

Auteurs

Dr.ir. M.G.L.C. (Marcel) Loomans [1], prof.dr.ir. A.C. (Atze) Boerstra [2,3], Ir. S. (Stefan) van Heumen [4], dr.ir. E.R.C.M. (Emelieke) Huisman [5], dr.ir. K. (Karin) Kompatscher [4], prof.dr. H.S.M. (Helianthe) Kort [1,5], ir. J. (Janneke) de Kort [2], dr.ir. M. (Marije) te Kulve [2], dr.ing. A.A.L. (Roberto) Traversari [4]

1. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven

2. bba binnenmilieu, Den Haag

3. TNO, Delft

4. Hogeschool Utrecht, Utrecht

Een verkenning naar binnenklimaatrichtlijnen voor de langdurige zorg

We zijn al enige tijd bekend met de programma's van eisen (PvE) voor kantoren en scholen [1,2]. Recent is daar ook het PvE Gezonde Woningen aan toegevoegd [3]. Het doel van deze PvE's is om uiteindelijk een beter binnenmilieu te realiseren die de gezondheid en de activiteiten in die gebouwen ondersteunt. Echter, er zijn natuurlijk meer gebouwen waarvoor meer onderbouwde richtlijnen ten aanzien van het binnenklimaat wenselijk zouden zijn. Een belangrijke groep van dergelijke gebouwen is de huisvesting voor de langdurige zorg. Dit kan zowel de ouderenzorg betreffen als alle andere vormen van langdurige zorg die wij in Nederland kennen en waarvoor huisvesting noodzakelijk is.

Het probleem bij dergelijke huisvesting is dat we in dat geval te maken hebben met een hele diverse groep van bewoners. Het zijn niet meer alleen gezonde (jong) volwassen mensen. De groep op basis waarvan bestaande normen en richtlijnen in het algemeen zijn afgeleid. Bij bijvoorbeeld ouderen is er sprake van een risico op mentaal en fysiologisch functieverlies als gevolg van de biologische veroudering. Echter, het is onduidelijk of, en in welke mate dit effect heeft op te stellen eisen aan het binnenklimaat, en indien dit het geval is, welke condities dan de voorkeur zouden hebben.

De veronderstelling is dat we voor de langdurige zorg andere eisen moeten stellen. Maar welke dan? Die vraag kan enkel beantwoord worden door eerst in de wetenschappelijke literatuur te kijken naar wat bekend is over hoe het binnenmilieu wordt ervaren door bijvoorbeeld ouderen, of mensen met een fysieke en/of mentale beperking.

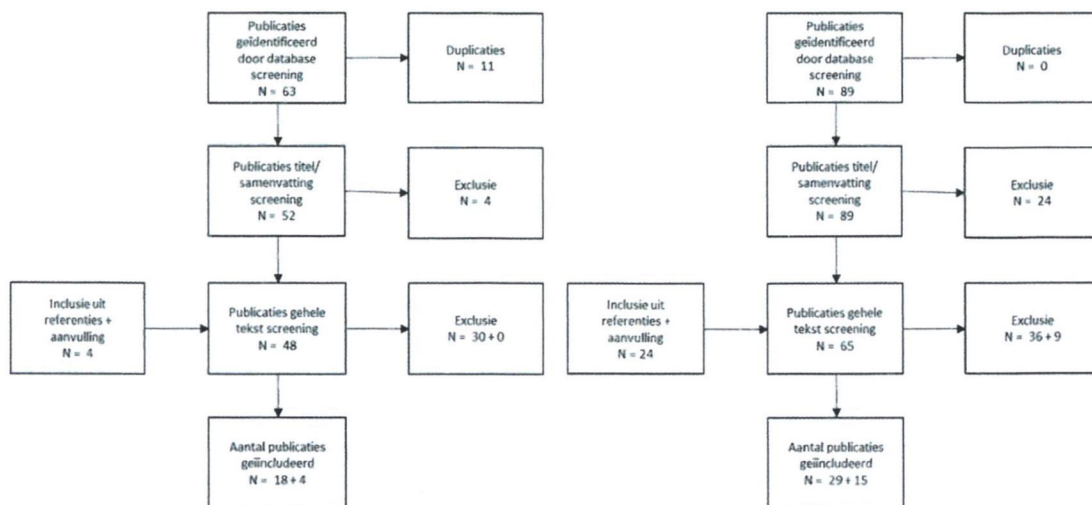
Deze eerste stap, wat weten we nu eigenlijk, is op verzoek van het Expertisecentrum Verduurzaming Zorg, Woonzorg

Nederland, TVVL en Binnenklimaat Nederland gezet door de auteurs. Het project werd daarbij geleid door TNO. Hiermee is voorgesorteerd op de mogelijke eisen die gesteld kunnen worden in een nieuw te ontwikkelen PvE Gezonde Langdurige Zorghuisvesting. Om het vraagstuk overzichtelijk te maken is de keuze gemaakt om in eerste instantie in te zoomen op het binnenklimaat, i.e. de luchtkwaliteit en het thermisch comfort. We willen echter benadrukken dat ondanks dat licht en geluid niet meegenomen zijn in dit onderzoek, het wel wezenlijke onderdelen zijn van een gezond binnenmilieu die van belang zijn voor de gebruikers in de langdurige zorg [4].

