

COLOFON

Bouwfysica

11e jaargang nr 1, maart 2000
ISSN 0928-5377

Redactie

mevr. ir. J.W.M. Hooijschuur (hoofdredacteur)
ir. W.A. Koster (eindredacteur)
ir. A.C.J. Broekmeulen
ir. P. Poncelet
ir. R. Versluis
ir. W. Veldman

Redactie-adres

mevr. ir. J.W.M. Hooijschuur
Cauberg Huygen
Postbus 480, 6200 AL Maastricht, Tel. 043-3467878

Illustraties

A. Oskam

Abonnementen

Nederland: f 130,- per jaar
België: BF 2400 per jaar

Advertentietarieven

Personeelsadvertenties: 250 € (1 pagina)
175 € (½ pagina).
Overige advertenties: 500 € (1 pagina)
350 € (½ pagina).

Bouwfysica Vereniging

Bestuur

dr.ir. F. Descamps
ir. J.D. de Jong
ir. K. Krijger (secretaris)
ir. F.W.M. Lambregts (penningmeester)
ir. L.C.J. van Luxemburg (voorzitter)
ir. J.J. Mertens
ing. E. de Wit

Secretariaat en informatie

Bouwfysica Vereniging
Postbus 6140, 7401 JC Deventer
e-mail: nvbv.bouwfysica@inter.nl.net
home page: <http://www.nvbv.com>
Nederland: Postrekening 92140
België: Bankrekening 443-463 37 09-28

Lidmaatschap

Nederland: f 125,-; studenten f 35,- per jaar
België: BF 2300; studenten BF 650 per jaar
Studenten: inschrijvingsbewijs overleggen

Leden van de *Bouwfysica Vereniging*
ontvangen het blad *Bouwfysica*

Gedrukt op chloorvrij papier
Druk: *Printhouse Drukkers & Uitgevers, Voorschoten*

INHOUD

Van de redactie	2
Mededelingen en Publicaties	
- Lijst afgestudeerden	2
- Certificatie van 'Methoden voor het berekenen van het energieverbruik van gebouwen'	4
- Ontwerptechnische kwaliteitseisen voor warmwatervoorzieningsinstallaties	4
- Warmteverliesberekening voor woningen en woongebouwen	4
- Nieuwe impulsen voor duurzaam bouwen	5
- Dubo register Utiliteitsbouw	6
Bouwbesluit in de praktijk	
- Bepaling van de temperatuurfactor in de praktijk <i>ir. H. Versteeg en ir. L.E.J.J. Schaap</i>	7
Wetenschappelijk artikel	
- Geavanceerde natuurlijke ventilatie bij kantoorgebouw Rijkswaterstaat te Maastricht <i>ir. T.J. Haartsen en ir. E.R. van den Ham</i>	9
Internationaal	
- Hybride ventilatie; nieuwe kansen op ventilatiegebied <i>ing. A. van der Aa</i>	15
Overzicht 1999	20



- NATUURLIJKE VENTILATIE IN KANTOREN -

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd in welke vorm dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Nederlands Vlaamse Bouwfysicavereniging.

De redactie en de Bouwfysicavereniging zijn op geen enkele wijze aansprakelijk voor directe of indirecte schade ontstaan door de toepassing of interpretatie van artikelen en andere mededelingen in dit blad.

Alhoewel de nodige tijd reeds is verstreken is dit het eerste nummer van een nieuw jaar, van een nieuwe eeuw, ja zelfs van een nieuw millennium. Namens de redactie van Bouwfysica wens ik iedereen dan ook een goed 2000 met veel actuele informatie uit dit gele blad.

Temperatuurfactor, geavanceerde natuurlijke ventilatie en hybride ventilatie zijn de trefwoorden van de zeer interessante artikelen in dit nummer.

In het eerste artikel wordt de aan de temperatuurfactor gestelde prestatie-eis nader afgebakend (f is ook 0,35) en wordt de praktische toepassing van de bepalingsmethode verduidelijkt.

In het artikel van Haartsen en Van der Ham wordt aan de hand van een praktijkvoorbeeld ingegaan op het principe en het ontwerp van een innovatief natuurlijk ventilatiesysteem in een kantoorgebouw. Uitgangspunten worden gegeven, aandachtspunten bepaald en ingegaan wordt op de toekomst van kantoren met natuurlijke ventilatie. Natuurlijke ventilatie doe je niet zomaar.

Nog meer ventilatie in het laatste artikel over hybride ventilatie, een nieuwe ontwikkeling waarin de meest gunstige eigenschappen van natuurlijke en mechanische ventilatie worden gecombineerd. In het kader van IEA Annex 35 zijn de mogelijkheden van hybride systemen onderzocht.

In de redactie heeft met ingang van dit nummer een kleine stoelendans plaats gevonden. Henk Versteeg heeft, na enkele jaren van positieve bijdrages, de redactie verlaten. Jacqueline Hooijschuur is de nieuwe hoofdredactrice geworden. Daarmee is automatisch het redactie-adres gewijzigd. Tevens is William Veldman bij de redactie gekomen.

Tot slot nog even aandacht voor de homepage van de NVBV. <http://web.inter.nl.net/users/nvbv.bouwfysica> is <http://www.nvbv.com> geworden. Een nieuw adres met iets gewijzigde opzet. Zeker het bekijken waard.

Ido Deli

MEDEDELINGEN EN PUBLICATIES

LIJST AFSTUDEERDERS BOUWFYSICA / BOUWAKOESTIEK 1999

TU Eindhoven

Aan de Technische Universiteit Eindhoven, faculteit Bouwkunde zijn bij de vakgroep FAGO in 1999 de volgende studenten afgestudeerd.

Maurice Maassen

De invloed van zoutbelasting op het vochttransport in poreuze materialen

Om inzicht te krijgen in het effect van zoutkristallisatie op de duurzaamheid van metselwerk is onderzoek gedaan naar het zout- en vochttransport in metselwerk. Naast literatuuronderzoek en het opstellen van transportvergelijkingen zijn diverse metingen verricht om de interactie tussen zouten en vocht in metselwerk beter te kunnen voorspellen.

Maarten Gies

Warmteterugwinning uit huishoudelijk afvalwater

Een haalbaarheidsstudie is uitgevoerd naar de mogelijkheden van warmteterugwinning uit afvalwater van woningen ten behoeve van tapwater- of ruimteverwarming. Hiertoe zijn metingen verricht aan modellen en zijn experimenten uitgevoerd met Matlab en Fluent.

Patrick van der Ven

Vochtdoorslag bij gelijmde baksteenconstructies met open stootvoegen

Tijdens dit onderzoek zijn doorslagmetingen aan gelijmde

bakstenen uitgevoerd. Aan de hand van laboratoriumexperimenten is de relatie onderzocht tussen enerzijds vochtdoorslag en voegeometrie en anderzijds tussen vochtdoorslag en drukverschillen. Tevens is de invloed van hydrofobering in het onderzoek betrokken.

Miranda Verrijt

Invloed van conservering op de duurzaamheid van zoutbelast metselwerk

Onderzocht is welke invloed conserveringsmiddelen hebben op het vocht- en zouttransport van met zout belast metselwerk. Middels analyse van metselwerkproefstukken is hiermee inzicht verkregen in de duurzaamheid van dergelijk behandeld metselwerk.

Marie José Oomen

Waardering van het binnenklimaat in PZE-woningen in de zomer

Om een relatie te kunnen leggen tussen het oordeel over het binnenklimaat in de zomerperiode van bewoners in goed geïsoleerde PZE-woningen en het oordeel volgens de methode Fanger, zijn metingen verricht en zijn berekeningen gemaakt. Uit een vergelijking tussen praktijk en theorie is hiermee inzicht verkregen over de noodzaak van verder onderzoek naar behaaglijkheid.

Judith van de Geijn

Het thermisch comfort in een truckcabine onder variabele omstandigheden

Onderzoek is verricht naar de interne en externe invloedsfactoren op het cabineklimaat in een vrachtwagen. Hiertoe is een computerprogramma ontwikkeld waarmee

temperaturen, de relatieve vochtigheid en de behaaglijkheid kunnen worden berekend. Middels metingen in een klimaattunnel is het programma gekalibreerd. Tevens zijn met het programma parameterstudies verricht aan de cabine.

Jannie Stevens

Klimaatbeheersing in de St. Martinuskerk te Weert

Door het uitvoeren van verschillende deelonderzoeken zijn de oorzaken gevonden voor het vervuilingprobleem van de gewelven in de dekanale St. Martinus kerk te Weert. Hiertoe zijn, naast een chemische analyse van de vervuiling en het verrichten van computersimulaties, metingen uitgevoerd aan het binnenklimaat, de vloerverwarming en de ventilatie in de kerk.

Emily Hiddens

Integraal regelen van het binnenklimaat in een kantoorvertrek met behulp van fuzzy logic

In kantoren worden binnenklimaatfactoren voornamelijk onafhankelijk van elkaar geregeld. Met fuzzy logic kan echter een meer integrale regeling plaatsvinden. Onderzocht is welke mate van comfort en mogelijke energiebesparing met deze regeling is te behalen. De regelingsparameters zijn hierbij de binnenluchtkwaliteit en het visuele en thermische comfort.

Margriet Müskens

Thermische en hygrische aspecten van stalen woningen

Een selectie van bestaande stalen woningen in Nederland is op thermisch en hygrisch gebied getoetst aan het Bouwbesluit. Verder zijn de getoetste aspecten vergeleken met een houtskeletbouwwoning en een traditionele woning. Gebleken is dat met name koudebruggen en oververhitting in de zomerperiode aandachtspunten vormen voor stalen woningen.

Ellen Jansen van Galen

Akoestische kwaliteit van stalen woningen

Voor vier bestaande stalen woningen is de lucht- en contactgeluidisolatie op elementniveau (directe geluid-overdracht) en op woningniveau (direct-, flankerend- en omloopgeluid) bepaald. De gevonden waarden zijn onderling en met drie houtskeletbouwwoningen vergeleken. Uit de meet- en rekenexercities komt naar voren dat er kan worden voldaan aan de Bouwbesluit-eisen. Stalen en houten bouwsystemen hebben vergelijkbare akoestische kwaliteiten. Door het lichte bouwsysteem kan echter niet zondermeer worden voldaan aan zwaardere akoestische eisen.

