>2</sup> /K	overall triple-glas (g <sub>gl</sub> : 0,50) U <sub>w</sub> = 1,00 W/m <sup>2</sup> /K	overall HR++ glas U <sub>w</sub> = 1,00 W/m <sup>2</sup> /K
<b>Kozijnen</b>	houten of kunststof kozijnen	geïsoleerde deur U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	geïsoleerde deur U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	geïsoleerde deur U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K
<b>Voordeur</b>	U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur, grenzend aan buiten U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K	ongeïsoleerde deur U <sub>d</sub> = 3,40 W/m <sup>2</sup> /K
<b>Balkondeur</b>	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 U <sub>d</sub> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /K
<b>Bouwwijze</b>	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren	dragend metselwerk met houten vloeren	dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren
<b>Infiltratie</b>	tussenappartement: q <sub>re,10ref</sub> = 0,35 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> hoekappartement: q <sub>re,10ref</sub> = 0,42 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	tussenappartement: q <sub>re,10ref</sub> = 0,35 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> hoekappartement: q <sub>re,10ref</sub> = 0,42 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	tussenappartement: q <sub>re,10ref</sub> = 0,35 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> hoekappartement: q <sub>re,10ref</sub> = 0,42 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	tussenappartement: q <sub>re,10ref</sub> = 0,35 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> hoekappartement: q <sub>re,10ref</sub> = 0,42 dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>
<b>Verticale leidingen door thermische schil</b>	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
<b>Buitenzonwering</b>	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
<b>Zomernachtventilatie</b>	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig

<b>Ventilatie</b>	1. C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	2. D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer	3. C. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	4. D. Mechanische toevoer en mechanische afvoer
<b>Ventilatie - principe</b>	C4c. ZR-roosters, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in wk en hslpk	D2. centrale WTW, zonder zonering, zonder sturing	C4c. ZR-roosters, sturing op afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in wk en hslpk	D.5c centrale WTW, sturing op toe- of afvoer door CO <sub>2</sub> -metingen in de wk en hslpk, zonder zonering
<b>Ventilatie - specificatie ventilatiesysteem</b>	n.v.t.	80% (centrale WTW)	n.v.t.	80% (centrale WTW)
<b>Ventilatie - warmteretourwinning</b>	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010	gelijkstroomventilatoren, fabricagejaar > 2010
<b>Ventilatie - ventilatoren</b>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<b>Ventilatie - toevoerkanaal van buiten naar WTW</b>	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
<b>Ventilatie - luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen</b>	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend
<b>Ventilatie - geïnstalleerde ventilatiecapaciteit</b>	geen passieve koeling	passieve koeling	geen passieve koeling	passieve koeling

<b>Grenswaarde Standaard</b>	1. bovenappartement		2. bovenappartement		3. bovenappartement		4. bovenappartement	
	116 kWh/m <sup>2</sup>	95 kWh/m <sup>2</sup>	116 kWh/m <sup>2</sup>	95 kWh/m <sup>2</sup>	116 kWh/m <sup>2</sup>	95 kWh/m <sup>2</sup>	116 kWh/m <sup>2</sup>	95 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Netto warmtebehoefte</b>	62 kWh/m <sup>2</sup>	56 kWh/m <sup>2</sup>	49 kWh/m <sup>2</sup>	39 kWh/m <sup>2</sup>	93 kWh/m <sup>2</sup>	77 kWh/m <sup>2</sup>	45 kWh/m <sup>2</sup>	34 kWh/m <sup>2</sup>
<b>CO<sub>2</sub>-emissie</b>	1.806 kg	1.198 kg	1.661 kg	1.086 kg	2.357 kg	1.440 kg	1.547 kg	979 kg
<b>EP 2 (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	128 kWh/m <sup>2</sup>	129 kWh/m <sup>2</sup>	116 kWh/m <sup>2</sup>	115 kWh/m <sup>2</sup>	167 kWh/m <sup>2</sup>	155 kWh/m <sup>2</sup>	109 kWh/m <sup>2</sup>	105 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Energie label</b>	label A	label A	label A	label A	label B	label A	label A	label A+
<b>TO<sub>je</sub> (max)</b>	6,89	5,11	5,99	0,92	4,48	3,48	7,08	5,32
<b>Gebouwbonden elektriciteitsgebruik</b>	261 kWh	220 kWh	493 kWh	434 kWh	301 kWh	237 kWh	348 kWh	434 kWh
<b>Gebruiksgebonden elektriciteitsgebruik</b>	1.989 kWh	1.800 kWh	1.989 kWh	1.800 kWh	1.989 kWh	1.800 kWh	1.989 kWh	1.800 kWh
<b>Gasgebruik</b>	961 m <sup>3</sup>	628 m <sup>3</sup>	835 m <sup>3</sup>	525 m <sup>3</sup>	1.261 m <sup>3</sup>	760 m <sup>3</sup>	799 m <sup>3</sup>	490 m <sup>3</sup>







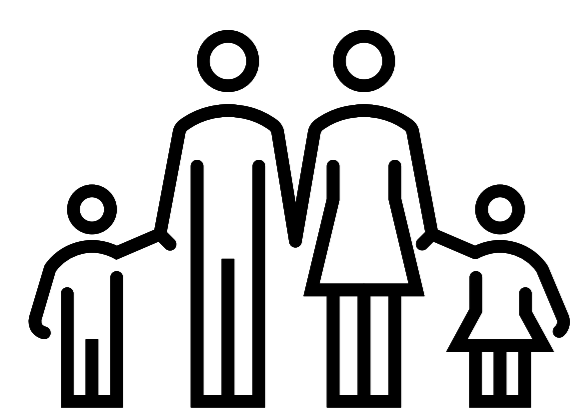
**Bijlage 2 -** Afwegingskader per woningtype



