

TNO-rapport

2003-GGI-R064

Onderzoek naar ventilatie in relatie tot
gezondheidsaspecten en energiegebruik voor een
representatieve steekproef van het Nederlandse
woningbestand.

Datum 11 februari 2004
Auteur(s) W.F. de Gids, TNO Bouw
P.J.M. Op'tVeld, Cauberg Huygen

Exemplaarnummer
Oplage 30
Aantal pagina's 56
Aantal bijlagen 4

Opdrachtgever NOVEM
Novem projectnummer 149.508.2401

Projectnaam Landelijke Monitoring
Projectnummer 006.06681

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksovereenkomsten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

Samenvatting

Het doel van het onderzoek is het vastleggen van de bestaande situatie in woningen met betrekking tot de luchtkwaliteit en het energiegebruik in relatie tot de gezondheid van de bewoners. Dit om inzicht te verkrijgen in:

- optredende luchtkwaliteit in woningen
- de relatie luchtkwaliteit en het gebruik van de woning inclusief ventilatie voorzieningen
- de luchtdichtheid van de woningen
- de optredende temperaturen
- de invoer parameters ten behoeve van energiegebruikberekeningen

Om dit te bereiken is het Nederlandse woningbestand gekarakteriseerd naar een aantal bepalende grootheden waarvan de belangrijkste het woningtype, bouwjaar, ventilatiesysteem, verwarmingsysteem en gezinssamenstelling. Op basis van een zo representatief mogelijk steekproef van het Nederlandse woning bestand is vervolgens in 925 woningen een enquête uitgevoerd naar de relatie tussen ventilatie en gezondheidsaspecten. Bovendien is in circa 80 woningen:

- de mechanische afvoer
- de luchtdichtheid
- de temperatuur
- de stookseizoen gemiddelde ventilatiestroom

gemeten.

Om enig inzicht te krijgen in de variatie in de tijd bijvoorbeeld dag/nacht- en weekdagen/weekend-patronen van de betreffende grootheden is in circa 8 woningen bovendien uitvoerig ongeveer een week continu gemeten.

Uit dit onderzoek blijkt dat ongeveer 90% van de personen in woningen een gemiddelde stroom over het stookseizoen heeft die hoger is dan $7 \text{ dm}^3/\text{s}$.

In dit onderzoek is geen relatie tussen de optredende ventilatie en de mechanisch afgevoerde stroom aangetoond. Het verhogen van de ventilatie eisen lijkt dus geen oplossing voor een beter binnenmilieu in Nederlandse woningen.

Het type gezin en het gebruik van de voorzieningen blijken in hoge mate bepalend voor de optredende ventilatie.

Ook de angst dat een afnemende luchtdoorlatendheid een bedreiging vormt voor het binnenmilieu en dus de gezondheid kan op grond van deze studie niet worden onderbouwd. Integendeel uit energetische overwegingen is een aanscherping van de eis in het Bouwbesluit van $200 \text{ dm}^3/\text{s}$ naar $100 \text{ dm}^3/\text{s}$, zeker aan te bevelen.

Afstemming van de ventilatie op de vraag of behoefte is meer noodzakelijk dan een hoger ventilatie niveau. Ventilatie systemen die vraaggestuurd zijn, kunnen in belangrijke mate aan deze voorwaarde voldoen. Dit kan leiden tot een besparing van enkele honderden miljoenen m^3 aardgas per jaar.

Voorlichting aan bewoners is eveneens een mogelijkheid om behalve voldoende ventilatie van de woning als geheel ook op het juiste moment en op de juiste plaats de vereiste ventilatie te bewerkstelligen. Men dient dan niet te denken aan uitsluitend een voorlichtingsfolder maar aan een uitgebreide en langdurige voorlichtingscampagne waarbij alle facetten van voorlichting zoals, TV spots, kranten advertenties, algemene folders en specifiek voorlichtingsmateriaal afgestemd op woning en bewoning een rol spelen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Aanleiding.....	5
1.2	Doel	5
1.3	Opzet.....	6
2	Landelijke Steekproef.....	7
2.1	Werkwijze.....	7
2.2	Uitgangspunten	7
2.3	Gekozen projecten	8
2.4	Aanvullende projecten	8
2.5	Streefwaarde en eindresultaat van de steekproef	9
3	Enquête	11
3.1	Werkwijze.....	11
3.2	GGD studie	11
3.3	Vragenlijsten.....	11
3.4	Resultaten van GGD en Landelijke monitoring.....	12
3.4.1	Algemeen	12
3.4.2	Bevolkingsamenstelling.....	12
3.4.3	Invloed huur/koop	12
3.4.4	Gezinssamenstelling, leeftijdsopbouw en opleidingsniveau.....	12
3.4.5	Tevredenheid met de woning.....	13
3.4.6	Tevredenheid met het ventilatiesysteem	14
3.4.7	Klachten	14
3.4.8	Klachten omtrent geluid van de mechanische ventilatie.....	16
3.4.9	Verwarmingsysteem	17
3.4.10	Gebruik van de radiator in verschillende ruimten van het huis	17
3.4.11	Gebruik van de ventilatievoorzieningen	17
3.4.12	Gezondheid	19
3.4.13	Ventilatie.....	19
4	Metingen in circa 80 woningen	20
4.1	Werkwijze.....	20
4.2	Gekozen projecten	20
4.3	Resultaten	20
4.3.1	Algemeen	20
4.3.2	ventilatie	21
4.3.3	luchtdoorlatendheid	22
4.3.4	binnentemperaturen	23
5	Detail Metingen	24
5.1	Werkwijze.....	24
5.2	Resultaten	24
5.2.1	Ventilatie en luchtkwaliteit.....	24
5.2.2	Binnenklimaat.....	26
6	Analyses	27
6.1	Werkwijze.....	27
6.2	De GGD studie (enquête)	27

6.2.1	Tevredenheid	27
6.2.2	Gezondheid	27
6.3	Landelijke monitoring.....	29
6.3.1	Enquête	29
6.3.2	Ventilatiemetingen.....	31
6.3.3	Luchtdoorlatendheid	34
6.3.4	Temperaturen	35
6.3.5	CO ₂ analyse op basis van de detailmetingen in 7 woningen.....	36
6.3.6	EPC verloop en bouwjaar	37
7	Conclusies	38
8	Aanbevelingen	39
9	Literatuur	40
 Bijlage(n)		
Bijlage A	Projecten landelijke steekproef	42
Bijlage B	Vragenlijst Ventilatie en Gezondheid	45
Bijlage C	Resultaten metingen in 79 woningen	55
Bijlage D	Resultaten van de detail metingen.....	56

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Bij het voorbereiden van de energieprestatie regelgeving kwam regelmatig de vraag naar voren welke negatieve effecten op de gezondheid van de bevolking het gevolg zouden kunnen zijn. Ook bij de bespreking om de energieprestatie coëfficiënt aan te scherpen wordt telkenmale het gezondheidsaspect gebruikt als negatief effect. Er gaan stemmen op dat de gezondheidssituatie van de bevolking negatief wordt beïnvloed als gevolg van de toenemende eisen: bijvoorbeeld op het gebied van luchtdoorlatendheid. Sommigen gaan zelfs zover dat er zwaardere ventilatie-eisen zouden moeten komen om de gezondheidsproblemen ten gevolge van het binnenmilieu te verminderen. Er bestaat geen eenduidig en wetenschappelijke onderbouwing voor deze visie. Ten einde tenminste een referentie punt te creëren is het project Landelijke Monitoring gestart.[1]

1.2 Doel

Het vastleggen van de situatie met betrekking tot de ventilatie- en luchtkwaliteit in relatie tot gezondheid en energetische aspecten in het Nederlandse woningbestand

Hoewel de optredende ventilatie in woningen een zeer belangrijke rol speelt in de kwaliteit van het binnenmilieu, zowel in relatie tot binnenluchtkwaliteit en thermisch comfort en de daaraan gerelateerde gezondheidsaspecten, alsmede voor het energiegebruik is er tot nu toe weinig bekend over de daadwerkelijke situatie in het Nederlandse woningbestand. Dit landelijke monitoringsonderzoek vormt een “nulmeting” van de huidige situatie met betrekking tot de ventilatie en de invloed daarvan op de luchtkwaliteit en het energiegebruik in een representatief gedeelte van het Nederlandse woningbestand.

De uiteindelijke doelstelling van de Landelijke Monitoring Ventilatie is het vastleggen van de bestaande situatie in woningen met betrekking tot de ventilatiekwaliteit en de invloed hiervan op de luchtkwaliteit en het energiegebruik in relatie tot de gezondheid van de bewoners. Door middel van deze opname dient inzicht te worden verkregen in:

- de optredende ventilatie in woningen met in detail aandacht voor:
 - de totale optredende ventilatie op woning- en vertrekkniveau in het stookseizoen;
 - de luchtdoorlatendheid in relatie tot de infiltratiecomponent;
 - het gebruik en de bijdrage van ventilatievoorzieningen, uitgesplitst in mechanische ventilatievoorzieningen (capaciteit en gebruik), natuurlijke toevoervoorzieningen en spuivoorzieningen;
- de kwaliteit van het binnenmilieu inclusief luchtkwaliteit en thermisch en akoestisch comfort in woningen;
- de relatie tussen de luchtkwaliteit en het gebruik van de woning inclusief ventilatievoorzieningen;
- de optredende binnentemperaturen;
- de invoerparameters inzake ventilatie en binnentemperaturen ten behoeve van energiegebruiksberekeningen c.q. energieprestatienormen (NEN 5128 en EPA).
- Een verdergaande doelstelling is dat door het te verkrijgen inzicht in de werkelijke ventilatiecomponenten, in relatie tot de werkelijk benodigde ventilatie uit oogpunt van een gezond binnenmilieu, tot een indicatie kan worden gekomen van het nog aanwezige besparingspotentieel van ventilatieverliezen in de woningbouw. Dit dient vervolgens te

leiden tot nadere inzichten voor verdere gewenste techniekontwikkelingen voor ventilatie, voor nieuwbouw en bestaande bouw.

1.3 Opzet

Op basis van een zo representatief mogelijk steekproef van het Nederlandse woning bestand in circa 1000 woningen een enquête uitvoeren naar de relatie tussen ventilatie en gezondheidsaspecten. Bovendien wordt in circa 100 woningen:

- de mechanische afvoer
- de luchtdoorlatendheid
- de temperatuur
- de stookseizoen gemiddelde ventilatiestroom

gemeten.

Om enig inzicht te krijgen in bijvoorbeeld dag/nacht- en weekdagen/weekend-patronen van de betreffende grootheden is in circa tien woningen bovendien uitvoerig enkele weken continu gemeten.

Naast een opname door middel van enquêtes en metingen in een aantal representatieve complexen zal ook gebruik worden gemaakt van een aantal gegevens die reeds beschikbaar zijn vanuit eerder verrichte recente onderzoeken welke bruikbaar zijn voor de huidige vraagstelling. Deze onderzoeken zullen waar nodig en waar mogelijk worden gebruikt en met eventuele aanvullingen worden ingepast in dit onderzoek. Waar dit niet direct één op één mogelijk is zal in de analyses een relatie worden gelegd.

2 Landelijke Steekproef

2.1 Werkwijze

Selectie van circa 1000 woningen verdeeld over circa 30 complexen. Doelstelling van deze fase is om tot een selectie van woningen en complexen die, binnen de grenzen en middelen van dit onderzoek een representatieve doorsnede vormen van het Nederlandse woningbestand. Daarnaast is bij de selectie ook rekening gehouden met de praktische uitvoerbaarheid en benadering van bewoners. De geselecteerde complexen/woningen zijn ingedeeld en gecategoriseerd naar standaard kenmerken volgens de methodiek die door Bureau Bouwhulp in opdracht van Novem is opgesteld. Dit deel is uitgevoerd in nauwe samenwerking met Bureau Bouwhulp Eindhoven.[2]

2.2 Uitgangspunten

Voor de steekproef landelijke monitoring is uitgegaan van zogenaamde gelaagde steekproef. Hierbij wordt in de steekproef rekening gehouden met een aantal voor de ventilatie bepalende variabelen die zoveel mogelijk gelijk zijn aan die van het bestaande woningbestand.

Uitgegaan wordt van circa 6.6 miljoen woningen in Nederland.

De eigenschappen die voor de ventilatie van belang kunnen zijn en dus bij de steekproef tot uitdrukking moeten komen, zijn:

Ligging

- kust
- midden
- binnenland

Dichtbevolkt

- randstad dichtbebouwd
- dorp open bebouwing

Woningsoort

- ééngezinswoningen
- flats
- gestapelde laagbouw
- vrijstaand,
- eventueel huur / koop

Bouwjaar

o.a. in verband met luchtdichtheid en verhouding nieuwbouw en renovatie

Gezinssamenstelling

- gezin met kinderen
- zonder kinderen
- ouderen
- alleenstaanden

Ventilatie systeem

- natuurlijke toe- en afvoer (A)
- natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C)
- gebalanceerde ventilatie(D)

Verwarmingssysteem
 luchtverwarming
 radiatorverwarming
 lokaal
 centraal

De streefwaarden voor zover mogelijk afgeleid uit de gegevens van VROM (VHV)[3] en verkregen resultaten bij de steekproef zijn weergegeven in tabel 1.

De steekproef moeten met de verdeling van de voor de ventilatie bepalende grootheden zo dicht mogelijk bij bovenstaande verhoudingen liggen.

2.3 Gekozen projecten

De selectie van projecten is uitgevoerd door het Bureau Bouwhulp en afzonderlijk gerapporteerd. [2]

Het bleek binnen het kader van dit onderzoek vrijwel onmogelijk ook koopwoningen te betrekken. Met name in de aanvullende onderzoeken is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van koopwoningen. Het is de verwachting dat het effect van voornamelijk huurwoningen op de ventilatie en de luchtkwaliteit eerder een positief effect zal hebben dan een negatief effect. Immers uit enquêtes [4,5] blijkt dat naarmate het opleidingsniveau beter is, het gebruik van de ventilatievoorzieningen meestal ook beter is, dat wil zeggen meer bewust afgestemd op het gebruik.

2.4 Aanvullende projecten

Teneinde projecten met systeem D ook vertegenwoordigt te krijgen is gebruik gemaakt van de GGD studie om deze gegevens aan te vullen. [5,6,7]

Bovendien is door Cauberg Huygen onderzoek uitgevoerd in enkele kleinere projecten met systeem D. [8,9,10]

Ook in IEA Annex 27 is een vergelijking gemaakt tussen de verschillende ventilatiesystemen, waarbij ook systeem D was vertegenwoordigd. [11]

2.5 Streefwaarde en eindresultaat van de steekproef

Tabel 1. Streefwaarde en eindresultaat van de voor de ventilatiebepalende variabelen.

Grootheid	Sub-level	Streef- waarde in %	Steekproef waarde in %	Waarde* na aanvulling in %
Ligging				
	Kust	30	39	34
	Midden	40	33	36
	Binnenland	30	28	30
Bevolkingsdichtheid				
	Randstad	70	58	62
	Rest	30	42	38
Woningsoort				
	Eengezins	50	32	44
	Flats	30	62	50
	Gestapeld	10	6	6
	Vrijstaand	10	0	0
Bouwjaar				
	voor 1965	30	20	20
	65-75	40	29	29
	75-85	20	23	23
	85-95	5	28	28
	na 1995	5	16	16
Ventilatiesysteem				
	A nat. toe/nat. afvoer	35	51	44
	C nat. toe/mech.afvoer	55	49	52
	D gebalanceerd	10	0	4
Verwarmingssysteem				
	Collectie warmwater	20	35	33
	ind. Warmwater	65	55	59
	Lokale verwarming	10	10	8
	Luchtverwarming	5	0	0
Woningbezetting	Personen/huishouden	2.28	2.24	2.24

- *Rapporten [8,9,10] betreffende aanvullende projecten

De uiteindelijke steekproef verschilt op bepaalde punten van het Nederlandse woningbestand. Welke consequenties dit heeft voor de onderzoeksresultaten is niet precies aan te geven. Verwacht wordt dat dit een relatief geringe invloed heeft. Er is in Nederland geen enkel onderzoek op het gebied van ventilatie, gezondheid en energiegebruik bekend dat een betere dekking geeft over het Nederlandse woningbestand.

De belangrijkste verschillen tussen gewenste situatie en de steekproef zijn:

- Een lichte ondervertegenwoordiging van woningen in de randstad. Dit kan de uitkomst- en wellicht iets te positief maken als het om gezondheidseffecten gaat.
- Een oververtegenwoordiging van flatwoningen. Dit zal is principe zowel voor gezondheid en ventilatie een iets te negatief beeld en voor het energiegebruik een iets te positief beeld geven
- Geen vertegenwoordiging van vrijstaande woningen. Dit zal het beeld voor ventilatie en gezondheid een iets te negatief en voor energiegebruik een iets te positief beeld geven. Gezien de geringe omvang van vrijstaande woningen op het totale bestand zal het netto effect gering zijn.
- Een oververtegenwoordiging van woningen gebouwd na 1985 zal voor alle aspecten een iets te positief effect te zien geven.
- Een ondervertegenwoordiging van gebalanceerde ventilatie zal vooral op het energiegebruik een geringe negatieve invloed kunnen hebben. Gezien het feit dat de resultaten van het GGD onderzoek [4,6] zijn opgenomen in dit onderzoek zal dit voldoende waarborg zijn voor de juiste conclusies ten aanzien van gebalanceerde ventilatie.
- Luchtverwarming is niet vertegenwoordigd in de steekproef. Dit kan geringe consequenties hebben op het energiegebruik, de luchtkwaliteit en de gezondheid. Bij uitspraken over woningen met luchtverwarming dient men dus enige reserve te betrachten als het om conclusies van dit onderzoek gaat.

