

Aanscherping EPC van 0,8 naar energieneutraal

Ing. Leendert Vreemann,
ir. Gert Harm ten Bolscher

Vanaf 1 januari 2006 geldt voor nieuwbouwwoningen een EPC (energieprestatiecoëfficiënt) van 0,8. In de nabije toekomst zal deze eis aan de energieprestatie van nieuwbouwwoningen verder worden aangescherpt om de overheidsdoelstellingen voor reductie van broeikasgasen te realiseren.

In oktober 2007 heeft het kabinet een visie gepresenteerd om in diverse stappen nieuwbouwwoningen energiezuiniger te maken door verdere verlaging van de EPC:

- aanscherping van de EPC in 2011 van 0,8 naar 0,6;
- aanscherping van de EPC in 2015 van 0,6 naar 0,4;
- aanscherping van de EPC in 2020 van 0,4 naar 0 (doel: realisatie van energieneutrale woningen).

In de voortgangsrapportage 'Schoon en Zuinig deelprogramma Gebouwde Omgeving' van 14 januari 2009 heeft minister Van der Laan van Wonen, Wijken en Integratie deze doorkijk naar de toekomst nog eens bevestigd. Daarbij gaf hij aan dat het kabinet in 2010 zal evalueren of het geplande pakket voldoet om de energiebesparingsdoelstellingen te realiseren, of dat extra inspanningen nodig zijn.

STAND VAN DE TECHNIEK

Op verzoek van Uneto-VNI zijn diverse concepten voor woningen opgesteld om zicht te krijgen op mogelijkheden de

kabinetsambities te realiseren met de huidige stand van de techniek. Doel van deze studie is installatiebedrijven en overige leden van de bouwkolom inzicht te verschaffen over de mogelijkheden woningen te realiseren die voldoen aan de toekomstige energieprestatie-eisen voor nieuwbouwwoningen: EPC 0,6, EPC 0,4 en energieneutraal of 'EPC 0'. Twee woningtypen worden hier uitgewerkt: een rijtjeswoning (tussenwoning) en een vrijstaande woning. Als basis hiervoor wordt gebruikgemaakt van de referentiewoningen van SenterNovem 2007. In tabel 1 is de referentiewoning weergegeven die voldoet aan de eisen van het huidige Bouwbesluit.

De berekeningen worden uitgevoerd met het rekenprogramma EPW-NPR5129 dat gebaseerd is op de NEN 5128:2004. Er is nog geen rekening gehouden met de nieuwe EPN (energieprestatienorm) in de vorm van NEN 7120, de EPG of 'Energieprestatie Gebouwen', die bedoeld is als opvolger van de huidige normen NEN 5128 voor woningen en NEN 2916 voor utiliteitsgebouwen en voor de bepaling van het energieprestatiecertificaat voor bestaande gebouwen. De NEN 7120 zal waarschijnlijk in 2011 van kracht worden.

Voor de twee typen woningen zijn concepten gedefinieerd om de verschillende EPC-waarden te realiseren (EPC 0,6, EPC 0,4 en energieneutraal). Per 'EPC-waarde' zijn drie concepten opgesteld.

- Een basisconcept, gebaseerd op balansventilatie (type D) met warmteterugwinning en warmteopwekking via een HR107-combiketel, met uitzondering van de variant met een EPC van 0 (all electric, warmtepomp).
- Een concept met koeling, gebaseerd op balansventilatie (type D) met warmteterugwinning en toepassing van een warmtepomp.
- Een concept met vraaggestuurde ventilatie (op basis van CO₂-sturing) met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (type C), waarbij voor de concepten met een EPC van 0,6 en 0,4 gebruik wordt gemaakt van warmteopwekking via een HR107-combiketel. In de variant met een EPC van 0 wordt daarentegen een warmtepomp toegepast (all electric).



De 'Wexom woning' in Kollum is een energieneutrale woning.



WONINGCONCEPTEN MET EPC 0,6

Om een EPC van 0,6 te kunnen realiseren zijn additionele maatregelen nodig. Hierbij wordt voornamelijk ingezet op de toepassing van zonne-energie, aanscherping van de tapwaterrendementen van de HRI07-combiketels, warmteterugwinning uit douchewater bij de grondgebonden woningen en verbetering van de isolatiegraad bij de vrijstaande woning.

