

Passiefhuizen vragen eigen installatie-ontwerp (3)

Met de gewijzigde inzichten en bouweisen is de positie van de installatietechniek in het bouwproces grondig gewijzigd. Vooral bij het ontwerp van passiefhuizen blijkt het niet altijd even gemakkelijk om de installatietechniek een juiste plaats te geven in de veranderde (bouwkundige) context. De nadruk moet liggen op een goede ventilatietechniek en het voorkomen van verhitting.

Tekst: ir. Jan de Wit, lector duurzame energievoorziening Saxion Hogeschool.

Fotografie: Industrie



Een te krap uitgelegde ventilatie-installatie leidt ofwel tot meer geluid dan toegestaan, ofwel tot een te laag ventilatie-debiet.

Bij het ontwerp van installaties moeten nauwkeurige berekeningen ervoor zorgen dat het uiteindelijke systeem functioneel en energiezuinig is. Zo zorgt overcapaciteit van een systeem voor nutteloos hogere investeringen en zal de installatie niet het maximale rendement halen.

Energie-efficiëntie is slechts één aspect waarmee ontwerpers rekening houden, helaas verdwijnt dit in de praktijk nogal eens naar de achtergrond. Veel adviseurs en ingenieursbureaus zijn gericht op de realisatie van een goed werkende technische installatie en minder op energie-efficiëntie. Daarom is het – zeker bij grotere projecten – raadzaam om een ingenieursbureau, gespecialiseerd in duurzame en energiezuinige technieken, in het bouwteam op te nemen.

Bij de aanleg van en uitvoering aan de installaties zijn controles en metingen nodig. Er wordt in de bestekteksten opgenomen dat de volgende testen moeten worden uitgevoerd:

- Controle van de schilisolatie, zowel de open als gesloten geveldelen, vloer en dak.
- Controle van plaatsing van isolatie rond verwarmings- en ventilatiebuizen.
- Luchtdichte afwerking van aansluitingen en kieren (blowerdoortest).
- Specifieke uitvoeringsaspecten voor passieve technieken, zoals de regeling van de zonwering.
- Correcte inregeling van de ventilatie-installatie (vooral in- en uitstroomopeningen).
- Correcte regeling van de verwarmingsinstallatie.
- Metingen van de lichtintensiteit.

Grote verschillen

De opsomming geeft aan hoe de verschillende componenten van de bouw van passiefhuizen op elkaar inwerken: een niet goed geïsoleerde schil zal doorwerken in een hogere warmtevraag dan berekend. Een op zich goed ontworpen en ingeregelde installatie kan nu niet aan de warmtevraag voldoen.

Een te krap uitgelegde ventilatie-installatie leidt ofwel tot meer geluid dan toegestaan, ofwel tot een te laag ventilatie-debiet. Bovendien kan een te lage verwarmingscapaciteit het gevolg zijn als ventilatie en verwarming gecombineerd zijn. Het ontbreken van zonwering zal tot onacceptabele temperatuuroverschrijdingen leiden als in het ontwerp geen (mechanische) koeling is opgenomen.

Duidelijk moet zijn wanneer de test moet plaatsvinden: tijdens de installatie, vlak erna, of bij de voorlopige of definitieve oplevering. Er moet ook duidelijkheid zijn over de te verwachte resultaten en eventuele sancties bij slechte uitvoering.

Bewoners van passiefhuizen, vooral in bestaande woningen die tot passiefhuisniveau worden gerenoveerd, moeten vaak wennen aan een ander gebruikersgedrag. Onderzoek naar de jaarlijkse energiegebruiken van dezelfde type woningen, maar met verschillende bewoners, toont aan dat daar veel verschil in kan zitten. De invloed van de bewoner op het energiegebruik blijkt enorm. Deze invloed wordt bij zeer zuinige woningen, zoals passiefwoningen, nog groter omdat het gebruiksgebonden energiegebruik (apparaten) veel groter is dan het gebouwgebonden energiegebruik. In oudere huizen werd het grootste aandeel energie door de cv-installatie gebruikt. In een passiefhuis is dit warmteverbruik slechts 15 kWh/m²/a, terwijl het totale primaire energiegebruik 120 kWh/m²/a mag zijn.

