

Een objectieve beoordeling

Woning- ventilatiesystemen

Hoewel tot nu toe de beslissing om een bepaald ventilatiesysteem toe te passen in de praktijk vrijwel altijd werd bepaald door de regelgeving en de kosten blijkt er meer en meer behoefte te bestaan aan objectieve en simpel toepasbare beoordelingsmethoden om de kwaliteit, de eigenschappen en de prestaties van de verschillende ventilatiesystemen onderling te kunnen vergelijken. Zeker nu door de steeds strengere eisen op het gebied van energie-efficiëntie en duurzaam bouwen de aandacht voor de relatie tussen ventilatie, binnenmilieu en energiegebruik steeds meer toeneemt. De internationale studie IEA Annex 27 geeft een aantal simpele beoordelingsinstrumenten waarmee inzicht kan worden verkregen in de eigenschappen van woningventilatiesystemen in relatie tot een aantal belangrijke aspecten zoals binnenluchtkwaliteit, comfort, geluid, energie, kosten en betrouwbaarheid.

In deze uitgave wordt in drie artikelen nader ingegaan op de resultaten van Annex 27. Het eerste artikel gaat over de opzet en achtergronden van Annex 27 alsmede de toepassingen in Nederland. De volgende twee artikelen gaan dieper in op de "tools" zelf.

-door Peter Op 't Veld* en Wil de Gids**

Er bestaat een groot aantal potentiële criteria waarop men ventilatiesystemen kan beoordelen. Toch blijkt de keuze voor een woningventilatiesysteem in de praktijk doorgaans door slechts twee criteria te worden bepaald: de regelgeving en de kosten. In de praktijk betekent dit dat ventilatiesystemen worden geselecteerd die nèt voldoen aan de regelgeving en bijvoorkeur tegen de laagste initiële kosten [7]. De installatiewereld zal dit ongetwijfeld herkennen: een veel gehoorde (en terecht gemaakte) opmerking is dat installaties, en vooral ventilatiesystemen, de sluitpost op de begroting vormen.

Toch wordt de uiteindelijke kwaliteit en de acceptatie van een ventilatiesysteem vooral bepaald door factoren zo-

als bereikte binnenluchtkwaliteit, thermisch comfort en geluid.

Hoewel de beheersing van een bepaald niveau van de binnenluchtkwaliteit het primaire doel is van ventilatie, resulterend in een bepaalde "frisheid" van lucht, wordt in de praktijk een ventilatiesysteem juist beoordeeld op de andere twee aspecten. Thermisch comfort betekent in dit geval: geen tocht; geluid betekent vooral: geen geluid, dat wil zeggen vooral geen geluid van ventilatoren. Vooral het waarnemen van tocht en (ventilator)geluid is vaak een reden voor bewoners om ventilatievoorzieningen niet te gebruiken.

Ondanks het feit dat er in de praktijk tot nu toe nog geen objectieve vergelijking en beoordeling van ventilatiesys-

temen plaatsvindt, is er wel een groeiende behoefte aan. Vooral nu onder invloed van de aanscherping van de EPN en toenemende aandacht voor Duurzaam Bouwen ook de aandacht voor de relatie tussen ventilatie, binnenmilieu en energiegebruik steeds verder toeneemt. Probleem was echter dat er tot voor kort geen objectieve criteria en methoden voorhanden waren om een objectieve vergelijking tussen verschillende ventilatiesystemen te maken. In de internationale studie IEA Annex 27 is de afgelopen jaren gewerkt om in deze kennisbehoefte te voorzien.

IEA ANNEX 27

In het kader van het Internationaal Energie Agentschap is binnen de Implementing Agreement "Energy Saving in Community Systems and Buildings" (ESCSB) de afgelopen vijf jaar gewerkt aan een aantal objectieve en eenvoudige toepasbare beoordelings- en toetsingsinstrumenten om woningventilatiesystemen te beoordelen. Dit is gedaan in de studie Annex 27: "Evaluation and demonstration of domestic ventilation systems" [5]. Deze studie is gestart in 1993 en afgerond in 1998. Aan deze studie namen de volgende landen mee: Zweden, Frankrijk, Engeland, Italië, Verenigde Staten, Canada, Japan en Nederland. Ons land werd vertegenwoordigd door TNO-Bouw en Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs. Novem was financier en opdrachtgever voor de Nederlandse bijdrage, zie tabel 1.

