

PRAKTIJKVOORBEELD

Passiefbouw Veldhuis Apeldoorn blijkt Parisproof

Oktober 2026

In 2019 werd woon-zorgcomplex Veldhuis zonder gasaansluiting gerealiseerd; toen nieuwbouw nog standaard werd voorzien van een gasaansluiting. Zowel zorgorganisatie KleinGeluk als belegger Achmea Real Estate hadden de wens om een gasloos alternatief te onderzoeken. In samenwerking met FAME Ontwikkeling en Bouwcombinatie Trebbe-Klok is deze mogelijkheid nader onderzocht. Uit deze verkenning kwam het passiefhuisconcept als meest kosteneffectieve oplossing naar voren.

Het gebouw is extra goed geïsoleerd, zodat het binnenklimaat met een minimum aan installaties en energie geregeld wordt. Eind 2019 is Veldhuis opgeleverd met PassiefBouwKeur certificaat. Na ruim 7 jaar ervaring kunnen we de balans opmaken over het energiegebruik, binnenklimaat en ervaringen in zomer en winter. Daarnaast vergelijken we de prestaties met de huidige inzichten en normen.

Totstandkoming

Woon-Zorgcomplex Veldhuis in Apeldoorn is in gebruik door zorgorganisatie KleinGeluk. De 86 woningen zijn geschikt voor zowel intramurale verpleegzorg als individuele verhuur. Er zijn tien vleugels van acht of negen woningen met een buurtkamer en diverse welzijns- en ontmoetingsplekken.

Het woonzorg-concept is van FAME ontwikkeling. Bouwcombinatie Trebbe Klok heeft het complex gebouwd en Room+Schäfer Architecten BNA heeft de advisering gedaan voor het passief bouwen. Bij de ontwikkeling zijn meerdere opties voor energiezuinige woningen onderzocht. Uit de Total Cost of Ownership berekening (TCO) bleek dat het klimaatconcept van Passief Wonen financieel het meest gunstig zou zijn voor zowel de huurder (zorgorganisatie KleinGeluk) als de eigenaar. De eigenaar wordt vertegenwoordigd door Achmea Real Estate.

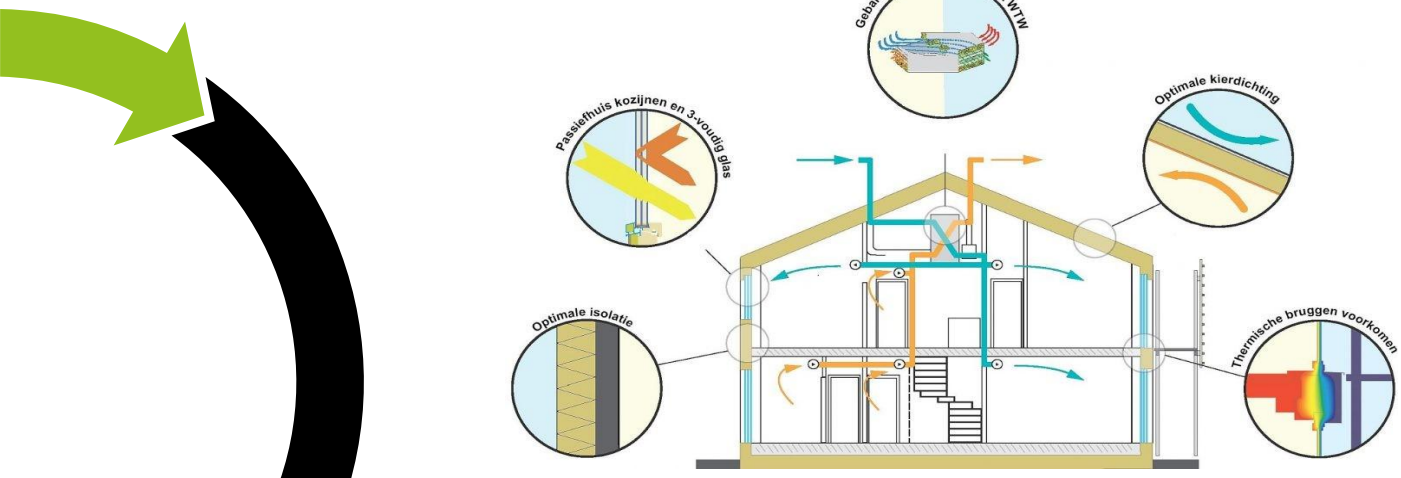
Techniek

Extreem goede gebouwschil
De basis van het passief concept is een zeer goed geïsoleerde en luchtdichte gebouwschil. Dat is terug te zien in onderstaande tabel met waarden van Veldhuis Apeldoorn ten opzichte van bouwbesluit.