Dynamiek van de verwarmingsinstallatie

Wanneer in een woning gebruik wordt gemaakt van vloerverwarming moet rekening worden gehouden met de traagheid van het systeem. Door de goede isolatie in passiefhuizen gaat de warmte echter niet snel verloren. Daarom moet in passiefhuizen de temperatuur zoveel mogelijk constant worden gehouden; dit kost minder energie.

Bewoners van passiefhuizen moeten wennen aan het

aspect	maximale waarde
isolatie dichte geveldelen	minimaal $R^c > 6,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor geveldelen, $R^c = 10 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor vloeren en daken
koudebrugvrij bouwen	$\lambda < 0,01 \text{ W/(m.K)}$
zeer goede luchtdichting	$N_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$; $q_{v,10,\text{kar}} = 0,15 \text{ dm}^3/\text{s/m}^2$
U-waarde ramen en deuren (beglazing inclusief kozijn)	$U < 0,8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
ventilatie	Gebalanceerde ventilatie met hr-wtw
tapwater	zonneboiler

Tabel 1. Minimumeisen passiefhuis.

idee de verwarming 's avonds en 's nachts niet lager te zetten als de ochtendtemperatuur hetzelfde moet zijn als de avondtemperatuur.

Een slimme regeling, gekoppeld aan de zon- en weersverwachting, kan in de loop van de dag voorspellen op welk moment de verwarming aan moet om bijvoorbeeld om 18.00 uur weer een temperatuur van 21 °C te bereiken. Deze regelstrategie is wat meer geschikt voor mensen die overdag niet aanwezig zijn, en is uiteraard zuiniger dan de eerste regelstrategie. Een geïntegreerd ventilatie- en verwarmingssysteem vereist geen regelstrategie vanwege de snelle respons van luchtverwarmingssystemen.

BEWONERS MOETEN EEN ANDER GEBRUIKERSGEDRAG AANLEREN

Het ventilatiesysteem

Ook voor het ventilatiesysteem is een ander gedrag gewenst. Oudere woningen kunnen goed geventileerd worden door ramen (deels) open te zetten. In een passiefhuis zijn ventilatieverliezen door geopende ramen vele malen hoger dan de transmissieverliezen. Daarom is het ook van belang dat het ventilatiesysteem in passiefhuizen extra belastingen goed aan kan, bijvoorbeeld door CO₂-sturing.

Uiteraard zijn er grenzen aan de ventilatiecapaciteit. Het systeem kan aangeven dat de vereiste luchtkwaliteit niet kan worden behaald bij maximaal debiet. Het zal dan aanraden ramen te openen. De bewoners moeten er dus aan wennen dat het ventilatiesysteem het werk doet.

Ventilatiesystemen vervuilen, wat de werking en de gezondheid van het binnenmilieu vermindert. Onderhoud en reiniging zijn dus essentieel. Ook moet

Jan de Wit, senior scientist TNO en lector duurzame energievoorziening Saxion University of Applied Sciences zet in een driedelige serie voor opdrachtgevers, bouw- en installatiebedrijven, architecten en bouwadviseurs de do's en don'ts op een rijtje. Deel 1 en 2 uit deze serie verschenen in VV+ mei en juni.

functie	aandrijfenergie/ hulpenergie	energiebron	opweksysteem	(overdragend) medium	afgiftesysteem
ventilatie	elektriciteit	binnenlucht/ buitenlucht	gebalanceerde ventilatie met wtw (bypass)	lucht	luchtbuizen
voorkomen oververhitting	elektriciteit	buitenlucht (eventueel via bo- demhuis)	gebalanceerde ventilatie met wtw (bypass)	lucht	luchtbuizen
	(elektriciteit)	-	zonwering	straling	
	elektriciteit	bodemkoude	bodemwisselaar	water	vloerverwarming
	elektriciteit	lucht in woning	pv-gedreven airco	koudemiddel	luchtbuizen
	zonnestraling	lucht in woning	adsorptie-airco	koudemiddel	luchtbuizen
verwarming	elektriciteit	aardgas	cv-ketel	water	radiatoren/ vloerverwarming
	(elektriciteit)	sv-warmte	afleverset	water	radiatoren/ vloerverwarming
	elektriciteit	bodem/grondwater/ lucht	warmtepomp	water/lucht	vloerverwarming
	elektriciteit	zonnestraling	zonneboiler	water (voorraadvat)	vloerverwarming
warm tapwater	elektriciteit	aardgas	cv-combiketel	water	tapwater
		sv-warmte	afleverset/TGA	water	tapwater
	elektriciteit	bodem/grondwater/ lucht	combi-warmte- pomp	water	tapwater
	elektriciteit	zonnestraling	zonneboiler	water(voorraadvat)	tapwater
		afgewerkt douche- water	douche-wtw	water	tapwater
elektriciteit		zonlicht	pv-panelen	elektriciteit	elektriciteit