Annex 27 is opgebouwd uit drie 'sub-tasks':

* Cauberg Huygen Raadgevende Ingenieurs BV
**TNO-Bouw

Artikel naar aanleiding van de TVVL/ISSO-lezingendag 'Ventileren moet' op 7 december 1999

Land	Participanten
Zweden	LGM Consult AB (Operating Agent) J&W Consulting Engineers Swedish National Research & Testing Institute
Frankrijk	CSTB, Ventilation and Air Conditioning
Engeland	BRE Ltd
Italië	ENEA
Canada	NRC, Institute for Research and Construction
Verenigde Staten	Lawrence Berkely National Laboratories
Japan	Building Research Institute Dept. of Architecture Faculty of Engineering, Tohoku University
Nederland	TNO-Bouw Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV
IEA International Energy Agency	AIVC - Air Infiltration and Ventilation Centre (waarnemer)

Deelnemende landen aan IEA-Annex 27

-TABEL 1-

Subtask 1: State of the art

Hierin is een overzicht samengesteld van de huidige stand van zaken op het gebied van toegepaste ventilatiesystemen,

de achtergronden en redenen voor toepassing en techniekontwikkelingen. Ook zijn bestaande beoordelingsmethoden beschouwd.

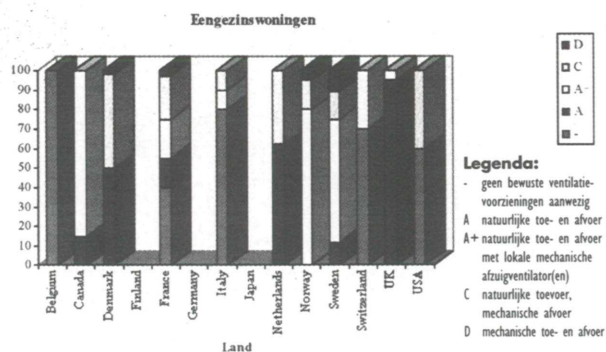
Een belangrijk onderdeel was het vaststellen van de uitgangspunten voor de beoordelingsmethoden [5]. De methoden en instrumenten moesten immers bruikbaar zijn voor verschillende klimaten, verschillende soorten woningen en specifieke bouwwijzen en verschillende soorten ventilatiesystemen. De toegepaste ventilatiesystemen in de diverse landen bleken te herleiden te zijn tot een beperkt aantal van vier basistypes:

1. natuurlijke ventilatie door ramen, geen verdere voorzieningen;
2. natuurlijke toevoer via ventilatievoorzieningen en afvoer via bouwkundige kanalen;
3. natuurlijke toevoer via ventilatievoorzieningen en mechanische afvoer;
4. mechanische toe- en afvoer (gebalanceerde ventilatie).

Uit de figuren 1 t/m 4 blijkt dat er grote verschillen bestaan in de toepassing van de verschillende ventilatiesystemen [8].

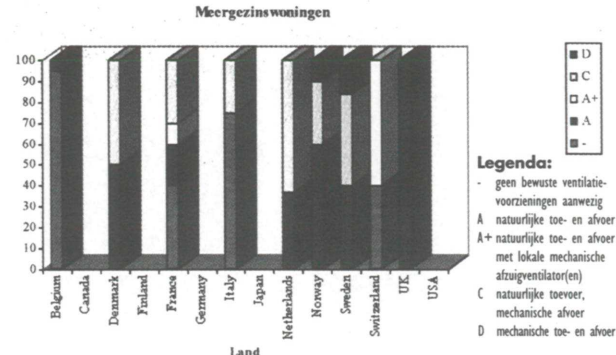
Ook de verschillende bouwwijzen en woningontwerpen in de diverse landen bleken uiteindelijk te herleiden tot een aantal basistypes.

