

## (1) Verslag van een zoektocht

# Een nieuwe school— Kan het ook beter?

*Als ik me mijn schooljaren voor de geest haal komen vele herinneringen boven. Op de achtergrond ook die aan te koude of te warme, slecht geventileerde en tochtige schoollokalen.*

*Toen mijn kinderen naar school gingen kwamen deze gedachten weer terug. Er was niet veel verbeterd; integendeel. De ramen waren groter dan vroeger, maar een behoorlijke zonwering ontbrak, waardoor het vaak erg warm was in de klas. De radiatoren werden pas open of dicht gezet als de school begon, want een behoorlijke regeling was er niet. Voor ventilatie kon een raam worden opengezet, maar dan zat je wel op de tocht, vooral in de raamrijen. De keuzevrijheid was eigenlijk beperkt tussen te warm of te koud, frisse lucht met tocht of een muffe atmosfeer.*

*Nu gaan mijn kleinkinderen naar school en ik heb de indruk dat er weliswaar iets is verbeterd, maar ook dat er nieuwe problemen zijn ontstaan. Denk maar aan de luchtverontreiniging die we vroeger nauwelijks kenden en aan de sterke groei van astma en allergie, vooral bij kinderen en jong volwassenen. Denk ook aan de ICT voorzieningen (die er vaak niet zijn) en het computeronderwijs, waarmee het op de meeste scholen maar behelpen is. Is onze samenleving niet in staat goede scholen te bouwen, zijn de budgetten te laag, moet er bij de bouw beter worden nagedacht, is er te weinig kennis of is het een combinatie van factoren?*

*Wel, nadenken kost geen geld, en dat is een goede reden om daarmee te beginnen.*

**-door ing. B. Bronsema\***

**T***he school is a central arena for creation of future societal health, function knowledge, productivity and wellbeing for our children today and the working force for tomorrow”*

Misschien een beetje hoogdravend, deze uitspraak? (Bakke J.V. 1999[3]) Voor mij was het het startpunt van een zoektocht naar een beter binnenmilieu in scholen. Valt er iets te verbeteren, en zo ja, wat en hoe? Is het budget

voor de bouw van een school voldoende of zijn verbeteringen gedoemd te sneuvelen voor het normbudget?

De bouw van een nieuwe basisschool in Voorschoten<sup>1</sup> gaf mij de gelegenheid deze vragen eens te onderzoeken. De resultaten van deze zoektocht zal ik presenteren in de vorm van een drieluik. Dit eerste deel gaat over de achtergronden, algemene uitgangspunten en ervaringen van anderen, wereldwijd. Het tweede deel geeft een verslag van



Dhr. B. Bronsema

de ontwerpfase en de keuzes die in deze fase zijn gemaakt. Het derde deel, waarin de bouwfase en de eerste ervaringen met de nieuwe school worden beschreven, zal worden gepubliceerd na de ingebruikname voorjaar 2002.

Een goed gebouw en een optimaal binnenmilieu staan natuurlijk niet garant voor een goede school. Die wordt in de eerste plaats gemaakt door geëngageerde leerkrachten in een inspirerende interactie met hun leerlingen, een boeiend leerprogramma inclusief de faciliteiten daarvoor en een thuisfront van betrokken ouders. Het gebouw en het binnenmilieu kunnen hier afbreuk aan doen, maar ook een positieve invloed hebben, en dat laatste is het doel van deze miniserie.

### ZOEKTOCHT NAAR KENNIS

Leren van andermans ervaringen is een uitstekende methode om kennis op te doen. Op het gebied van het binnenmilieu zijn de Indoor Air en Healthy Buildings conferenties hiervoor uitstekende gremia, waar ik dan ook gretig op zoek ben geweest naar kennis. De 1999 en 2000 conferenties leverden totaal 65 papers op over scholen, een kaleidoscoop van divers onderzoek in

\* Bronsema Consult –TU Delft, Faculteit der Bouwkunde

probleemscholen, oorzaken en gevolgen, bruikbare en minder bruikbare resultaten, waarvan in het navolgende de essenties worden weergegeven. Helaas moet steeds weer worden geconstateerd dat de kloof tussen de wereld van het onderzoek enerzijds en van de praktijk anderzijds nog heel groot is. Onderzoekers zijn vaak niet goed in staat voor de praktijk bruikbare informatie te geven; ze kennen die praktijk ook vaak amper. En misschien is het ook niet in hun belang problemen op te lossen, want er moet bij voorkeur iets te onderzoeken overblijven.