Sara Persoon

Geluidvoortplanting door leidingsystemen 'experimenteel onderzoek'

In dit onderzoek is getracht om de transmissiewegen te beschrijven van constructiegeluid in leidingsystemen. Voor de hiertoe opgestelde meetopstelling zijn drie doelen beschouwd voor het subsysteem '(lege) pijp' binnen het systeem 'pijp/beugel/plaat': het checken van de modale dichtheid, het golftype-gericht aanstoten en het analyseren en kwantificeren van de energieoverdracht in het systeem.

Jan Erik Huls

Bouwfysisch beoordelingsmodel voor klimaatgevels en tweede huid façades

TU Delft

Aan de Technische Universiteit Delft, faculteit Bouwkunde zijn bij de leerstoel Bouwfysica in 1999 de volgende studenten afgestudeerd.

Brenda Heijmans

Lichtregulerende raamstijlen

Rondom raamopeningen kunnen hinderlijke contrasten optreden tussen de raamopening en de binnenkant van de gevel. Deze contrasten zorgen voor visueel discomfort. Ter verbetering van het visueel comfort is een voorstel gedaan voor een verticale lichtregulerende raamstijl. Uit metingen aan een schaalmodel met diffuus daglicht blijkt dat het inderdaad mogelijk is om het visueel comfort te verbeteren.

Danica Hooij

Ondergrondse ruimte als verblijfsruimte

Net als een bovengrondse verblijfsruimte stelt een ondergrondse verblijfsruimte eisen aan het thermisch binnenklimaat. Er zijn echter grote verschillen tussen het thermisch gedrag van een omhulling met aarde (ondergronds) en een omhulling met buitenlucht (buitenlucht). Met behulp van een tweetal simulatieprogramma's is het temperatuurgedrag in een ondergrondse ruimte bij verschillende eisen aan het thermisch binnenklimaat zo goed mogelijk gesimuleerd.

Ron Pellemans

Akoestische kwaliteit in relatie tot gekoppelde ruimten

Gekoppelde ruimten zijn ruimten die in open verbinding staan, waardoor wederzijdse geluidhinder kan ontstaan. Met behulp van een akoestisch stralenmodel zijn enkele standaardsituaties doorgerekend. De verschillen met standaardregels volgens de nagalmformules zijn soms aanzienlijk.

Arjen Weijer

Woningen langs snelwegen.

Voor het "Harnaschknooppunt" (in de A4 in het Westland) is een (stede)bouwkundig deelplan ontwikkeld. Het bouwfysische onderdeel betrof de geluidwering van enkele woningtypen in de nabijheid van de snelweg. Een voldoende geluidwering van de gevels kan worden bereikt indien de interne indeling van de woningen wordt aangepast.

Yvonne Wolring

Energetische kwaliteit van atria

Glasoverkapte ruimten zoals serre's en atria worden tegenwoordig wel in gebouwen opgenomen in de veronderstelling dat daarmee een besparing op het energiegebruik behaald kan worden. Daarom is onderzoek gedaan naar de invloed van verschillende ontwerpparameters op de 'energetische kwaliteit' van dergelijke gebouwen; daarbij is uitvoerig bekeken hoe zulke gebouwen verantwoord met rekentools kunnen worden gesimuleerd. Aansluitend op het afstuderen is geparticipeerd in onderzoek van Queensland University of Technology, Brisbane, Australië, naar het thermisch-dynamisch gedrag van atriumgebouwen.

CERTIFICATIE VAN 'METHODEN VOOR HET BEREKENEN VAN HET ENERGIEGEBRUIK VAN GEBOUWEN'

Op initiatief van de ONRI (Organisatie van advies- en ingenieursbureaus), Uneto (Unie van Elektrotechnische Ondernemers), VNI (Vereniging van Nederlandse Installatiebedrijven) en in samenwerking met NOVEM is de concept Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 9501 opgesteld. Belanghebbenden krijgen nu de gelegenheid om commentaar op dit concept te leveren. Zodra de BRL definitief is, zal deze worden ingezet om KOMO-attesten te verlenen voor energieberekeningsmethoden voor eengezinswoningen en kantoorgebouwen.

De BRL verwijst voor het instrument ter bepaling van de kwaliteit van de berekeningsmethode naar de eveneens in voorbereiding zijnde ISSO-publicatie 54.1 en 54.2 'Energie Diagnose Referentie (EDR) - eengezinswoningen en kantoorgebouwen'.

Het door de certificatie-instelling te verlenen KOMO-attest voor een energieberekeningsmethode erkent deze methode onder vermelding van de naam van de berekeningsmethode en het deelgebied waarop deze methode betrekking heeft.

Subsidieverstrekkers en opdrachtgevers voor energiebesparende voorzieningen zullen ter zake het daarbij behorende energieadvies veelal verwijzen naar de conform BRL 9501 geattesteerde bepalingmethoden.

Bij het ISSO kunnen geïnteresseerden een exemplaar van de beoordelingsrichtlijn BRL 9501 aanvragen. De BRL 9501 wordt uitgegeven door ISSO.

Voor inhoudelijke informatie: ir. J.J.N.M. Hogeling

ISSO (Instituut voor Studie en Stimulering van Onderzoek op het gebied van gebouwinstallaties)
Postbus 1819
3000 BV ROTTERDAM
Tel: 010 - 2065969
Fax: 010 - 2130384
e-mail: isso@isso.nl

ONTWERPTECHNISCHE KWALITEITSEISEN VOOR WARMWATERVOORZIENINGSINSTALLATIES

In januari verschijnt ISSO-publicatie 50 "Ontwerptechnische kwaliteitseisen voor warmwaterverwarmingsinstallaties". De publicatie geeft een eenduidig pakket van ontwerptechnische kwaliteitseisen voor goed functionerende warmwaterverwarmingsinstallaties in woningen en woongebouwen. Er is uitgegaan van verwarmingsinstallaties die met hoge of lage temperaturen kunnen functioneren.

Aan de hand van een globaal ontwerp- en relatieschema wordt duidelijk aangegeven waar keuzen moeten worden gemaakt, welke factoren daarbij een rol spelen en hoe deze elkaar beïnvloeden. Tevens wordt in het schema door verwijzing naar specificatiebladen naar specifieke informatie

verwezen. De in de vorm van specificatiebladen uitgewerkte ontwerptechnische kwaliteitseisen en richtlijnen worden gepresenteerd in het Model Kwaliteitsbeheersing Klimaatinstallaties (MKK), zodat in iedere fase van het realisatieproces duidelijk is aan welke specificaties moet worden voldaan.

ISSO-publicatie 50 zal bij diverse subsidieregelingen als referentiedocument worden voorgeschreven (Energiepremies regeling bij lage temperatuurverwarming systemen in huishoudens) terwijl ook in de processen rond certificering en kwaliteitszorg ISSO-publicatie 50 een belangrijke rol gaat spelen. De energiepremies kunnen worden verkregen bij de toepassing van lage temperatuur centraal verwarmingsystemen en lage temperatuur luchtverwarming. Bij de toepassing wordt onder andere vereist dat men voldoet aan ISSO publicatie 50.

ISSO-publicatie 50 telt 140 pagina's en kost fl. 150,- inclusief BTW en verzendkosten. U kunt de publicatie schriftelijk te bestellen bij:

ISSO
Postbus 1819
3000 BV Rotterdam
Fax 010 21 30 384
e-mail: isso@isso.nl
internet: www.isso.nl

Voor inhoudelijke informatie: ing. J.C. Aerts

WARMTEVERLIESBEREKENING VOOR WONINGEN EN WOONGEBOUWEN

Deze maand komt de vervanging van ISSO 4 (1992) en de NEN 5066, de warmteverliesberekening, uit. Omdat er nogal wat gewijzigd is, wordt, zoals destijds ook is gebeurd bij de nieuwe uitgave van ISSO 4 en de NEN 5066, de publicatie als voorpublicatie ter commentaar voorgelegd.

De meest opvallende verschillen ten opzichte van de tot op heden van toepassing zijnde ISSO-4 en NEN 5066 zijn:

- gewijzigde waarden voor de infiltratieberekening,
- aangepaste procedure voor de opwarmtoeslag,
- gewijzigde procedure voor de bepaling van het warmteverlies naar de belendende gebouwen (de burenen).

Voorts zijn er aanpassingen inzake:

- de te volgen terminologie van het Bouwbesluit,
- de te hanteren maatvoering in verband met de NEN 1068,
- ontwerp buiten- en binnentemperaturen.

ISSO verwacht dat ISSO 51 enige 'knelpunten' van de huidige ISSO 4, vooral waar het de vermogensbepaling bij lage temperatuur verwarmingsystemen betreft, zal opheffen. Voor zover mogelijk sluit ISSO 51 aan op de in voorbereiding zijnde Europese NEN-EN 12831, daar de kritiek op deze norm nog wordt behandeld zal pas in onze definitieve uitgave in 2000 de één op één afstemming kunnen worden gerealiseerd.

ISSO-publicatie 51 telt 94 pagina's en kost fl. 150,- inclusief BTW en verzendkosten. De voorpublicatie + rekening wordt u onmiddellijk toegezonden. De definitieve publicatie wordt u direct na het verschijnen (verwacht in het 2e kwartaal van 2000) kosteloos toegezonden. U kunt de publicatie schriftelijk bestellen bij:

ISSO
Postbus 1819
3000 BV Rotterdam
Fax 010 21 30 384
e-mail: isso@isso.nl
internet: www.isso.nl

NIEUWE IMPULSEN VOOR DUURZAAM BOUWEN

De komende vier jaar moet duurzaam bouwen (Dubo) zo stevig in beleid en praktijk worden verankerd, dat het in 2004 op eigen kracht verder kan. Extra impulsen zijn nodig op het gebied van stedenbouw en de bestaande voorraad, energie en de consument. Uitgangspunt hierbij blijft samenwerking en draagvlak in de markt, ondersteund door zo min mogelijk regelgeving. Dit zijn de hoofdlijnen van het Beleidsprogramma Duurzaam Bouwen 2000-2004 dat staatssecretaris Remkes van VROM namens het kabinet naar de Tweede Kamer heeft gestuurd.

