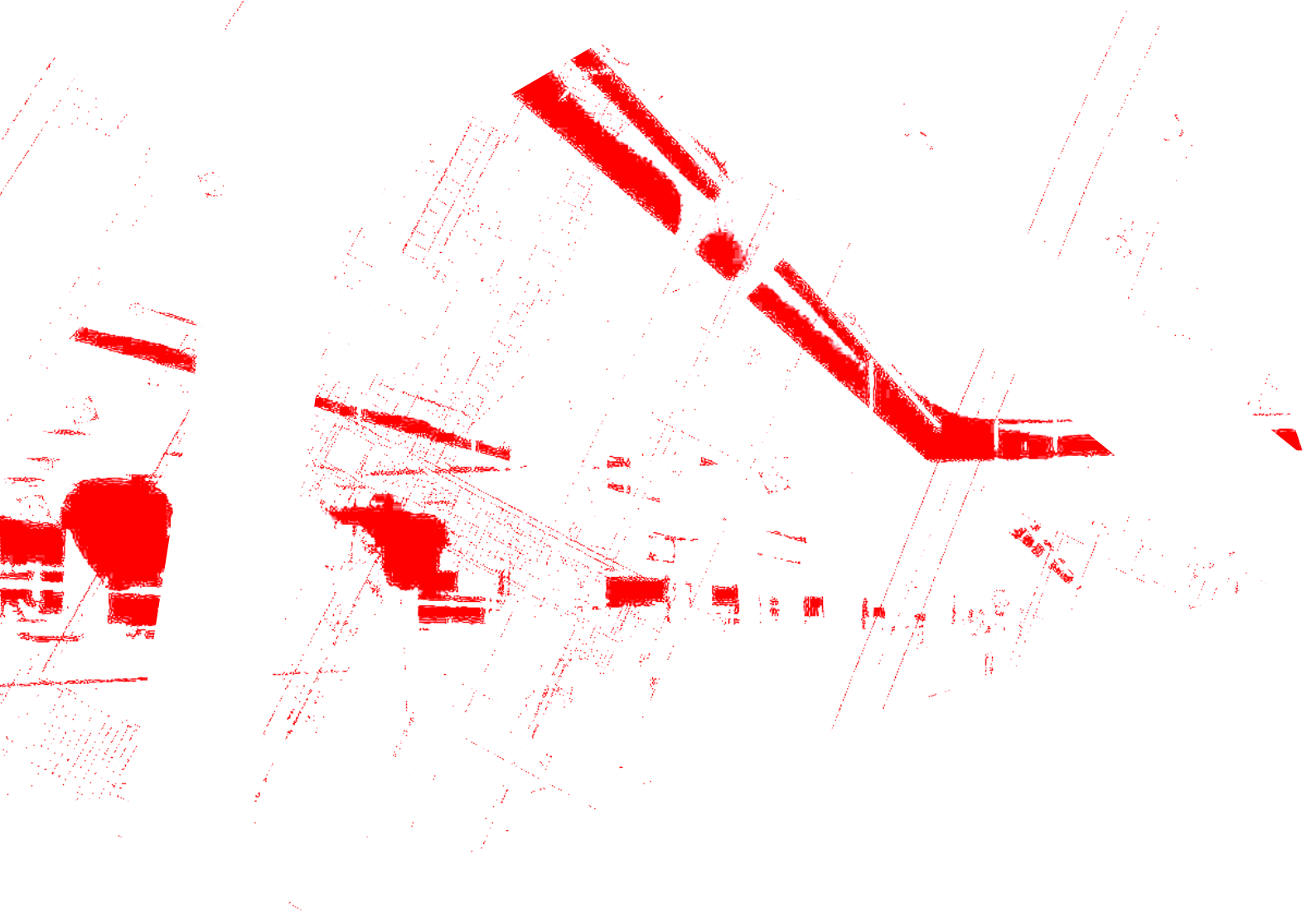




Installatie-arm bouwen

uitgave 2012



Voorstudie KT - 20

11 september 2012
3341.006.ur.kka/cne

vooronderzoek installatie-arm bouwen TVVL

1. inleiding algemeen

Toen er nog geen geavanceerde klimaatinstallaties bestonden, was men toch in staat om comfortabele gebouwen te realiseren. Daglichtopeningen, gebouwmassa en oriëntatie waren belangrijke uitgangspunten hierbij. Deze manier van ontwerpen, waarbij eerst naar goede bouwkundige randvoorwaarden wordt gestreefd, en daarna aanvullend het binnenklimaat wordt geoptimaliseerd met klimaatinstallaties, is mede door de ontwikkeling van allerlei klimaatinstallaties naar de achtergrond geraakt. Vanuit de gedachte van energiebesparing komt tegenwoordig het accent weer steeds meer op 'bewezen methoden', zoals het installatie-arm bouwen te liggen.

