



## Concepten EPC 0.4

Om een EPC 0.4 te realiseren voor de referentiewoningen zijn er verschillende concepten ontwikkeld die onderling verschillen op de wijze van ventileren en verwarmen. Aan de basis van alle concepten ligt een goede thermische schil en wordt aanvullend gebruik gemaakt van zonne-energie. Voorafgaand aan de resultaten worden de volgende uitgangspunten nader toegelicht:

- Bouwkundige uitgangspunten
- Ventilatie
- Verwarming en warm tapwater
- Zonne-energie

Opgemerkt wordt dat de referentiewoningen zodanig zijn georiënteerd dat de achtergevel op het zuiden is gericht en de voorgevel op het noorden. Daarnaast is het mogelijk om andere energiebesparende maatregelen te nemen dan in deze concepten is toegepast.

### Bouwkundige uitgangspunten

De eerste stap op weg naar een EPC van 0.4 is het optimaliseren van de thermische schil. Dit bestaat uit (1) het verhogen van de  $R_c$ -waarden van de vloer, gevels en het dak, (2) het verlagen van de  $U_w$  waarden van ramen en deuren en (3) uitgebreid en goed detailleren van de thermische schil.

#### *$R_c$ -waarden*

Het effect op de EPC van het verbeteren van de  $R_c$ -waarde neemt af naarmate deze waarde toeneemt boven een  $R_c$ -waarde van 5.0 m<sup>2</sup>K/W. Naast een afnemend effect op de EPC zijn ook extra dikke isolatiepakketten benodigd voor hogere  $R_c$ -waarden. Zelfs met de beste isolatiematerialen zal de totale dikte van een muur toenemen in vergelijking met de huidige afmetingen van bijvoorbeeld een standaard spouwmuur. Om praktische en economische redenen is daarom gekozen voor een  $R_c$  van 5.0 m<sup>2</sup>K/W voor de vloer, gevels en dak.

#### *$U_w$ -waarden*

Voor een goed isolerende thermische schil is een lage  $U_w$ -waarde voor de ramen en buitendeuren noodzakelijk. Voor de ramen is uitgegaan van HR<sup>++</sup>-beglazing met  $U_{\text{glas}}$  van 1.0 W/m<sup>2</sup>K en een kozijn met een  $U_{\text{kozijn}}$  van 1.8 W/m<sup>2</sup>K. Dit leidt tot een  $U_w$  waarde van 1.4 W/m<sup>2</sup>K. Voor de buitendeuren is uitgegaan van een geïsoleerde uitvoering met een  $U_w$  van 2.0 W/m<sup>2</sup>K.

#### *Detaillering*

Bouwkundig detailleren wordt steeds belangrijker naarmate de isolatie van de thermische schil verder toeneemt. Het gaat hierbij om de aansluitingen van constructies, zoals tussen het dak en de gevel of het raamkozijn en de gevel. Maar ook om de dichting van te openen ramen en buitendeuren. Een goede detaillering leidt tot lager warmteverlies via lineaire koudebruggen en lagere infiltratie van buitenlucht. In alle concepten is rekening gehouden met een detaillering conform de referentiedetails. Hiervoor zijn de lineaire koudebruggen volgens de uitgebreide methode ingevoerd en is voor de infiltratie uitgegaan van een  $q_{v10}$  waarde van 1.0 dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup> voor natuurlijke ventilatie en 0.4 dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup> voor gebalanceerde ventilatie.

Tabel 1: Bouwkundige uitgangspunten

Aspect	Waarde
Warmteweerstand vloer	$R_c$ 5.0 m <sup>2</sup> K/W
Warmteweerstand gevel	$R_c$ 5.0 m <sup>2</sup> K/W
Warmteweerstand dak	$R_c$ 5.0 m <sup>2</sup> K/W
Warmtedoorgang ramen	$U_w$ 1.4 W/m <sup>2</sup> K
Warmtedoorgang voordeur	$U_w$ 2.0 W/m <sup>2</sup> K
Zonwering	Zuid
Bouwtype	Traditioneel, gemengd zwaar
Detailering	Conform SBR-referentiedetails

## Ventilatie

De tweede stap in het opstellen van de concepten is de keuze voor de wijze waarop de woning geventileerd wordt. Hiervoor zijn in het algemeen twee verschillende principes te onderscheiden: natuurlijke ventilatie en gebalanceerde ventilatie. Omdat beide principes regelmatig in de praktijk voorkomen zijn hiervoor in dit onderzoek drie veelvoorkomende verwarmingsconcepten opgesteld om de haalbaarheid van EPC  $\leq 0.4$  aan te tonen.