Het programma bevat een Uitvoeringsprogramma met de concrete acties en projecten voor de periode 2000-2002. Naast diverse ministeries, is hierbij een groot aantal partijen betrokken, zoals VNG en IPO, Aedes, Novem en belangenorganisaties van bouwpartijen, projectontwikkelaars, architecten, consumenten etc. Het Uitvoeringsprogramma wordt in 2002 geactualiseerd. Samen met het Beleidsprogramma is ook een Monitoringsrapportage naar de Tweede Kamer gezonden met de resultaten van de twee Plannen van Aanpak voor Duurzaam Bouwen uit 1995 en 1997.

Stedenbouw en bestaande voorraad

Duurzame stedenbouw en de toepassing van Dubo in de bestaande voorraad staan nog maar aan het begin. Omdat er juist op die terreinen nog veel milieuwinst valt te behalen, wordt hier een extra impuls aan gegeven. Het Investeringsbudget Stedelijke Vernieuwing (ISV) zal daarbij de belangrijkste stimulans zijn. Duurzaamheid is één van de twaalf criteria waaraan de gemeentelijke ontwikkelingsprogramma's worden getoetst. Verder is in het ISV-innovatieprogramma voorlopig een bedrag van vijf miljoen gulden per jaar gereserveerd voor innovatieve projecten op het gebied van duurzame stedelijke vernieuwing. De regeling ISV treedt volgend jaar in werking.

Energiebesparing

Op het terrein van energie staan de doelstellingen van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid en het Actieprogramma Energiebesparing centraal. Zoals eerder is aangekondigd, moeten nieuwe woningen en utiliteitsgebouwen per 1 januari 2000 aan strengere energieprestatie-eisen gaan voldoen. De zogeheten energieprestatiecoëfficiënt voor woningen wordt dan van 1,2 naar 1,0 aangescherpt. In 2001 zal na evaluatie worden bepaald of er aanleiding is tot verdere aanscherping.

Vooraf in de bestaande bouw ligt een omvangrijke opgave. Om energiebesparing in de bestaande woningen te bevorderen, wordt op 1 januari 2000 het Energie Prestatie Advies (EPA) geïntroduceerd. Daarmee kunnen eigenaar-bewoner en verhuurder zich laten adviseren over de verbetering van de energieprestatie van hun woning. Het doel hiervan is huiseigenaren te stimuleren in en rond het huis energiebesparende maatregelen te treffen.

Kennis

Om Dubo definitief in praktijk en beleid te verankeren, is het beter benutten en verspreiden van de bestaande kennis op Dubo-gebied van cruciaal belang. Ook is ontwikkeling van nieuwe kennis noodzakelijk, omdat daarmee innovatie wordt bevorderd. Eén van de activiteiten voor de komende periode richt zich dan ook op het verder uitbreiden en ondersteunen van het bestaande Dubo Kennisnetwerk. Het Nationaal Dubo Centrum en de regionale Dubocentra spelen hierbij een centrale rol, alsmede Milieu Centraal.

Benchmarking

Om de verankering van Dubo in de praktijk gestalte te geven, wordt een systeem van benchmarking opgezet. De mate waarin dit systeem van de grond is gekomen, zal meespelen bij de afweging of de programmatische aansturing vanuit het rijk in 2004 kan worden losgelaten.

Budget

Voor het Uitvoeringsprogramma 2000-2002 is in totaal circa 63 miljoen gulden op de begroting van VROM uitgetrokken. Dit bedrag is grotendeels bestemd voor de uitvoering van de projecten, onderzoek, publicaties en overige activiteiten van organisaties die in de lijn liggen van het Uitvoeringsprogramma.

Dit bedrag is exclusief de gelden die in de begrotingen van de Ministeries van Financiën, Economische Zaken en Defensie zijn opgenomen voor Dubo-gerelateerde activiteiten en regelingen.

Monitoringsrapportage

Uit de Monitoringsrapportage blijkt dat de twee Plannen van Aanpak Duurzaam Bouwen uit 1995 en 1997 hun vruchten hebben afgeworpen. De afgelopen periode is veel bereikt. Duurzaam bouwen staat op de rails. Voor alle sectoren in de bouw zullen binnenkort Nationale Pakketten beschikbaar zijn, waarin de kennis over Dubo is gebundeld. Ook is in alle sectoren van de bouw de realisatie in de praktijk op gang gekomen.

Hierbij loopt de nieuwbouw van woningen voorop. In 1998 voldeed 32% van de afgegeven bouwvergunningen volledig aan de zogeheten Dubo-maatlat, een op vrijwillig basis met de markt afgesproken bovenwettelijke inspanningsverplichting. Bij nog eens 29% zijn in een andere vorm dubo-maatregelen getroffen. De gemiddelde investering per woning bedraagt ruim 10.000 gulden, wat ver boven de 2000 gulden van de dubo-maatlat ligt. Samen met de aanscherpingen van de dubo-eisen in het Bouwbesluit maken deze werkelijke investeringen de dubo-maatlat in feite overbodig.

Volgens een prognose van het RIVM en TNO leiden de dubo-maatregelen in 2020 tot een vermindering van 25% van het energieverbruik van een gemiddelde woning. Het watergebruik zal in dat jaar met 10% zijn gedaald.

Een marktplaats op internet voor opdrachtgevers, architecten, aannemers en adviseurs die duurzaam bouwen (Dubo) in de utiliteitsbouw toepassen. Dat is het Dubo Register Utiliteitsbouw, dat staatssecretaris Remkes van VROM officieel in werking heeft gesteld. Doel van het register is Dubo te stimuleren bij de nieuwbouw van kantoren, scholen, winkels enz. Het Dubo Register geeft een overzicht van gerealiseerde projecten, ervaringen en ambities van bouwpartijen op het gebied van duurzame utiliteitsbouw. Deze informatie helpt opdrachtgevers en opdrachtnemers bij het vinden van partners bij de realisatie van dubo-projecten. De site is door het Nationaal Dubo Centrum en NOVEM ontwikkeld in nauwe samenwerking met een Comité van Aanbeveling bestaande uit zeventien partijen, waaronder adviesbureaus, architecten, bouwers en lokale en regionale overheden.

Inschrijving

Het register bouwt voort op het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen voor de Utiliteitsbouw. Wie zich inschrijft, moet in ieder geval de vaste, kostenneutrale maatregelen uit dit pakket toepassen. Naast dit 'basisniveau' bestaat er ook een 'plusniveau'. Willen partijen dit niveau halen, dan moeten zij bovenop het basisniveau een aantal extra maatregelen treffen. De zeventien partijen van het Comité van Aanbeveling vormen de eerste groep 'inschrijvers'. Hieronder bevindt zich ook de Rijksgebouwendienst.

Uitwisseling van ervaringen en kennis

Door de inbreng van de deelnemers, fungeert het Dubo Register ook als platform voor de uitwisseling van kennis en praktijkervaring op het gebied van duurzaam bouwen. Naast de database brengt het Dubo Register actuele informatie over beleidsontwikkelingen, wetgeving en subsidies. Via diverse nieuwsgroepen is te volgen hoe specialisten uit diverse werkvelden ervaringen uitwisselen. Forumdiscussies houden de branche op de hoogte van de laatste inzichten en ontwikkelingen.

aan $f_{0,25} \geq 0,35$ wordt voldaan. Bepaalde constructies, zoals bijvoorbeeld hardstenen onderdorpels, kunnen wat dit aspect betreft kritisch zijn.

De volgens NEN 2778 te hanteren overgangsweerstanden

NEN 2778 kent aan benedenhoeken die aan drie zijden aansluiten op de buitenlucht of de bodem, een lagere overgangsweerstand toe, te weten $R_i = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$. Hierbij wordt voor deze locatie aangenomen dat er geen thermische afscherming door inrichting (bijvoorbeeld meubilair) aanwezig is. Dit door ir. W.J. Lichtveld in [4] aangeduide 'thermisch belastingsparadijsje' heeft slechts één reden: op die plek zou het accepteren van een sterke thermische afscherming door inrichting te kostbare thermische maatregelen aan de funderingsbrug noodzakelijk maken. In de praktijk is dit laatste eveneens van toepassing op de benedenhoek waarvan twee zijden grenzen aan de buitenlucht en één zijde aan een niet-verwarmde, besloten ruimte (bijvoorbeeld een garage of een bergruimte). Dergelijke ruimten zijn thermisch gezien goed te vergelijken met kruipruimten. Uit oogpunt van gelijkwaardigheid kan men deze situaties dan ook op dezelfde wijze benaderen als de benedenhoeken die aan drie zijden aansluiten op de buitenlucht of de bodem. Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat de lagere overgangsweerstand van $R_i = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor 3D-benedenhoeken in de toekomst zeer waarschijnlijk zal worden aangepast als gevolg van de afstemming van NEN 2778 op de van toepassing zijnde Europese normen.

Conclusie

Bij de beoordeling van constructies ten aanzien van de vereiste minimale binnenoppervlaktetemperatuur kan men de vrijstelling ten aanzien van aan kozijnen, ramen, deuren en daaraan gelijk te stellen onderdelen breed interpreteren, mits het constructieonderdeel een gladde niet poreuze afwerklaag

met lage schimmelgevoeligheid bezit. Nadere informatie over de schimmelgevoeligheid van diverse materialen wordt ondermeer gegeven in [5]. Verder wordt geadviseerd wel de eis $f_{0,25} \geq 0,35$ te hanteren, ter beperking van de eventuele hoeveelheid condens die kan ontstaan, waarbij dient te worden opgemerkt dat deze eis boven het Bouwbesluit uit gaat.

Ten aanzien van de toe te passen overgangsweerstanden bij de berekening van de temperatuurfactor, kan worden gesteld dat, op basis van gelijkwaardigheid, voor 3D-benedenhoeken gesitueerd boven niet verwarmde ruimten (garages, bergingen etc.) eveneens met een verlaagde overgangsweerstand kan worden gerekend.