In tabel 2 zijn mogelijke concepten weergegeven om bij een tussenwoning een EPC van 0,6 te realiseren. De woningen zijn voorzien van zonwering aan de zuidzijde (achtergevel).

In tabel 3 zijn mogelijke concepten weergegeven om bij een vrijstaande woning een EPC van 0,6 te realiseren. De woningen zijn voorzien van zonwering aan de zuidzijde (achtergevel) en de oostzijde (zijgevel).

WONINGCONCEPTEN MET EPC 0,4

Om een EPC van 0,4 te kunnen realiseren zijn ingrijpende maatregelen nodig. Hiervoor zijn aanvullende bouwkundige maatregelen onontbeerlijk. Een verdere toename van de isolatiegraad van de dichte geveldelen ($R_c = 6 - 8 \text{ m}^2\text{K/W}$), maar vooral een lagere te realiseren U-waarde van de

Passiefhuis, energie- en klimaatneutraal

De begrippen passiefhuis, CO₂-neutraal, klimaatneutraal en energieneutraal zijn inmiddels veelkleurige begrippen geworden. Veelal worden in de praktijk aan deze begrippen verschillende definities toegedicht. Hier worden de volgende uitgangspunten en/of definities gehanteerd.

Passiefhuis

Het passiefhuisprincipe is gebaseerd op het benutten van passieve (zonne-)energie. Bij een passiefhuis wordt een grens gesteld aan de maximaal toelaatbare energievraag voor ruimteverwarming (15 kWh/m^2). Tevens is de totale energievraag van de woning begrensd op 120 kWh primair/ m^2 . De berekeningsmethodiek voor een passiefhuis is afwijkend van de EPC-methodiek en geschiedt met de PHPP-methodiek (passive house planning package). In de praktijk liggen de EPC-waarden van passiefhuizen in de range van 0,3 tot 0,5. Hier wordt derhalve gesteld dat de woningconcepten met een EPC van 0,4 vergelijkbaar zijn met een passiefhuis.

CO₂-neutraal of klimaatneutraal

Voor de begrippen CO₂-neutraal en klimaatneutraal kan een gelijke definitie worden gehanteerd. Een CO₂-neutraal of klimaatneutraal gebouw stoot per saldo geen CO₂ uit vanwege gebruik van energie die is opgewekt door fossiele brandstoffen. De eventuele CO₂-emissie door het gebruik van fossiel gas en fossiel opgewekte elektriciteit, wordt gecompenseerd of vermeden door bijvoorbeeld inkoop van groene stroom en/of groen gas en/of eigen duurzame elektriciteitsopwekking. Het verschil met energieneutraal is dat bij een CO₂-neutraal gebouw de compensatie niet op dezelfde locatie hoeft plaats te hebben.

Energieneutraal

Een energieneutraal gebouw vraagt per saldo over het hele jaar geen energie, maar heeft wel een netaansluiting. De perioden waarin energie nodig is uit het openbare net, worden gecompenseerd door perioden van teruglevering aan het openbare net (op de locatie wordt dus jaarlijks netto minimaal net zoveel energie geproduceerd als er wordt gebruikt). Per saldo is de energierekening voor de gebruiker gelijk aan nul (op kosten voor vastrecht, capaciteit en transport na), mits de teruglevertarieven gelijk zijn aan de tarieven voor normale levering uit het net. In de praktijk is teruglevering van gas niet of nauwelijks aan de orde in de gebouwde omgeving. Bij de energieneutrale concepten (EPC = 0,0) in deze rapportage, is dan ook sprake van 'all electric'-concepten voor de woningen, dus zonder gasaansluiting.

Energieneutraal = EPC 0?