De vragen die binnen het voorbereidende onderzoek beantwoord dienden te worden waren:

1. Is er een noodzaak om voor huisvesting voor de langdurige zorg andere eisen te stellen aan het binnenklimaat? Moet hierbij een onderscheid gemaakt worden naar de cliënt, het personeel, de vrijwilligers en eventueel het bezoek?





Figuur 1: Schema's screening proces literatuur review, met links: Overzicht luchtkwaliteit en rechts: Overzicht thermisch comfort. De aanduiding '+ x' duidt op te toevoeging van artikelen na het initiële zoekproces, door aanvullende publicaties na oktober 2022, artikelen uit referentielijsten, etc.

2. Indien een bevestigend antwoord op vraag 1 wordt gegeven, welke waarden voor het thermische binnenklimaat en voor de luchtkwaliteit worden in de literatuur genoemd in dat geval?

Er is uitgegaan van een tweetal ruimtes binnen de langdurige zorg (LZ), voor zover van toepassing, de eigen woon-/slaapkamer en de gezamenlijke verblijfruimte. Speciale ruimtes, zoals in de curatieve zorg of behandelruimtes zijn uitgesloten en liggen buiten de scope van het onderzoek. In het vervolg van dit artikel lichten we kort de gehanteerde methode van onderzoek toe en bespreken kort de resultaten. Het artikel eindigt met een advies voor mogelijke richtlijnen aan de luchtkwaliteit en het thermisch comfort voor huisvesting voor de langdurige zorg.

Methode

Onderzoek naar wat we weten over het onderwerp begint vanzelfsprekend bij het raadplegen van de literatuur. Dat is in dit geval ook gedaan. Er zijn literatuurstudies uitgevoerd naar het binnenklimaat

in de LZ. Gezien de breedte van het onderwerp is er gekozen voor een zogenaamde scoping review. Dit past bij de verkenning op het onderwerp en staat ook toe om iteratief te werk te gaan.

Er is gezocht naar relevante (Engelstalige) studies in verschillende databases, zoals Scopus, Pubmed, Web of Science en Science Direct. Publicaties tot augustus 2022 zijn meegenomen, en daar zijn nog tot januari 2023 publicaties aan toegevoegd die op andere manieren beschikbaar kwamen. Voor het zoekproces is gebruik gemaakt van een uitgebreide lijst met zoektermen rondom een aantal thema's: Doelgroepen, Omgeving, Omgevingsinvloeden, Gezondheid/ perceptie/ werkprestatie.

Vervolgens zijn de relevante studies geselecteerd. Figuur 1 geeft een overzicht van het selectieproces en de aantallen publicaties die we op deze manier hebben gevonden. Het proces is op dezelfde manier doorlopen voor zowel de luchtkwaliteit als het thermisch comfort. De beoordeling van de artikelen die in het geheel zijn gelezen is steeds gedaan door twee onderzoekers. Hierbij is een beoordelingsmatrix gebruikt.

De gegevens van de geïncludeerde studies zijn vervolgens samengevat in een uitgebreide tabel waarin de relevante informatie uit de studies is geordend. Er zijn afzonderlijke tabellen gemaakt voor het luchtkwaliteit en het thermisch comfort vraagstuk. De ingevulde tabellen vormden de basis voor de beantwoording van de onderzoeksvragen. Naast de literatuurstudie zijn ook (Nederlandse) richtlijnen, normen en eisen onder de loep genomen.

De literatuurstudie, opzet en eerste resultaten zijn besproken in een klankbordgroep sessie met verschillende vertegenwoordigers gerelateerd aan de LZ. Deze groep omvatte zowel vertegenwoordigers van bewoners/ gebruikers/organisaties van woonzorginstellingen, als vertegenwoordigers uit de installatiebranche. De conceptrapportage van de studie is met

Foto 1: Conditionering op maat en lokaal lijken de uitgangspunten te moeten zijn wanneer we een goed thermisch binnenklimaat willen realiseren binnen de langdurige zorg.

dezelfde klankbordgroep in een tweede sessie besproken. Deze feedback is meegenomen in de definitieve versie van de rapportage. Hieronder zullen kort de belangrijkste resultaten worden besproken. De onderliggende rapportage wordt op het moment van schrijven van dit artikel afgerond en zal daarna beschikbaar komen via het Expertisecentrum Verduurzaming Zorg (EVZ).

Resultaten en discussie

Luchtkwaliteit

In totaal zijn, zoals in Figuur 1 is af te lezen, 22 artikelen in de studie geïnccludeerd. De artikelen zijn vervolgens voor zover mogelijk gegroepeerd naar drie hoofdgroepen die de luchtkwaliteit omvatten:

- Fijnstof (PM met verschillende aerodynamische diameters)
- Chemische stoffen (SO₂, formaldehyde, ozon, vluchtige organische stoffen)
- Micro-organismen (bacteriën en schimmels)

Enkele studies sloten niet goed aan bij deze groepen en zijn afzonderlijk beschouwd.

