



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

# Nul op de meter

*Ervaringen van vernieuwers in de woningbouw*

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties



>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief  
en Internationaal Ondernemen*

# Voorwoord

Nog maar een paar jaar geleden had nog nooit iemand er van gehoord, nu trekt het de aandacht op bouwbeurzen en –symposia onder de verzamelnaam *Nul op de Meter*. Projectontwikkelaars bieden woningen aan en garanderen de consument wonen met een energierekening van nul euro. In relatief korte tijd heeft zich een vernieuwing voltrokken die van belang is voor de hele Nederlandse bouwsector.

Reden voor Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) om een inventarisatie te laten uitvoeren. Het onderzoek is uitgevoerd door interviews met zeven partijen die op dit moment toonaangevend zijn in de ontwikkeling van vergaand energiezuinig bouwen. De publicatie is ontwikkeld in nauwe samenspraak met de Lente-Akkoord partijen en EnergieSprong.

Het doel van deze inventarisatie was om de leercurve te ontdekken van koplopers, om daaruit lessen te kunnen trekken voor het bouwproces. Alle voor de interviews geselecteerde bouwpartijen hebben daadwerkelijk *Nul op de Meter* woningen gerealiseerd. RVO.nl heeft Henk Bouwmeester, onderzoeker en auteur van vele publicaties over zeer energiezuinig bouwen, gevraagd om deze inventarisatie uit te voeren.

De brochure 'Nul op de Meter – Ervaringen van vernieuwers in de woningbouw' is opgesteld door RVO.nl in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK). De uitvoering van dit werkprogramma heeft tot doel om BZK te faciliteren bij het realiseren van het beleid op gebied van energiebesparing in en rond gebouwen, waarvan de concrete doelen zijn vastgelegd in het Nationale Energieakkoord (bijna-energie neutrale nieuwbouw vanaf 2020 en een energieneutrale gebouwde omgeving in 2050). Deze brochure signaleert trends en ontwikkelingen rond innovaties die bijdragen aan de doelen van het Energieakkoord.

De resultaten uit deze inventarisatie betekenen een stimulans voor vergaand energiezuinig bouwen. De koplopers laten zien dat door een kundige aanpak van het proces zowel de (energetische) kwaliteit, als de bouwtijd, als de prijs-kwaliteitverhouding van woningen aanzienlijk kan verbeteren. Het is de vraag of deze conceptuele werkwijze ook door de mainstream-bouw snel overgenomen zal worden. Hier ligt een uitdaging voor Lente-akkoord, brancheorganisaties en kennisinstellingen om communicatie, training en vorming van de bouwsector ter hand te nemen.

Selina Roskam

# Inhoud

Voorwoord	2
Inhoudsopgave	3
Nul op de Meter	4
Ervaringen van vernieuwers in de woningbouw	4
Samenvatting	5
De veranderende bouwsector	6
Conceptueel bouwen: de sleutel naar energieneutraal	6
Waarom doen bouwbedrijven dit?	6
Energie neutraal, wat is dat eigenlijk?	7
Betere procesbeheersing	8
All-electric	8
De techniek van energieneutraal	9
Thermische isolatie van de schil	9
Drievoudig glas	9
Serre	9
Kierdichting en luchtdichtheid	10
Zonnepanelen	10
Ventilatie	11
Verwarming	12
Warmtapwater	12
Rendabele investering, voorzichtige markt	13
Rendabele investering	13
Prestatiecontract	13
Voorzichtige markt	13
Huurmarkt is voorlopig eenvoudiger	14
Concepten	15

## Nul op de meter

### Ervaringen van vernieuwers in de woningbouw

De seriematige nieuwbouw van woningen verandert in hoog tempo. Bouwpartijen werken hard aan betere prestaties: meer comfort, een kortere bouwtijd, meer ruimte voor wensen van eindgebruikers, aandacht voor een gezond binnenklimaat en goedkoop in gebruik. Vooral bij het terugdringen van de energievraag worden grote stappen gezet: uitstekende isolatie, zonnepanelen op dak, warmtepompen, warmteterugwinning uit ventilatielucht, afwezigheid van tocht,... Verschillende bouwbedrijven gaan verder dan de EPC die het Bouwbesluit voorschrijft. Het ideaal is een woning met een energierekening die onder de streep op nul eindigt. Droom of realiteit? Op basis van gesprekken met zeven vernieuwers in de bouw brengen we in kaart welke stappen zij in de afgelopen jaren hebben gezet om tot hoge energieprestaties te komen. Welke keuzes maken zij en waar staan ze nu? Welke technieken passen zij toe? Hoe organiseren zij het bouwproces?



## Samenvatting

Veel bouwbedrijven werken sinds een aantal jaren conceptueel. Dat wil zeggen: zij gaan uit van een bepaald concept van een woning en verbeteren dat concept bij ieder volgend project. Hiermee realiseren zij een doorbraak. Het bouwproces wordt efficiënter georganiseerd, meer industrieel, en leidt tot betere producten. De bouw wordt slimmer georganiseerd, kost minder tijd en leidt tot minder afval en minder faalkosten. Voor individuele woonwensen van eindgebruikers is meer plaats. Vooral ook op het gebied van energieprestatie worden sprongen gemaakt. Veel bedrijven zien het als een uitdaging om de energievraag tot nul terug te dringen. Daarvoor hanteren zij verschillende termen: EPC-o-woning, nul-op-de-meterwoning, energienota-nulwoning of energienotaloze woning. De termen betekenen allemaal iets anders, maar in alle gevallen is de energieprestatie aanzienlijk beter is dan wat het Bouwbesluit voorschrijft. Het proces van conceptontwikkeling heeft dat mogelijk gemaakt en het lijkt een sport om het bij ieder project nog weer iets beter te doen dan bij het vorige.

Hoe zien die woningen eruit? De ontwikkelde concepten zijn allemaal anders, maar enkele grote lijnen zijn wel aan te wijzen. Ieder concept begint met een isolatiepakket met een Rc-waarde van 5, 6 of soms zelfs 10. Toepassing van drieboudig glas is bijna standaard. De woningen zijn goed tot zeer goed luchtdicht en bij oplevering wordt dat in de meeste gevallen gecontroleerd. Ook de toepassing van zonnepanelen is bijna standaard: gemiddeld 24 tot 30 m<sup>2</sup> per woning. In sommige woningen zit nog aardgas, maar in de meeste gevallen vindt verwarming plaats met een elektrische warmtepomp en lage temperatuurverwarming: meestal vloerverwarming, soms gecombineerd met wandverwarming en, op de slaapverdieping, convectoren. Ook mechanische ventilatie behoort tot de standaard, in de helft van de gevallen met warmteterugwinning.

De bouwbedrijven bieden deze energiepakketten doorgaans aan als optie. Dat wil zeggen: de ontwikkelde woningen zijn vaak ook zonder aanvullend energiepakket te koop. De woning voldoet dan aan het Bouwbesluit en de daarin geldende EPC. Wie een stap verder wil, kiest het aanvullende pakket. Dat kost dan vijftien tot twintig duizend euro extra. Een flink bedrag, maar afgezet tegen het wegvallen van de energierekening is dat rendabel. Bovendien, ook dat is iets nieuws, wordt de energieprestatie door de betrokken ontwikkelaars zwart op wit gegarandeerd.