Deze rapportage bevat een voorstudie voor een publicatie waarmee de installatietechnicus wordt gestimuleerd om installatie-arm te ontwerpen. Om dit te realiseren dient er bij de installatietechnici voldoende kennis te zijn over het efficiënt afstemmen van de gebouwinstallatie op het (passief) bouwkundig ontwerp.



In voorliggende notitie worden achtereenvolgens de volgende onderwerpen behandeld:

- inleiding onderzoek
 - probleemstelling
 - doelstelling
 - scope
- analyse stand van zaken en beschikbare kennis
 - ontwerpmethodieken
 - platforms
 - praktijkvoorbeelden
- verwerking resultaten
- conclusies en aanbevelingen
- referenties

2. inleiding onderzoek

2.1. probleemstelling

Er bestaat te weinig gebundelde kennis over installatie-arm bouwen terwijl hier, mede vanuit de installatiewereld, wel behoefte aan is. Daarnaast is er geen methodiek beschikbaar met verschillende handvatten en ontwerp oplossingen die gehanteerd kunnen worden door een installatietechnicus om een integraal installatie-arm gebouw te realiseren.

2.2. doelstelling

De doelstelling is een duidelijk overzicht van de beschikbare kennis en (gebruikers)ervaring over installatie-arm bouwen te verzamelen en te documenteren. Op basis van dit overzicht worden gebieden gedefinieerd waarop nog meer kennis omtrent installatie-arm bouwen gewenst is.

Specifiek wordt middels dit (voor)onderzoek gestreefd de volgende doelen te realiseren:

- inzicht verkrijgen in de stand van de integrale ontwerpmethodiek van passieve gebouwen
- inzicht verkrijgen in de stand van de beschikbare ontwerptools voor passieve gebouwen
- contacten leggen met platforms met als doel informatievergaring en mogelijk samenwerking tot stand brengen
- voorstellen formuleren aangaande de wenselijkheid en inhoud van het vervolgonderzoek

2.3. scope

Klimaatinstallaties worden toegepast om het binnenklimaat van gebouwen voor verschillende gebruikers te kunnen beïnvloeden. Installatie-arm bouwen houdt in dat de installatie omvang zo veel mogelijk wordt beperkt, maar dat er **wel** een comfortabel binnenklimaat wordt gerealiseerd. Hiertoe kunnen bouwkundige randvoorwaarden opgesteld worden (denk aan oriëntatie, overstekken, thermische isolatie van de gebouwschil etc.). Dit vooronderzoek gaat in op de afstemming van deze bouwkundige randvoorwaarden en de te realiseren verkleining van de klimaatinstallaties. Daarnaast wordt er onderzoek gedaan naar de gebruikerservaringen in reeds gerealiseerde projecten.

Het onderzoek gaat in de eerste plaats over het beperken van de omvang van de installaties en dus niet over bouwkundige alternatieven voor installaties, zoals bijvoorbeeld zonneshoorstenen en venturidaken.

In dit vooronderzoek worden alleen reeds beschikbare kennis en ervaring onderzocht. Het resultaat van dit vooronderzoek bestaat uit een overzicht van deze kennis en verder uit aanbevelingen naar verder onderzoek ten behoeve van een toekomstige publicatie omtrent installatie-arm ontwerpen voor een installatietechnicus.

3. analyse stand van zaken en beschikbare kennis

Wie zoekt op informatie over installatie-arm ontwerpen en ontwerpmethodieken zal in eerste instantie (zoals ook de verwachting vaak is) veel resultaten vinden. Jammer genoeg is installatie-arm ontwerpen een term die (net zoals duurzaamheid) vaak te pas en te onpas wordt gebruikt zonder dat dit echt van toepassing is op een ontwerp of dat dit daadwerkelijk in het gehele ontwerp doorgevoerd is. Hierdoor blijken veel van de resultaten uiteindelijk niet te voldoen aan de hiervoor vastgestelde definitie van installatie-arm ontwerpen. Sterker nog, er blijven vrijwel geen resultaten over met daadwerkelijk bruikbare informatie omtrent installatie-arm ontwerpen.