Wat opvalt naar aanleiding van de scoping review is dat de hoeveelheid informatie die is gevonden op het onderwerp luchtkwaliteit in relatie tot de LZ zeer beperkt is. Onduidelijk is wat hiervoor de oorzaak is, maar vermoed wordt dat het minder eenvoudig is om in-situ onderzoek uit te voeren in dergelijke omgevingen en dat het minder eenvoudig is om perceptie of fysiologisch onderzoek uit te voeren op de bewoners. Uiteindelijk zijn er geen studies gevonden die zich specifiek richten op de gehandicaptensector, de geïnccludeerde studies richten zich enkel op ouderen als doelgroep. Er is daarbij nog wel onderscheid te maken naar gezondheid en leeftijd, voor zover daar uitspraken over worden gedaan.

Naast deze inperking tot ouderen, bieden de geïnccludeerde studies weinig tot geen inzicht in algemene conclusies die getrokken zouden kunnen worden ten aanzien van richtlijnen voor de LZ. Verschillende studies betreffen casestudies, in verschillende landen, die zich minder eenvoudig laten extrapoleren. In de analyse van die studies worden de uitkomsten veelal vergeleken met referentiewaarden die gebaseerd zijn op (inter)nationale richtlijnen of regelgeving.

Meer algemene conclusies die kunnen worden afgeleid uit de artikelen is dat er relaties worden gevonden tussen hogere niveaus van luchtverontreiniging, bijvoorbeeld PM₁₀, en

respiratoire gezondheidsklachten. Daarnaast blijkt dat ouderen (>80 jaar) meer gevoelig lijken voor een slechtere luchtkwaliteit [5]. De gerapporteerde klachten zijn daarbij klachten die zich relatief snel ontwikkelen, bijvoorbeeld luchtwegklachten, en hebben veelal een respiratoire oorsprong.

Effecten op lange termijn gezondheidsklachten zijn niet in de geïnccludeerde studies teruggevonden. Dergelijke effecten zijn lastig in het type studie, met name veldstudies, te bepalen. Dit vraagt om een meer epidemiologische benadering. Dat geeft daarmee ook meteen een verklaring waarom in de literatuur geen informatie is gevonden ten aanzien van de eisen die gesteld zouden kunnen worden aan de luchtkwaliteit in de context van de langdurige zorg. De gevonden studies zijn hiervoor methodologisch niet correct opgezet.

Een recente literatuur review over 'Indoor Air Quality in Elderly Care Centers' [6] ondersteunt de uitkomsten zoals die in deze literatuurstudie zijn gevonden. In het betreffende hoofdstuk worden naast enkele aanvullende referenties, die veelal verwijzen naar veldstudies, ook enkele studies aangehaald gerelateerd aan kantoren en scholen. Er ontbreken in die studie echter referenties die in onze literatuurstudie wel zijn opgenomen. Ook wordt niet gekomen tot eisen die gesteld kunnen worden aan huisvesting voor de LZ [6]. Wel wordt nog een terechte opmerking gemaakt over het mogelijke interactie-effect op de gezondheid bij gecombineerde blootstelling aan verontreinigingen. Dit is een nog grotendeels onontgonnen gebied, laat staan specifiek voor ouderen.

In de geïnccludeerde studies valt op dat er regelmatig naar twee grotere studies wordt gerefereerd. Dit zijn de 'Geriatric study in Europe on health effects of air quality in nursing homes (GERIE)' en de 'Geriatric Study in Portugal on health effects of air quality in elderly care centers (GERIA)'. De eerste studie is een studie die betrekking heeft op zeven Europese landen (geriastudy.gandi.ws) en de tweede is een vergelijkbare studie die zich echter beperkt tot enkel Portugal. Beide studies hadden als doel om de gezondheid van ouderen in de langdurige zorg te verbeteren. De GERIE en GERIA studies geven een goed beeld van de status van de luchtkwaliteit in verzorgingstehuizen in Europa.

Door de omvang van deze studies zijn deze kwalitatief duidelijk sterker dan de andere studies die zijn gevonden. In de discussie van [5] wordt aangegeven dat "In the present study, we showed a significant relationship between exposure to chemical indoor air pollutants and respiratory outcomes in the elderly, even at moderate concentrations of indoor air pollutants" (p.1233). Uit de studies blijkt dat zelfs als concentraties de eisen zoals genoemd in bijvoorbeeld de WHO Air quality guideline uit 2005 [7] (voor IAQ [8]) niet overschrijden er effecten zichtbaar zijn. Een dergelijke uitkomst laat zien dat voor ouderen in de langdurige zorg wellicht striktere eisen gesteld moeten worden ten aanzien van de luchtkwaliteit dan gehanteerd voor andere gebouwen. Overigens zijn

de WHO-richtlijnen in 2021 aangescherpt [8]. Maar zelfs als die als uitgangspunt worden genomen ($PM_{2.5} < 5 \mu g/m^3$ op jaarbasis) presenteert Yan et al. [9] resultaten die al een effect laten zien wanneer absolute waarden voor de $PM_{2.5}$ concentratie (gemiddeld) lager zijn dan die eis.

