

Ventilatie in scholen

Bewustwording van nadelige effecten van een slechte kwaliteit van de binnenlucht is reeds langere tijd gemeengoed. Verminderde werkprestaties worden vaak in verband gebracht met onvoldoende luchtverversing van werkruimtes. In verschillende internationale onderzoeken wordt gesproken van een duidelijke gekwantificeerde relatie tussen de prestaties van werknemers en de mate van ventilatie in kantoorgebouwen. Opmerkelijk genoeg is er naar de prestaties van leerlingen in relatie tot de ventilatie van scholen veel minder onderzoek gedaan.

*- door ing. W.F. de Gids**

In de regelgeving wordt uitgegaan van een CO₂-concentratie van 1.200 ppm als grenswaarde voor schoolgebouwen. Op deze concentratie zijn de ventilatie-eisen voor scholen gebaseerd. Voor scholen is het noodzakelijk dat relatief grote volumestromen (120 tot 180 dm³/s) per lokaal moeten kunnen worden gerealiseerd op momenten dat een klaslokaal wordt gebruikt. De meeste basisscholen kennen op dit moment een natuurlijk ventilatiesysteem via ramen in de gevel van het klaslokaal.

Uit onderzoek van verschillende onderzoekers blijkt dat de CO₂-concentratie van 1.200 ppm zeer regelmatig wordt overschreden en dat concentraties tot circa 3.000 – 4.000 ppm regelmatig voorkomen. De CO₂-concentratie wordt gebruikt als maat voor de ventilatie.

De Gezondheidsraad wijst in het Advies "Gezondheid en Milieu: Kennis voor beleid" op de mogelijkheid dat prestaties op scholen negatief worden beïnvloed door een slechte kwaliteit van het binnenmilieu.

Binnen het actieprogramma Gezondheid en Milieu is daarom de wens geformuleerd om meer inzicht te verkrijgen in:

- de prestaties van vraaggestuurde ventilatie als alternatief voor het handmatige gebruik van de gangbare ventilatievoorzieningen;
- de prestaties van leerlingen bij vraaggestuurde ventilatie als alternatief voor het handmatige gebruik van de gangbare ventilatievoorzieningen.

TNO heeft samen met Cauberg Huygen in opdracht van het Ministerie van VROM onderzoek uitgevoerd om op bovenstaande vragen een mogelijk antwoord te vinden.

Metingen aan vraaggestuurde ventilatie in schoollokalen.

In Zwolle en Helmond zijn in twee scholen de prestaties van drie sensorgestuurde ventilatiesystemen onderzocht. De sensorgestuurde systemen betreffen alle systemen met CO₂-sensoren. Deze sensoren worden gebruikt als indicator voor de luchtkwaliteit. Op basis van een bepaalde gewenste waarde (in dit geval maximaal 1.200 ppm) wordt ernaar gestreefd de ventilatie zo goed mogelijk af te stemmen op de behoefte, namelijk het aantal personen dat zich in het leslokaal bevindt.

In zes leslokalen van scholen zijn metingen gedaan over het binnenmilieu en de energetische eigenschappen van de systemen. Het was de bedoeling inzicht te verkrijgen in de prestaties van de op de markt beschikbare vraaggestuurde systemen.

Opmerking:

Het constant worden van de CO₂-concentratie bij 2.500 ppm in bovenstaande figuur heeft te maken met de begrenzing van enkele van de meetapparaten.



Een indruk van de scholen waar de vraaggestuurde systemen zijn onderzocht.

- Foto 1 -

* TNO Bouw en Ondergrond

De CO₂-concentraties die optreden in de referentie-klaslokalen overschrijden in 22 % tot 72 % van de tijd de grenswaarde van 1.200 ppm.

Bij alle CO₂-gestuurde systemen treden in de leslokalen aanzienlijke verbeteringen op voor het handhaven van de CO₂-concentraties. Bij de CO₂-gestuurde systemen is dit nog het geval in 11 % tot 32 % van de schooltijd. De geïnstalleerde ventilatiecapaciteit van de systemen ligt op een zodanig niveau dat handhaving van de CO₂-grenswaarde geen probleem zou behoeven te zijn.