Toch is de productie van deze nieuwbouwwoningen nog lang niet gewoon. Op dit moment gaat nog slechts een deel van de productie - naar schatting vijf tot tien procent - een eind richting nul op de meter. Goed voor de early adopters. Voor de meeste kopers is de financieringsruimte die hypotheekverstrekkers bieden, te krap. Zij kiezen een woning die nog net binnen die ruimte past. Als er al geld over is voor extra opties, dan toch liever een uitbouw, een dure keuken of extra luxe badkamer. Energiemaatregelen, hoe lonend ook, blijven buiten beschouwing. Per 1 januari 2015 is het hypotheekbedrag dat eigenaren van een nul-op-de-meterwoning extra kunnen lenen, verhoogd van €13.500 naar €25.000. De bouwer moet hiervoor tenminste tien jaar de energieprestatie van de woning garanderen. Of dit tot de gewenste doorslag leidt, zal nog moeten blijken. De huurmarkt is voorlopig gemakkelijker te bedienen. Corporaties en institutionele beleggers zijn gewend op een andere manier naar kosten en baten te kijken en kunnen de meerkosten voor energiemaatregelen terugverdienen via de huur, zelfs onder gelijkblijvende woonlasten voor de huurder.

## De veranderende bouwsector

De woningen die de koplopers in seriematige nieuwbouw vandaag de dag opleveren, zijn niet meer te vergelijken met standaard nieuwbouwwoningen van een aantal jaren geleden. Op alle punten zijn ze een slag beter. Buiten zie je niet direct een verschil, afgezien van de zonnepanelen op dak, tot je de deur open doet. De geluidskwaliteit in de woning is beter, de woning is kierdicht en tochtvrij, de warmtebeleving is anders, er is bijna geen koudeval meer langs de ramen, het beheer en onderhoud van de installaties is beter geregeld, de zonnepanelen liggen vaak mooier in het dakvlak en voor de bewoners zijn de energielasten fors lager. Vooruitstrevende bouwbedrijven laten veel beweging zien in proces en product. Daarbij verandert niet alleen het energieplaatje, maar de hele manier van bouwen: nieuwe concepten, nieuwe technieken, nieuwe werkprocessen. Bouwen zonder fouten en afval en opleveren binnen een paar weken.



De Tuinen van Sion, een project van Dura Vermeer in de wijk Rijswijk Buiten

### Conceptueel bouwen: de sleutel naar energieneutraal

Als het aan de koplopers ligt, kan alles. Voor ieder vraagstuk is een oplossing. Technisch is alles mogelijk. Verdere aanscherping van de EPC op nieuwbouw? Geen punt. Goedkope woningen? Snelle oplevertijd? Er is een nieuwe generatie bouwkundigen en ontwikkelaars aan de slag en voor hen is ieder probleem een uitdaging. Een woning is een product en bouwen een proces. Wie het beste product wil leveren, moet het proces optimaliseren. Iedere bouw wordt daarom geëvalueerd en tekortkomingen leiden tot verbeterpunten in een volgend project. De slag die de koploperbedrijven in de afgelopen jaren hebben gemaakt, is de slag naar conceptueel bouwen. Niet meer iedere keer het wiel uitvinden, maar het concept, met daarin een combinatie van bouwkundige en installatietechnische oplossingen en details, als basis vasthouden. Daarop wordt gevarieerd qua architectuur, indeling, grootte et cetera. De praktijk laat zien dat conceptueel bouwen inderdaad de sleutel is tot voortdurende verbeteringen. Het is ook de sleutel om de energieprestatie van woningen op te voeren.

### Waarom doen bouwbedrijven dit?

De crisis in de vastgoedmarkt was een wake-up call. Wie mee wil tellen, moet excelleren: meer kwaliteit tegen minder kosten, beter inspeland op wat de klant wenst. En voor zover het gaat om energie, zijn de wettelijke eisen in het Bouwbesluit niet meer bepalend, maar de wensen van de opdrachtgever en/of de prestatie-eisen die een bedrijf zichzelf oplegt. Daarom begonnen veel ontwikkelaars een jaar of zes, zeven geleden met een vorm van conceptueel bouwen. Ook op het gebied van energie.

Helemaal autonoom beweegt de markt niet, want een bepalende impuls is gegeven door overheden, institutionele opdrachtgevers en brancheorganisaties. Die hebben een versnelling bewerkstelligd. Onno Dwars (VolkerWessels Vastgoed): "In 2008 is het Lente-akkoord getekend. Dat was aanleiding om aan de slag te gaan met duurzaamheid in combinatie met conceptueel bouwen. Daarna (2012) was woningcorporatie Portaal de grote aandrijver met een aanbesteding voor energienotulose woningen. Wij kregen de smaak daardoor goed te pakken." Het W&R-concept van BAM Woningbouw is ontwikkeld in het kader van de 'Stroomversnelling voor de renovatie', een initiatief van enkele bouwpartijen en woningcorporaties. De KlaassenGroep werd getriggerd door een prijsvraag van corporatie Wonion. Renz Pijnenborgh (Archi Service) was lid van een ontwikkelteam dat in opdracht van de provincie Noord-Brabant in samenwerking met vier gemeenten en vier corporaties het concept van de Brabantwoning heeft ontwikkeld.



Brabantwoningen in Sint-Oedenrode

De concepten zijn met vaste co-makers en vaste teams binnen bouwbedrijven doorontwikkeld. Er is een voortdurende cyclus van plan-do-control-act (PDCA) gevolgd, waarin het concept op steeds nieuwe punten iets verder werd en nog steeds wordt verbeterd. Men is kritisch over z'n eigen product en schroomt niet aan te geven waar het beter kan. Er worden stap voor stap nieuwe technologieën toegevoegd en eerdere tekortkomingen opgelost: het optimale isolatiepakket, de optimale luchtdichtheid, vergaande beperking van installatiegeluid en stapsgewijze verbeteringen op het gebied van ventilatie. Ook het bouwproces is stap voor stap verder verbeterd, resulterend in een kortere doorlooptijd en beter

georganiseerde betrokkenheid van bewoners. Een voorbeeld: in het Wooniversum in Nieuwegein van VolkerWessels kunnen kopers hun toekomstige nieuwbouwwoning driedimensionaal ervaren. De wand tussen woonkamer en keuken toch een meter opzij? Geen punt.

En zo zijn in enkele jaren verschillende energiezuinige woningbouwconcepten marktrijp geworden zoals de Brabantwoning (Pijnenborgh e.a.), CasaVita (KlaassenGroep), Basiswonen (Trebbe), PlusWonen en Energienota-nul (VolkerWessels), Huismerk, Wenswonen en Bright House (Heijmans Vastgoed), PCS-Hybride (Dura Vermeer) en W&R (BAM).

### Energieneutraal, wat is dat eigenlijk?

De crème de la crème waar ontwikkelaars naar streven, is comfortabel en gezond wonen zonder dat het verder energie kost. Maar wat is een energieneutrale woning precies? De ontwikkelaars geven op verschillende manieren invulling aan dit begrip.

- Dura Vermeer realiseert volgens het woningen met een EPC van 0,0. De woningen zijn gelijk aan die van het PCS-concept, maar dan aangevuld met een energiepakket waarmee het (genormaliseerde) gebouwgebonden energieverbruik voor verwarming, koeling, ventilatie, warmtapwater en verlichting wordt gedekt door de opbrengst van pv-panelen op dak. Het huishoudelijk energieverbruik (voor huishoudelijke apparaten) is niet gecompenseerd, net zo min als het vastrecht. De bewoner moet dus nog steeds betalen. Dura Vermeer heeft daarom aanvullend een nul-op-de-metervariant ontwikkeld: de PCS-Hybridewoning met vijftien (in plaats van twaalf) zonnepanelen en een voucher waarmee voor aanschaf van energiezuinig witgoed.