Wordt gekeken naar de chemische componenten dan zijn er verschillende relaties tussen de gemeten concentraties en gezondheidseffecten gevonden. Ook hier geldt dat de gemeten concentraties lager zijn dan de WHO IAQ richtlijnen. Dit terwijl in de analyse van die richtlijnen wel rekening is gehouden met mensen met gezondheidsklachten. Voorbeelden hiervan zijn NO_2 en ozon. Hoewel, de basis hiervoor relatief mager is, pleit dit er toch voor om nog wat strengere eisen voor te stellen voor ouderen in de LZ. Voor ozon kunnen zulke eisen ondersteund worden door het (epidemiologische) werk van Di et al. [10]

Voor micro-organismen is het nog lastiger om absolute waarden aan te geven waarbij een probleem kan ontstaan. Hoge concentraties binnen, of een type bacterie of schimmel dat onder normale omstandigheden niet aanwezig hoort te zijn, wijzen meestal op een (verontreinigings-)bron die bij voorkeur zo snel als mogelijk dient te worden weggenomen. In dat verband heeft de NvVA [11] ervoor gekozen om met vuistregels te werken die een probleem kunnen aanduiden. Zij maken daarbij een onderscheid in klassen ten aanzien van het moment waarop klachten verwacht kunnen worden. Gegeven de beperkte informatie die hierover in de literatuur is gevonden, lijken de NvVA richtlijnen een goed handvat te kunnen vormen om richtlijnen voor de LZ op af te stemmen.

In het onderzoek hebben we de relatieve vochtigheid niet als afzonderlijke parameter meegenomen. Een eerdere studie naar de relatieve vochtigheid in zorghuisvesting [12] liet zien dat, hoewel de wetenschappelijk onderbouwing ook hiervoor zeer beperkt is, een waarde van ongeveer 30% voldoende is om klachten in het algemeen te voorkomen.

Perceptie is een ander onderdeel van de luchtkwaliteit. Hiervoor zijn niet veel studies gevonden. Ten aanzien van perceptie kan, vanuit fysiologisch oogpunt en adaptatie, een onderscheid tussen de bewoners, het verplegend personeel en de bezoeker verwacht worden. Echter, het lijkt minder verstandig om bijvoorbeeld geurklachten op te lossen via een verhoogd ventilatieniveau (verdunding). Luchtreiniging of gerichte ventilatie zijn alternatieven, maar in plaats daarvan kan beter geprobeerd worden om, voor zover mogelijk, de bron weg te nemen.

Met de Corona-pandemie is de luchtkwaliteit in de LZ bijzonder belangrijk gebleken. Hiervoor geldt dat het eigenlijk niet mogelijk

is om vooraf een voldoende ventilatieniveau vast te stellen zonder uit te gaan van een scenario en een acceptabel geacht risiconiveau. De aanpak zou eigenlijk al op bouwkundig en installatietechnisch niveau moeten plaatsvinden. Een aanvulling met lokale ventilatie of luchtreiniging zijn ook oplossingsrichtingen.

Concluderend kan gesteld worden dat de (internationale) richtlijnen een goede referentie bieden, maar dat het geanalyseerde onderzoek er op wijst dat eisen voor huisvesting van ouderen in de LZ toch wat strenger behoren te zijn. Anderzijds moeten we deze eisen vanuit andere overwegingen, bijvoorbeeld energetische consequenties, niet overdrijven. Een eerste advies is daarom om de richtlijnen te baseren op de klasse A van het PvE Gezonde Woningen. Voor enkele indicatoren stellen we nog wel aanvullingen voor.

Thermisch Comfort

Vergelijkbaar aan de luchtkwaliteit, zijn in de literatuurstudie vooral veldstudies gevonden waarbij de thermische sensatie en thermische voorkeuren van bewoners van verpleeghuizen in kaart zijn gebracht. De meeste onderzoeken gebruiken daarvoor metingen van het thermisch binnenklimaat om de PMV (Predicted Mean Vote) waarde te bepalen en vragenlijsten (eventueel in combinatie met interviews) om de thermische beleving te inventariseren. In deze studies zijn relatief gezonde ouderen, woonachtig in een verpleeghuis, veelal de doelgroep. Er is in mindere mate onderzoek gedaan naar bewoners met een lichamelijke of cognitieve beperking (bv. dementie). Ook zijn er slechts enkele studies gevonden die (zelf-ingeschatte) gezondheidsparameters in kaart hebben gebracht. Naast onderzoeken uitgevoerd in verpleeghuizen, zijn ook onderzoeken uitgevoerd in de thuisomgeving van ouderen ook meegenomen in de analyse. Studies naar zorggebouwen anders dan langdurige zorginstellingen missen in de literatuur. Een enkele studie keek ook naar de effecten van medicijngebruik en gebruik van verdovende middelen op de thermofysiologie en thermisch comfort.