De verschillende klimaten tenslotte werden onderverdeeld in drie klassen:



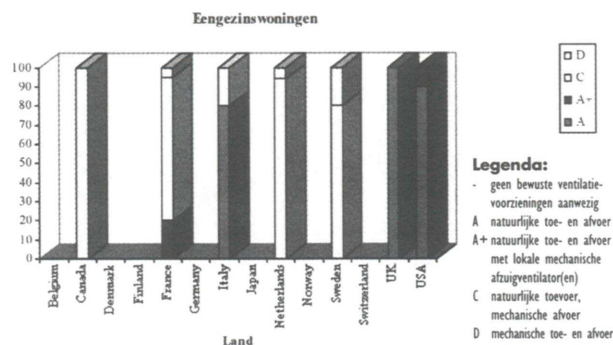
Verdeling ventilatiesystemen van bestaande eengezinswoningen (bron: AIVC)

-FIGUUR 1-



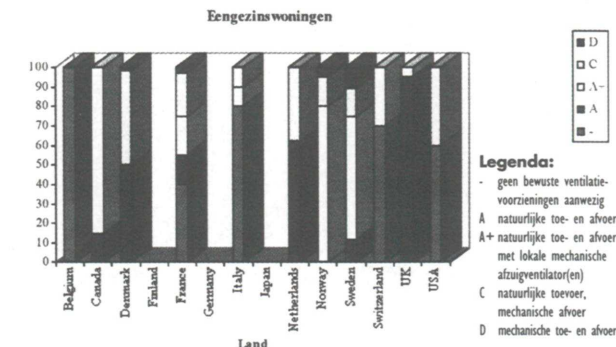
Verdeling ventilatiesystemen van bestaande meergezinswoningen (bron: AIVC)

-FIGUUR 2-



Verdeling ventilatiesystemen van nieuwbouw eengezinswoningen (bron: AIVC)

-FIGUUR 3-



Verdeling ventilatiesystemen van nieuwbouw eengezinswoningen (bron: AIVC)

-FIGUUR 4-

Beoordelingsaspect	Taakleider	Mede-uitvoerders
Binnenluchtkwaliteit	Frankrijk	Japan, Zweden, Nederland (TNO)
Thermisch comfort	Japan	Nederland (CHRI)
Geluid	Nederland (CHRI)	
Energie	Nederland (TNO)	
Betrouwbaarheid	Zweden	Nederland (CHRI), UK
LCC	UK/Nederland (CHRI)	
Gebruikersaspecten	Italië	Zweden

Taakleiders en mede-uitvoerders voor de beoordelingsaspecten

-TABEL 2-

- Mild: Nice (F), Milaan (I);
- Gematigd: Londen (UK), Amsterdam (NL), Parijs (F), Tohoku (J);
- Streng: Ottawa (CAN), Stockholm (S), Minneapolis (USA), Sapporo (J).

Omdat de studie in IEA-verband werd verricht is veel aandacht besteed aan de relatie tussen energiegebruik, binnenluchtkwaliteit en (type) ventilatiesysteem.

In subtask 1 zijn de verschillende aspecten gedefinieerd waarop ventilatiesystemen kunnen worden beoordeeld.

Uiteindelijk zijn voor de volgende aspecten, beoordelingsinstrumenten ("simplified tools") ontwikkeld:

- binnenluchtkwaliteit;
- thermisch comfort;
- geluid;
- energie;
- betrouwbaarheid;
- life cycle costs;
- gebruikersaspecten.

Subtask 2: Ontwikkeling en validatie van evaluatiemethoden

Binnen subtask 2 zijn de uiteindelijke "simplified tools" voor de genoemde beoordelingsaspecten ontwikkeld. De uiteindelijke presentatie van een ventilatiesysteem op een bepaald beoordelingsaspect is zo eenvoudig mogelijk gehouden, bijvoorbeeld in de vorm van waarderingen in termen als +, 0 of -, tabellen of nomogrammen. De uiteindelijke tools doen echter niet vermoeden dat hierachter een groot aantal simulaties, berekeningen of laboratoriummetingen schuilgaat. Zo zijn er voor de tool voor binnenluchtkwaliteit maar liefst 164 simulatieberekeningen op jaarbasis verricht. Voor het thermisch comfort van ventilatie-openingen zijn zeer uitgebreide laboratoriummetin-

gen in Japan verricht (tabel 2). In volgende artikelen wordt hier nader op ingegaan.

Op dit moment zijn de tools beschikbaar in een "papier versie", dat wil zeggen: zij maken deel uit van de eindrapportage [11]. Uitzondering hierop vormt de door TNO-Bouw ontwikkelde "Energy-tool". (EnerVent). Deze tool is verkrijgbaar in de vorm van een uitermate gebruikersvriendelijk computerprogramma. Het is de bedoeling om ook de andere tools als computerprogramma uit te brengen.