### *Indoor Air 1999*<sup>2</sup> [6;7]

Het merendeel van de papers heeft betrekking op zgn. interventieonderzoek in probleemscholen. Kennelijk zijn er over de hele wereld binnenmilieu problemen in scholen.

Vaak moet er in ook nieuwe schoolgebouwen nog flink worden geïnvesteerd om de ergste klachten te laten verdwijnen. Soms lukt dat zelfs niet, zoals in het geval van een Zweedse school waarin als gevolg van waterschade ernstige schimmel- en bacterievorming was opgetreden. Leerlingen en leraren kregen hierdoor enkele maanden na de ingebruikname gezondheidsklachten. Na enkele pogingen tot rehabilitatie werd het gebouw afgebroken!

Een tweede opvallend punt is het grote belang van een goede ventilatie, dat door ieder wordt erkend en dat als rode draad door vrijwel alle congresonderwerpen loopt.

### *Healthy Buildings 2000*<sup>3</sup>

Ook in deze conferentie veel verslagen van interventieonderzoek. Hoewel de Healthy Buildings conferenties bedoeld zijn als ontmoetingsplaats van wetenschap en praktijk kwamen er op het gebied van scholen weinig praktisch bruikbare gegevens naar voren. Het inzicht in de materie wordt overigens wel verdiept als je kennis neemt van alle problemen die men over de hele wereld tegenkomt.

De voorlopige richtlijn van Task Force 7 van ISIAQ, die op Healthy Buildings 2000 werd gepresenteerd, "Guidelines for indoor air quality in schools" [22] is een typisch produkt van wetenschappers. Uitermate weinig praktische informatie voor ontwerpers, maar wel veel onderwerpen waarvoor "nader onderzoek" nodig is. Verder bevat de



Maquette foto "Gevers Deynoot" (?)

ФОТО 1-

richtlijn een checklist voor binnenmilieuonderzoek in bestaande scholen.

### *Publikaties*

Er is een overvloed aan publikaties beschikbaar, vooral uit de Scandinavische landen. (ISSO/SBR, 1999 [12], Samenvatting Schaaf en Scheuer 1999 [23], National Institute of Public Health Sweden, 1996 [18;19], Swedish Board of Housing and Planning, 1999 [25], Bakke, 1999 [3], Umwelt Bundes Amt, 2000 [26] e.a.). In deze publikaties, gericht op de potbeheerders van scholen, besturen, leerkrachten, leerlingen en ouders, worden nuttige aanwijzingen gegeven voor het gebruik van bestaande schoolgebouwen. Ontwerpers kunnen hier uiteraard hun voordeel mee doen, maar vinden er weinig concrete gegevens voor het ontwerp van nieuwe scholen.

Voor wat betreft de situatie in Nederland hebben de contacten binnen ISIAQ.nl<sup>4</sup> en de NVvA<sup>5</sup> interessante discussies en gegevens opgeleverd.

### **ASTMA EN ALLERGIE: WELVAARTSKWALEN?**

Het aantal papers over astma en allergie op Indoor Air 99 en Healthy Buildings 2000 was opvallend groot. Wat ook opvalt is dat in landen met de grootste reputatie op het gebied van hygiëne het aantal lijdende aan deze kwalen het grootst is. Volgens één spreker is het percentage van de EU bevolking met een allergische aandoening gemiddeld 35%; in Zweden is dit 40%, maar onder jong volwassenen al

50% (Sävenstrand e.a. 1999 [22]).

Komt dit door de luchtverontreiniging of worden kinderen zo "steriel" grootgebracht dat ze kwetsbaarder zijn voor minder gezonde lucht? Kunnen astma en allergie worden beschouwd als welvaartskwalen? Er kwamen verschillende deskundigen aan het woord die dit weliswaar niet direct beweerden, maar toch de sterke suggestie gaven dat het antwoord op deze vraag "JA" is. Het binnenmilieu heeft grote invloed op het ontstaan van allergische aandoeningen, vooral bij kinderen, die hun immuunsysteem nog aan het ontwikkelen zijn. Passief roken, vocht en schimmels, huisstofmijten, huisdieren, zachte vloerbedekking, slechte hygiëne en slecht schoonmaakonderhoud werken deze aandoeningen in de hand.

