



Creatieve Energie
EnergieTransitie

PeGO Conceptlijn Passiefhuis

Tekst: DHV, ECN en TNO

In opdracht van Platform energietransitie Gebouwde Omgeving,
Innovatiewerkgroep, 2007

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| 1. Het passiefhuisconcept | pagina 3 |
| 2. Energievraag | pagina 5 |
| 3. Maatregelen passiefhuisconcept – nieuwbouw | pagina 5 |
| 4. Maatregelen passiefhuisconcept – bestaande bouw | pagina 7 |
| 5. Huishoudelijk energiegebruik | pagina 9 |
| 6. Comfort | pagina 9 |
| 7. Algemene doelstelling | pagina 9 |
| 8. Passiefhuis in relatie tot PeGO doelstelling 45-60-80 procent CO ₂ reductie | pagina 11 |
| 9. Maatregelen om nog te beschouwen | pagina 12 |
| 10. Vaststellen van passiefhuiskwaliteit | pagina 12 |
| 11. Warmtevraag volgens PHPP | pagina 13 |
| 12. Barrières | pagina 15 |
| 13. Onderzoeksvragen | pagina 16 |
| 14. Technische uitdagingen | pagina 16 |
| 15. Potentieel | pagina 17 |

1. Het passiefhuisconcept

De term passiefhuis staat voor een specifieke bouwstandaard voor woningen met een comfortabel binnenklimaat, gedurende zowel het zomer- als het winterseizoen, met een beperkt verwarmingssysteem en zonder de toepassing van actieve koeling.

Een passiefhuis heeft een hoge mate van thermische isolatie met een thermisch onderbroken constructie, goede kierdichting en maakt gebruik van passieve zonne-energie. Een goed binnenklimaat is verzekerd door gebalanceerde ventilatie met een hoge mate van warmte terugwinning.

De richtlijnen voor een Passiefhuis zijn als volgt:

- Maximaal 15 kWh/m² nodig voor ruimteverwarming / -koeling per jaar bij nieuwbouw en 25 kWh/m² bij renovatie en
- maximaal 120 kWhprimair/m² nodig voor totale woning (incl. huishoudelijk) per jaar en bij bestaande bouw maximaal 130 kWhprimair/m².

Hiermee is in principe de verwarmingscapaciteit beperkt tot de capaciteit die door de vereiste hoeveelheid ventilatielucht kan worden gedragen. De keuze voor luchtverwarming ligt met deze uitgangspunten voor de hand, maar andere afgiftesystemen zijn even goed mogelijk.

Passiefhuis is relatief nieuw in Nederland. In Duitsland, Oostenrijk en Zweden staan al duizenden passiefhuizen. Praktijkevaluaties en metingen tonen aan dat deze woningen zeer energiezuinig, gezond en comfortabel zijn in winter en zomer!

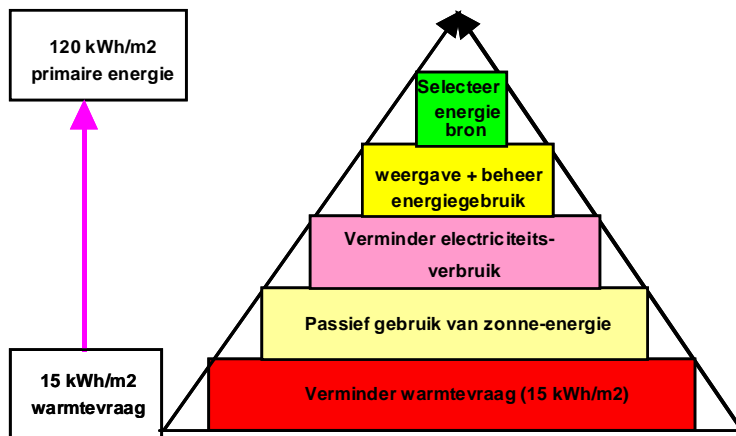
Recentelijk is een uitgebreide publicatie verschenen over “PassiefHuizen in Nederland” [1]. Voorliggende notitie baseert zich op deze publicatie en vult aan daar waar het specifiek de (aanvullende) PeGO ambities betreft.

Een andere, relevante informatiebron is het IEE project Promotion of European Passive Houses (PEP) [2]. Op de uitgebreide website van dit project is onder andere informatie te vinden over technische oplossingen, voorbeeldprojecten en specifieke nationale barrières voor toepassing.

Omdat op dit moment behoefte bestond aan een eerste schets over welke maatregelen we het hebben, betreft onderstaande notitie vooralsnog met name de technische aspecten van het concept. Dit zal in een later stadium uitgebreid moeten worden naar andere aspecten, zoals kosten, gezondheid, uitvoerbaarheid, ed.

