



Toelichting verbeterpakketten Referentiewoning type C  
Amersfoort Schothorst-Zuid

Kees Stap  
4 mei 2023

## Inleiding

Dit deelrapport is een toelichting op de Referentiewoning type C uit de wijk Schothorst-Zuid te Amersfoort. Het beschrijft de achtergrond van de gepresenteerde pakketkeuzes.

De volgende onderdelen komen aan bod:

- 1) Beschrijving van het woningtype en veel voorkomende aanpassingen.
- 2) Beschrijving van de maatregelenpakketten.
- 3) Indicatieve kosten per maatregel en investering voor gehele pakket
- 4) Overzicht van jaarlijkse energieverbruiken en -kosten. Indicatie van maandelijkse kosten.

### 1) Beschrijving van woningtype

In de wijk Schothorst-Zuid te Amersfoort zijn circa 75 woningen van type C aanwezig. De woningen worden gekenmerkt door:

- Hoekwoning, 159 m<sup>2</sup>, bouwjaar 1974.
- Van oorsprong beperkt geïsoleerd.
- Kenmerkende oorspronkelijke elementen zijn:
  - o Erker met een ongeïsoleerde betonnen onderzijde.
  - o Begane grond vloer is tijdens de bouw al voorzien van isolatie.
  - o Spouwmuur voorzien van polystyreen isolatieplaat. Voor-/ en achtergevel met beperkte luchtpouw, zijgevel met ruime luchtpouw.
  - o Oorspronkelijk houten kozijnen op begane grond en aluminium kozijnen op verdieping. Allen oorspronkelijk met enkel glas.

In de loop der jaren zijn woningen ook energetisch verbeterd. Veel voorkomende verbeteringen zijn:

- Vanaf de jaren 80 isolatie aangebracht aan binnenzijde van het dakbeschot.
- Enkelglas vervangen door dubbele beglazing (soms HR) op de begane grond en vaak ook op de eerste verdieping. In omliggende woningen zijn de meeste oorspronkelijke aluminium kozijnen vervangen

## 2) Maatregelenpakketten

In deze paragrafen worden drie pakketten van maatregelen beschreven. Uitgangspunt daarbij is een woning waarbij in het verleden al enkele isolatiemaatregelen zijn uitgevoerd, bijvoorbeeld een beperkte isolatielaag in het dak en het enkelglas vervangen in de woonkamer/keuken.

De pakketten zijn zo opgebouwd dat deze energiezuinig zijn met een comfortabel en gezond binnenklimaat. De pakketten zijn opvolgend en kunnen in de komende jaren stap voor stap doorgevoerd worden in de woningen.

Pakket 1 'Comfort'. Het eerste pakket bestaat uit maatregelen die nog niet genomen zijn in de woning. Deze kunnen relatief gemakkelijk worden uitgevoerd en zijn bovendien kosteneffectief. Denk aan spouwmuurisolatie of vloerisolatie. Vanwege het hoge rendement en de eenvoud waarmee ze vaak kunnen worden uitgevoerd, is dit pakket een logische eerste stap. Kenmerk van het pakket is een verbeterd comfort en lager energieverbruik. De woning kan hiermee aangesloten worden op het geplande warmtenet met een aanvoertemperatuur van 70 graden.

Pakket 2 'Spijtvrij'. Dit pakket richt zich op het verder verbeteren van de woningschil naar de kwaliteit die noodzakelijk is om de woning in de toekomst aan te laten sluiten op een duurzaam verwarmingssysteem. Het Spijtvrij-pakket is gekoppeld aan "natuurlijke momenten, bijvoorbeeld een verhuizing of noodzakelijk onderhoud. Door aan te sluiten op de natuurlijke momenten zullen de kosten voor extra isolatie relatief laag zijn. Het spijtvrij pakket kan stap voor stap over een langere periode uitgevoerd worden. Uiteraard kan dit ook in één keer tijdens een complete renovatie, als dat de wens is. In alle gevallen is het resultaat een verbeterde woning die aan moderne standaarden voldoet, met een gezond en prettig binnenklimaat en een lage energierekening.

De woning is hiermee voorbereid om in de toekomst ook door een lage temperatuur warmtebron te kunnen worden verwarmd, mogelijk via het warmtenet met een lagere aanvoertemperatuur van 50 graden.