Ondanks de CO₂-sturing treden overschrijdingen op van de grenswaarde van 1.200 ppm. De oorzaak van de te hoge CO₂-concentraties in de leslokalen is vooral gelegen in tekortkomingen van de regeling.

Referentie 1 en 2 zijn lokalen in de school waar de systemen R en K zijn getest.

Referentie 3 is een lokaal in de school waar systeem U is getest.

Twee van de systemen presteren behoorlijk terwijl bij het derde systeem de concentratie erg fluctueert en een relatief beperkte verbetering van de CO₂-waarde geeft.

De regeling van de CO₂-gestuurde systemen blijkt toch lastiger te zijn dan door de fabrikanten van de CO₂-gestuurde systemen vooraf werd aangenomen. Vooral de snelheid van regeling schiet nogal eens te kort, waardoor de CO₂-concentraties tijdelijk en meestal kortdurend over de grenswaarde gaat. Ook de regelalgoritmen blijken nog verre van perfect.

Veel aandacht voor een goede kwaliteit van de CO₂-sensoren en van een duidelijke regeling zijn noodzakelijk om de sensor gestuurde systemen goed te laten functioneren.

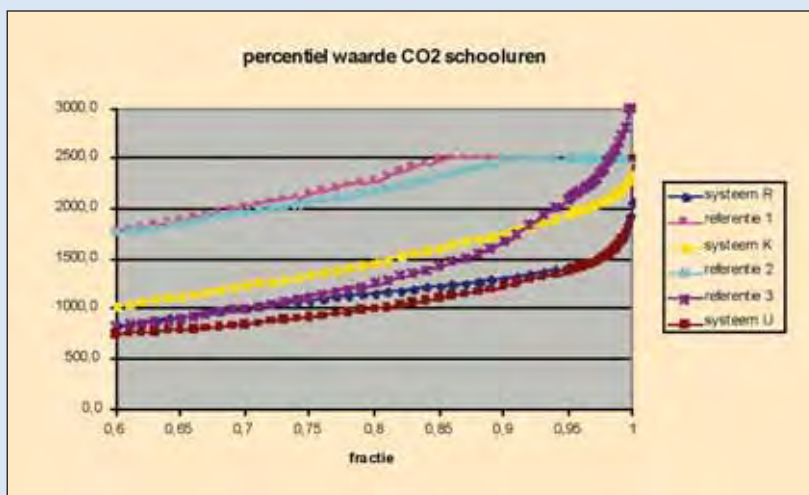
De overschrijding van de temperatuur in de klaslokalen is veel problematischer. Zelfs bij vrij lage buitentemperaturen van rond de 5 °C is de temperatuur in de klaslokalen al vaak ruim 25 °C. Het probleem in klaslokalen wordt steeds meer: Hóe voert men tochtvrij de verse buitenlucht toe, terwijl tegelijkertijd eigenlijk ook warmteafvoer moet plaatsvinden.

De mechanische afvoer en soms de mechanische toevoer geven wel wat

Systeem	Toevoer	afvoer	ventilatiecapaciteit
Systeem R	vijf gevelunits geplaatst onder de ramen, met mechanische toevoer, voorverwarming en warmte terugwinning (WTW)	dezelfde units die nu mechanisch afvoeren via de WTW	139 dm ³ /s
Systeem K	vier gevel units geplaatst onder de ramen achter de radiator die voor voorverwarming van de lucht zorg draagt	mechanische afvoer via vier ventielen en een mechanische afvoer ventilator	255 dm ³ /s
Systeem U	Natuurlijke toevoer via twee boven elkaar geplaatste zelfregelende roosters per raam verbonden met een geperforeerd toevoer plenum van circa 1 m breedte en lokaallengte	vier afvoer ventielen voor mechanische afvoer via twee gelijkstroom afvoerunits	186 dm ³ /s

Systeme informatie.