PCS concept, De Tuinen van Sion, van Dura Vermeer

- Trebbe, VolkerWessels en W&R-Woningbouw (BAM) spreken van energienotaloze of energienota-nulwoningen. Het gaat de bewoners immers om wat alle maatregelen betekenen voor de rekening, zeggen zij. In deze woningen wordt zoveel elektriciteit geleverd, dat het surplus voldoende is om de energierekening te compenseren. Omgerekend heeft een energienota-nulwoning van deze ontwikkelaars een EPC van ongeveer -0,2.



Project Sterrenberg van VolkerWessels

- De KlaassenGroep spreekt liever van nul-op-de-meterwoningen en definieert het als een woning waar aan het eind van het jaar de energiemeter in principe op dezelfde stand staat als aan het begin van het jaar. Per saldo wordt er geen energie van het energienet afgenomen. Omdat ontwikkelaars van energienota-nulwoningen in hun berekening de heffingskorting meenemen, zijn nul-op-de-meterwoningen dus nog net iets zuiniger. Bewoners krijgen aan het eind van het jaar het geld van de heffingskorting uitbetaald.



NiaNesto woningen in Nijmegen van de KlaassenGroep

Impliciet gaan alle definities uit van tamelijk ingewikkelde rekensommen, waarbij de uitkomst afhankelijk is van bewonersgedrag, de hoogte van de aansluitkosten, heffingskortingen en tarieven voor teruglevering van zonnestroom. Het ene jaar is het andere niet en als de bewoners wekelijks een uurtje in de jacuzzi zitten, staat de meter aan het eind vast niet meer op nul. Theo Smits (Heijmans Vastgoed) zet om die reden kanttekeningen bij de gekozen definities: "Als de definitie berust op discutabele rekenarij, dan lever je de eindgebruiker uiteindelijk misschien geen goede dienst." Ook Renz Pijnenborgh (Archi Service) kiest voor een integrale benadering, maar denkt daarvoor

in een heel andere richting. Hij stelt dat duurzaamheid meer is dan alleen energie. Het gaat hem primair om een gezond binnenmilieu: licht, lucht en warmte. Voor zover het om energie gaat, kijkt hij naar de energie die nodig is voor oprichting, exploitatie en verwijdering van de woning. Vanuit dat brede perspectief komt hij tot andere bouwconcepten: geen beton, maar houtskeletbouw, systeembouw en/of kalkzandsteen.

### Betere procesbeheersing

In alle gevallen is conceptontwikkeling de sleutel om te komen tot een excellente energieprestatie. Bovendien, door een eenmaal gekozen concept stap voor stap te verbeteren, ontstaat er winst op andere terreinen. Een mooi voorbeeld is het terugdringen van bouwafval bij W&R-woningbouw. Willem Otter: "Op onze bouwplaatsen staan geen bouwcontainers. Alles wordt precies op maat aangeleverd. Gevelelementen worden met kozijnen, glas, hang- en sluitwerk aangeleverd. Hetzelfde geldt voor plinten en hwa's. Die hoeven op de bouwplaats niet meer verzaagd te worden. Per woning ontstaat er op de bouwplaats nog maximaal 0,5 m3 afval, vooral verpakkingsafval. We spreken met iedere co-maker af dat ze dat zelf meenemen."

Een betere procesbeheersing leidt er ook toe dat de eindgebruiker beter weet waar hij aan toe is. Het is duidelijk uit welke opties hij kan kiezen, op welk moment keuzes moeten worden gemaakt en tot welke (meer)kosten die keuzes eventueel leiden. Het lijkt tegenstrijdig: juist door beperking van de keuzevrijheid - het moet immers wel in het concept passen - kan de eindgebruiker beter in het proces worden meegenomen. De concepten zijn evenwel zo flexibel, dat er voor de koper meer dan genoeg te kiezen valt. En doordat het bouwproces beter is gestroomlijnd, geldt dat ook voor de samenwerking met de koper.

Opvallend winstpunt van conceptueel bouwen is verder de aanzienlijke verkorting van de benodigde bouwtijd. Door een goede logistiek, een betere afstemming tussen vaste co-makers en door industriële vervaardiging van steeds grotere componenten is de levertijd van een woning tegenwoordig niet veel langer meer dan die van een goed bankstel. Trebbe en Heijmans bouwen met een doorlooptijd van drie maanden, de KlaassenGroep heeft drieënhalve maand nodig en Dura Vermeer bouwt in vijf maanden. De kortste doorlooptijd kennen de woningen van VolkerWessels (MorgenWonen): ruwbouw in één dag, afwerking en inrichting binnen twee weken. Tegenwoordig is het bouwproces niet meer de bepalende factor voor het moment van sleuteloverdracht; belangrijker is de tijd die netbeheerders nodig hebben om de woningen op de nutsvoorzieningen aan te sluiten.

Dick Boelen (Dura Vermeer): "Netbeheerders willen pas halverwege de bouw in actie komen en hebben dan enkele maanden nodig om de woningen op het net aan te sluiten. Daar zit nu de bottleneck om sneller te kunnen bouwen."

Ook bij renovatie is een snelle doorlooptijd mogelijk. BAM (W&R) en Heijmans (Zero Ready) doen het in tien werkdagen, terwijl de bewoners in hun woning kunnen blijven.

### All-electric

Aardgas lijkt z'n langste tijd te hebben gehad in de woningbouw. Van de zeven concepten die in deze publicatie worden besproken, zijn er vijf all-electric. Alleen Huismerk en Wenswonen van Heijmans gaan uit van aardgas. Basiswonen (Trebbe) kent een varianten met en zonder aardgas. De meeste concepten gaan uit van een elektrische warmtepomp voor verwarming en warmtapwater. Volgens veel koplopers worden de beschikbaarheid en de prijs van aardgas meer en meer ongewis. Bovendien zijn de Nederlandse gasnetten oud en versleten. Er zitten miljardeninvesteringen aan te komen. De aanleg van een nieuw gasnet is bij goed geïsoleerde woningen, die daardoor weinig energie vragen, niet langer rendabel. De koplopers denken dat de kosten vroeg of laat in de gasprijs tot uitdrukking zullen worden gebracht. BAM anticipeert met het W&R-renovatieconcept bovendien op eigen elektriciteitsopslag en gebruik van gelijkstroom. In een prefab-energiemodule aan de woning is ruimte gereserveerd voor accu's. Willem Otter (BAM) legt uit dat door gelijkstroom allerlei transformaties worden voorkomen, waardoor veel energieverlies wordt beperkt. Hij is ervan overtuigd dat dáár de toekomst ligt.



## De techniek van energieneutraal

Hoe willen koploperbedrijven een Nul-op-de-meterwoning realiseren? In de afgelopen jaren hebben zij een waaier van bouw- en installatietechnieken leren toepassen. Het zijn bewezen en kosteneffectieve technieken. De energieprestatie van een woning is echter geen optelsom van technieken. Een belangrijk leerpunt is, dat een woning in zijn basis goed moet zijn qua oriëntatie, lichtinval, schilisolatie en ventilatie. Daar bovenop kunnen bijpassende installaties voor verwarming, ventilatie en warmtapwater zorgen voor een energiebalans. Een tweede leerpunt: het gaat de bewoner niet om energie, maar om gezondheid, comfort, bedieningsgemak, uitstraling en prijs. Met andere woorden: het geheel moet kloppen. Om die reden is Heijmans terughoudend met al te veel innovatieve oplossingen en draait Renz Pijnenborgh de aanpak om: eerst een gezond binnenmilieu en integrale duurzaamheid; energie is een afgeleide. Een derde leerpunt: de kwaliteit van uitvoering is bepalend voor het eindresultaat. Bij ontwerp, bouw en oplevering wordt de kwaliteit gemeten en in het gebruik wordt de energieprestatie gemonitord. Bouwpartijen geven garanties en zijn vaak nog jarenlang betrokken bij onderhoud van installaties.