Tabel 2. De voorkeursvarianten voor installaties voor passiefhuizen. Groen heeft preferentie of is zelfs voorgeschreven. Geel heeft een iets minder sterke voorkeur. Stadsverwarming kan interessant zijn als er al een sv-aansluiting is, mits de sv-warmte volledig duurzaam is.

goed worden opgelet of de wtw voldoende snel overgaat op bypass om oververhitting te voorkomen.

Het in de hand houden van de interne warmtelast door het zuinig gebruik van zuinige apparaten is belangrijk. Zo heeft de aanschaf van een A++-koelkast niet alleen invloed op de energierekening, maar beschermt het in de zomer ook het binnenklimaat. Hetzelfde geldt voor energiezuinige verlichting. Dit geldt uiteraard ook voor de inzet van de zonwering, die het liefst automatisch moet zijn. Van belang is tevens dat de bewoner leert optimaal gebruik te maken van nachtventilatie.

Verlichting

De verlichting van een passiefhuis heeft een relatief grote invloed op het energiegebruik. Door te kiezen voor energiezuinige verlichtingssystemen kan veel energie worden bespaard. Armaturen die het opgewekte licht doelgericht verspreiden (bijvoorbeeld met reflectoren) zorgen ervoor dat minder sterke lampen toch voor voldoende licht zorgen. Automatische sturingen, zoals aanwezigheidsdetectie en daglicht-

dimmers, zorgen ervoor dat de lampen niet meer of langer branden dan nodig.

Efficiënte lampen zorgen niet alleen voor meer licht met zelfde energie-input, maar verminderen tevens de warmteafgifte. Dat vermindert dan weer de vraag naar koeling en verhoogt dus ook het comfortniveau. Daarom moeten bewoners vooral in de zomer voorkomen dat verlichting onnodig aan staat.

Installatievarianten

In passiefhuizen zijn zeer veel installatievarianten mogelijk. In feite is alleen de gebalanceerde ventilatie en de zonneboiler voorgeschreven. Het doel van de installaties is, om binnen de bouwkundige eisen, de primaire energievraag voor ruimteverwarming tot 120 kWh/m²/a te beperken.

Merk op dat dit laatste getal niet alleen wordt bepaald door de (vaste) klimaatinstallaties, maar ook door apparatuur die de bewoners aanschaffen en het bewonersgedrag.