Subtask 3: Evaluatie, demonstratie en toepassing van tools

Een aantal landen heeft ook eigenschappen van ventilatiesystemen in de praktijk gemeten en beoordeeld. Zo zijn in Nederland vergelijkende metingen en evaluaties uitgevoerd in twee projecten. Een project betrof identieke eengezinswoningen met drie verschillende ventilatiesystemen (geheel natuurlijk, natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging, gebalanceerde ventilatie met wtw). Een tweede project betrof een flatgebouw waarbij een gedeelte natuurlijke ventilatie had en een ander gedeelte gebalanceerde ventilatie. Uit deze metingen is gebleken dat de belangrijkste parameter die de kwaliteit van de binnenlucht bepaalt niet het ventilatiesysteem zelf is maar het gebruik van de ventilatievoorzieningen door bewoners. Andere belangrijke parameters voor de binnenluchtkwaliteit bleken te zijn het aantal bewoners en de luchtdichtheid van de woning. Belangrijkste conclusie vanuit deze metingen voor de evaluatieprocedure van Annex 27 was dat het absoluut noodzakelijk is voor een beoordelingsmethode van woningventilatiesystemen

om op een of andere manier ook het bewonersgedrag in beschouwing te nemen [17].

HOE ZIET EEN BEOORDELING OP BASIS VAN ANNEX 27 ER UIT?

Om een indruk te geven hoe een beoordeling op basis van de tools uit Annex 27 er uit ziet worden hier een paar voorbeelden gegeven. De beoordeling is verricht voor telkens de zelfde woning, echter steeds met een ander ventilatiesysteem en voor een ander klimaat.

De ventilatiesystemen zijn:

- ventilatie alleen door te openen ramen (systeem 0; in Nederland in nieuwbouw niet toegestaan);
- natuurlijke ventilatie (NEN 1087 systeem A);
- natuurlijke toevoer, mechanische afvoer (NEN 1087 systeem C);
- gebalanceerde ventilatie met wtw (NEN 1087 systeem D) [9, 10].

Uitgangspunten voor de beoordeling was de volgende situatie:

- een eengezins-rijtjeswoning met twee verdiepingen;
- geluidbelasting op gevel 61 dB(A);
- n50-waarde voor luchtdichtheidsystemen A en C: 6; voor systeem D: 3;
- afzuigvolumestroom totaal 35 l/s;
- oppervlakte van de ventilatievoorzieningen 70 cm²/rooster (één per slaapkamer, twee per woonkamer);
- toevoerdebietsysteem D: 7 l/s per rooster (één per slaapkamer, twee per woonkamer);
- extra afzuigkap in de keuken;
- gebruik spuivoorzieningen (luchten) "gemiddeld";
- onderhoudsniveau en technische kwaliteit systeem: gemiddeld;
- bouwwijze: steenachtig/zwaar.

Voor de beoordeling en evaluatie van ventilatiesystemen is een systematische procedure opgesteld waarin alle beoordelingsaspecten stap voor stap worden doorlopen. In figuur 5 is deze procedure (Annex 27 Tool Flow Chart") schematisch weergegeven.

In de figuren 6, 7 en 8 zijn de totaalbeoordelingen gegeven voor vier verschillende ventilatiesystemen in de drie verschillende klimaten.

TOEPASSINGEN IN NEDERLAND

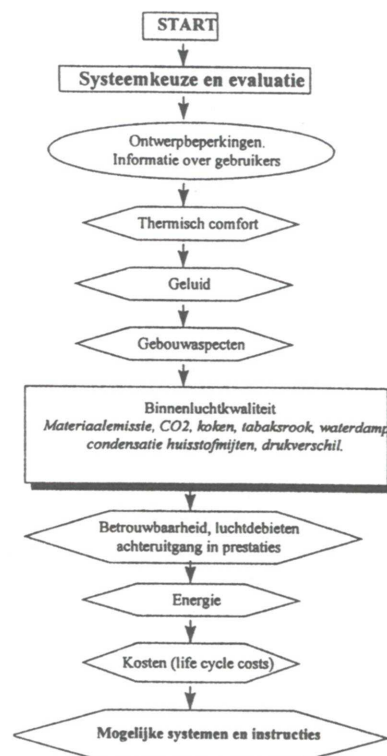
Hoewel de simplified tools uit Annex 27 primair zijn bedoeld voor gebruik door ontwerpers, architecten, installateurs en adviseurs is er in Nederland al in een aantal gevallen gebruik gemaakt van de kennis uit Annex 27.