### Thermische isolatie van de schil

Vanaf 2015 schrijft het Bouwbesluit een isolatiepakket voor met Rc-waarden van 3,5 (vloer), 4,5 (gevel) en 6 (dak). Dat is nog niet optimaal, zeggen de conceptontwikkelaars. Zij realiseren in hun woningen van vóór 2015 al hogere Rc-waarden. Maar wat is optimaal? In de afgelopen jaren is onderzocht hoeveel isolatie, passend binnen bestaande bouwsystemen, nog tot merkbare energiewinst leidt. Nico Blaauw (Trebbe): "In 2012 hebben we in Apeldoorn een serie passiefhuizen opgeleverd met een isolatiepakket met een Rc van 8 tot 10 in de gevel. Op basis van dit project en diverse berekeningen hebben we geconcludeerd dat er een zeker omslagpunt is. Dat ligt bij een Rc-waarde van 5 tot 6 in de gevel. In onze woningen wordt dat gerealiseerd met 16 centimeter glaswol in de spouw. De gevel wordt daarmee 40 centimeter dik. Méér isolatie is op een zeker moment niet meer terug te vinden in een nog lagere energierekening." Onno Dwars (VolkerWessels Vastgoed): "Een nog dikker isolatiepakket vergt teveel ruimte in de gevel en wordt daardoor te duur." Renz Pijnenborgh (Archi Service) gaat wel verder. Hij heeft berekend dat een optimaal isolatiepakket Rc-waarden heeft van 5 (vloer), 8 (gevel) en 10 (dak), maar dat vraagt om een ander bouwsysteem. In de Brabantwoningen heeft hij dat gerealiseerd met een gevel met 30 cm hennepisolatie tussen houten l-liggers. Aan de buitenzijde is 8 cm houtvezelisolatie aangebracht en binnen is de constructie afgewerkt met gipsvezelplaat.



Brabantwoningen in Sint-Oedenrode

### Drievoudig glas

Via glas verliest een woning circa acht keer zoveel warmte als via een even groot goed geïsoleerd geveldeel. Glas wordt daarom terecht aangemerkt als de zwakke schakel van de thermische schil. Het verklaart de opmars van drievoudig glas (in bijpassende kozijnen). In vrijwel alle concepten waarin ontwikkelaars streven naar energieneutraal bouwen, is het standaard. Alleen Heijmans Vastgoed kiest in de concepten Wenswonen en Huismerk (nog) voor HR++. Alle andere conceptontwikkelaars kiezen voor glas met een U-waarde van 0,5 tot 0,9 W/m<sup>2</sup>K.

### Serre

In het concept van het Bright House van Heijmans Vastgoed is gekozen voor een serre: een onverwarmde ruimte achter glas, maar buiten de thermische schil. Deze ruimte voegt isolatiewaarde toe aan de gevel en geeft de bewoner aanvullende leefruimte. Naar verwachting kan de deur tussen woning en serre circa negen maanden per jaar gewoon open en vormt de serre een verlengstuk van de woning. In de wintermaanden ligt dat anders. Dan is het er koud, want de serre is uitgevoerd met enkel glas en er is geen verwarming. Het is hooguit een mooie winterstalling voor kuipplanten uit de tuin. Belangrijk onderdeel van het concept is, dat de serre in de wintermaanden dient als bron van (voorverwarmde) ventilatielucht. Er is een intelligent systeem toegepast dat op basis van temperatuur kiest waar het de ventilatielucht aanzuigt. Dat is in de wintermaanden dus vaak uit de serre. De serre kent echter een gebruiksrisico. Want wat nu als de bewoner de serre ook in de winter beschouwt als deel van zijn woonkamer? Wat als hij de serre met een elektrisch straalkachelkje op temperatuur brengt? Theo Smits (Heijmans Vastgoed): "Dat is een belangrijk aandachtspunt in de communicatie met de bewoner." Ervaringen zijn er nog niet, want het concept is alleen als proefproject gerealiseerd bij de TU Eindhoven.

### Kierdichting en luchtdichtheid

Door nauwkeurig te werken, luchtlekken met rookproeven te registreren en daar het concept bij een volgend project op aan te passen, hebben alle bedrijven stap voor stap geleerd hoe zij een woning kierdicht en luchtdicht kunnen maken. Dat is niet alleen van belang om energielekken tegen te gaan, maar ook om de kans op condensatie in de thermische schil te voorkomen. In alle woningen wordt de luchtdoorlatendheid met een blowerdoortest gemeten. Gerrit van Wijgerden (Trebbe): “Bij een project in Wageningen hebben we een  $q_{v10}$ -waarde van 0,6 gemeten. Door nauwkeurig te kijken waar lucht ontsnapt en in volgende projecten op die punten verbeteringen door te voeren, konden we in Ede en Maurik een  $q_{v10}$ -waarde van 0,28 bereiken.” In andere conceptwoningen is de (gemeten)  $q_{v10}$ -waarde 0,3 (Dura Vermeer) en 0,4 (Brabantwoning en Heijmans). De ontwikkelaars werken op dit gebied nog aan verdere verbeteringen. Volgens Theo Smits (Heijmans Vastgoed) is er een zeker optimum bij luchtdicht bouwen: “Bij woningen met plat dak is dat een  $q_{v10}$ -waarde van 0,25. Bij woningen met een schuine kap is dat 0,3 tot 0,35. Deze waarden zijn bereikbaar binnen bestaande concepten, met goede aandacht bij de uitvoering. Iedere timmerman en metselaar die

voor ons werkt, heeft een cursus luchtdicht bouwen gevolgd. Een nog grotere luchtdichtheid zal meer inspanning kosten en naar verhouding minder opleveren.”

### Zonnepanelen

Toepassing van zonnepanelen is kosteneffectief. Dat is al zo voor particulieren in de bestaande bouw. In energieneutrale, seriematige nieuwbouw is toepassing van zonnepanelen welhaast een must. In de meeste concepten worden zonnepanelen dan ook ruimschoots gebruikt. De meeste conceptontwikkelaars installeren 20 tot 30 m<sup>2</sup>, genoeg voor huishoudelijk en gebouwgebonden elektriciteitsverbruik, waarbij verwarming plaatsvindt met een elektrische warmtepomp. De energiebehoefte is daarmee op jaarbasis in balans met de productie van zonnestroom. In de concepten Wenswonen en Huiskerk van Heijmans Vastgoed worden pv-panelen als optie aangeboden. Standaard hebben de woningen een EPC van 0,4. Wanneer de bewoners kiezen voor de optie met zonnepanelen en daar de meerprijs van €5000 voor betalen, wordt de EPC 0,0. Dura Vermeer heeft bovenop de PCS-Hybridevariant een nul-op-de-meteroptie waarbij geen 18 maar 22,5 m<sup>2</sup> pv wordt geïnstalleerd. Trebbe kiest in de woningen met een gasgestookte HR-ketel voor