Pakket 3 'Afgifte'. In het geval de bewoners gaan kiezen voor een individuele duurzame warmtebron, bijvoorbeeld met alleen een warmtepomp voor verwarming en warmwater, dan zullen bestaande radiatoren in de woning nog vervangen moeten worden, bijvoorbeeld naar een vloerverwarming of LT-convectoren. De aanpassingen uit het 'Afgifte'-pakket hoeven pas uitgevoerd te worden zodra duidelijk is of (en welke) collectieve warmte aangeboden wordt, of zodra een eigenaar wil overstappen naar gebruik van een warmtepomp.

## Pakket 1 Comfort met maatregelen:

### 1.1 Spouwmuurisolatie

Delen van de bakstenen spouwmuren zijn beperkt geïsoleerd met een dunne EPS isolatieplaat. Nader onderzoek door spouwmuurisolatiebedrijf moet de mogelijkheden uitwijzen voor toepassing na-isolatie. Spouwmuurisolatie geeft voor deze woningen een extra energiebesparing tegen geringe investeringskosten.

### 1.2 Tochtwering aanbrengen bij te openen ramen en deuren

Oudere ramen en deuren hebben vaak geen tochtwering. Hierdoor gaat warmte verloren en ontstaat discomfort door tocht. Het dichten van naden en kieren is eenvoudig en kan vaak ook als doe-het-zelver uitgevoerd worden. Let op, bij onvoldoende ventilatie kan een ongezond binnenklimaat ontstaan. Dit kan meestal voorkomen worden als het bestaande trekkanaal in de badkamer voorzien wordt van een vraaggestuurde kanaalventilator.

### 1.3 Aansluiten op warmtenet (gas afsluiten, inductiekoken)

Zodra er een warmtenet met aanvoertemperatuur van 70 graden in de buurt is aangelegd zou de woning daarop aangesloten kunnen worden. Met de maatregelen uit dit pakket is dat goed mogelijk. Er kan dan gebruik gemaakt blijven worden van de bestaande CV-installatie zoals bijvoorbeeld radiatoren.

Er is een afleverset nodig die de koppeling verzorgt tussen het warmtenet in de straat en de CV-installatie van de woning. Ook het warme tapwater kan met de afleverset verzorgd worden. De afleverset wordt vaak in de nabijheid van de voordeur geplaatst. Voor deze woningen (type C) lijkt de ruimte in de hal bij de voordeur daarvoor geschikt. De aansluitleidingen tussen afleverset en CV- en warmtapwaterinstallatie zullen vaak opnieuw van begane grond naar zolder moeten worden aangelegd. Bijvoorbeeld via de kruipruimte en een verticale leidingschacht in de woning. Een eventueel aardgas kooktoestel zal dan ook vervangen moeten worden door een inductiekookplaat.

### 1.4 Zonnepanelen

Een dakvlak dat op de zon is georiënteerd (tussen WZW en OZO) en bovendien niet teveel beschaduwd wordt kan voorzien worden van zonnepanelen. De meeste van deze type C woningen hebben ruimte voor 12 moderne panelen waarmee circa 3600 kWh kan worden opgewekt, voldoende voor een gemiddeld huishoudelijk elektriciteitsverbruik. De panelen kunnen geplaatst worden op het hellende dakvlak.

## Pakket 2 Spijtvrij met maatregelen:

### 2.1 Vloer isoleren

De betonnen vloer boven de kruipruimte na-isoleren vanaf de onderzijde. Bijvoorbeeld met een multifolie zodat de vloer ook in de toekomst geïnspecteerd kan blijven worden. Bij voorkeur ook de bodem afdekken met een dampdichte folie ter vermindering van damptransport vanuit de kruipruimte naar de woning.

### 2.2 Hellende dak isoleren

Het gehele hellende dak heeft een isolatiepakket nodig met een Rc-waarde van minimaal 3,0 m<sup>2</sup>K/W. Bij voorkeur nog iets meer om ook in aanmerking te kunnen komen van subsidie. Dit pakket kan bijvoorbeeld met 7 cm PIR-isolatie of 10 cm vlas- of steenwol gerealiseerd worden en past prima tussen de bestaande gordingen. Afwerken naar wens, bijvoorbeeld met gipsplaten en stuukwerk.

Tevens de vaak voorkomende kier tussen dakvoet en gevel dichtzetten, zodat een ongewenste luchtstroom daar gestopt wordt. Dit is noodzakelijk voor een goed regelbaar ventilatieoplossing (zie punt 2.5 en 3.2).