Tabel 1: Berekende isolatiewaarden en luchtdichtheid Veldhuis

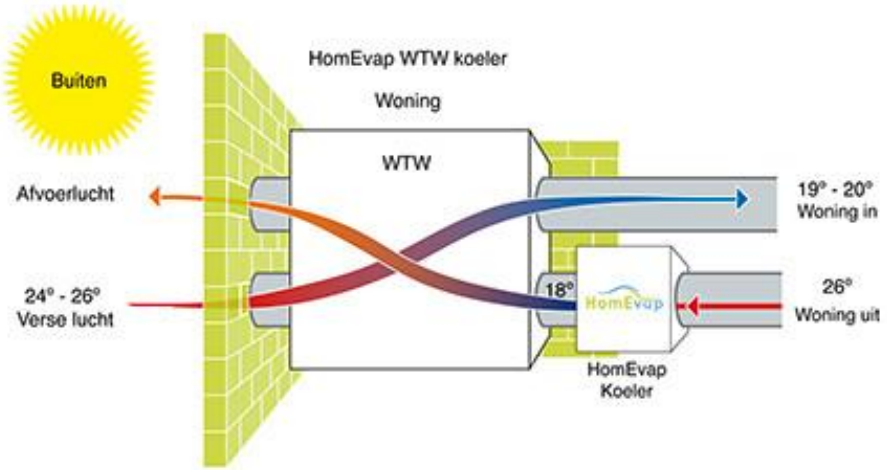
Specificatie	Bouwbesluit	Veldhuislocatie	Eenheid
Rc waarde Gevel	4,5	ca 8,5	m^2K/W
Rc waarde Dak	6	ca 7	m^2K/W
Rc waarde BG vloer	3,5	ca 5	m^2K/W
U waarde ramen	2,2	0,7	W/m^2K
Luchtdichtheid	0,4 (klasse 1)	0,15 (klasse 3)	$dm^3/s\ m^2$

Figuur 1: Pijlers van passieve bouw



Ventileren
Een passief gebouw maakt vrijwel altijd gebruik van gebalanceerde ventilatie met WarmteTerugWinning (WTW) om het energieverlies voldoende te beperken. In Veldhuis Apeldoorn zijn WTW units per woning toegepast, met CO_2 sensoren die de ventilatie sturen. Bij geuroverlast kan een gebruiker de ventilatie handmatig hoog zetten. In de badkamers zorgen vochtsensoren dat de ventilatie automatisch verhoogd bij het douchen. De WTW units hebben een online filterschoonmaaksignalering zodat de beheerder een signaal krijgt als (filter) onderhoud of vervanging nodig is.

Figuur 2: Principe warmteterugwinning



Het blijkt dat de ventilatie goed functioneert. Het CO_2-gehalte varieert tussen 430 PPM en 560 ppm. Buitenlucht ligt zo op zo'n 400 ppm, < 800 ppm wordt gezien als gezonde binnenlucht, > 1200 wordt gezien als schadelijk voor de gezondheid.

Verwarmen
De weinige verwarming die nodig is, gebeurt met elektrische (keramische) radiatoren. Het voordeel van keramische radiatoren is dat ze niet zo heet worden als andere elektrische verwarming. Dat is veiliger en zuiniger. Onnodige verwarming wordt voorkomen door middel van aanwezigheidsdetectie en een "open window" functie op de radiator. De verwarming stopt wanneer geen beweging wordt gedetecteerd of dat door een open raam de temperatuur snel daalt.

