

Zeer energiezuinige woning ondergewaardeerd in EPN?

ir. D.W.L. Jansen, ir. B.J. de Boer,
ir. L.J. Joosten, ir. J.M. Boonstra

Een recent uitgevoerde studie heeft aangetoond hoe de energiebehoefte van passiefhuizen in de energieprestatienormering (EPN) wordt gewaardeerd en hoe die zich verhoudt tot de berekeningen in het voor passiefhuizen geëigende en in de praktijk gevalideerde programma Passive house planning package (PHPP). Het blijkt dat de EPN-methodiek passiefhuizen niet altijd recht doet.

Passiefhuizen zijn zowel 's zomers als 's winters zeer comfortabele woningen met een extreem lage energiebehoefte. De lage energieverliezen door transmissie, ventilatie en infiltratie beperken het energiegebruik voor ruimteverwarming tot een minimum. Een traditioneel verwarmingssysteem met radiatoren of vloerverwarming is in principe overbodig, omdat kan worden volstaan met lichte naverwarming (en eventueel passieve koeling) van de ventilatielucht uit het wtw-systeem. Het passiefhuisconcept kan bij nieuwbouw en bij renovatie een belangrijke bijdrage leveren aan de nationale en Europese energiebesparingsdoelstellingen in de gebouwde omgeving. Daarbij is het van groot belang dat de rekenmethodiek waarmee de energiebehoefte wordt bepaald, een goede en representatieve voorstelling geeft van het te verwachten energiegebruik.

Al enige tijd zijn er aanwijzingen dat de huidige EPN (energieprestatienormering) niet het optimale gereedschap is om zeer energiezuinige woningen, zoals passiefhuizen, accuraat te waarderen op hun energieprestatie [5, 6]. Eerder onderzoek toonde aan dat het berekende energiegebruik voor ruimteverwarming volgens de EPN-methodiek systematisch lager uitvalt dan andere rekenmethoden, zoals PHPP (Passive house planning package) [7]. Naarmate woningen energiezuiniger worden, worden de rekenmethodieken voor de in- en uitgaande energiestromen steeds kritischer.

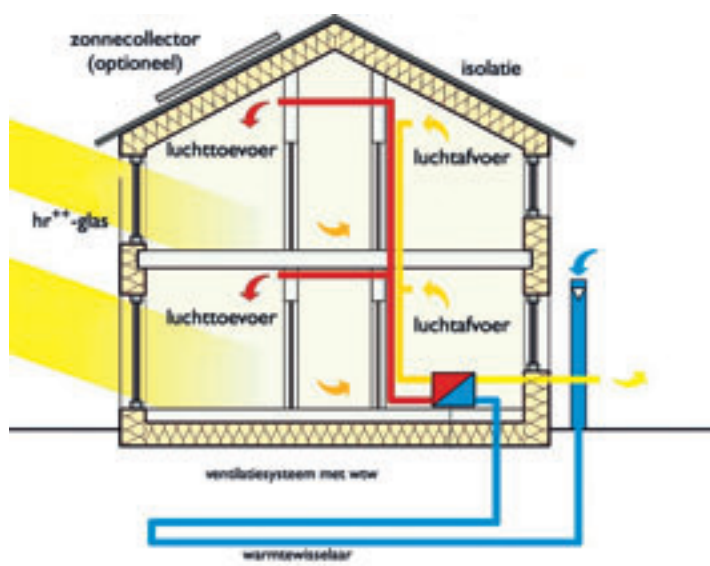
Hoewel de EPN is ontwikkeld als beleidsmaatregel en niet om tijdens een ontwerptraject de energiebehoefte van een gebouw te bepalen, is het wel van belang dat het berekende energiegebruik recht doet aan de praktijk. Om te onderzoeken hoe de energieprestatie van passiefhuizen in de EPN wordt gewaardeerd en hoe dit zich verhoudt tot berekeningen met het programma PHPP, dat is gevalideerd met metingen in meer dan 300 gerealiseerde woningen [8], is de onderhavige studie [3] opgezet.