Gelijkwaardigheid ventileren via een serre

Volgens het Bouwbesluit, artikel 30, dient toevoer van verse lucht rechtstreeks van buiten te geschieden. Ven-

tileren via een serre is strikt genomen hiermee in strijd. Toch heeft de toevoer van ventilatielucht via de serre een aantal voordelen. Ten eerste is er de energiebesparing: ventileren via een serre zorgt voor een gasbesparing van ongeveer 150 tot 200 m³/jaar. Ook in de EPN wordt dit gehonoreerd: toepassing van een tweelaags serre die ook wordt gebruikt voor ventilatietoever geeft een verlaging van de EPC van 0,10. Ook heeft de ventilatietoever via een serre een positief effect op het thermisch comfort (in een volgend artikel wordt hier in het kader van de tool voor Thermisch Comfort uitgebreid op ingegaan).

Door gebruik te maken van de methodiek voor de beoordeling van de binnenluchtkwaliteit uit Annex 27 kon worden aangetoond dat de luchtkwaliteit in een woning, geventileerd via een serre, gelijkwaardig en zelfs beter was dan in een woning die op traditionele wijze wordt geventileerd [16]. Dit wordt onder andere veroorzaakt door



Beoordelingsprocedure ("Annex 27 Tool Flow Chart")

-FIGUUR 5-

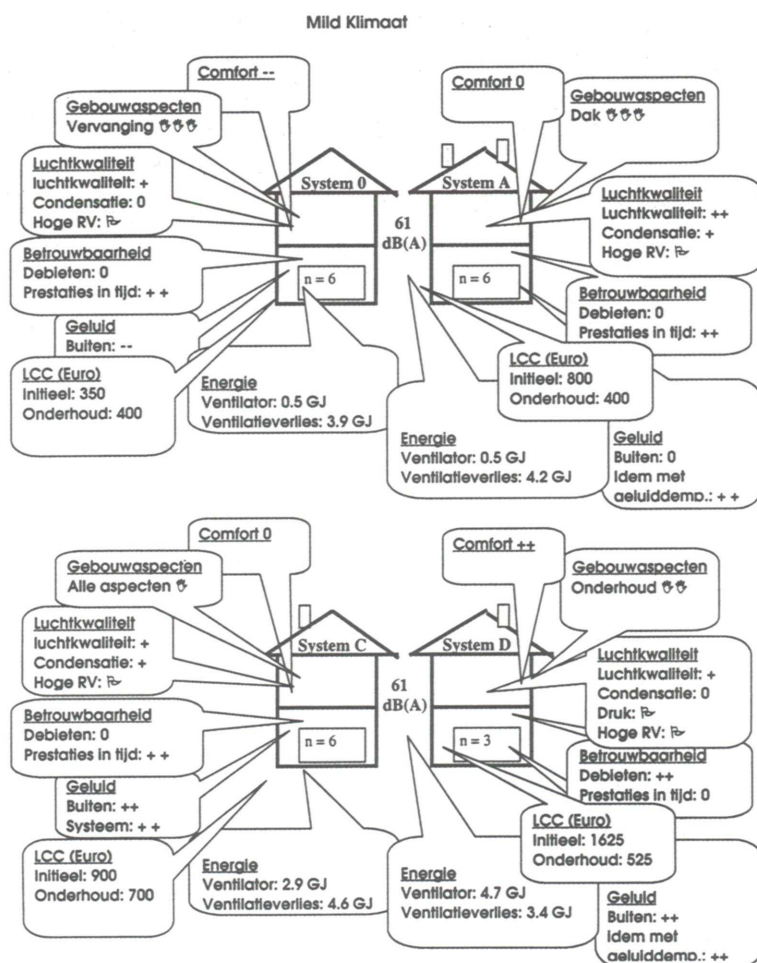
de hogere toevoertemperatuur door de voorverwarming in de serre. Hierdoor is het mogelijk om langer te ventileren zonder problemen te krijgen met het thermische comfort waardoor ventilatievoorzieningen worden gesloten [15].