### 2.1 Vlakke dak isoleren

Het vlakke dak heeft een isolatiepakket nodig met een Rc-waarde van minimaal 3,0 m<sup>2</sup>K/W. Dit pakket kan bijvoorbeeld met 7 cm PIR-isolatie gerealiseerd worden en kan geplaatst worden onder een (nieuw aan te brengen) waterkerende laag.

Tevens de randen van het vlakke dak isoleren en eventuele ventilatiegaten dichtzetten, zodat een ongewenste luchtstroom daar gestopt wordt.

### 2.3 Beglazing vervangen

Voor een energiezuinige en comfortabele woning is het nodig alle bestaande enkele en (standaard) dubbele beglazing te vervangen door minimaal HR++ beglazing. De van oorsprong houten en aluminium kozijnen voldoen bij deze woningen soms niet meer aan moderne standaarden en zijn aan vervanging toe.

Bij grote glasoppervlakken (bijvoorbeeld bij de woonkamer erker en/of tuingevel) heeft het zin om triple glas te overwegen voor met name een beter comfort bij winterkoude.

### 2.4 Onderzijde erker isoleren

De betonnen onderzijde van de erker is ongeïsoleerd en vormt een koudebrug. Deze dient bij voorkeur vanaf de buitenzijde geïsoleerd te worden met minimale Rc-waarde van 2 m<sup>2</sup>K/W, bijvoorbeeld met gestuukte XPS-platen.

### 2.5 Ventilatie optimaliseren

Een eenvoudige wijze van voldoende, maar niet teveel, ventileren is door gebruik te maken van winddrukgerегelde ventilatieroosters in elke ruimte van de woning. Bijvoorbeeld 1 of meer roosters plaatsen bij ruit-, raam- of kozijnvervangings (zie punt 2.3). Hiermee wordt voldoende verse lucht de woning ingebracht.

Dit aanvullen met een vraaggestuurde ventilatieafvoer. Hierbij kan de bestaande mechanische ventilatie-unit op zolder vervangen worden door een vraaggestuurd exemplaar die aangesloten wordt op de kanalen van de natte ruimtes.

### Pakket 3 Afgifte

Zodra besloten wordt voor de woning om niet aan te sluiten op toekomstig warmtenet maar een individuele oplossing met warmtepomp te kiezen dan is pakket 3 nodig. Dit pakket bestaat uit de maatregelen:

#### 3.1 Radiatoren vervangen

Bestaande radiatoren zijn ongeschikt voor gebruik van zeer lage temperatuur CV-water van 35 graden (zoals bij een efficiënte warmtepomp). Daarom zullen deze vervangen moeten worden door een ander warmte-afgiftesysteem, bijvoorbeeld:

- Lage temperatuur (LT) wandconvectoren. Deze kunnen uitgevoerd worden zonder of met boosters voor extra vermogen. LT-convectoren kunnen snel de gewenste kamertemperatuur krijgen waardoor ze ook goed passen bij kamers die een dynamisch temperatuurinstelling nodig hebben zoals bijvoorbeeld kamers bestemd voor combinatie van slapen en studeren/werken.
- Vloerverwarming. Met name voor de begane grond verdieping is dit een comfortabele warmte-afgifte. Reageert traag op een gewenste wijziging in kamertemperatuur.
- Wandverwarming. Deze wordt in de wand aangebracht en afgewerkt met een stuuklaag. De werking lijkt op die van een vloerverwarming, maar de wand kan op een iets hogere temperatuur gevoed worden dan de vloer. Daardoor reageert deze iets sneller en levert meer (aangename) stralingswarmte. Alleen geschikt voor grote wandoppervlakten die weinig belemmeringen hebben (zoals bijvoorbeeld door kasten).

#### 3.2 Decentrale balansventilatie

Bij gebruik van LT warmteafgifte is het belangrijk om niet teveel comfortverstorende koude luchtstromen te hebben. Daardoor is een combinatie met ventilatieroosters in de ramen minder geschikt. Voor de woonkamer kan dit opgelost worden door gebruik te maken van een decentrale balansventilatie met warmteterugwinning. Deze is eenvoudig ook naderhand aan te brengen. In dat geval de eventueel bestaande roosters dichtzetten.