### *Natuurlijke ventilatie*

Natuurlijke ventilatie houdt in dat de woning via roosters in de gevel voorzien wordt van buitenlucht. In de keuken, wc en badkamer vindt daarnaast mechanische afzuiging plaats. In de concepten waarbij natuurlijke ventilatie is toegepast, is uitgegaan van vraaggestuurde natuurlijke ventilatie. Deze uitvoering van natuurlijke ventilatie meet het CO<sub>2</sub>-gehalte in de ruimte en opent roosters in de gevel wanneer het CO<sub>2</sub>-gehalte te hoog wordt. Het betreft hierbij winddrukgestuurde roosters die afhankelijk van het drukverschil tussen binnen en buiten de juiste capaciteit doorlaten.

### *Gebalanceerde ventilatie*

Gebalanceerde ventilatie houdt in dat de woning via een ventilatie-unit, luchtkanalen en roosters in de verblijfsruimten voorzien wordt van buitenlucht. In de keuken, wc en badkamer vindt afzuiging plaats, net als bij natuurlijke ventilatie. Hierbij is uitgegaan van woonhuisventilatie met warmteterugwinning. Voor het rendement van de warmteterugwinning is uitgegaan van 95%, waarvoor een kwaliteitsverklaring nodig is. Verder is er 100% bypass aanwezig voor de zomersituatie.

## Verwarming en warm tapwater

De volgende stap voor het opstellen van de concepten is het kiezen van de wijze waarop benodigde warmte voor verwarming en warm tapwater wordt opgewekt. In dit onderzoek zijn voor het opwekken van warmte drie regelmatig gebruikte voorzieningen gekozen: een HR-ketel, een warmtepomp en externe warmtelevering.

### *HR-ketel*

In de concepten waarbij een HR-ketel is toegepast, is uitgegaan van een combi-ketel die voor verwarming en warm tapwater zorgt. Voor de verwarming is uitgegaan van een HR-107 ketel met een lage aanvoertemperatuur en vloerverwarming voor de afgifte. Voor het rendement van warm tapwater wordt gebruik gemaakt van een kwaliteitsverklaring en is gerekend met een rendement van 72.5% voor de

tussenwoning en hoekwoning en 75% voor de 2-onder-1-kap-woning en vrijstaande woning. Voor de leidinglengten naar de badkamer en keuken is uitgegaan van de werkelijke lengten.

#### *Warmtepomp*

Voor de concepten met een warmtepomp is uitgegaan van een individuele combi warmtepomp die zowel voor verwarming als warm tapwater zorgt. De warmtepomp gebruikt de bodem als bron. Een extra voordeel van een warmtepomp is dat deze koeling kan leveren in de zomer. De COP voor de opwekking van de verwarming bedraagt 4.25 op basis van tabel 14.14 uit de NEN 7120. Daarnaast is gerekend met een aanvoertemperatuur tussen 35°C en 40°C en vloerverwarming voor de afgifte. Het opwekken van warm tapwater gebeurt met een COP van 1.4 en is voor de leidinglengten uitgegaan van de werkelijke lengten.

#### *Externe warmtelevering*

In de concepten met externe warmtelevering (ook bekend als o.a. stadsverwarming) is er van uitgegaan dat zowel de verwarming als het warm tapwater hiermee wordt opgewekt. Bij deze variant hebben de verwarming en het warm tapwater hetzelfde opwekkingsrendement van 100%. Net als in de andere concepten zijn een lage aanvoertemperatuur en vloerverwarming het uitgangspunt en is voor de leidinglengten uitgegaan van de werkelijke lengten.

### **Zonne-energie**

Voorgenoemde maatregelen zijn niet voldoende om een EPC van 0.4 te realiseren. Hiervoor is gekozen om in te zetten op zonne-energie. Op basis van dit uitgangspunt zijn twee toepassingen gekozen om de EPC verder te verlagen.

#### *Zonneboiler*

Een zonneboiler is een systeem dat zonnewarmte gebruikt om tapwater te verwarmen. Dit gebeurt met een zonnecollector op het dak. Het opgewarmde water wordt vervolgens in een boilervat opgeslagen. Voordat het warme water gebruikt kan worden, wordt het nog extra verwarmd door de warmte-opwekker om op de juiste temperatuur te komen. In alle concepten is een zonneboiler toegevoegd om de EPC verder te verlagen. Hierbij is uitgegaan van een zonnecollector van 4.5 m<sup>2</sup> op het schuine dakvlak met een zuidoriëntatie en een jaarlijkse opbrengst van 1.0 GJ per vierkante meter collector.