In dit hoofdstuk worden dan ook voornamelijk resultaten beschreven van kennis en methodieken welke in de buurt lijken te komen van de definitie installatie-arm. Door verschillen en beperkingen ten opzichte van installatie-arm ontwerpen te beschrijven kan een duidelijk beeld worden geschept welke kennis al beschikbaar is en op welke gebieden nog aanvullend onderzoek benodigd is.

Achtereenvolgens wordt ingegaan op beschikbare ontwerpmethodieken, de bestaande platforms en praktijkvoorbeelden.

3.1. ontwerpmethodieken

Naar voren is gekomen dat er geen specifieke ontwerpmethodieken bestaan om te komen tot een installatie-arm ontwerp. Daarom worden onderstaand een aantal ontwerpmethodieken beschreven welke in sommige opzichten aansturen op een installatie-arm ontwerp.

3.1.1. Trias Energetica

De Trias Energetica is inmiddels een veelgehoord begrip in de bouw-wereld. Het is een ontwerpmethodiek die gebaseerd is op de volgende drie stappen:

1. beperk de energievraag
2. gebruik duurzame energiebronnen
3. indien nodig; gebruik eindige energiebronnen efficiënt



figuur 3.1.: de Trias Energetica

Door de stappen in bovenstaande volgorde uit te voeren wordt een duurzaam ontwerp verkregen welke het milieu minimaal belast.

kwaliteiten

In principe is de eerste stap van de Trias Energetica een goede eerste stap in het ontwerpen van een installatie-arm ontwerp. Door de energievraag te beperken zijn minder installaties benodigd om comfortabel binnenklimaat te realiseren.

In de praktijk ligt hierbij de nadruk vooral op het beperken van de energievraag ten behoeve van verwarmen en koelen. Om tot een installatie-arm gebouw te komen zal de energievraag voor alle ge-

bouwgebonden installaties moeten worden beperkt (ventilatie, warmtapwater, verlichting, transport etc.).

beperkingen

De stappen 2 en 3 passen, in tegenstelling tot stap 1 niet goed bij een installatie-arm gebouwwontwerp. Deze focussen meer op duurzame en efficiënte energieopwekking en sturen niet aan op directe beperking van de installaties.

Een andere beperking van de Trias Energetica is dat het niets meer is dan een filosofie die de algemene aanpak omschrijft. Daarom biedt de filosofie dan ook geen directe handvatten of ontwerpoplossingen. Deze zijn wel door de markt zelf ingevuld maar deze maken geen direct onderdeel uit van de filosofie.

3.1.2. PassiefBouwen

Het PassiefBouwen principe stuurt aan op een gebouwwontwerp dat zoveel mogelijk is aangewezen op passieve energietechnieken. Dit wordt voornamelijk getoetst middels het primaire energieverbruik. Dit betekent niet dat er direct wordt aangestuurd op een installatie-arm ontwerp, zo wordt er geadviseerd mechanisch gebalanceerde ventilatie toe te passen om het energieverbruik voor verwarming te reduceren. Daarnaast is deze methodiek voornamelijk gericht op woonhuizen.

Het PassiefBouwen concept is uitgewerkt in het PassiefBouwen Planning programma, PHPP-NL 2007 van de Stichting PassiefBouwen.nl. De eisen die in dit kader gesteld zijn, zijn:

- jaarlijkse netto warmtebehoefte maximaal 15 kWh/m² per jaar
- luchtdichtheid (n50) maximaal 0,6/h
- jaarlijkse netto energiebehoefte voor koeling maximaal 15 kWh/m² per jaar
- jaarlijks verbruik primaire energie maximaal 120 kWh/m² per jaar

PassiefBouwen is een concept, destijds ontwikkeld voor woningbouw, dat is gebaseerd op een zo laag mogelijk energieverbruik voor verwarming en koeling, een goede luchtdichtheid en laag huishoudelijk elektriciteitsverbruik. Door het realiseren van een zeer goede gebouwschil wordt (zonne)warmte 's winters zo efficiënt mogelijk binnengehouden. In de zomersituatie wordt deze zonnewarmte zo veel mogelijk geweerd, onder andere door het toepassen van overstekken. Door in de zomer 's nachts met buitenlucht te ventileren koelt de woning 's nachts voldoende af, waardoor een koelinstallatie niet noodzakelijk is.