In de bespreking van de resultaten is een onderverdeling gemaakt in drie categorieën:

- Thermische sensatie en comfort;
- Adaptief gedrag en
- Overige kwalitatieve aspecten.

Het verband tussen de gemiddelde thermische sensatie (Mean Thermal Sensation Vote of MTSV) en de operationele binnentemperatuur (Top: het gemiddelde van de stralings- en luchttemperatuur [$^{\circ}C$]) is voor de verschillende studies in kaart gebracht (zie Figuur 2). Hierbij is voor de lagere temperaturen en voor de hogere temperaturen een correctie toegepast voor de kledingisolatie en seizoenseffecten met bijbehorende

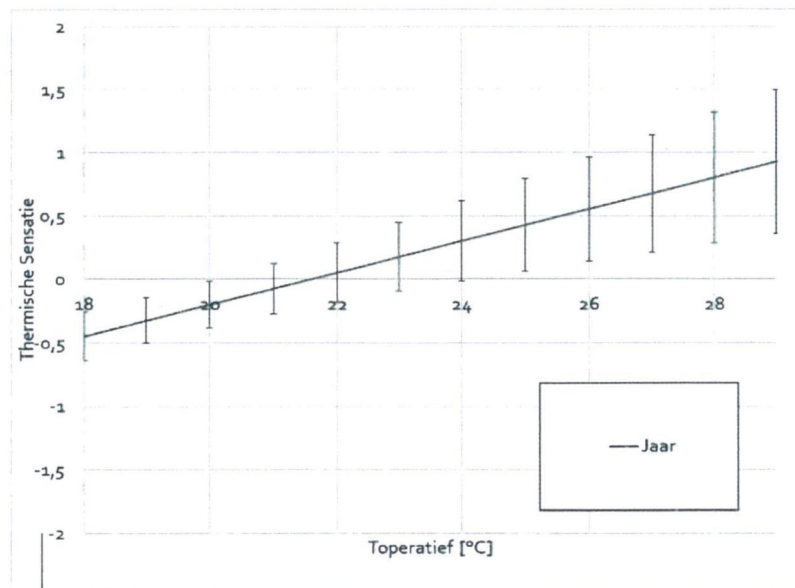
luchtsnelheden. Wanneer er dan op grote lijnen gekeken wordt naar de optimale temperatuurrange met een PMV tussen +0,5 en -0,5 wordt over het jaar een temperatuurrange tussen 19°C en 25,5°C aanbevolen.

Daar waar bij de luchtkwaliteit gefocust kan worden op de 'zwakste' groep, is thermisch comfort iets dat iedere groep (bewoners, zorgpersoneel, bezoekers) individueel interpreteert. Uit de gevonden onderzoeken blijkt dat de gemiddelde thermoneutrale temperatuur (T_n ; Thermische sensatie = 0) voor bewoners $1,08^\circ\text{C} \pm 0,78^\circ\text{C}$ hoger ligt dan voor zorgpersoneel. De bewoners lijken wel meer comfortabel te zijn over een grotere range van de operationele temperatuur. Het personeel heeft het al snel te warm (zie ook Figuur 3).

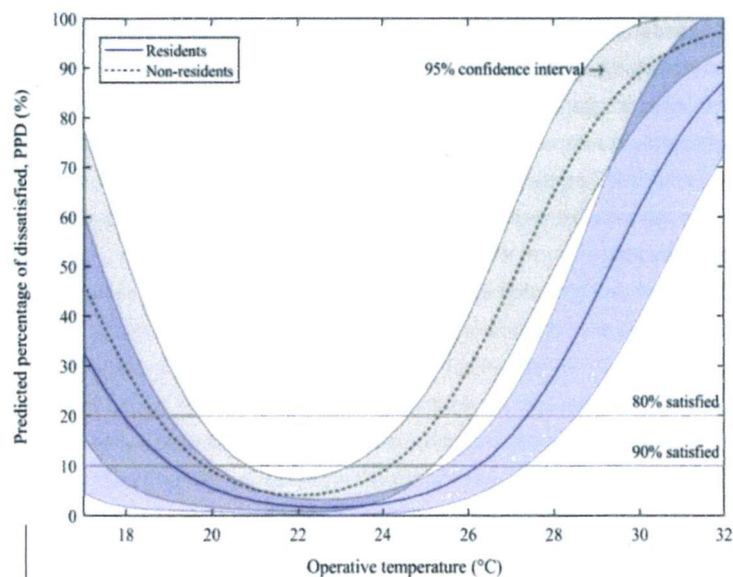
Dat bewoners minder snel last hebben van de warmte kan worden verklaard door de studie van Younes et al [14]. Volgens dat onderzoek neemt namelijk de thermische sensitiviteit in versnelde mate af naarmate we ouder worden. Dit gaat voor warmte sneller dan voor koude [15]. Daarbij heeft een bewoner ook meer mogelijkheden om een comfortabele plek te zoeken en zijn er bij oudere bewoners fysiologische veranderingen die effect hebben op de temperatuurbeleving. Studies naar specifieke doelgroepen, ouderen met dementie, mensen met een fysieke beperking, mannen/vrouwen laten variërende resultaten zien waardoor het moeilijk is algemene conclusies hieruit te halen. Voor het zorgpersoneel speelt ook het activiteitsniveau in combinatie met de kledingweerstand een belangrijke rol. Vooral de zomersituatie is kritisch, doordat de kledingweerstand dan vaak niet verder kan worden verminderd, waardoor het zorgpersoneel het snel te warm kan krijgen.