Tabel 2 geeft een aantal mogelijke installaties weer. Merk op

project (nieuw- bouw)	soort	gebruiks- oppervlak (m²) rij-/eindwoning	isolatie ge- sloten gevel/ dak/vloer (rc-waarde)	isolatie- vensters	installatie- ventilatie	installatie- ruimte- verwarming	installatie- tapwater	warmte- verbruik rij-/ hoek (kWh/ m²/a volgens PHPP)	EPC- waarde
Passiefhof te Deest	grondgebon- den eengezins- woning 2 lagen	83/83	8/10/8	passiefkozijn hr+++ U-waarde 0,65	gebalan- ceerde ventilatie met wtw	hr gasgestook- te luchtverwar- ming	zonne- boiler en hr-ketel	10/15	0,5
Kroeven Roosen- daal	grondgebon- den eengezins- woning 2 lagen + zolder	133/133	9,5/10/10	passiefkozijn hr+++ U-waarde 0,65	gebalan- ceerde ventilatie met wtw	hr gasgestook- te luchtverwar- ming	zonne- boiler en hr-ketel	11/15	0,55
Columbus- kwartier Almere	grondgebon- den eengezins- woning 2 lagen + zolder	92/138	7,5/8,5/6,5	passiefkozijn hr+++ U-waarde 0,65	gebalan- ceerde ventilatie met wtw	hr gasgestook- te luchtverwar- ming	zonne- boiler en hr-ketel	21/30	0,31
Het Nieuwe Gijmink Goor	grondgebon- den eengezins- woning 2 lagen + zolder	129/129	8/10/8	passiefkozijn hr+++ U-waarde 0,65	gebalan- ceerde ventilatie met wtw	hr gasgestook- te luchtverwar- ming	zonne- boiler en hr-ketel	10/15	0,29/ 0,35
Groen Velve- Lindenhof Enschede	grondgebon- den eengezins- woning 2 lagen + zolder	122/122	10/10/10	passiefkozijn hr+++ U-waarde 0,65	gebalan- ceerde ventilatie met wtw	hr gasgestook- te vloerver- warming (bg)/ lt-radiatoren (verdieping)	zonne- boiler en hr-ketel	10/15	0,29/ 0,35
project (renovatie)									
Kroeven Roosen- daal	grondgebon- den eengezins- woning 2 lagen + zolder	96,5	8,5/9/5	passiefkozijn hr+++ U-waarde 0,65	gebalan- ceerde ventilatie met wtw	hr gasgestookt met radiatoren	zonne- boiler en hr-ketel	25	n.b.
Sleephel- ling Rot- terdam	appartementen	162,4/103,9	7/5,2/9	passiefkozijn hr+++ U-waarde 0,65 / hr++ U- waarde 1,2	gebalan- ceerde ventilatie met wtw	hr gasgestook- te luchtverwar- ming	zonne- boiler en hr-ketel	21/27	n.b.

Tabel 3. Overzicht volgens de EPC mogelijke systemen van installaties voor passiefhuizen.

VRIJWEL ALTIJD WERD VOOR AARDGAS ALS BRON GEKOZEN

dat voor vrijwel elke installatiecomponent elektriciteit nodig is. Gecombineerd met het feit dat passiefhuizen weinig thermisch energiegebruik vertonen, ligt een 'al electric'-energieinvulling voor de hand. Als het passiefhuis niet te ongunstig ligt, dan is het mogelijk om alle elektrische energie via het dak met pv-panelen op te wekken.

Op dit moment wordt nog vaak van aardgas gebruikgemaakt om de investeringskosten van passiefhuizen laag te houden. Het is echter aantoonbaar dat deze variant niet de laagste exploitatiekosten leidt over een periode van dertig jaar.

Voorbeelden Nederland

Tabel 3 geeft een aantal recente Nederlandse passiefhuisprojecten weer, zowel nieuwbouw als renovatiebouw. Het valt

op dat vrijwel altijd werd gekozen voor luchtverwarming met aardgas als energiebron. Dit is uit oogpunt van investeringskosten, maandelijkse energiekosten voor de bewoner zeer goed verklaarbaar. Echter, volledige energieneutraliteit is op termijn minder makkelijk bereikbaar dan 'all electric' als de duurzaamheid van de publieke elektriciteitsopwekking toeneemt.

Wat verder opvalt aan deze tabel is dat er nog veel keuzevrijheid bestaat: alleen de gebalanceerde ventilatie met wtw en een zonneboiler zijn voorgeschreven. De installatiemogelijkheden worden echter niet alleen bepaald door het woningontwerp en de gestelde eisen, maar ook door de aanwezige infrastructuur en de voorkeuren van de bewoners. Zo zijn aardgastoestellen alleen mogelijk als er een aardgas-



Door de goede isolatie in passiefhuizen gaat de warmte niet snel verloren. Daarom moet in dit soort huizen de temperatuur zoveel mogelijk constant worden gehouden; dit kost minder energie.

aansluiting is. Hetzelfde geldt voor stadsverwarming. Sommige mensen prefereren aardgas als warmtebron voor koken.

