

Nieuwe blik op woningventilatie

Voldoen aan de eisen van de bouwregelgeving biedt onvoldoende garantie voor een goede binnenluchtkwaliteit in woningen. Dit is de meest opvallende uitkomst uit het Monicair-onderzoek, een breed opgezet kennis- en innovatieproject naar het verbeteren van de binnenluchtkwaliteit in woningen. Het onderzoek is een van de eerste gedetailleerde en langdurige monitoringsonderzoeken naar de praktijkprestatie van ventilatiesystemen op zowel binnenluchtkwaliteit als energieprestatie in woningen. Bovendien zijn de afzonderlijke kamers beoordeeld. In dit artikel worden opzet, resultaten en conclusies van dit praktijkonderzoek toegelicht. Bijzondere aandacht gaat uit naar de gehanteerde grootheden voor de binnenluchtkwaliteit.

Ir. H. (Harm) Valk, Nieman Raadgevende Ingenieurs, lid Monicair consortium;
ir. R. (Rob) van Holsteijn, Van Holsteijn en Kemna, penvoerder Monicair

Bij renovatie en nieuwbouw van woningen in Nederland, en ook elders in Europa, is er veel aandacht voor energiezuinigheid. Veelal wordt de keuze van het ventilatiesysteem gebaseerd op de bijdrage van dat systeem aan de energieprestatie. Daarbij blijft de primaire functie van de ventilatievoorzieningen buiten beschouwing: het realiseren van een goede binnenluchtkwaliteit. Er is ook weinig bekend over de praktijkprestatie van ventilatiesystemen. Impliciet wordt aangenomen dat de bouwregelgeving hiervoor voldoende waarborgen biedt.

Bestaand onderzoek behandelt primair de vraag of de ventilatievoorzieningen voldoen aan de wettelijke eisen en eventuele privaatrechtelijk aanvullingen daarop. Daaruit valt te concluderen dat er op dit gebied nog veel te verbeteren valt; er bestaan dan ook inmiddels

de nodige initiatieven op dat vlak in de ventilatiebranche. Er is echter nauwelijks onderzoek gedaan naar de daadwerkelijk gerealiseerde luchtkwaliteit in de afzonderlijke verblijfsruimten van woningen. Dit is nu de ambitie van de bedrijven en instellingen die het project Monicair zijn gestart (MONItoring and Control of Air quality in Individual Rooms): onderzoek doen naar de praktijkprestaties en de resultaten daarvan te gebruiken voor innovatie van systemen en het aanpassen van bouwregelgeving en van richtlijnen voor ontwerp, uitvoering en onderhoud. Centrale vraag is: 'Hoe goed presenteren ventilatiesystemen in de praktijk op het gebied van binnenluchtkwaliteit en energieprestatie in moderne goed geïsoleerde en kierdichte woningen en hoe kan deze prestatie worden verbeterd.'

OPZET

Gedurende een jaar zijn gegevens over de luchtkwaliteit, temperatuur en een groot aantal andere relevante parameters verzameld en geanalyseerd uit alle kamers (verblijfsruimten) van ruim 60 corporatiewoningen. Bij het onderzoek zijn woningen met verschillende ventilatiesystemen betrokken. Het betreft zowel woningen met natuurlijke toevoer via gevelroosters en mechanische afzuiging in de natte ruimten (systeem C) als woningen met mechanische toe- en afvoer met warmterugwinning (systeem D), beide in verschillende varianten. Bovendien zijn er woningen beoordeeld met een decentrale mechanische toe- en afvoer-unit in de woonkamer. Op het verzoek van bij het onderzoek betrokken woningcorporaties zijn als referentie ten slotte een aantal woningen met volledig natuurlijke

ventilatie toegevoegd. In totaal betreft het 62 woningen, meest standaard rijwoningen (2 lagen met kap).

Bij de selectie van de woningen is gestreefd naar woningen met een redelijk goede luchtdichtheid. Dan is beter te onderbouwen dat de kwaliteit van de binnenlucht direct verband houdt met het gebruik van de ventilatievoorzieningen en niet tot stand komt door infiltratie. Aanvankelijk werd gestreefd naar een $q_{v,10}$ -waarde van $< 1,0 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$. In de praktijk moest een ruimere grens worden gehanteerd, $q_{v,10}$ -waarde van $< 1,5 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$, om te voorkomen dat te veel complexen zouden afvallen uit het bestand van de betrokken corporaties. Alleen de woningen met volledig natuurlijke ventilatie hebben een aanzienlijk hogere luchtdoorlatendheid. In alle woningen zijn de ventilatiesystemen vervolgens gecontroleerd en opnieuw op woningniveau ingeregeld volgens de Bouwbesluit-eisen voor nieuwbouw. Bij deze correct ingestelde luchthoeveelheden is ook het stroomverbruik van de ventilatoren gemeten.