Het passiefhuis-concept kan zowel worden toegepast op nieuwbouw als bestaande bouw. Ook alle typen woningen zijn in principe geschikt, van vrijstaande woningen tot rijtjeswoningen tot gestapelde bouw. Er zijn meerdere oplossingen mogelijk, afhankelijk van bouwwijze en ontwerp. Per project moet invulling worden gegeven aan de specifieke aspecten van het passiefhuis-concept en moeten de oplossingen worden bepaald. Met behulp van rekenmethode PHPP moet worden aangetoond dat aan de gestelde criteria wordt voldaan.

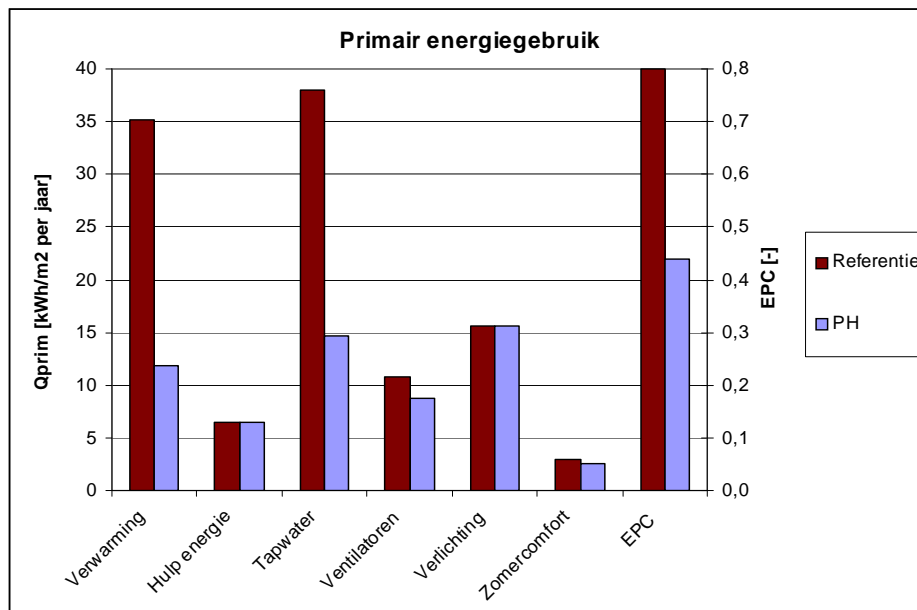
De eisen worden zowel gesteld aan de vraagzijde (maximaal 15 kWh/m²) als aan de aanbodzijde (maximaal 120 kWh/m²). Bij passiefhuizen wordt zowel de vraagzijde geoptimaliseerd als de aanbodzijde. De Kyoto Piramide wordt gehanteerd als ontwerpproces, zie onderstaande figuur.



figuur 1: Kyoto Piramide, passieve energie ontwerpproces [geïnspireerd op Sintef, Noorwegen].

2. Energievraag

De belangrijkste eis van een passiefhuis richt zich op de vraag naar energie. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de belangrijkste energiegebruiken van een referentiewoning met een epc 0,8 en een woning volgens de passiefhuis-criteria, bepaald met de epc-methodiek. De referentie is gebaseerd op de SenterNovem referentiewoningen, type eengezinstussenwoning.



figuur 2: Primair energieverbruik van een referentiewoning epc 0,8 (eengezinstussenwoning) en een passiefhuis (PH) volgens epc- methodiek.

3. Maatregelen passiefhuisconcept - nieuwbouw

Als voorbeeld kan gedacht worden aan minimaal de onderstaande maatregelen.

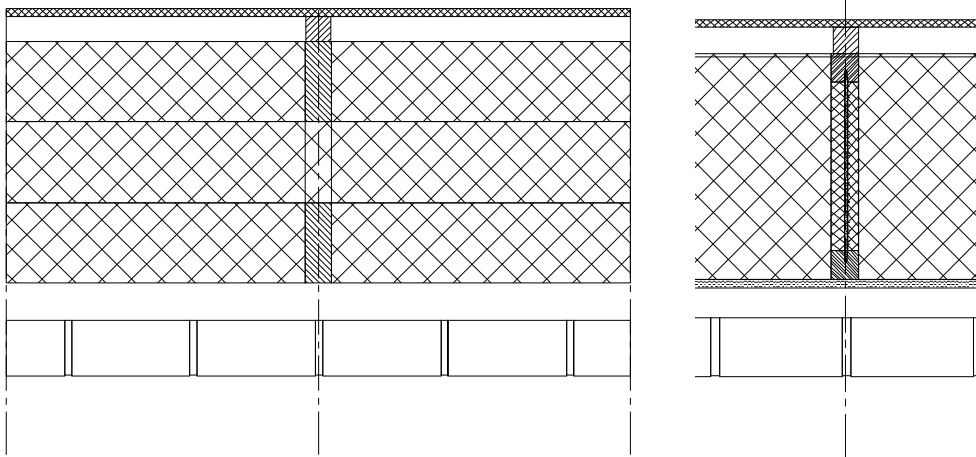
Bouwkundig:

- Gebruik van passieve zonne-energie, inclusief voorkomen van temperatuuroverschrijding in zomer (a.g.v. zontoetreding);
- hoge Rc's (7 – 10 m²K/W) van dichte schil, afhankelijk van de mate van compactheid van het ontwerp (zie figuur);
- isolatie van kozijnen en (U kozijn < 0,9 W/m²K) en deuren
- isolatie van beglazing (U beglazing tussen 0,55 en 0,85);
- geen koudebruggen;
- extreem goede luchtdichting, met lange levensduur.