- TABEL 1-



De percentielwaarde van de CO₂-concentratie tijdens schooluren

- GRAFIEK 1-

Lokaal	Mediaan ppm	% boven 1.200 ppm	% boven 1.500 ppm	% boven 1.800 ppm
Systeem R	691	17	3	0,5
Systeem K	868	32	19	9
Systeem U	676	11	2,4	0,4
Referentie 1	1.462	57	49	39
Referentie 2	1.579	72	54	37
Referentie 3	643	22	13	8

Meetresultaten.

- TABEL 2-

klachten over geluid. Het leslokaal is zeker een gevoelige omgeving voor geluidsklachten. Het terugdringen van geluidsniveaus van de systemen blijft een aandachtspunt. Een streefwaarde van 35 dB(A) in de nominale stand is aan te bevelen.

HET TESTEN VAN PRESTATIES VAN LEERLINGEN

In verreweg de meeste scholen komt de ventilatie in schoollokalen tot stand door natuurlijke ventilatie in de gevel. Die werkt dan meestal als toe en afvoer. Natuurlijke afvoer komt vrijwel niet

voor en de mechanische afvoer in bestaande scholen komt meestal niet verder dan de afvoer uit toiletten, wasruimten en keukens.

Omdat bij gebruik van natuurlijke toevoer in de gevel bij wat lagere buitentemperaturen snel comfort problemen optreden worden de ramen snel dichtgezet en ontstaat er een situatie waarbij de CO₂-concentraties in een klaslokaal sterk oplopen naarmate de ochtend of middag vordert. In een basisschool in Zwolle is onderzocht of bij basisschoolleerlingen uit groep 7 en 8 de prestaties op een aantal neuropsychologische taken gedurende de dag minder sterk afnemen bij vraaggestuurde ventilatie dan bij standaard ventilatie met oplopende CO₂-concentraties. Bij vraaggestuurde ventilatie wordt door middel van sturing op CO₂-concentraties een juiste mate van ventilatie gerealiseerd, om de CO₂-concentratie in het klaslokaal op een aanvaardbaar niveau te houden.

Leerlingen hebben vier soorten testen gedaan, namelijk een taaltest, een rekentest, een tekensettest en de test van de klok en de wijzers.

Voorbeeld van een zin van een taaltest.

Het is hier op school erg luek sind juf Maartje op school is gekome.

0 1 2 3 4 5 of meer fouten

			x		
--	--	--	---	--	--

Er zijn in de zin hierboven dus 3 fouten gemaakt want het moest zijn: Het is hier op school erg leuk sinds juf Maartje op school is gekomen

Voorbeeld van een rekentestopgave.

a=1 b=2 c=3 d=4
e=5 f=6 g=7

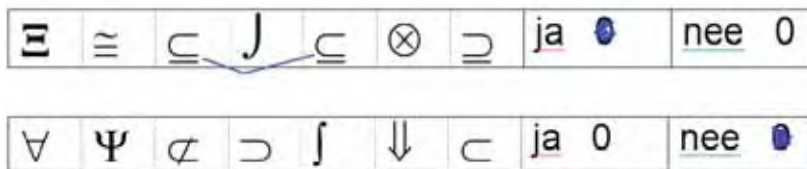
Optellen:

$$\begin{array}{r} ad \quad \quad \quad = 14 \\ ab \quad \quad \quad = 12 \\ \hline \text{Het goede antwoord} \quad = 26 \end{array} +$$

Voorbeeld van de test met de wijzers van de klok.



De grote wijzer wijst naar boven bij de twaalf en de kleine wijzer wijst naar drie.



Voorbeeld van de test met het vergelijken van tekens.

Kijk naar de tekens **op een regel**. Het gaat om **hetzelfde teken op een regel**.