In de woningen zijn met behulp van sensoren of het uitlezen van apparatuur de volgende gegevens verzameld:

- in alle verblijfsruimten (woonkamers, slaapkamers, etc.): de CO_2 -concentratie (NDIR sensor +/- 50 ppm), luchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, en aanwezigheid (PIR-sensor) met een meetfrequentie van 5 minuten;
- in alle 'natte' ruimten de relatieve luchtvochtigheid (meetfrequentie 5 minuten);
- van alle mechanische ventilatie-units en een eventuele separate afzuigkap het actuele stroomgebruik;
- het actuele gasverbruik van de combiketel, gescheiden naar verwarming en tapwater.

Bovendien zijn de gegevens van het dichtstbij gelegen KNMI-weerstation opgevraagd. Alle input samen leverde een databestand op met circa 100 miljoen gegevens.

De data-analyse heeft zich vooralsnog gericht op de binnenluchtkwaliteit (de basisfunctie van de ventilatiesystemen) en op de energieprestatie. Om die reden is tevens de nadruk gelegd op het stookseizoen. De data geeft daarnaast inzicht in aspecten van het bewonersgedrag, zoals gewenste temperatuur en schakelgedrag van de ventilatie-units en gebruik van de afzuigkap.

INDICATOR BINNENLUCHTKWALITEIT

De kwaliteit van binnenlucht wordt bepaald door een groot aantal factoren. Naast het gehalte aan zuurstof en CO_2 en de hoeveelheid vocht in de lucht, zijn de aanwezigheid

van diverse andere vervuilende stoffen in de binnenlucht daarvoor verantwoordelijk; een complex geheel van stoffen dat in verschillende variaties voorkomt. Bovendien is er nog volop discussie over het rechtstreekse verband tussen ventilatiecapaciteit en binnenluchtkwaliteit, een onderwerp waaraan het Monicair-onderzoek zelf een bijdrage levert.

In het Bouwbesluit worden eisen gesteld aan de ventilatiecapaciteit. Deze zijn afgeleid van een advies van de Gezondheidsraad, dat uitgaat van een minimale ventilatie van $25 \text{ m}^3/\text{h}$ (is ca. $7 \text{ dm}^3/\text{s}$) per volwassen persoon om een hygiënische grenswaarde van 1.200 ppm te bereiken. Blootstelling aan een hogere concentratie is niet direct schadelijk, maar kan wel hinderlijk zijn. De maximaal aanvaardbare concentratie (MAC-waarde) ligt aanzienlijk hoger; in de Arbo-regels is deze 5.000 ppm. De CO_2 -concentratie is momenteel een internationaal algemeen geaccepteerde indicator voor de binnenluchtkwaliteit en voor de daadwerkelijk gerealiseerde luchtuitwisseling in ruimten tijdens de aanwezigheid van mensen. Voor het Monicair-onderzoek is daarom bij de grenswaarde van 1.200 ppm aangesloten.

Overschrijding CO_2 -gehalte

In de literatuur worden geen grenzen gegeven voor de maximaal toelaatbare overschrijding van het CO_2 -gehalte. Duidelijk is dat er een verband gelegd moet worden met de tijd van blootstelling en de hoogte van de overschrijding. Hiervoor wordt de LKI gebruikt (luchtkwaliteitsindex). De LKI is de gesommeerde waarde van de overschrijding van de grenswaarde van 1.200 ppm vermenigvuldigd met de tijd waarin die overschrijding plaatsvindt. Daarbij wordt alleen gekeken naar de tijd dat er een persoon in de betreffende ruimte aanwezig is.

De LKI wordt uitgedrukt in kppmh: kilo-ppm-uren per persoon. Er bestaat nog volop discussie over een acceptabele waarde voor deze LKI. Bij de beoordeling van ventilatiesystemen voor de energieprestatie met behulp van simulatiemodellen wordt voorlopig een grenswaarde van 30 kppmh gehanteerd. Het Monicair-onderzoek draagt bij aan de koppeling van deze theoretische waarde aan de praktijk.

Overige grootheden

In natte ruimten is de relatieve vochtigheid het maatgevende criterium voor luchtkwaliteit. Tot de natte ruimten worden badkamer, toilet en keuken gerekend. Omdat bewoners hier relatief kort aanwezig zijn is CO_2 hier geen goede maatstaf.