kwaliteiten

Het optimaliseren van de gebouwschil sluit goed aan op de installatie-arm bouwen gedachte. Namelijk zoveel mogelijk bouwkundig optimaliseren, en het beperken van de omvang van de installatie.

beperkingen

Met name in relatie tot de strenge comforteisen die tegenwoordig aan utiliteitsgebouwen gesteld worden, heeft de PHPP methodiek de volgende beperkingen:

- het realiseren van een lage koelbehoefte (15 kWh/m^2) is doorgaans niet mogelijk in combinatie met de hoge interne warmtelasten in utiliteitsgebouwen (ten gevolge van onder andere de bezetting van het gebouw en de vereiste verlichtingsniveau)
- laag energieverbruik door de installaties, maar hoge bezettingsgraden waardoor een grote luchtverversing wenselijk is en daarnaast worden gezien de functies in het gebouw ook hoge verlichtingsniveaus gevraagd
- de gewenste grote mate van daglichttoetreding en uitzicht (oftewel: het toepassen van glas) kunnen in contrast staan met het optimaliseren van de gebouwschil met kleine daglichtopeningen

3.1.3. Residential Passive Design for Temperate Climates

De publicatie Residential Passive Design for Temperate Climates (1) van Environment Design Guide (een onderdeel van de Australian Institute of Architects) geeft een kort stappenplan om te komen tot een passieve woning. Hierbij worden achtereenvolgens de volgende stappen doorlopen:

1. oriëntatie en woningplattegrond
2. gebouwschil
3. thermische massa
4. isolatie
5. ventilatie en bezonning

kwaliteiten

Hoewel de publicatie heel beknopt en in eerste instantie niet vernieuwend lijkt, biedt deze toch betere handvatten voor een installatie-arm ontwerp en zorgt deze er in ieder geval voor dat er verder wordt nagedacht. Zo wordt bij de oriëntatie van een gebouw niet alleen gekeken naar de zon, maar ook naar de wind. En wordt een gebouw niet alleen in zijn geheel aangepast aan de oriëntatie maar wordt de positionering van individuele ruimten ook aangepast aan de oriëntatie.

Een ander voorbeeld is de plaatsing van ramen, isolatie en thermische massa. Het stappenplan stuurt aan om op de juiste plaatsen de juiste oplossing toe te passen en niet overal klakkeloos dikke isolatie toe te passen of veel thermische massa. Hierdoor wordt een ontwerper aangespoord om goed na te denken over zijn ontwerp en deze optimaal af te stemmen op de omgeving en het gebruik.

De publicatie onderscheidt zich ook van andere ontwerpmethodieken door de toepassing van andere oplossingen zoals: kleurgebruik, gebruik van omliggende bebouwing en water.

beperkingen

De beperkingen van deze methodiek is dat deze is geschreven voor Australië en daardoor toegespitst op het klimaat daar. De methodiek is wel samengesteld voor het gematigd klimaat.

Een tweede beperking is dat het alleen voor woningen en niet voor utiliteit is ontworpen. Zo wordt bij de positionering van ruimten specifiek uitgegaan van een woonhuis en niet ingegaan op een utiliteitsgebouw.

3.2. platforms

Er zijn diverse platforms voor duurzaamheid (in het algemeen) of energiezuinigheid (in het bijzonder).

De Dutch Green Building Council (DGBC) is een organisatie die duurzaamheid van de gebouwde omgeving nastreeft. Het duurzaamheidslabel BREEAM-NL is (mede) door de DGBC ontwikkeld. De DGBC richt zich niet specifiek op installatie-arm bouwen, maar kijkt naar negen thema's op het gebied van milieuprestatie: Management, Gezondheid, Energie, Transport, Water, Materialen, Afval, Landgebruik & Ecologie en Vervuiling. Installatie-arm bouwen heeft het grootste raakvlak met de energie-module. Kennisuitwisseling is een belangrijke taak van de DGBC.