#### *Zonnepanelen (PV)*

Zonnepanelen of PV-panelen zetten zonne-energie om in elektriciteit dat direct in de woning gebruikt kan worden. In de meeste concepten is gebruik gemaakt van zonnepanelen om de laatste stap naar een EPC van 0.4 te zetten. Hierbij is voor de oppervlakte uitgegaan van stappen van 1.5 m<sup>2</sup>. Uitgangspunt is dat de panelen op het schuine dakvlak met een zuidoriëntatie geplaatst zijn en een opbrengst hebben van 125 Wp/m<sup>2</sup>.

### **Resultaten**

De studie die speciaal voor deze site is gedaan aan de hand van de referentiewoningen laat zien dat het mogelijk is om een EPC van 0.4 te halen. De resultaten worden per referentiewoning weergegeven.

## Tussenwoning

Rijtjeshuizen representeren circa 50% van de nieuwbouw in Nederland. Omdat bijna 75% van de rijtjeshuizen tussenwoningen zijn, representeert deze tussenwoning dus circa 37.5% van de nieuwe woningen in Nederland. In de volgende figuur zijn de plattegronden en gevelaanzichten weergegeven. De resultaten van deze studie voor de tussenwoning zijn in de tabel daarna weergegeven.



Tabel 2: Resultaten  $EPC \leq 0.4$  Tussenwoning

Ventilatie	Warmte	Zonneboiler	Zonnepanelen	EPC
Natuurlijke ventilatie	HR-ketel	Ja	6.0 m <sup>2</sup>	0.39
	Warmtepomp	Ja	1.5 m <sup>2</sup>	0.40
	Externe warmtelevering	Ja	3.0 m <sup>2</sup>	0.40
Mechanische ventilatie	HR-ketel	Ja	3.0 m <sup>2</sup>	0.39
	Warmtepomp	Ja	0.0 m <sup>2</sup>	0.39
	Externe warmtelevering	Ja	0.0 m <sup>2</sup>	0.39

Naast een lage EPC is het uiteraard van belang om na te denken over de consequenties van de verschillende keuzes. Denk daarbij aan aspecten als het binnenklimaat in de zomerperiode, voldoende comfort en een installatie die ook voor bewoners goed te begrijpen en te onderhouden is.

## Hoekwoning

Rijtjeshuizen representeren circa 50% van de nieuwbouw in Nederland. Omdat ruim 25% van de rijtjeshuizen hoekwoningen zijn, representeert deze hoekwoning dus circa 12.5% van de nieuwe woningen in Nederland. In de volgende figuur zijn de plattegronden en gevelaanzichten weergegeven. De resultaten van deze studie voor de tussenwoning zijn in de tabel daarna weergegeven.



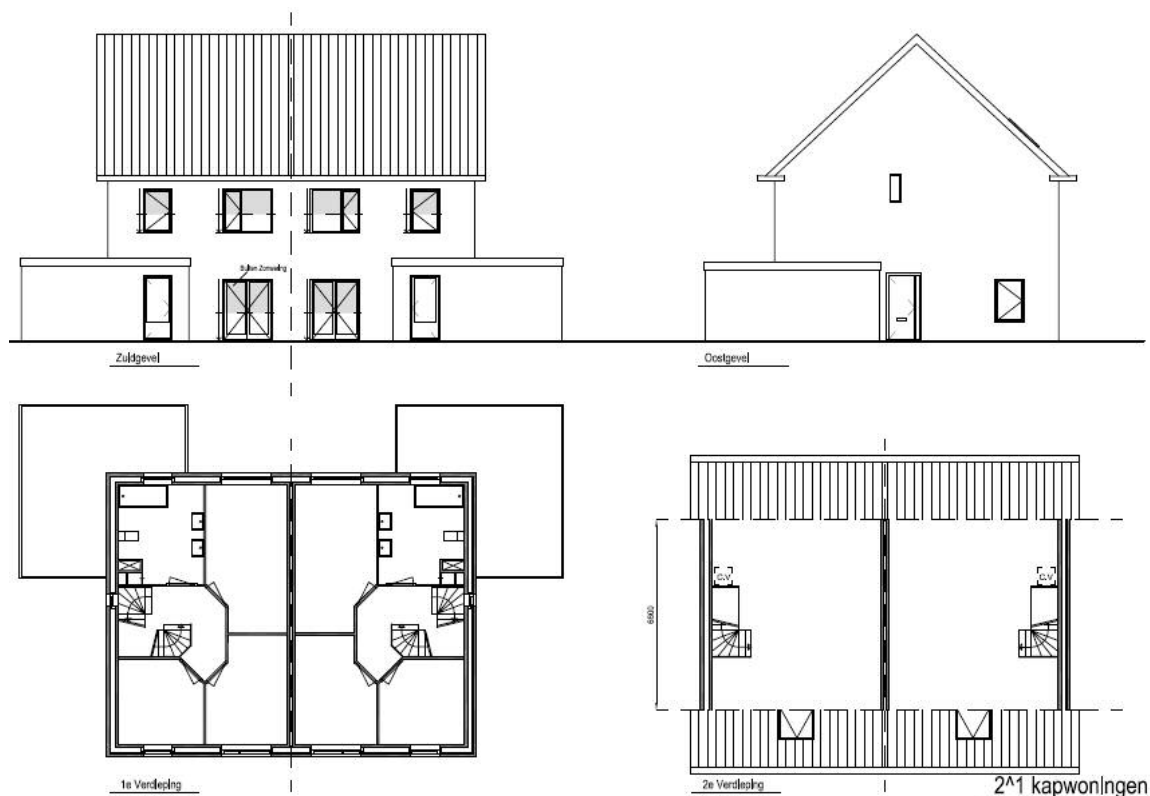
Tabel 3: Resultaten EPC  $\leq 0.4$  Hoekwoning