De benodigde energie voor ventilatie is door berekening bepaald uit de meetgegevens, om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de

energieprestatie van het ventilatiesysteem.

Dit betekent wel dat de uitkomsten niet rechtstreeks kunnen worden vergeleken met bijvoorbeeld de post 'ventilatie' in een energieprestatieberekening.

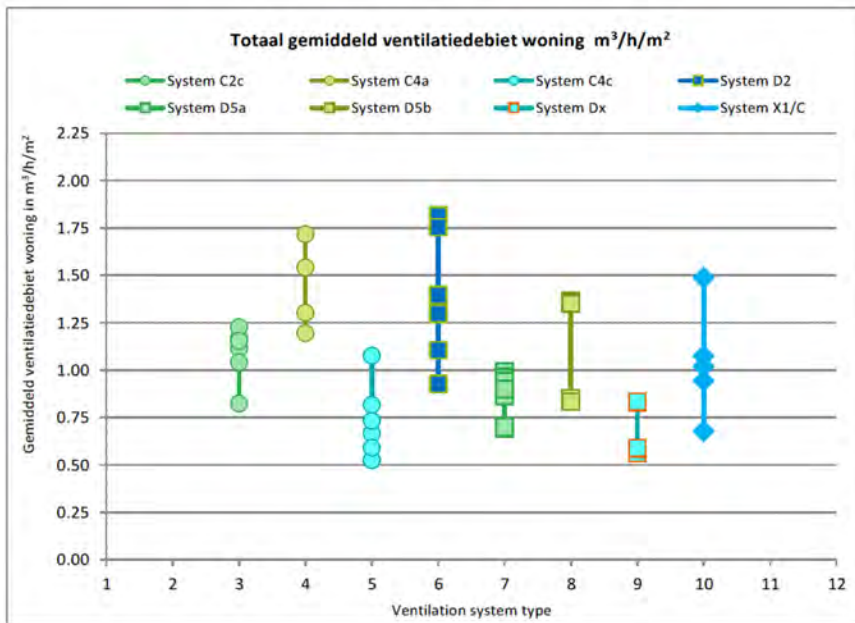
De energie voor ventilatie bestaat uit de energie-inhoud van de uitgewisselde ventilatielucht en de benodigde ventilatorenergie. Als maatstaf voor de energie-inhoud van de lucht wordt het gerealiseerde debiet van de ventilatie-units genomen. Dit betekent dat infiltratie en dwarsventilatie niet zijn meegenomen. Voor woningen met warmteterugwinning in de ventilatielucht is rekening gehouden met een praktijkrendement van 80%. Dit alles is omgerekend naar het primair energiegebruik door te rekenen met de warmteopwekking met een HR-combiketel met 85% praktijkrendement. Alle woningen waren uitgerust met een zelfde ketel (een aantal ketels is voor het onderzoek voortijdig vervangen). Dit is berekend over een stookseizoen van 212 dagen met gemiddeld 130°C temperatuurverschil. Dit zijn de voor Nederland gebruikelijke waarden. Vervolgens is hier het primaire stroomverbruik van alle ventilatie-units in het stookseizoen bij opgeteld.