### **EEN GOED BINNENMILIEU VOOR GROOT EN KLEIN!**

In het vakgebied van klimaatregeling is de belangstelling grotendeels gericht op het binnenklimaat in kantoren en andere gebouwen voor "grote mensen". Zouden we niet veel meer aandacht moeten besteden aan woningen en scholen, waar onze "kleine mensen" zo'n groot deel van hun tijd doorbrengen? Voor mij is de vraag stellen, haar beantwoorden.

Aandacht voor de "kleine mens" houdt niet in dat "grote mensen" in een school minder belangrijk zouden zijn. Integendeel. Kinderen zijn misschien extra gevoelig voor het fysische binnenmilieu, maar bij volwassenen hebben psychosociale factoren als kwaliteit van

het werk, management, werkdruk, sociale omgeving en voldoening in het werk, in het algemeen invloed op de ervaring van het binnenmilieu. Bij het onderwijs zijn veel van deze factoren herkenbaar. Enerzijds worden aan leerkrachten hoge eisen gesteld en is er een continue stroom van veranderingen in onderwijstaken. Anderzijds heeft het onderwijs te maken met een toenemend tekort aan leerkrachten, een hoog ziekteverzuim, vervangende leerkrachten, wisselende taken, andere klassen etc.

Bij het basisonderwijs vormen vrouwelijke leerkrachten de meerderheid, en vrouwen zijn in het algemeen gevoeliger dan mannen (Bullinger, 1999 [9]). Daar komt bij dat veel vrouwelijke leerkrachten hun baan combineren met een zware taak in hun gezin, en ook aan die job worden steeds hogere eisen gesteld. De kans op SBS<sup>6</sup> klachten en gezondheidsproblemen neemt door dit alles toe en het is daarom ook voor de leerkrachten belangrijk te zorgen voor een gezond, behaaglijk en productief binnenmilieu. Een goed binnenmilieu is dus niet alleen voor leerlingen maar ook voor leerkrachten van groot belang.

### **BINNENMILIEU EN GEZONDHEID: DE SCANDINAVISCH-CONNECTIE**

Scandinaviërs hebben een grote reputatie op het gebied van hygiëne, binnenmilieu en gezondheid en het kan daarom geen kwaad ons oor in de eerste plaats bij hen te luisteren te leggen. J.V. Bakke van de Noorse arbeidsinspectie heeft in zijn bijdrage aan Indoor Air 99 een goede samenvatting gegeven van de relevante factoren voor het binnenmilieu in scholen (Bakke, 1999 [3]).

- Slechte binnenluchtkwaliteit verhoogt de kans op luchtwegaandoeningen, en veroorzaakt, respectievelijk verergert allergie en overgevoeligheid.
- Slecht schoonmaakonderhoud, stof, vocht en hoge temperaturen irriteren slijmvliezen, verergeren luchtwegproblemen, hoofdpijn en vermoeidheid, en verminderen het concentratievermogen.
- Een te hoge temperatuur vermindert de concentratie bij jongens en veroorzaakt rusteloosheid bij meisjes. De ruimtetemperatuur in klaslokalen mag 's winters niet hoger dan 22 °C, en bij voorkeur lager.
- Ventilatie is nodig om luchtveront-

reiniging en vochtigheid te beheersen maar een maximum CO<sub>2</sub> gehalte van 1000 ppm is nog geen garantie voor een goede gezondheid en productiviteit.

- Akoestische en visuele aspecten (verlichting) hebben grote invloed.

We zullen deze aspecten stuk voor stuk eens nader bekijken.

### **BINNENLUCHTKWALITEIT**

De kwaliteit van de binnenlucht wordt negatief beïnvloed door verschillende verontreinigingen. De meest voorkomende zijn:

#### ***Vluchtige organische componenten (VOC's)***

Verf, lijm, (bijvoorbeeld uit de vloerbedekking), bekledingsstoffen e.d. zijn hiervan de belangrijkste voorbeelden, maar ook beton (bekistingsolie) en meubilair zijn potentiële VOC-bronnen. Formaldehyde is één van de beruchtste.