In het verleden heeft de aanscherping van de EPC vooral geleid tot innovaties en verbeteringen van de installaties in de woningen en in mindere mate tot verbeteringen van de thermische schil. Wanneer de energiebehoefte voor ruimteverwarming een steeds kleiner deel bedraagt van de totale

energiebehoefte, heeft de verbetering van de thermische schil een steeds kleiner effect op het totale energiegebruik. Toch is het om verschillende redenen gewenst energiebesparing door verbeteringen van de gebouwschil tot stand te brengen. Het belangrijkste argument om de bouwkundige kwaliteit in vergelijking met installaties te verbeteren, is het effect op langere termijn. Een kwalitatief goede schil geeft tevens verlenging van de levensduur van de woning, doordat de woning ook in de toekomst kan beantwoorden aan de hogere comforteisen van bewoners.

METHODE

In opdracht van SenterNovem is door ECN, DHV en Trecodome onderzoek verricht naar de waardering van van passiefhuizen volgens EPN en PHPP. Voor verschillende referentiewoningen (met een EPC = 0,8) van SenterNovem (rijwoning, vrijstaande woning en appartementencomplex) [9] zijn met beide methodieken de energiebehoeften bepaald. Hierbij is onderzocht wat de effecten zijn van het toepassen van ver-



1. Schets van een passiefhuis en eigenschappen [8].

schillende maatregelen, die van de referentiewoningen passiefhuizen maken. De maatregelen bestaan onder andere uit verbeterde isolatie van de dichte delen (R_c van 3,0 naar $7,0 \text{ m}^2\text{K/W}$), verbeterde beglazing (U_w van 1,8 naar $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$), lagere infiltratie ($q_{v,i0}$; k_{ar} van 0,625 naar 0,142) en toepassing van balansventilatie met wtw.

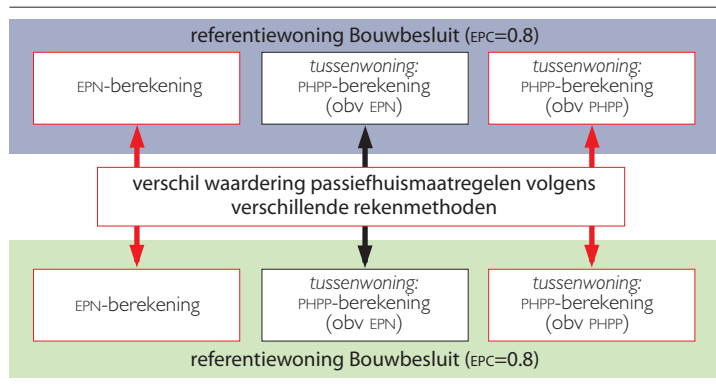
Om de effecten van de passiefhuismaatregelen te onderzoeken zijn de woningen gemodelleerd met de EPN (EPW v2.1) en PHPP (PHPP 2007 EN). De resultaten van de verschillende berekeningsmethoden kunnen verschillen doordat:

- de onderliggende rekenmethode verschilt. De EPN is een eenvoudig te gebruiken rekenmethode waarbij een beperkt aantal invoerparameters moet worden ingegeven. PHPP is een uitgebreidere rekenmethode met meer invoerparameters;
- de standaard uitgangspunten in de rekenmethoden verschillen. In de EPN zijn standaardwaarden aangenomen, vaak conservatief, als representatieve waarden voor een Nederlandse woning. PHPP is in Duitsland ontwikkeld en speciaal afgestemd op energiezuinige woningen. Deze verschillende achtergronden zorgen voor afwijkende uitgangspunten, zoals de in rekening gebrachte interne warmtelast. Bij beide berekeningsmethoden zijn wel dezelfde klimaatgegevens gebruikt;
- de invoerparameters verschillen. De woningen moeten op verschillende wijzen worden gemodelleerd. Bij de EPN wordt bijvoorbeeld gebruikgemaakt van de binnenafmetingen, terwijl bij PHPP de buitenafmetingen worden gebruikt.