VENTILATIEDEBIET

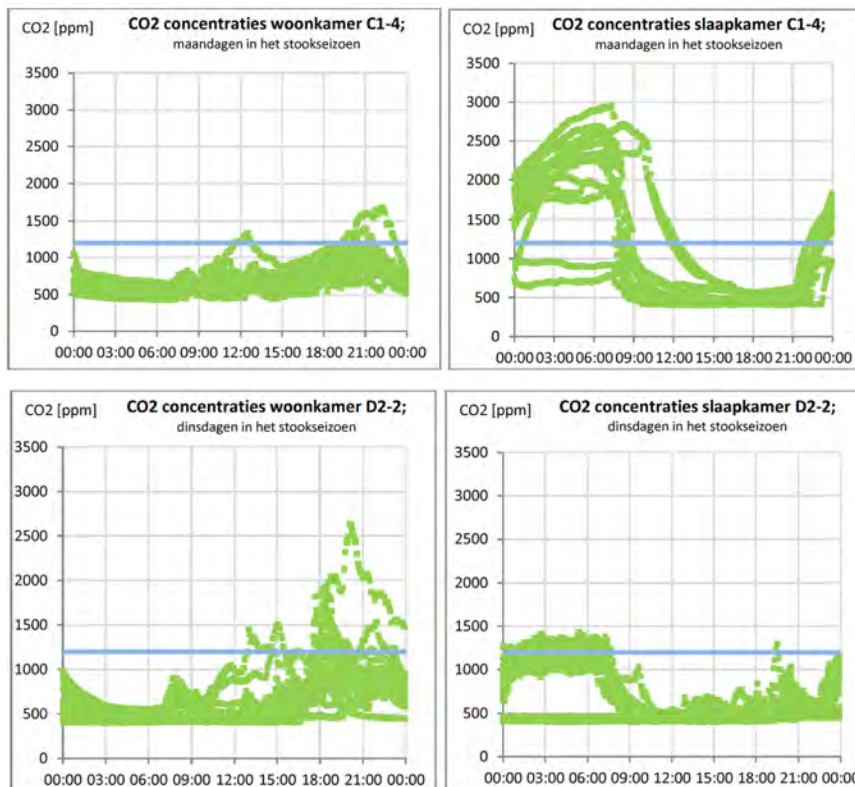
In eerste instantie is het in de praktijk gemeten ventilatiedebiet op woningniveau uit de meetgegevens bepaald. De gemeten daggemiddelde hoeveelheden zijn weergegeven in figuur 1. De onderzochte ventilatiesystemen zijn gecodeerd volgens NEN8088-1, afhankelijk van de drijvende kracht en de toegepaste regeling.

Het debiet is gerelateerd aan het verwarmd vloeroppervlak (Ag). Het Bouwbesluit stelt capaciteitseisen aan de hand van de m^2 verblijfsgebied (VG). Als aangenomen wordt dat 70% van het verwarmd vloeroppervlak bestaat uit verblijfsgebied is een vergelijking te maken met de Bouwbesluit-eis van $0,9 \text{ l/s}/\text{m}^2 \text{ VG}$, ofwel $3,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2 \text{ VG}$; dat komt dan neer op $2,25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2 \text{ Ag}$. Dit is een capaciteitseis, deze hoeft dus niet steeds gerealiseerd te worden voor een goed binnenklimaat. In de figuur wordt de het daadwerkelijke gebruik weergegeven. Dat is, geheel volgens verwachting, aanzienlijk lager.

Een gemiddeld ventilatiedebiet van $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2 \text{ Ag}$ komt globaal overeen met $0,4 \text{ l/s}/\text{m}^2 \text{ VG}$. Het komt ook overeen met $40 - 50 \text{ m}^3/\text{h}$ per persoon en dat is ruim meer dan $25 \text{ m}^3/\text{h}$ per persoon waarop de Bouwbesluiteisen zijn gebaseerd. Geconcludeerd kan worden dat op woningniveau alle ventilatiesystemen ruim voldoende presteren. De vraag is echter of deze ventilatiehoeveelheid ook effectief is, ofwel of in de ruimten waar de bewoners aanwezig zijn



-Figuur 1- Fig. 4.1.1.1 uit het Monicair-onderzoek: gemiddeld optredend ventilatie-debiet in $m^3/h/m^2$ verwarmd oppervlak



-Figuur 2- Fig. 4.2.1.2 en 4.2.1.6 uit het Monicair-onderzoek: voorbeelden van de gemeten CO_2 -concentraties, een woning met een eenvoudig systeem C (4 personen) en een eenvoudig systeem D (5 personen)

een voldoende laag CO_2 -niveau gerealiseerd wordt.

CO₂-OVERSCHRIJDING

Hoewel er meetgegevens over een heel jaar zijn verzameld, heeft de analyse van de onderzoeksresultaten zich primair op het stookseizoen geconcentreerd. Dan is er immers sprake van een grotere energievraag voor ventilatie,

omdat de verse buitenlucht altijd opgewarmd wordt. Bovendien is er de grootste kans dat bewoners uit vermeende energiezuinigheid minder ventileren, minder spuien of roosters sluiten uit comfortoverwegingen. Er zijn steeds gelijkke weekdagen vergeleken. Op die manier ontstaat een goede indruk van de ventilatiesituatie over een heel stookseizoen en is de invloed van verschillende

dagritmes bij bewoners zo klein mogelijk. Dit leidt tot overzichten met de gemeten CO_2 -concentratie, die als grafiek kunnen worden weergegeven. Ter illustratie is een aantal van deze grafieken hier weergegeven, met de weergave van de woonkamer en de hoofdslaapkamer van twee systemen met als regeling uitsluitend een driestandenschakelaar in de keuken. Het betreft een woning met systeem C1 (natuurlijk toevoer via niet-zelfregelende gevelroosters en mechanische afvoer zonder tijd- of sensorsturing) en een woning met systeem D2 (gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning, zonder sensorsturing en zonder zoneregeling). De blauwe lijn geeft de grenswaarde van 1.200 ppm aan.