De badkamers hebben infraroodplafondpanelen met een kookwekkerfunctie waarmee bewoners snel comfortabele stralingswarmte krijgen gedurende omkleden en douchen. De ruimtetemperatuur kan daardoor lager blijven en leidt niet tot onnodige opwarming van het appartement.

Bewoners zijn over het algemeen tevreden over de binnentemperatuur. De elektrische verwarming was in het begin begrensd op 22 graden om opwarming van het gebouw en het elektraverbruik te beperken. Dit bleek voor veel bewoners te laag; de temperatuurbegrenzing is losgelaten en nu is iedereen tevreden. Het elektriciteitsgebruik zal hierdoor wel zijn gestegen. Voor de energie-efficiency was een belangrijk verbeterpunt het verhogen van de by-pass temperatuur van de WTW-unit naar 24 graden, om te voorkomen dat de warme lucht werd weg geventileerd zonder zijn warmte af te geven aan de inkomende lucht.

Koelen
Het ontwerp van Veldhuis is gebaseerd op de aanname dat passief koelen (zonwering, gebouwisolatie en nachtventilatie) voldoende zou zijn. Actieve koeling zou niet nodig zijn om de temperatuur onder de 25,5 graden te houden. Dit was onderbouwd met een temperatuuroverschrijdings-berekening.

In de zomer helpt de goede gebouwisolatie het gebouw koel te houden. Ook nachtventilatie op de WTW, spuien ('s avonds de ramen openen als het buiten koeler is dan binnen) en buitenzonwering helpen de opwarming te beperken. Het gebouw blijft het grootste deel van het jaar onder de 25,5 graden. Echter, in hete periodes bleek de temperatuur op de hoogste verdieping toch te hoog te worden.

Figuur 3: Ladder van koeling



Een belangrijke factor daarin bleek dat het lastig te sturen bleek om op de juiste momenten ramen te openen en te sluiten. Bewoners, personeel, familie en mantelzorg moeten daarin allemaal meewerken.

In het ontwerp was rekening gehouden met het eventueel toevoegen van actieve koeling als passief koelen niet effectief genoeg zou zijn. Adiabatische koeling op de WTW-unit zou enkele graden kunnen koelen.

Warm water
De warmwatervoorziening bestaat uit een 50 liter boiler per woning en wat grotere boilers in de groepskeukens. Decentrale boilers betekent relatief veel warmteverlies uit de boilers maar beperkte verliezen via warmwaterleidingen. Daarnaast minimaliseert het legionella risico. Verwacht wordt dat wanneer de boilers aan vervanging toe zijn, er een energiezuinigere techniek beschikbaar is.

Afbeelding 1: Elektrische Boiler



Met elektrische boilers kan niet onbeperkt worden gedoucht. Afhankelijk van de gekozen comfortstand en waterbesparende douchekop ligt douchetijd met deze boiler tussen 7 en 15 min. Aan deze beperking moesten personeel en bewoners initieel wennen, maar gaat tegenwoordig probleemloos.

Gebruik en prestaties

Gebruik
Juist gebruik van het gebouw heeft veel invloed op het binnenklimaat. Het op juiste moment openen en sluiten van ramen is daarbij het belangrijkst. Personeel en bewoners krijgen daarom extra instructies. In de winter zijn deze erop gericht om warmte in de woning te houden en in de zomer om warmte buiten te houden. Op koele momenten in de zomer moeten de ramen open.

De ventilatie en verwarming worden in de basis automatisch geregeld, maar personeel kunnen dit bijregelen, mede op basis van de metingen van het binnenklimaat en de kwaliteit van de binnenlucht. De gegevens worden opgeslagen zodat ook controleerbaar is of de kwaliteit steeds goed is geweest en of eventuele afwijkingen verklaard kunnen worden.

Kosten
De totale bouwkosten waren € 10.350.455 (prijspeil 2018). Dat betekent per zorgappartement € 120.354. € 1.337/m^2 BVO.

Energieverbruik en monitoring
Elk appartement heeft zijn eigen energieaansluiting en elektrameter. De meterstanden worden door Kenter gerapporteerd aan Klein Geluk die daardoor het gebruik van appartementen kan vergelijken.