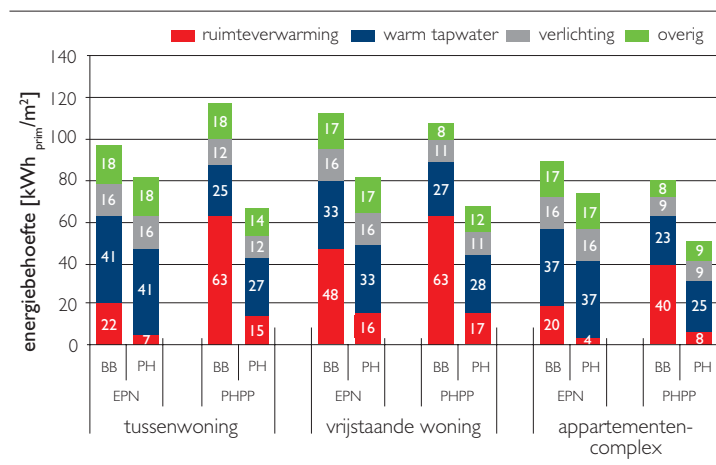
De verschillen tussen beide rekenmethoden zijn onderzocht door rekenmodellen te vergelijken van de referentietussenwoning (volgens eisen van het Bouwbesluit $EPC \leq 0,8$) met de referentiewoning uitgevoerd als passiefhuis. Daarnaast is de invloed van de verschillende uitgangspunten in de beide rekenmethoden onderzocht door modellering van de woningen in PHPP, op basis van de EPN-uitgangspunten en volgens PHPP. Ten slotte is met de referentietussenwoning ook de waardering van de separate passiefhuismaatregelen onderzocht.

EPN- EN PHPP-BEOORDELING

Om de vergelijking goed uit te kunnen voeren zijn de berekende energiebehoeften voor ruimteverwarming, warm tapwater, verlichting en overig gebouwgebonden energie genormeerd aan het gebruiksoppervlak van de referentie tussenwoning, vrijstaande woning en het appartementencomplex. Door de vergelijking tussen de energiebehoefte van



2. De opzet van het onderzoek.



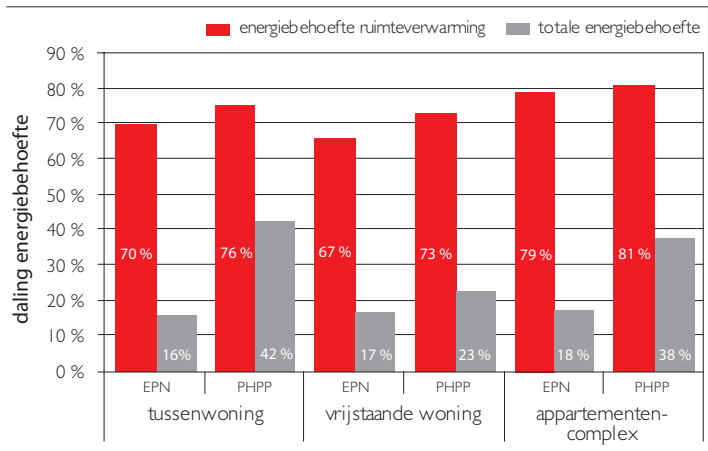
Tabel 1. Berekende primaire energievraag voor de referentiewoningen die voldoen aan de huidige eisen van het Bouwbesluit (BB) en de referentiewoningen uitgevoerd als passiefhuis (PH).

woningen die voldoen aan het Bouwbesluit (BB), en woningen die zijn uitgevoerd als passiefhuis (PH), wordt de berekende potentiële besparing zichtbaar.

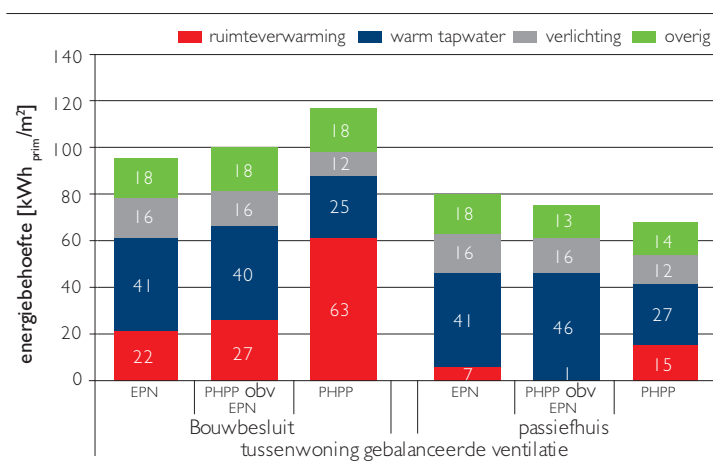
Uit de resultaten (tabel 1) blijkt dat de energiebehoefte voor ruimteverwarming door de toepassing van passiefhuismaatregelen aanzienlijk daalt in alle modellen. Zichtbaar is ook dat de meeste andere energieposten weinig veranderen. Door de verlaging van de energiebehoefte voor ruimteverwarming neemt het energiegebruik voor tapwater bij de berekening iets toe. Dit komt doordat bij een lagere warmtevraag het systeemrendement voor warmtapwaterbereiding daalt. De verlaging van het gebouwgebonden energiegebruik in PHPP wordt veroorzaakt doordat lagere energiebehoefte voor ruimteverwarming ook een verlaging van de hulpenergie tot gevolg heeft, onder andere doordat pompen minder vermogen hebben en minder draaien. Bij de EPN-berekening worden dergelijke effecten niet in rekening gebracht doordat er met vaste (forfaitaire) waarden wordt gerekend.