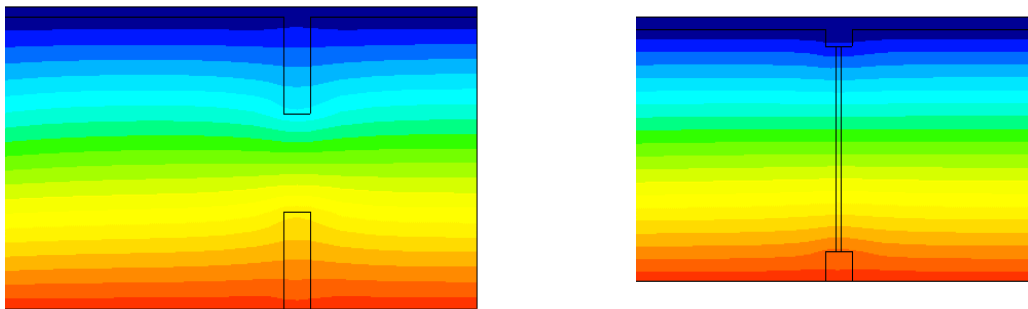
Installatietechnisch:

- Balansventilatie met HR warmte terugwinning, DC-ventilatoren en geïsoleerde kanalen;
- minimale installatie voor ruimteverwarming (bijv. luchtverwarming via ventilatiesysteem, bijvoorbeeld verwarming met enkele radiatoren);
- geïsoleerde warm water leidingen;
- compacte installatie voor ruimteverwarming (zonnegascombi, compacte warmtepomp, ...);
- reductie van huishoudelijk energiegebruik (zuinige apparaten en verlichting).

Figuur 3 en 4 geven voorbeelden van een gevelbouw met hoge isolatiewaarden.



figuur 3: traditionele houtskeletbouw-constructie met passiefhuis-isolatie en houtskeletbouw-gevelconstructie met I-profielen



figuur 4: temperatuur verloop in traditionele houtskeletbouw-constructie en temperatuurverloop in houtskeletbouw-constructie met I-profielen

4. Maatregelen passiefhuisconcept - bestaande bouw

Bij passiefrenovatie gaat het net als bij nieuwbouw om een goede schilisolatie, en een goed ventilatiesysteem op basis van warmterugwinning, om energievraag naar ruimteverwarming te beperken en een gezond en comfortabel binnenmilieu te maken. Om het totale energiegebruik te reduceren gaat het om efficiënte opwekking van warm tapwater, zoals met een zonne-boiler, en om energiezuinige huishoudelijke apparatuur. Als verwarmings-systeem zijn er vele mogelijkheden variërend van luchtverwarming, radiatoren, convectoren, vloerverwarming. Qua energieopwekking past passiefrenovatie bij gas, zonne-energie, warmtepompen, wijk- en stadsverwarming. Elektrische weerstandsverwarming dient vanwege het hoge primaire energiegebruik te worden vermeden.

Isoleren aan de binnenzijde?

Een belangrijk onderdeel van het passiefhuisconcept is de zeer goede thermische isolatie van de schil. Bij bestaande bouw kan isolatie aan de binnenzijde of aan de buitenzijde worden toegevoegd. Isoleren aan de binnenzijde levert vaak problemen. Bij het isoleren aan de binnenzijde hebben we te maken met het verkleinen van de bestaande ruimtes, ruimtes die vaak al niet groot zijn. Bovendien worden met het toevoegen van isolatie aan de binnenzijde, koudebruggen geïntroduceerd. Deze koudebruggen zorgen voor ongewenste warmteverliezen en risico's van vocht- en schimmelproblemen. Het oplossen van koudebruggen vraagt veel aandacht. Een oplossing is het voorkomen van koudebruggen, door bijvoorbeeld het afzagen van balkons en nieuwe balkons koudebrugvrij te bevestigen. Bij passiefrenovatie is een dergelijke aanpak noodzakelijk om in de richting van de energieprestatie van 25 kWh/m² te komen. Bij projecten waarbij de woningplattegrond wordt aangepast, biedt isoleren aan de binnenzijde vaak mogelijkheden.

Isoleren aan de buitenzijde!