Regeling op CO₂

Een aantal ventilatiesystemen heeft aanvullend op, of in plaats van, de standenschakelaar een vorm van CO_2 -sturing. Dit zorgt voor het veel vaker inschakelen van hogere standen van de ventilator en daarmee tot een groter debiet op woningniveau. Dit leidt echter niet altijd tot minder overschrijding van de CO_2 -niveau's in de verblijfsruimten.

Enkele voorbeelden ter illustratie:

- systeem D5a (gebalanceerd ventilatiesysteem met wtw en een CO_2 -sensor in de woonkamer) geeft vergelijkbare CO_2 -overschrijdingen in de slaapkamers als een D-systeem zonder CO_2 -regeling;
- systeem C4c (toevoer via zelfregelende gevelroosters en afzuiging per ruimte op basis van CO_2 -meting in verblijfsruimten en vochtmeting in natte ruimten) leidt tot de laagste CO_2 -overschrijdingen in het onderzoek met bovendien een lage spreiding tussen de woningen;
- de woningen met decentrale systemen met CO_2 -regeling op de unit presteren goed in de ruimte waar een decentrale unit is geplaatst.

De analyse is dat uitsluitend indien er CO_2 -meting in een ruimte plaatsvindt en dit bovendien door de regeling omgezet wordt in een aanpassing van de ventilatiestroom in die ruimte, er daadwerkelijk sprake zal zijn van een veel betere binnenluchtkwaliteit dan bij systemen zonder een dergelijke regeling.

RELATIEVE VOCHTIGHEID

Bij beoordeling van de relatieve vochtigheid (RV) zijn zowel hoge waarden als lage uitkomsten van belang. Hoge RV leidt tot condensatie en schimmelvorming, lage RV tot klachten als droge keel en branderige ogen. Hoge RV komt in de onderzochte woningen bijna uitsluitend voor in de badkamers en dan gedurende vrij korte tijd, minder dan 2 uur. In het onderzoek komt slechts één woning voor met een struc-

tureel hoge RV in de badkamer. Het betreft een woning met decentrale gebalanceerde ventilatie in de woonkamer en volledig natuurlijke ventilatie op de verdieping (ventilatiesysteem is X1/A). In deze woning is het optredende ventilatie-debiet op de verdieping onder de maat. Het is echter ook van belang te kijken naar de RV < 30% in het stookseizoen. In de winter wordt verse lucht opgewarmd en daalt de relatieve vochtigheid. Ventileren leidt daarmee in de winter altijd tot lagere luchtvochtigheid binnen, onafhankelijk van het ventilatiesysteem. In de meetresultaten vinden we een daarmee samenhangend patroon: meer ventileren levert meer uren met lage RV. Meer bewoners (en daarmee meer vochtproductie) beperkt dat enigszins.