Nieuwe uitgangspunten voor ventilatie in NEN 5128

In de herziene versie van NEN 5128 zijn ook de uitgangspunten voor de bepaling van de ventilatiedebieten voor infiltratie, mechanische ventilatie en gebruik van ventilatievoorzieningen herzien. Hierbij is gebruik gemaakt van de kennis die is opgedaan in Annex 27. Deze kennis betrof zowel evaluatiemethoden, namelijk de methodiek voor de beoordeling van de luchtkwaliteit, als ook de ervaring vanuit de Nederlandse demonstratieprojecten. Belangrijke constatering uit de demonstratieprojecten was dat, ongeacht het type ventilatiesysteem, het gebruik van de voorzieningen door de bewoners altijd dominant is voor de uiteindelijke luchtkwaliteit [17, 18].

Variantenboek Ventilatie

Op dit moment wordt door ISSO het Variantenboek Ventilatie samengesteld. In deze publicatie worden aan de hand van de MKK-structuur (Model Kwaliteitsbeheersing Klimaatinstallaties)



Toepassing Annex 27 tools voor een woning in een mild klimaat (Amsterdam, Parijs, Londen, Tohoku).

-FIGUUR 6-

voor elke fase van het bouw- en installatieproces, voor een aantal beheeraspecten ontwerptechnische kwaliteits-eisen gegeven. Onder het beheeraspect 'middelen' worden de beoordelingsmethodieken uit Annex 27 gehanteerd om prestaties van ventilatiesystemen op een aantal aspecten te kunnen beoordelen en onderling te vergelijken. Het variantenboek ventilatie is eind 1999 gepubliceerd [20].

SBR publikaties

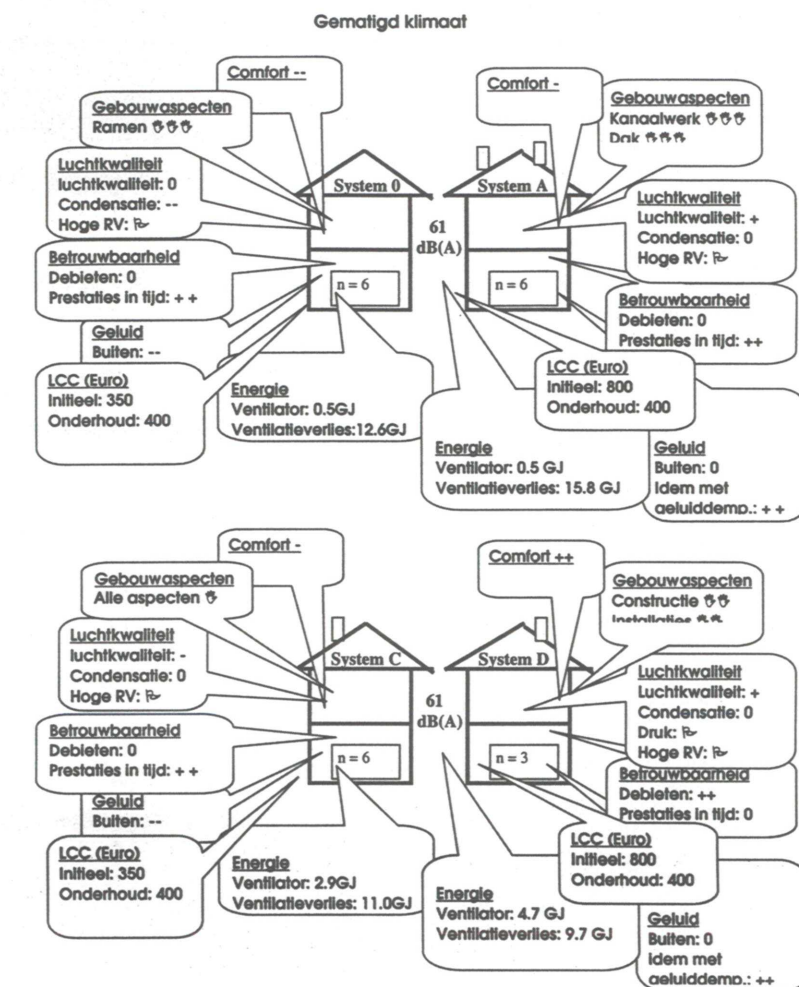
In de SBR-publicatie "Handboek Vocht en Ventilatie" [12] worden alle aspecten behandeld die samenhangen met ventileren en vochtproblemen in de woningbouw. Daarbij gaat het primair om het belang van ventilatie en een goede vochtthuishouding te zien in relatie tot andere doelstellingen. Beperking van het energiegebruik vormt hierbij een belangrijke randvoorwaarde. De gevolgen van vocht op de groei van biologische organismen (schimmels, huisstofmijten etc.), materialen en constructies en het algehele welbevinden en gezondheid van de mens komen in deze publicatie aan bod.