We gaan er hier vanuit dat een EPC van 0 overeenkomt met een energieneutrale woning. In de EPC wordt echter uitgegaan van een standaardgebruikersinvloed voor de betreffende woningen en gelden slechts de gebouwgebonden energiegebruiken, zoals verwarming, ventilatie, verlichting en koeling. Het energiegebruik veroorzaakt door gebruik van huishoudelijke apparatuur, wordt in de EPC niet meegenomen. Het gemiddelde huishoudelijke elektriciteitsgebruik (dus aanvullend op het elektriciteitsgebruik waarmee de norm rekent) in Nederland is circa 2.000 kWh . Om dit per woning op het perceel te compenseren, is $20 - 25 \text{ m}^2$ pv-panelen benodigd. Als het huishoudelijk gebruik in de definitie energieneutraal wordt meegenomen, is deze $20 - 25 \text{ m}^2$ noodzakelijk om additioneel aan de EPC van 0 geheel energieneutraal te zijn.



Kwaliteits- en gelijkwaardigheidsverklaring

In de energieprestatienormering is onderscheid gemaakt tussen forfaitaire en opgelegde waarden. Forfaitaire waarden zijn rekenwaarden die over het algemeen een veilige aanname representeren. Als met metingen, volgens of overeenkomstig een in de norm vastgelegde meetmethode, kan worden aangetoond dat een hoger rendement kan worden gerealiseerd, onder voor de norm representatieve omstandigheden, dan mag dat hogere rendement worden gehanteerd. Zo'n claim kan worden vastgelegd in een gelijkwaardigheidsverklaring. Bij gelijkwaardigheidsverklaringen kan onderscheid worden gemaakt tussen officieel erkende verklaringen (vaak aangeduid als kwaliteitsverklaringen) en overige verklaringen (vaak aangeduid als gelijkwaardigheidsverklaringen).

Een kwaliteitsverklaring is officieel erkend als deze is gebaseerd op de daarvoor geldende BRL, is opgesteld door een gecertificeerde instelling en erkend is door de minister van Vrom. Een kwaliteitsverklaring zal bij toetsing van de bouwaanvraag altijd worden geaccepteerd.

Niet officieel erkende verklaringen zijn alle verklaringen die niet erkend zijn door de minister van Vrom. Deze kunnen worden afgegeven door de fabrikant zelf, een niet-gecertificeerd deskundig bureau of instelling of een gecertificeerde instelling. De ambtenaar van Bouw- en Woningtoezicht mag in dat geval zelf beslissen om een bij de bouw-

aanvraag behorende gelijkwaardigheidsverklaring al dan niet te accepteren. Door de Werkgroep Gelijkwaardigheid van de VNG wordt ambtenaren geadviseerd alleen gelijkwaardigheidsverklaringen te accepteren die goed kunnen worden onderbouwd en die zijn beoordeeld door SenterNovem.

Bij (vrijwel) alle woningconcepten is sprake van benodigde kwaliteitsverklaringen en/of gelijkwaardigheidsverklaringen voor componenten. Hiervoor is gekozen, omdat daardoor innovatieve of verbeterde systemen kunnen worden opgenomen in de concepten, zoals op dit moment ook vaak de praktijk is bij nieuwbouwwoningen. In de tabellen waarin de woningconcepten worden beschreven, is aangegeven voor welke systemen en/of technieken een kwaliteits- of gelijkwaardigheidsverklaring nodig is. Het feit dat de concepten hier vooral zijn gebaseerd op door de leveranciers afgegeven gelijkwaardigheidsverklaringen, vraagt om enige voorzichtigheid met betrekking tot het trekken van harde conclusies. Voor de fabrikanten ligt hier de schone taak te zorgen dat hun gelijkwaardigheidsverklaringen officieel worden erkend of deze in elk geval ter beoordeling aan te bieden aan de Werkgroep Gelijkwaardigheid of SenterNovem. Op die manier kan worden gewaarborgd dat de betreffende systemen 'objectief' kunnen worden vergeleken (binnen het kader van de gehanteerde rekenmethode).