VERHOUDING RUIMTEVERWARMING EN TOTALE ENERGIEBEHOEFTE

Hoewel de energiebehoefte voor ruimteverwarming bij zowel EPN als PHPP met 67 tot 81 procent daalt door de toepassing van passiefhuismaatregelen, is de daling van de totale energiebehoefte in de EPN aanzienlijk minder (tabel 1).



Tabel 2. Verhouding verandering energiebehoefte voor ruimteverwarming en de totale energiebehoefte.



Tabel 3. Berekende primaire energievraag van de tussenwoning (met balansventilatie) in EPN en PHPP door aanpassing van de uitgangspunten in PHPP. Links is de BB-woning, rechts de PH-variant. Tussen de EPN-berekening en de PHPP-berekening in, is de kolom met de berekening met PHPP volgens EPN-instellingen geplaatst.

Doordat de energiebehoefte voor ruimteverwarming slechts een deel is van de totale energiebehoefte daalt de totale energiebehoefte in mindere mate. Wanneer de veranderingen in de EPN- en de PHPP-berekening worden vergeleken, is zichtbaar dat het effect op de totale energiebehoefte bij de EPN-berekening kleiner is (tabel 2). Vooral bij de tussenwoning en het appartementencomplex is de daling van de totale energiebehoefte bij de EPN aanzienlijk lager dan bij PHPP.

VERSCHILLENDE UITGANGSPUNTEN

Door de uitgangspunten (standaardinstellingen) van EPN en PHPP te variëren, is onderzocht welke factoren de verschillen tussen de programma's veroorzaken.

AANPASSING VAN DE UITGANGSPUNTEN

Met behulp van de referentietussenwoning (met gebalanceerde ventilatie) is onderzocht in welke mate de gevonden verschillen in berekende energiebehoefte worden veroorzaakt door de verschillende uitgangspunten in de berekeningen. Doordat een aantal uitgangspunten van de EPN, zoals vastgelegd in NEN 5128, in de rekensoftware niet is aan te

passen, zijn de uitgangspunten van de PHPP aangepast op basis van de EPN-uitgangspunten. De verschillen tussen EPN en PHPP voor de BB-woning (tabel 3) worden aanzienlijk kleiner, wanneer de uitgangspunten met elkaar in overeenstemming worden gebracht. De verschillen worden dus niet bepaald door de berekeningsmethode, maar vooral door de gebruikte uitgangspunten.

Opvallend is dat bij een passiefhuis de warmtebehoefte voor ruimteverwarming in de PHPP-berekening volgens de EPN-uitgangspunten bijna nihil is (slechts 0,6 kWh/m²). Hoewel de energiebehoefte bij een passiefhuis zeer laag is, is dit een onrealistisch lage uitkomst.

EFFECTEN AFZONDERLIJKE UITGANGSPUNTEN

Uit de studie blijkt dat vooral de energiebehoefte voor ruimteverwarming door EPN en PHPP, zowel bij de BB- als de PH-variant, verschillend wordt gewaardeerd. Om de oorzaken van deze verschillen te onderzoeken zijn de separate effecten van de passiefhuismaatregelen op de energiebehoefte voor ruimteverwarming onderzocht. Uitgangspunt voor de berekeningen zijn telkens de PHPP-rekenmodellen voor de tussenwoningen waarbij de EPN-uitgangspunten zijn overgenomen (kolom 2 en 4 in tabel 3).