Het gebouw gebruikt als externe energiebron alleen elektriciteit, daarnaast leveren de PV-panelen op eigen dak stroom. De PV-installatie levert stroom voor het collectieve gedeelte van het gebouw en niet aan de appartementen. Op het dak is nog ruimte voor extra PV-panelen.

Het gemeten energieverbruik van de eerste gebruiksjaren staan in onderstaande tabel.

Tabel 2: Energiebehoefte Veldhuis in kWh/m² per jaar

Veldhuis	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Elektraverbruik per m²/jaar (kWh)	53	62	50	54	57	52
Opgewekte energie per m²/jaar (kWh)	8	10	11	9	7	10
Netto Elektraverbruik per m²/jaar (kWh) (WEii)	45	**53***	40	44	50	42

**Maximale netto verbruik sinds ingebruikname*

Met een maximaal netto verbruik van 53 kWh/m² in 2021 is het gebouw nu al Paris Proof: het verbruik is ruim onder het richtverbruik van 80kWh per m² voor 'zorg met overnachting', vastgesteld door Dutch Green Building Council (DGBC).

Warmtevraag PHPP berekening klopt met praktijk
De basisgedachte van een passief gebouw is dat er nauwelijks warmte nodig is voor verwarming. Het passiefcertificaat eist een warmtevraag van maximaal 15 kWh/m², berekend met de PHPP rekenmethode (nZEB = Nederlandse variant). PHPP is een goede voorspeller van de daadwerkelijke warmtevraag, in tegenstelling tot de BENG berekening die meer theoretisch is. PHPP is ontwikkeld voor passief bouwen projecten, maar is algemeen bruikbaar, ook voor bestaande gebouwen.

De passief-eis van max 15 kWh/m² geldt bij een gemiddelde binnentemperatuur van 20 graden. Veldhuis Apeldoorn is ontworpen op een temperatuur van 22 graden. De PHPP waarde voor Veldhuis Apeldoorn bij **20 graden** is 12,7 kWh/m² en voldoet dus ruim aan de Passief-eis. Bij **22 graden** komt de warmtevraag uit de PHPP berekening uit op 17 kWh/m². Bij **24 graden** stijgt de voorspelde warmtevraag naar 22,2 kWh/m².

Het energieverbruik voor verwarming van Veldhuis Apeldoorn kunnen we bepalen door het basisgebruik in de zomer als er niet verwarmd wordt (23.000 kWh/maand) af te trekken van het totaalverbruik. Het verbruik voor verwarming in 2020 was ongeveer 16,8 kWh/m². Dit komt goed overeen met de voorspelde waarde van 17 kWh/m².

Conclusies en leerpunten

Na zeven jaar gebruik is de conclusie dat het passief huis zijn verwachting waarmaakt betreffende wintercomfort, goed binnenklimaat en laag energieverbruik.

Bekijk effect binnentemperatuur op ontwerp
Het effect van de binnentemperatuur op de warmtevraag en dus op het energieverbruik is goed zichtbaar te krijgen met de PHPP. Belangrijk is om dit gedurende het ontwerpproces mee te nemen. Voor de doelgroep senioren moet wel met een hogere ruimtetemperatuur rekening worden gehouden.

Alternatief collectief gebalanceerde ventilatie
De toepassing van individuele WTW-units blijkt achteraf geen optimale keuze. Het inregelen en naderhand aanpassen van afzonderlijke units is arbeidsintensief en brengt relatief hoge kosten met zich mee. Daarnaast is het uitbreiden van deze systemen met een koelvoorziening complex en kostbaar. Ook het beheer en onderhoud van individuele WTW-units vraagt veel aandacht.

Bij grotere woon-zorgcomplexen is het financieel aantrekkelijker om een collectief gebalanceerd ventilatiesysteem met warmteterugwinning (WTW) toe te passen. Voorwaarde is wel dat het systeem per woning regelbaar is, zowel handmatig als automatisch op basis van luchtvochtigheid en CO_2-concentratie.

Een belangrijk exploitatievoordeel is dat onderhoud en filtervervanging buiten het bewonersdomein worden georganiseerd. Onderhoud vindt op één plek plaats en is

eenvoudig op afstand te beheren. Daarnaast biedt een collectief systeem meer flexibiliteit om in de toekomst aanvullende luchtbehandelingsfuncties, zoals naverwarming en nakoeling, toe te voegen. Woonzorg Nederland heeft bijvoorbeeld al goede ervaringen met het collectieve ventilatieconcept van CERA met regeling per appartement.