	tussenwoning	vrijstaande woning
isolatie vloer en gevels [$R_c = m^2K/W$]	2,5	4,0
isolatie dak [$R_c = m^2K/W$]	2,5	5,0
type beglazing	hr ⁺⁺ [$U = 1,7 W/m^2K$]	hr ⁺⁺ [$U = 1,7 W/m^2K$]
deur(en)	geïsoleerd ($U = 2,0 W/m^2K$)	geïsoleerd ($U = 2,0 W/m^2K$)
infiltratie q_v ; l0;kar/m ²	0,625	0,625
ruimteverwarming	HRI07-combiketel	HRI07-combiketel
warmte-afgiftesysteem	radiatoren	radiatoren
tapwater	hr-combiketel c_{w4} met hoog tapwaterrendement ($> = 65\%$)	hr-combiketel c_{w5}^* met hoog tapwaterrendement ($> = 75\%$)
ventilatiesysteem	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator
koeling	geen	geen
extra maatregelen	geen	geen
kwaliteitsverklaring of gelijkwaardigheidsverklaring voor	- ventilatiesysteem - warm tapwater	- ventilatiesysteem - warm tapwater
energiegebruik		
gas [m ³]	781	1.394
elektriciteit [kWh]	1.598	2.344
CO ₂ -emissie [kg]	2.290	3.810
financieel		
energiekosten [€]	800	1.320
onderhoudskosten [€]	140	140

Tabel 1. Referentiewoningen EPC 0,8.

	tussenwoning basis (type D)	tussenwoning koeling (type D) (EPC = 0,58)	tussenwoning vraaggestuurde ventilatie (type C)
bouwkundig			
isolatie vloer en gevels [Rc = m ² K/W]	4,0	4,0	4,0
isolatie dak [Rc = m ² K/W]	6,0	6,0	6,0
type beglazing	hr ⁺⁺ [U = 1,7 W/m ² K]	hr ⁺⁺ [U = 1,7 W/m ² K]	hr ⁺⁺ [U = 1,7 W/m ² K]
deur(en)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)
infiltratie qv; l0; kar/m ²	0,625	0,4	1,0
ruimteverwarming	HRI07-combiketel	combiwarmtepomp COP ~ 5,4	HRI07-combiketel
installatietechnisch			
warmte-afgiftesysteem	radiatoren	vloerverwarming	radiatoren
tapwater	hr-combiketel CW4 met hoog tapwaterrendement (>=75 %)	combiwarmtepomp COP ~ 2,0	hr-combiketel CW4 met hoog tapwaterrendement (>=75 %)
ventilatiesysteem	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	vraaggestuurde ventilatie (CO ₂) met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer en gelijkstroomventilator
koeling	geen	vloerkoeling	geen
extra maatregelen	warmteterugwinning uit douchewater		warmteterugwinning uit douchewater
kwaliteitsverklaring/ gelijkwaardigheidsverklaring	- ventilatiesysteem - warm tapwater - warmteterugwinning uit douchewater	- ventilatiesysteem - combiwarmtepomp	- ventilatiesysteem - warm tapwater - warmteterugwinning uit douchewater
energiegebruik en -kosten/jaar (exclusief invloed bewonersgedrag en huishoudelijke apparatuur)			
gas [m ³]	520	0	580
elektriciteit [kWh]	1.675	3.595	1.296
CO ₂ -emissie [kg]	1.900	2.030	1.800
energiekosten [€]	650	720	620
onderhoudskosten [€]	140	170	80
vergelijking met referentiewoning EPC 0,8			
indicatie meerinvestering [€]	2.000 tot 3.000	12.000 tot 14.000	1.500 tot 2.000

Tabel 2. Woningconcepten tussenwoning EPC 0,6.