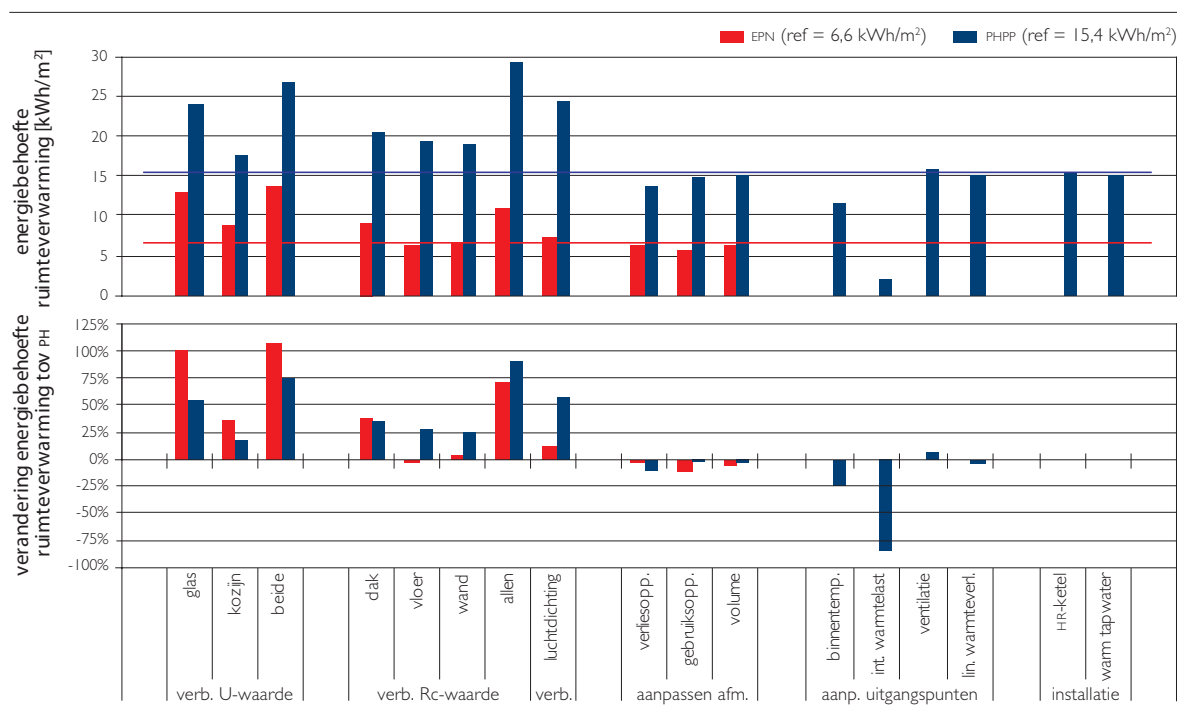
Om het effect van de afzonderlijke passiefhuismaatregelen te onderzoeken, is in het passiefhuisconcept steeds één maatregel 'gereduceerd' tot het niveau van de BB-situatie. Doordat een aantal invoerparameters van de EPN-berekening niet is aan te passen, is niet altijd een vergelijking mogelijk tussen de effecten in EPN en PHPP.

Behalve de passiefhuismaatregelen zijn ook de verschillende uitgangspunten volgens EPN en PHPP gevarieerd. Uit de resultaten blijkt dat vooral de aanpassing van de interne warmte-last en de binnentemperatuur veel effect hebben op de energiebehoefte van de woning (tabel 4).

Ook blijkt dat de verandering van de absolute waarde van het energiegebruik volgens de EPN-berekening aanzienlijk lager is dan volgens de PHPP-berekening. Dit effect kan worden verklaard doordat de energiebehoefte voor ruimteverwarming bij de PH-tussenwoning volgens de PHPP-berekening aanzienlijk hoger is dan in de EPN-berekening (15,4 ten opzichte van 6,6 kWh/m²). Verder blijkt dat de relatieve verandering van de energiebehoefte voor ruimteverwarming sterk varieert per maatregel. De modellen laten geen tegenovergestelde effecten zien van de maatregelen.