3 Enquête

3.1 Werkwijze

De vragen van de enquête zijn in principe gelijk aan die van de GGD studie. Op enkele plaatsen zijn na bestudering van de vragenlijst van de GGD studie (zie onder 3.2) door TNO enkele vragen anders geformuleerd en enkele vragen iets specifieker geformuleerd. De enquête is uitbesteed aan een specialistisch bureau. Dat ook de rapportage heeft verzorgd. TNO Bouw en TNO PG hebben na een eerste grove analyse nadere aspecten laten analyseren.

3.2 GGD studie

Door de GGD Groningen en de Stichting HR Ventilatie is via enquêtering een onderzoek uitgevoerd teneinde na te gaan of er verschil bestaat in beleving met betrekking tot de woning en het ventilatiesysteem en beleving van de gezondheidsaspecten van nieuwe woningen (epc < 1.2) en bestaande woningen.

Bij de analyse van de enquête was TNO PG nauw betrokken. TNO Bouw was hierbij slechts zijdelings betrokken.

Van deze studie is ten behoeve van de Stichting HR ventilatie een samenvatting gemaakt door Cauberg Huygen en TNO Bouw.

Het GGD onderzoek omvat een enquête onder circa 1000 huishoudens in Nederlandse woningen, waarvan circa 500 met gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning (systeem D) en circa 500 met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer of natuurlijke afvoer.

De onderzoeksvragen luiden:

1. Welke woninggebonden factoren hebben de grootste invloed op zelfgerapporteerde gezondheid en tevredenheid van de bewoners van woningen waarvan de EPC tenminste 1,2 bedraagt?
2. Bestaat er op basis van de zelfrapportage een duidelijk verschil in tevredenheid en gezondheid tussen woningen met en zonder gebalanceerde ventilatie?
3. Welke factoren komen in relatie tot gezondheid en tevredenheid van bewoners in aanmerking voor verbetering?

In totaal werden 831 enquêtes (41.6 %) ingevuld terugontvangen. Niet alle enquêtes waren bruikbaar. Na opschoning waren er nog 347 ingevulde enquêtes beschikbaar voor de groep gebalanceerde ventilatie en 350 voor de groep natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.

3.3 Vragenlijsten

De enquête omvatte net als in de GGD studie vragen over:

- de woning
- de bewoning
- de wijze en de frequentie van koken
- het ventilatiesysteem

- het gebruik van het ventilatiesysteem
- de tevredenheid over de ventilatie
- het onderhoud van het ventilatiesysteem
- gezondheidsaspecten, met name CARA gerelateerd
- het verwarmingssysteem
- het gebruik van de verwarming

In totaal werden 73 vragen in de enquête gesteld. De vragen moesten door de bewoners worden ingevuld en terug worden gestuurd naar het onderzoeksbureau.

De vragenlijst is weergegeven in bijlage B.

De vragen waren op een enkel detail na vrijwel gelijk aan die van de GGD studie.

3.4 Resultaten van GGD en Landelijke monitoring

3.4.1 Algemeen

De resultaten zijn vastgelegd in het rapporten van het Bureau MarktTrace. [4,5]

De belangrijkste resultaten zijn samengevat in figuren. Indien mogelijk is in de figuren ook het resultaat van de GGD studie weergegeven zodat daarbij een vergelijking mogelijk tussen relatieve nieuwe woningen en de steekproef van het totale woningbestand. Met nadruk wordt erop gewezen dat de antwoorden in de enquête gebaseerd zijn op de beleving van een van de bewoners van een woning. Het betreft dus een subjectieve beoordeling.

De analyse van de gegevens staat in hoofdstuk 6.

3.4.2 Bevolkingsamenstelling

Met betrekking tot de bevolkingssamenstelling kan worden vermeld dat de enquête uiteindelijk is beantwoord door respondenten van 33 nationaliteiten. Het percentage autochtonen bedroeg 80% terwijl 20% allochtoon was.

3.4.3 Invloed huur/koop

Uit de resultaten van verschillende studies TNO PG [12] blijkt duidelijk dat er slechts ondergeschikte verschillen zijn in het gebruik van ventilatievoorzieningen tussen huurwoningen en koopwoningen. Dit lijkt in tegenspraak met wat is beweerd in 2.3. Inderdaad is er een tendens dat hoger opgeleiden meer bewust ventileren. Het verschil zit hem meer in het gebruik van ramen voor spuien. Een licht positief effect op de optredende ventilatie zal dus het gevolg zijn.

3.4.4 Gezinssamenstelling, leeftijdsopbouw en opleidingsniveau

De belangrijkste overige achtergrondkenmerken van de respondenten zijn hieronder samengevat.

De gezinsgrootte verdeling is als volgt:

Grootte van de huishoudens	%
1 persoon	34
2 personen	33

3 – 4 personen	27
5 en meer personen	6

De leeftijdsopbouw verdeling van de respondenten is als volgt:

Leeftijd	%
t/m 39 jaar	29
40 – 64 jaar	45
65 jaar en ouder	27

De leeftijdsopbouw verdeling van de huisgenoten is als volgt:

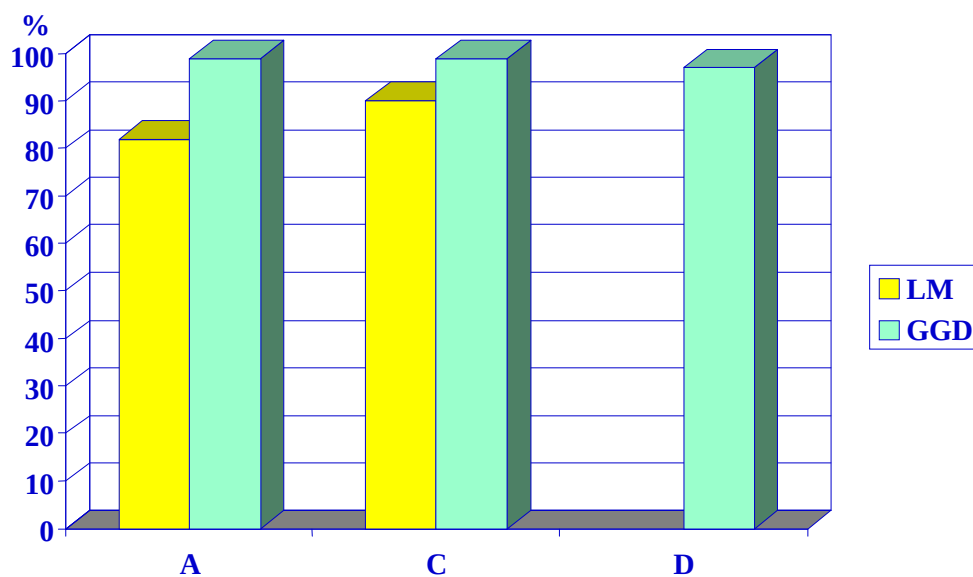
Leeftijd	%
t/m 18 jaar	38
19 – 39 jaar	27
40 – 64 jaar	25
65 jaar en ouder	10

De verdeling van het opleidingsniveau is als volgt:

Leeftijd	%
Hoog (WO en HBO)	17
Midden (HAVO/VWO/MBO)	27
Laag (MAVO/LBO/LO)	56

3.4.5 Tevredenheid met de woning

De tevredenheid over de woning als zodanig is vastgelegd in figuur 1.

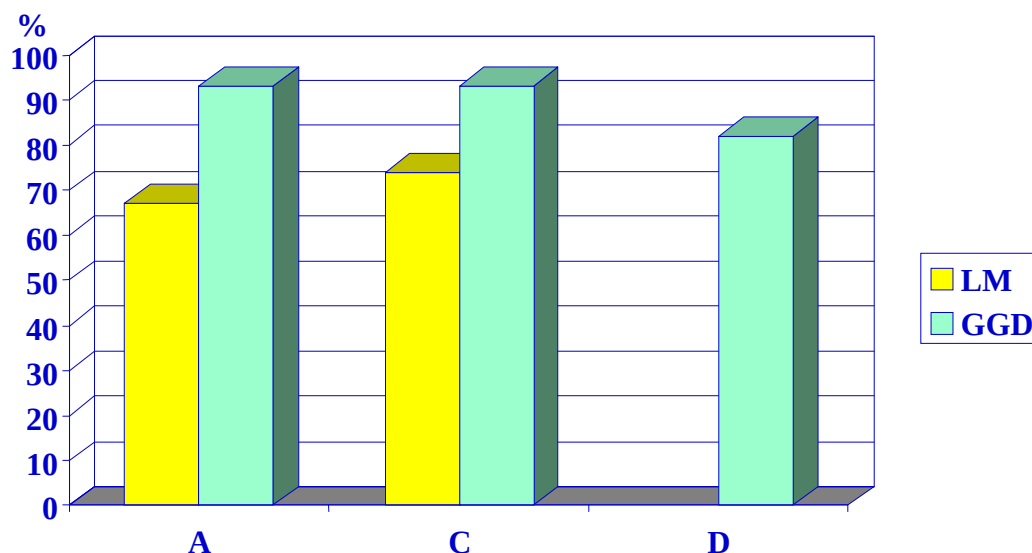


Figuur 1. De tevredenheid van bewoner over hun woning.

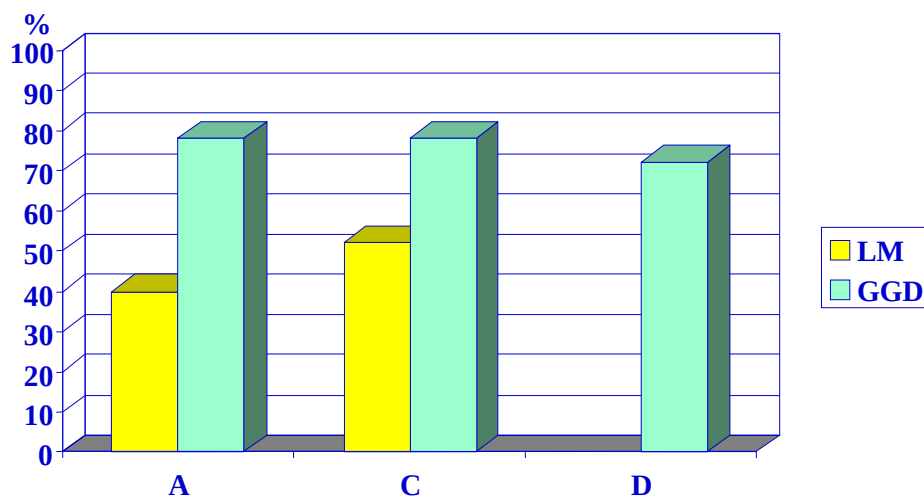
A betekent natuurlijke toevoer en afvoer
C betekent natuurlijke toevoer en mechanische afvoer
D betekent mechanische toevoer en afvoer (gebalanceerd)

3.4.6 Tevredenheid met het ventilatiesysteem

De tevredenheid over het ventilatiesysteem is te vinden in de figuren 2 en 3.



Figuur 2. Tevredenheid met de toevoer.

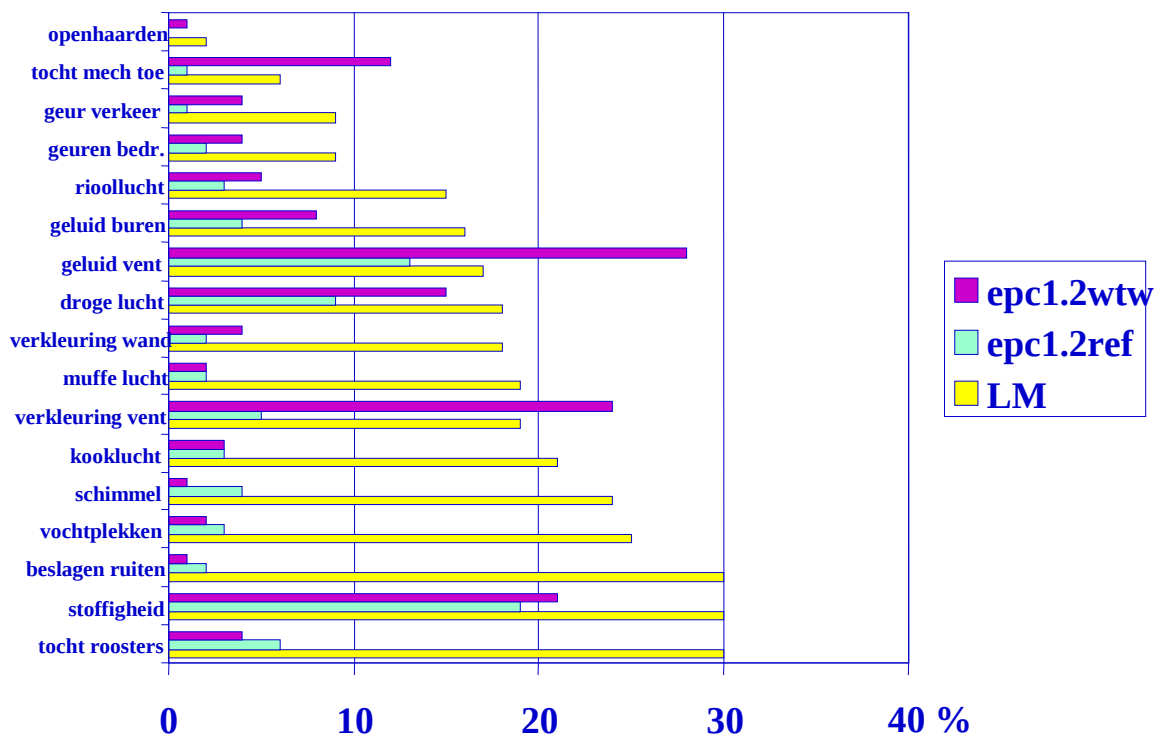


Figuur 3. Tevredenheid met de afvoer.

3.4.7 Klachten

Een opsomming van de belangrijkste is weergegeven in figuur 4, daarin wordt met name ook de verschillen in klachten tussen het bestaande woningbestand (landelijke steekproef en de GGD studie relatief nieuwe woningen duidelijk zichtbaar. Voor een verdere analyse wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

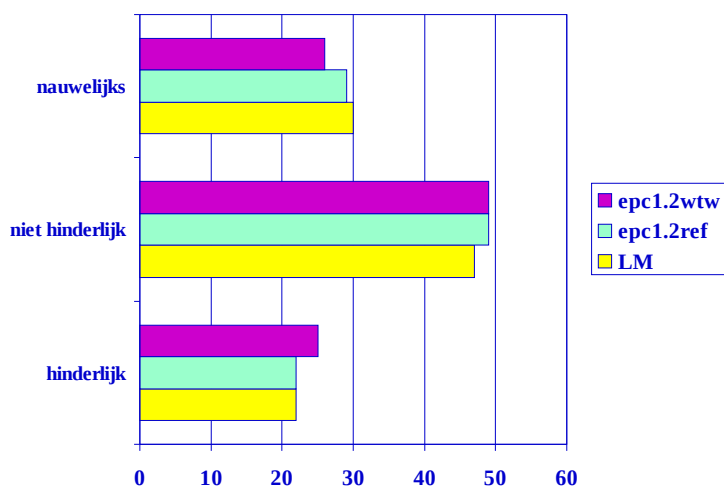
De GGD studie is eveneens in figuur 4 en 5 verwerkt waarbij de resultaten zijn gesplitst in de referentiegroep en de groep met gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning. In de figuren staat epc1.2wtw voor nieuwbouwwoningen met gebalanceerde ventilatie en warmteterugwinning en een epc kleiner dan 1.2 en epc1.2ref voor nieuwbouwwoningen met natuurlijke toevoer en natuurlijke of mechanische afvoer met een epc van kleiner dan 1.2. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in nieuwbouwwoningen natuurlijke toevoer met natuurlijke afvoer vrijwel niet voorkomen.



Figuur 4. Klachten op basis van [4,5] gesorteerd op belangrijkheid vanuit de enquête landelijke monitoring.

3.4.8 Klachten omtrent geluid van de mechanische ventilatie

De klachten over geluid van de mechanische ventilatie zijn apart in een figuur weergegeven omdat er een wezenlijke relatie lijkt tussen het gebruik of de stand van de ventilator en de hinder die wordt ondervonden.



Figuur 5. Klachten omtrent het geluid op basis van [4,5] van de mechanische ventilatie.

De klachten nauwelijks betekent nauwelijks hoorbaar. De categorie hinderlijk is eigenlijk een samenvoeging van de categorie hinderlijk en erg hinderlijk. Circa 5% van de respondenten scoorden in de categorie erg hinderlijk.