De Stichting PassiefBouwen.nl is in het leven geroepen om de toepassing van passief bouwen in Nederland te stimuleren. In de stichting zijn particuliere marktpartijen en overheden verenigd. Taak van de stichting is om:

- passieve zonne-energie en zonpassieve bouwwijzen te bevorderen
- marktpartijen bij elkaar te brengen
- werkwijzen en producten voor passief bouwen te (laten) ontwikkelen
- voorlichting en informatie aan alle doelgroepen te geven
- contacten met overheden en relevante organisaties te onderhouden
- bijdragen te leveren over regelgeving en normering
- kwaliteitsbevordering, productontwikkeling, onderzoek, opleiding en marktintroductie te stimuleren en ondersteunen

Agentschap NL is onderdeel van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Het agentschap bestaat uit vijf thematische divisies die zich bezig houden met de uitvoering van overheidsbeleid rond de thema's Duurzaamheid, Innovatie en Internationaal. Het installatie-arm bouwen zou als aandachtspunt bij de divisies Energie&Klimaat, Innovatie en Milieu & Leefomgeving aangedragen kunnen worden.

3.3. praktijkvoorbeelden

3.3.1. Odyzee te Kloetinge

Op het terrein van Emergis te Kloetinge (gemeente Goes) wordt een school voor lager en voortgezet speciaal onderwijs gebouwd; Ody-Zee. In de nieuwbouw komen dertien lokalen, een gymzaal, een speellokaal, lerarenkamer en ruimtes voor onder meer orthopedagogie en maatschappelijk werk.

De grootste doelgroep zijn kinderen met psychische aandoeningen, die uit heel Zeeland naar de Odyzeeschool komen. De school



wordt als een van de eerste scholen in Nederland gebouwd volgens het concept van **PassiefBouwen**. Dit is een bouwconcept waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van de zon. In een passief gebouw wordt allereerst gezorgd dat er weinig energiebehoefte is voor verwarming en koeling. In het stookseizoen wordt aanwezige warmte zo goed mogelijk vastgehouden. Daarnaast wordt zoveel mogelijk gratis zonnewarmte 'ingevangen'.

uitdagingen/bijzonderheden

Naast het concept van PassiefBouwen worden ook belangrijke elementen uit de publicatie “**Frisse scholen**” van SenterNovem in het installatietechnische ontwerp opgenomen, zoals bijvoorbeeld een luchtkwaliteit en verlichtingswaarden volgens **klasse A** (optimaal).

In het stookseizoen wordt de warmte van de verwijderde lucht overgedragen aan de binnengebrachte buitenlucht. In de zomer kan met koude nachtlucht extra worden geventileerd, waardoor een koelinstallatie overbodig is. En in de zomer wordt ongewenste opwarming zo veel mogelijk voorkomen. Ongewenste zonnestraling wordt zo veel mogelijk buitengehouden.

Om in aanmerking te komen voor de subsidie via het Unieke Kansen Programma UKP NESK, zijn in het ontwerp zonnepanelen op het dak van de school toegevoegd, waarmee een groot deel van de eigen elektriciteitsopwekking kan worden voorzien.

Vanuit het oogpunt van energiebesparing en om te kunnen voldoen aan de strenge prestatie-eisen van PassiefBouwen is bij het verlichtingsconcept gekozen voor een geavanceerde lichtregelininstallatie.

beperkingen/leermomenten

Het project is geen installatie-arm gebouw; om aan de eisen “Frisse scholen” te kunnen voldoen zijn diverse ingrijpende klimaattechnische maatregelen getroffen; de extreem hoge comforteisen zorgen ervoor dat de omvang van de installaties toch behoorlijk groot is.

3.3.2. Roosendaal

In de woonwijk de Kroeven in Roosendaal zijn sociale huurwoningen gerenoveerd middels het PassiefHuis principe. Hiertoe is de gehele buitengevel en dak gerenoveerd om een zeer hoge warmteweerstand te realiseren. Daarnaast is een mechanisch gebalanceerd ventilatiesysteem met warmteterugwinning geïnstalleerd om ventilatieverliezen te beperken. Om de ruimteverwarming en warm tapwater duurzaam op te wekken is naast een kleine ketel een zonneboiler geïnstalleerd.



figuur 3.2.: een impressie van de gerenoveerde woningen in Roosendaal

uitdagingen/bijzonderheden

Het project kenmerkt zich voornamelijk ten opzichte van andere projecten doordat het een renovatieproject betreft en daarnaast gaat over sociale huurwoningen. Door de renovatie wordt er niet geheel voldaan aan de uiteindelijke PassiefHuis norm maar wordt het energieverbruik sterk teruggedrongen.