Individuele afwegingen gekoppeld aan categorie

Uitgangspunt

Tussenwoning - 1995  
 R<sub>v</sub> vloer, gevel, dak: 2,5 m²K/W  
 Ramen met HR-glas  
 Ventilatiesysteem C1



Aankoop woning in lege staat door gezin met verbouwingsplannen

Legenda (afweging wel/niet voorbij Standaard)

- Voorbij de Standaard
- Niveau Standaard
- Informatief

Combinatie van afwegingen komen in de scenario's aan bod:

1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)
2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. werkelijke kwaliteit)
3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat
4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing

	Technisch	Energetisch	Financieel	Koppelkans	Comfort	Impact bewoonde situatie
<b>Vloerisolatie</b>	<p> Uitgangspunt een geïsoleerde betonvloer (R<sub>v</sub>: 2,5 m²K/W) zonder technische problemen</p> <p> Aanwezigheid / hoogte kruipruimte: hoogte kruipruimte bepaalt isolatiemogelijkheden en hogere isolatiewaarde</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: all-electric / aardgasvrij concept -&gt; isoleren voorbij Standaard (extra vloer-/bodemisolatie)</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: handhaven huidige vloerisolatie (R<sub>v</sub>: 2,5 m²K/W)</p>	<p> Voldoende investeringsbudget: aanbrengen extra vloer- en/of bodemisolatie naar niveau voorbij de Standaard</p> <p> Verlagen woonlasten: isolatie op het niveau Standaard, extra isoleren is gunstig voor verder verlaging</p>	<p> Wens voor vloerverwarming in woonkamer -&gt; koppelkans om vloer te isoleren voorbij de Standaard</p>	<p> Koude entree/hal -&gt; luchtlekken bij doorvoeringen in meterkast en rondom kruipruik afdichten</p>	<p> Bewoonde staat: geen/bepaalde overlast gewenst -&gt; extra vloer- of bodemisolatie naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Gevelisolatie</b>	<p> Uitgangspunt een geïsoleerde spouwmuur (R<sub>v</sub>: 2,5 m²K/W) die gehandhaafd wordt. Verder verduurzamen zoals buitengevelisolatie op blokniveau mogelijk een optie</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: isoleren voorbij Standaard door geïsoleerde voorzetwand, bijvullen spouw of buitengevelisolatie bij blokniveau</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: handhaven huidige spouwmuurisolatie (R<sub>v</sub>: 2,5 m²K/W)</p>	<p> Verlagen woonlasten: Aanbrengen geïsoleerde voorzetwand of bijvullen bestaande spouwmuur zorgt voor verdere verlaging van de woonlasten</p>			<p> Bewoonde staat: geen/bepaalde overlast gewenst -&gt; huidige spouwmuurisolatie handhaven, optie luchtspouw bijvullen</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend toepassen geïsoleerde voorzetwand of buitengevelisolatie bij blokaanpak naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Dakisolatie</b>	<p> Uitgangspunt een geïsoleerd dak (R<sub>v</sub>: 2,5 m²K/W) zonder technische problemen</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT: isolatiewaarde op huidig nieuwbouwniveau: extra dakisolatie binnen of buitenaf</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: handhaven huidige dakisolatie (R<sub>v</sub>: 2,5 m²K/W)</p>	<p> Beperkt investeringsbudget: handhaven huidige dakisolatie, eventueel extra isolatie van binnenuit</p> <p> Voldoende investeringsbudget: nieuw geïsoleerd dakelement naar niveau voorbij de Standaard</p> <p> Verhogen verkoopwaarde / energielabel van woning -&gt; koppelkans om dak te isoleren voorbij de Standaard</p>	<p> Vervangen dak -&gt; verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p> <p> Aanbrengen PV(T)-panelen -&gt; verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p> <p> Aanbrengen dakkapel -&gt; verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p>	<p> Kou/tochtklachten of te warm in slaapkamer/studeerkamer op zolder (gebruik van de ruimte) -&gt; dakisolatie nieuwbouwniveau (voorbij de Standaard)</p>	<p> Bewoonde staat: geen/bepaalde overlast gewenst -&gt; huidige dakisolatie handhaven, optie extra isolatie van binnenuit</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend -&gt; extra isolatie van het dak van buitenaf / volledige dakvervangings naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Ramen</b>	<p> Kozijn zijn aan vervanging toe (houtrot): aanbrengen nieuwe kozijnen met triple-glas (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> Conventioneel dubbel/HR-glas: aanbrengen minimaal HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: glasvervangings door triple-glas (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: aanbrengen HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> Verlagen woonlasten: lagere U-waarde van glas of kozijnen zorgt voor verdere verlaging van de woonlasten</p> <p> Verhogen verkoopwaarde / energielabel van woning -&gt; koppelkans om glas te vervangen op niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> Bij vervangen glas: mogelijkheid om zelfregelende roosters aan te brengen</p> <p> Bij vervangen glas / vervallen roosters: mogelijkheid om een gebalanceerde ventilatiesysteem met warmterugwinning toe te passen</p>	<p> Verminderen koudestraling van enkel/dubbel glas -&gt; Vervangen dubbel/HR-glas door HR++-glas (niveau Standaard)</p> <p> Verminderen koudestraling door enkel/dubbel glas -&gt; Vervangen dubbel/HR-glas door triple-glas (niveau voorbij Standaard)</p>	<p> Bewoonde staat: geen/bepaalde overlast gewenst -&gt; glasvervangings in bestaande kozijnen</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend -&gt; toepassen nieuwe kozijnen met glasvervangings HR++-glas/triple-glas</p>
<b>Deuren</b>	<p> Technische problemen deur : vervangen ongeïsoleerde deur door geïsoleerde deur</p> <p> Herstel deur / kozijnen: vervangen glasdeel door HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: aanbrengen nieuwe geïsoleerde deur (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: aanbrengen HR++-glas in bestaande deur (niveau Standaard)</p>		<p> Bij bewonerskeuze voor tuindeuren: mogelijkheid om isolatiewaarde deur/glas te verlagen en kier- en naaddichting te verbeteren</p>	<p> Koude hal / verkeersruimte: vervangen voordeur door geïsoleerde deur</p>	
<b>Luchtdichtheid</b>		<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: bij voorkeur luchtdichtheid zo goed mogelijk (voorbij de Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 1/2)</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: bij voorkeur luchtdichtheid zo goed mogelijk uitvoeren (niveau Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 3)</p>	<p> Verlagen woonlasten: verminderen warmteverlies / luchtlekken via kozijnen, doorvoeringen, dak, kruipruik, etc. (niveau Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 3)</p> <p> Verlagen woonlasten: verminderen warmteverlies / luchtlekken via kozijnen, doorvoeringen, dak, kruipruik, etc. (voorbij de Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 1/2)</p>	<p> Bij vervangen glas en/of kozijnen: kier- en naaddichting aanbrengen.</p> <p> Bij aanpak begane grondvloer: luchtdicht kruipruik toepassen en doorvoeringen afdichten</p> <p> Bij aanpak hellend dak: dakdoorvoeringen afdichten</p>	<p> Tochtklachten door luchtlekken rondom kozijnen of doorvoeringen: aanbrengen tochtstrip, manchetten, etc.</p>	
<b>Ventilatie</b>	<p> Verouderde/niet functionerende MV-box: vervangen MV-box door nieuwe gelijkstroomventilator</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT all-electric concept -&gt; toepassing gebalanceerde ventilatie met WTW</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem / verouderde MV-box: toepassen energiezuinig ventilatiesysteem</p>		<p> Verbouwing badkamer/keuken: mogelijkheid om mechanische afzuiging op CO<sub>2</sub>/vocht-sensor aan te brengen</p>	<p> Matige luchtkwaliteit -&gt; ventilatiesysteem voorzien van CO<sub>2</sub>/vocht sturing en /of zonerings. Keuze bepaalt bijdrage aan niveau Standaard of voorbij de Standaard</p> <p> Gebruik van ruimten -&gt; zolder wordt als verblijfsruimte gebruikt: aanbrengen ventilatiesysteem (systeem C / D). De uitvoering en sturing/zonerings bepaalt bijdrage aan niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> Bewoonde staat: geen/bepaalde overlast gewenst -&gt; systeem C met CO<sub>2</sub>-vochtsensor of systeem D met beperkte kanaallengte (innovatie)</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend -&gt; mogelijkheid om energiezuinig ventilatiesysteem aan te brengen en te voldoen aan niveau voorbij de Standaard</p>