	vrijstaande woning basis (type D)	vrijstaande woning koeling (type D) (EPC = 0,58)	vrijstaande woning vraaggestuurde ventilatie (type C)
bouwkundig			
isolatie vloer en gevels [Rc = m ² K/W]	4,0	4,0	4,0
isolatie dak [Rc = m ² K/W]	6,0	6,0	6,0
type beglazing	hr ⁺⁺ [U = 1,5 W/m ² K]	hr ⁺⁺ [U = 1,5 W/m ² K]	hr ⁺⁺ [U = 1,5 W/m ² K]
deur(en)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)
infiltratie qv; l0; kar/m ²	0,625	0,4	1,0
ruimteverwarming	HRI07-combiketel en zonnecollector 5,6 m ²	combiwarmtepomp COP ~ 5,4	HRI07-combiketel en zonnecollector 5,6 m ²
installatietechnisch			
warmte-afgiftesysteem	vloerverwarming	vloerverwarming	vloerverwarming
tapwater	hr-combiketel CW5 met hoog tapwaterrendement (>=75 %) en zonnecollector 5,6 m ²	combiwarmtepomp COP ~ 2,0	hr-combiketel CW5 met hoog tapwaterrendement (>=75 %) en zonnecollector 5,6 m ²
ventilatiesysteem	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	vraaggestuurde ventilatie (CO ₂) met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer en gelijkstroomventilator
koeling	geen	vloerkoeling	geen
extra maatregelen	- pv-systeem 3 m ² (120Wp) - warmteterugwinning uit douchewater		- pv-systeem 3 m ² (120Wp) - warmteterugwinning uit douchewater
kwaliteitsverklaring/ gelijkwaardigheidsverklaring	- ventilatiesysteem - warm tapwater - warmteterugwinning uit douchewater	- ventilatiesysteem - combiwarmtepomp	- ventilatiesysteem - warm tapwater - warmteterugwinning uit douchewater
energiegebruik en -kosten/jaar (exclusief invloed bewonersgedrag en huishoudelijke apparatuur)			
gas [m ³]	951	0	1.062
elektriciteit [kWh]	2.123	5.380	1.698
CO ₂ -emissie [kg]	2.890	3.050	2.850
energiekosten [€]	1.010	1.080	990
onderhoudskosten [€]	180	170	120
vergelijking met referentiewoning EPC 0,8			
indicatie meerinvestering [€]	9.000 tot 11.000	16.000 tot 18.000	8.000 tot 10.000

Tabel 3. Woningconcepten vrijstaande woning EPC 0,6.

	tussenwoning basis (type D)	tussenwoning koeling (type D)	tussenwoning vraaggestuurde ventilatie (type C)
bouwkundig			
isolatie vloer en gevels [Rc = m ² K/W]	6,0	6,0	6,0
isolatie dak [Rc = m ² K/W]	8,0	8,0	8,0
type beglazing	hr ⁺⁺⁺ [U = 1,0 W/m ² K]	hr ⁺⁺⁺ [U = 1,0 W/m ² K]	hr ⁺⁺⁺ [U = 1,0 W/m ² K]
deur(en)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)
infiltratie qv; l0; kar/m ²	0,4	0,4	1,0
ruimteverwarming	HRI07-combiketel	combiwarmtepomp COP ~ 5,6	HRI07-combiketel
installatietechnisch			
warmte-afgiftesysteem	radiatoren	vloerverwarming	radiatoren
tapwater	hr-combiketel CW4 met hoog tapwaterrendement (>=77,5 %) en zonnecollector 2,8 m ²	combiwarmtepomp COP ~ 2,0 en zonnecollector 2,8 m ²	hr-combiketel CW4 met hoog tapwaterrendement (>=75) en zonnecollector 2,8 m ²
ventilatiesysteem	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	vraaggestuurde ventilatie (CO ₂) met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer en gelijkstroomventilator
koeling	geen	vloerkoeling	geen
extra maatregelen	- pv-systeem 4 m ² (120Wp) - warmteterugwinning uit douchewater	- warmteterugwinning uit douchewater	- pv-systeem 4 m ² (120Wp) - warmteterugwinning uit douchewater
kwaliteitsverklaring/ gelijkwaardigheidsverklaring	- ventilatiesysteem - warm tapwater - warmteterugwinning uit douchewater	- ventilatiesysteem - combiwarmtepomp - warmteterugwinning uit douchewater	- ventilatiesysteem - warm tapwater - warmteterugwinning uit douchewater
energiegebruik en -kosten/jaar (exclusief invloed bewonersgedrag en huishoudelijke apparatuur)			
gas [m ³]	311	0	383
elektriciteit [kWh]	1.302	2.470	923
CO ₂ -emissie [kg]	1.290	1.400	1.200
energiekosten [€]	450	490	420
onderhoudskosten [€]	180	200	120
vergelijking met referentiewoning EPC 0,8			
indicatie meerinvestering [€]	11.000 tot 13.000	22.000 tot 25.000	11.000 tot 13.000