beperkingen/leermomenten

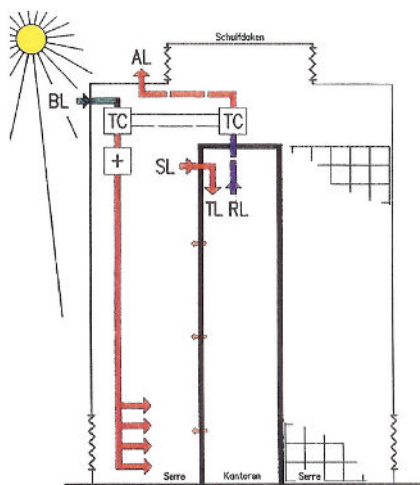
- geen installatie-arm ontwerp, zelfs meer installaties dan normaal gebruikelijk in een woning. Dit ondanks de sterke beperking van de energievraag. Dit is het gevolg van het willen terugdringen van de primaire energievraag.
- extra aandacht benodigd voor het gebruikersgedrag; doordat het hier sociale huurwoningen betreft kiezen de gebruikers namelijk niet bewust voor een PassiefWoning waardoor deze niet zomaar het energiezuinige gebruikersgedrag vertonen. Daarom is er veel aandacht besteed aan het instrueren van de gebruikers.
- metingen in twee proefwoningen hebben aangetoond dat een regulier installatieontwerp geen optimaal werkende installatie zou opleveren omdat de vermogens van de opwekker en afgifte te groot zijn (2).

3.3.3. VROM gebouw Den Haag

Het VROM gebouw in Den Haag heeft als voorbeeld gediend tijdens een themadag genaamd “Het installatieloze/ - arme gebouw, feit of fictie” op de TU in Delft. Het VROM gebouw is een kantoorgebouw van circa 80.000 m² bruto vloeroppervlak en bestaat uit circa 17 bouwlagen. Het gebouw was een voorbeeld gedurende de themadag door het slimme integrale ontwerp van het gebouw en de installaties waardoor “airconditioning” in kantoren overbodig zou zijn. Door de toepassing van serres wordt in de zomer zonnewarmte afgevangen en natuurlijk weggeventileerd waardoor externe beïnvloeding van het binnenklimaat wordt voorkomen. In de winter worden de serres gebruikt voor voorverwarming van de ventilatielucht om de benodigde verwarmingsenergie te beperken.



figuur 3.3.: een impressie van het VROM gebouw in Den Haag waarin de serres duidelijk zichtbaar zijn



figuur 3.4.: een principe doorsnede van het VROM gebouw met de inpassing van de serre in wintersituatie (3)

uitdagingen/bijzonderheden

Door de slimme inpassing van de serres hoeven er minder eisen te worden gesteld aan de binnen gevel omdat: de geluidbelasting op de gevel wordt beperkt, de tochtverschijnselen worden beperkt (geen winddruk op de gevel) en extreem lage temperaturen worden voorkomen. Daarentegen is er wel een uitgebreid ventilatiesysteem aangebracht om dit mogelijk te maken waarbij de ventilatielucht in de zomersituatie gekoeld wordt ingeblazen in de kantoren (toch gewoon koeling aanwezig dus). Wel zijn de toegepaste convectoren een stuk kleiner aangezien de minimum temperatuur in de winter in de serres 10 °C is.

beperkingen/leermomenten

- hoewel er in eerste instantie wordt gesteld dat er geen airconditioning benodigd is (3) ten gevolge van de serres, wordt de ventilatielucht wel gekoeld
- ten gevolge van gebruikersgedrag wordt de beoogde energiebesparing niet gerealiseerd (3)
- het installatie-arm ontwerp is voornamelijk gefocust op het beperken van verwarming- en koelinstallaties wat een grote complexe ventilatie-installatie tot gevolg heeft

3.3.4. gebruikerservaringen

Een van de oorzaken van de grote hoeveelheid installaties die benodigd zijn in een gebouw, is de huidige comfortbeleving van mensen. Vroeger waren de mensen vaak tevreden bij een temperatuur tussen de 15 en 30 °C terwijl dit tegenwoordig beperkt is tot een temperatuurrange tussen de 20 en 24 °C (4). Om dit te kunnen bewerkstellingen en om de individuele regelbaarheid in een gebouw mogelijk te maken zijn vele installaties met regelinstallaties benodigd. Geconcludeerd kan worden dat of:

- het met de huidige comforteisen moeilijk is om de omvang van de installatie te beperken. Dit zal betekenen dat mensen in een installatie-arm gebouw weer een bredere comfortrange zullen moeten ontwikkelen/accepteren en weer moeten leren omgaan om met traditionele middelen om hun eigen comfort te beïnvloeden (trui, sjaal etc.).
- het idee van een installatie-arm gebouw zal zo veel mogelijk moeten worden toegepast binnen de huidige comfortbeleving. De vraag is dan alleen in hoeverre een echt installatie-arm gebouw kan worden gerealiseerd.



figuur 3.5.: links een voorbeeld waar mensen zich comfortabel kunnen voelen in een "niet comfortabele omgeving" en rechts een "ouderwetse" wijze van comfortregeling (4)

Wanneer in de praktijk wordt gekeken naar installatie-arme gebouwontwerpen, is te zien dat de opdrachtgever vaak zelf het gebouw gaat gebruiken en dus bewust kiest het ontwerp installatie-arm uit te voeren. Hiermee is de gebruiker vooraf bekend met het feit dat het comfort minder hoog zal zijn dan in een modern gebouw. Doordat een gebruiker hier bewust voor kiest is zijn acceptatie groter (5). Voor een buitenstaander zal dit gebouw mogelijk minder comfortabel zijn en niet voldoen aan de eisen.

Dit komt ook duidelijk naar voren bij de eerder aangehaalde, tot PassiefHuizen gerenoveerde, sociale huurwoningen in Roosendaal. Hierbij wordt een zeer duidelijke instructie aan de gebruikers gegeven

bij de start van de bewoning van de woningen. Het gebruik van een PassiefHuis en zijn installaties voor mensen niet voor de handliggend. Een gevolg hiervan is dat bij slecht geïnstrueerde bewoners geen bewustwording bestaat, waardoor energie wordt verspild en het doel van de PassiefHuizen niet zal worden bereikt. In Roosendaal probeert men dit te voorkomen door goede voorlichting.

Een voorbeeld waar dit niet is gelukt is het VROM gebouw in Den Haag. Hier zijn gebruikers niet goed geïnstrueerd en past het gebruik niet bij het ontwerp van het gebouw waardoor het energieverbruik een stuk hoger ligt dan vooraf was beoogd (3).

Het feit dat gebruikers goed moeten worden geïnstrueerd over de werking van een installatie-arm gebouwoontwerp wordt mede onderstreept door de publicatie van de Australische “Environment Design Guide” met de titel “Designing user-friendly passive buildings” (6). Hierin wordt geconcludeerd dat het alleen mogelijk is een installatie-arm gebouw te realiseren door de gebruikers vanaf het ontwerp mee te laten participeren. Hierdoor is de gebruiker niet alleen bekend met het gebouwoontwerp en haar (installatietechnische) principes maar wordt de gebruiker ook geactiveerd/enthousiast gemaakt om het energiezuinige gedrag te vertonen.

4. verwerking resultaten

Geen van de beschreven ontwerpmethodieken is direct gericht op installatie-arm bouwen. Indirect stuurt de Trias Energetica wel aan op installatie-arm bouwen, omdat deze methode zich ten eerste richt op het beperken van de energievraag, waardoor minder installaties benodigd zijn. Ten behoeve van het installatie-arm bouwen zouden alle gebouwgebonden installaties beschouwd moeten worden, maar daar is binnen de methode van de Trias Energetica geen speciale aandacht voor.

Bij het PassiefBouwen worden grenswaarden gegeven voor maximale energieverbruiken voor verwarmen, koelen en jaarlijks primair energieverbruik. De maximale koelbehoefte die is toegestaan is afgestemd op de situatie die geldt voor woningen. Voor utiliteitsgebouwen is deze eis, zeker gezien de hoge comforteisen die worden gesteld, niet reëel. Er worden enkele ontwerpoplossingen aangedragen om de doelstellingen te realiseren (zoals goede thermische isolatie, beperken glasoppervlakken), maar de methode is toch voornamelijk prestatiegericht.