Een alternatief is het isoleren aan de buitenzijde. Bouwfysisch gezien heeft deze aanpak de voorkeur. Het voordeel hiervan is dat koudebruggen worden ingepakt. De bestaande indeling van de woningplattegrond wordt niet beïnvloed. Wel hebben we te maken met het straatbeeld. Buitengevelisolatie levert niet altijd het gewenste beeld. Indien de woning direct gelegen is aan de straat, kan het aan de buitenzijde toevoegen van een dik isolatiepakket problemen opleveren, omdat de aangrenzende stoep smaller wordt. Ook bij buitenisolatie is het koudebrugvrij maken van de balkons noodzakelijk. In bijna alle gerealiseerde passiefrenovatieprojecten zijn nieuwe balkons voor een bestaand gebouw geplaatst.

Overige schil-isolatie

Behalve het isoleren van de gevel, worden ook dak en begane grond geïsoleerd. Met name de begane grond vraagt aandacht. Niet altijd is een kruipruimte toegankelijk en ook hier spelen koudebruggen een belangrijk aandachtspunt. Bij portiekwoningen moet worden nagedacht over het wel of niet meenemen van de portiek in de thermische isolatie, en meteen hieraan gekoppeld: op welke wijze ventileren van het portiek.

Kozijnen en beglazing

Ramen zijn vaak een zwak punt in de isolatie. Passiefhuis ramen bestaan uit drievoudige beglazing. De kozijnen zijn extra geïsoleerd en voorzien van dubbele kierdichting bij draaiende delen. De oppervlaktetemperatuur aan de binnenzijde is beduidend hoger, wat het thermisch comfort in de wintersituatie sterk verbetert. Je kunt aan het raam zitten zonder de koude van het glas te moeten compenseren met een verwarmingselement en zonder aan comfort in te boeten.

Geen luchtlekken

Het voorkomen van ongewenste luchtlekken, teneinde infiltratie van buitenlucht niet tot onnodige energieverliezen en tochtverschijnselen te laten leiden, is onderdeel van het passiefhuisconcept. Dit betekent dat in detail en uitvoering een zeer goede luchtdichting van de gebouwschil wordt nagestreefd. De daadwerkelijke luchtdichtheid van een passiefhuis wordt getest met een praktische proef, de zogenoemde blowerdoor-test.

Ventilatie

Een goed ventilatiesysteem gebaseerd op ventilatie met warmteterugwinning zorgt voor een gezond binnenmilieu en een lage energievraag. Voor de bestaande bouw zijn er verschillende mogelijkheden voor het aanbrengen van een ventilatiesysteem met warmteterugwinning. Zo kan de lucht worden ingeblazen in verblijfsruimten en afgezogen in de natte ruimtes. Er zijn ook oplossingen denkbaar met inblaas in een centrale ruimte van een woning, zoals een trappenhuis en afzuiging uit vertrekken en natte ruimtes. Een derde variant is ventilatie via gevel-units per ruimte, die inblaas, afzuiging en warmteterugwinning combineren. Technische en ruimtelijke inpasbaarheid bepalen welk systeem het best past bij een bestaande situatie.

Warm tapwater

Het energiegebruik voor warmtap water is een belangrijke schakel om het totale energiegebruik bij passiefrenovatie te beperken. Een zonne-boiler bespaart 40 tot 60 procent op het energiegebruik voor warm tapwater ten opzichte van oplossing enkel gebaseerd op fossiele brandstof. Juist omdat de energievraag voor warm tapwater groter is dan de energievraag naar ruimteverwarming is het belangrijk te letten op het opwekkingsrendement voor warm tapwater.

5. Huishoudelijk energiegebruik

De passiefhuis-standaard met betrekking tot huishoudelijk energiegebruik valt gedeeltelijk samen met de passiefhuisdefinitie van een maximale totale energievraag van 120 of 130 kWh/m² (primaire energie). Om aan deze eis invulling te geven, wordt uitgegaan van 'marktbeste' apparaten betreffende ventilatiesysteem, wasmachine, vaatwasser e.d. Bovendien wordt uitgegaan van 10 procent energiebesparing op het overige elektriciteitsverbruik. Een mogelijke maatregel is het opnemen van de aanbeveling om A++/A/B gelabelde apparaten, A-label verlichting en spaarlampen toe te passen.

6. Comfort

Het passiefhuis laat zien dat comfort en energiebesparing hand in hand gaan. Zowel in de winter als in de zomer is een passiefhuis een comfortabele woning. Voor een goed zomercomfort spelen zonwering en zomernachtventilatie een belangrijke rol. Nachtventilatie is het zeer goed ventileren van de woning op momenten waarin de buitenluchttemperaturen lager zijn dan de binnentemperatuur, veelal 's nachts. De woning koelt hierdoor af. De thermische traagheid van de woning en het interieur leidt ertoe dat de binnentemperatuur gedurende de dag graden lager blijft dan zonder nachtventilatie het geval is. In combinatie met goede zonwering en basisventilatie gedurende de dag is in veel gevallen op energiezuinige wijze een goed binnenklimaat te bereiken.