Project van Heijmans Vastgoed



aanzienlijk meer panelen. Om de kosten voor inkoop van aardgas te compenseren, hebben de woningen een surplus aan zonnepanelen: 60 m<sup>2</sup>. Beide kanten van het zadeldak zijn benut en het dak levert 7.200 kWh per jaar. Daarvan wordt volgens berekening 3.850 kWh geleverd aan het net en dat is voldoende om de energierekening op nul te brengen. De woningen zijn dus niet energetisch, maar wel

kostentechnisch in balans. In de all-electricvariant van hetzelfde concept krijgen de woningen een zonnedak van 48 m<sup>2</sup>. Het is soms een zoektocht om alle panelen goed op het dak te leggen. Zo liggen in het PCS-Hybrideconcept van Dura Vermeer de panelen niet op iedere woning afzonderlijk, maar aaneengesloten over de zonzijde van de daken van alle woningen in een rij, dus over de bouwmuren heen. Met opstalrecht is dat juridisch geregeld. Bij de woningen van de KlaassenGroep ligt de nok van het zadeldak iets excentrisch. De zuidelijke helft van het dak is net iets groter dan de noordelijke helft waardoor er voldoende ruimte is voor het gewenste vermogen. In een project in Uftt bouwt de KlaassenGroep grondgebonden woningen én appartementen. Om ook voor de appartementen voldoende dakvlak beschikbaar te hebben, worden de daken van bergingen van de grondgebonden woningen benut. Ook dat wordt via opstalrecht juridisch geregeld. Dick Boelen (Dura Vermeer) heeft dat in een ander project ook overwogen, maar heeft er uiteindelijk van afgezien, omdat die (lage) daken snel in de schaduw van begroeiing komen. Een ander leerpunt: voorkom slagschaduw als gevolg van dakdoorvoeren voor rioolontluchting en de ventilatieafvoer. In de PCS-Hybridewoningen van Dura Vermeer zijn de doorvoeren aan de buitenzijde plat afgewerkt, zodat er geen schaduw meer ontstaat.



Montage van zonnepanelen bij een project van VolkerWessels

## Ventilatie

Alle ontwikkelaars zijn zich bewust van de noodzaak van actieve ventilatie, 24 uur per dag. In de verschillende woningconcepten worden hiervoor grofweg twee systemen toegepast: systemen met mechanische afvoer en natuurlijke toevoer en systemen voor balansventilatie met warmteterugwinning.

Trebbe en Heijmans Vastgoed kiezen voor een systeem met mechanische afvoer en natuurlijke toevoer, slim gestuurd op basis van CO<sub>2</sub>-detectie en relatieve luchtvochtigheid. Verse lucht komt binnen via zelfregelende roosters boven de ramen. In het Bright House-concept van Heijmans Vastgoed wordt in koude maanden de serre gebruikt als bron om verse ventilatielucht voor te verwarmen. Waarom geen balansventilatie? Theo Smits (Heijmans): “Bij natuurlijke ventilatie komt er koude lucht via een rooster binnen. Dat begrijpen mensen. En daarom wordt het niet als tocht ervaren. Het systeem van balansventilatie begrijpen veel mensen niet.” BAM Woningbouw (W&R), de KlaassenGroep, Dura Vermeer en VolkerWessels kiezen in hun concepten juist wel voor balansventilatie met warmteterugwinning. Onno Dwars: “Het is inefficiënt om eerst de gevel te isoleren en daarna koude buitenlucht via roosters in de gevel of boven ramen binnen te laten komen. Balansventilatie is een bewezen techniek; de bouw heeft echt wel wat innovaties doorgemaakt. In de afgelopen jaren is veel ervaring opgedaan hoe je het moet installeren en hoe de ventilatiekanalen moeten worden aangelegd.”



Project van BAM woningbouw in Soesterberg

Het systeem van Dura Vermeer werkt iets anders dan de andere balansventilatiesystemen. Hier wordt in ieder vertrek ventilatielucht mechanisch afgezogen. De verse lucht wordt aangevoerd via één centraal punt op de overloop van de verdieping en gedistribueerd via openingen onder de deuren. Dick Boelen (Dura Vermeer): “In de eerste generatie woningen van dit concept pasten we ventilatie met natuurlijke toevoer toe en klaagden mensen soms over koude tocht. Het is daarom beter de verse buitenlucht eerst voor te verwarmen, ook al waren we er in eerste instantie niet enthousiast over. Als je het goed aanlegt, levert het wel meer comfort. Dat blijkt nu ook uit de resultaten van de eerste tweehonderd woningen die wij zo hebben gemaakt.”

Renz Pijnenborgh kiest in het concept van de Brabantwoningen voor een variant van mechanische ventilatie. Uit de afgevoerde ventilatielucht wordt warmte teruggewonnen. Deze wordt echter niet teruggegeven aan de verse lucht zoals bij balansventilatie, maar dient als bronwarmte voor een zogenoemde ventilatiewarmtepomp. Verse lucht komt onverwarmd de woning binnen. Om de kans op tocht te verkleinen, past Pijnenborgh een ventilatiegordijnkoof toe waarboven de verse lucht langs het plafond binnenkomt. Opmerkelijk is dat de ventilatie in de Brabantwoning wordt gestuurd op de warmtevraag: als er meer warmte wordt gevraagd, gaat de ventilatie dus harder werken zodat er meer bronwarmte voor de ventilatiewarmtepomp beschikbaar is.

### Verwarming

Voor verwarming is toepassing van een warmtepomp duidelijk favoriet. In alle concepten wordt deze techniek toegepast. Uitzonderingen zijn de concepten Heijmans en de aardgasvariant van het concept van Trebbe. Hier wordt een cv-combiketel gebruikt met convectoren in de vertrekken.

Waar gekozen is voor een warmtepomp kiezen de bedrijven voor uiteenlopende varianten. De KlaassenGroep, W&R-Woningbouw en VolkerWessels passen een lucht-waterwarmtepomp toe voor verwarming en warmtapwater. Buitenlucht wordt gebruikt als bronwarmte. Een dergelijk systeem is overal in Nederland te realiseren, onafhankelijk van lokale factoren zoals bodemgesteldheid. Bovendien vergt dit systeem minder kosten omdat er geen (dure) bron hoeft te worden geboord, zijn deze bouwers van oordeel.

Dura Vermeer kiest in het PCS-Hybrideconcept vanwege de betere energieprestatie wel voor bodemenergie. Het systeem bestaat uit een individuele warmtepomp met een bodemlus die tot 150 meter diepte kan gaan. Er is een tapwaterboiler geïnstalleerd die verwarmd wordt met de warmtepomp. Op de begane grond en de verdieping is vloerverwarming. Dick Boelen: “Het aanleggen van de bodemlus is verbeterd. Er is een nieuwe boortechniek ontwikkeld, waardoor het boren sneller en dus goedkoper is geworden.” Groot voordeel: het systeem gebruikt veel minder energie en in de zomermaanden is passieve koeling mogelijk. Ook de afgiftesystemen in de woningen

zijn verschillend. Meestal is er vloerverwarming, soms gecombineerd met convectoren op de verdieping. Theo Smits (Heijmans): “Vloerverwarming leidt soms tot klachten. Die komen voort uit de traagheid van het systeem. Voor bewoners met een continue warmtevraag is vloerverwarming een prima techniek, bijvoorbeeld ouderen, maar voor andere doelgroepen niet. Soms is vloerverwarming daarom alleen wenselijk in de woonkamer, niet in de slaapvertrekken.” Renz Pijnenborgh (Brabantwoningen) kiest voor wandverwarming in de hele woning. In de badkamer ligt bovendien vloerverwarming. De praktijk in de Brabantwoning leert dat er nauwelijks gebruik wordt gemaakt van de verwarming op de verdieping. In latere uitvoeringen van dit concept (Oss) installeert Pijnenborgh daarom op de verdieping in het geheel geen afgiftesysteem meer. Voor noodgevallen, bijvoorbeeld als een slaapkamer wordt gebruikt als studeerkamer en het buiten extreem koud is, is er mobiel elektrisch stralingspaneel mogelijk. De hoeveelheid zonnepanelen is volgens Pijnenborgh voldoende om het gebruik daarvoor te dekken.