Individuele afwegingen gekoppeld aan categorie

	Technisch	Energetisch	Financieel	Koppelkans	Comfort	Impact bewoonde situatie
<b>Vloerisolatie</b>	<p> Funderingsproblematiek: constructieve problemen waarbij volledig vervangen van de houten vloer noodzakelijk is -&gt; isoleren voorbij de Standaard (nieuwe geïsoleerde &amp; luchtdichte vloer)</p> <p> Vocht vanuit kruipruimte in huis: verbeteren luchtdichtheid vloer, bij voorkeur isoleren op niveau Standaard</p> <p> Aanwezigheid / hoogte kruipruimte: hoogte kruipruimte bepaalt isolatiemogelijkheden en te behalen isolatiewaarde</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: bij voorkeur geïsoleerde luchtdichte (beton)vloer, met isolatie voorbij de Standaard</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: isoleren op het niveau Standaard (vloer-of bodemisolatie)</p>	<p> Beperkt investeringsbudget: aanbrengen vloer- en/of bodemisolatie naar niveau Standaard</p> <p> Voldoende investeringsbudget: aanbrengen vloer- en/of bodemisolatie naar niveau voorbij de Standaard of nieuwe vloer</p> <p> Verlagen woonlasten: isolatie op het niveau Standaard, extra isoleren is gunstig voor verder verlaging</p>	<p> Wens voor vloerverwarming in woonkamer -&gt; koppelkans om vloer te isoleren voorbij de Standaard</p> <p> Nieuwe houten vloer uit esthetisch oogpunt in woonkamer -&gt; koppelkans om vloer te isoleren voorbij de Standaard</p>	<p> Koude voeten / tocht -&gt; isolatie van de vloer naar minimaal niveau Standaard</p>	<p> Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt; isolatie van de vloer naar niveau Standaard</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend -&gt; isolatie van de vloer naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Gevelisolatie</b>	<p> Vochtproblemen binnen: aanbrengen spouwmuurisolatie / hydrofoberen gevel</p> <p> Radiatorcapaciteit te klein: aanbrengen spouwmuurisolatie, bij woning voor 1945 is dat niveau voorbij de Standaard</p> <p> NB bij aanbrengen geïsoleerde voorzetwand aandacht voor positie elektrapunten en radiatoren, isolatie ter plaatse van dagkant.</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: isoleren voorbij Standaard, denk aan spouwmuurisolatie + geïsoleerde voorzetwand</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: isoleren op het niveau Standaard, door aanbrengen spouwmuurisolatie.</p>	<p> Verlagen woonlasten: isolatie op het niveau voorbij de Standaard (spouwmuurisolatie)</p> <p>Aanbrengen geïsoleerde voorzetwand zorgt voor verdere verlaging van de woonlasten</p>		<p> Verminderen koudestraling van ongeïsoleerde gevel -&gt; aanbrengen spouwmuurisolatie</p>	<p> Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt; aanbrengen voorzetwand</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend -&gt; isolatie van de spouwmuur en gevel door toepassen geïsoleerde voorzetwand naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Dakisolatie</b>	<p> Constructieve problemen gordingen / verzakken dakbeschoot -&gt; vervangen dak door geïsoleerd dakelement naar nieuwbouwniveau</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT: all-electric / aardgasvrij concept -&gt; isoleren voorbij Standaard, isolatiewaarde nieuwbouwniveau</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: isoleren op het niveau Standaard, denk aan isolatie binnenzijde</p>	<p> Beperkt investeringsbudget: aanbrengen dakisolatie van binnenuit naar niveau Standaard</p> <p> Voldoende investeringsbudget: aanbrengen dakisolatie / nieuw geïsoleerd dak naar niveau voorbij de Standaard</p> <p> Verhogen verkoopwaarde / energielabel van woning -&gt; koppelkans om dak te isoleren op niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> Vervangen dakbeschoot / dak -&gt; verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p> <p> Aanbrengen PV(T)-panelen -&gt; verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p> <p> Aanbrengen dakkapel -&gt; verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p>	<p> Kou/tochtklachten of te warm in slaapkamer/studeerkamer op zolder (gebruik van de ruimte) -&gt; isolatie van hellend dak van binnenuit (niveau Standaard)</p> <p> Kou/tochtklachten of te warm in slaapkamer/studeerkamer op zolder (gebruik van de ruimte) -&gt; dakisolatie nieuwbouwniveau (voorbij de Standaard)</p>	<p> Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt; isolatie van het dak van binnenuit naar niveau Standaard</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend -&gt; isolatie van het dak / dakvervanging naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Ramen</b>	<p> Kozijn zijn aan vervanging toe: aanbrengen nieuwe kozijnen met triple-glas / vacuüm-glas (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> Matig geïsoleerd glas / radiatorcapaciteit te klein: aanbrengen minimaal HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: all-electric concept -&gt; aanbrengen nieuwe kozijnen met triple-glas / vacuüm-glas (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: aanbrengen HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> Verlagen woonlasten: isolatie op het niveau Standaard, lagere U-waarde zorgt voor verdere verlaging van de woonlasten</p> <p> Verhogen verkoopwaarde / energielabel van woning -&gt; koppelkans om glas te vervangen op niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> Bij vervangen glas: mogelijkheid om zelfregelende roosters aan te brengen</p> <p> Bij vervangen glas: mogelijkheid om een gebalanceerde ventilatiesysteem met warmterugwinning toe te passen</p>	<p> Verminderen koudestraling van enkel/dubbel glas -&gt; Vervangen enkel/dubbel glas door HR++-glas (niveau Standaard)</p> <p> Verminderen koudestraling door enkel/dubbel glas -&gt; Vervangen enkel/dubbel glas door triple-glas (niveau voorbij Standaard)</p>	<p> Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt; glasvervanging in bestaande kozijnen</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend -&gt; toepassen nieuwe kozijnen met glasvervanging</p>
<b>Deuren</b>	<p> Deur einde levensduur: vervangen ongeïsoleerde deur door geïsoleerde deur met triple-glas / vacuüm-glas</p> <p> Herstel deur / kozijnen: vervangen glasdeel door HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: all-electric concept -&gt; aanbrengen nieuwe geïsoleerde deur (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: aanbrengen HR++-glas in bestaande deur (niveau Standaard)</p>			<p> Koude hal / verkeersruimte: door warmteverlies via voordeur, tocht rondom deuren</p>	
<b>Luchtdichtheid</b>		<p> Voorbereid zijn op een LT-systeem: all-electric concept -&gt; bij voorkeur luchtdichtheid zo goed mogelijk (voorbij de Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 1/2)</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem: bij voorkeur luchtdichtheid zo goed mogelijk uitvoeren (niveau Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 3)</p>	<p> Verlagen woonlasten: verminderen warmteverlies / luchtlekken via kozijnen, doorvoeringen, dak, kruipluik, etc. (niveau Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 3)</p> <p> Verlagen woonlasten: verminderen warmteverlies / luchtlekken via kozijnen, doorvoeringen, dak, kruipluik, etc. (voorbij de Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 1/2)</p>	<p> Bij vervangen glas en/of kozijnen: kier- en naaddichting aanbrengen.</p> <p> Bij aanpak begane grondvloer: luchtdicht kruipluik toepassen en doorvoeringen afdichten</p> <p> Bij aanpak hellend/plat dak: dakdoorvoeringen afdichten</p>	<p> Tochtklachten door luchtlekken rondom kozijnen of doorvoeringen: aanbrengen tochtstrip, manchetten, etc.</p>	
<b>Ventilatie</b>	<p> Verouderde/niet functionerende MV-box: vervangen MV-box door nieuwe gelijkstroomventilator</p>	<p> Voorbereid zijn op een LT all-electric concept -&gt; toepassing gebalanceerde ventilatie met WTW</p> <p> Aansluiten op HT/MT-systeem / verouderde MV-box: toepassen energiezuinig ventilatiesysteem</p>		<p> Verbouwing badkamer/keuken: mogelijkheid om mechanische afzuiging aan te brengen</p> <p> Bij vervangen glas en/of kozijnen: mogelijkheid om zelfregelende roosters aan te brengen</p>	<p> Matige luchtkwaliteit -&gt; aanbrengen ventilatiesysteem, energiezuinigheid van ventilatiesysteem (systeem C / D) en sturing/zonering bepaalt bijdrage aan niveau Standaard of voorbij de Standaard</p> <p> Gebruik van ruimten -&gt; studeerkamer op zolder wordt vaker gebruikt aanbrengen ventilatiesysteem, energiezuinigheid van ventilatiesysteem (systeem C / D) en sturing/zonering bepaalt bijdrage aan niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt; aanbrengen afzuigventielen in natte ruimten bij systeem C of systeem D met beperkte kanaallengte (innovatie)</p> <p> Lege staat: overlast niet bepalend -&gt; mogelijkheid om energiezuinig ventilatiesysteem aan te brengen en te voldoen aan niveau voorbij de Standaard</p>