VERGELIJKING CO₂-OVERSCHRIJDING

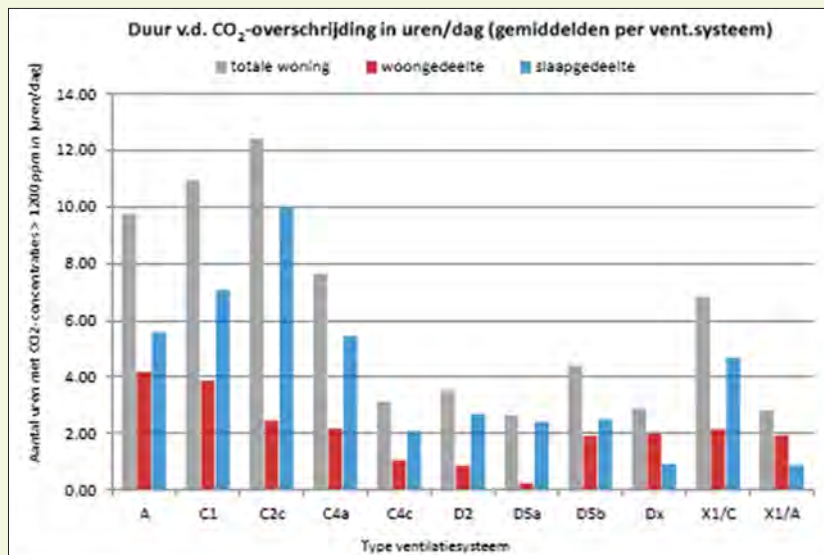
Tijdsduur

Figuur 3 geeft de gemiddelde CO₂-overschrijding van alle onderzochte ventilatiesystemen: het gemiddeld aantal uren per dag met een CO₂-concentratie boven de 1.200 ppm. Naast het totaal (grijze balk) zijn ook de overschrijdingsuren in de woonkamer/keuken (rood) en de slaapkamers (blauw) getoond. Opvallend is het grotere aantal overschrijdingsuren bij de systemen met uitsluitend natuurlijke ventilatietoever en een overstromvoorziening (A, C1, C2c, C4a en X1/C). Ook die overstromvoorziening is in feite een component met een natuurlijke drijvende kracht. Er is namelijk, anders dan wel eens aangenomen wordt, geen rechtsreeks verband tussen de afzuiging in de natte ruimte en het drukverschil over de overstromvoorziening van een verblijfsruimte. Bij bijna alle systemen komt de grootste overschrijding voor rekening van de slaapkamers.

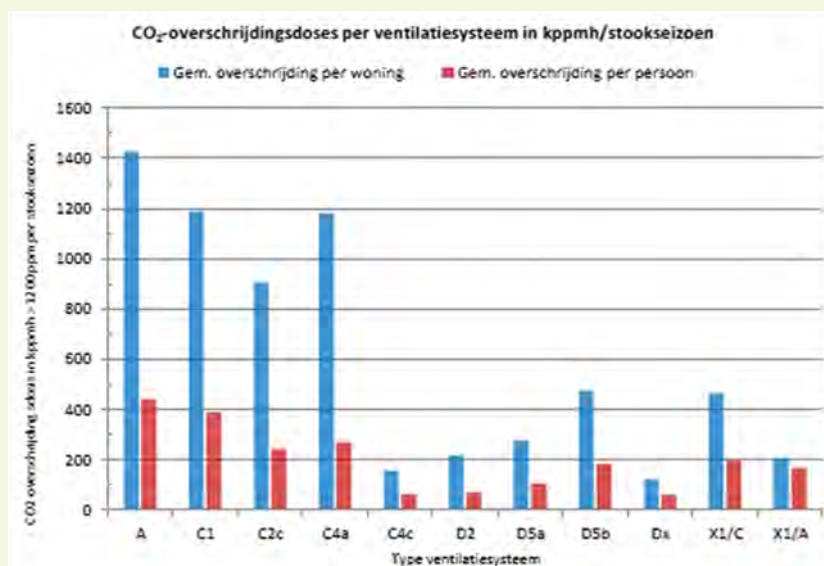
De onderzochte systemen met een mechanische drijvende kracht in alle verblijfsruimten (C4c, D2, D5a, D5b en Dx) presteren significant beter. Het gemiddeld aantal CO₂-overschrijdingsuren voor verblijfsruimten met uitsluitend natuurlijke toe- en afvoercomponenten bedraagt 4,63 uur/dag. Voor verblijfsruimten met een mechanische component (mechanische toe- of afvoer, rechtstreeks uit de ruimte) is de gemiddelde overschrijding 1,71 uur/dag.

Mate van overschrijding

Niet alleen de tijdsduur, maar zeker ook de mate van CO₂-overschrijding is van belang. In het rapport is de overschrijding boven 1.200 ppm berekend, gemiddeld per verblijfsruimte en per persoon. Bij elk systeem komen overschrijdingen van de grenswaarde voor. Bij systemen met uitsluitend natuurlijke



-Figuur 3- Fig. 4.2.3.1 uit het Monicair-onderzoek: gemiddeld aantal CO₂-overschrijdingsuren per ventilatiesysteem per dag



-Figuur 4- Fig. 4.2.3.3 uit het Monicair-rapport: gemiddelde CO₂-overschrijding per ventilatiesysteem over het stookseizoen

ventilatievoorzieningen in een verblijfsruimte is een gemiddelde overschrijding van 469 ppm gemeten. Bij systemen met een mechanische component in elke verblijfsruimte is dit gemiddeld 303 ppm. Het verschil is daarmee iets minder groot dan bij de tijdsoverschrijding. Combinatie van deze gegevens levert een beeld over het gehele stookseizoen. De eenheid wordt dan kppmh (product van overschrijdingstijd en hoogte van de overschrijding). De waarden zijn berekend gemiddeld per woning als geheel en gemiddeld per persoon, uitgaand van de (conservatieve) aanname van steeds één persoon per ruimte. De grafiek laat zien dat geheel natuurlijk ventileren (systeem A) in de onderzochte praktijksituaties leidt tot de grootste CO₂-overschrijdingen. Merk op dat dit de woningen zijn met de grootste luchtdoorlatendheid.