De verschillen in de waardering voor passiefhuismaatregelen in de EPN in vergelijking tot PHPP, hebben vooral hun oorzaak in:

- waardering van verbeterde isolatiewaarde. De verbetering



Tabel 4. De effecten van de verschillende passiefhuismaatregelen en de verschillende uitgangspunten op de energiebehoefte voor ruimteverwarming. Het referentie energiegebruik volgens EPN (6,6 kWh/m²) en PHPP (15,4 kWh/m²) is als rode respectievelijk blauwe lijn weergegeven.

van de U-waarden van het glas heeft in absolute zin meer effect bij de PHPP-berekening. Relatief gezien is het effect bij de EPN echter groter. De gevolgen van verandering van de Rc-waarden is bij PHPP aanzienlijk groter dan bij EPN. Uitzondering hierop is het effect van het verbeteren van de warmteweerstand van het dak. Het effect hiervan is bij de EPN-berekening groter;

- waardering van verbeterde luchtdichtheid. In de EPN-berekening is, afhankelijk van het gekozen ventilatiesysteem, slechts een gelimiteerde luchtdichtheid mogelijk. Deze begrensd waarde is ingevoerd om foutieve invoer en misbruik te voorkomen. Bij passiefhuizen moet de luchtdichtheid met een blowerdoortest worden aangetoond, waardoor het in rekening brengen van de bij passiefhuizen geldende hoge luchtdichtheid is geoorloofd;
- waardering van hulpenergie bij afname van de warmtebehoefte. In de EPN wordt bijvoorbeeld een vaste waarde voor pompenergie in rekening gebracht, bij de PHPP varieert de waarde afhankelijk van de warmtevraag.

Zoals aangegeven zorgen de verschillende uitgangspunten voor PHPP en EPN die in de modellen worden toegepast, voor afwijkende resultaten. Vooral de volgende uitgangspunten hebben hierop invloed:

- aanname van de interne warmtebelast (6,0 W/m² in EPN versus 2,1 W/m² standaardaanname bij PHPP). Behalve de verschillen in absolute waarden, verschillen ook de wijze van bepaling van de efficiëntie in beide berekeningen aanzienlijk;
- aanname voor de binnentemperatuur (T_i = 18 °C bij EPN of 20 °C in PHPP). Bij zeer goed geïsoleerde woningen zal de temperatuur tijdens het stookseizoen gedurende de nacht nauwelijks dalen en zijn de temperatuurverschillen tussen de vertrekken aanzienlijk kleiner. Uit praktijkstudies blijkt dat de gemiddelde binnentemperatuur in de loop van de jaren aanzienlijk is gestegen. De gemiddelde woningtemperatuur in woningen uit 1957 bedraagt 17,6 °C, terwijl bij woningen uit 1992 de gemiddelde woningtemperatuur al 19,5 °C bedroeg [9]. Uit onderzoek in Nederland onder circa 80 representatieve woningen is gebleken dat de gemiddelde binnentemperatuur 19,9 °C bedraagt [10]. Onderzoek in Duitsland, Oostenrijk, Zwitserland, Frankrijk en Zweden bij meer dan 100 passiefhuizen heeft uitgewezen dat de gemiddelde binnentemperatuur gedurende het stookseizoen 21,4 °C bedraagt. Het effect van nachtverlaging was in de metingen nauwelijks zichtbaar [11]. Rekenen met een te lage gemiddelde temperatuur geeft een onderschatting van het energiegebruik voor ruimteverwarming.



Opvallend is dat het weglaten van één passiefhuismaatregel (en uitvoeren op BB-niveau) kan leiden tot een verdubbeling van de energiebehoefte voor ruimteverwarming. Dit onderstreept het belang van het integraal toepassen van passiefhuismaatregelen.

CONCLUSIES

Uit deze vergelijkingsstudie blijkt dat de berekende energiebesparingen door toepassing van passiefhuismaatregelen in de referentiewoningen bij de EPN-berekeningen beduidend lager uitvallen dan volgens PHPP. De effecten van passiefhuismaatregelen op de energiebehoefte voor ruimteverwarming zijn bij de PHPP groter, doordat het aandeel van deze energiepost in de totale energiebehoefte (ook bij de referentiesituatie) veel groter is. De berekende energiebehoefte voor ruimteverwarming kan, afhankelijk van het bouwtype, bij de EPN-berekening bijna driemaal kleiner zijn dan bij PHPP. Bij de twee typen tussenwoningen (balansventilatie en zelfregelende roosters) kan op het totale gebouwgebonden energiegebruik volgens EPN circa 16 respectievelijk 35 procent worden bespaard, terwijl dit volgens PHPP 42 respectievelijk 48 procent bedraagt.