**Uitgangspunt**

Vrijstaande woning – 1936  
 Matig/niet geïsoleerd  
 Ramen met enkel/conventioneel dubbel-glas  
 Ventilatiesysteem A1

Aankoop woning in lege staat of bewoonde staat door gezin met verbouwingsplannen

**Legenda (afweging wel/niet voorbij Standaard)**

Voorbij de Standaard

Niveau Standaard

Informatief

Combinatie van afwegingen komen in de scenario's aan bod:

1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)
2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. werkelijke kwaliteit)
3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat
4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing



	Technisch	Energetisch	Financieel	Koppelkans	Comfort	Impact bewoonde situatie
<b>Vloerisolatie</b>	<p> <b>Funderingsproblematiek:</b> constructieve problemen waarbij volledig vervangen van de vloer noodzakelijk is -&gt; isoleren voorbij de Standaard (nieuwe geïsoleerd &amp; luchtdichte vloer)</p> <p> <b>Vocht vanuit kruipruimte in huis:</b> verbeteren luchtdichtheid vloer, bij voorkeur isoleren op niveau Standaard</p> <p> <b>Aanwezigheid / hoogte kruipruimte:</b> hoogte kruipruimte bepaalt isolatiemogelijkheden en te behalen isolatiewaarde</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> bij voorkeur geïsoleerde luchtdichte (beton)vloer, met isolatie voorbij de Standaard</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> isoleren op het niveau Standaard (vloer-of bodemisolatie)</p>	<p> <b>Beperkt investeringsbudget:</b> aanbrengen vloer- en/of bodemisolatie naar niveau Standaard</p> <p> <b>Voldoende investeringsbudget / levensduurverlenging:</b> nieuwe geïsoleerde (beton)vloer</p> <p> <b>Verlagen woonlasten:</b> isolatie op het niveau Standaard, extra isoleren is gunstig voor verder verlaging</p>	<p> <b>Wens voor vloerverwarming in woonkamer -&gt;</b> koppelkans om vloer te isoleren voorbij de Standaard</p> <p> <b>Nieuwe houten vloer uit esthetisch oogpunt in woonkamer -&gt;</b> koppelkans om vloer te isoleren voorbij de Standaard</p>	<p> <b>Koude voeten / tocht -&gt;</b> isolatie van de vloer naar minimaal niveau Standaard</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> toepassen vloer-/bodemisolatie naar niveau Standaard</p> <p> <b>Lege staat: overlast niet bepalend -&gt;</b> nieuwe geïsoleerde/luchtdichte (beton)vloer naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Gevelisolatie</b>	<p> <b>Vochtproblemen binnen:</b> aanbrengen spouwmuurisolatie of geïsoleerde voorzetwand / hydrofoberen gevel</p> <p> <b>Radiatorcapaciteit te klein:</b> aanbrengen spouwmuurisolatie / geïsoleerde voorzetwand</p> <p> <b>NB bij aanbrengen geïsoleerde voorzetwand</b> aandacht voor positie elektrapunten en radiatoren, isolatie ter plaatse van dagkant.</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> isoleren voorbij de Standaard, denk aan spouwmuurisolatie (kopgevel) of geïsoleerde voorzetwand</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> isoleren op het niveau Standaard, door aanbrengen spouwmuurisolatie</p>	<p> <b>Verlagen woonlasten:</b> spouwmuurisolatie (kopgevel) + aanbrengen geïsoleerde voorzetwand of buitengevelisolatie zorgt voor verdere verlaging van de woonlasten</p>		<p> <b>Verminderen koudestraling van ongeïsoleerde gevel -&gt;</b> aanbrengen spouwmuurisolatie (kopgevel) of geïsoleerde voorzetwand</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> spouwmuurisolatie</p> <p> <b>Lege staat: overlast niet bepalend -&gt;</b> isolatie van de spouwmuur en toepassen geïsoleerde voorzetwand of buitengevelisolatie naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Dakisolatie</b>	<p> <b>Lekkage van dak/ dakbedekking aan vervanging toe -&gt;</b> vervangen dakbedekking + aanbrengen extra dakisolatie naar nieuwbouwniveau of streefwaarde</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT:</b> dakisolatie met isolatiewaarde op nieuwbouwniveau of streefwaarde</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> extra isolatielaag met beperkte dikte</p>	<p> <b>Beperkt investeringsbudget:</b> aanbrengen extra laag dakisolatie + dakbedekking naar niveau Standaard</p> <p> <b>Voldoende investeringsbudget:</b> aanbrengen dakisolatie naar niveau voorbij de Standaard</p> <p> <b>Verhogen verkoopwaarde / energielabel van woning / optopping -&gt;</b> koppelkans om dak te isoleren op niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> <b>Vervangen dakbedekking -&gt;</b> verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p> <p> <b>Aanbrengen PV(T)-panelen -&gt;</b> verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p> <p> <b>Aanbrengen dakkapel -&gt;</b> verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p>	<p> <b>Kou/tochtklachten of te warm in slaapkamer/studeerkamer -&gt;</b> extra laag dakisolatie (niveau Standaard)</p> <p> <b>Kou/tochtklachten of te warm in slaapkamer/studeerkamer -&gt;</b> dakisolatie naar nieuwbouwniveau of streefwaarde</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> isolatie plat dak naar niveau Standaard of hoger, levert beperkte overlast binnen op</p>