Tabel 4. Woningconcepten tussenwoning EPC 0,4.

	vrijstaande woning basis (type D)	vrijstaande woning koeling (type D) (EPC = 0,58)	vrijstaande woning vraaggestuurde ventilatie (type C)
bouwkundig			
isolatie vloer en gevels [Rc = m ² K/W]	6,0	6,0	6,0
isolatie dak [Rc = m ² K/W]	8,0	8,0	8,0
type beglazing	hr ⁺⁺⁺ [U = 1,0 W/m ² K]	hr ⁺⁺⁺ [U = 1,0 W/m ² K]	hr ⁺⁺⁺ [U = 1,0 W/m ² K]
deur(en)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)	geïsoleerd (U = 2,0 W/m ² K)
infiltratie qv; l0; kar/m ²	0,4	0,4	1,0
ruimteverwarming	HRI07-combiketel en zonnecollector 5,6 m ²	combiwarmtepomp COP ~ 5,6 en zonnecollector 5,6 m ²	HRI07-combiketel en zonnecollector 5,6 m ²
installatietechnisch			
warmte-afgiftesysteem	vloerverwarming	vloerverwarming	vloerverwarming
tapwater	hr-combiketel CW5 met hoog tapwaterrendement (>=75 %) en zonnecollector 5,6 m ²	combiwarmtepomp COP ~ 2,0 en zonnecollector 5,6 m ²	hr-combiketel CW5 met hoog tapwaterrendement (>=75) en zonnecollector 5,6 m ²
ventilatiesysteem	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmteterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	vraaggestuurde ventilatie (CO ₂) met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer en gelijkstroomventilator
koeling	geen	vloerkoeling	geen
extra maatregelen	- pv-systeem 17 m ² (120Wp) - warmteterugwinning uit douchewater	- pv-systeem 3 m ² (120Wp) - warmteterugwinning uit douchewater	- pv-systeem 17 m ² (120Wp) - warmteterugwinning uit douchewater
kwaliteitsverklaring/ gelijkwaardigheidsverklaring	- ventilatiesysteem - warm tapwater - warmteterugwinning uit douchewater	- ventilatiesysteem - combiwarmtepomp - warmteterugwinning uit douchewater	- ventilatiesysteem - warm tapwater - warmteterugwinning uit douchewater
energiegebruik en -kosten/jaar (exclusief invloed bewonersgedrag en huishoudelijke apparatuur)			
gas [m ³]	740	0	860
elektriciteit [kWh]	975	3.780	460
CO ₂ -emissie [kg]	1.870	2.150	1.790
energiekosten [€]	650	760	990620
onderhoudskosten [€]	175	200	115
vergelijking met referentiewoning EPC 0,8			
indicatie meerinvestering [€]	28.000 tot 30.000	29.000 tot 31.000	28.000 tot 30.000

Tabel 5. Woningconcepten vrijstaande woning EPC 0,4.