Naden en kieren blijken dus in de praktijk weinig effectief voor een goede binnenluchtkwaliteit. Ook de woningen met uitsluitend natuurlijke toevoer per verblijfsruimte (C1, C4a en in iets mindere mate C2c) geven grote overschrijdingen te zien. Woningen met een mechanische component voor toe- of afvoer in de ruimte (C4c, D2, D5a, D5b, Dx, X1/C en X1/A) leveren allemaal een lagere CO₂-overschrijding. De relatief slechte score van systeem D5b wordt veroorzaakt door ongewenst gebruik (-deels- afsluiten van toe- en/of afvoerventilator) in een deel van de woningen. Bij systeem X1/C is het de slaaperdieping (die is uitgerust met systeem C) die de relatief slechtere score veroorzaakt. Nadere analyse van de meetresultaten toont aan dat de meeste overschrijding in de slaapkamers voorkomt. Enige uitzondering is

het systeem Dx (met centrale mechanische toevoer in de verbindingruimtes en mechanische afvoer in alle verblijfsruimten). De woonkamer is dan de ruimte met de meeste overschrijding. Merk wel op dat het systeem in deze woningen een goede over-all-score heeft. Het is de vraag in hoeverre de resultaten te extrapoleren zijn naar niet-onderzochte systeemvarianten. Denk bijvoorbeeld aan de varianten van systeem C met actief op CO₂ geregelde roosters, of systeemvarianten die uitsluitend op RV sturen, ook in verblijfsruimten. Om een goede vergelijking te maken is aanvullend monitoringsonderzoek naar deze systemen gewenst.

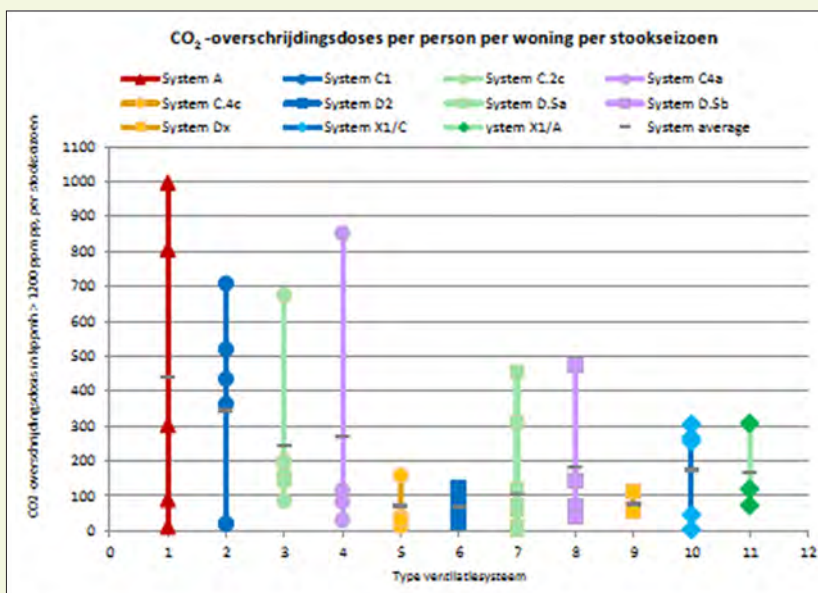
Spreiding

Een belangrijke indicator voor het beoordelen van de praktijkprestatie van ventilatiesystemen is hoe een zelfde systeem in andere identieke woningen presteert. Een weergave van de spreiding van de resultaten geeft een indicatie in welke mate het systeem gevoelig is voor het aantal bewoners per woningen, verschillend bewonersgedrag en de invloed van de wisselende weersomstandigheden. De mate waarin een ventilatiesysteem meer of minder gevoelig is voor deze invloedfactoren, zou mee kunnen wegen bij de keuze voor een systeem.

Deze spreiding is weergegeven in figuur 5. Deze figuur laat zien dat de systemen A, C1, C2c en C4a een grotere spreiding vertonen dan de overige systemen. Bij een aantal systemen is te zien dat één woning een sterke afwijking vertoont, dit is bijvoorbeeld het geval bij C2c, C4a en D5b en in mindere mate bij C1 en X1/A. Bewust is daarbij gekozen voor het weergeven van alle gemeten woningen. De steekproefgrootte is te klein voor het verantwoord elimineren van piekwaarden. Ook uit deze weergave blijkt de invloed van een mechanische component in elk verblijfsruimte. Met name de systemen C4c, D2 en Dx vertonen zeer weinig spreiding.