7. Algemene doelstelling

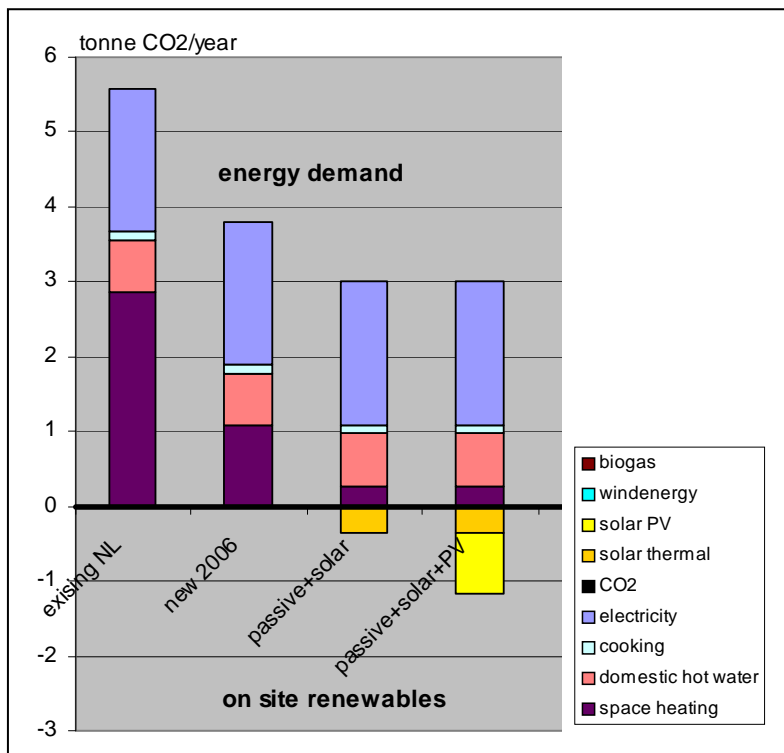
Nederland streeft naar 30 procent CO₂ reductie en 20 procent duurzame energie in 2020. Electriciteit zal nog lange tijd afkomstig zijn van fossiele brandstoffen, terwijl we voor de toekomst streven naar minimale afhankelijkheid van fossiele brandstoffen. Daarom is de strategie van passiefhuis: Inzet van energie-efficiëntie om de energievraag maximaal te beperken en dekking van de (kleine) energievraag met een zo hoog mogelijk percentage gebouwgebonden duurzame energie.

Onderstaand figuur 5 geeft aan hoe vraagreductie (passiefhuis) en inzet van gebouwgebonden duurzame energie zich verhouden. De figuur is weergegeven in CO₂ emissie per jaar. De linker staaf geeft de CO₂ emissie van een gemiddelde woning in Nederland als gevolg van ruimteverwarming, warm tapwater, koken en gebouwgebonden en huishoudelijk elektriciteitsverbruik samen. De tweede staaf toont een gangbare nieuwbouwwoning, en de derde staaf een passiefhuis met een zeer kleine energievraag voor ruimteverwarming en een zonneboiler die de helft van de warmtapwaterbehoefte dekt.

De vierde staaf toont hetzelfde huis met inzet van gebouwgebonden duurzame energie zoals PV panelen die een deel van de energievraag op jaarbasis dekken.

In figuur 5 is ter illustratie het elektriciteitsverbruik onveranderd gedacht. Het blijkt uit de grafieken dat vergaande CO₂ reductie van het totale energiegebruik eenvoudiger

bereikt kan worden als ook voor elektriciteitsverbruik vergaande vraagreductie wordt ingezet. Anderzijds helpt de inzet van duurzame energie-opwekking.



figuur 5: CO2 emissie van Nederlandse woningen is de resultante van energievraag en de inzet van duurzame energie
1. gemiddeld, 2. nieuwbouw, 3. passiefhuis, 4. passiefhuis

8. Passiefhuis in relatie tot PeGO doelstelling 45-60-80 procent CO₂ reductie

PeGO heeft ambities voor CO₂ reductie geformuleerd in drie stappen: 45-60-80 procent. Mogelijke maatregelpakketten zijn als voorbeeld uitgewerkt.