3.4.9 Verwarmingsysteem

Enige gegevens van het verwarmingsysteem die van belang zijn bij de analyse in hoofdstuk 6 zijn hieronder weergegeven:

- 10% heeft geen CV
- 73% heeft een thermostaat

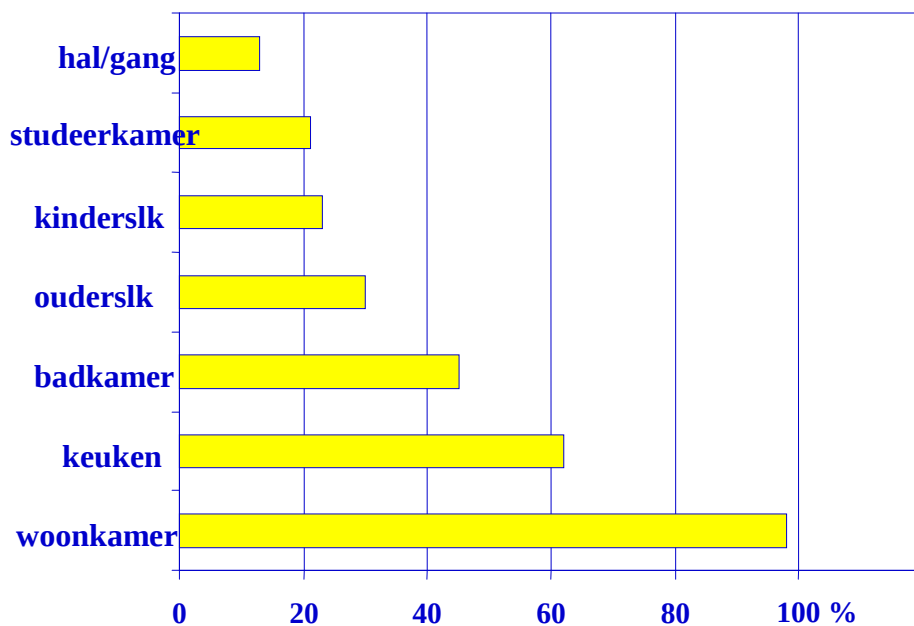
De instelling van de thermostaat indien aanwezig was volgens de respondenten gemiddeld over alle antwoorden:

19.4 °C overdag

15.2 °C 's nachts

3.4.10 Gebruik van de radiator in verschillende ruimten van het huis

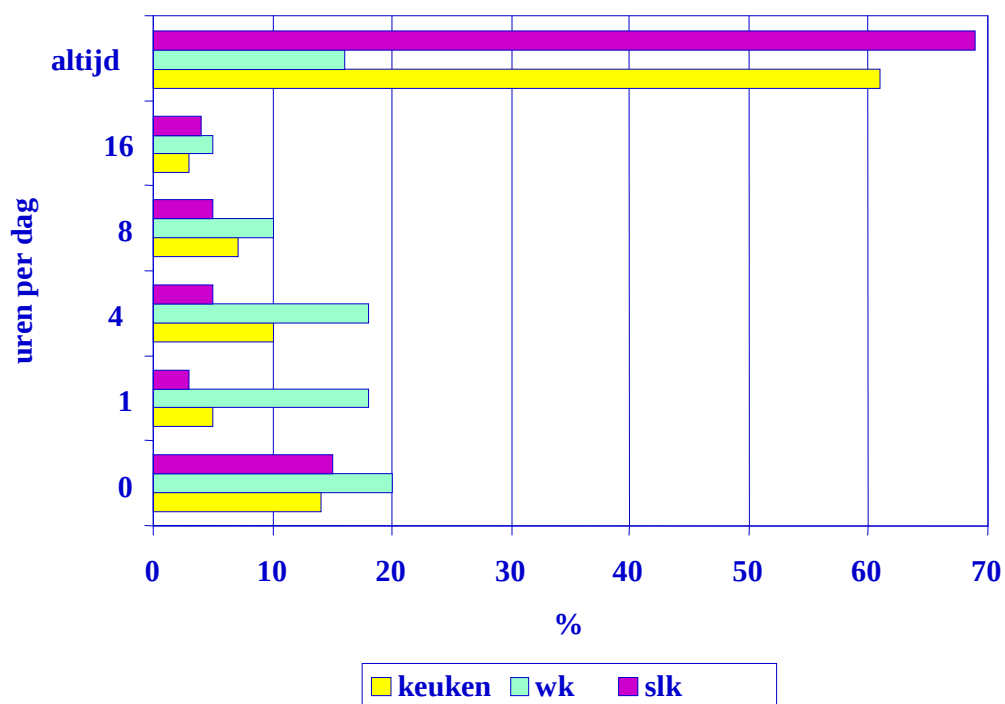
Het gebruik van de radiator in de verschillende ruimten van het huis is naar rangorde van gebruik weergegeven in figuur 6.



Figuur 6. Gebruik van de radiator in procenten van de tijd in de verschillende ruimten van de woning.

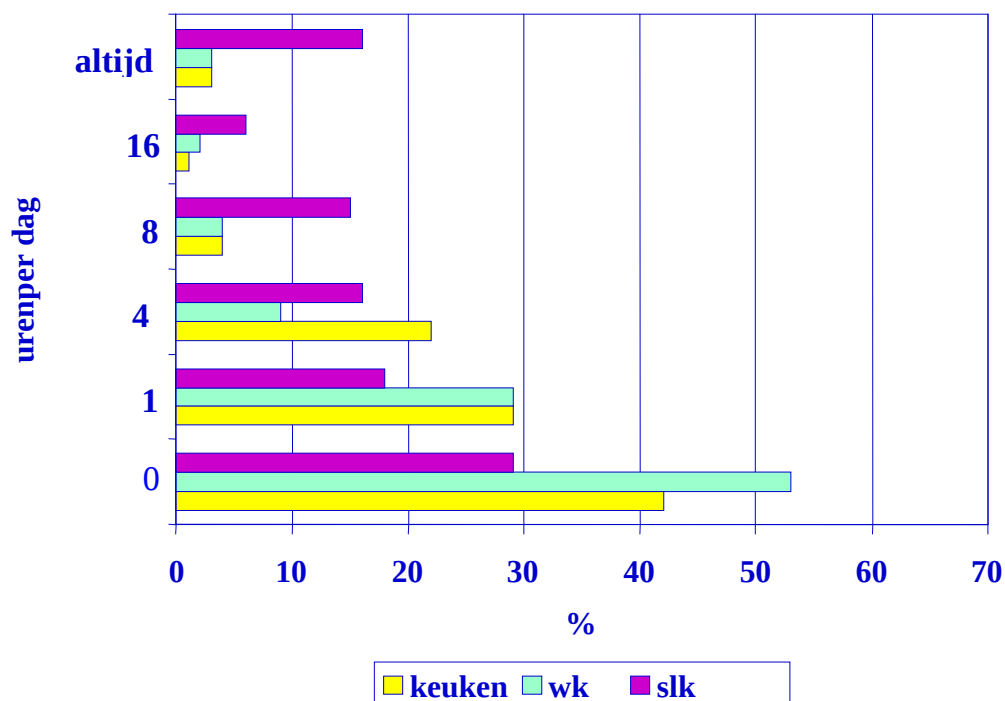
3.4.11 Gebruik van de ventilatievoorzieningen

Het gebruik van de ventilatievoorzieningen in de vorm van toevoerroosters is weergegeven in figuur 7.



Figuur 7. Het gebruik van toevoerroosters in keuken, woonkamer en slaapkamer.

Het gebruik van (draai) ramen is weergegeven in figuur 8.



Figuur 8. Het gebruik van (draai)ramen in keuken, woonkamer en slaapkamer.

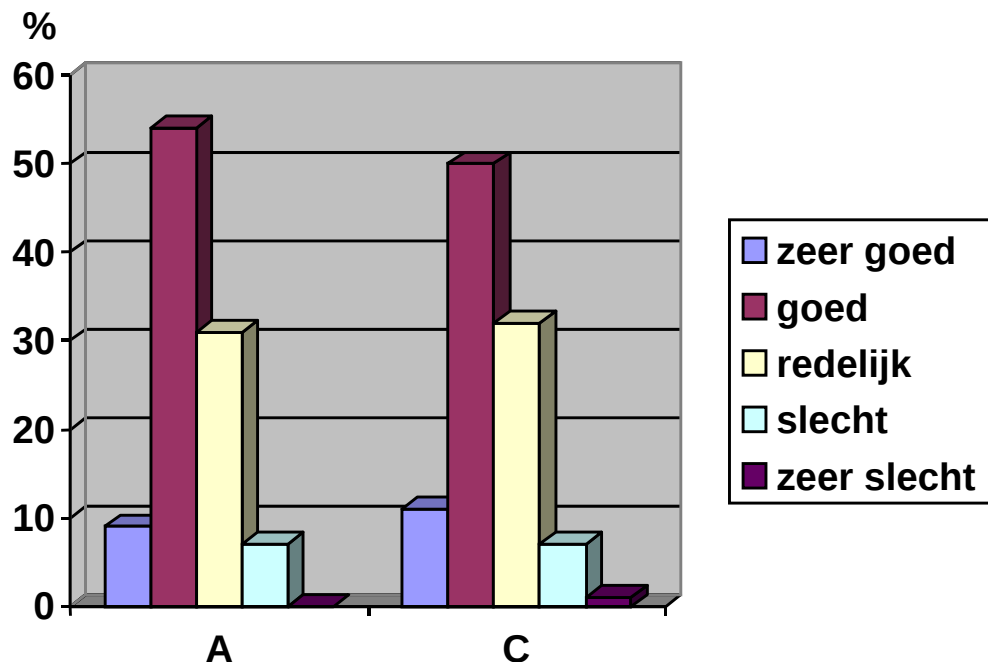
3.4.12 Gezondheid

Er blijken in de enquête van de landelijke monitoring geen verschillen in gezondheid tussen huishoudens met (C) en zonder mechanische afvoer(A). (zie figuur 9)

Ongeveer 12 % denkt dat hun gezondheidsklachten te maken hebben met de woning.

Huishoudens met mechanische afvoer blijken minder klachten (8 %)over gezondheid te hebben dan huishoudens met natuurlijke afvoer (15 %). Wellicht is de variatie in de tijd die bij natuurlijke afvoer optreedt hier de oorzaak van.

Bij 22 % van de huishoudens is er iemand waarbij CARA of luchtwegaandoening is vastgesteld door een arts.



Figuur 9. Gezondheidsscore door bewoners voor ventilatiesysteem A en C.

3.4.13 Ventilatie

Bijna 75% van de huishoudens ventileert wel eens minder dan zij zelf zouden willen.

De belangrijkste redenen hiervoor zijn:

- inbraakgevaar
- te koud
- tocht
- lawaai
- energie
- stank

4 Metingen in circa 80 woningen

4.1 Werkwijze

In 88 woningen verdeeld volgens de uitgangspunten van de landelijke steekproef zijn de volgende metingen uitgevoerd :

- Bepaling van de ventilatievouden als gemiddelde over twee tot drie maanden in woonkamer, keuken, slaapkamers en badkamer door middel van de passieve tracergasmethode (PFT). Dit onderdeel is door Cauberg Huygen uitgevoerd in samenwerking met Pentiaq uit Zweden. [13]
- Het meten van de gemiddelde temperatuur in woonkamer en een slaapkamer.
- Het meten van de debieten van de mechanische ventilatie (indien aanwezig).
- Het meten van de luchtdoorlatendheid conform NEN 2686.

De metingen zijn uitgevoerd door Cauberg Huygen en aan TNO Bouw aangeboden voor het uitvoeren van analyses.[13]

Uiteindelijk vanwege allerlei redenen zoals tijdelijke uitval meetapparatuur (storing), verhuizing meetfouten etc. 79 volledige meetsets beschikbaar.

De metingen zijn uitgevoerd in het stookseizoen 2001/2002.

Het stookseizoen is gekozen omdat dan het gebruik van de ventilatievoorzieningen het geringst zal zijn. Voor het beoordelen van het thermisch comfort wordt in moderne woningen meer en meer de oververhitting in de zomer van belang.

4.2 Gekozen projecten

De woningen hadden in 42 gevallen (53%) natuurlijke toevoer met mechanische afzuiging (C) en in 37 gevallen (47%) natuurlijke toevoer met natuurlijke afvoer.(A)

Voor de metingen uit de GGD studie leveren een aanvulling voor systeem D gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning.

4.3 Resultaten

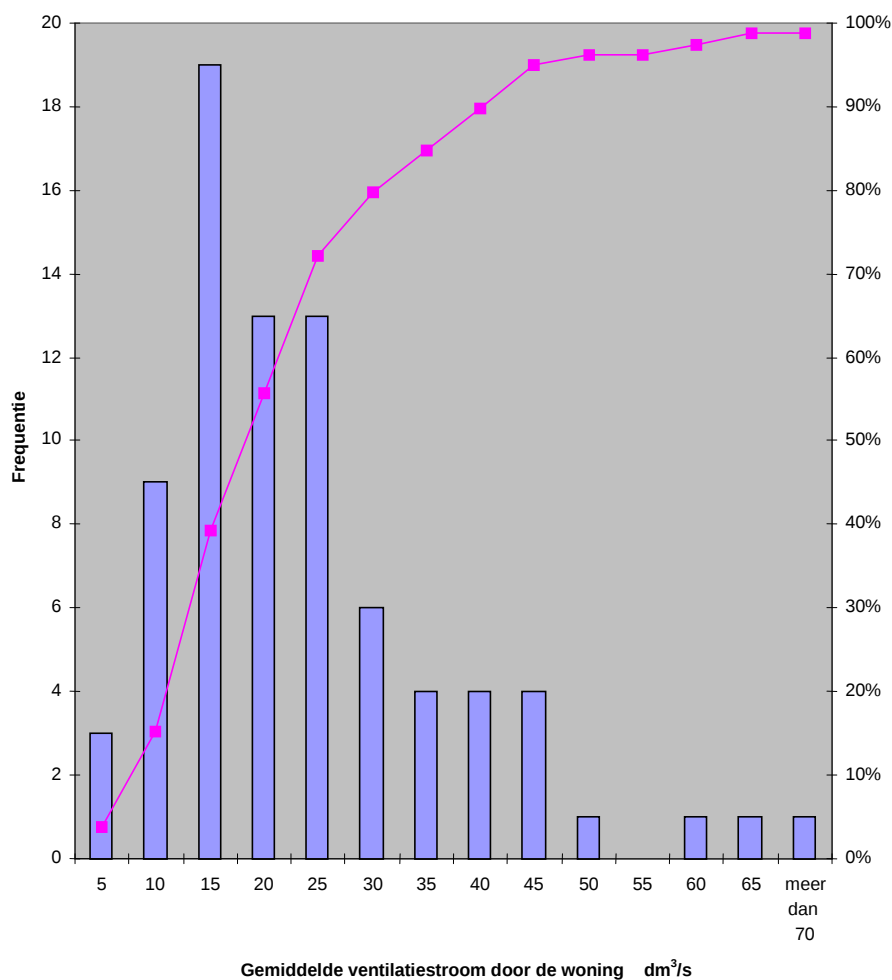
4.3.1 Algemeen

De belangrijkste metingen en resultaten zijn steeds samengevat in figuren. Meer gedetailleerde gegevens zijn te vinden in het afzonderlijke rapport. [13] De figuren zijn weergegeven als distributieve en cumulatieve verdelingen. Waarbij langs de x as steeds de ventilatie of luchtdoorlatendheid of temperatuur staat en langs de y as de frequentie van voorkomen. De kolommen geven de distributieve verdeling per klasse aan terwijl de curve de cumulatieve verdeling weergeeft.

4.3.2 ventilatie

4.3.2.1 passieve tracergas metingen

Het resultaat van de passieve tracergas metingen in de woningen is weergegeven in figuur 10.



Figuur 10. Cumulatieve en distributieve verdeling van de stookseizoen gemiddelde ventilatie van 79 woningen.

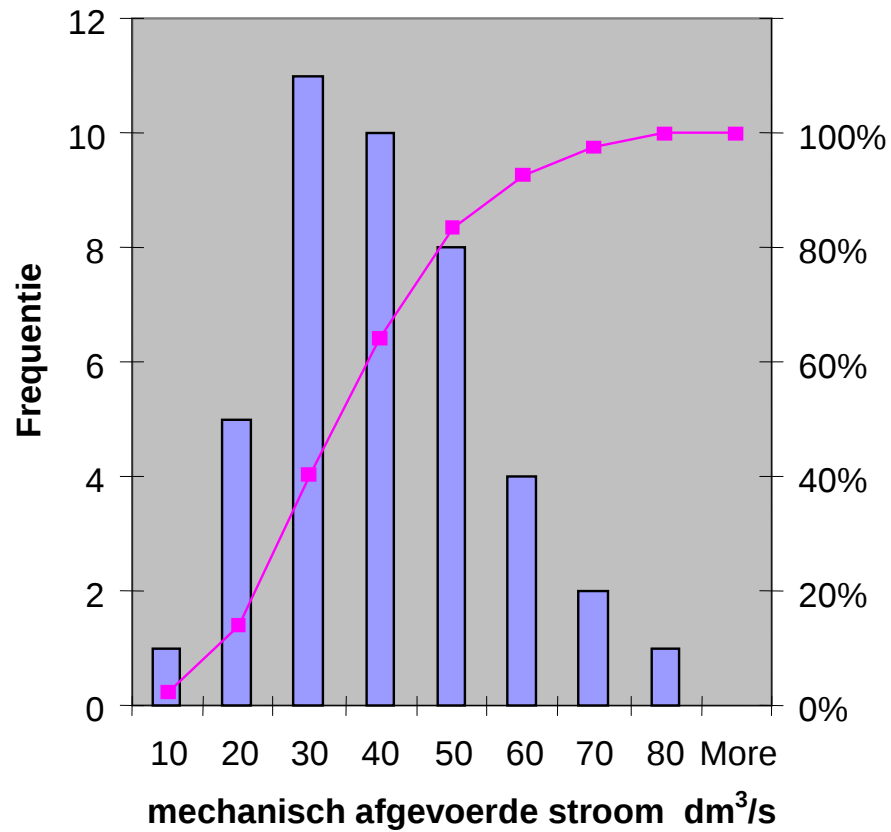
De rekenkundig gemiddelde waarde bedraagt $37,5 \text{ dm}^3/\text{s}$.