### Warmtapwater

Het is opvallend dat de zonneboiler bij veel ontwikkelaars uit de gratie is geraakt. Nadat dit systeem zo'n 25 jaar in opmars is geweest, lijkt het in de zeer energiezuinige nieuwbouw op z'n retour. Dat heeft te maken met twee factoren. Een zonneboiler vormt een goede combinatie met een cv-ketel. In een woning zonder gasaansluiting vervalt die optie. De tweede factor is de dalende prijs van zonnepanelen en, daaraan gekoppeld, de strijd om het dakvlak. Gijs Takkenkamp (KlaassenGroep): “In de afweging hebben de zonnecollectoren het verloren van pv.” Heijmans Vastgoed zoekt het in een combinatie. In het Bright Houseconcept wordt een AERSpire-dak toegepast: de pv-cellen in het dak worden gekoeld met water. Dit levert ongeveer evenveel elektrische energie als thermische energie. Het is een kostbare oplossing, maar zorgt wel voor efficiënt gebruik van de beperkte ruimte op dak. Het systeem verhoogt bovendien het rendement van de zonnepanelen en het levert warmtapwater op de koop toe. Alleen in het concept van de Brabantwoningen heeft Renz Pijnenborgh gekozen voor een zonnecollector: 5 m<sup>2</sup> per woning en een buffervat van 200 liter voor tapwater en wandverwarming. Het buffervat wordt trouwens niet alleen door de zonnecollectoren gevoed, maar ook door de warmtepomp die deze woning heeft.

Overigens is ook warmteterugwinning uit douchewater vrijwel standaard in alle concepten. Soms gaat het voorverwarmde water direct naar de douche; in het PCS-Hybrideconcept van Dura Vermeer wordt de warmte toegevoegd aan de bronwarmte van de warmtepomp.

## Rendabele investering, voorzichtige markt

In de afgelopen jaren is veel geëxperimenteerd met nieuwe energietechnieken. Er zijn nieuwe technieken ontwikkeld en bestaande zijn verbeterd. In de afgelopen zes, zeven jaar hebben bouwbedrijven nieuwe concepten voor energiezuinige nieuwbouw stap voor stap verbeterd. Het blijkt dat seriematig gebouwde nieuwbouwwoningen energieneutraal kunnen zijn. De ontwikkelde concepten zijn betrouwbaar, betaalbaar en rijp voor de markt. Met de uitgespaarde energierekening is het rendement op de meerkosten beduidend hoger dan de hypotheekrente. De leveranciers van de woningen zijn bovendien bereid om de energieprestatie in een contract te garanderen: niet goed, geld terug. Alle lichten staan op groen. Toch is de markt voor woningen zonder energierekening nog beperkt tot de 'early adopters'. De mainstream van de seriematige nieuwbouw overstijgt nog steeds maar net de wettelijk vereiste energiekwaliteit. Energieneutraal kan, maar zonder extra aanjager breekt het in de particuliere koopmarkt nog niet door.

### Rendabele investering

Bijna alle conceptontwikkelaars leveren hun woningen ook zonder het aanvullende energiepakket. Dan is de woning standaard: conform het Bouwbesluit en de daarin vastgestelde EPC van 0,4 (2015). Dat is natuurlijk een hele prestatie vergeleken met woningen van enige jaren geleden. Een energienota nul-woning gaat een flinke stap verder. Zo'n woning heeft een EPC van ongeveer -0,2. De meerkosten voor de maatregelen die de ontwikkelaars treffen om zover te komen (nog gerekend ten opzichte van een EPC van 0,6 zoals die tot 2015 gold), bedragen gemiddeld ongeveer €16.000. Gerekend met een gemiddelde energierekening van €130 per maand in een standaard woning, komt dat neer op een investeringsrendement van zo'n tien procent per jaar. Daar komt bij dat de kosten van het energiepakket binnen de v.o.n.-prijs van de woning vallen en dus in aanmerking komen voor hypotheekrenteaftrek. Terwijl de uitgespaarde energierekening netto is. Kortom: een zeer aantrekkelijke investering.

### Prestatiecontract

De ontwikkelaars beloven de hoge energieprestatie niet alleen op papier en aan de voorkant van het proces, maar garanderen het ook. Zij leggen het vast in een prestatiecontract, inclusief een bonus-malusafpraak. Vaak maken monitoring en langjarig onderhoud deel uit van het contract. De ontwikkelaars willen natuurlijk wel kunnen vaststellen wat er aan de hand is, als de prestatie niet wordt geleverd. Bovendien willen zij leren van eventuele fouten. De looptijd van de prestatiecontracten varieert van 10 tot zelfs 40 jaar, vaak afhankelijk van wat een opdrachtgever in een specifiek project wenst en van de garanties die ontwikkelaars van hun co-makers en leveranciers krijgen. Voor de afgesproken termijn garandeert de ontwikkelaar dat de energienota aan het eind van ieder jaar op nul uitkomt, dat de

meterstand op nul blijft of dat het gebouwgebonden energiegebruik

per saldo nul is. In de voorbeelden van W&R-Woningbouw krijgt de corporatie na renovatie een gegarandeerd jaarlijks rendement op investering van 5,25%, terwijl de woonlasten voor de huurder 'niet meer dan anders' zijn.

Een lastig onderdeel in al deze contracten is de aansprakelijkheid voor afwijkingen. De leverancier van de woning kan niet instaan voor afwijkend energiegebruik als gevolg van bewonersgedrag. Als de bewoner z'n deur open laat staan, heeft dat weinig te maken met de kwaliteit van de woning. VolkerWessels spreekt beperkt zich in contracten van twee A4-tjes daarom tot 'een aantal gedefinieerde gebruiksregels'. Trebbe noemt 'enkele normen ten aanzien van de standaard klimaatcondities, de bezettingsgraad van de woning, het aantal en de soort huishoudelijke apparaten en enkele gedragsaspecten'. Patrick Peet (Trebbe): "Het prestatiecontract is voor de bewoners in Jip-en-Janneketaal geschreven. De bewoners moeten begrijpen wat er van ze wordt verwacht." Theo Smits (Heijmans Vastgoed) heeft hier kritiek op en waarschuwt voor 'vuistdikke contracten over wat de bewoner allemaal wel moet en niet mag.' Dura Vermeer spreekt af dat de bewoner niets aan de schil van de woning doet. Ook dat is niet altijd probleemloos. Dick Boelen: "Eén bewoner heeft nu al een eigen afzuigkap opgehangen met een doorvoer door de gevel. Dat beperkt de garantie." Voor een volgende stap in de conceptontwikkeling is het belangrijk om te onderzoeken hoe daar in het concept mogelijk op kan worden



geanticipeerd, zegt Boelen.