	tussenwoning balansventilatie (type D) met koeling	tussenwoning vraaggestuurde ventilatie (type C) met koeling
bouwkundig		
isolatie vloer en gevels [$R_c = m^2K/W$]	8,0	4,0
isolatie dak [$R_c = m^2K/W$]	10,0	6,0
type beglazing	hr ⁺⁺ [$U = 0,8 W/m^2K$]	hr ⁺⁺ [$U = 1,7 W/m^2K$]
deur(en)	geïsoleerd ($U = 1,0 W/m^2K$)	geïsoleerd ($U = 2,0 W/m^2K$)
infiltratie q_v ; l0;kar/m ²	0,15	0,4
ruimteverwarming	combiwarmtepomp COP ~ 6,0 en zonnecollector 5,6 m ²	combiwarmtepomp COP ~ 6,0 en zonnecollector 5,6 m ²
installatietechnisch		
warmte-afgiftesysteem	vloerverwarming	vloerverwarming
tapwater	combiwarmtepomp COP ~ 2,1 en zonnecollector 5,6 m ²	combiwarmtepomp COP ~ 2,1 en zonnecollector 5,6 m ²
ventilatiesysteem	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	vraaggestuurde ventilatie (CO ₂) met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer en gelijkstroomventilator
koeling	vloerkoeling	vloerkoeling
extra maatregelen	- pv-systeem 30 m ² - warmterugwinning uit douchewater	- pv-systeem 35 m ² - warmterugwinning uit douchewater
kwaliteitsverklaring/ gelijkwaardigheidsverklaring	- ventilatiesysteem - ruimteverwarming - warm tapwater - warmterugwinning uit douchewater	- ventilatiesysteem - ruimteverwarming - warm tapwater - warmterugwinning uit douchewater
energiegebruik en -kosten/jaar (exclusief invloed bewonersgedrag en huishoudelijke apparatuur)		
gas [m ³]	0	0
elektriciteit [kWh]	0	0
CO ₂ -emissie [kg]	0	0
energiekosten [€]	0	0
onderhoudskosten [€]	200	140
vergelijking met referentiewoning EPC 0,8		
indicatie meerinvestering [€]	45.000 tot 50.000	

Tabel 6. Woningconcepten tussenwoning EPC 0,0.

	vrijstaande woning balansventilatie (type D) met koeling	vrijstaande woning vraaggestuurde ventilatie (type C) met koeling
bouwkundig		
isolatie vloer en gevels [$R_c = m^2K/W$]	8,0	8,0
isolatie dak [$R_c = m^2K/W$]	10,0	10,0
type beglazing	hr ⁺⁺ [$U = 0,8 W/m^2K$]	hr ⁺⁺ [$U = 0,8 W/m^2K$]
deur(en)	geïsoleerd ($U = 1,0 W/m^2K$)	geïsoleerd ($U = 1,0 W/m^2K$)
infiltratie q_v ; l0;kar/m ²	0,15	0,625
ruimteverwarming	combiwarmtepomp met COP ~ 6,0 en zonnecollector 5,6 m ²	combiwarmtepomp met COP ~ 6,0 en zonnecollector 5,6 m ²
installatietechnisch		
warmte-afgiftesysteem	vloerverwarming	vloerverwarming
tapwater	combiwarmtepomp met COP ~ 2,1 en zonnecollector 5,6 m ²	combiwarmtepomp met COP ~ 2,1 en zonnecollector 5,6 m ²
ventilatiesysteem	gebalanceerde mechanische ventilatie met 95 % warmterugwinning, bypass en gelijkstroomventilator	vraaggestuurde ventilatie (CO ₂) met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer en gelijkstroomventilator
koeling	vloerkoeling	vloerkoeling
extra maatregelen	- pv-systeem 40 m ² (150 Wp) - warmterugwinning uit douchewater	- pv-systeem 40 m ² (150 Wp) - warmterugwinning uit douchewater
kwaliteitsverklaring/ gelijkwaardigheidsverklaring	- ventilatiesysteem - ruimteverwarming - warm tapwater - warmterugwinning uit douchewater	- ventilatiesysteem - ruimteverwarming - warm tapwater - warmterugwinning uit douchewater
kans op oververhitting	laag - matig	laag - matig
energiegebruik en -kosten/jaar (exclusief invloed bewonersgedrag en huishoudelijke apparatuur)		
gas [m ³]	0	0
elektriciteit [kWh]	0	0
CO ₂ -emissie [kg]	0	0
energiekosten [€]	0	0
onderhoudskosten [€]	200	140
vergelijking met referentiewoning EPC 0,8		
indicatie meerinvestering [€]	70.000 tot 75.000	

Tabel 7. Woningconcepten vrijstaande woning EPC 0,0.



beglazing is hierbij van belang. In de concepten voor een EPC van 0,4 wordt uitgegaan van een U-waarde van het raam (lees: U-waarde beglazing + U-waarde kozijn) van $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Voor het behalen van bovengenoemde U-waarde zijn goed isolerende kozijnen (passiefhuis-kozijnen) noodzakelijk. Om een U-waarde van $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ te realiseren komt de grens tussen hr^{++} -glas en hr^{+++} -glas (drievoudige beglazing) in het vizier.