4.3.2.2 mechanische afvoer

De mechanische afvoer is gemeten in:

- keuken/opstelplaats van het kooktoestel
- badruimte
- toilet

De installatie is gemeten in de aangetroffen toestand, waarbij het systeem in de hoogste stand is geschakeld. Het totaal van de uit de woningen mechanisch afgevoerde stromen is weergegeven in figuur 11. Detailmetingen zijn te vinden in [13].



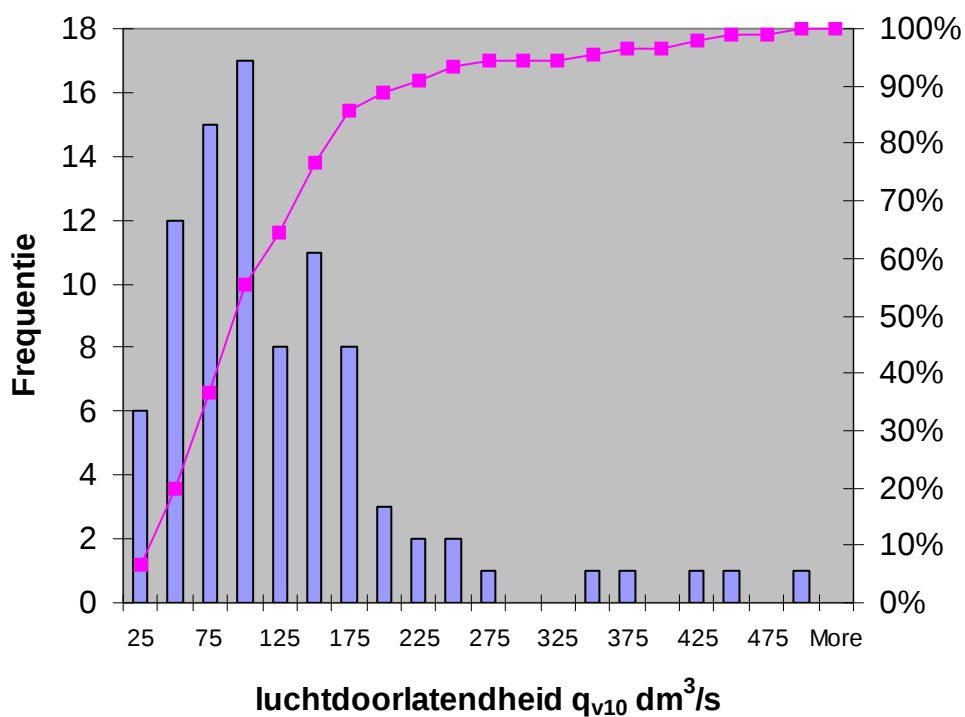
Figuur 11. De totaal uit de woningen mechanisch afgevoerde stroom gemeten in de hoogstand.

Het gemiddelde over alle woningen bedroeg 37,4 dm³/s.

4.3.3 luchtdoorlatendheid

De luchtdoorlatendheid is gemeten conform NEN 2686. In figuur 12 zijn de resultaten weergegeven.

Het rekenkundig gemiddelde bedroeg 113 dm³/s

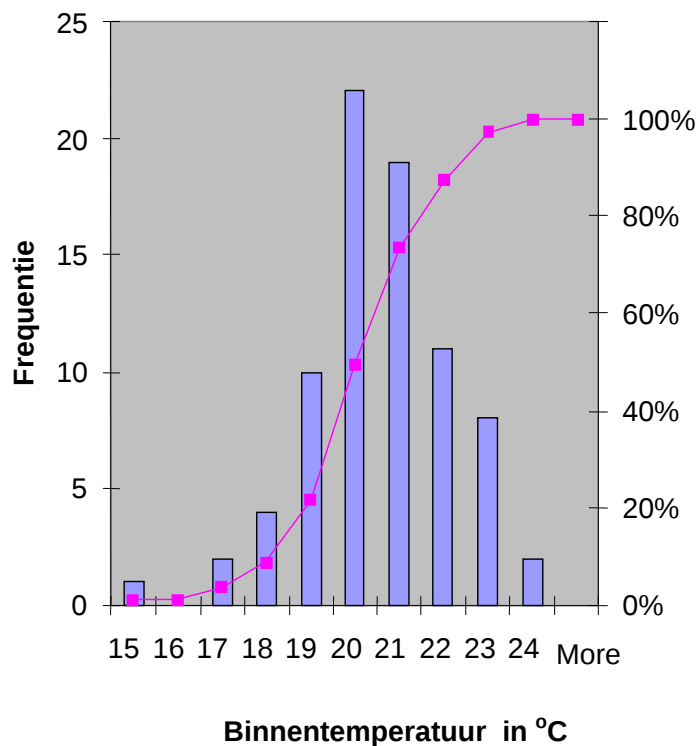


Figuur 12. De distributieve en cumulatieve verdeling van de luchtdoorlatendheid.

4.3.4 binnentemperaturen

De gemeten binnentemperatuur in de woningen is weergegeven in figuur 13
Het rekenkundig gemiddelde bedraagt 19.9 °C

Figuur 13. De distributieve en cumulatieve verdeling van de gemeten binnentemperaturen.



5 Detail Metingen

5.1 Werkwijze

Uiteindelijk zijn in 8 van de 79 woningen detailmetingen uitgevoerd ten aanzien van de volgende binnenmilieuparameters. De woningen zijn min of meer willekeurig uit de 79 woningen gekozen.

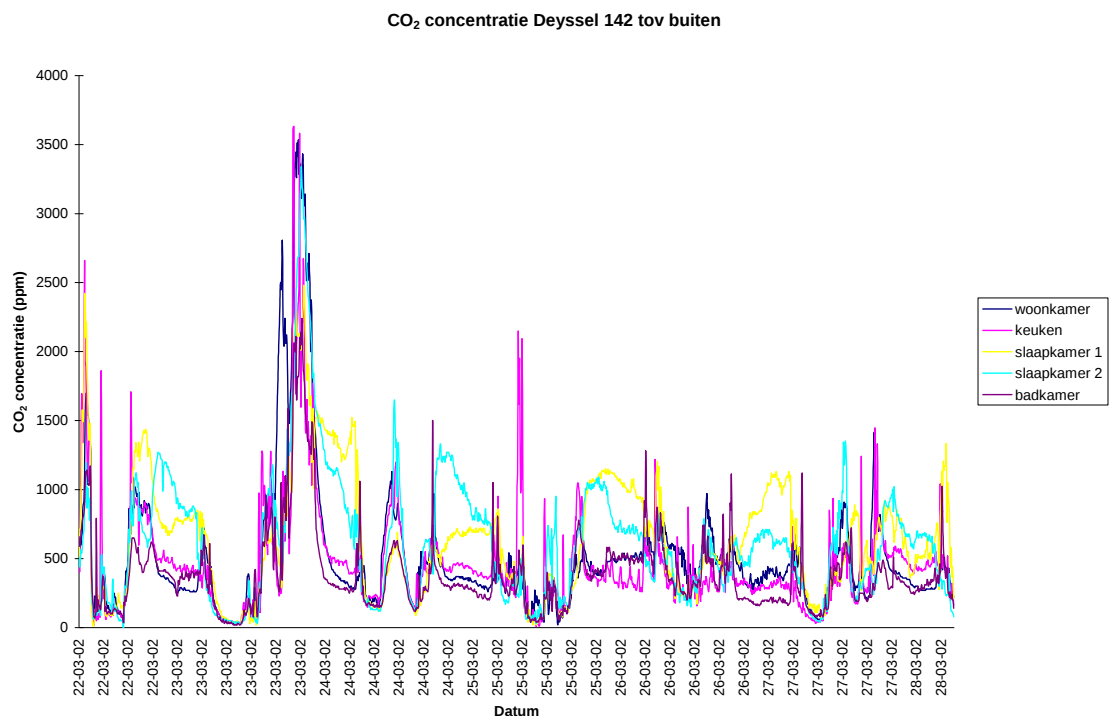
- Binnenluchtkwaliteit: door middel van B&K 1302/1303 gasmonitor/sampler-doser unit een continue meting van de concentraties:
 - CO₂
 - RV
 - temperatuur
 - continue registratie gedurende een week in verblijfsruimten plus buiten
- Daarnaast is in enkele gevallen NO₂ gemeten.
- Thermisch comfort: meting van luchtsnelheid, turbulentiegraad en luchttemperatuur op enkele relevante plaatsen in verblijfsruimte d.m.v. B&K 1213 comfortanalyser

5.2 Resultaten

De resultaten zijn in detail vastgelegd in rapport 2001.0478 van Cauberg Huygen. [13]

5.2.1 Ventilatie en luchtkwaliteit

In figuur 14 staat de CO₂ concentratie in de tijd uit.

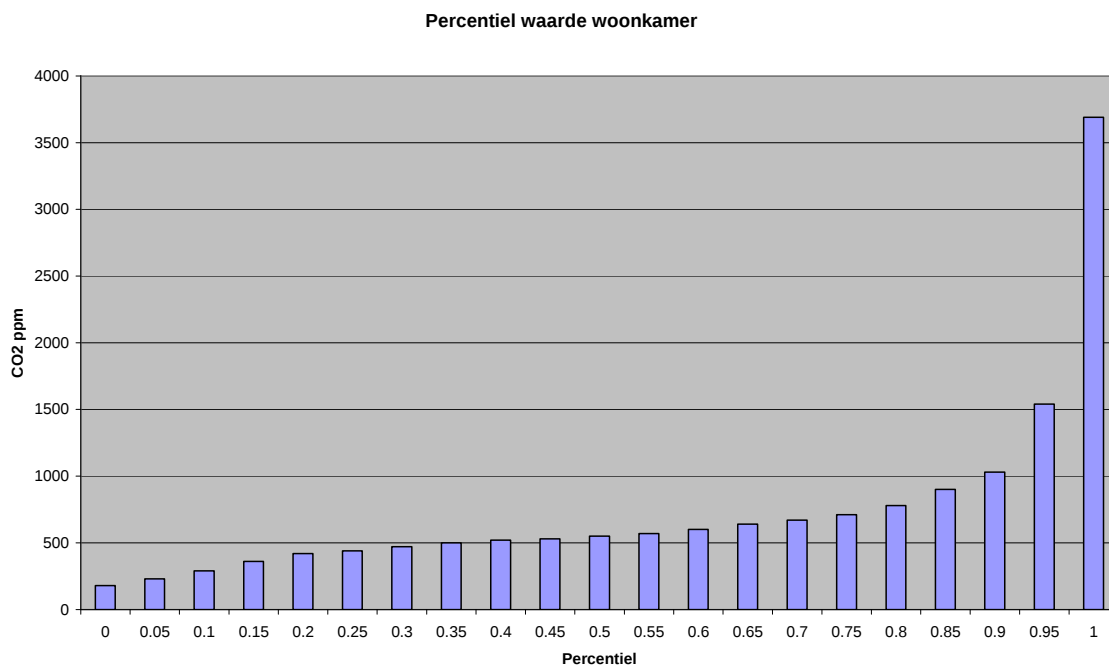


Figuur 14. CO₂ concentratie tegen de tijd voor de verschillende ruimten in een woning.

Duidelijk is de grote variatie in de tijd te zien. Hieruit blijkt ook dat moment opnamen op een willekeurig moment in een willekeurig huis onder willekeurige omstandigheden vrij weinig betekenis hebben.

De gegevens zijn ook uitgewerkt als percentielwaarde van CO₂ concentratie.

Figuur 15 geeft hiervan een voorbeeld.



Figuur 15. De percentielwaarde van de CO₂ concentratie in een woonkamer.

Uit bovenstaande figuur is bijvoorbeeld af te lezen dat gedurende maximaal 5% van de tijd de concentratie hoger is dan circa 1500 ppm.

In tabel 2 staan de belangrijkste resultaten per woning samengevat. De gegevens zijn uitgedrukt als 95 percentiel en de overschrijdingstijd van de concentratie boven 1200 ppm.

Tabel 2 Resultaten van de CO₂ metingen uitgedrukt in het 95 percentiel en de overschrijdingstijd in % van 1200 ppm

woning	Meet Datum	meetduur dagen	CO ₂ concentratie in ppm 95 percentiel en overschrijdingstijd in %				
			Woon- kamer	keuken	Slk1	Slk2/ zolder	Bad- kamer
Deyssel 142	maart	7	1540	1330	1590	1440	1030
			6.1	6.2	17.7	13.8	3.7
Gest 32	dec.	8	900	1020	1030	870	1110
			0	0.3	0	0	0
Hill 1055	dec.	7	1840	930	1434	800	1330
			16.9	1.1	8.6	0	0.8
Mark 91	april/ mei	7	1280	1410	680	520	250
			5.9	10.3	0	0	0
Mult 44	maart	8	810	670	450	450	450
			1.9	1.8	0	0	0

Scheep 36	april	9	820	660	670	-	470
			0.3	0.1	0	-	0
Wilhelm 32	jan	8	1230	1200	990	-	1140
			0.4	0	0	-	0

5.2.2 Binnenklimaat

Een voorbeeld van de binnenklimaat metingen gedurende een dag is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Resultaat van een klimaatmeting in een woning

Woning		V	T	RV
		[m/s]	[°C]	[%]
Hillekensacker 10-55				
flat woning mechanische ventilatie	woonkamer	0.04	21	42
	keuken	0.05	21	42
	slaapkamer	0.02	18	43
Gestelseweg 32				
flat woning natuurlijke ventilatie	woonkamer	0.03	22	44
	keuken	0.02	19	53
	slaapkamer	0.05	22	45
Akeleiveld 23				
eengezins woning natuurlijke ventilatie	woonkamer	0.04	19	52
	keuken	0.05	19	49
	slaapkamer 1	0.03	18	44
	slaapkamer 2	0.06	16	18
	slaapkamer 3	0.05	17	43
Multatuliweg 44				
eengezins woning natuurlijke ventilatie	wk 1	0.04	21.4	24
	wk 2	0.04	21.2	25
	slk	0.04	14.7	38
L v Deysselhof 142				
eengezins woning natuurlijke ventilatie	woonkamer	0.02	18.1	26
	slaapkamer	0.02	18.2	30

gemeten gedurende 1 dag

Het resultaat van de comfort metingen geeft geen aanleiding om te veronderstellen dat het comfort in deze woningen werkelijk tot gezondheidsproblemen dan wel comfort klachten aanleiding zullen zijn. De enige opmerking die te maken is luidt dat de vochtigheid in sommige slaapvertrekken soms aan de lage kant is.

6 Analyses

6.1 Werkwijze

Er bestaan een aantal veronderstellingen die waard zijn te worden geanalyseerd met de gegevens van deze studie Landelijke Monitoring.

Een eerste belangrijke veronderstelling luidt dat het beter luchtdicht maken van woningen leidt tot een slechter binnenmilieu.

Een tweede veronderstelling is dat de eisen op het gebied van ventilatie zwaarder zouden moeten worden teneinde de problemen met betrekking tot luchtkwaliteit in woningen te verbeteren.

Daar waar mogelijk wordt in de analyse met name op de twee bovengenoemde veronderstellingen ingegaan.

Het eerste deel van de analyse is echter een samenvatting van het GGD onderzoek.[7] Het betreft in dit GGD onderzoek woningen met een $epc < 1.2$. Dit zijn dus relatief nieuwe woningen.

6.2 De GGD studie (enquête)

6.2.1 *Tevredenheid*

De tevredenheid met de woning als zodanig hangt vooral samen met de hinderlijkheid van de geluidsproductie van het ventilatiesysteem. Men is veelal in dezelfde mate tevreden over de woning als over het ventilatiesysteem.

Mensen zonder geluidshinder, zonder binnenmilieuproblemen, zonder vochtproblemen en bovendien met voldoende informatie over het ventilatiesysteem zijn zoals te verwachten meer tevreden met hun woning.

De tevredenheid van de woning hangt wel samen met de ervaren kwaliteit van het binnenmilieu.

6.2.2 *Gezondheid*

Er zijn drie niveaus om gezondheid effecten te bepalen gebruikt, namelijk:

- algemene gezondheidsbeleving en klachten
- gezondheidsklachten toegeschreven aan de woning
- door een dokter vastgestelde diagnose van astma of CARA

De belangrijkste relatie die wordt gevonden is dat indien er wordt gerookt in de woning er vaker sprake is van CARA. Ook in woningen waar de badkamerdeur veelal open is, is vaker sprake van gezondheidsklachten.

Bewoners die aangeven meer klachten te hebben over droge lucht, stoffigheid, verkleuringen rond ventilatie openingen en tocht van ramen of roosters blijken meer gezondheidsgerelateerde klachten te hebben.

Ontevredenheid met de woning als zodanig gaat vaak samen met gezondheidsklachten. De gezondheidsklachten hangen dus samen met de ervaren binnenmilieu problemen zoals vochtproblemen, een te warme woning en hinder door temperatuurverschillen.