VOC's prikkelen slijmvliezen en huid, waardoor gevoelige mensen branderige ogen, een schrale keel, een loopneus of een droge huid kunnen krijgen. Vaak worden dergelijke klachten toegeschreven aan te droge lucht. De luchtvochtigheid heeft er echter meestal niets mee te maken, hoewel een lage relatieve vochtigheid de klachten wel kan verergeren.

Preventieve maatregelen zijn belangrijk om deze problemen te voorkomen.

Kies materialen met een zo laag mogelijke VOC-emissie en maak hiervan in elk geval een punt bij de beoordeling. Bijzondere aandacht verdient de vloerbedekking, de wand- en plafondafwerking, omdat hiervan zulke grote oppervlakken aanwezig zijn.

Correctieve maatregelen zijn in de eerste plaats een goede ventilatie zowel tijdens het gebruik van de school als voor de ingebruikname. Je hoeft in een nieuwe school niet direct te ruiken dat hij nieuw is! (Arashidani, K. e.a. 1999 [2])

#### ***Bio-aerosolen***

Komen in de lucht door hoesten en niezen, en kunnen infecties overdragen. Dit risico is overal versterkt aanwezig waar veel mensen bij elkaar zijn zoals in een klaslokaal (Bartlett, Kennedy e.a. 1999 [4]) Een kind met mazelen of de bof kan in korte tijd een klas van

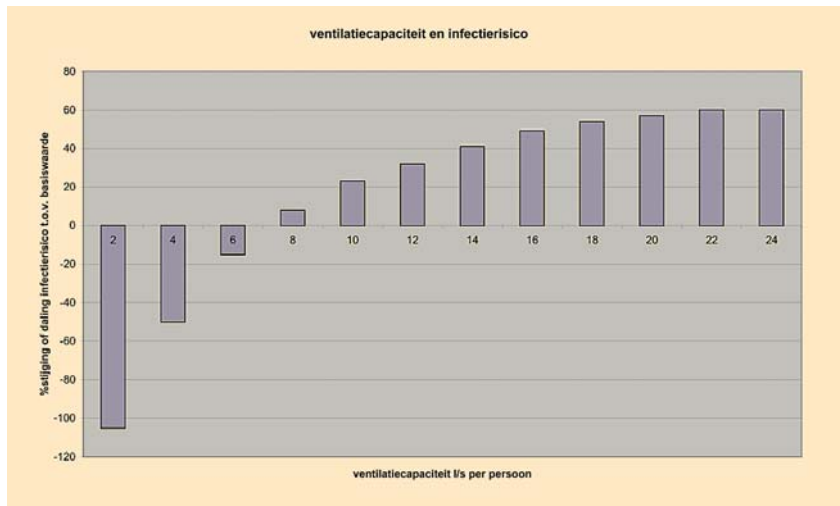
dertig decimeren! Het verband tussen ventilatiedebiet en infectierisico is ook wetenschappelijk onderzocht, zie figuur 1. (Nardell, Keegan et al, 1991 [17]). Een goede ventilatie, vooral in de winterperiode wanneer veel mensen verkouden zijn, is een goed middel om de concentratie van bio-aerosolen te beperken.

Sommige bacteriën kunnen infectieziekten bij de mens veroorzaken; vooral de Gram-negatieve bacteriën zijn hiervoor verantwoordelijk. (De test van Gram verdeelt bacteriën in twee groepen: de Gram-positieve en de Gram-negatieve bacteriën). Gram-negatieve bacteriën bevatten endotoxine, biologisch actieve lipopolysacharide moleculen, dat verschillende ontstekingsreacties in de longen en luchtwegen kan veroorzaken (Slob 1996). Aangezien de mens de belangrijkste bron is van bacteriën, ligt het voor de hand te veronderstellen dat een grotere personendichtheid ook een grotere concentratie aan bacteriën en endotoxine in de binnenlucht met zich mee zal brengen. Onderzoek naar de luchtkwaliteit in vliegtuigen, ruimten met veruit de grootste personendichtheid (1,2 m<sup>3</sup> luchtruimte per persoon versus 4,7 m<sup>3</sup> in een klaslokaal, 25 m<sup>3</sup> in een kantoorruimte en 50 m<sup>3</sup> in een gemiddelde woonkamer), heeft dit bevestigd. In vliegtuigcabines werden endotoxine concentraties gemeten die zes keer zo hoog waren als in een gemiddelde kantoorruimte! Op langere vluchten waren de CO<sub>2</sub> concentraties hierbij rond 1.500 ppm. (ASHRAE Annual Meeting 2001, Cincinnati, OH. Seminar 2, "Aircraft Cabin Air Quality". Geen papers beschikbaar).