*Project Trebbe in Maurik*

### Voorzichtige markt

Ook al is de investering rendabel en wil de leverancier zijn prestatie met een langlopend contract garanderen, de markt voor energieneutrale koopwoningen in de seriematige nieuwbouw is nog aarzelend. Waar zit de bottleneck? Grootste hindernis is dat particuliere kopers hun woning in eerste instantie selecteren op basis van de aanschafprijs. Een nul-op-de-

meterwoning, waarvan de koopsom hoger is, komt bij de doelgroep niet eens in beeld, ook al zijn de energielasten nul. Pim Ketelaars (Heijmans Vastgoed): “De techniek beheersen we, maar de vertaalslag naar de klant blijft lastig. Energienota-nulwoningen zijn slechts voor een kleine voorhoede van kopers en huurders interessant: maximaal enkele procenten van de markt. In veruit de meeste projecten zijn concepten als Huismerk en Wenswonen tot een EPC van 0,4 toereikend.” Het verdergaande Bright House-concept blijft voor Heijmans daarom voorlopig op een experimenteel niveau. Gijs Takkenkamp: (KlaassenGroep): “Voor particuliere woningbouw is het concept haalbaar, maar het is afhankelijk hoe men het geld wil inzetten. Het heeft te maken met financiering; de meerkosten worden in een redelijke termijn via de energierekening terugverdiend. Maar veel hangt af van ideologische motieven en de financiële ruimte die kopers zelf hebben of de banken bereid zijn te geven.” BAM Vastgoed heeft onderdelen van het W&R-concept toegepast bij een project in Almere bij 108 passiefwoningen. Willem Otter (W&R-Woningbouw): “Het project is geslaagd, maar daarna is er geen verdere vraag naar dit soort woningen geweest.” Dura Vermeer bouwt in Rijswijk-Buiten woningen volgens het PCS-Hybrideconcept. Hier zijn de meerkosten voor het energiepakket voor de helft buiten de v.o.n.-prijs van de woning gelaten. De installaties zijn eigendom van een Esco die hiervoor is opgericht door Klimaatgarant met groenfinanciering van de Triodos Bank. De bewoners betalen maandelijks €90 tot €95 per maand voor de installaties. Daarvoor krijgen zij ventilatie, verwarming/koeling en warmtapwater, inclusief onderhoud en te zijner tijd vervanging van de installaties. De bewoners kunnen, als ze dat willen, de installatie ook kopen. Tot nu toe hebben enkele bewoners dat gedaan.

Groot struikelblok, tot nu toe, vormde de beperkte ruimte die hypotheekverstrekkers boden. De financiële crisis heeft hen zeer terughoudend gemaakt. Wettelijk was geregeld dat zij €13.500 extra mochten lenen voor energiemaatregelen die zichzelf terugverdienen. Sinds 1 januari 2015 mogen zij voor Nul-op-de-meterwoningen zelfs €25.000 extra lenen. Het moet nog blijken of de markt voor deze woningen hierdoor inderdaad gestimuleerd gaat worden.

Onno Dwars schat de kansen positiever in. VolkerWessels Vastgoed leverde in 2014 circa 150 energienota-nulwoningen op. Een voorbeeld is het project Sterrenberg bij Zeist. In een deelproject van 20 koopwoningen konden bewoners voor €14.500 à 17.000 het optionele energiepakket kopen. Iets meer dan de helft koos voor dit aanvullende pakket. In een ander deel van het project Sterrenberg bouwt deze ontwikkelaar 25 energienota-nulwoningen op risico. Onno Dwars: “In 2014 deden we 150 van deze woningen en dit jaar circa 400. Het begint dus goed te lopen. Een belangrijk argument om voor zo’n woning te kiezen, is de toekomstwaarde; de mogelijkheid om de woning in de toekomst goed te verkopen.”

### Huurmarkt is voorlopig eenvoudiger

De markt voor huurwoningen lijkt voor deze energieconcepten voorlopig eenvoudiger. Corporaties en institutionele beleggers kunnen effectief invulling geven aan het begrip total cost of ownership. Zij kunnen onder gelijkblijvende woonlasten de meerkosten van een woning verrekenen met de huur. Trebbe, VolkerWessels en de KlaassenGroep leveren hun nul-op-de-meterwoningen op dit moment dan ook vooral aan woningcorporaties die de meerkosten inderdaad op die manier terugverdienen.

BAM, Dura Vermeer en VolkerWessels hebben concepten in het kader van de ‘Stroomversnelling’ specifiek voor de sociale-huursector ontwikkeld. W&R-Woningbouw garandeert de corporaties een rendement op investering van 5,25 procent voor de duur van 40 jaar, terwijl de bewoners evenveel blijven betalen. Willem Otter (W&R-Woningbouw): “Bewoners zijn zeer enthousiast. Waar in veel andere renovatieprojecten de bewoners op z’n minst sceptisch zijn en vaak weerstand geven, staan de bewoners hier in de rij om te tekenen. Dat komt onder meer doordat de renovatie er ook echt toe leidt dat de woning ook qua comfort en uitstraling vooruit gaat. Zonder dat de woonlasten omhoog gaan.”

## Concepten

Bedrijf	Dura Vermeer
Concept	PCS-Hybride
Woningtype	Nieuwbouw van geschakelde grondgebonden woningen
Rc-waarde	5 tot 7
Beglazing	Drievoudig glas in de gehele woning
Kierdichtheid (Qv10-waarde)	0,3
Zonnepanelen	19 tot 24 m <sup>2</sup> ; 3.000 tot 3.750 kWh/jaar
Ventilatie	Vraaggestuurde balansventilatie met wtw
Verwarming, koeling en warmtapwater	Wko met bodemlus, individuele warmtepomp
Douchewarmtewisselaar	Ja
EPC	< 0,0
Prestatiegarantie	Gebouwgebonden energiegebruik is nul; gegarandeerd voor 25 jaar
Meerprijs energiepakket	€ 15.000
Bouwtijd	5 maanden
Gerealiseerd volgens dit concept	150 woningen Rijswijk Buiten; 5 Nul-op-de-meter woningen RijswijkBuiten (EPC -0,2, Energiesprong), 350 woningen RijswijkBuiten (in ontwikkeling), 11 woningen NiaNesto Utrecht (EPC -0,2), 53 woningen Startbaan Amstelveen (EPC -0,2 in verkoop)



De Tuinen van Sion, Dura Vermeer

Bedrijf	KlaassenGroep
Concept	Casa Vita
Woningtype	Nieuwbouw van geschakelde grondgebonden woningen
Rc-waarde	> 6,0
Beglazing	Drievoudig glas in de gehele woning
Kierdichtheid (Qv10-waarde)	< 0,4
Zonnepanelen	34 m <sup>2</sup> ; 5.000 kWh/jaar
Ventilatie	Balansventilatie met wtw
Verwarming	Lucht-waterwarmtepomp met vloerverwarming of luchtverwarming naar keuze
Warmtapwater	Warmtepompboiler
Douchewarmtewisselaar	Nee
EPC	- 0,35
Prestatiegarantie	Nul op de meter
Meerprijs energiepakket	€ 20.000
Bouwtijd	3,5 maanden
Gerealiseerd volgens dit concept	7 huurwoningen (één rij) in Nijmegen; in aanbouw: 32 energienotanul-woningen Ulft (20 grondgebonden en 12 appartementen)



NiaNesto woningen in Nijmegen van de KlaassenGroep



<b>Bedrijf</b>	Heijmans Vastgoed en Woningbouw
<b>Concept</b>	Heijmans BrightHouse
<b>Woningtype</b>	Divers
<b>Rc-waarde</b>	Vloer en gevel 4,5; dak 6,0
<b>Beglazing</b>	Drievoudig glas in de gehele woning
<b>Kierdichtheid (Qv10-waarde)</b>	0,3
<b>Zonnepanelen</b>	AERspire-panelen; afhankelijk van de uitvoering 6.000 tot 10.000 kWh/jaar elektrisch en dezelfde hoeveelheid thermisch
<b>Ventilatie</b>	Mechanische ventilatie met intelligent systeem dat kiest waar de verse lucht wordt binnengehaald
<b>Verwarming en warmtapwater</b>	Wko met bodemlus, individuele warmtepomp
<b>Douchewarmtewisselaar</b>	Ja
<b>Overige maatregelen</b>	Serre is warmtebuffer en het dak van de serre is energieopwekkend: half zondoorlatend en half zonwerend. Verder: douchetimer, waterbesparende douchekop, standby-killers, verlichting op bewegingsmelders, LED-lampen, hot-fillaansluitingen, Home Energy Management System
<b>EPC</b>	Circa - 0,7
<b>Prestatiegarantie</b>	Energieleverend
<b>Meerprijs energiepakket</b>	Ntb
<b>Bouwtijd</b>	Ntb
<b>Gerealiseerd volgens dit concept</b>	Proefproject bij TU Eindhoven