6.2.2.1 Woningen

Gemiddeld zijn de woningen met gebalanceerde ventilatie eind 1997 opgeleverd. Dit is een half jaar eerder dan de woningen met natuurlijk toevoer en mechanische afvoer.

De woningen met gebalanceerde ventilatie hebben 3,76 kamers tegen 3,89 in de woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer. In de woningen met gebalanceerde ventilatie wonen gemiddeld 8% minder mensen. Verder komt gebalanceerde ventilatie meer voor bij het woningtype flat en is het aandeel huurwoningen groter, terwijl er bovendien vaker sprake van een open keuken.

6.2.2.2 Bewonersprofiel

De gemiddelde leeftijd van bewoners met gebalanceerde ventilatie is 48,8 jaar tegen 41,7 jaar voor de woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer. Het opleidingsniveau van de groep met gebalanceerde ventilatie is gemiddeld lager dan die bij woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.

Ook zijn de bewoners van woningen met gebalanceerde ventilatie minder dagen per week thuis.

Op basis van voorgaande kenmerken is het aannemelijk dat de woningen met gebalanceerde ventilatie minder intensief bewoond worden.

6.2.2.3 Ventilatie

Bij woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer is het ventilatiesysteem vaker uitgeschakeld. Dit geldt voor zowel overdag als voor 's nachts.

Bij de woningen met gebalanceerde ventilatie zijn de ramen vaker dicht dan bij woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer. Blijkbaar is er meer passiviteit in het ventilatiegedrag bij gebalanceerde ventilatie. Ook bij aanvang van bepaalde activiteiten, zoals slapen, koken, dweilen, etc., is er duidelijk sprake van minder aanpassingen aan de ventilatievoorzieningen in woningen met gebalanceerde ventilatie. Bij gebalanceerde ventilatie is de badkamer sneller droog.

In woningen met gebalanceerde ventilatie wordt vaker minder dan gewenst geventileerd dan in woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer. De oorzaken hiervoor zijn niet duidelijk.

De bewoners vinden de voorlichting over de bediening van de gebalanceerde ventilatie minder duidelijk. Ze weten wel beter naar wie ze moeten bellen in geval van een storing.

Gebalanceerde ventilatie heeft een positief effect op de thermische behaaglijkheid als het gaat om temperatuurverschillen tussen voeten en hoofd.

De bewoners in woningen met natuurlijke toevoer brengen vaker gezondheidsklachten in verband met de woning dan bewoners met gebalanceerde ventilatie. Onduidelijk is wat de reden hiervoor is.

Gebalanceerde ventilatie blijkt volgens de antwoorden van de enquête wel meer klachten op te leveren over:

- tocht uit mechanische toevoer
- droge lucht
- stoffigheid en verkleuring rond ventilatieopeningen

6.3 Landelijke monitoring

6.3.1 Enquête

6.3.1.1 Algemeen

De gemiddelde woning bezetting in bedroeg in het jaar 2000 in Nederland volgens CBS 2.28. De gemiddelde woning bezetting in de woningen van de respondenten bedraagt 2.24.

Opmerking:

In de circa 80 woningen waarin metingen zijn uitgevoerd, bedroeg de gemiddelde woningbezetting 1.97

Volgens gegevens van CBS bedroeg de bevolking in het jaar 2000 15,8 miljoen mensen, waarvan 1,4 miljoen allochtonen (8.8%). In de steekproef is het percentage allochtonen (20%) dus een duidelijke oververtegenwoordiging. Wat deze over vertegenwoordiging betekent voor de uitkomsten van dit onderzoek is niet duidelijk.

6.3.1.2 Gezondheid

Huishoudens met mechanische afvoer blijken minder klachten (8 %) over gezondheid te hebben dan huishoudens met natuurlijke afvoer (15 %). Wellicht is de variatie in de tijd die bij natuurlijke afvoer optreedt hier de oorzaak van.

Ongeveer 60 % van de huishoudens geeft aan in (erg) goede gezondheid te verkeren, terwijl vervolgens ruim 30% zegt in redelijke gezondheid te verkeren. Minder dan 8% zegt in een slechte tot zeer slechte gezondheid te verkeren. De vraag is nu wijten de bewoners die niet in een goede gezondheid blijken te verkeren dit naar hun eigen oordeel aan de woning? Vastgesteld is in elk geval dat bij 22 % van de huishoudens is er iemand waarbij CARA of luchtwegaandoening is vastgesteld door een arts. Ook deze vaststelling behoeft nog niet perse te betekenen dat dit aan de woning ligt.

6.3.1.3 Ventilatie

Ruwweg is circa 80% van de bewoners tevreden over hun ventilatie. Men is meer tevreden over de toevoer dan over de afvoer waarbij de belangrijkste klachten die worden genoemd zijn:

- tocht
- stoffigheid
- beslagen ruiten

De laatste drie blijken de belangrijkste klachten met betrekking tot het binnenmilieu.

Vergelijkt men de studie landelijke monitoring met de GGD studie dan blijkt men bij de nieuwere woningen meer tevreden over zowel de woning als het ventilatiesysteem. Kennelijk is de kwaliteit van zowel de woning als het ventilatiesysteem duidelijk verbeterd.

6.3.1.4 Gebruik van ventilatievoorzieningen

Het gebruik van toevoerroosters in de gevel is vooral in keukens en slaapkamers veelvuldig en langdurig. Respectievelijk 60 en 70 % van de populatie heeft de roosters daar vrijwel continu open, in elk geval langer dan 18 uur per dag. Het gebruik van draairamen geeft een

geheel ander beeld. In de woonkamer worden die vooral kort gebruikt en in de slaapkamer opnieuw vrij langdurig. Circa 45 % van de populatie zegt langer dan 4 uur per dag de draairamen in de slaapkamer te openen. Voor hygiënische omstandigheden is 20 – 30 minuten per dag per slaapkamer meer dan voldoende. Ook hier is dus met een betere voorlichting energie besparing in woningen een mogelijkheid. Het over-ventileren van slaapkamers overdag leidt natuurlijk niet tot een goede luchtkwaliteit 's nachts in de slaapkamer. Het heeft echter wel een positief effect op de luchtkwaliteit in de woonkamer overdag omdat een belangrijk deel van de afvoer via keuken en toilet gaat die vrijwel altijd op de begane grond zijn gelegen. De resultaten van de enquête bevestigen het reeds bestaande beeld dat een belangrijk deel te weinig en een ongeveer even belangrijk deel de voorzieningen te veel gebruikt. Voor beide groepen zal vraaggestuurde ventilatie en bijvoorbeeld zelfregelende toevoer roosters een aanzienlijke verbetering kunnen betekenen.

6.3.1.5 Klachten over het binnenmilieu

De meest opvallende zaken bij analyse van figuur 4 zijn samen te vatten in de volgende opmerkingen.

- In nieuwere woningen is een ander klachten patroon dan in het referentie bestand van de Landelijke Monitoring
- In nieuwe woningen zijn er met name meer klachten met betrekking tot :
 - o verkleuring ten gevolge van het ventilatiesysteem
 - o droge lucht
 - o geluid van het ventilatiesysteem
 - o tocht door mechanische toevoer
- In nieuwe woningen zijn name minder klachten met betrekking tot :
 - o tocht uit roosters
 - o stoffigheid
 - o beslagen ruiten
 - o schimmel
 - o kooklucht
 - o muffe lucht
 - o geluid van de burens
 - o rioollucht
 - o geuren
 - o open haarden

Een mogelijke verklaring voor de toename van de klachten kan worden gevonden in het feit dat bijvoorbeeld gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning inderdaad symptomen kan hebben die behoren bij de genoemde klachten. Vervuiling van de toevoer in de woonkamer is voor iedereen snel zichtbaar. Het geïnduceerde stof slaat neer op en om de toevoer. De gemiddeld hogere ventilatie zal leiden tot een droger klimaat. Mechanische toevoer in de woonkamer veroorzaakt natuurlijk ook sneller tochtklachten vooral bij verkeerde uitvoering dan wel verkeerd gebruik.

Een mogelijke verklaring voor de verbetering kan worden gevonden in de betere bouw- en installatiekwaliteit gedurende de laatste jaren. Het lijkt erop dat door het Bouwbesluit het kwaliteitsbesef, maar ook de kwaliteit van uitvoering aanzienlijk is toegenomen.

De toename van het geluid door het ventilatiesysteem is zorgwekkend. Hieraan zou de installatiewereld zeker extra aandacht moeten besteden.

6.3.2 Ventilatiemetingen

6.3.2.1 Mechanisch afgevoerde stromen

De mechanisch afgevoerde stromen blijken in vrij veel woningen de minimale waarde van het Bouwbesluit niet te bereiken. Beschouwt men de woning als totaal dan is tenminste 50 % van de woningen beneden de minimale Bouwbesluit waarde van 42 dm³/s. De gemiddeld afgevoerde stroom is echter 37,4 dm³/s. Terwijl in circa 10 % van de woningen niet meer dan circa 20 dm³/s mechanisch kan worden afgevoerd. Dit duidt op ernstige tekortkomingen van de installatie zelf, maar naar alle waarschijnlijkheid op een gebrek aan onderhoud. Daartegenover staat dat eveneens in circa 10 % de mechanisch afgevoerde stroom hoger ligt dan circa 60 dm³/s. Bij niet goede instelling van de regelmogelijkheden kan dit leiden tot onnodig energiegebruik. Dit speelt met name bij collectieve afvoersystemen in de hoogbouw. Hier ontbreekt vrijwel zonder uitzondering regeling van de mechanische afvoer. *Tracergasmetingen*

6.3.2.2.1 Correcties vanwege variaties in de tijd

Een eigenschap van passieve tracergas metingen is dat eigenlijk de gemiddelde concentratie wordt bepaald. Hieruit wordt dan de gemiddelde ventilatie afgeleid. Deze techniek wordt ook wel de PFT methode genoemd. PFT staat daarin voor perfluorcarbon tracergas. De gemiddelde concentratie is bij variatie van de ventilatie in de tijd echter niet gelijk aan de gemiddelde ventilatie. Uit een studie die LBP en TNO in het verleden hebben uitgevoerd [13] blijkt welke orde van grootte de correcties zijn die moeten worden toegepast om de juiste ventilatie in te schatten.

Nu wordt de PFT techniek vaak gebruikt om de kwaliteit van de binnenlucht te beoordelen. Bij de binnenluchtkwaliteit gaat het vanzelfsprekend ook over concentraties aan verontreinigingen in het binnenmilieu. Gesteld kan daarom worden dat PFT voor de beoordeling van de binnenluchtkwaliteit een goede maat is, doch als men geïnteresseerd is in energetische aspecten dat dan met name correcties noodzakelijk zijn.

Men kan dit verschijnsel gemakkelijk begrijpen aan de hand van een eenvoudig voorbeeld.

Stel de ventilatie is de helft van de tijd 2 en de andere helft van de tijd 4.

De gemiddelde concentratie bedraagt dan de som van de inversie van de ventilatie.

Dus $(\frac{1}{2} + \frac{1}{4})/2 = (4/8 + 2/8)/2 = (6/8)/2$ of $3/8$.

Als men de gemiddelde ventilatie beschouwd is dit $(2 + 4)/2 = 3$. Waarbij de gemiddeld daaruit afgeleide concentratie dus $1/3$ of $3/9$ bedraagt. Dit laatste getal $3/9$ is dus niet gelijk aan $3/8$.

De conclusie van dit verschijnsel is dus dat de PFT methode als het om ventilatiestromen gaat in principe een systematische onderschatting van de ventilatie geeft.

De werkelijk noodzakelijke correcties hangen natuurlijk af van de werkelijk optredende ventilatie. Uit het onderzoek van LPB en TNO [13] blijkt dat dit voor een woning in het stookseizoen ligt in de orde van grootte van 15 – 20 %.

Voor energetische consequenties moet dus de volumestroom gemeten met de PFT methode tenminste met 15 % tot 20 % worden verhoogd.

6.3.2.2.2 De PFT resultaten versus energetische aspecten

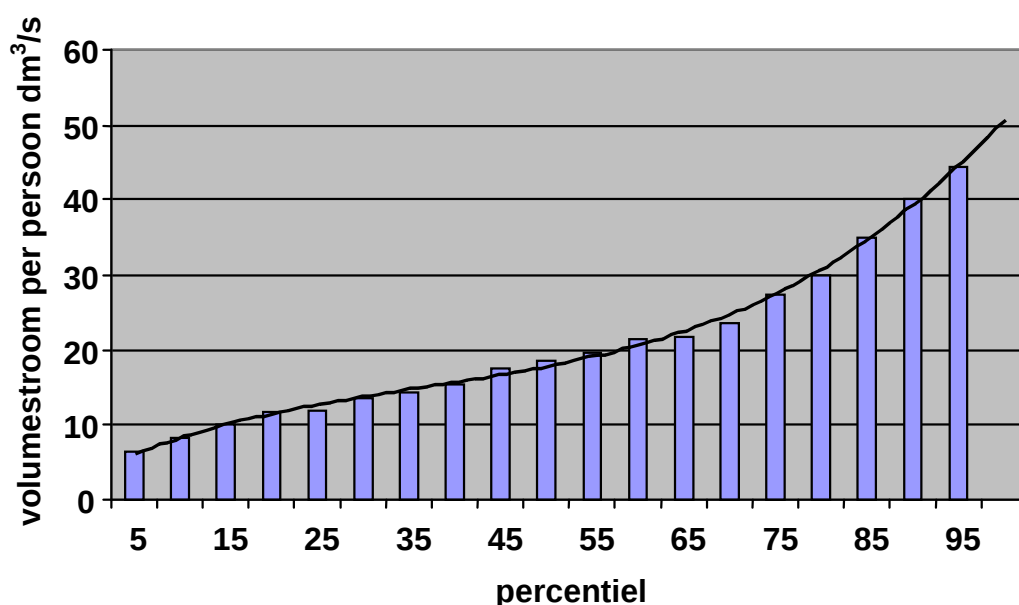
Uit de resultaten van de tracergas metingen blijkt dat het rekenkundig gemiddelde op 37,5 dm³/s ligt bij een gemiddelde luchtdoorlatendheid uitgedrukt q_{v10} van 113 dm³/s. Een gemiddelde stroom van 37,5 dm³/s gemeten met de PFT methode betekent dus als men het energiegebruik wil afleiden $37,5 \cdot 1,2 = 45$ dm³/s.

Deze waarde sluit goed aan bij wat volgens NEN 5128 voor deze woningen als ventilatie wordt berekend.

$$q_v = 0,47 A_g + 0,13 q_{v10}$$

Voor een A_g van 70 m² (het gemiddelde is van de 79 woningen) en een q_{v10} van 113 dm³/s komt dit dus neer op 47,6 dm³/s.

In figuur 16 is de percentiel waarde van de gemiddelde volume stroom per persoon voor 165 personen uitgezet. Uit deze figuur blijkt dat de gemiddelde volume stroom per persoon in 90 % van de gevallen hoger is dan het uitgangspunt van 7 dm³/s in de regelgeving.



Figuur 16. De percentiel waarde van de gemiddelde stroom per persoon.

Dit betekent dat afstemming op de vraag via vraagsturing een potentieel aan besparing op energie levert.

Als men ervan uitgaat dat door vraaggestuurd ventileren de helft van alle overtollige ventilatie zou kunnen terugdringen dan betekent dit voor Nederland een energiebesparing van ongeveer $7 \cdot 10^{15}$ J of uitgedrukt in m³ aardgas bij een effectief ketelrendement van 85%, ruim 300 miljoen m³ aardgas.

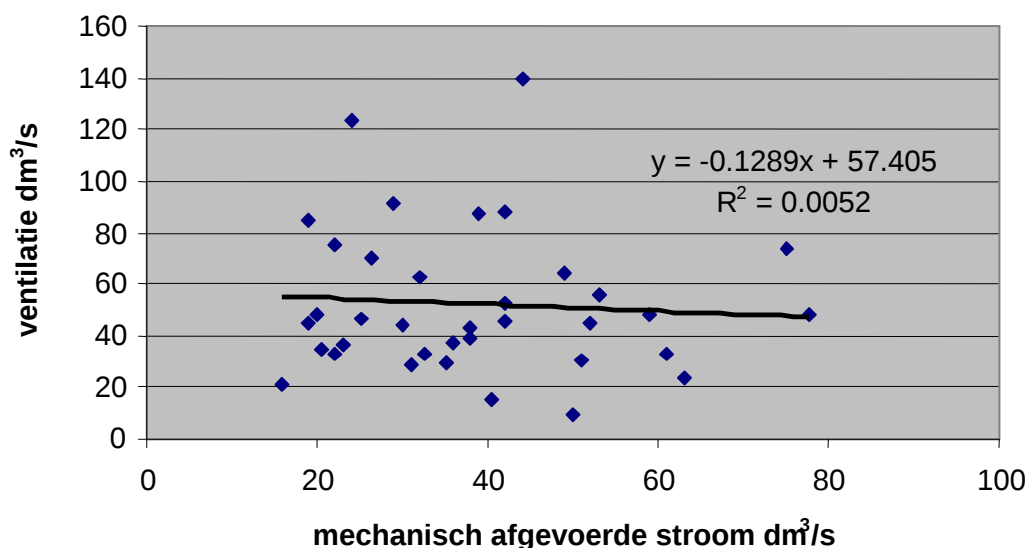
6.3.2.2.3 De PFT metingen versus binnenluchtkwaliteit

Uit figuur 16 kan ook worden afgeleid dat de gemiddelde stroom per persoon in 5% van de gevallen ligt tussen 0 en 5 dm³/s. Bij een nauwkeuriger beschouwing van de staart van de

verdeling blijkt dat 5 personen een gemiddelde stroom per persoon hebben van $2,8 \text{ dm}^3/\text{s}$ en 1 persoon een gemiddelde stroom per persoon $5,0 \text{ dm}^3/\text{s}$. De rest dus ruim 96% van de mensen heeft een gemiddelde stroom over het stookseizoen die hoger is dan $5 \text{ dm}^3/\text{s}$. Ongeveer 90% heeft een gemiddelde stroom over het stookseizoen die hoger is dan $7 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Men dient hier te bedenken dat het een gemiddelde stroom over het stookseizoen betreft. Zowel in tijd als naar plaats kan de ventilatie per persoon sterk variëren. Als de stroom door de slaapkamer gemiddeld hoog is maar men verblijft daar niet dan leidt dat tot een overschatting van de stroom per persoon. In extreme gevallen kan deze overschatting wel een factor 2 bedragen.