Bij de vrijstaande woning is het berekende energiegebruik voor de BB-variant in beide rekenmethoden vrijwel gelijk. De toepassing van passiefhuismaatregelen geeft hier echter volgens EPN een besparing van totaal 28 procent, terwijl de besparing volgens PHPP 38 procent bedraagt.

Uit de berekeningen is gebleken dat de verschillen tussen beide berekeningsmethodieken aanzienlijk kleiner worden, wanneer de uitgangspunten en standaardwaarden beter met elkaar in overeenstemming worden gebracht. Wanneer de uitgangspunten uit de EPN-berekeningsmethodiek in de PHPP-berekeningen van de tussenwoning worden gebruikt, zijn de resultaten tussen de PHPP- en de EPN-berekening goed vergelijkbaar. Vooral de hoge interne warmtelast in EPN zorgt voor een beduidend lagere energiebehoefte voor ruimteverwarming. Daarnaast heeft ook de lagere binnentemperatuur bij EPN veel effect op de energieverliezen en de mate waarin passiefhuismaatregelen worden gewaardeerd.

Door de relatief beperkte energiebehoefte voor ruimteverwarming bij de EPN-referentiesituatie ($EPC = 0,8$) hebben maatregelen gericht op reductie van de energiebehoefte voor ruimteverwarming in de EPN minder effect op de totale energieprestatie dan bij PHPP.

De daling van de EPC door toepassing van de passiefhuismaatregelen is met circa 16 – 35 procent duidelijk minder groot dan de 38 – 48 procent daling volgens het, met me-

tingen in de (buitenlandse) praktijk gevalideerde, rekenprogramma PHPP.

De resultaten van deze studie zijn gepresenteerd en ingebracht bij de EPG-commissie als reactie op de huidige conceptversie. De EPG vervangt op termijn de energieprestatie-methodieken voor bestaande en nieuwbouw gebouwen, zowel voor woningen als utiliteitsbouw (NEN 7120 [12]). De resultaten worden mogelijk gebruikt om de huidige uitgangspunten uit de EPN, zoals de interne warmtelast en de te hanteren binnentemperatuur, te herzien.

Bronnen

1. NEN 5028:2004/A1:2008, *Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen - Bepalingsmethode*, NNI, 2008.
2. Feist, W., *Passive House Planning Package 2007*, PHI, 2007.
3. Boer B.J. de, Kondratenko I., Jansen D.W.L., Joosten L.J., Boonstra J.M., *Passiefhuis en EPN - Onderzoek naar de waardering van passiefhuizen volgens EPN en PHPP*, SenterNovem, 2009.
4. Jansen D.W.L., Cloquet R.M., Joosten L.J., *Uitwerkingsinstructie Toolkitconcepten Passiefhuis*, SBR, 2009.
5. Hameetman P., *Toolkit duurzame woningbouw voor ontwikkelaars, gemeenten en ontwerpers*, Aeneas, 2006.
6. Vreenegeer R.P.C., Hensen J.L.M., Vries B. de, *Beoordeling energieprestatie tools*, TWI, 2008.
7. Lagae A., Franke E., *Wordt passiefhuistechnologie in Nederland via de EPN-methodiek gestimuleerd?*, 2006.
8. Feist W., *Passive House Institute*, www.passiv.de.
9. Slot B.J.M., Berben J.J.L., *Ruimtetemperatuur in woningen*, Novem, 2000.
10. Gids W.F., Op 't Veld P.J.M., *Onderzoek naar ventilatie in relatie tot gezondheidsaspecten en energiegebruik voor een representatieve steekproef van het woningbestand*, TNO, 2004.
11. Schnieders J., *Cepheus - measurement results from more than 100 dwelling units in passive houses*, ECEE, 2003.
12. NEN 7120:2009 ontwerp, *Energieprestatie van gebouwen - bepalingmethode*, NNI, 2009.

Auteurs

ir. D.W.L. Jansen (DHV), ir. B.J. de Boer (ECN), ir. L.J. Joosten (DHV), ir. J.M. Boonstra (Trecodome).