<b>Ramen</b>	<p> <b>Kozijn zijn aan vervanging toe:</b> aanbrengen nieuwe kozijnen met triple-glas (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> <b>Matig geïsoleerd glas / radiatorcapaciteit te klein:</b> aanbrengen minimaal HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> nieuwe kozijnen met triple-glas (niveau voorbij de Standaard)</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> glasvervanging door HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> <b>Verlagen woonlasten:</b> isolatie op het niveau Standaard, lagere U-waarde zorgt voor verdere verlaging van de woonlasten</p> <p> <b>Verhogen verkoopwaarde / energielabel van woning -&gt;</b> koppelkans om glas te vervangen op niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> <b>Bij vervangen glas / vervallen roosters:</b> mogelijkheid om zelfregelende roosters aan te brengen</p> <p> <b>Bij vervangen glas:</b> mogelijkheid om een gebalanceerde ventilatiesysteem met warmterugwinning toe te passen</p>	<p> <b>Verminderen koudestraling van enkel/dubbel glas -&gt;</b> Vervangen enkel/dubbel glas door HR++-glas (niveau Standaard)</p> <p> <b>Verminderen koudestraling door enkel/dubbel glas -&gt;</b> Vervangen enkel/dubbel glas door triple-glas (niveau voorbij Standaard)</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> glasvervanging in bestaande kozijnen</p> <p> <b>Lege staat: overlast niet bepalend -&gt;</b> toepassen nieuwe kozijnen met glasvervanging</p>
<b>Deuren</b>	<p> <b>Deur einde levensduur:</b> vervangen ongeïsoleerde deur door geïsoleerde deur</p> <p> <b>Herstel deur / kozijnen:</b> vervangen glasdeel door HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> nieuwe geïsoleerde deur (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> verbeteren kierdichting (niveau Standaard)</p>			<p> <b>Koude hal / verkeersruimte:</b> vervangen voordeur door geïsoleerde deur</p>	
<b>Luchtdichtheid</b>		<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> all-electric concept -&gt; bij voorkeur luchtdichtheid zo goed mogelijk (voorbij de Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 1/2)</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> bij voorkeur luchtdichtheid zo goed mogelijk uitvoeren (niveau Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 3)</p>	<p> <b>Verlagen woonlasten:</b> verminderen warmteverlies / luchtlekken via kozijnen, doorvoeringen, dak, kruipruimte, etc. (niveau Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 3)</p> <p> <b>Verlagen woonlasten:</b> verminderen warmteverlies / luchtlekken via kozijnen, doorvoeringen, dak, kruipruimte, etc. (voorbij de Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 1/2)</p>	<p> <b>Bij vervangen glas en/of kozijnen:</b> kier- en naaddichting aanbrengen.</p> <p> <b>Bij aanpak begane grondvloer:</b> luchtdicht kruipruimte toepassen en doorvoeringen afdichten</p> <p> <b>Bij aanpak plat dak:</b> dakdoorvoeringen afdichten</p>	<p> <b>Tochtklachten door luchtlekken rondom kozijnen of doorvoeringen:</b> aanbrengen tochtstrip, manchetten, etc.</p>	
<b>Ventilatie</b>	<p> <b>Verouderde/niet functionerende MV-box:</b> vervangen MV-box door nieuwe gelijkstroomventilator</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT</b> all-electric concept -&gt; toepassing gebalanceerde ventilatie met WTW</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem / verouderde MV-box:</b> toepassen energiezuinig ventilatiesysteem met CO<sub>2</sub>-/vochtsensor</p>		<p> <b>Verbouwing badkamer/keuken:</b> mogelijkheid om mechanische afzuiging op CO<sub>2</sub>/vocht-sensor aan te brengen</p> <p> <b>Bij vervangen glas en/of kozijnen:</b> mogelijkheid om zelfregelende roosters aan te brengen</p>	<p> <b>Matige luchtkwaliteit -&gt;</b> ventilatiesysteem voorzien van CO<sub>2</sub>-/vocht sturing en /of zonering. Keuze bepaalt bijdrage aan niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> systeem C met CO<sub>2</sub>-/vochtsensor of systeem D met beperkte kanaallengte (innovatie)</p> <p> <b>Lege staat: overlast niet bepalend -&gt;</b> mogelijkheid om gebalanceerde ventilatie met warmterugwinning aan te brengen</p>

**Uitgangspunt**

Hoekwoning - 1957  
 Matig/niet geïsoleerd  
 Ramen met enkel/conventioneel dubbel-glas  
 Ventilatiesysteem A1