In de SBR-publicatie "Basis keuze-document Gezonde woningen en woongebouwen" [13] wordt een overzicht gegeven van alle omgevings- en gebouwgerelateerde ontwerpaspecten die van belang zijn voor het realiseren van gezonde woningen. Deze publicatie omvat twee delen. Het eerste deel levert per aandachtsveld inhoudelijke informatie en vormt een state-of-the-art literatuuroverzicht van alle onderwerpen over gezond wonen. Het tweede deel geeft per bouwfase een beknopt overzicht van alle relevante aspecten over het ontwerpen en realiseren van gezonde woningen, vertaald naar wettelijke basiseisen en aanbevolen grenswaarden.

In de SBR-publicatie "Energie-efficiënt Ventileren" [14] wordt een overzicht gegeven van alle aspecten over ventilatie en luchtdicht bouwen, vooral beschouwd vanuit de relatie tot energie-efficiënt bouwen en de invloed die ventilatie en infiltratie hebben in de energiestatistiek. In alle genoemde SBR-publicaties is mede gebruik gemaakt van de onderzoeksresultaten uit IEA Annex 27.

Techniekinventarisatie Ventilatie

In opdracht van Novem is door TNO-



Toepassing Annex 27 tools voor een woning in een gematigd klimaat (Nice, Milaan).