#### ***Huisdier-allergenen***

Kunnen allergische reacties bij gevoelige mensen veroorzaken. Veel kinderen (50%?) hebben thuis een hond, poes, hamster of cavia en nemen onbewust allergenen daarvan in hun kleren mee naar school. Aangevoeld is dat in vrijwel alle klaslokalen huisdier-allergenen voorkomen ook al is er nooit een dier binnen geweest (Godish en Rusell 1999 [11]). Door de sterke groei van allergische aandoeningen, vooral bij kinderen en jong volwassenen, moet aan dit probleem serieuze aandacht worden gegeven.

De beste preventieve maatregel is geen dieren in de klas toe te laten. Door een goede ventilatie en deugdelijk schoon-



**Verband tussen ventilatiedebiet en infectierisico volgens Nardell en Keegan.**

-FIGUUR 1-

maakonderhoud kan de concentratie van allergenen worden beperkt.

### **Schimmelallergenen**

Kunnen in de lucht voorkomen als schimmel optreedt op vochtige bouwmaterialen en in een vochtige atmosfeer (Würz e.a. 1999 [27]) Een droog gebouw, een droog binnenmilieu en gebruik van schimmelongevoelige materialen (Adan, 2000 [1]) zijn de beste preventie. Het is moeilijk om een eenmaal opgetreden schimmelaanval weer geheel te verwijderen.

### **Stuifmeelallergenen**

Worden via ventilatielucht en in de kleren van kinderen van buiten aangevoerd en vormen slechts een probleem in een beperkte periode. Het probleem is het grootst bij scholen in een parkachtige omgeving.

Aangetoond is dat de concentratie in de binnenlucht meestal veel lager is dan buiten, ook bij natuurlijke ventilatie. Waarschijnlijk komt dit doordat deeltjes zich hechten aan oppervlakken in het interieur. Als de ramen van een klas worden opengezet kan de concentratie binnen even hoog worden als buiten. Enkele maanden na het seizoen zijn deze allergenen meestal uit het binnenmilieu verdwenen (Kvernes, Gustén e.a. 1999 [15]).

Mechanische ventilatie met hoogwaardige luchtfilters zou in principe een oplossing voor dit probleem kunnen bieden. Een intrinsiek betere oplossing is bij de tuinaanleg te kiezen voor stuifmeelvrije, of -arme bomen, struiken en planten (Ogren, 2000 [20]). Deze kennis is echter niet algemeen bij ho-

veniers bekend.

In het stuifmeelseizoen de ramen gesloten houden is ook een eenvoudige en redelijk effectieve oplossing, die uiteraard ten koste gaat van de kwaliteit van de binnenlucht.

De meeste bloeiende planten horen in een schoollokaal niet thuis.

### **Stof**

Vooraf kleine stofdeeltjes PM10 en PM2,5<sup>7</sup> komen overal in de binnenlucht voor; binnenvallende zonnestralen maken ze soms zichtbaar. Onderzoek heeft aangetoond dat de stofconcentratie in scholen vaak hoger is dan in kantoren. Het schoolbord, de stofsering en open boekenkasten zijn de belangrijkste stofbronnen (Ligman, Casey e.a. 1999 [16]). Het gebruik van anti-stuif krijt en het schoonmaken van schoolborden met een natte spons of een natte doek zijn uitstekende preventieve maatregelen (ISSO/SBR 1999 [12]).

Anorganisch stof is op zichzelf onschadelijk, maar omdat allergenen, micro-organismen en VOC's zich aan zwevende stofdeeltjes hechten, en kunnen worden ingeademd, moet een te grote concentratie worden voorkomen. Aangetoond is dat in een stoffige omgeving meer slijmvliesklachten en ademhalingsproblemen optreden.

Kleine stofdeeltjes slaan neer op meubilair, vloer en wanden en moeten met behulp van een goede stofzuiger worden verwijderd.