Ook wordt het aandeel van de zonnecollector en het pv-systeem groter. Bij de appartementen komt de grens van beschikbaar vrij dakoppervlak in zicht, zodat geen sprake is van schaduwwerking door te dichte ligging ten opzichte van elkaar van de zonnecollectoren en pv-panelen. In tabel 4 zijn mogelijke concepten weergegeven om bij een tussenwoning een EPC van 0,4 te realiseren. De woningen zijn voorzien van zonwering aan de zuidzijde (achtergevel). In tabel 5 zijn mogelijke concepten weergegeven om bij een vrijstaande woning een EPC van 0,4 te realiseren. De woningen zijn voorzien van zonwering aan de zuidzijde (achtergevel) en de oostzijde (zijgevel).

WONINGCONCEPTEN ENERGIENEUTRAAL

Om woningen te kunnen realiseren die aan een EPC van 0,0 voldoen, moeten zowel bouwkundig als installatietechnisch vergaande maatregelen worden doorgevoerd. In eerste instantie moet de energievraag zoveel mogelijk worden gereduceerd. Om dit te bewerkstelligen zullen zeer hoge eisen aan de bouwkundige voorzieningen moeten worden gesteld.

- de dichte delen van de thermische schil moeten extreem goed worden geïsoleerd, waarbij moet worden gedacht aan Rc-waarden van $8 - 10 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- de U-waarde van de beglazing wordt verder geoptimaliseerd tot $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, waarvoor toepassing van hr^{+++} -glas (drievoudige beglazing) noodzakelijk is;
- de U-waarde van de deur(en) wordt verder geoptimaliseerd van 2,0 naar $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- toepassing van zeer goede kierdichting, dit is vooral het geval bij de concepten met balansventilatie;
- er moeten zeer hoge eisen worden gesteld aan de bouwkundige detaillering, ter voorkoming van koudebruggen en luchtlekken.

Vooraf in de gestapelde bouw is het behalen van een EPC van 0,0 op locatie in de praktijk moeilijk te realiseren. Om een EPC van 0,0 te realiseren is bij de SenterNovem referentieappartementen reeds circa 20 m^2 aan pv-panelen benodigd, terwijl het vrij beschikbare dakoppervlak hiervoor niet



Energieneutraal bouwen op een traditionele manier.

toereikend is. Onder de optimale plaatsingshoek van zonnepanelen van 36° kan ruim 10 m^2 aan zonnepanelen worden geplaatst, zonder dat sprake is van onderlinge beïnvloeding door schaduwwerking. Oplossingen op locatie moeten dan worden gezocht in gevelgeïntegreerde pv-systemen.

Ontwikkelingen in de markt bieden perspectief op nog hoger haalbare vermogens per m^2 . Een voorbeeld hiervan is het concentrator pv-systeem. Hierbij worden door zonlicht te concentreren op een hoogwaardige pv-cel, hoge opbrengsten gerealiseerd (voorbeeld: SunCycle). De verwachting is dat met dergelijke technieken opbrengsten fors kunnen verbeteren tegen vergelijkbare kosten per m^2 .

In de praktijk is het terugleveren van gas niet of nauwelijks aan de orde in de gebouwde omgeving. Bij de energieneutrale concepten ($\text{EPC} = 0$) is dan ook sprake van 'all electric'-concepten voor de woningen, dus zonder gasaansluiting.

In tabel 6 zijn mogelijke concepten weergegeven om een energieneutrale tussenwoning te realiseren. De woningen zijn voorzien van zonwering aan de zuidzijde (achtergevel). In tabel 7 zijn mogelijke concepten weergegeven om een energieneutrale vrijstaande te realiseren. De woningen zijn voorzien van zonwering aan de zuidzijde (achtergevel) en de oostzijde (zijgevel).

Auteurs

*Ing. Leendert Vreemann en ir. Gert Harm ten Bolscher,
DWA installatie- en energieadvies.*