LUCHTDICHTHEID

Binnen de bouwsector bestaat in het algemeen de opvatting dat naden en kieren in de gebouwschil positief bijdragen aan de luchtkwaliteit in huis. Daarom bestaat er ook een zeker wantrouwen ten opzichte van luchtdicht (kierdicht) bouwen. Maar klopt dat ook? Een dergelijk verband is in de data van het Monicair-onderzoek niet gevonden. In tegenwoordige de woningen met de beste luchtdichtheid ($q_{v,10}$ waarde < 0,4 dm³/s/m²) horen tot de groep met lage CO₂-overschrijdingen. Hieruit valt af te leiden dat een goede kierdichtheid een positieve invloed heeft op de effectiviteit van de ventilatie en daarmee van de binnenluchtkwaliteit in de verblijfsruimten.



-Figuur 5- Fig. 4.2.3.5 uit het Monicair-rapport: gemiddelde CO₂-overschrijding per persoon per woning in het stookseizoen

CONCLUSIES

Het Monicair-rapport bevat in totaal 19 conclusies. De belangrijkste zijn:

- ventilatiesystemen die voldoen aan de regelgeving zijn geen garantie op voldoende luchtkwaliteit

Van alle onderzochte woningen is vooraf onderzocht of de ventilatievoorzieningen voldoen aan de wettelijke eisen (met uitzondering van de woningen met volledig natuurlijke ventilatie die als referentie zijn meegenomen). Uit het onderzoek blijkt dat de praktijkprestatie, o.a. weergegeven in de vorm van CO₂-overschrijding, ver uiteen loopt. Het voldoen aan de bouwregelgeving is derhalve geen garantie voor een goede binnenluchtkwaliteit;

- er zijn grote verschillen in de praktijkprestatie tussen woningen onderling

Woningen met een zelfde ventilatiesysteem verschillen onderling soms zeer sterk. Dit verschil is over het algemeen groter bij ventilatiesystemen met uitsluitend natuurlijke toevoer en een overstroombvoorziening in de (slaap)kamers;

- de praktijkprestatie van systemen met een mechanische component per ruimte is significant beter

Ventilatiesystemen met een mechanische component, die in de ruimte zelf aanwezig is, presteren duidelijk beter. Dit betreft voor dit onderzoek de systemen C4c, D2, D5a, D5b, Dx, X1/C en X1/A. Dit geldt in sterkere mate als er sprake is van (sensor)sturing op de luchtkwaliteit in die ruimte;

- CO₂-meting is effectief mits gekoppeld aan een regeling per ruimte

Niet alle vormen van sensorsturing zijn in

de praktijk even effectief. Systemen met bijvoorbeeld uitsluitend CO₂-meting in de woonkamer leveren geen betere binnenluchtkwaliteit op in de slaapkamers.

BETEKENIS VOOR DE PRAKTIJK

Eén van de doelstellingen van Monicair was om praktijkgegevens te verzamelen ten behoeve van productontwikkeling door de betrokken ventilatiefabrikanten. Het is dus te verwachten dat er een groter aanbod zal ontstaan van ventilatiesystemen die beter zullen sturen op de daadwerkelijk gerealiseerde binnenluchtkwaliteit. Toch is het niet nodig om daarop te wachten. Zoals uit het onderzoek blijkt, levert een aantal van de momenteel beschikbare systemen al een goede binnenluchtkwaliteit in elke verblijfsruimte. Dit zijn de geavanceerdere systemen, die bovendien eveneens goed scoren op het gebied van energiezuinigheid. De onderzoeksresultaten geven daarmee handvatten voor een systeemselectie. Bovendien levert het onderzoek een goede onderbouwing van deze keuze richting eindgebruiker en opdrachtgever.

Daarnaast worden de onderzoeksresultaten betrokken bij de herijking van de normen op het gebied van ventilatie en bij de eisen in de bouwregelgeving. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een kwalificatie van de binnenluchtkwaliteit die met een bepaald systeem te bereiken is. Want bij alle aandacht voor energiebesparing lijkt dat aspect wel eens te weinig aandacht te krijgen, terwijl het doel van ventileren nu juist het bereiken van goede binnenluchtkwaliteit is. Met de Monicair-resultaten in de hand wordt het veel eenvoudiger hier op projectniveau invulling aan te geven.