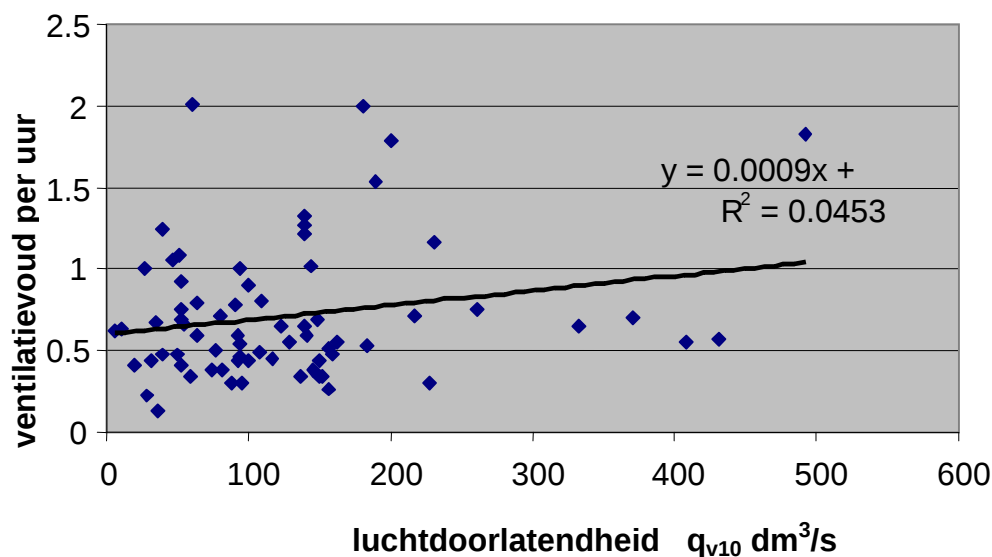
Er is gezocht naar relaties tussen de via PFT gemeten ventilatie en de mechanisch afgevoerde stroom uit de woning. De relatie is weergegeven in figuur 17.



Figuur 17. De relatie tussen de gemeten ventilatie van de woning en de gemeten mechanische afvoer.

Zoals uit de figuur blijkt is die relatie op basis van dit onderzoek niet aantoonbaar. Het is dus zeer de vraag of het verhogen van de eisen met betrekking tot de afgevoerde stromen uit keuken, badruimte of toilet effect zal hebben op de werkelijk optredende ventilatie.

Ook de relatie tussen de via PFT bepaalde ventilatie en de luchtdoorlatendheid van de woning is onderzocht. De resultaten zijn weergegeven in figuur 18.



Figuur 18. De relatie tussen de gemeten ventilatie van de woning en de gemeten luchtdoorlatendheid

Ook deze relatie blijkt op basis van dit onderzoek vrijwel niet aantoonbaar. Hoe dichter de woning des te minder ventilatie gaat dus in de praktijk op basis van deze resultaten niet op.

De enige verklaring voor het ontbreken van de relaties is gelegen in het feit dat het bewonersgedrag met name het gebruik van de ventilatievoorzieningen bepalend moet zijn voor de optredende ventilatie. Deze bevinding wordt in sterke mate ondersteund door de resultaten van een IEA Annex 27 studie waarin in drie groepen van elk 10 identieke woningen met de ventilatiesystemen A, C en D een vergelijking is gemaakt tussen de optredende ventilatie en de luchtkwaliteit. De conclusie van dat onderzoek was dat het onderzochte bewonersgedrag de enige verklaring kon vormen voor de relatie binnenluchtkwaliteit en ventilatie. [11]

De studie “Zuinig warm en schoon” van de GGD Groningen [16] waarin in 18 woningen gedurende 1 week met PFT werd gemeten geeft eenzelfde soort beeld wat betreft de verdeling aan optredende ventilatie. Het onderzoek richtte zich op een vergelijking tussen gebalanceerde ventilatie en een referentiegroep van de systemen met natuurlijke toevoer en natuurlijke dan wel mechanische afvoer.

Het enige duidelijke verschil met de studie Landelijke Monitoring bestaat in de volgende conclusie:

De verschillen in kwaliteit van het binnenmilieu hangen in het GGD onderzoek “Zuinig, warm en schoon” meer samen met het type woning en het daarbij behorende type bewoner (b.v. senioren) dan met het individuele bewonersgedrag. Nader onderzoek op dit punt in de studie Landelijke Monitoring lijkt gewenst.

6.3.3 Luchtdoorlatendheid

Verschillen met de nationale database die door TNO Bouw wordt bijgehouden en waarin vrijwel alle metingen die in Nederland op het gebied van luchtdichtheid van woningen worden uitgevoerd zijn verwerkt. De database omvat circa 700 woningen.

Het gemiddelde van het Nederlandse woningbestand [15] zou op basis van de database circa $100 \text{ dm}^3/\text{s}$ bedragen. Het gemiddelde uit deze studie bedraagt $113 \text{ dm}^3/\text{s}$. Neemt men in beschouwing dat in deze studie flatwoningen licht oververtegenwoordigd zijn en in de nationale database wellicht relatief veel nieuwe woningen zitten, dan is het verschil zeer goed verklaarbaar.

Als het gemiddelde van de bestaande bouw reeds op $113 \text{ dm}^3/\text{s}$ ligt dan is de vraag gerechtvaardigd welke betekenis de eis in het Bouwbesluit van $200 \text{ dm}^3/\text{s}$ nog heeft. Immers uit de database blijkt dat 90% van alle nieuwbouwwoningen een luchtdoorlatendheid heeft die beter is dan $100 \text{ dm}^3/\text{s}$. Het verhogen van de luchtdoorlatendheidseis naar $100 \text{ dm}^3/\text{s}$, zou dus uitsluitend zwakke bouwpraktijk uitsluiten.

Bij een luchtdoorlatendheid van $100 \text{ dm}^3/\text{s}$ bestaat nog altijd de situatie dat de infiltratie de gewenste ventilatie aanmerkelijk kan verstoren. Bovendien garandeert een hoge mate van luchtdoorlatendheid geenszins dat in woningen de luchtkwaliteit op een verantwoord niveau ligt. Met name ruimten die ten opzichte van de meest frequente windrichting aan de lij zijde (van de wind afgekeerde zijde) zijn gelegen kunnen als op infiltratie wordt vertrouwd ernstige problemen met betrekking tot binnenluchtkwaliteit geven.

Het luchtdoorlatendheidsniveau dat gewenst is zeker bij ventilatiesystemen zoals vraag-gestuurde ventilatie of gebalanceerde ventilatie natuurlijke toevoer en mechanische afvoer ligt uitgedrukt in q_{v10} ergens tussen de 25 en $50 \text{ dm}^3/\text{s}$.

6.3.4 Temperaturen

De gemeten binnentemperaturen als gemiddelde over het stookseizoen geven aanleiding tot de volgende opmerkingen.

Circa 10 % van de gemeten waarde ligt hoger dan circa 23°C . Dat lijkt tamelijk hoog en kan uitsluitend worden verklaard indien in de woningen waarbij dat optreedt mensen wonen die op basis van leeftijd of gezondheid een hogere temperatuur gewenst is.

Eveneens circa 10 % van de binnentemperaturen is lager dan circa 18°C . Dat is als gemiddelde tamelijk koud voor een gemiddelde bewoner.

Vergelijkt men de ingestelde waarde van de thermostaat met de werkelijk gemiddeld gemeten waarde dan blijkt het volgende.

De gemiddelde waarde van de thermostaat bedroeg $19,4^\circ\text{C}$ overdag en $15,2^\circ\text{C}$'s nachts.

Met de aanname dat de overdag-temperatuur voor circa 16 uur geldt en de nachttemperatuur voor circa 8 uur, komt de gemiddelde waarde van de thermostaatstand op $17,3^\circ\text{C}$.

Dat is dus ten opzichte van de gemiddeld gemeten waarde van $19,9^\circ\text{C}$ ruim $2,5^\circ\text{C}$ lagere waarde dan gemeten. Dit verschil kan eigenlijk alleen worden verklaard door de eventuele nachtverlaging die natuurlijk wel wordt ingesteld maar in de relatief goed geïsoleerde woningen van tegenwoordig niet wordt bereikt.

Het gebruik van de radiator in figuur 6 laat duidelijk zien dat:

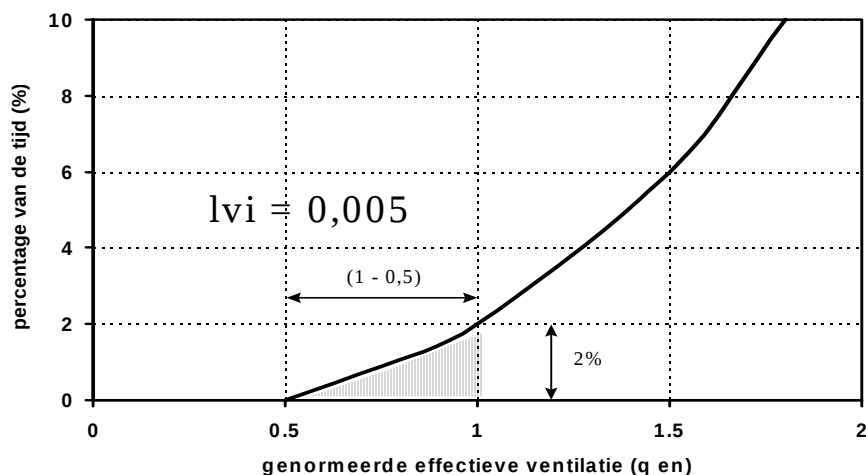
- in de woonkamer vrijwel iedereen de radiator gebruikt
- in keuken en badkamer lijkt het gebruik meer afhankelijk van het gebruik
- in de slaapkamers ligt het gebruik slechts tussen 20-30%

Dit duidt erop dat bewoners het in slaapkamers minder warm wensen te hebben.

6.3.5 CO₂ analyse op basis van de detailmetingen in 7 woningen

De detailmetingen betreffende CO₂ leveren interessant materiaal op om met name de overschrijding van de grenswaarde van 1200 ppm te bestuderen. Behalve de 95% percentiel waarde is ook nagegaan welke Lvi index op basis van de metingen zou optreden.

Lvi staat voor Low Ventilation Index en is een maat voor de integraal van de overschrijdingsduur en overschrijdingsconcentratie. Zie figuur 19.



Figuur 19. Uitleg van de Low Ventilation Index (Lvi).

In de basisstudie voor ventilatie die ten grondslag ligt aan de Energie Prestatie Norm [18] is op basis van blootstelling gedurende het stookseizoen voor verschillende ventilatie systemen de Lvi bepaald. De op die basis gekozen maximale grenswaarde voor Lvi wordt gesteld op 0,005.

Voor de 7 woningen is nu nagegaan tot welke Lvi index de CO₂ metingen zouden kunnen leiden.

In tabel 4 zijn de analyses van Lvi per woning weergegeven.

Tabel 4. Overzicht van het ventilatievoud, de luchtdoorlatendheid en de Lvi.

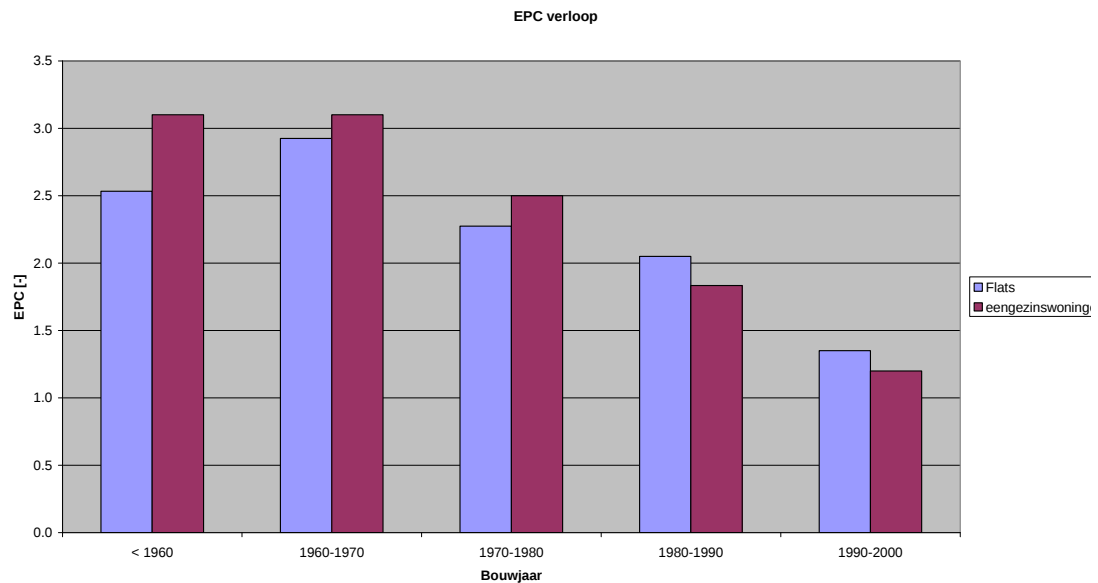
woning	datum	vent. voud	q _{v10}	lvi				
				Wk	keu- ken	slk1	slk2	badk.
Deyssel	Mrt	0.66	55	0.063	0.067	0.106	0.132	0.018
Gest	Dec	-	94	0	0	0	0	0
Hill	Dec	0.34	151	0.086	0.008	0.030	0	0
Mark	Apr	0.42	48	0.059	0.108	0	0	0
Mult	Mrt	2.00	182	0.007	0.005	0	0	0
Scheep	Apr	0.35	152	0.001	0	0	-	0
Wilhelm	Jan	0.47	50	0.008	0	0	-	0

De Lvi waarde van 0,005 wordt dus per ruimte regelmatig in praktijksituaties overschreden.

Enige relatie met het gemeten ventilatievoud en de gemeten luchtdoorlatendheid van de woning is niet aantoonbaar.

6.3.6 EPC verloop en bouwjaar

In figuur 20 is het EPC verloop van de woning complexen tegen het bouwjaar uitgezet voor flats en eengezinswoningen.



Figuur 20. EPC verloop van de woning complexen tegen het bouwjaar.

Interessant is de waarde van de woningen van voor de energiecrisis deze blijken op een niveau van circa 2,5 tot 3,2 te liggen. Sinds de energiecrisis van 1974 is een duidelijke afname te zien. Na 1980 lijken flatwoningen achter te lopen op de eengezinswoningen, terwijl dat voor die tijd juist andersom is.

7 Conclusies

De optredende ventilatie in de woningen is zeker niet laag te noemen. Het 90 percentiel ligt op ongeveer $7 \text{ dm}^3/\text{s}$ per persoon. Het uitgangspunt van de ventilatievoorschriften in Nederland is $7 \text{ dm}^3/\text{s}$.

In vergelijking tot een vergelijkbare buitenlandse studie is het vastgestelde ventilatievoud van 0,69 gemiddeld vrij hoog.[17] In die studie wordt eerder als gemiddelde tussen 0.3 en 0.5 gevonden.

Ook als het gemiddelde over het stookseizoen in orde is wil dat nog niet zeggen dat ten gevolge van de variatie in de tijd de luchtkwaliteit altijd in orde is. De problemen zitten in de verdeling, zowel de verdeling over de tijd, over de ruimten, als over de woningen.

Uit de detailmetingen blijkt dat het percentage van de tijd dat de CO_2 waarde boven de hygiënische grenswaarde komt circa 5% bedraagt.

De tevredenheid over toevoer van de ventilatie is op basis van resultaten uit de enquête ruim boven de 90% voor systemen met natuurlijke toevoer en ruim 80% voor gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning.

De tevredenheid over de toevoer is circa 20% hoger bij mechanische afvoer voor relatief nieuwe woningen.

Met betrekking tot de afvoer blijkt de tevredenheid aanzienlijk lager te liggen.

In de bestaande voorraad is gemiddeld slechts 40 – 50 % tevreden over de afvoer, terwijl dit in relatief nieuwe woningen bijna 80 % is. De afvoer is dus wel verbeterd, maar scoort nog altijd lager dan de toevoer. Extra aandacht aan mechanische afvoer door de installatiewereld is dus zeker gewenst, gezien het feit dat de maximaal haalbare capaciteit beneden de minimaal vereiste $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ ligt. Behalve ontwerp en installatie is hier zeker ook het gebrek aan onderhoud debet aan.