Uit de projecten die tot nu toe gerealiseerd zijn blijkt dan ook dat installatie-arm bouwen niet samen gaat met de hoge comforteisen die tegenwoordig gesteld worden. Zijn deze eisen dan te scherp? En hoe ontwerp je nu een gebouw dat zo min mogelijk installaties nodig heeft? De bestaande tools richten zich met name op verwarmen en koelen, maar ook op het gebied van verlichting, tapwater en ventilatie zou grote winst behaald kunnen worden. Het effect van het beperken van deze installaties op het dan te realiseren comfortniveau is nu nog onvoldoende inzichtelijk, en een goed stappenplan (bouwkundige maatregelen en het effect hiervan op de installaties) ontbreekt.

5. conclusies en aanbevelingen

Uit dit eerste verkennende onderzoek kunnen een aantal conclusies worden getrokken uit de beschikbare kennis en literatuur:

- hoewel de term installatie-arm vaak is terug te vinden bij de beschrijving van verschillende projecten blijken er vrijwel geen projecten te vinden die voldoen aan de in paragraaf 2.3. door ons aangehouden definitie van installatie-arm ontwerpen, te weten: de installatie omvang zo veel mogelijk beperken, en tegelijkertijd een comfortabel binnenklimaat realiseren
- er zijn geen direct toepasbare ontwerpmethodieken beschikbaar om de ontwerper te ondersteunen bij het ontwerpproces van een installatie-arm gebouw. De beschreven Australische ontwerpmethodiek is een goed uitgangspunt voor het vormen van een Nederlands/Europese methodiek.
- energiebesparende maatregelen binnen de huidige duurzame ontwerpmethodieken zijn voornamelijk gericht op beperking van de warmtevraag. Dit heeft voor gebouwen met hoge interne warmtelasten soms tot het gevolg dat de koudevraag sterk toeneemt waardoor de gewenste energiebesparing niet wordt bereikt.
- er bestaan geen echte platforms specifiek gericht op installatie-arm ontwerpen
- mensen die bewust voor een installatie-arm of duurzaam gebouwontwerp kiezen zijn toleranter ten aanzien van het comfort en actiever in het vertonen van energiezuinig gedrag dan mensen die daar niet bewust voor hebben gekozen of niet zijn betrokken in het ontwerpproces
- de huidige comfortgrenzen van gebruikers zijn dermate krap geworden dat het bijna onmogelijk is om een installatie-arm ontwerp te realiseren. Dit wordt verder versterkt door de individuele regelbaarheid die vaak gewenst is per werkplek of stramien. Het bestaan van ruimere criteria zorgt ervoor dat een gebouw logischer aanvoelt voor gebruikers: 's zomers duidelijk warmer dan 's winters.

Op basis van de conclusies en resultaten zijn onderstaande onderzoeksrichtingen naar installatie-arm ontwerpen aan te bevelen:

- de opzet van een ontwerpmethodiek voor het realiseren van een installatie-arm ontwerp
- wat zijn de optimale bouwkundige maatregelen afgestemd op het gebruik en interne warmtelasten van een gebouw om een minimaal energieverbruik te realiseren voor alle gebouwinstallaties?
- tot hoever moet men teruggaan in de eisen ten aanzien van comfort om een installatie-arm ontwerp te realiseren? Of, in hoeverre is een installatie-arm ontwerp te realiseren binnen de huidige comfortgrenzen?

6. referenties

1. **Cole, Gareth.** *Residential Passive Design for temperate climates.* Australia : Australian Institute of Architects, 2011.
2. *Alternative comfort system for retrofit in renovated social housing in the Netherlands.* **Boxem, Gert, et al.** Eindhoven : University of technology Eindhoven, 2009. p. 6.
3. *Het installatieloze/ - arme gebouw, Feit of Fictie.* **Bronsema, B.** Delft : Technische universiteit Delft, 1997. Het Ministerie van VROM te Den Haag. p. 9.
4. **Mouzon, Steve.** The Expanded Comfort Range. *Original green.* [Online] februari 2010. <http://www.originalgreen.org/blog/4---the-expanded-comfort.html>.
5. **Gibson, Scott.** Is green building fore everyone? *green building advisor.* [Online] september 2011. <http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/qa-spotlight/green-building-everyone>.
6. **Hampton, Ania.** *Designing user-friendly passive buildings.* Australia : Australian Institute of Architects, 2011.



Korenmolenlaan 4
3447 GG Woerden
Telefoon: 088 401 06 20

info@tvvl.nl | www.tvvl.nl