Aankoop woning in lege staat of bewoonde staat door gezin met verbouwingsplannen

**Legenda (afweging wel/niet voorbij Standaard)**

Voorbij de Standaard

Niveau Standaard

Informatief

Combinatie van afwegingen komen in de scenario's aan bod:

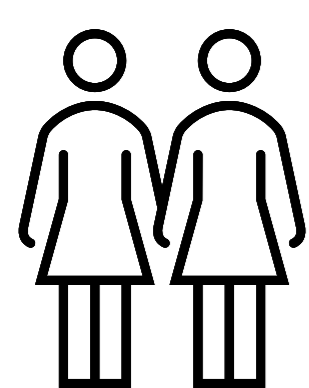
1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)
2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. werkelijke kwaliteit)
3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat
4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing



Uitgangspunt

Woongebouw – 1935  
Matig/niet geïsoleerd  
Ramen met enkel/conventioneel dubbel-glas  
Ventilatiesysteem A1

Collectieve aanpak op woongebouwniveau om te komen voorbij de standaard



Aankoop appartement door twee personen

Legenda (afweging wel/niet voorbij Standaard)

- Voorbij de Standaard
- Niveau Standaard
- Informatief

Combinatie van afwegingen komen in de scenario's aan bod:

1. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. oorspronkelijke kwaliteit)
2. Verduurzamen in lege staat (o.b.v. werkelijke kwaliteit)
3. Stapsgewijs verduurzamen in bewoonde staat
4. Verduurzamen gelijktijdig met een verbouwing