De belangrijkste tekortkomingen van de ventilatiesystemen zijn geluid en tocht. Ook dit lijkt een duidelijk verbeterpunt voor de installatie- respectievelijk bouwwereld.

Aangezien er in dit onderzoek geen relatie tussen de optredende ventilatie en de mechanisch afgevoerde stroom kan worden aangetoond (zie 6.3.2.2.3) , lijkt het verhogen van de ventilatie eisen geen oplossing voor een beter binnenmilieu in Nederlandse woningen.

Het type gezin en het gebruik van de voorzieningen zijn de enige verklaring voor de optredende ventilatie.

Ook de angst dat een afnemende luchtdoorlatendheid een bedreiging vormt voor het binnenmilieu en dus de gezondheid kan op grond van deze studie niet worden onderbouwd. Integendeel de luchtdoorlatendheid veroorzaakt gedurende een deel van de tijd onnodig hoge stromen. Een verbetering van de luchtdoorlatendheid zal energetisch zeker gunstig zijn terwijl de invloed op de luchtkwaliteit slechts beperkt is en de beheersbaarheid van de ventilatie toeneemt.

8 Aanbevelingen

- Het gebruik van de resultaten moet met enige voorzichtigheid gebeuren. Hoewel naar een zo representatief mogelijke steekproef is gestreefd blijft het monster van respectievelijk circa 900 enquêtes, circa 80 globale metingen en 7 detailmetingen klein ten opzichte van de 6,6 miljoen Nederlandse woningen. Niettemin is dit het meest omvangrijke onderzoek op het gebied van ventilatie in Nederland.
- Het lijkt gewenst een dergelijk soort onderzoek na enige jaren te herhalen teneinde veranderingen te kunnen waarnemen. Een periode van 4 – 5 jaar lijkt uit overwegingen van meetbare veranderingen gewenst.
- Een verbetering van de bewaking van de kwaliteit van ventilatiesystemen is zeer gewenst. De controle op kwaliteit via de regelgeving (BB en gemeenten) verdient te worden opgevolgd door kwaliteitssystemen van bijvoorbeeld de installatiebranche. Behalve periodiek onderhoud is ook verbetering van de uitvoeringskwaliteit gewenst.
- Op basis van de uitkomsten van sommige analyses lijken bepaalde toetsingsmechanismen (tools) zoals de EPN op het gebied van ventilatie en warmterugwinning voor verbetering vatbaar. Met name kunnen hier worden genoemd effecten van zelfregelende toevoer en vraagafstemming. De gebruikte berekeningswijze sluit gemiddeld echter goed aan bij de bevindingen van de metingen.
- Nader onderzoek naar gebruik van ventilatievoorzieningen en het bewonerstype is noodzakelijk om een aantal nog openstaande vragen te beantwoorden.
- Voorlichting over het gebruik van de ventilatievoorzieningen en de woning zijn onontbeerlijk om verbetering van de bestaande situatie zowel energetisch als gezondheidstechnisch te bewerkstelligen. De overheid zou zich tezamen met de woningcorporaties nog eens zeer goed op dit punt moeten beraden
- Innovatieve ventilatiesystemen zoals systemen met zelfregelende toevoer en vraagsturing zullen in de toekomst een deel van de problemen oplossen. Stimulering van deze systemen via subsidies of via toetsingsmethoden bijvoorbeeld waardering in de EPN zou de invoering ervan aanzienlijk bevorderen.
- In het kader van de Europese regelgeving is het noodzakelijk dat Nederland actief deelneemt aan de implementatie van Europese Normen en de Energie Prestatie Richtlijn omdat daarmee de bestaande situatie tenminste kan worden gehandhaafd, terwijl de kans op achteruitgang bij een te passieve houding aanzienlijk groter lijkt.
- Uit energetische overwegingen en uit overwegingen van beheerbaarheid van de ventilatie is een aanscherping van de eis in het Bouwbesluit van 200 dm^3/s naar 100 dm^3/s , zeker aan te bevelen.

Delft, 15 maart 2004
GSW/KNCA

Dr. I.J. Opstelten
Hoofd afdeling Gezonde Gebouwen en Installaties

Ing. W.F. de Gids
Auteur

9 Literatuur

- [1] Gids, W.F. de en P. J.M. Op't Veld
Projectvoorstel Landelijke Monitoring Ventilatie
Delft, oktober 2000
- [2] Persoon, J.
Selectie Projecten Monitoring Ventilatie
Bouw Hulp Groep
Eindhoven, mei 2001
- [3] VROM
Volkshuisvesting in cijfers (VHV)
's Gravenhage 1990
- [4] MarkTracé
Eindrapport TNO enquête ventilatie en gezondheid
Groningen, februari 2002
- [5] MarkTracé
Eindrapport Onderzoek Balansventilatie
Groningen, juni 2001
- [6] Steenbekkers, J.H.M. e.a.
Gezondheid en tevredenheid in energiedichte woningen
TNO Preventie en Gezondheid
Leiden, maart 2002
- [7] Gids, W.F. de en P.J.M. Op't Veld
Samenvatting Rapport HR ventilatie GGD
Stichting HR Ventilatie
Ridderkerk, oktober 2002
- [8] Op't Veld, P.J.M.
Onderzoek naar de binnenluchtkwaliteit en de luchtdoorlatendheid in de complexen
Scholtenenk en Hakkelkamp te Winterswijk
Cauberg Huygen Rapport 920843-1
Maastricht, juni 1993
- [9] Op't Veld, P.J.M. en H.R. Smolders
Demonstratie en evaluatie van gebalanceerde ventilatie met HR warmteterugwinning
in zeer energie efficiënte woningen
Cauberg Huygen Rapport 921069
's Hertogenbosch, maart 2001
- [10] Liebrechts, M en en P.J.M. Op't Veld
Woningen met een gezond binnenmilieu
Bouwhulp Groep
Eindhoven, juli 2002

- [11] Op't Veld, P.J.M en W.F. de Gids
Indoor air quality in dwellings- A comparison of the performance of different Ventilation Systems
Conference Proceedings 18th AIVC conference
Athens, Greece September 1997
- [12] Dongen, J.E.F en A. Steenbekker
Gezondheidsproblemen en het binnenmilieu in woningen
TNO Gezondheidsonderzoek ISBN90-6743-271-7
- [13] Op't Veld, P.J.M
Landelijke Monitoring ventilatiekwaliteit
Cauberg Huygen Rapport 2001.0478
Maastricht, februari 2004
- [14] Schaap, L.E.J.J.
Luchttransport-, verspreidings- en ventilatiemetingen met de PFT methode
Lichtveld Buis & Partners, Rapport 21.263
Utrecht, juni 1990
- [15] Cornelissen, H.J.M. en W.F. de Gids
Luchtdoorlatendheid van woningen
Bouwwereld nr 18, september 1996
- [16] Meijer, G en F. Duym
Zuinig warm en schoon – balansventilatie en binnenmilieu, metingen in 28 woningen
GGD Groningen, november 2002
- [17] Kronvall, J. en C-A Boman
Ventilation Rates and Air Tightness Levels in the Swedish Housing Stock
Conference Proceedings 14th AIVC conference
Copenhagen, Denmark , september 1993
- [18] Kornaat, W. en W.F. de Gids
Herziening NEN 5128- Formules voor berekening warmteverlies door ventilatie en infiltratie
TNO Bouw Rapport 98- BBI- R0386
Delft, 1998

Beschrijving van de projecten Tabel met gegevens van de woningen

Bouwjaar	Isolatie		R _c [m²K/W]	dak	R _c [m²K/W]	Vloer	R _c [m²K/W]	glas	U [W/m²K]
	gevels								
EPN = 3,0									
1960-1970	ongeïsoleerde gevelelementen		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	ongeïsoleerde gevelelementen		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	ongeïsoleerde gevelelementen		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	ongeïsoleerde gevelelementen		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	ongeïsoleerde gevelelementen		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
EPN = 3,3									
1970-1980	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1970-1980	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1970-1980	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1970-1980	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
EPN = 3,6									
1960-1970	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
EPN = 2,5									
<1960	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
<1960	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd betondak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
EPN = 3,0									
<1960	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
<1960	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
<1960	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
EPN = 4,0									
<1960	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
<1960	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
<1960	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
EPN = 2,1									
1970-1980	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	geïsoleerd pannendak	1,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	dubbel	2,9
1970-1980	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	geïsoleerd pannendak	1,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	dubbel	2,9
1970-1980	ongeïsoleerde spouwmuur		0,5	geïsoleerd pannendak	1,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	dubbel	2,9
EPN = 2,3									
1970-1980	ongeïsoleerde gevelelementen		0,5	geïsoleerd betondak	1,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	dubbel	2,9
1970-1980	ongeïsoleerde gevelelementen		0,5	geïsoleerd betondak	1,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	dubbel	2,9
EPN = 2,7									
1970-1980	geïsoleerde spouwmuur		2,0	geïsoleerd betondak	1,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,5	dubbel	2,9
EPN = 2,0									
1980-1990	geïsoleerde spouwmuur		2,0	geïsoleerd pannendak	2,0	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	dubbel	2,9
1980-1990	geïsoleerde spouwmuur		2,0	geïsoleerd pannendak	2,0	ongeïsoleerde betonvloer	1,3	dubbel	
EPN = 2,8									
1960-1970	geïsoleerde gevelelementen / spouwmuur		1,3	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	geïsoleerde gevelelementen / spouwmuur		1,3	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
1960-1970	geïsoleerde gevelelementen / spouwmuur		1,3	ongeïsoleerd pannendak	0,3	ongeïsoleerde betonvloer	0,4	enkel	5,7
EPN = 1,5									

Gebruik	Ventilatie Systeem	Verw. Systeem	Volume Woningen [m ³]	Qv(10) [dm ³ /s]	Warmw. Toestel
2 pers. (rokers)	C	stads.	160	29	coll.
2 pers. (rokers)	C	stads.	160	55	coll.
3 pers. (rokers + huisdieren)	C	stads.	160	64	coll.
2 pers.	C	stads.	160	53	coll.
5 pers. (rokers + huisdieren)	C	stads.	160	89	coll.
1 pers. (huisdieren)	C	ind.	254	152	op.combi
2 pers. (rokers + huisdieren)	C	ind.	243	201	op.combi
2 pers.	C	ind.	243	93	op.combi
3 pers. (rokers)	A	ind.		84	op.combi
1 pers.	A	ind.	214	108	???
4 pers. (rokers + huisdieren)	A	ind.	214	140	???
2 pers.	A	ind.	214	117	???
1 pers. (roker + huisdieren)	A	ind.	214	182	???
1 pers. (roker)	A	gaskachel	168	75	geyser
1 pers.	A	gaskachel	168	80	geyser
2 pers. (rokers + huisdieren)	A	ind.	154	110	geyser
2 pers.	A	gaskachel	154	113	geyser
2 pers. (rokers + huisdieren)	A	gaskachel	154	94	geyser
1 pers.	A	gaskachel	163	137	geyser
2 pers. (rokers + huisdieren)	A	gaskachel	157	492	geyser
2 pers. (huisdieren)	A	gaskachel	135	190	geyser
4 pers. (rokers + huisdieren)	C	ind.	290	139	op.combi
1 pers. (roker + huisdieren)	C	ind.	290	160	op.combi
3 pers. (huisdieren)	C	ind.	290	184	op.combi
	C	coll.	189	139	geyser
1 pers.	C	coll.	117	139	geyser
1 pers.	C	coll.	120	53	geyser
2 pers. (huisdieren)	C	ind.	260	151	op.combi
4 pers. (huisdieren)	C	ind.	260	139	op.combi
2 pers. (rokers)	A	stads.	232	431	coll.
4 pers. (rokers + huisdieren)	A	stads.	232	333	coll.
4 pers.	A	stads.	232	228	coll.

Gebruik	Ventilatie Systeem	Verw. Systeem	Volume Woningen [m3]	Ventilatievoud ACH [h ⁻¹]	aantal pp gezin
2 pers. (rokers)	C	stads.	160	0.22	2
2 pers. (rokers)	C	stads.	160	0.66	2
3 pers. (rokers + huisdieren)	C	stads.	160	0.80	3
2 pers.	C	stads.	160	0.69	2
5 pers. (rokers + huisdieren)	C	stads.	160	0.31	5
1 pers. (huisdieren)	C	ind.	254	0.35	1
2 pers. (rokers + huisdieren)	C	ind.	243	1.78	2
2 pers.	C	ind.	243	0.43	2
1 pers.	A	ind.	214	0.49	1
2 pers.	A	ind.	214	0.45	2
1 pers. (roker + huisdieren)	A	ind.	214	2.00	1
1 pers. (roker)	A	gaskachel	168	0.38	1
2 pers. (rokers + huisdieren)	A	ind.	154	0.81	2
2 pers. (rokers + huisdieren)	A	gaskachel	154	1.00	2
1 pers.	A	gaskachel	163	0.35	1
2 pers. (rokers + huisdieren)	A	gaskachel	157	1.83	2
2 pers. (huisdieren)	A	gaskachel	135	1.54	2
4 pers. (rokers + huisdieren)	C	ind.	290	1.32	4
1 pers. (roker + huisdieren)	C	ind.	290	0.48	1
3 pers. (huisdieren)	C	ind.	290	0.53	3
	C	coll.	189	1.22	2
1 pers.	C	coll.	117	1.27	1
1 pers.	C	coll.	120	0.93	1
2 pers. (huisdieren)	C	ind.	260	0.34	2
4 pers. (huisdieren)	C	ind.	260	0.65	4
2 pers. (rokers)	A	stads.	232	0.57	2
4 pers. (rokers + huisdieren)	A	stads.	232	0.65	4
4 pers.	A	stads.	232	0.31	4
2 pers.	C	stads.	155	0.47	2
2 pers.	C	stads.	142	1.06	2
1 pers.	C	stads.	160	0.13	1
4 pers. (rokers + huisdieren)	A	ind.	327	1.16	4
2 pers.	A	ind.	229	0.59	2
1 pers. (huisdieren)	C	coll.	202	0.65	1
2 pers. (rokers)	C	coll.	202	2.01	2
2 pers.	C	coll.	152	1.09	1
1 pers. (roker)	C	ind.	116	0.90	1
1 pers.	A	ind.	130	0.60	1
1 pers. (huisdieren)	A	ind.	130	0.59	1
1 pers.	A	ind.	130	0.46	1
1 pers. (roker)	A	ind.	130	0.78	1
2 pers. (rokers + huisdieren)	A	coll.	152	0.31	2
2 pers.	A	coll.	175	0.27	2
1 pers. (roker)	A	coll.	152	0.51	1
2 pers. (rokers)	A	coll.	152	1.02	2
1 pers.	A	ind.	248	0.56	1
	A	ind.	204	0.71	2
2 pers. (roker)	A	ind.	248	0.56	2
1 pers.	C	coll.	73	0.67	1
4 pers. (rokers + huisdieren)	A	ind.	234	0.44	4
2 pers. (huisdieren)	A	ind.	234	0.69	2
4 pers. (rokers + huisdieren)	A	ind.	256	0.56	4
2 pers. (rokers + huisdieren)	C	ind.	209	0.64	2
2 pers.	C	ind.	191	0.54	2
2 pers. (rokers)	C	ind.	209	0.41	2
2 pers. (rokers)	A	ind.	200	0.43	2
2 pers. (rokers)	A	ind.	252	0.70	2
3 pers. (huisdieren)	C	ind. CV	157	0.48	3
1 pers.	C	ind. CV	123	1.01	1
5 pers. (rokers + huisdieren)	C	ind. CV	304	0.50	5
2 pers. (rokers + huisdieren)	C	coll. CV	221	0.62	2
3 pers.	C	coll. CV	221	0.67	3
2 pers.	C	coll. CV	185	0.70	2
2 pers. (huisdieren)	A	coll. CV	189	0.44	2
2 pers. (rokers + huisdieren)	C	coll. CV	174	0.75	2
1 pers. (huisdieren)	C	coll. CV	127	1.25	1
1 pers.	A	coll. CV	191	0.59	1
1 pers. (huisdieren)	A	?	191	0.42	1
1 pers. (roker)	A	?	186	0.38	1
1 pers. (roker + huisdieren)	A	?	186	0.82	1
2 pers.	A	ind. CV	223	0.71	2

Bijlage B Vragenlijst Ventilatie en Gezondheid

Geachte heer / mevrouw,

Wilt u de volgende punten goed doorlezen voordat u de vragen beantwoordt?