Interessant is nog dat in de studie van Li et al [16] een effect van leeftijd op de kledingweerstand werd gevonden: 1,27 clo gemiddeld voor de leeftijdscategorie 60-69 jaar tot 1,41 clo bij ouderen ≥ 80 jaar. Voor de bewoners moet de bijdrage van een stoel, rolstoel of matras in de "kledingweerstand" niet worden vergeten.

Het is in de samenvatting hierboven al even aangestipt. Ten aanzien van de bewoners moet



Figuur 2: Verband tussen de operationele temperatuur en de gemiddelde thermische sensatie van verpleeghuisbewoners en thuiswonende ouderen (gemiddelde $\pm$ standaard deviatie).



Figuur 3: Verband operationele temperatuur (Top) en percentage ontevredenheid voor bewoners en zorgpersoneel (bron [13]).

rekening gehouden worden met het effect van het ouder worden op de thermoregulatie. Daar spelen verschillende aspecten een rol [17]. Maar ook chronische aandoeningen en fysieke en verstandelijke beperkingen hebben een rol in het ervaren thermische comfort. Zo lijkt geagiteerd gedrag bij mensen met dementie vaker voor te komen wanneer zij voor een langere periode zijn blootgesteld aan temperaturen $>26^\circ\text{C}$ of $<20^\circ\text{C}$ [18]. Tot slot beïnvloedt medicatie de comfortbeleving. In veel van deze aspecten is er een grote variatie in het effect van een aandoening op de thermische regulatie en het thermisch comfort. Daarnaast zijn er ook nog grote persoonlijke verschillen, ook in de combinatie.

	Wettelijke eis	Advies
CO₂ concentratie & Luchtverversing	Zie bouwbesluit voor debieten (Afdeling 3.6 en 3.7 [2012])	De CO ₂ -concentratie in verblijfsruimten ligt tijdens gebruikstijd op maximaal + 300 ppm boven de buitenluchtconcentratie
Luchtvochtigheid		
Woonkamer, Keuken, Slaapkamer, Verkeersruimte	Zie bouwbesluit wering van vocht (Afdeling 3.5 [2012])	> 30% als bevochtiging (reeds) aanwezig is. In andere gevallen dient per situatie beoordeeld te worden of bevochtiging wenselijk is.
Badkamer	Zie bouwbesluit wering van vocht (Afdeling 3.5 [2012])	Er is voorzien in een effectieve (automatische) regeling waarmee binnen twee uur na gebruik van de badkamer de luchtvochtigheid onder 70% RV is gebracht.
Micro-organismen		
Woonkamer, Keuken, Slaapkamer, Verkeersruimte	Zie bouwbesluit wering van vocht (Afdeling 3.5 [2012])	In de verblijfsruimten mag geen zichtbare schimmel op de wanden of plafonds aanwezig zijn. In geval van vermoedens van problemen wordt de richtlijn van NVvA gehanteerd
Vluchtige Organische Stoffen		De formaldehyde (HCOH) concentratie bedraagt maximaal 30 µg/m ³ (30 min gemiddelde)
		De totale vluchtige organische stoffen oftewel TVOCconcentratie bedraagt maximaal 200 µg/m ³ .
CO & NO₂	Zie bouwbesluit voor debieten tbv afvoer rookgas (Afdeling 3.6 en 3.7 [2012])	Geen interne bronnen koolmonoxide (CO)
		De stikstofdioxide (NO ₂) concentratie bedraagt jaargemiddeld maximaal 10 µg/m ³
Fijnstof		De jaargemiddelde PM _{2,5} (fijnstof) concentratie is maximaal 5 µg /m ³ .
Asbest		In het gebouw zijn geen asbesthoudende materialen aanwezig.
Ozon		De ozon (O ₃) concentratie bedraagt maximaal 40 µg/m ³ (30 min gemiddelde)