#### 3.3 Warmtepomp

Met de maatregelen uit de verbeterpakketten 1 en 2 en aangevuld met de LT warmteafgifte en de WTW ventilatie is de woning geschikt voor afsluiting aardgas en overstap naar een individuele warmtepompinstallatie van 7,5 kW. Deze kan geplaatst worden op zolder of de garage en bestaat uit een binnenunit en een opslagvat voor warmtapwater. Als buitenunit kan gekozen worden voor een luchtbron of een bodembron.

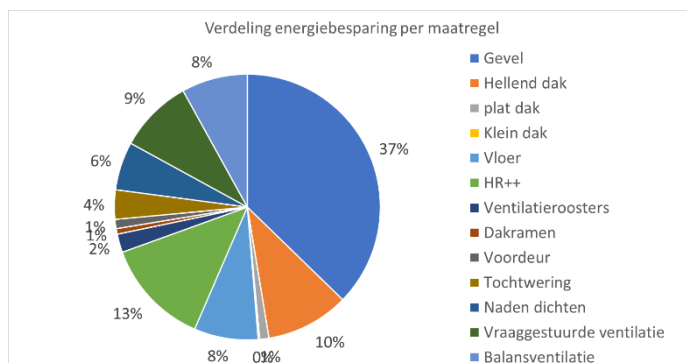
Bij oudere meterkasten (elektriciteit) is mogelijk een aanpassing van het aantal groepen nodig.

### 3) Indicatieve kosten per maatregel en investering voor gehele pakket

In onderstaande tabel 1) zijn voor de maatregelen de indicatieve kosten gegeven.

- Investeringskosten op basis van kentallen (prijsniveau eind 2021) uit eigen praktijkervaring van Energiepaleis.
- Subsidies: mogelijke subsidie op basis van landelijk subsidieprogramma ISDE (mits voldaan aan de randvoorwaarden van de regeling).
- Reguliere kosten: normale kosten voor onderhoud en/of vervanging van het betreffende gebouwdeel of de installatie. Zodra de besparingsmaatregel op zo'n natuurlijk vervangmoment uitgevoerd wordt kunnen deze reguliere kosten in mindering worden gebracht op de begroting voor de pakketten.
- Netto investering: Totale investeringskosten per pakket van maatregelen, minus de verkregen subsidie, minus de reguliere verbeterkosten.

1) Investeringskosten		Kosten	Pakket 1	Pakket 2	Pakket 3
<b>Maatregelen</b>					
Spouwmuren isoleren		€ 3.400	X	X	X
Hellende dak aan binnenzijde isoleren en afwerken		€ 7.500		X	X
Plat dak isolatie onder waterkering		€ 900		X	X
Kleine dakjes (dakk, erker) isoleren tegelijk met vernieuwen dakbedekking.		€ 2.000		X	X
Wangen van dakkapel isoleren vanuit de binnenzijde, tegelijk met verbeteren van hellende dak		€ 900		X	X
Vloer aan onderzijde isoleren, inclusief bodemfolie ter voorkoming vochttransport		€ 2.600	X	X	X
Kozijnen vervangen door kunststof exemplaren, inclusief HR++ beglazing.		€ 24.100		X	X
Ventilatie-roosters plaatsen boven glas, in alle ruimtes, tegelijk met glasvervanging		€ 2.000		X	X
Dakraam in hellend dak vervangen		€ 1.500		X	X
Voordeur vervangen		€ 4.000		X	X
Tochtwering bij deuren en ramen aanbrengen		€ 1.000	X		
Bouwkundige naden tussen bouw delen dicht laten zetten		€ 2.400		X	X
Vraaggestuurde mechanische ventilatiebox plaatsen in woning		€ 2.000		X	X
Decentrale balansventilatie plaatsen in woonkamer		€ 2.500			X
Radiatoren vervangen door LT-convectoren, zonder boosters		€ 5.300			X
Losse boosters aanbrengen in convectoren		€ 1.400			X
Afleverzet voor warmtenet plaatsen in hal. Aansluiten op CV-installatie (op zolder)		€ 5.000	X	X	
CV-toestel vervangen door een L/W warmtepomp. Locatie op zolder		€ 10.900			X
Zonnepanelen plaatsen op hellende dak		€ 6.600	X	X	X
Kooktoestel aardgas vervangen door inductie kookplaat		€ 1.600	X	X	X
Meterkast uitbreiden tbv inductiekoken en/of warmtepomp		€ 1.300	X	X	X
<b>Pakket</b>			<b>Pakket 1</b>	<b>Pakket 2</b>	<b>Pakket 3</b>
Totale investering			€ 21.400	€ 67.700	€ 82.900
Minus mogelijke subsidie			€ -6.700	€ -10.000	€ -9.000
Minus reguliere kosten				€ -41.700	€ -46.700
Netto investering			€ 14.700	€ 16.000	€ 27.200



#### 4) Overzicht van jaarlijkse energieverbruiken en -kosten

In onderstaande tabel 2) zijn voor de pakketten de energieverbruiken en besparingen gegeven.