<b>Bedrijf</b>	Heijmans Vastgoed en Woningbouw
<b>Concept</b>	Heijmans Huismerk en Heijmans Wenswonen
<b>Woningtype</b>	Nieuwbouwwoningen voor huur- respectievelijk koopsector
<b>Rc-waarde</b>	Vloer 4,0; gevel 4,5; dak 6,0
<b>Beglazing</b>	HR++
<b>Kierdichtheid (Qv10-waarde)</b>	0,4
<b>Zonnepanelen</b>	Afhankelijk van wens opdrachtgever
<b>Ventilatie</b>	Vraaggestuurde mechanische ventilatie op basis van CO <sub>2</sub>
<b>Verwarming</b>	Combiketel (CW4), vloerverwarming in gehele woning
<b>Warmtapwater</b>	Combiketel (CW4)
<b>Douchewarmtewisselaar</b>	Afhankelijk van wens opdrachtgever
<b>EPC</b>	0,4 (basis), 0,0 (met zonnepanelen en douche-wtw)
<b>Prestatiegarantie</b>	Nee
<b>Meerprijs energiepakket</b>	Optioneel circa € 5.000 (pv en douche-wtw) voor EPC 0,0
<b>Bouwtijd</b>	60 dagen
<b>Gerealiseerd volgens dit concept</b>	Circa 400 woningen daaronder projecten in Almere (Green Poort) en Best (Dijkstraten) met EPC 0,0



Heijmans

Bedrijf	Archi Service (Renz Pijnenborgh)
Concept	BrabantWoning
Woningtype	Nieuwbouw van geschakelde grondgebonden sociale huur- woningen
Rc-waarde	Vloer 5,0; gevel 8,0; dak 10,0
Beglazing	Drievoudig glas in de gehele woning
Kierdichtheid (Qv10-waarde)	0,4
Zonnepanelen	24 m2 tussenwoning en 28 m2 kopwoning
Ventilatie	Afvoer mechanische ventilatie met wtw via ventilatiewarmtepomp lucht-water. Natuurlijke toevoer verse lucht via gevelroosters boven gordijnkoof langs plafond. Recirculatie afzuigkap.
Verwarming	Ventilatiewarmtepomp, wandverwarming
Warmtapwater	Zonneboiler 5 m2 collector, 200 ltr buffervat
Douchewarmtewisselaar	Ja
EPC	- 0,29
Prestatiegarantie	Nee
Meerprijs energiepakket	€ 15.000 voor nul op de meter
Bouwtijd	12 maanden
Gerealiseerd volgens dit concept	21 woningen in Boskant en 7 woningen in Sint Oedenrode
Opmerkingen	Het woningconcept gaat uit van een gezond binnenmilieu en integrale duurzaamheid. Energie in de gebruiksfase is daarvan slechts een onderdeel.



Brabantwoningen in Sint Oedenrode

<b>Bedrijf</b>	VolkerWessels
<b>Concept</b>	Energienotanul
<b>Woningtype</b>	Vrijstaande en geschakelde grondgebonden woningen
<b>Rc-waarde</b>	4,5 tot 6,6
<b>Beglazing</b>	Drievoudig glas in de gehele woning
<b>Kierdichtheid (Qv10-waarde)</b>	0,4
<b>Zonnepanelen</b>	Circa 35 m2
<b>Ventilatie</b>	Balansventilatie met wtw en CO2-sturing
<b>Verwarming en warmtapwater</b>	Lucht-waterwarmtepomp
<b>Douchewarmtewisselaar</b>	Optioneel
<b>EPC</b>	-0,2 tot -0,55
<b>Prestatiegarantie</b>	Energienotanul gegarandeerd voor vijftien jaar
<b>Meerprijs energiepakket</b>	€ 14.500 tot € 19.500
<b>Bouwtijd</b>	Vanaf 10 werkdagen
<b>Gerealiseerd volgens dit concept</b>	150 woningen opgeleverd in Oosterbeek, Huis te Heide, Holten, Eijsden, Leeuwarden, Tilburg, Heerenveen en Zwolle



VolkerWessels

Bedrijf	Trebbe
Concept	Basiswonen
Woningtype	Geschakelde grondgebonden nieuwbouwwoningen, 400 m <sup>3</sup>
Rc-waarde	Vloer 5,0; gevel 5,25; dak 5,0
Beglazing	Drievoudig glas in de gehele woning
Kierdichtheid (Qv10-waarde)	0,4
Zonnepanelen	60 m <sup>2</sup> ; 7.200 kWh/jaar
Ventilatie	Mechanische afzuiging gestuurd op RV en CO <sub>2</sub> , zelfregelende roosters
Verwarming	Combiketel (HR107) + LT convectoren
Warmtapwater	Combiketel (HR107)
Douchewarmtewisselaar	Ja
EPC	- 0,49
Prestatiegarantie	Energienotanul gegarandeerd voor tien jaar
Meerprijs energiepakket	€ 21.000
Bouwtijd	12 weken
Gerealiseerd volgens dit concept	5 sociale huurwoningen in de Slaag (Maurik)



Maurik, Trebbe

<b>Bedrijf</b>	W&R-Woningbouw (BAM)
<b>Concept</b>	W&R-renovatie
<b>Woningtype</b>	Renovatie van vrijstaande en geschakelde grondgebonden huurwoningen
<b>Rc-waarde</b>	Vloer, gevel en dak: 5,0
<b>Beglazing</b>	Drievoudig glas in de gehele woning
<b>Kierdichtheid (Qv10-waarde)</b>	<0,3
<b>Zonnepanelen</b>	Volledig dakvlak voor en achter
<b>Ventilatie</b>	Balansventilatie
<b>Verwarming</b>	Lucht-waterwarmtepomp
<b>Prestatiegarantie</b>	Rendement op investering 5,25% bij gelijkblijvende woonlasten, gegarandeerd voor veertig jaar
<b>Meerprijs energiepakket</b>	Afhankelijk van type en omvang
<b>Bouwtijd</b>	10 werkbare dagen
<b>Gerealiseerd volgens dit concept</b>	Renovatie van 6+51 woningen in Heerhugowaard en 109 woningen in Soesterberg



Heerhugowaard BAM



Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland  
Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht  
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht  
T +31 (0) 88 602 90 00  
F +31 (0) 88 602 90 23  
E klantcontact@rvo.nl  
www.rvo.nl/gebouwen

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | mei 2015

Publicatienummer: RVO-059-1501/BR-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert ondernemers bij duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.

Deze brochure is met grote zorgvuldigheid samengesteld. Om de leesbaarheid te bevorderen zijn juridische zinsneden vereenvoudigd weergegeven. Soms betreft het ook delen van of uittreksels van wetteksten. Aan deze brochure en de daarin opgenomen voorbeelden kunnen geen rechten worden ontleend. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland is niet aansprakelijk voor de gevolgen van het gebruik ervan. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.