	Technisch	Energetisch	Financieel	Koppelkans	Comfort	Impact bewoonde situatie
<b>Vloerisolatie</b>	<p> <b>Funderingsproblematiek:</b> constructieve problemen waarbij volledig vervangen van de vloer noodzakelijk is -&gt; isoleren voorbij de Standaard (nieuwe geïsoleerde &amp; luchtdichte vloer)</p> <p> <b>Vocht vanuit kruipruimte in huis:</b> verbeteren luchtdichtheid vloer, bij voorkeur isoleren op niveau Standaard</p> <p> <b>Aanwezigheid / hoogte kruipruimte:</b> hoogte kruipruimte bepaalt isolatiemogelijkheden en te behalen isolatiewaarde</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> bij voorkeur geïsoleerde luchtdichte (beton)vloer, met isolatie voorbij de Standaard</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> isoleren op het niveau Standaard (vloer-of bodemisolatie)</p>	<p> <b>Beperkt investeringsbudget:</b> aanbrengen vloer- en/of bodemisolatie naar niveau Standaard</p> <p> <b>Voldoende investeringsbudget / levensduurverlenging:</b> nieuwe geïsoleerde (beton)vloer</p> <p> <b>Verlagen woonlasten:</b> isolatie op het niveau Standaard, extra isoleren is gunstig voor verder verlaging</p>		<p> <b>Koude voeten / tocht -&gt;</b> isolatie van de vloer naar minimaal niveau Standaard</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> toepassen vloer-/bodemisolatie naar niveau Standaard</p> <p> <b>Lege staat: overlast niet bepalend -&gt;</b> nieuwe geïsoleerde/luchtdichte (beton)vloer naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Gevelisolatie</b>	<p> <b>Vochtproblemen binnen:</b> aanbrengen geïsoleerde voorzetwand / hydrofoberen gevel</p> <p> <b>Radiatorcapaciteit te klein:</b> aanbrengen gevelisolatie</p> <p> <b>NB bij aanbrengen geïsoleerde voorzetwand</b> aandacht voor positie elektrapunten en radiatoren, isolatie ter plaatse van dagkant.</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> isoleren voorbij Standaard, denk aan geïsoleerde voorzetwand</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> isoleren op het niveau Standaard, door geïsoleerde voorzetwand</p>	<p> <b>Verlagen woonlasten:</b> Aanbrengen geïsoleerde voorzetwand zorgt voor verdere verlaging van de woonlasten</p>		<p> <b>Verminderen koudestraling van ongeïsoleerde gevel -&gt;</b> geïsoleerde voorzetwand ter plaatse van buitengevel of gevel grenzend aan onverwarmd trappenhuis</p>	<p> <b>Lege staat: overlast niet bepalend -&gt;</b> toepassen geïsoleerde voorzetwand naar niveau voorbij de Standaard</p>
<b>Dakisolatie</b>	<p> <b>Lekkage van dak/ dakbedekking aan vervanging toe -&gt;</b> vervangen dakbedekking + aanbrengen extra dakisolatie naar nieuwbouwniveau of streefwaarde</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT:</b> dakisolatie met isolatiewaarde op nieuwbouwniveau of streefwaarde</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> extra isolatielaag met beperkte dikte</p>	<p> <b>Beperkt investeringsbudget:</b> aanbrengen extra laag dakisolatie + dakbedekking naar niveau Standaard</p> <p> <b>Voldoende investeringsbudget:</b> aanbrengen dakisolatie naar niveau voorbij de Standaard</p> <p> <b>Verhogen verkoopwaarde / energielabel van woning -&gt;</b> koppelkans om dak te isoleren op niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> <b>Vervangen dakbedekking -&gt;</b> verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p> <p> <b>Aanbrengen PV(T)-panelen -&gt;</b> verhogen warmteweerstand dak naar nieuwbouwniveau of hoger (streefwaarde)</p>	<p> <b>Kou/tochtklachten of te warm in slaapkamer/studeerkamer op zolder (gebruik van de ruimte) -&gt;</b> isolatie van hellend dak van binnenuit (niveau Standaard)</p> <p> <b>Kou/tochtklachten of te warm in slaapkamer/studeerkamer grenzend aan plat dak -&gt;</b> dakisolatie nieuwbouwniveau (voorbij de Standaard)</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> isolatie plat dak naar niveau Standaard of hoger; levert beperkte overlast binnen op</p>