Hier staat er tweemaal **hetzelfde** teken. Vul het rondje achter 'ja'

Hier staat **niet** tweemaal **hetzelfde** teken. Vul het rondje achter 'nee'

Van elke type test zijn zes versies gemaakt, die onderling zoveel mogelijk gelijk zijn gehouden. Alle leerlingen

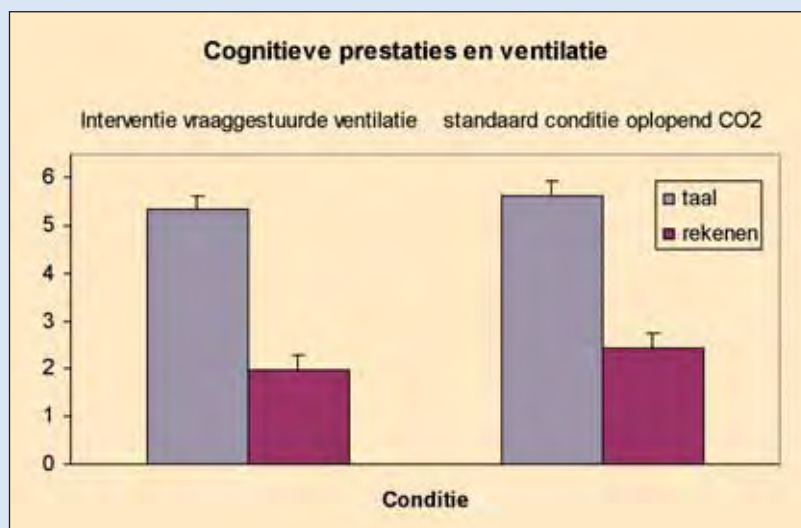
hebben de eerste twee versies gebruikt om te oefenen met de testen. De overige versies zijn gebruikt tijdens de interventieconditie met vraaggestuurde ventilatie en de standaardconditie, of vice versa. Per conditie (oefenen, interventie, standaard) werd de eerste test aan het begin van het eerste lesuur gemaakt. De laatste test vond plaats tijdens het laatste lesuur. Elke serie testen duurde circa een half uur.

Aan het onderzoek hebben leerlingen uit twee groepen 8 meegedaan. De éne groep 8 heeft eerst de testen onder de

Tijd	groep	CO ₂ ppm	Conditie
13.30	8A	733	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
15.30	8A	874	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
13.30	8B	1157	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
15.30	8B	1615	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
9.00	8A	1376	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
11.00	8A	2126	Standaard met oplopende CO ₂ concentraties
9.00	8B	742	Interventie met vraaggestuurde ventilatie
11.00	8B	620	Interventie met vraaggestuurde ventilatie

CO₂-concentraties tijdens de interventie met vraaggestuurde ventilatie en tijdens de standaardconditie met oplopende CO₂-concentraties zoals gemeten.

- TABEL 3-



Cognitieve prestaties en ventilatie.

- GRAFIEK 2-

standaard ventilatie conditie gemaakt, de andere groep is begonnen met de conditie van vraaggestuurde ventilatie. De volgende dag hebben de beide groepen de testen gemaakt onder de andere ventilatieconditie. Er zijn ook testen uitgevoerd met een groep 7 in dezelfde school. De bedoeling hiervan was om de kans op statistisch significante effecten te vergroten.

De testen met de wijzers van de klok en het vergelijken van tekens gaven geen significante verschillen te zien tussen de conditie met oplopende concentratie en de conditie met vraaggestuurde ventilatie. Rekening houdend met verschillen in testvolgorde, laten de resultaten van het onderzoek zien, dat leerlingen aan het eind van de ochtend of middag onder vraaggestuurde ventilatie significant minder reken- en taalfouten maken dan onder standaard ventilatiecondities met oplopende CO₂-concentraties.

Gemiddeld maken leerlingen 5,34 taalfouten en 1,98 rekenfouten bij vraaggestuurde ventilatie, terwijl bij oplopende CO₂-concentraties leerlingen gemiddeld 5,64 taalfouten en 2,44 rekenfouten maken. Dat betekent dus een negatief effect van circa 6 % bij taal en circa 23 % voor rekenen.