Doelstellingen CO₂ en EPN volgens Energietransitieplan PeGO:

| | | |
|------|----------------|--------------------------------|
| 2008 | EPC = 0,42 [-] | CO ₂ reductie = 45% |
| 2010 | EPC = 0,31 [-] | CO ₂ reductie = 60% |
| 2012 | EPC = 0,18 [-] | CO ₂ reductie = 80% |

Maatregelen 45 procent

- Isolatie, kierdichting en HR-balansventilatie waarmee ruimteverwarming uitkomt op 15 kWh/m² warmtevraag.
- Zonne-collector (2,8 m²) en bijpassend opslagvat
- HR ketel voor warm tapwater en ruimteverwarming.
- 500kWh reductie op huishoudelijk (denk aan stand-by en hotfill)

Maatregelen 60 procent

- Isolatie, kierdichting en HR-balansventilatie waarmee ruimteverwarming uitkomt op 15 kWh/m² warmtevraag
- Zonnegascombi voor warm tapwater (2x2,8m² collector) met bijpassend opslagvat, waardoor primair energiegebruik voor ruimteverwarming maximaal 15 kWh p/m² is
- Reductie hulpenergie voor gebouwgebonden installaties tot 300 kWh
- 5m² PV-panelen, optimaal georiënteerd.
- 750kWh reductie op huishoudelijk (denk aan stand-by en hotfill)

Maatregelen 80 procent

- Isolatie, kierdichting en HR-balansventilatie waarmee ruimteverwarming uitkomt op 15 kWh/m² warmtevraag.
- Zonnegascombi voor warm tapwater (2x2,8m² collector) + doucheWTW, waardoor primair energiegebruik voor ruimteverwarming maximaal 15 kWh p/m² is
- Reductie hulpenergie voor gebouwgebonden installaties tot 175 kWh
- 15m² PV-panelen, optimaal georiënteerd.
- 1250kWh reductie op huishoudelijk (denk aan stand-by, hotfill, A-label apparatuur, daglicht optimalisatie)

9. Maatregelen om nog te beschouwen

- Solar control glas (lage ZTA, hoge LTA). Beschouwen versus alternatieven (actief glas¹ en vaste overstekken).
- DHW voorverwarming door warmteterugwinning uit rookgassen (recent product).
- Warmtepomp systemen (energiedak, bww, ...)
- Gebruik microWKK (type, brandstof?)
- PVT luchtcollector
- Toekomst: zonnekoeling?
- ...

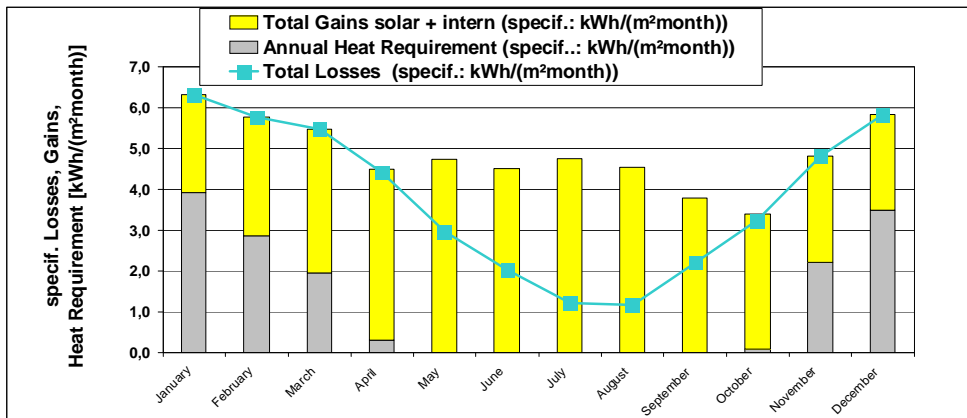
10. Vaststellen van passiehuiskwaliteit

Passiehuizen worden algemeen erkend als gebouwen die uitstekend presteren waar het de energievraag voor ruimteverwarming betreft. De ruimte wordt verwarmd door zonnewarmte, door de interne warmteontwikkeling door personen en apparaten, en door toegevoegde specifieke ruimteverwarming. Dat laatste mag per definitie niet meer zijn dan 15 kWh/m²a, (voor passiefrenovatie niet meer dan 25 kWh/m²a) bij een verwarmingsvermogen van maximaal 10W/m². Om niet het verwijt te krijgen, dat de specifieke ruimteverwarming vervangen is door intern ontwikkelde warmte door apparaten, is een maximum gesteld aan het energiegebruik in het gebouw van 120 kWh/m² primair (gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden energie) (en 130 voor passiefrenovatie). Het passiehuisontwerp wordt doorgerekend met de door het Passivhaus Instituut ontwikkelde rekenmodel PHPP (PassivHaus Projektierungs Paket). De definitie van Passiehuis is internationaal gekoppeld aan de PHPP rekenmethodiek.