Ventilatie	Warmte	Zonneboiler	Zonnepanelen	EPC
Natuurlijke ventilatie	HR-ketel	Ja	10.5 m <sup>2</sup>	0.39
	Warmtepomp	Ja	3.0 m <sup>2</sup>	0.40
	Externe warmtelevering	Ja	3.0 m <sup>2</sup>	0.40
Mechanische ventilatie	HR-ketel	Ja	3.0 m <sup>2</sup>	0.40
	Warmtepomp	Ja	1.5 m <sup>2</sup>	0.39
	Externe warmtelevering	Ja	1.5 m <sup>2</sup>	0.39

Naast een lage EPC is het uiteraard van belang om na te denken over de consequenties van de verschillende keuzes. Denk daarbij aan aspecten als het binnenklimaat in de zomerperiode, voldoende comfort en een installatie die ook voor bewoners goed te begrijpen en te onderhouden is.

## 2-onder-1-kap-woning

2-onder-1-kap-woningen representeren circa 13% van de nieuwbouw in Nederland. In de volgende figuur zijn de plattegronden en gevelaanzichten weergegeven. De resultaten van deze studie voor de tussenwoning zijn in de tabel daarna weergegeven.



Tabel 4: Resultaten EPC  $\leq 0.4$  Hoekwoning

Ventilatie	Warmte	Zonneboiler	Zonnepanelen	EPC
Natuurlijke ventilatie	HR-ketel	Ja	15.0 m <sup>2</sup>	0.39
	Warmtepomp	Ja	6.0 m <sup>2</sup>	0.39
	Externe warmtelevering	Ja	10.5 m <sup>2</sup>	0.39
Mechanische ventilatie	HR-ketel	Ja	9.0 m <sup>2</sup>	0.39
	Warmtepomp	Ja	3.0 m <sup>2</sup>	0.39
	Externe warmtelevering	Ja	4.5 m <sup>2</sup>	0.40

Naast een lage EPC is het uiteraard van belang om na te denken over de consequenties van de verschillende keuzes. Denk daarbij aan aspecten als het binnenklimaat in de zomerperiode, voldoende comfort en een installatie die ook voor bewoners goed te begrijpen en te onderhouden is.

## Vrijstaande woning

Vrijstaande woningen representeren circa 5% van de nieuwbouw in Nederland. In de volgende figuur zijn de plattegronden en gevelaanzichten weergegeven. De resultaten van deze studie voor de tussenwoning zijn in de tabel daarna weergegeven.



Tabel 5: Resultaten EPC  $\leq 0.4$  Vrijstaande woning

Ventilatie	Warmte	Zonneboiler	Zonnepanelen	EPC
Natuurlijke ventilatie	HR-ketel	Ja	19.5 m <sup>2</sup>	0.40
	Warmtepomp	Ja	7.5 m <sup>2</sup>	0.39
	Externe warmtelevering	Ja	13.5 m <sup>2</sup>	0.40
Mechanische ventilatie	HR-ketel	Ja	13.5 m <sup>2</sup>	0.39
	Warmtepomp	Ja	3.0 m <sup>2</sup>	0.40
	Externe warmtelevering	Ja	7.5 m <sup>2</sup>	0.40

Naast een lage EPC is het uiteraard van belang om na te denken over de consequenties van de verschillende keuzes. Denk daarbij aan aspecten als het binnenklimaat in de zomerperiode, voldoende comfort en een installatie die ook voor bewoners goed te begrijpen en te onderhouden is.