	Wettelijke eis	Advies
Binnentemperatuur		
Wintercomfort		Vitale ouderen: PMV -0,5 tot 0,5. Operatieve temperatuur 19°C - 25°C, met voorkeurstemperatuur van 22°C
		Ouderen met gezondheidsproblematiek: PMV 0 tot 0,5. Operatieve temperatuur 22°C - 25°C, met voorkeurstemperatuur op 22°C. Dit kan ook met 20°C op kamerniveau met mogelijkheden tot persoonlijke beïnvloeding waarmee 22°C - 25°C kan worden gerealiseerd.
		Andere cliëntdoelgroepen Voor doelgroepen met specifiek medicijngebruik, mensen met psychische beperkingen en/ of fysieke beperkingen dient maatwerk geleverd te worden.
		Zorgpersoneel De operatieve temperatuur dient bij voorkeur ≤22°C te liggen in ruimtes waar verplegend personeel voornamelijk aanwezig is.
Zomercomfort		Vitale ouderen: PMV -0,5 tot 0,5. Operatieve temperatuur 23°C - 27°C, met een voorkeurstemperatuur van 25°C.
		Ouderen met gezondheidsproblematiek: PMV 0 tot 0,5. Operatieve temperatuur 23°C - 26°C.
		Andere cliëntdoelgroepen Voor doelgroepen met specifiek medicijngebruik, mensen met psychische beperkingen en/ of fysieke beperkingen dient maatwerk geleverd te worden.
		Verplegend personeel De operatieve temperatuur dient bij voorkeur 1,5-2°C lager te liggen dan de operatieve temperatuur voor ouderen.
Lokaal discomfort		
Temperatuurfluctuaties		Maximaal 2 K/h
Tocht	NEN 1087 0,2 m/s op één meter van de ventilatieroosters in de leefzone.	Voor de draft rate wordt geadviseerd om minimaal klasse B van ISO 74/ NEN-EN ISO 7730 aan te houden: Draft rate: ≤20% De luchtsnelheid in de ruimtes bij bepaalde luchttemperaturen zullen er dan als volgt uitzien: 20°C: 0,15 m/s 23°C: 0,19 m/s 26°C: 0,24 m/s
Overige aspecten lokaal discomfort (verticaal temperatuurgradiënt, vloer-temperatuur en stralingstemperatuur)		ISO 74/ NEN-EN-ISO 7730 Minimaal Klasse B

Algemene conclusies zijn daarom niet eenvoudig te trekken. Conditionering op maat en lokaal lijken de uitgangspunten te moeten zijn wanneer we een goed thermisch binnenklimaat willen realiseren binnen de LZ. Om dat de ondersteunen, met name voor diegenen die minder goed kunnen reageren op een oncomfortabele situatie, zou zelfs nagedacht kunnen worden over het meten van de huidtemperatuur om zulke systemen te regelen. Door lokale oplossingen kan ook meteen tegemoet worden gekomen aan het zorgpersoneel, door de ruimte voor hen op een optimale temperatuur te houden. Het is bekend dat niet comfortabele omstandigheden de taakprestatie kan beïnvloeden en daarmee de patiëntenzorg. Dus ook vanuit die optiek is het belangrijk ook voor hen een thermisch comfortabele situatie te creëren.

Normen en richtlijnen

Naast de literatuurstudies zijn ook nationale normen en richtlijnen bekeken. Hier valt op dat voor de LZ er geen algemene richtlijnen zijn opgesteld voor het binnenklimaat. De eisen uit het bouwbesluit, de minimale eisen, bespreekt maar een zeer beperkt aantal eisen vanuit het oogpunt van gezondheid wanneer het de luchtkwaliteit en het thermisch comfort betreft. De Arboret is wat uitgebreider, maar ook hierop kan niet echt teruggevallen worden bij het ontwerp van huisvesting voor de LZ. Vanuit meer branche georiënteerde organisaties (ISSO, Binnenklimaat Techniek) zijn wat uitgebreidere handvatten beschikbaar waarbij een onderscheid in klassen een betere richting geeft ten aanzien van mogelijk na te streven waarden voor de LZ.

Concluderend is het opmerkelijk dat een aantal richtlijnen wel waarden adviseren maar hier slechts beperkte (wetenschappelijke) onderbouwing voor geven. Veel van de gegeven advieswaarden lijken dan ook een expert opinion. Ook is het opvallend dat er in



Foto 2: Thermisch comfort is iets dat iedere groep (bewoners, zorgpersoneel, bezoekers) individueel interpreteert.

verschillende normen en richtlijnen geen maximale niveaus van chemische stoffen en fijnstof worden gedefinieerd.

Advies mogelijke binnenklimaat richtlijnen voor de langdurige zorg

Op basis van de uitgevoerde studies is tenslotte een advies afgeleid voor mogelijke richtlijnen voor de langdurige zorg. Dit advies is samengevat in onderstaande tabel. Dit advies vormt de basis waarmee een klankbordgroep, die door Binnenklimaattechniek Nederland zal worden samengebracht, uiteindelijk zal komen tot een voorstel voor een PvE voor de langdurige zorghuisvesting. Een type huisvesting dat belangrijk is in onze samenleving, en dat naar de toekomst toe zeker ook zal blijven.

Dankwoord

De auteurs zijn zeer erkentelijk naar de leden van de klankbordgroep voor hun bijdrage in dit onderzoek. Dank ook aan Binnenklimaat Nederland, TVVL en Woonzorg Nederland voor het financieel mogelijk maken van dit onderzoek.