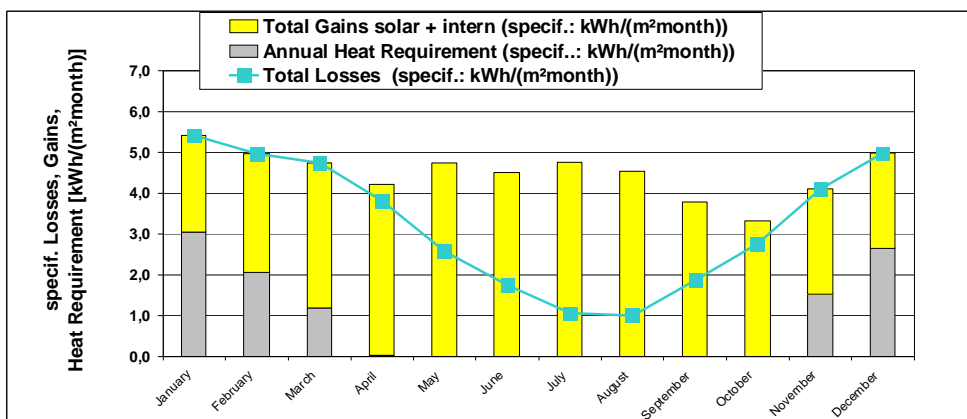
¹ Schakelrange lijkt beperkt, nog zeer kostbaar en glas heeft sterke tint (lage LTA).

11. Warmtevraag volgens PHPP

In PHPP zijn berekeningen gemaakt van een passiefhuis, zowel van een eind- als tussenwoning. Met dezelfde bouwkundige opbouw scoort de tussenwoning beter dan de eindwoning door het kleinere verliesoppervlak. De warmtevraag van de tussenwoning bedraagt 10,7 kWh/m², tegen 15,0 kWh/m² bij de eindwoning. Bij het ontwerpen van een tussenwoning kan er in principe voor gekozen worden minder isolatie toe te passen of glasoppervlakken te wijzigen tot aan een warmtevraag van 15 kWh/m². In de volgende figuren zijn in grafieken de energiebalans weergegeven per maand, voor de eind- en tussenwoning.



figuur 6: energiebalans per maand van de eindwoning, berekend met het PHPP rekenmethodiek. De totale warmtevraag voor verwarming (Annual Heat Requirement, weergegeven in grijs) bedraagt in deze berekening in totaal 15,0 kWh/m²



figuur 7: energiebalans per maand van de tussenwoning, berekend met het PHPP rekenmethodiek. De totale warmtevraag voor verwarming (Annual Heat Requirement, weergegeven in grijs) bedraagt in deze berekening in totaal 10,7 kWh/m².

Voor beoordeling van de PeGO projectvoorstellen in aansluiting van met de passiefhuislijn wordt van indieners een EPC berekening gevraagd. De projecten die aansluiten bij de passiefhuislijn zullen aanvullend doorgerekend moeten worden met PHPP omdat de inhoudelijke definitie van passiefhuizen gekoppeld is aan de PHPP berekening.

Noot:

Een ander belangrijk verschil tussen de EPN methodiek en PHPP is dat de EPN een verschillend energiegebruik per m² toelaat, afhankelijk van de vorm van een gebouw. De definitie van passiefhuis is onafhankelijk van de vorm van een woning. Bij een passiefhuis wordt het isolatieniveau aangepast aan de prestatie-eis van 15 kWh/m².

In tegenstelling tot de EPN-methodiek, die ook van normatieve waarden en correctiefactoren uitgaat, is het PHPP geheel op fysische parameters gebaseerd. Door de onvergelykbaarheid van EPN en PHPP is het niet zonder meer mogelijk een passiefhuis te definiëren met een EPC waarde, en zal een ontwerp niet altijd de waardering krijgen die het volgens het PHPP verdient.

De EPC kan vanuit haar huidige aard niet gebruikt worden als sturingsinstrument voor het definiëren van de passiefhuiskwaliteit, maar kan voor de tender wel gebruikt worden om te toetsen of een project aan de gestelde CO₂ reductie uitgangspunten voldoet.

12. Barrières

In het kader van het PEP project [2] zijn specifiek voor Nederland barrières benoemd voor toepassing van passiefhuizen:

Technische barrières:

- De grootste barrière is de traditionele spouwmuur. Lagere U-waarden resulteren in dikkere muren. Door af te wijken van de spouwmuurconstructie en andere afwerkingmaterialen en constructies toe te staan kunnen te dikke, moeilijk te realiseren spouwmuren worden vermeden.
- Er is in de bouwkolom onvoldoende kennis aanwezig over koudebruggen en luchtdichting.
- Er zijn nauwelijks geschikte kozijnen verkrijgbaar.
- Ventilatie: gebalanceerde ventilatiesystemen vragen onderhoud om binnenluchtvervuiling, eventuele gezondheidsrisico's en hoger elektriciteitsverbruik van de ventilator te voorkomen.
- Er bestaan nauwelijks compacte warmtepompen.