Daarnaast valt de centrale rol van elektriciteit op: vrijwel alle installatie-onderdelen hebben elektriciteit nodig.

Duurzame energie

Door het plaatsen van een zonneboiler en het optimale gebruik van passieve zonne-energie wordt in passiefhuizen reeds gebruik gemaakt van duurzame energie. Door het vervolgens plaatsen van pv-panelen is met vrijwel elke combinatie een EPC-waarde lager dan 0,4 te realiseren. In veel gevallen is het mogelijk de EPC tot 0 terug te brengen met pv-panelen, mits het dakoppervlak dat toelaat. Bij voldoende dakoppervlak en zuinig gebruik is energieneutraliteit, waarbij het gebruiksgebonden energiegebruik (vrijwel uitsluitend elektriciteit is behalve voor het koken) met pv haalbaar.

In dit geval is de derde stap van de Trias Energetica dus niet meer nodig en functioneert het elektriciteitsnet uitsluitend om tekorten aan te vullen (in de winter) en overschotten af te voeren (in de zomer).

De huidige praktijk

Bij de beoordeling van de installaties gaat het om drie zaken:

- Wordt het gewenste comfort geleverd?
- Wat zijn de maandelijkse kosten voor energie, afschrijving en onderhoud van installaties?
- Wat is de energieprestatie van het passiefhuis als geheel?

Een installatie-adviseur kiest in Nederland nog vaak voor een aardgasgestookte verwarming, zo nodig met aanvullende pv. Het blijkt dat deze combinatie bij gelijke EPC-waarde over het algemeen (nog) goedkoper is dan een installatie met een warmtepomp met bodemwisselaar. Voor passiefhuizen is het waar-

schijnlijk slimmer om een lucht-luchtwarmtepomp te gebruiken dan een warmtepomp met bodemwisselaar. Dit vanwege de lage warmtevraag en de relatief hoge aanschafprijs van een warmtepomp met bodemwisselaar.

De wens van veel gemeenten om aardgasloze wijken aan te leggen en de sterk verbeterde condities waaronder warmtepompen in passiefhuizen kunnen functioneren, zou de routine om aardgasinfrastructuur aan te leggen wel eens kunnen doorbreken. Bij passief renovatiebouw met een aardgas- of stadsverwarmingaansluiting zal het waarschijnlijk aantrekkelijk blijven om aardgas als warmtebron te gebruiken. Voor plaatsen op het platteland is de afwezigheid van een aardgasnet mogelijk interessant door de beschikbaarheid van 'eigen' haardhout en het geringe risico van rookoverlast door de geringe bouwdichtheid. <<

Bronnen en verwijzingen

- 1 http://www.passivhaustagung.de/Passive_House_E/PHPP.html
- 2 'European Embedding of Passive Houses', M. Elswijk, H. Kaan, mei 2008.
- 3 'Energievisie Geerpark', Heusden, eindrapport, H. Manders, I. Wijgerse, P. Klep, BuildDesk Benelux, Delft, 2009, 03HM80283000.
- 4 'Waardering van passiefhuizen volgens EPN en PHPP', B.J. de Boer, C. Boonstra, D. Jansen, 2010.
- 5 Onderzoek Bas van der Veen, lector Pioneering.
- 6 'PeGO Conceptlijn Passiefhuis, Creatieve Energie – EnergieTransitie, in opdracht van Platform energietransitie Gebouwde Omgeving, Innovatiewerkgroep, 2007.
- 7 'Passiefhuizen in Nederland', AEnas, 2006.
- 8 www.passiefbouwen.nl
- 9 'Quickscan zeer energiezuinige woningen in Nederland', R. de Smidt, Platform Energietransitie in de Gebouwde Omgeving, 2008.
- 10 <http://www.zelfenergieproduceren.nl/subsidies/sde-plus-regeling.html>
- 11 Bodemgeschiktheidskaart. Geo-energie, <http://www.geo-energie.nl/paginas/view/63>
- 12 <http://www.meermetminder.nl/Content/Images/Blocks/block-huis-lightbox.jpg>
- 13 http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpga/aard-warmte_4_geothermie_www_aardwarmtedenhaag_nl.jpg