### **Schoonmaakonderhoud (ISSO/SBR, 1999 [12])**

Voor de kwaliteit van de binnenlucht

is het essentieel dat de lokalen goed worden schoongemaakt, zodat allergenen, stof en micro-organismen worden verwijderd. Goed schoonmaakonderhoud, niet alleen van de vloeren maar ook van meubilair en gordijnen is belangrijk (Kildesö, Bach Nielsen e.a. 1999 [14]). Enkele aanbevelingen:

- gebruik liever harde vloerbedekkingen dan zachte;
- beperk de hoeveelheid inloopvuil door ter plaatse van de ingang(en) buiten en binnen schoonloopzones aan te brengen van 4 à 6 meter lang;
- zorg dat het schoolplein meerdere malen per jaar goed wordt schoongeveegd;
- gebruik niet-schadelijke schoonmaakmiddelen met zo weinig mogelijk VOC's (zie 6.1);
- maak schoon na de laatste les, zodat VOC's vóór de volgende dag zijn afgevoerd;
- gebruik stofzuigers met filters die een zo hoog mogelijke afscheidingsgraad hebben.

### **De ruimtetemperatuur in de winter**

Deze moet idealiter niet hoger zijn dan 20 °C. Onderzoek heeft aangetoond dat veel SBS klachten als sneeuw voor de zon verdwijnen als aan deze stelregel wordt voldaan (Wyon 1993 [28], Reinikainen en Jaakkola 1993 [21], Jaakkola en Reinikainen 1990 [13]) Hoe lager de ruimtetemperatuur des te beter is de luchtkwaliteit door mindere emissie uit het interieur.

Bij een lagere ruimtetemperatuur ervaren mensen de lucht ook als frisser. [5] Bij een lagere ruimtetemperatuur is de relatieve vochtigheid lager, en dat is goed voor de slijmvliesen in ademenwegen en ogen.

Tenslotte bespaart een lagere ruimtetemperatuur ook nog energie. Er is dus geen enkele reden de ruimtetemperatuur hoger dan 20 °C te kiezen. Leraren en leerlingen die dit te koud vinden kunnen eenvoudig iets warmers aantrekken.

### **De ruimtetemperatuur in de zomer**

Deze moet bij voorkeur lager blijven dan 25 °C blijven, zeker in voorjaar en najaar als het buiten fris is. Ook zonder mechanische koeling biedt de techniek hiervoor mogelijkheden, o.a. door een goede zonwering, een effectieve nachtventilatie en een optimale benutting van de bouwmasse.

## DE SCHOOL: EEN ROOKVRIJ GEBOUW!

Tabaksrook in het interieur<sup>8</sup> is in het voorgaande overzicht niet genoemd. Een basisschool behoort een rookvrij gebouw te zijn, waar ook in de directie- en teamkamers niet wordt gerookt.

## VOCHT IN HET INTERIEUR

Vocht is een van de ergste vijanden van het gezonde binnenmilieu vooral door de potentiële kans op schimmelvorming en de allergenen en micro-organismen die hierdoor in de binnenlucht kunnen worden gebracht. Het hiervoor genoemde voorbeeld van de Zweedse school, die niet meer te rehabiliteren was spreekt boekdelen. Schoolgebouwen moeten daarom droog worden opgeleverd en tijdens gebruik ook droog worden gehouden. Enkele aandachtspunten:

- beperk de hoeveelheid bouwvocht door toepassing van droge bouwmethoden en/of prefab constructies;
- voorkom koudebruggen waarop 's winters condensatie zou kunnen optreden;
- ontwerp thermische constructies zodanig dat eventuele inwendige condensatie in de zomerperiode gemakkelijk weer kan verdampen;
- zorg voor voldoende ventilatie tijdens de afbouw en stel de CV installatie in bedrijf als de afbouwperiode in de winter ligt;
- leg bij een hoge grondwaterstand het peil van de begane grond niet te laag;
- zorg voor een droge kruipruimte met afdoende drainage. Voorkom dat er organisch materiaal in de kruipruimte achterblijft<sup>9</sup>. Breng zonodig een schelpenpakket aan om de kruipruimte droog te houden;
- overweeg de kruipruimte te beperken tot natte cellen en algemene ruimten (Geldof 1991 [10]);
- zorg dat het gebouw zo vroeg mogelijk glas- en waterdicht is om hemelwater zoveel mogelijk te weren, en breng de dakbedekking bijtijds aan;
- pers de waterleidingen af om verborgen lekkages zo spoedig mogelijk aan het licht te brengen.<sup>10</sup> Herhaal het afpersen vlak voor de oplevering;
- controleer de rioleringen en de hemelwaterafvoeren op dichtheid en goede afvoer;
- pers de CV installatie bijtijds af en controleer of de systeemdruk gelijk blijft;