- [1] NEN 2778:1991 'Vochtwerking in gebouwen: Bepalingsmethoden', inclusief wijzigingsblad NEN 2778/A1:1997
- [2] NPR 2652:1991 'Vochtwerking in gebouwen - Voorbeelden van bouwkundige details', inclusief wijzigingsblad NPR 2652/A1:1997.
- [3] Oldengarm, J. en H.A.L. van Dijk, 'Thermische prestatie van raamsystemen', Bouwfysica, vol.3, 1992, nr. 3, p.13-16.
- [4] NVBV, syllabus behorende bij de vochtcontactdag gehouden in het ministerie van VROM d.d. 15 september 1994.
- [5] Adan, O.C.G., 'Schimmels de baas? Integrale beoordeling op gevoeligheid voor schimmels van thermische kwaliteit, binnenklimaat en afwerkmaterialen in woningen', Stichting Bouwresearch, 1998.

GEAVANCEERDE NATUURLIJKE VENTILATIE BIJ KANTOORGEBOUW RIJKSWATERSTAAT TE MAASTRICHT



ir. T.J. Haartsen, Climatic Design Consult Nijmegen

ir. E.R. van den Ham, Climatic Design Consult Amsterdam

Bouwfonds Vastgoed Ontwikkeling ontwikkelde voor de Rijksgebouwendienst (Rgd) een kantoorgebouw op het Ceramique-terrein te Maastricht. De Rijksgebouwendienst formuleerde als belangrijke uitgangspunten dat het een "installatie-arm" en energiezuinig gebouw moest zijn. Dit artikel geeft aan hoe de direct betrokkenen in het ontwerpteam (zie kader), Hubert Jan Henket architecten, Technisch Adviesbureau Becks en Climatic Design Consult, daaraan invulling hebben gegeven. In het bijzonder wordt ingegaan op het principe en het ontwerp van het natuurlijke ventilatiesysteem.

<i>gebruikers:</i>	Rijkswaterstaat, directie Limburg
<i>aanbestedende dienst:</i>	Rijksgebouwendienst directie Zuid
<i>ontwikkelaar:</i>	Bouwfonds Vastgoed-ontwikkeling BV
<i>bouwprojectmanager:</i>	Arcadis Bouw/Infra
<i>architect:</i>	Hubert Jan Henket architecten BNA
<i>adviseur constructies:</i>	Van der Vorm Engineering
<i>adviseur W+E:</i>	TA Becks
<i>adviseur bouw fysica:</i>	Climatic Design Consult
<i>aannemer B:</i>	HBG utiliteitsbouw, regio Eindhoven
<i>aannemer W + E:</i>	GTI Heerlen

Gebouw als klimatiseringsmachine

In dit geval is er voor gekozen het gebouw een rol te geven in het beheersen van de zomertemperaturen en in de ventilatie.

Voor het thermisch comfort in de zomer zijn de min of meer gangbare voorzieningen aan het gebouw getroffen zoals thermisch open plafonds, beperking van het glaspercentage, effectieve en goed geregelde buitenzonwering en kunstverlichting met geringere warmtebelasting.

De wijze waarop het gebouw bijdraagt aan het ventilatiesysteem is zonder meer innovatief te noemen. Het principe is in figuur 1 geschetst.

De natuurlijke drijvende krachten van wind, zon en thermische trek worden zoveel mogelijk benut om het gebouw te ventileren. De lucht wordt daarbij via zelfregelende ventilatieroosters over een speciaal ontworpen plafondelement toegevoerd en via zogenoemde zonneshoorstenen (ook wel solar chimneys genoemd) afgevoerd.

In de winter kan onder invloed van de thermische trek met dit systeem een comfortabele constante ventilatie gerealiseerd worden zonder de hulp van ventilatoren. In de zomersituatie

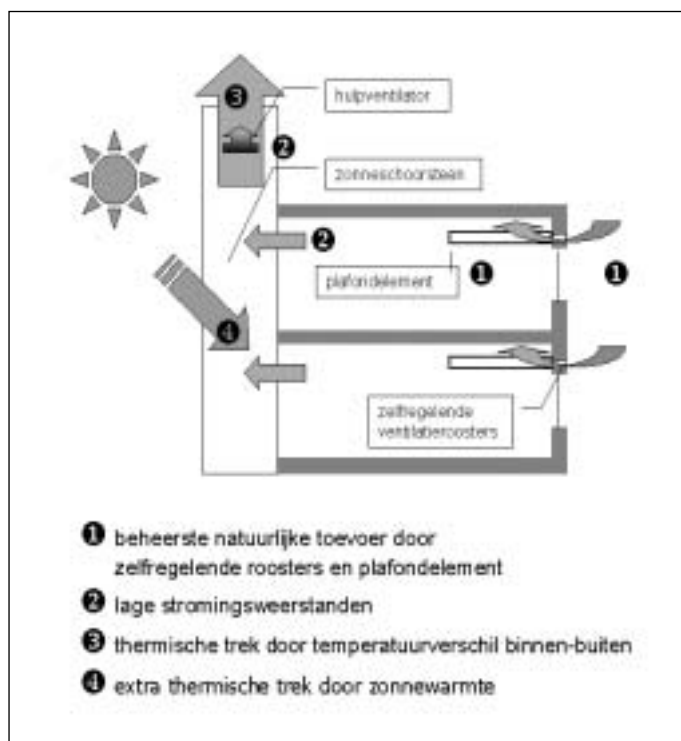
ONTWERPUITGANGSPUNTEN

Het uitgangspunt "installatie-arm" is in dit gebouw vertaald in twee aspecten:

- de voorzieningen voor koelen en ventileren zijn beperkt tot het hoogst noodzakelijke;
- het gebouw zelf heeft grote invloed op de te realiseren condities, daarbij spelen ook de gebruikers een belangrijke rol. Het gebouw functioneert als een klimatiseringsmachine. Vooral de invloed van de gebruikers vereist dat de techniek eenvoudig en begrijpelijk is.

Het uitgangspunt "installatie-arm" en energiezuinig moest uiteraard worden gerealiseerd binnen de standaard prestatiespecificaties van de Rgd. Daarom zijn bij het ontwerp twee aanvullende voorwaarden gesteld:

- in het gebruik dient bewust de productie van interne warmte te worden beperkt, bijvoorbeeld door gebruik te maken van energiezuinige computersystemen;
- de regelintensiteit van enkele andere installaties moet worden verhoogd om comfort te garanderen: verlichtingsregelingen, regeling van de zonwering, nachtventilatie.



FIGUUR 1 PRINCIPES VAN VENTILATIESYSTEEM MET ZONNESCHOORSTEEN



FOTO 1 ZONNESCHOORSTENEN GELEDEN HET GEBOUW TER PLAATSE VAN TRAPPENHUIZEN

wanneer er geen of weinig temperatuurverschil tussen binnen en buiten is, wordt de thermische trek door zonnewarmte in de zonneshoorstenen aangewakkerd.

Desalniettemin zullen er met name in de zomerperiode momenten zijn dat er onvoldoende natuurlijke drijvende krachten voor de ventilatie zijn en daarom zijn er in de schoorstenen hulpventilatoren opgenomen. Omdat het hele ventilatiesysteem is ontworpen op lage drukverschillen en kleine stromingsweerstand is het vermogen en het energiegebruik van deze hulpventilatoren beperkt.

Door 's nachts in de zomer centraal alle ventilatieroosters te openen zorgt het gebouw bij buitentemperaturen onder de binnentemperatuur zelf voor nachtventilatie.

Randvoorwaarden natuurlijke ventilatie kantoren

Voor een kantoorgebouw met natuurlijke ventilatie dat moet voldoen aan de standaard prestatiespecificaties van de Rgd gelden de volgende voorwaarden:

- beperken en beheersen warmtebelastingen;
- gebruikers invloed geven op de condities op de eigen werkplek, waarmee een bredere acceptatiezone voor het (thermisch) comfort ontstaat;
- geen ruimten in het systeem betrekken waarin grote debieten in de winter zijn vereist, zoals vergaderzalen, o.a. ter voorkoming van te lage relatieve vochtigheid.

Verder is natuurlijke ventilatie gediend met het beperken van (wind)zuiging op de roosters, omdat de zuiging op een aantal roosters concurreert met de onderdruk van de afvoervoorzieningen.

Invulling in het ontwerp

Het kantoorgebouw is aanvankelijk ontworpen als een verzamelkantoor voor een achttal Rijksdiensten. Na verloop van tijd werd duidelijk dat het gebouw in zijn geheel door de directie Limburg van Rijkswaterstaat zou worden gebruikt. Het oorspronkelijke ontwerp vertoonde op de begane grond en de vierde verdieping gevels met grotere glaspercentages, waardoor voor deze verdiepingen mechanische koeling al noodzakelijk werd. In het ontwerp is voorzien dat CAD-stations en vergaderruimten met name op de begane grond en de vierde verdieping zijn gesitueerd. Deze verdiepingen zijn van een conventioneel mechanisch ventilatiesysteem met topkoeling voorzien.

De eerste tot en met derde verdieping zijn afgestemd op benutting van natuurlijke ventilatie:

- de zonbelasting is beperkt door toepassing van buitenzonwering en een relatief beperkt glaspercentage: puien bruto circa 43%;
- de vrijkomende warmte door verlichting is beperkt door toepassing van TL5 in de gevelzones en gebruik van een daglichtafhankelijke dimregeling (nagestreefd: 8 W/m², gerealiseerd: 11 W/m² over een hele vleugel met name door een vermogen in de gangen van 16 W/m²);
- met de gebruikers is overeengekomen dat de warmteafgifte van computers wordt beperkt met autopower down voorzieningen;
- de aanwezige thermisch werkzame massa wordt optimaal benut door open plafonds toe te passen;
- door de open plafonds is de ruimtehoogte groter hetgeen op verblijfsniveau tot een lagere luchttemperatuur leidt;
- over de (vergrote) radiatoren wordt in de zomer gekoeld water gestuurd waardoor net wat meer rek in de warmtebelastingen mogelijk is (koelvermogen circa 5 W/m² vloeroppervlakte);
- de betreffende verdiepingen zijn voorzien van een gekoeld waternet waarmee in zwaarder belaste vertrekken additionele koelconvectors kunnen worden geplaatst (bij het huidige gebruik is bij een kleine 20% van de plafondelementen, o.a. ter plaatse van CAD-stations e.d., een koelconvector met een vermogen van maximaal 200 W geplaatst);
- de hoogste verdieping doet niet mee in het systeem van natuurlijke ventilatie zodat, in samenhang met de schoorsteenhoogte, de kans dat de neutrale lijn onder toevoervoorzieningen van een natuurlijk geventileerde verdieping komt te liggen wordt verkleind;
- de drijvende kracht voor natuurlijke ventilatie wordt aan de zuidgevels vergroot met zon in de schoorsteen;
- de roosters zijn zo veel als mogelijk bij de gebouwhoeken weggelaten om (wind)zuiging zoveel mogelijk te beperken. Bovendien kon met de overdekte binnentuin op de gevels aan deze binnentuin een redelijk neutrale winddruk worden aangeboden;
- de luchttoetreding in de kantoren wordt beheerst.