Referenties

1. A.C. Boerstra, M. te Kulve, Programma van Eisen Gezonde Kantoren 2021, Woerden, The Netherlands, 2021.
2. RVO, Programma van Eisen Frisse Scholen 2021, Zwolle, The Netherlands, 2021. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/06/PvE-Frisse-Scholen-2021.pdf> (accessed November 12, 2021).
3. M.G.L.C. Loomans, L. Hensen Centnerova, P. Jacobs, T. Beuker, W. Atmar, Programma van Eisen Gezonde Woningen 2022, Woerden, The Netherlands, 2022. <https://www.binnenklimaattechniek.nl/document/publicatie-programma-van-eisengezonde-woningen-2022/>.
4. S. Mueller-Schotte, E. Huisman, C. Huisman, H. Kort, The influence of the indoor environment on people displaying challenging behaviour: A scoping review, *Technol. Disabil.* 34 (2022) 1–8. <https://doi.org/10.3233/tad-210352>.
5. M. Bentayeb, D. Norback, M. Bednarek, A. Bernard, G. Cai, S. Cerrai, K.K. Eleftheriou, C. Gratiou, G.J. Holst, F. Lavaud, J. Nasilowski, P. Sestini, G. Sarno, T. Sigsgaard, G. Wieslander, J. Zielinski, G. Viegi, I. Annesi-Maesano, Indoor air quality, ventilation and respiratory health in elderly residents living in nursing homes in Europe., *Eur. Respir. J.* 45 (2015) 1228–1238. <https://doi.org/10.1183/09031936.00082414>.
6. Y. Zhang, P.K. Hopke, C. Mandin, Handbook of Indoor Air Quality, *Handb. Indoor Air Qual.* (2021). <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5155-5>.
7. World Health Organization, Air Quality Guidelines. Global update 2005, *World Heal. Organ.* (2006) 484. E90038.pdf (accessed November 26, 2021).
8. World Health Organization, Guidelines for indoor air quality- selected pollutants, Copenhagen, Denmark, 2021. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228eng.pdf?sequence=1&isAllowed=yf>.
9. Y. Yan, H. Zhang, M. Kang, L. Lan, Z. Wang, Y. Lin, Experimental study of the negative effects of raised bedroom temperature and reduced ventilation on the sleep quality of elderly subjects, *Indoor Air.* 32 (2022) e13159. <https://doi.org/10.1111/INA.13159>.
10. Q. Di, L. Dai, Y. Wang, A. Zanobetti, C. Choirat, J.D. Schwartz, F. Dominici, Association of Short-term Exposure to Air Pollution With Mortality in Older Adults, *JAMA.* 318 (2017) 2446–2456. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2017.17923>.
11. NVvA, VLA, Vuistregels voor blootstelling aan levensvatbare micro-organismen in kantoren en soortgelijke werkruimten, Eindhoven, 2019. <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/vuistregels-micro-org-nvva-vla.pdf> (accessed February 13, 2023).
12. M.G.L.C. Loomans, E. Huisman, K. Kompatscher, A.A.L. Traversari, H.S.M. Kort, W. Maassen, Bevochtigingseisen in de zorghuisvesting - kennisbasis, Delft, The Netherlands, 2021. <https://www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl/wpcontent/uploads/2021/06/Bevochtigingseisen-kennisbasis.pdf>.
13. F. Tartarini, P. Cooper, R. Fleming, Thermal comfort for occupants of nursing homes: A field study, *Proc. 10th Wind. Conf. Rethink. Conf.* (2018) 720–737.
14. J. Younes, M. Chen, K. Ghali, K. Risto, A.K. Melikov, N. Ghaddar, A thermal sensation model for elderly under steady and transient uniform conditions, *Build. Environ.* (2022).
15. A. Mendes, A.L. Papoila, P. Carreiro-Martins, L. Aguiar, S. Bonassi, I. Caires, T. Palmeiro, Á.S. Ribeiro, P. Neves, C. Pereira, A. Botelho, N. Neuparth, J.P. Teixeira, The Influence of Thermal Comfort on the Quality of Life of Nursing Home Residents, *J. Toxicol. Environ. Heal. - Part A Curr. Issues.* 80 (2017) 729–739. <https://doi.org/10.1080/15287394.2017.1286929>.
16. H. Li, G. Xu, J. Chen, J. Duan, Investigating the Adaptive Thermal Comfort of the Elderly in Rural Mutual Aid Homes in Central Inner Mongolia, *Sustain.* 14 (2022). <https://doi.org/10.3390/su14116802>.
17. L. Schellen, W.D. Van Marken Lichtenbelt, M.G.L. Loomans, J. Toftum, M.H. De Wit, Differences between young adults and elderly in thermal comfort, productivity and thermal physiology in response to a moderate temperature drift and a steady-state condition, *Indoor Air J.* 20 (2010) 273–283.
18. D.T. Novieto, Adapting a human thermoregulation model for predicting the thermal response of older persons, De Montfort University, 2013.