- ruim in de planning voldoende tijd in voor de genoemde controles. Voorkom een hectische opleveringsperiode. Zorg voor "rust op de bouw";
- pas bij voorkeur droge schoonmaakmethoden toe en gebruik stofzuigers met HEPA filters<sup>11</sup>;
- zorg dat leerlingen hun (natte) jassen niet meenemen in de klas, maar ophangen in een goed geventileerde gang of garderobe;
- Ventileer! Ventileer! Ventileer!


## VENTILATIE

Met de hiervoor beschreven preventieve maatregelen wordt een noodzakelijke eerste stap gezet naar een goede binnenlucht kwaliteit. De tweede, en essentiële, stap voor een gezond binnenmilieu is een goede ventilatie. De niet geheel te vermijden VOC's uit het interieur, menselijke aerosolen, stof en allergenen van verschillende aard moeten door ventilatie worden verdund tot de minst schadelijke concentraties.

De eisen die aan elk ventilatiesysteem moeten worden gesteld zijn:

- voldoende ventilatiedebiet;
- voldoende ventilatie-effectiviteit;
- tochtvrije luchtverdeling, in zomer en winter;
- zo laag mogelijk energiegebruik.

## WOORD VERVOLGD

Deel 2 van deze miniserie, "Het ontwerp: van theorie naar praktijk" gaat nader in op de voorziene preventieve maatregelen en de technische aspecten van de ventilatievoorzieningen. 

## LITERATUUR

1. Adan, O.C.G. 2000. *Schimmelgevoeligheid van afwerkmaterialen*. Stichting Bouwresearch publikatie 475.
2. Arashidani, K., Hori, H., e.a. 1999. *Measurement of Volatile Organic Compounds, HCHO and NO<sub>2</sub> concentrations in a new building*. Proceedings Indoor Air 99 Volume 2.
3. Bakke, J.V. 1999. *State-of-the Art Report on requirements and recommendations for Indoor Climate in schools*. A report to the Norwegian Asthma and Allergy Association and the Norwegian Teachers Association. Proceedings Indoor Air 99 Volume 1

4. Bartlett, K.H., Kennedy, S.M. e.a. 1999. *Predictors of Exposure to Indoor CO<sub>2</sub> and Bioaerosols in elementary school classrooms*. Proceedings Indoor Air 99 Volume 1.
5. Bronsema, B. 1994. *Waar het warm is stinkt het – Dus houd het koel*. TVVL Magazine 23 (1994) nrs. 5 en 6
6. Bronsema, B. 1999. *Indoor Air '99 – Een impressie*. TVVL Magazine 12/99
7. Bronsema, B. 2000. *Indoor Air '99 – Impressions of a HVAC Engineer (1) en (2)*. REHVA Journal 1st and 2nd quarter 2000
8. Bronsema, B. 2001. *Healthy Buildings conferenties 1988 – 2000: Een persoonlijke visie*. TVVL Magazine 2/2001.
9. Bullinger, M. e.a. 1999. *The SBS Syndrome – Do Women Suffer More?* Proceedings Indoor Air 99 Volume 5
10. Geldof, G.D. 1991. *Bouwen met of zonder kruipruimte?* Stichting Bouwresearch publikatie 237.
11. Godish, D.R., en Russell, C. 1999. *Prevalence and Quantity of Selected Allergens in Indiana elementary school classrooms*. Proceedings Indoor Air 99 Volume 1.
12. ISSO/SBR, 1999. *Naar een betere atmosfeer..... "Hoe verbeteren we de kwaliteit van de binnenlucht in onze school"*. Artikelnummer 66.803. H.99. ISBN 90-5044-069-x.
13. Jaakkola, J.J.K. en Reinikainen, L.U. 1990. *Indoor Air Quality requirements for healthy office buildings: Recommendations based on epidemiologic study*. CIB Proceedings, Publication 149 – Research and Healthy Buildings.
14. Kildesö, J., Bach Nielsen, J. en Schneider, T. 1999. *Cross-sectional study of surface dust contamination in Danish schools and day-care centers*. Proceedings Indoor Air 99 Vol. 4.
15. Kvernes, M., Gustén, J. e.a. 1999. *Pollen Allergen Concentration in a pre-school*. Proceedings Indoor Air 99 Volume 1.
16. Ligman, B., Casey, M. e.a. 1999. *Airborne Particulate Matter within school environments in the United States*. Proceedings Indoor Air 99 Volume 4.
17. Nardell, E.A., Keegan, J. et al 1991. *Theoretical limits of Protection Achievable by Building Ventilation*. American Review Resp. Disease