Beheersen luchttoetreding

De luchttoetreding wordt beheerst door de toepassing van zelfregelende roosters, speciale voorzieningen om koudeval te voorkomen, individuele bediening tijdens werktijd en een regeling om de roosters buiten werktijd centraal te openen en te sluiten.

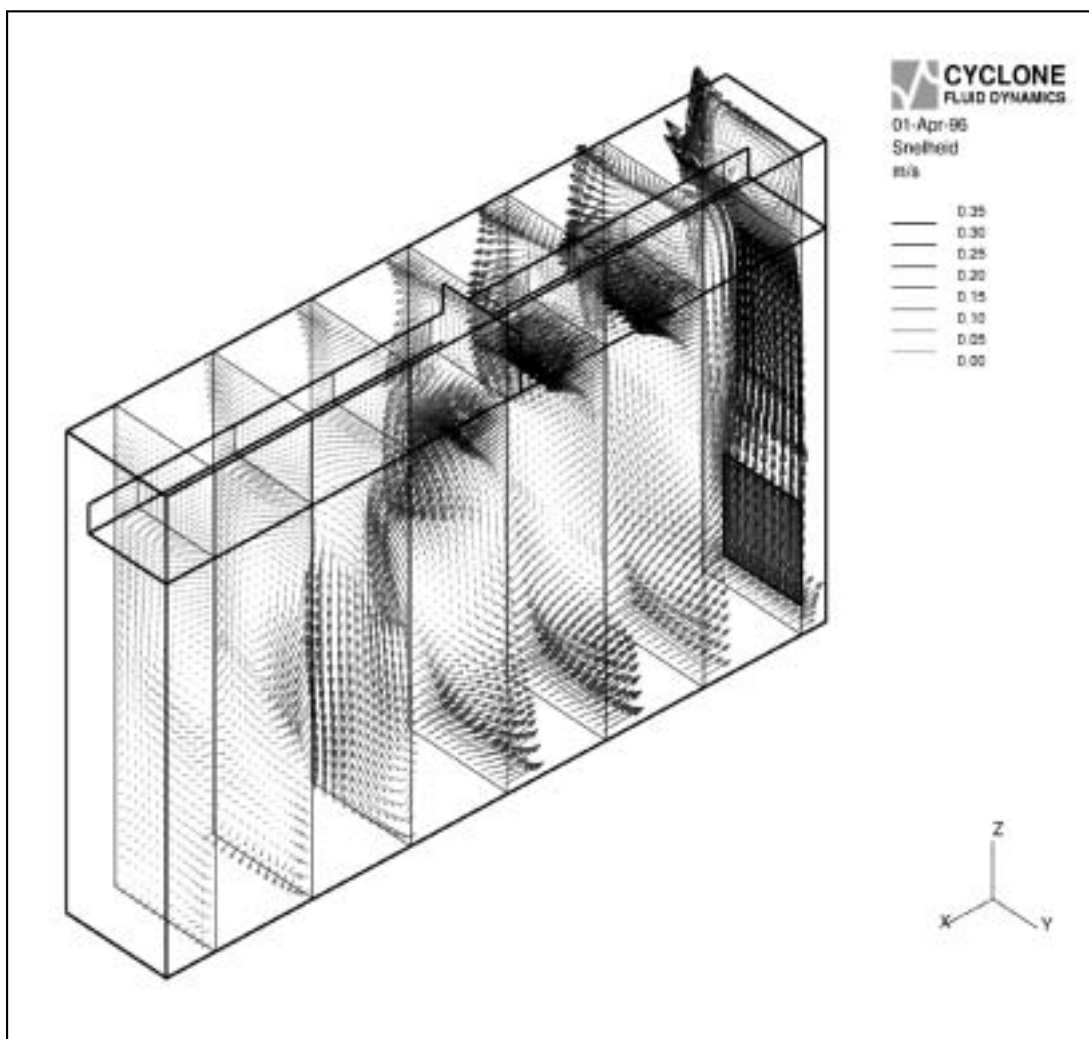
De prestaties van zelfregelende roosters zijn in een artikel van Knoll [1] aangegeven. Bij een gebouw dat zoveel mogelijk gebruik maakt van natuurlijke ventilatie (maar waarbij in de zomer ook ramen worden geopend in andere vertrekken !) blijft het door Knoll aangegeven beoordelingscriterium (1 Pa) beter dan criteria met een hogere grenswaarde zoals bepleit door Vollebregt [2]. Op het moment van aanbesteding waren slechts twee roosters op de markt die tot aan 1 Pa voldoende goed regelden: het elektronisch geregelde rooster van Alusta en het mechanische rooster van Compri. Bij dit gebouw is gekozen voor Compri.

De prestatiespecificaties van de Rgd formuleren eisen aan de maximale luchtsnelheid in de verblijfszone en de maximale temperatuurgradiënt zodanig dat extra voorzieningen nodig zijn om koudeval te voorkomen. Ten tijde van het ontwerp werd verwezen naar DIN 1946 (Raumluftechnik; teil 2, Gesundheitstechnische Anforderungen, Januar 1994), tegenwoordig naar NEN-ISO 7730 (Gematigde thermische binnencondities; Bepaling van de PMV- en de PPD-waarde en specificatie van de voorwaarden voor thermische behaaglijkheid, 1e druk september 1989): de gemiddelde luchtsnelheid moet in de winter in de zone tot 1,5 m hoog, vanaf 0,5 m van de buitengevel en vanaf 0,3 m van binnenwanden, kleiner zijn dan 0,15 m/s. NEN-ISO 7730 vraagt een maximaal temperatuurverschil van 3K tussen 0,1 m hoogte en 1,1 m hoogte, DIN 1946 vraagt een gradiënt van maximaal 2K per meter hoogte.

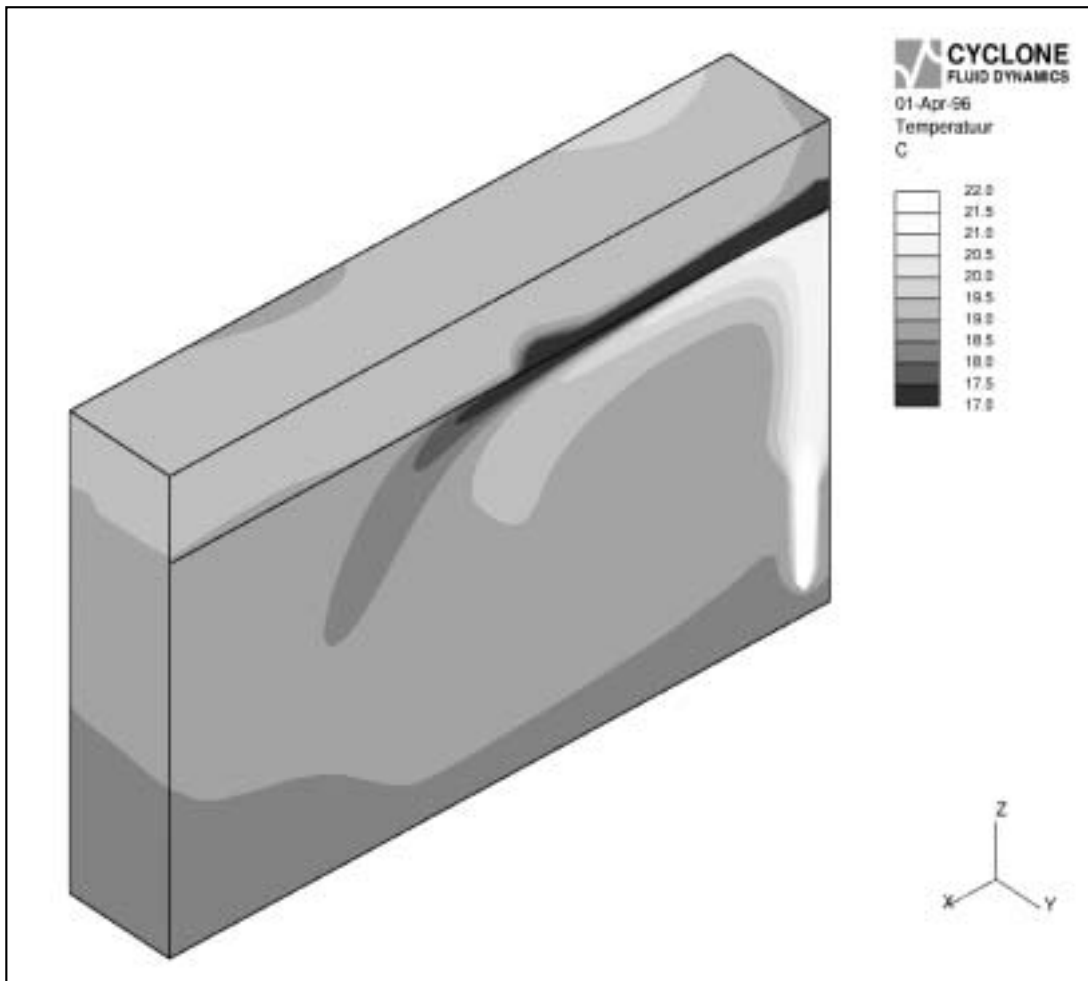
Uit onderzoeken voor andere gebouwen was bekend dat een normaal debiet van een ventilatierooster bij lage buitentemperaturen uitstromend op een plafonddeel aan de randen daarvan nog vaak naar beneden stroomde met een relatief grotere snelheid als gevolg van de ondertemperatuur. De gekozen ontwerp oplossing bij dit gebouw is gebaseerd op het "mengen" van impuls en temperatuur:

- een fijne verdeling van het binnenkomende debiet door de binnenkomende lucht over een geperforeerde plaat te laten stromen, waardoor zich steeds kleine luchtstroompjes mengen met de thermische hoofdstroom die ontstaat als de radiator aan staat, zodat er geen geconcentreerde neerwaartse stromingen konden ontstaan en
- temperatuuruitwisseling tussen de ruimtelucht en de binnenkomende lucht doordat de geperforeerde plaat in staal is uitgevoerd.