Op afstand uitleesbare elektrische radiatoren
Het elektraverbruik zou nog beter beheerst kunnen worden als de elektrische radiatoren en IR-panelen op afstand uitleesbaar zouden zijn.

Passieve & actieve koeling
Veldhuis bleek in de praktijk meer op te warmen dan verwacht. Hieruit zijn een aantal leringen te trekken.

Neem 'handmatig' doorluchten niet als vaste waarde mee in de berekeningen van het gebouwontwerp voor temperatuuroverschrijding, omdat het daadwerkelijke gebruik sterk gebruikersafhankelijk is.

De buitenzonwering was minder effectief dan gedacht doordat de schermen bij geringe wind al door het weerstation naar boven werden gehaald. Ook na aanpassing hiervan bleven de schermen op hogere verdiepingen kwetsbaard voor wind. Een (aanvullende) bouwkundige zonwering in de vorm van luifel of overstek is aan te bevelen om minder kwetsbaar te zijn voor weersinvloeden.

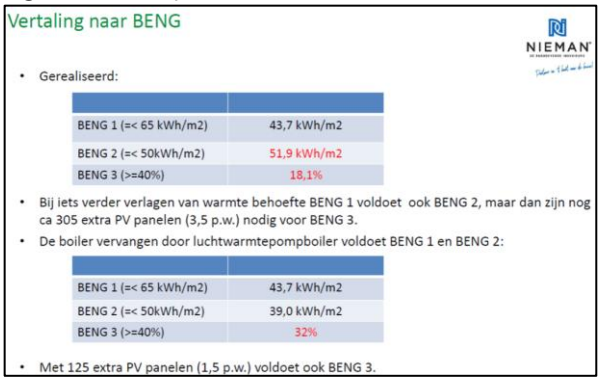
Tijdens hittegolven bleek de temperatuur in veel woningen te hoog. Er was rekening gehouden met eventueel toevoegen van actieve, adiabatische koeling via de WTW systemen van enkele appartementen. De koeler koelt de uitgaande lucht door verdampend water, waarna de ingaande lucht in de WTW wordt gekoeld. Door deze constructie wordt het vocht van de adiabatische bevochtiging naar buiten afgevoerd. . Echter bleek deze investering financieel niet haalbaar. Daarnaast is het gebruik van schoon drinkwater op de warmste dagen van het jaar bezwaarlijk. Uiteindelijk zijn alleen airco-units geplaatst in de gezamenlijk woonkamers.

Daarbij speelt ook dat er twijfels ontstonden over de wenselijkheid van de geplande adiabatische koeling op de WTW units. Deze techniek maakt gebruik van drinkwater voor verdampingskoeling, terwijl juist tijdens warme zomerperioden schoon drinkwater schaars kan worden. Vanuit duurzaamheids- en maatschappelijk oogpunt is dit daarom geen vanzelfsprekende keuze. Een airco-unit kan juist gebruik maken van de extra zonne-energie die tijdens een zonnige periode wordt opgewekt.
Het gebruik van zonne-energie in plaats van drinkwater voor koeling lijkt daarom meer voor de hand te liggen.

BENG binnen bereik met alternatief voor warm wateropwekking
De woningen moesten bij oplevering voldoen aan de EPC norm en nog niet aan de BENG (Bijna Energie Neutrale Gebouwen) eisen. Door Nieman is geanalyseerd hoe het gebouw zou scoren op BENG.