- 1991.
18. National Institute of Public Health Sweden 1996. *The six steps towards allergy free day care centres and schools*. ISBN 91-7257-028-8
19. National Institute of Public Health Sweden 1996. *Allergy inspection in schools*. The Asthma-Allergy Association in Stockhol County.
20. Ogren, T.L. 2000. *Allergy-Free Gardening. The Revolutionary Guide to Healthy Landscaping*. Ten Speed Press, Berkeley Ca, ISBN 1-58008-166-5.
21. Reinikainen, M.L. en Jaakkola, J.J.K. *The effect of room temperature on symptoms and perceived indoor air quality in office workers*. Proceedings Indoor Air 1993 Volume 1.
22. Sävenstrand, R., Falck, E., Hult, M., en Bakke, J.V. 1999. *Guidelines for Indoor Air Quality in Schools – Creation of Healthy Indoor Environment*. Proceedings Indoor Air 99 Volume 1.
23. Schaaf, H. en Scheuer, M. 1999. *Frisse wind in muffe lokalen*. Uitleg nummer 25 – november 1999
24. Slob, Rita 1996. *Handboek Binnenmilieu. GG en GD Amsterdam*, ISBN 90-5348-062-5. <http://www.ggd.amsterdam.nl>
25. Swedish Board of Housing, *Building and Planning 1999. Building health in the Nordic countries*. BOVERKET publikationsservice @boverket.se
26. Umwel Bundes Amt 2000. *Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden*. <http://www.umweltbundesamt.de>
27. Würz, H., Kildesö, J. Meyer, H.W. en Nielsen, J.B. 1999. *A Pilot Study on Airborne Microorganisms in Danish classrooms*. Proceedings Indoor Air 1999 Volume 1.
28. Wyon, D.P. 1993. *Current Indoor Climate problems and their possible solutions*. Proceedings Scientific Conference “Indoor Air Quality Problems – from Science to Practice” Warschau 1993.
- EINDNOTEN**
- <sup>1</sup> De P.C. Basisschool Gevers Deynoot. Start van de bouw februari 2001. Oplevering maart 2002.
- <sup>2</sup> Officiële conferentie van The International Academy of Indoor Sciences (IAIAS)
- <sup>3</sup> Officiële conferentie van de International Society of Indoor Quality and climate (ISIAQ)
- <sup>4</sup> De Nederlandse afdeling van ISIAQ – [www.isiaq.nl](http://www.isiaq.nl)
- <sup>5</sup> Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne – [www.nvva.nl](http://www.nvva.nl)
- <sup>6</sup> Sick Building Syndrome
- <sup>7</sup> PM staat voor Particulate Matter – 10 en 2,5 staat voor de deeltjesgrootte in micron
- <sup>8</sup> Vakterm TRIO: tabaksrook in de omgeving; in het Engels ETS: Environmental Tobacco Smoke
- <sup>9</sup> In mijn vorige woning heb ik uit de kruipruimte eens een aantal houten delen met weelderige schimmelkolonies verwijderd. Net op tijd, want de groeidraden stonden op het punt de spouw binnen te groeien,
- <sup>10</sup> In mijn huidige appartement heeft een verborgen lek in een waterleiding de totale dekvloer en parketvloer doorweekt. Droogtijd met mechanische luchtdrogers ca drie maanden. Schade ca. f 100.000,-
- <sup>11</sup> HEPA filters hebben een afscheidingsgraad van 99,97% voor stofdeeltjes vanaf en groter 0,3 micron