<b>Ramen</b>	<p> <b>Kozijn zijn aan vervanging toe:</b> aanbrengen nieuwe kozijnen met triple-glas (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> <b>Matig geïsoleerd glas / radiatorcapaciteit te klein:</b> aanbrengen minimaal HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> nieuwe kozijnen met triple-glas (niveau voorbij de Standaard)</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> aanbrengen HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> <b>Verlagen woonlasten:</b> isolatie op het niveau Standaard, lagere U-waarde zorgt voor verdere verlaging van de woonlasten</p> <p> <b>Verhogen verkoopwaarde / energielabel van woning -&gt;</b> koppelkans om glas te vervangen op niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> <b>Bij vervangen glas / vervallen roosters:</b> mogelijkheid om zelfregelende roosters aan te brengen</p> <p> <b>Bij vervangen glas:</b> mogelijkheid om een gebalanceerde ventilatiesysteem met warmterugwinning toe te passen</p>	<p> <b>Verminderen koudestraling van enkel/dubbel glas -&gt;</b> Vervangen enkel/dubbel glas door HR++-glas (niveau Standaard)</p> <p> <b>Verminderen koudestraling door enkel/dubbel glas -&gt;</b> Vervangen enkel/dubbel glas door triple-glas (niveau voorbij Standaard)</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> glasvervanging in bestaande kozijnen</p> <p> <b>Lege staat: overlast niet bepalend -&gt;</b> toepassen nieuwe kozijnen met glasvervanging</p>
<b>Deuren</b>	<p> <b>Deur einde levensduur:</b> vervangen ongeïsoleerde deur door geïsoleerde deur</p> <p> <b>Herstel deur / kozijnen:</b> vervangen glasdeel door HR++-glas (niveau Standaard)</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> nieuwe geïsoleerde deur (isoleren voorbij de Standaard)</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> aanbrengen HR++-glas in bestaande deur (niveau Standaard)</p>			<p> <b>Koude hal / verkeersruimte:</b> door warmteverlies via voordeur, tocht rondom deuren</p>	
<b>Luchtdichtheid</b>		<p> <b>Voorbereid zijn op een LT-systeem:</b> all-electric concept -&gt; bij voorkeur luchtdichtheid zo goed mogelijk (voorbij de Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 1/2)</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem:</b> bij voorkeur luchtdichtheid zo goed mogelijk uitvoeren (niveau Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 3)</p>	<p> <b>Verlagen woonlasten:</b> verminderen warmteverlies / luchtlekken via kozijnen, doorvoeringen, dak, kruipruimte, etc. (niveau Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 3)</p> <p> <b>Verlagen woonlasten:</b> verminderen warmteverlies / luchtlekken via kozijnen, doorvoeringen, dak, kruipruimte, etc. (voorbij de Standaard, denk aan luchtdichtheidsklasse 1/2)</p>	<p> <b>Bij vervangen glas en/of kozijnen:</b> kier- en naaddichting aanbrengen.</p> <p> <b>Bij aanpak begane grondvloer:</b> luchtdicht kruipruimte toepassen en doorvoeringen afdichten</p> <p> <b>Bij aanpak hellend/plat dak:</b> dakdoorvoeringen afdichten</p>	<p> <b>Tochtklachten door luchtlekken rondom kozijnen of doorvoeringen:</b> aanbrengen tochtstrip, manchetten, etc.</p>	
<b>Ventilatie</b>	<p> <b>Verouderde/niet functionerende MV-box:</b> vervangen MV-box door nieuwe gelijkstroomventilator</p>	<p> <b>Voorbereid zijn op een LT</b> all-electric concept -&gt; toepassing gebalanceerde ventilatie met WTW</p> <p> <b>Aansluiten op HT/MT-systeem / verouderde MV-box:</b> toepassen energiezuinig ventilatiesysteem met CO<sub>2</sub>/vochtsensor</p>		<p> <b>Verbouwing badkamer/keuken:</b> mogelijkheid om mechanische afzuiging op CO<sub>2</sub>/vocht-sensor aan te brengen</p> <p> <b>Bij vervangen glas en/of kozijnen:</b> mogelijkheid om zelfregelende roosters aan te brengen</p>	<p> <b>Matige luchtkwaliteit -&gt;</b> aanbrengen ventilatiesysteem, energiezuinigheid van ventilatiesysteem (systeem C / D) en sturing/zonering bepaalt bijdrage aan niveau Standaard of voorbij de Standaard</p> <p> <b>Gebruik van ruimten -&gt;</b> studeerkamer op zolder wordt vaker gebruikt aanbrengen ventilatiesysteem, energiezuinigheid van ventilatiesysteem (systeem C / D) en sturing/zonering bepaalt bijdrage aan niveau Standaard of voorbij de Standaard</p>	<p> <b>Bewoonde staat: geen/beperkte overlast gewenst -&gt;</b> systeem C met CO<sub>2</sub>-vochtsensor of systeem D met beperkte kanaallengte (innovatie)</p> <p> <b>Lege staat: overlast niet bepalend -&gt;</b> mogelijkheid om gebalanceerde ventilatie met warmterugwinning aan te brengen</p>



## 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 NL0089 69 541 B01  
IBAN NL94 INGB 0004 2577 92



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

**WIJ MAKEN GEBOUWEN EN HUN OMGEVING  
BETER: VEILIG, DUURZAAM EN COMFORTABEL**