Het functioneren van deze oplossing is verkend met CFD berekeningen (figuren 2 en 3). Toen dit volgens die berekeningen bleek te kunnen werken is uiteindelijk in een klimaatkamerbeproeving de perforatiegraad bepaald. Uit de klimaatkamerbeproeving bleek dat een te grote perforatiegraad tot een te groot debiet over de eerste 0,5 m leidde. Uiteindelijk is er voor gekozen de perforaties pas te laten beginnen naast de armaturen (zie figuur 4 en foto 2). In de proefopstelling was de gemeten luchtsnelheid voor deze configuratie op alle posities in de leefzone kleiner dan



FIGUUR 2 VERKENNENDE
BEREKENING STROMING
DOOR PLENUMSEGMENT,
LUCHTSNELHEDEN



FIGUUR 3 VERKENNENDE
BEREKENING STROMING
DOOR PLENUMSEGMENT,
TEMPERATUURVERDELING
IN LANGSRICHTING

0,13 m/s en was de gradiënt steeds kleiner dan 1 K/m^1 . Bij de keuze van de diameter van de perforaties hebben ook overwegingen van stofaanhechting en dichtslibben een rol gespeeld.

Omdat nu het eerste gedeelte dicht is uitgevoerd is in de beginplaat isolatieschuim gelegd om condensatie aan de onderzijde van het stalen plafondplenum te voorkomen. Vanaf het punt waar de lucht via de perforaties binnenkomt is het condensarisico als gevolg van de menging met buitenlucht al voldoende beperkt.

Bediening van de ventilatieroosters

Tijdens werktijd wordt in principe de bediening van de roosters aan de gebruikers overgelaten. Gebruikers grijpen zelf in indien ze dat nodig achten. Buiten werktijd evenwel neemt het gebouwbeheerssysteem de regeling over: indien aan condities voor zomernachtventilatie wordt voldaan worden alle roosters centraal geopend en in de winter worden alle roosters buiten werktijd centraal gesloten.

De Rijksgebouwendienst vindt het belangrijk dat gebruikers zelf kunnen ingrijpen. De zonwering kan door gebruikers worden overruled, er zijn te openen ramen, er is een individuele na-regeling op de thermostaten waarmee de setpoint temperatuur per ruimte twee graden hoger of twee graden lager dan twintig graden kan worden ingesteld en er is de mogelijkheid om de ventilatieroosters tijdens gebruikstijd naar wens zelf te openen of te sluiten. Het aangeboden systeem van ventilatieroosters blijkt voor gebruikers in het eerste seizoen niet duidelijk te zijn geweest.

De bedieningsknop gaf geen duidelijkheid over de stand van de afsluitklep. Daarnaast is die afsluitklep niet zichtbaar vanuit het vertrek en werkt de motor helaas vrijwel geluidloos. Daardoor vindt naar de gebruikers te weinig terugkoppeling plaats over de stand van de sluitklep. Het is onduidelijk of het rooster geopend is of gesloten, mede dankzij de geheel tochtvrije toevoer; voer voor ergonomen bij een volgend project.

Natuurlijke ventilatie doe je niet zomaar

Er zijn analyses uitgevoerd met verschillende instrumenten op verschillende schaalniveaus. Op het niveau van gebouwsegmenten is een ventilatiemodel gebruikt, gebaseerd op het model van Bilsborrow [3] met daarin speciale modules waarmee de karakteristieken van zelfregelende roosters kunnen worden gesimuleerd. Met dit model is geanalyseerd gedurende hoeveel uur per jaar de natuurlijke ventilatie onvoldoende zou functioneren omdat de drijvende krachten kleiner zijn dan de vereiste drukverschillen om de gewenste debieten te realiseren. Op grond hiervan is besloten in de schoorstenen een hulpventilator te plaatsen die een opvoerhoogte van 30 Pa moest kunnen bewerkstelligen voor perioden in de zomer met geen of een gering temperatuurverschil.

Met een CFD-model [4] zijn windberekeningen uitgevoerd om na te gaan op welke plaatsen windzuiging de werking van het systeem hinderlijk zou beïnvloeden. De windberekeningen hebben o.a. geleid tot het advies om met de roosters weg te blijven bij de gebouwranden.



Foto 2
LUCHTTOEVOERPLENUMS

Eveneens met CFD is een eerste stromingsberekening uitgevoerd om na te gaan of het beoogde plafondplenum kon werken. Een positief antwoord heeft vervolgens een vervolg gekregen in het beproeven van een plenum model in een klimaatkamer van TNO in Delft, waarin metingen zijn verricht aan temperatuur, lichtsnelheid en temperatuurgradiënt

Verder zijn vooraf analyses gemaakt van de overspraakrisico's bij de gangplenums, een belangrijk aandachtspunt bij ventilatiesystemen gebaseerd op lage drukken waarbij de openingen groter zijn dan normaal.

Toekomst voor kantoren met natuurlijke ventilatie ?

low-cost kantoren ?

Toekomst voor kantoren met natuurlijke ventilatie is bijna per definitie gelegen aan de onderzijde van de kantorenmarkt, immers steeds verbonden met beperkte warmtebelastingen. Wel tekenen zich met koelplafonds mogelijkheden af om ook in de middensegmenten natuurlijke ventilatie toe te passen.

geen werkcellen aan de gevels

Voorzover nieuwe kantoorconcepten worden toegepast gaat natuurlijke ventilatie niet samen met aan de gevel gesitueerde individuele werkcellen, zoals bijvoorbeeld bij Interpolis [7], omdat in zulke cellen de warmtebelastingen relatief hoog zijn.

geen hoogbouw

Omdat grote windzuiging een belemmering vormt voor goed functionerende systemen met natuurlijke ventilatie is hoogbouw in principe uitgesloten (tenzij er budgetten ter beschikking staan als bij het gebouw van Foster in Stuttgart[8])

gewenste innovaties

De kosten voor de infrastructuur aan gevel voor de regeling van de ventilatieroosters en zonwering zijn dubbel. Hier kan

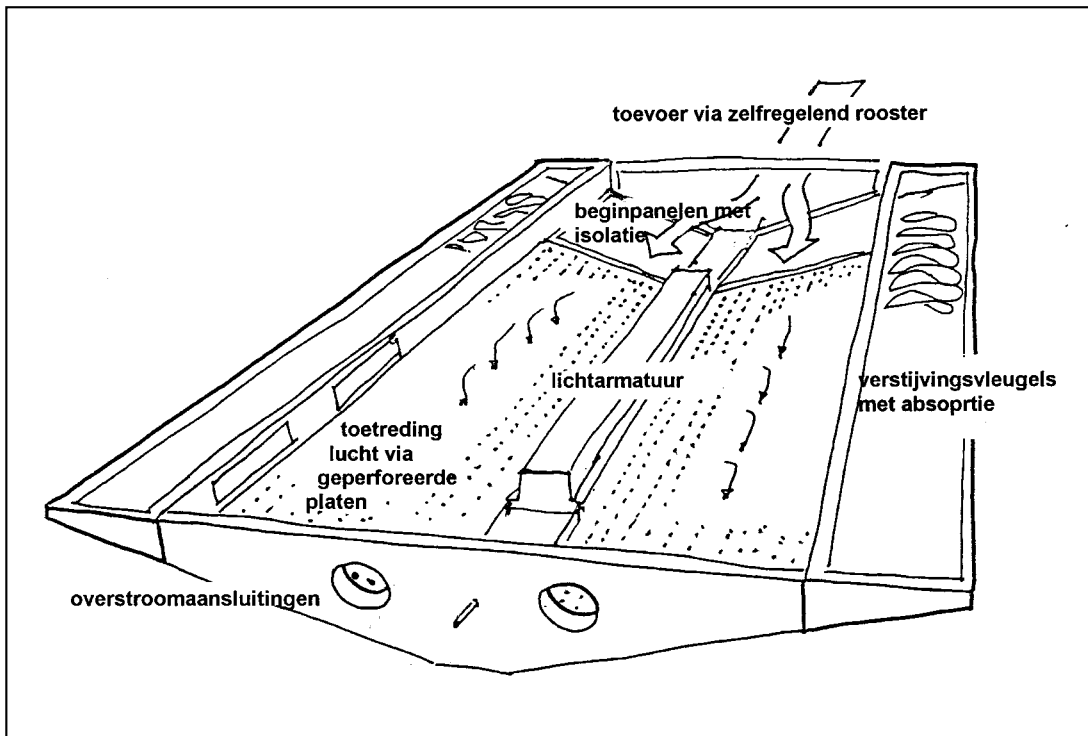
productontwikkeling van combinaties van centrale stuurfuncties van roosters met de sturing van zonwering een weg bieden naar kostenreductie : 1 x voeding + 1 x regeling voor (sluitkleppen van) roosters en zonwering.

Bovendien zullen technieken moeten worden ontwikkeld om op een kosteneffectieve wijze bij de uittrede openingen warmte uit de ventilatielucht terug te winnen bij lage weerstanden.

Ontwikkeling natuurlijk geventileerde gebouwen

Dit gebouw vormt een van de vervolgstappen in een ontwikkeling van grotere kantoorgebouwen in Nederland met natuurlijke ventilatie die is ingezet met het stadhuis Apeldoorn en het belastingkantoor in Enschede. [5][6] Aan het begin van de vorige eeuw werden de eerste kantoorgebouwen met mechanische ventilatie gerealiseerd. In die begintijd moesten ontwerpers en adviseurs nog leren te denken in hogere systeemdrukken en de consequenties die dat voor het ontwerp heeft. Tegenwoordig lijkt het er op de kennis van natuurlijke ventilatie in de bouwwereld nu op hetzelfde niveau staat als de kennis van mechanische ventilatie in die tijd. Het ontwerpen van natuurlijk geventileerde gebouwen vraagt om een voldoende besef van het werken met kleine drukverschillen.