CONCLUSIES

Uit het uitgevoerde onderzoek blijkt duidelijk dat goede ventilatie in scholen een positieve invloed heeft op de leerprestaties. Ook is echter gebleken dat zelfs de meest innovatieve CO₂-gestuurde systemen wel een sterke verbetering ten opzichte van de gebruikelijke ventilatie geven, maar nog niet altijd afdoende zijn. Een aantal fabrikanten van de systemen heeft inmiddels maatregelen getroffen om hun regeling en de CO₂-sensoren sterk te verbeteren.



Berichten

WARMTE/KOUDE-OPSLAG WONINGBOUW

De NVOE (Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energieopslag-systemen) organiseert op 6 juni 2007 een Themabijeenkomst: Succesfactoren warmte/koude-opslag in de woningbouw. Warmte/koude-opslag komt als duurzame energietoepassing

in de gebouwde omgeving steeds vaker voor. Een groot aantal projecten bevindt zich in de opstartfase en er is ook al de nodige langdurige ervaring met gerealiseerde projecten. Hoog tijd om de zaken eens goed op een rijtje te zetten, vindt de NVOE.

GEMEENTEN CONTROLEREN EPC

Ongeveer 90 gemeenten toetsen meer bouwvergunningaanvragen op energie-aspecten door de hulpmiddelen die SenterNovem hen biedt. Naar eigen zeggen controleert tweederde van de gemeenten bijna altijd de berekening van de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) bij vergunningaan-

vragen. Eveneens tweederde van de gemeenten maakt gebruik van de hulpmiddelen van SenterNovem voor de EPC-controle. Dit blijkt uit onderzoek dat SenterNovem uitgevoerd heeft in opdracht van het Ministerie van VROM.

BRIS EN TECHNOSOFT GAAN SAMENWERKEN

Bris, ontwikkelaar en leverancier van software voor bouwregelgeving, en Technosoft, ontwikkelaar van reken- en tekensoftware voor het ontwerpen van constructies, gaan op product-niveau samenwerken. De samenwerking houdt in dat Technosoft

vanuit haar reken- en tekenproducten koppelingen gaat aanbrengen naar het Bouwbesluit en de NEN-normen in het BrisWarenhuis. Later dit jaar volgt ook koppeling met de Eurocodes.

PRESTATIECONTRACT GTI

GTI Zuidoost heeft een driejarig contract gesloten met het Japanse Sekisui S-Lec. In het contract besteedt Sekisui S-Lec het asset management van haar nieuwe 'PVB resinplant' in Geleen uit aan GTI en Burgers Ergon,

samen vertegenwoordigd in de VOF S-Mac. GTI kon alle disciplines onder één dak aanbieden, waarbij het bedrijf 24 uur per dag bereikbaar en beschikbaar is.

AIR TRADE OOK IN SPANJE

Sinds eind april jl. is Air Trade Centre ook gevestigd in Spanje (Barcelona). Algemeen directeur Jordi Diaz zal vorm en inhoud gaan geven aan deze elfde Air Trade Centre onderneming

in Europa. Het bouwvolume in Spanje rechtvaardigt de introductie van het Air Trade Centre-productprogramma en One-Stop-Shopping Concept, aldus het bedrijf.

HERPOSITIONERING RADSON

'Rebranding' is de marketingterm voor de herpositionering van de merken die momenteel verkrijgbaar zijn bij de Finse verwarmingsmultinational Rettig Group. Deze herpositionering van het Radson en Purmo-aanbod vergemakkelijkt de keuze-

mogelijkheden voor installateurs en groothandelaars, zo meldt Radson. Ook voor de Rettig Group zelf betekent deze vereenvoudigde merkenpolitiek een belangrijke efficiëntieverhoging in zowel productie, logistiek, verkoop en marketing.