- Waarden in de tabel op basis van berekende prognoses door Energiepaleis.
- Energietarieven op basis van verwachte landelijk gemiddelde prijzen lange termijn (MilieuCentraal en Energiepaleis):  
aardgas €1,20/m<sup>3</sup>, elektriciteit €0,22/kWh, warmtenet €40,=/GJ.
- Aanname afschrijvingskosten van 15 jaar voor installaties én bouwdelen.
- Aanname financieringskosten van 1,5% per jaar over een periode van 15 jaar.
- Totale jaar- en maandlasten betreffen de jaarlijkse energiekosten voor verbruik en vastrecht en de afschrijvings- en financieringskosten van netto investeringen.

2) Verbruik en kosten					
Energieverbruiken		Huidig	Pakket 1	Pakket 2	Pakket 3
	<i>verwarming [m3/jaar]</i>	2.470			
	<i>warmwater [m3/jaar]</i>	300			
	<i>overige [m3/jaar]</i>	30			
	Totaal aardgasverbruik [m3/jaar]	2.800			
	<i>verwarming [GJ/jaar]</i>		90	33	
	<i>warmwater [GJ/jaar]</i>		8	8	
	Totaal warmteverbruik [GJ/jaar]		98	42	
	<i>verwarming [kWh/jaar]</i>	-	-	-	2.410
	<i>warmwater [kWh/jaar]</i>	-	-	-	1.170
	<i>overige [kWh/jaar]</i>	3.830	4.080	4.080	4.080
	Totaal elektriciteitsverbruik [kWh/jaar]	3.830	4.080	4.080	7.660
	Productie zonne-energie [kWh/jaar]	-	3.600	3.600	3.600
Energiekosten per jaar en per maand		Huidig	Pakket 1	Pakket 2	Pakket 3
	<i>aardgas verbruik [euro/jaar]</i>	€ 3.360	€ -	€ -	€ -
	<i>warmte verbruik [euro/jaar]</i>	€ -	€ 4.120	€ 1.760	€ -
	<i>elektriciteit verbruik [euro/jaar]</i>	€ 840	€ 900	€ 900	€ 1.690
	<i>Teruglevering zonne-energie [euro/jaar]</i>	€ -	€ -540	€ -540	€ -540
	Subtotaal verbruikskosten [euro/jaar]	€ 4.200	€ 4.480	€ 2.120	€ 1.150
	<i>aardgas vastrecht [euro/jaar]</i>	€ 320	€ -	€ -	€ -
	<i>warmte vastrecht [euro/jaar]</i>	€ -	€ 540	€ 540	€ -
	<i>elektriciteit vastrecht [euro/jaar]</i>	€ 480	€ 480	€ 480	€ 480
	<i>teruggave energiebelasting [euro/jaar]</i>	€ -550	€ -550	€ -550	€ -550
	Subtotaal vastrechtkosten [euro/jaar]	€ 250	€ 470	€ 470	€ -70
	Totaal energiekosten [euro/jaar]	€ 4.450	€ 4.950	€ 2.590	€ 1.080
netto investering totaal (zie tabel 1) [euro]			€ 14.700	€ 16.000	€ 27.200
	<i>afschrijvingskosten (over 15 jaar) [euro/jaar]</i>		€ 980	€ 1.065	€ 1.815
	<i>financieringskosten (1,5%/jaar) [euro/jaar]</i>		€ 110	€ 120	€ 205
	Totaal investeringskosten [euro/jaar]		€ 1.090	€ 1.185	€ 2.020
	Totale jaarlasten (euro/jaar)	€ 4.450	€ 6.040	€ 3.775	€ 3.100
	Maandlasten [euro/maand]	€ 370	€ 505	€ 315	€ 260