Naast gebouwen welke zijn gebaseerd op beperking van de inzet van ventilatorenergie zijn de afgelopen jaren al wel meerdere projecten gerealiseerd met kantoorgebouwen gebaseerd op natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging (o.a. politiepост Boxmeer en kantoor Waterschap Vallei en Eem).



FIGUUR 4
PRINCIPE PLENUMS.
DE BOVENZIJDE IS
AFGEDEKT MET
INGESEALDE MINERALE
WOL

Referenties

- [1] Knoll, B, Evaluatie van zelfregelende roosters, Bouwfysica 8 (1997) nr. 3, blz. 6-9
- [2] Vollebregt, Rik, Zelfregelende ventilatieroosters: Kunnen zoveel meer, Bouwfysica 9 (1998) nr.2, blz. 7-8
- [3] Bilsborrow, R.E., A digital analogue for natural ventilation calculations, University of Sheffield, 1973.
- [4] Haartsen, T.J., H.W. Krüs en R. Ruijsink, Rekenen met wind, Bouwfysica 8 (1997) nr.1 , blz. 18-22
- [5] Mertens, J.J, Stadhuis Apeldoorn, temperatuurmetingen in een nieuw kantoorgebouw met natuurlijke ventilatie, Bouwfysica 4 (1993) nr.2, blz 16 - 20
- [6] Boonstra, C en R. Vollebregt, Passief gebouw met actieve gebruikers, Thermie Demonstratieproject Belastingkantoor Enschede, Bouwfysica 7 (1996) nr.1, blz 13 - 18
- [7] Staatman, Ineke, De kantoor nomaden, Intermediair 32 (1996) nr. 26, blz. 13 - 17
- [8] Melet, Ed, De groene toren, Commerzbank van Norman Foster & Partners: Natuurlijke techniek, De Architect, juni 1997.

HYBRIDE VENTILATIE

NIEUWE KANSEN OP VENTILATIEGEBIED

Ing. A van der Aa

Cauberg-Huygen raadgevende ingenieurs b.v Rotterdam

De grenzen ten aanzien van energiebesparing op het gebied van ventilatie lijken in zicht te komen. Bij mechanische ventilatie is een vergaande mogelijkheid tot warmte-terugwinning beschikbaar. Bij natuurlijke ventilatie tenderen de ontwikkelingen naar geavanceerde (zelfregelende) systemen. Beide wijzen van ventileren hebben ieder voor zich tekortkomingen, waarbij gedacht kan worden aan gebruiksmogelijkheden, milieuaspecten, bedrijfszekerheid, binnenluchtkwaliteit e.d. Een nieuwe ontwikkeling betreft de hybride ventilatie, waarin de meest gunstige eigenschappen van natuurlijke en mechanische ventilatie worden gecombineerd.



HYBRIDE VENTILATIE

Hybride ventilatiesystemen kunnen worden beschreven als ventilatiesystemen die een prestatie ten aanzien van binnenluchtkwaliteit en comfort realiseren door gebruik te maken van zowel natuurlijke als mechanische ventilatie. De aansturing van het systeem gebeurt met behulp van een geavanceerd controlemechanisme. De natuurlijke ventilatie blijft werken, zolang aan de vraag kan worden voldaan. Indien een indicator signaleert dat de natuurlijke ventilatie niet meer toereikend is, wordt overgeschakeld op mechanische ventilatie. Het regelalgoritme voor de overschakeling van natuurlijke op mechanische ventilatie is onlosmakelijk verbonden met hybride ventilatie. Het doel van hybride ventilatie is het handhaven van een verantwoorde binnenmilieukwaliteit met een zo laag mogelijk energiegebruik, door gebruik te maken van het beste van twee ventilatiemethoden, natuurlijke en mechanische ventilatie. Samengevat wordt hybride ventilatie volgens de definitie uit de IEA Annex 35 als volgt gedefinieerd:

Definitie van hybride ventilatie

Hybride Ventilatie bestaat uit een systeem dat op twee manieren kan functioneren en dat wordt aangestuurd met de bedoeling het energieverbruik te minimaliseren, met in acht name van de vereiste binnenluchtkwaliteit en het thermisch comfort. De twee manieren verwijzen naar natuurlijke en mechanische drijvende krachten.

Doel van ventilatie

Alle hybride systemen dienen ventilatielucht te verzorgen voor het realiseren van een goede binnenluchtkwaliteit. Daarnaast verzorgen sommige systemen tevens ventilatielucht voor temperatuurbeheersing en thermisch comfort gedurende de gebruikstijden.

Doel van het besturingssysteem

Doel van het besturingssysteem is het noodzakelijke ventilatiedebiet en ventilatiepatroon te verzorgen, bij het laagst mogelijke energieverbruik.

DEFINITIE HYBRIDE VENTILATIE VOLGENS IEA ANNEX 35

De definitie impliceert dat niet de prestatie van afzonderlijke componenten het hybride karakter bepalen, maar dat door een samenspel van diverse componenten gekomen wordt tot een ventilatieconcept, waarbij door het totale systeem een prestatie wordt gerealiseerd.

IEA ANNEX 35 HYBRID VENTILATION

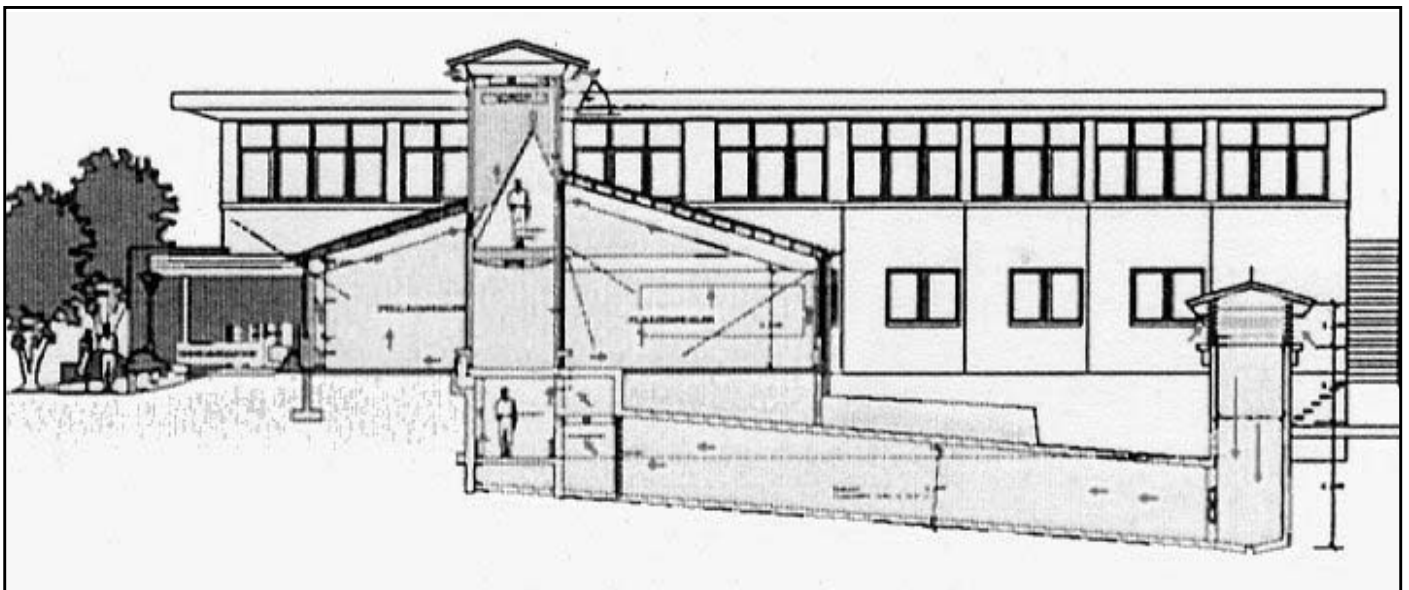
In het kader van IEA Annex 35, een onderzoeksprogramma van de International Energy Agency, werken namens Nederland TNO-Bouw en Cauberg-Huygen tezamen aan onderzoek en voorbeeld- en demonstratieprojecten voor kantoren en schoolgebouwen. TNO neemt het onderzoek naar de ontwikkeling van regel- en controlesystemen en de analysemethoden voor zijn rekening. Cauberg-Huygen is verantwoordelijk voor de toepassing van het systeem in de

vorm van pilot- en demonstratieprojecten. Het onderzoek wordt gefinancierd door Novem. In totaal loopt het onderzoek vier jaar, waarvan het eerste jaar inmiddels is afgerond.

Vanuit 14 landen, waaronder de Scandinavische landen, Duitsland, België, Frankrijk, Canada, Verenigde Staten, Australië en Griekenland, wordt deelgenomen aan het onderzoeksprogramma.

De resultaten van het eerste jaar bestaan uit een State-of-the-art review, waarin een overzicht gegeven wordt van de huidige stand van zaken met betrekking tot ontwikkelingen op het gebied van geavanceerde ventilatie. Daarnaast is een overzicht opgesteld van relevante projecten, uitgerust met een of andere vorm van geavanceerde ventilatie.

PILOT- EN DEMONSTRATIEPROJECTEN



FIGUUR 1: SCHOOLGEBOUW GRONGE TE NOORWEGEN

Per deelnemend land wordt gewerkt aan een of meerdere pilot- en demonstratieprojecten. Momenteel zijn slechts een beperkt aantal goede voorbeelden van hybride ventilatie aanwezig zijn. Een aardig voorbeeld van een hybride systeem is een schoolgebouw in Gronje Noorwegen (figuur 1).

Het ventilatiesysteem van de school bestaat uit een groot bouwkundig luchttoevoerkanaal dat onder de school gelegen is.

Via dit toevoerkanaal wordt lucht naar de lokalen gevoerd. In de lokalen wordt op basis van de CO_2 -concentratie een luchtafvoerklap naar een centraal bouwkundig afvoerkanaal geopend (figuur 2).