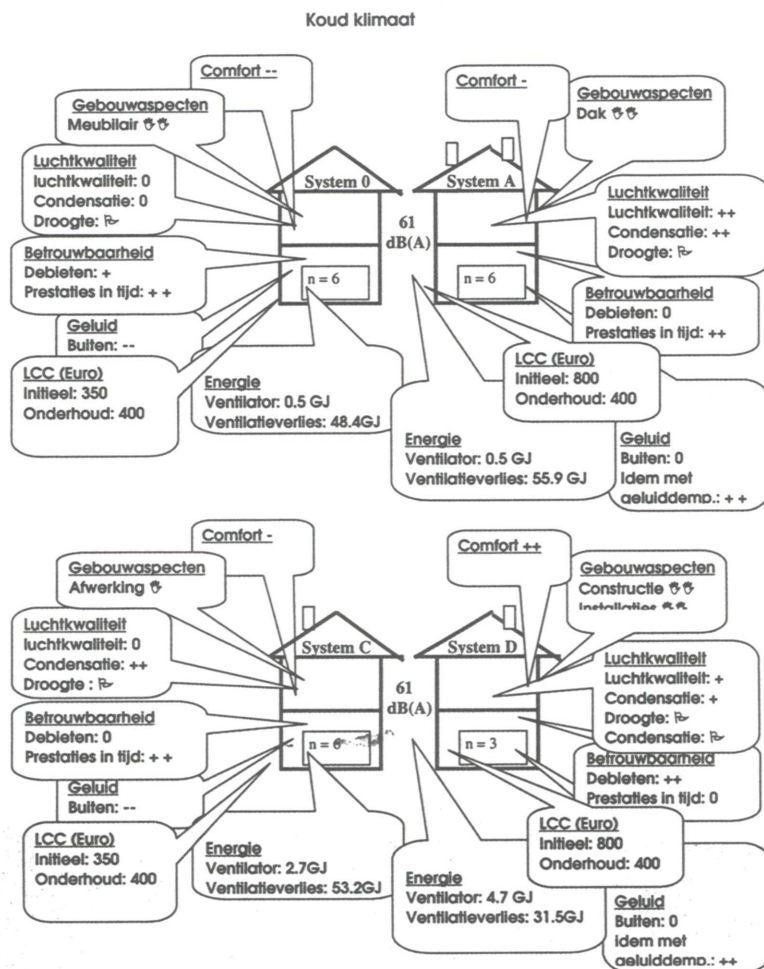
-FIGUUR 7-

Bouw en Cauberg-Huygen een techniekinventarisatie voor ventilatiesystemen uitgevoerd. Deze inventarisatie richt zich vooral op de trends en de komende ontwikkelingen, zowel op component- als systeemniveau, op het gebied van ventilatiesystemen. Deze ontwikkelingen zijn vertaald in een aantal mogelijke ventilatieconcepten. Hierbij zijn ook de grenzen verkend van de te verwachten energiegebruiken voor ventilatie (zowel ventilatieverliezen als energiegebruik voor ventilatoren). Deze energiegebruiken zijn bepaald met behulp van de energie-tool (het programma "EnerVent", ontwikkeld door TNO-Bouw). Op basis van de nu voorziene ontwikkelingen en de beoordeling daarvan met behulp van de tools uit Annex 27 blijkt dat een aantal verschillende concepten mogelijk zijn, variërend tot geheel mechanische ventilatie met HR-warmteterugwinning tot geavanceerde hybride ven-

tilatiesystemen met optimale gebruikmaking van natuurlijke ventilatie. Alle concepten geven nagenoeg gelijke prestaties op gebied van energie, binnenluchtqualiteit en comfort [19].

LITERATUURLIJST

1. Liddament, M.W., *A Guide to Energy Efficient Ventilation*, IEA Annex V, AIVC, Coventry, Great Britain, March 1996.
2. World Health Organisation, *Air Quality Guidelines for Europe*, WHO Regional Publications, Copenhagen 1987.
3. Commission of the European Communities (CEC), European Concerted Action Indoor Air Quality & its impact on man, Report nr. 11: *Guidelines for Ventilation Requirements in Buildings*, Luxembourg, 1992.
4. Comité Européen de Normalisation



Toepassing Annex 27 tools voor een woning in een koud klimaat (Stockholm, Ottawa, Minneapolis, Sapporo).

-FIGUUR 8-

- (CEN), Final Draft prENV 1752, *Ventilation for buildings - Design criteria for the indoor environment*, Brussels, 1994.
5. Månsson, L-G, *Evaluation and demonstration of domestic ventilation systems - State of the Art*, IEA Annex 27, report A12:1995, Swedish Council for Building Research, Stockholm, 1995.
 6. Limb, M.J., *Ventilation and Building Airtightness: an International Comparison of Standards, Codes of Practice and Regulation*, Technical Note AIVC 43, Coventry UK, 1994.
 7. Wolak, E.J.M., Brounts, H.M.J., *Onderzoek naar de acceptatie en besluitvorming over gebalanceerde ventilatie in de woningbouw*, R&M, Heerlen, 1995.
 8. *Notes from the AIVC workshop in Horgen Switzerland 1994*
 9. NEN 1087, *Ventilatie van woningen en woongebouwen - Eisen en bepalingsmethoden*, 1997.
 10. NPR 1088, *Ventilatie van woningen en woongebouwen - Aanwijzingen voor en voorbeelden van de uitvoering van ventilatievoorzieningen* (in voorbereiding), 1994.
 11. Månsson, L-G, *Simplified tools for evaluation and demonstration of domestic ventilation systems - Handbook* (draft), IEA Annex 27, Stockholm, 1998.
 12. SBR, *Handboek Vocht en Ventilatie*, 1999.
 13. SBR, *Basiskeuzedocument Gezonde woningen en woongebouwen*, 1999.
 14. SBR, *Energie-efficiënt ventileren*, 1999.
 15. De Gids, W.F., *Ventilatieonderzoek serres*, Rapportnr. 95-BBI-R1586, TNO-Bouw, Delft, 1995.
 16. De Gids, W.F., *Gelijkwaardige luchtkwaliteit bij toepassing van serres aan nieuwbouwwoningen*, Rapportnr. 95-BBI-R1586, TNO-Bouw, Delft, 1995.

17. De Gids, W.F., Op 't Veld, P.J.M., *Indoor Air Quality in dwellings - A comparison of the performance of different ventilation systems*, proceedings 18th AIVC conference, Athens, Greece, 1997.
18. NEN 5128: 1998, *Energieprestatie van woningen en woongebouwen - Bepalingsmethode*, 1998.
19. Op 't Veld, P.J.M., De Gids, W.F., *Techniek inventarisatie ventilatie*, Cauberg-Huygen Rapport 98113-1, juni 1999, Maastricht.
20. ISSO, *Variantenboek Ventilatie*, 1999.