Markt gerelateerde barrières:

- De Nederlandse huizenmarkt kan worden gekarakteriseerd als een aanbodgestuurde markt. Projectontwikkelaars realiseren veel grootschalige huizenprojecten. Vaak spelen gemeenten een rol bij de ambities bij deze projecten en kopen bewoners/consumenten wat er aangeboden wordt zonder enige interesse in en kennis van passiefhuizen.
- De Nederlandse consument associeert de Nederlandse traditionele spouwmuur met kwaliteit en weet niet beter.

Barrières gerelateerd aan nationale normering:

- Huizen worden nu gebouwd volgens het (vrijwillige) GIW-certificaat. Dit certificaat geeft aan dat het huis gebouwd is volgens een gespecificeerd proces. Ondanks het feit dat de kwaliteit van een Passiefhuis gelijk is aan of hoger ligt dan die van een huis gebouwd volgens de GIW-eisen, is het mogelijk dat het Passiefhuis niet voldoet aan de verwarmingscapaciteit beschreven in deze GIW-eisen. Dit kan de positie van passiefhuizen in de markt verzwakken.

13. Onderzoeksvragen

Specifiek voor PassiefHuis:

- De woning wordt feitelijk helemaal kierdicht gemaakt. Wat zijn de risico's indien ventilatie uitvalt en welke veiligheid moet worden ingebouwd?
- Welke maatregelen zijn nodig om eventuele overtollige interne warmte af te voeren? Hieraan gekoppeld ook de kwestie van bypass regeling op de HR-wtw.
- Bouwfysische detaillering (koudebruggen, ...), in combinatie met het bouwproces.
- Lokale klimatisering / zonering (o.a. om voor slaap- en woonzone andere ontwerptemperaturen te kunnen hanteren).
- Is het concept bestand tegen verschillende typen gebruikersgedrag (robuustheid)? Denk aan interne warmte en ventilatiegedrag.

In het algemeen voor PeGO ambities:

- Het is gewenst dat er een studie plaatsvindt waarin de uitkomsten van PHPP berekeningen en EPC berekeningen worden geanalyseerd, met het doel inzicht te krijgen in hoe de instrumenten zich verhouden, met het oog op eenduidige kennisoverdracht naar de bouw.
- Optimalisatie (ontwerp, regeling, ...) van gebouwgebonden hulpenergie, bijvoorbeeld voor pompen, ventilatoren en controllers.
- Welk deel van stand-by verliezen kun je 'straffeloos' (=zonder ongemakken bij gebruik van apparaten, zoals timers die uitvallen) voorkomen.
- Effectieve benutting van hotfill: beschikbaarheid apparatuur en effectiviteit bij korte opwarmcycli (warm water voldoende snel beschikbaar bij aansluitpunt witgoed?).
- Warmterugwinning uit het afvoerwater, ook van witgoed
- Koppelen van het gebruik van warmte en warm water door huishoudelijke apparaten aan de gebouwgebonden installatie zodanig dat energetische voordelen ontstaan.
- Slimme uitleg van woning, zodat punten met warmte-aanbod / -opslag en -vraag dicht bij elkaar zitten.

14. Technische uitdagingen

Het passiefhuisconcept biedt mogelijkheden voor technische ontwikkelingen, zoals het ontwikkelen van hoogwaardige, dunne isolatie of verbeterde installaties. Het ontwikkelen van hoogwaardige isolatie met een beperkte dikte, zoals bijvoorbeeld vacuümisolatie is een oplossing voor het knelpunt van zeer goede thermische isolatie met de bijbehorende dikte van het isolatiemateriaal. Een zonnecollector kan het energiegebruik van warm tapwaterbereiding met een factor twee reduceren. Voor een nog hogere besparing kan het gebruik van hoog-rendements collectoren zoals vacuümpanelen en optimalisatie van de hellingshoek voor de wintersituatie nog winst opleveren.

15. Potentieel

In Nederland bedraagt het energiegebruik in de gebouwde omgeving ca. 1000 PJ/jaar. Momenteel zijn er circa 2 miljoen rijtjeswoningen met een bouwjaar van voor 1975. Kansen om de bestaande bouw (grootschalig) aan te pakken, liggen voor het oprapen. Diverse studies hebben aangetoond dat een betekenisvolle reductie van het gebouwgebonden energiegebruik alleen bereikt kan worden door ingrijpende verbetering van de bestaande woning- en bouwvoorraad. Ingrijpender dan normaal gesproken wordt gedaan. De urgentie om alle maatregelen voor verbetering van de energieprestatie in te zetten, en daarmee aan te sluiten op nationaal en internationaal gevoerd beleid, neemt toe. De kennis om forse stappen te zetten in energiereductie is aanwezig. Nu is het tijd voor het daadwerkelijk zetten van deze stappen!

[1] *"PassiefHuizen in Nederland", Chiel Boonstra e.a., uitgegeven door Aeneas, 2006.*

[2] *<http://www.europeanpassivehouses.org/>, oktober 2007*