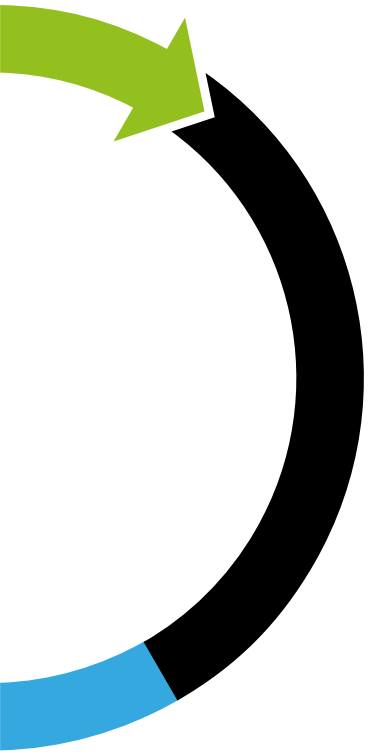
Met een iets lagere warmtevraag en 305 extra PV-panelen zou BENG zijn behaald. Of met individuele warmtepompboilers en 125 extra PV-panelen. Maar warmtepomp-boilers zijn veel duurder en de capaciteit per boiler is te groot voor de kleine woningen.

Figuur 4: BENG prestaties Veldhuis



Passief bouwen gaat over verwarmen en koelen, maar niet over warmtapwater. Nu het mogelijk blijkt om de warmtevraag te reduceren, wordt warmwater de nieuwe uitdaging. Decentraal warmtapwater door e-boilers is eenvoudig te installeren, maar het cumulatieve elektraverbruik is relatief hoog. Doorstromers zijn zuiniger maar hebben een hoog piekvermogen. Bij teveel gelijktijdigheid kan de elektra-installatie overbelast raken of het gecontracteerd vermogen worden overschreden. Collectieve oplossingen zijn vaak relatief energiezuinig maar hebben ook veel verlies op ringleidingen. In de winter reduceert dit nog enigszins de warmtevraag, maar in de zomer moet overtollige warmte worden gecompenseerd. Een deels collectieve aanpak, met meerdere warmtepompen voor kleinere groepen woningen kan oplossing bieden. Ook groepsboilers kunnen een middenweg bieden.

Toekomstig alternatief ventilatiewarmtepomp bij appartementen
Voor individuele appartementen die passief worden uitgevoerd bijvoorbeeld het ventilatiewarmtepomp concept van Nilan een goed alternatief kan zijn. Hierbij wordt de individuele WTW-unit gecombineerd met luchtverwarming en -koeling en warmwateropwekking. Nilan biedt daarbij ook een slimme oplossing voor kookafzuiging aan. Belangrijk is dat de techniek bereikbaar is voor onderhoud buiten het bewonersdomein. Bij de grotere aantallen appartementen pakt een collectief systeem als CERA beter uit.



Kosten
Door af te zien van warmtepomptechniek voor verwarming en warm tapwater zijn aanzienlijk lagere bouw- en onderhoudskosten bereikt. Bovendien leidt deze lowtech-benadering tot een lagere CO_2-impact van de toegepaste materialen. Daar staat tegenover dat het energieverbruik minder gunstig is dan bij vergelijkbare projecten met warmtepomptechniek. Met name de huidige warmtapwaterbereiding blijkt hierin een bepalende factor.

Kans voor industriële (hout)bouw
Veldhuis Apeldoorn is met een traditionele constructie gebouwd. Volgens Heiko Haasjes is de combinatie van passief bouwen met houtbouw zeer kansrijk, omdat bij de industriële productie het eenvoudiger is om de benodigde isolatiekwaliteit en kierdichtheid te halen voor passief bouw. Hierbij speelt ook dat de door een lage warmte- en koudevraag verwarmd en gekoeld kan worden met ventilatielucht, wat beter aansluit op houtbouw.

Dit artikel is samengesteld door Willemien Troelstra & Herman van den Berg in samenwerking met Heiko Haasjes, projectmanager bij Syntrus Achmea Real Estate & Finance.

Het expertisecentrum verduurzaming zorg wordt uitgevoerd door:
Stimular
MPZ
TNO
in afstemming met brancheorganisaties NFU, NVZ, ActiZ, VGN en de Nederlandse ggz

Contactpersoon: Willemien Troelstra; *w.troelstra@stimular.nl*
Contactpersoon: Herman van den Berg; *h.vandenberg@stimular.nl*

Er is geen garantie dat de bovenstaande informatie correct, up-to-date en/of volledig is. De informatie en vermelde gegevens zijn dan ook niet uitputtend bedoeld, de inhoud is van informatieve aard en is niet leidend voor een specifieke situatie.