FIGUUR 2: LUCHTTOEVOERSCHOORSTEEN NAAR ONDERGRONDS TOEVOERKANAAL

Dit centrale afvoerkanaal leidt naar een grote bouwkundige schoorsteen, waarmee de lucht naar buiten toe wordt afgevoerd. In deze bouwkundige schoorsteen is een ventilator aanwezig, welke in geval van onvoldoende natuurlijke ventilatie wordt ingeschakeld (figuur 3 en 4).



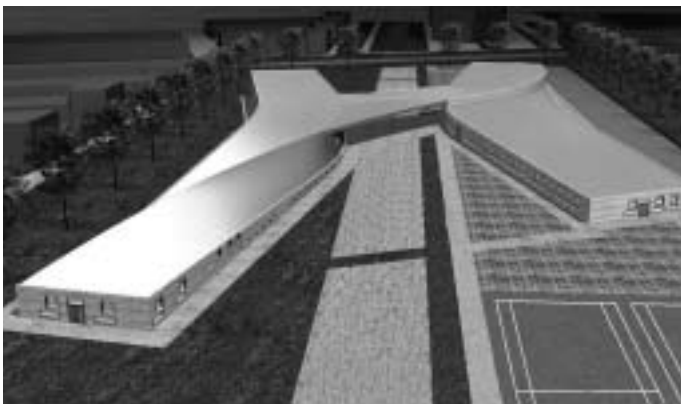
FIGUUR 3: INWENDIG AANZICHT VAN DE AFVOER-SCHOORSTEEN MET VENTILATOR



FIGUUR 4: BOUWKUNDIGE AFVOERSCHOORSTEEN

Nederlandse bijdrage pilotprojecten

Door Cauberg-Huygen is een tweetal projecten ingebracht in het onderzoek. Een nieuw te bouwen schoolgebouw op de Vinex-lokatie Leidschenveen bij Leidschendam is uitgerust met hybride ventilatie (figuur 5). De opzet van het systeem bestaat uit een aangestuurde gecombineerde natuurlijke/mechanische luchttoevoerverzorging in de gevels van de lokalen. Door een combinatie met een verwarmingsconvactor in het systeem wordt de inkomende ventilatielucht voorverwarmd, waarmee comfortproblemen worden voorkomen. De luchtafvoer geschiedt door middel van een natuurlijke luchtafvoer. Aansturing van de ventilatievoorzieningen gebeurt op basis van een CO₂-voeler per leslokaal. Op deze wijze wordt naast een significante energiebesparing tevens een belangrijke mate van verbetering van de luchtkwaliteit bereikt.



FIGUUR 5: SCHOOLGEBOUW WATERLAND TE LEIDSCHENVEEN

Op basis van modelberekeningen, waarin zowel natuurlijke ventilatie als mechanische ventilatie in combinatie met de regelstrategie zijn meegenomen, zijn de ventilatievoorzieningen gedimensioneerd. Uit berekeningen blijkt dat de energiebesparing op het energieverbruik voor ventilatie met tenminste 20% gereduceerd wordt.

Teneinde te onderzoeken of alles straks in de praktijk ook goed functioneert, wordt momenteel laboratorium-onderzoek in de klimaatkamer van Cauberg-Huygen uitgevoerd. Hierbij wordt de capaciteit van het systeem in de natuurlijke en de mechanische ventilatiemodus onderzocht. Daarnaast wordt het thermisch comfort en het regelgedrag bestudeerd. De planning is dat het schoolgebouw dit jaar zal worden gebouwd. Na gereedkoming zal een uitgebreide monitoring de nodige informatie opleveren ten aanzien van de prestaties van hybride ventilatie in de praktijk.

VERVOLGFASEN IEA ANNEX 35

Binnen Annex 35 wordt de komende tijd gewerkt in de diverse subtaken en werkgroepen aan het ontwikkelen en opstellen van rekenmodellen en methodieken en controlestrategieën voor hybride ventilatie.

Deze werkgroepen zijn als volgt onderverdeeld:

Subtaak A: Development of control strategies

Werkgroep A1:

Karakterisatie van ventilatie en controle-strategieën

Werkgroep A2:

Gelijkwaardige energiezuinigheid in normering en regelgeving

Werkgroep A3:

Comforteisen en energiedoelstellingen

Werkgroep A4:

Toepassing van analysemethoden in het ontwerpproces voor hybride ventilatie

Subtaak B: Development of analysis methods

Werkgroep B1:

Verwerking van thermische stratificatie in netwerkmodellen

Werkgroep B2:

Methoden voor dimensionering van ventilatieopeningen

Werkgroep B3:

Input data bank

Werkgroep B4:

Ontwikkeling van waarschijnlijkheidsberekeningen

Werkgroep B5:

Windstroming door grote openingen

Werkgroep B6:

Evaluatie van analysemethoden

Werkgroep B7:

Integratie en implementatie van controle strategie in modellen

Werkgroep B8:

Klimaatgegevens

Subtaak C: Pilot Studies and demonstration projects

Werkgroep C:

Pilot studies

Uit het overzicht blijkt dat op dit moment een groot aantal werkzaamheden wordt verricht. Een van de werkgroepen waarin vanuit Nederland wordt geparticipeerd is werkgroep A2: Gelijkwaardige energiezuinigheid in normering en regelgeving.

WERKGROEP A2: GELIJKWAARDIGE ENERGIEZUINIGHEID IN NORMERING EN REGELGEVING

Hybride ventilatie is een nieuwe techniek, waarvan de energetische prestaties niet in de regelgeving vervat zijn. De beoordeling van het systeem binnen de energieprestatienormering dient derhalve te geschieden op basis van gelijkwaardigheid. Het gevaar dreigt hierbij dat op basis van willekeurig gekozen rekenmethodieken en randvoorwaarden de energetische prestaties worden bepaald en vervolgens als gelijkwaardige oplossing worden aangemerkt. Dit kan leiden tot grote onderlinge verschillen, afhankelijk van de benadering. Om hierin enige lijn te brengen is binnen het kader van IEA Annex 35 een werkgroep ingesteld welke richtlijnen en procedures op zal stellen teneinde te komen tot een zoveel mogelijk eenduidige benadering van de gelijkwaardigheid.

CONCLUSIE

Hybride ventilatie biedt nieuwe kansen op het gebied van ventilatie. Door een combinatie van zowel natuurlijke als mechanische ventilatie, aangestuurd door een geavanceerd regelsysteem, kan een belangrijke energiebesparing worden bereikt.

De ontwikkeling van hybride systemen wordt momenteel onderzocht in het kader van IEA Annex 35. Naast onderzoek op het gebied van controle strategieën en analysemethoden wordt ook gewerkt aan een divers aantal pilot- en demonstratieprojecten. Voor wie meer wil weten over IEA Annex 35 is er ook een website ontwikkeld. Het adres van deze website is <http://hybvent.civil.auc.dk>.

INHOUD BOUWFYSICA 1999

Wetenschappelijke artikelen

- Autar, R. en L.G. Bakker
Geïntegreerd regelen van verlichting en zonwering voor kantoorruimten
Vol. 10, nr.1, blz. 26-32, maart 1999
- Herpen, R. van
Ventilatie van parkeergarages
Vol. 10, nr. 4, blz. 16-21, december 1999
- Janssens, A.
Invloed van luchtinfiltratie op de prestaties van sterk geïsoleerde muren en daken
Vol. 10, nr. 4, blz. 22-29, december 1999
- Lichtveld, W.J.
Warmtetransport via de grond
Vol. 10, nr.1, blz.18-25, maart 1999
- Loomans, M.G.L.G.
Toepasbaarheid bureau-gebonden verdringingsventilatieconcept
Vol. 10, nr. 3, blz. 7-16, september 1999
- Nijkamp, H.
"Dove gevel" in gewijzigde Wet geluidhinder biedt ruimere mogelijkheden
Vol. 10, nr. 2, blz. 15-19, juni 1999
- Nijs, L. de en B. van den Berg
Windhinder ten gevolge van hoogbouw: nieuwe criteria?
Vol. 10, nr. 2, blz. 20-24, juni 1999
- Nouwen, R.H.M.
Het buitenklimaat in steden vraagt om normen voor windhinder en bezonning
Vol. 10, nr. 3, blz. 17-20, september 1999
- Versluis, R.
Bepaling PZE-bijdrage aan de warmtebalans van een goed geïsoleerde woning
Vol. 10, nr. 4, blz. 9-15, december 1999

Bouwbesluit in de praktijk

- Bureau Bouwfysica Gemeente Rotterdam
Wijzigingen in de regelgeving ventilatie woningen
Vol. 10, nr.1, blz. 12, maart 1999

- Jharap, R.M.
Uitvoeringsproblemen bij gipskartonwanden
Vol. 10, nr. 3, blz. 3-4, september 1999
- Jong, A. de
Duidelijkheid over afronden van Rc waarden (1)
Vol. 10, nr. 2, blz. 14, juni 1999
- Niet, M.C.J. van der
Consequenties nieuwe EPC-eisen en nieuwe energie prestatienormen
Vol. 10, nr. 4, blz. 4-7, december 1999
- Schaap, L.E.J.J.
Duidelijkheid over afronden van Rc waarden (2)
Vol. 10, nr. 2, blz. 14, juni 1999
- Wit, E. de, H.M. Nieman en M. van Overveld
Verglaasde buitenruimte
Vol. 10, nr.1, blz. 12-12, maart 1999

Internationaal

- Eijdens, H.
Impressie van Indoor Air 99
Vol. 10, nr. 4, blz. 31-32, december 1999
- Hogeling, J.J.N.M.
Het standaardiseren van rekenprocedures in Europees perspectief
Vol. 10, nr.1, blz. 33-35, maart 1999
- Knapen, M. en C. Boonstra
Annex 31: Energy related environmental impact of buildings
Vol. 10, nr.1, blz. 35-38, maart 1999
- Knapen, M. en C. Boonstra
Annex 31: Instrumenten voor milieubelasting van gebouwen
Vol. 10, nr. 3, blz. 21-23, september 1999
- Roel, H.
Annex 28: Low energy Cooling
Vol. 10, nr. 4, blz. 30-31, december 1999