- *De vragen dienen te worden ingevuld door de hoofdbewoner of diens partner.*
- *Beantwoord de vragen in de volgorde waarin ze staan. Als is aangegeven dat u verder kunt gaan met een andere vraag, hoeft u de tussenliggende vragen niet te beantwoorden.*
- *Zet bij een vraag één kruisje in het hokje bij het antwoord dat het beste past bij uw mening. Er zijn geen "goede" of "foute" antwoorden.*
- *Wanneer u bij een vraag meer dan 1 antwoord mag aankruisen, dan staat dit vermeld bij die vraag.*
- *Als u zich vergist bij het aankruisen van een antwoord, dan kunt u dit als volgt herstellen: U maakt het hokje met het foute antwoord helemaal donker; daarna zet u een kruisje in het juiste hokje.*

☐ ☒ ☒ ☐ ☐

I. Gezondheid

1. Hoe is in het algemeen uw gezondheid?

- ☐ Erg goed
- ☐ Goed
- ☐ Redelijk
- ☐ Slecht
- ☐ Erg slecht

2. Heeft u, of iemand die nu bij u in huis woont, gezondheidsklachten waarvan u denkt dat ze te maken hebben met uw woning?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

3. Heeft een dokter ooit astma of 'CARA' vastgesteld bij u of bij een huisgenoot?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

4. Heeft u of een huisgenoot tijdens verblijf in deze woning last van één van de volgende klachten? (U mag meer dan 1 antwoord aankruisen)

- ☐ Uitdroging, jeuk of prikken van de huid
- ☐ Verstopte neus of loopneus
- ☐ Neus droog van binnen of droge lippen
- ☐ Keelpijn

- ☐ Vermoeide of tranende ogen
- ☐ Irritatie van contactlenzen
- ☐ Hoofdpijn
- ☐ Benauwdheid, piepen op de borst
- ☐ Vermoeidheid of concentratieproblemen
- ☐ Geen van deze klachten
- ☐ Andere klachten, namelijk

II. De woning

5. Hoe tevreden bent u in het algemeen over uw huidige woning?

- ☐ Zeer tevreden
- ☐ Tevreden
- ☐ Ontevreden
- ☐ Zeer ontevreden

6. Heeft u of een huisgenoot in uw woning wel eens last van:

	nooit	soms	vaak	altijd
Tocht uit ramen of ventilatioorosters	☐	☐	☐	☐
Tocht uit mechanische luchttoevoer	☐	☐	☐	☐
Verkleuring rond openingen luchttoe- of afvoer	☐	☐	☐	☐
Verkleuring van wanden elders	☐	☐	☐	☐
Stoffigheid	☐	☐	☐	☐
Droge lucht	☐	☐	☐	☐
Beslagen ruiten	☐	☐	☐	☐
Vochtplekken	☐	☐	☐	☐
Schimmelplekken	☐	☐	☐	☐
Muffe lucht	☐	☐	☐	☐
Riool-lucht	☐	☐	☐	☐
Kook-luchtjes van bureu	☐	☐	☐	☐
Open haard of houtkachel in de buurt	☐	☐	☐	☐
Geuren van verkeer	☐	☐	☐	☐
Geuren van bedrijven of boerderijen	☐	☐	☐	☐
Geluid van ventilatie-systeem	☐	☐	☐	☐
Geluid van bewoners in andere ruimten via ventilatiekanalen	☐	☐	☐	☐

III. Ventilatie

7. Hoe tevreden bent u over de toevoer van verse lucht in uw woning?

- ☐ Zeer tevreden, want
- ☐ Tevreden, want
- ☐ Ontevreden, want
- ☐ Zeer ontevreden, want

8. Hoe tevreden bent u over het afzuigen van de lucht uit de keuken, toilet en badkamer?

- ☐ Zeer tevreden, want
- ☐ Tevreden, want
- ☐ Ontevreden, want
- ☐ Zeer ontevreden, want

9. Een woning is altijd voorzien van ventilatiekanalen. Het is mogelijk dat deze kanalen in uw woning voorzien zijn van een mechanisch ventilatiesysteem waarmee lucht uit de keuken, badkamer, WC en eventuele andere vertrekken wordt afgezogen. Is een dergelijk mechanisch ventilatiesysteem dat bij uw woning behoort aanwezig?

- ☐ Ja
- ☐ Nee (u kunt verder gaan met vraag 18)

10. Op hoeveel verschillende standen kunt u het mechanische ventilatiesysteem dat bij uw woning behoort zetten?

- ☐ Altijd aan zonder keuze uit verschillende standen (u kunt verder gaan met vraag 13)
- ☐ Altijd aan met keuze uit verschillende standen
- ☐ Uit of aan zonder keuze uit verschillende standen
- ☐ Uit of aan met keuze uit verschillende standen
- ☐ Anders, namelijk

11. Op welke stand staat het mechanische ventilatiesysteem dat bij de woning hoort meestal overdag?

- ☐ Uit
- ☐ Aan (er kan niet worden gekozen voor verschillende standen)
- ☐ Laag
- ☐ Midden
- ☐ Hoog
- ☐ Anders, namelijk

12. Op welke stand staat het mechanische ventilatiesysteem dat bij de woning hoort meestal 's nachts?

- ☐ Uit
- ☐ Aan (er kan niet worden gekozen voor verschillende standen)
- ☐ Laag
- ☐ Midden
- ☐ Hoog
- ☐ Anders, namelijk

13. Heeft u, of een huisgenoot, informatie gekregen over de bediening van het mechanische ventilatiesysteem dat bij de woning hoort?

- ☐ Ja, mondeling
- ☐ Ja, schriftelijk
- ☐ Nee
- ☐ Weet ik niet

14. Hoe vond u deze informatie?

- ☐ Voldoende
- ☐ Matig
- ☐ Onvoldoende

15. Wat is uw oordeel over de geluidproductie van het mechanische ventilatiesysteem dat bij de woning hoort?

- ☐ Nauwelijks geluid
- ☐ Wel geluid, maar niet hinderlijk
- ☐ Wel geluid en hinderlijk
- ☐ Wel geluid en erg hinderlijk

16. Hoe lang geleden heeft u zelf het ventilatiesysteem dat bij de woning hoort schoongemaakt en/ of filter(s) vervangen?

- ☐ Minder dan een maand geleden
- ☐ Minder dan een half jaar geleden
- ☐ Minder dan een jaar geleden
- ☐ Minder dan drie jaar geleden
- ☐ Meer dan drie jaar geleden
- ☐ Nooit
- ☐ Weet niet

17. Hoe lang geleden heeft de woningbouwvereniging het ventilatiesysteem dat bij de woning hoort schoongemaakt en/ of filter(s) vervangen?

- ☐ Minder dan een maand geleden
- ☐ Minder dan een half jaar geleden
- ☐ Minder dan een jaar geleden
- ☐ Minder dan drie jaar geleden
- ☐ Meer dan drie jaar geleden
- ☐ Nooit
- ☐ Weet niet

18. Is er, naast een eventueel ventilatiesysteem dat bij de hele woning hoort, in de keuken een wasemkap, afzuigkap, muurventilator of raamventilator?

- ☐ Ja
- ☐ Nee (u kunt verder gaan met vraag 20)

19. Hoe lang geleden heeft u zelf deze wasemkap, afzuigkap, muurventilator of raamventilator schoongemaakt en/ of filter(s) vervangen?

- ☐ Minder dan een maand geleden
- ☐ Minder dan een half jaar geleden
- ☐ Minder dan een jaar geleden
- ☐ Minder dan drie jaar geleden
- ☐ Meer dan drie jaar geleden
- ☐ Nooit
- ☐ Weet niet

20. In welke andere vertrekken of ruimten in de woning dan de keuken is er, naast het ventilatiesysteem dat bij de hele woning hoort, een muurventilator of raamventilator? (U mag meer dan 1 antwoord aankruisen)

- ☐ Geen
- ☐ Woonkamer
- ☐ Ouderslaapkamer
- ☐ Kinderslaapkamer
- ☐ Badkamer
- ☐ Toilet
- ☐ Anders, namelijk:

21. Hoe vaak wordt er in het algemeen in het stookseizoen in uw keuken als volgt

geventileerd (indien een voorziening niet aanwezig is, hoeft u niets in te vullen bij deze voorziening)?

	nooit	minder dan 1 uur per dag	1 tot 4 uur per dag	4 tot 8 uur per dag	8 tot 16 uur per dag
Roosters in raam / gevel open	☐	☐	☐	☐	☐
Klapraampje(s) helemaal open	☐	☐	☐	☐	☐
Klapraampje(s) op kier (<2 cm)	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam (of buitendeur) ver open	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam handbreed open	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam op kier (< 2 cm)	☐	☐	☐	☐	☐
Wasemkap / afzuigkap	☐	☐	☐	☐	☐
Muurventilator / raamventilator	☐	☐	☐	☐	☐
Binnendeur (bij open keuken: <u>altijd</u> invullen)	☐	☐	☐	☐	☐

22. Hoe vaak wordt er in het algemeen in het stookseizoen in uw woonkamer als volgt

geventileerd (indien een voorziening niet aanwezig is, hoeft u niets in te vullen bij deze voorziening)?

	nooit	minder dan 1 uur per dag	1 tot 4 uur per dag	4 tot 8 uur per dag	8 tot 16 uur per dag
Rooster(s) in raam / gevel open	☐	☐	☐	☐	☐
Klapraampje(s) helemaal open	☐	☐	☐	☐	☐
Klapraampje(s) op kier (<2 cm)	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam (of buitendeur) ver open	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam handbreed open	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam op kier (< 2 cm)	☐	☐	☐	☐	☐
Muurventilator / raamventilator	☐	☐	☐	☐	☐
Binnendeur (naar gang)	☐	☐	☐	☐	☐

23. Hoe vaak wordt er in het algemeen in het stookseizoen in de ouderslaapkamer als volgt

geventileerd (indien een voorziening niet aanwezig is, hoeft u niets in te vullen bij deze voorziening)?

	nooit	minder dan 1 uur per dag	1 tot 4 uur per dag	4 tot 8 uur per dag	8 tot 16 uur per dag
Rooster(s) in raam / gevel open	☐	☐	☐	☐	☐
Klapraampje(s) helemaal open	☐	☐	☐	☐	☐
Klapraampje(s) op kier (<2 cm)	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam (of buitendeur) ver open	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam handbreed open	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam op kier (< 2 cm)	☐	☐	☐	☐	☐
Muurventilator / raamventilator	☐	☐	☐	☐	☐
Binnendeur (naar gang)	☐	☐	☐	☐	☐

24. Hoe vaak wordt er in het algemeen in het stookseizoen in een kinderslaapkamer als volgt geventileerd (indien een voorziening niet aanwezig is, hoeft u niets in te vullen bij deze voorziening)?

	nooit	minder dan 1 uur per dag	1 tot 4 uur per dag	4 tot 8 uur per dag	8 tot 16 uur per dag
Rooster(s) in raam / gevel open	☐	☐	☐	☐	☐
Klapraampje(s) helemaal open	☐	☐	☐	☐	☐
Klapraampje(s) op kier (<2 cm)	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam (of buitendeur) ver open	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam handbreed open	☐	☐	☐	☐	☐
Groot raam op kier (< 2 cm)	☐	☐	☐	☐	☐
Muurventilator / raamventilator	☐	☐	☐	☐	☐
Binnendeur (naar gang)	☐	☐	☐	☐	☐

25. Wordt er wel eens minder geventileerd dan u zou willen? (U mag meer dan 1 antwoord aankruisen.)

- ☐ Ja, wegens moeilijk te bedienen ramen of roosters
- ☐ Ja, wegens moeilijk te bedienen instelknop van de mechanische ventilatie
- ☐ Ja, wegens moeilijk te bedienen toevoer-openingen
- ☐ Ja, wegens energiekosten
- ☐ Ja, omdat het binnen te koud is
- ☐ Ja, wegens tocht
- ☐ Ja, wegens lawaai van het mechanische ventilatie-systeem
- ☐ Ja, wegens lawaai door de wind
- ☐ Ja, wegens lawaai van buiten
- ☐ Ja, wegens stank van buiten
- ☐ Ja, wegens inbraakgevaar
- ☐ Ja, om andere redenen, namelijk
- ☐ Nee

26. Kunt u bij de volgende situaties aangeven of u de ventilatie verandert?

	geen verandering	meer ventilatie	minder ventilatie
geen ventilatie			
Bij het slapen gaan	☐	☐	☐
Bij het opstaan	☐	☐	☐
Bij het weggaan	☐	☐	☐
Bij het thuis komen	☐	☐	☐
Bij het koken	☐	☐	☐
Bij het afwassen	☐	☐	☐
Bij het dweilen	☐	☐	☐
Bij het stof afnemen	☐	☐	☐
Bij het stofzuigen	☐	☐	☐
Bij douchen of baden	☐	☐	☐
Als er gerookt wordt	☐	☐	☐
Als er veel bezoek is (geweest)	☐	☐	☐
Als er luchtjes hangen	☐	☐	☐
Als er binnen was wordt gedroogd	☐	☐	☐
Als het binnen (te) vochtig is	☐	☐	☐
Als het binnen (te) droog is	☐	☐	☐
Als het binnen (te) koud is	☐	☐	☐

Als het binnen (te) warm is	☐	☐	☐
Als het tocht	☐	☐	☐
Wegens geluid van het ventilatiesysteem zelf	☐	☐	☐
Wegens geluid van de wind	☐	☐	☐
Wegens geluid van buiten	☐	☐	☐
Wegens de kosten	☐	☐	☐
Anders, namelijk.....	☐	☐	☐

27. Hoe tevreden bent u, alles bij elkaar genomen, over het ventilatiesysteem in uw woning?

- ☐ Zeer tevreden
☐ Tevreden
☐ Ontevreden, want:
☐ Zeer ontevreden, want:

IV. Verwarming

28. Vindt u uw woning in de zomer in het algemeen te warm?

- ☐ Ja
☐ Nee (u kunt verder gaan met vraag 30)

29. In welke ruimtes vindt u het in de zomer dan te warm? (U mag meer dan 1 antwoord aankruisen)

- ☐ Woonkamer
☐ Keuken
☐ Ouderslaapkamer
☐ Kinderslaapkamer(s)
☐ Studeerkamer
☐ Anders, namelijk:.....

30. Vindt u uw woning in het stookseizoen in het algemeen te warm?

- ☐ Ja
☐ Nee (u kunt verder gaan met vraag 32)

31. In welke ruimtes vindt u het in het stookseizoen dan te warm? (U mag meer dan 1 antwoord aankruisen)

- ☐ Woonkamer
☐ Keuken
☐ Ouderslaapkamer
☐ Kinderslaapkamer(s)
☐ Studeerkamer
☐ Anders, namelijk:.....

32. Vindt u in uw woonkamer de temperatuur bij uw voeten anders dan de temperatuur op hoofdhoogte?

- ☐ Ja en ik ervaar het als problematisch
☐ Ja, maar ik ervaar het niet als problematisch
☐ Nee, ik voel geen temperatuurverschillen

33. Als er een thermostaat in uw woonkamer is, op welke stand zet u hem dan doorgaans in het stookseizoen?

's ochtends

's middags

's avonds

's nachts

☐ Er is geen kamerthermostaat aanwezig

34. In welke ruimtes gebruikt u in het stookseizoen doorgaans de radiator(en) van de CV? (U mag meer dan één ruimte aanwijzen)

☐ Woonkamer

☐ Keuken

☐ Ouderslaapkamer

☐ Kinderslaapkamer(s)

☐ Studeerkamer

☐ Badkamer

☐ Anders, namelijk:

35. Hoe tevreden bent u, alles bij elkaar genomen, over de verwarming in uw woning?

☐ Zeer tevreden

☐ Tevreden

☐ Ontevreden

☐ Zeer ontevreden

V. Algemeen

36. Hoeveel dagen in een gewone week is er overdag iemand thuis?

Aantal dagen per week:

37. Hoeveel personen roken er op een gewone dag in uw woning?

Aantal personen:

38. Heeft uw woning een open keuken?

☐ Ja

☐ Nee

39. Hoe wordt er in uw woning gekookt?

☐ Op gas

☐ Op elektra

☐ Keramisch

☐ Anders, namelijk:

40. Hoe vaak maakt u in een gewone week een warme maaltijd in uw woning klaar?

☐ Meer dan 7 keer per week

☐ 7 keer per week

☐ 5 – 6 keer per week

☐ 2 – 4 keer per week

☐ minder dan 2 keer per week

41. Hoeveel keer wordt er in een gewone week gebruik gemaakt van de douche of het bad in uw woning (het gaat om het totaal aantal keren van alle personen in uw huishouden)?

- ☐ meer dan 25 keer per week
- ☐ 12 – 25 keer per week
- ☐ 8 – 11 keer per week
- ☐ 5 – 7 keer per week
- ☐ 2 – 4 keer per week
- ☐ minder dan 2 keer per week

42. Hoe ver staat de badkamerdeur meestal open na het douchen of baden?

- ☐ Ver open
- ☐ Op een kiertje (minder dan een vingerbreedte)
- ☐ Helemaal dicht

43. Hoe snel is de badkamer na het douchen of baden droog?

- ☐ Binnen een uur
- ☐ Na een aantal uren (1 tot 6 uur)
- ☐ Na meer dan 6 uur

44. Is er nog een andere woning beneden uw woning?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

45. Hoe lang woont u al in uw huidige woning?

Aantal jaren:

46. Hoeveel mensen wonen er in deze woning?

Aantal:

47. Wat is de leeftijd van de bewoners van uw huidige woning?

Uw leeftijd is: jaar

De overige bewoners zijn:

1. jaar

2. jaar

3. jaar

5. jaar

6. jaar

7. jaar

4. jaar

8. jaar

48. Wat is uw geslacht?

- ☐ Vrouw
☐ Man

49. In welk land bent u geboren?

In het land:

50. Wat is de hoogste opleiding die u met een diploma heeft afgerond?

- ☐ Lagere school
☐ Lager beroepsonderwijs (bijvoorbeeld LTS, huishoudschool)
☐ MAVO of MULO
☐ Middelbaar beroepsonderwijs
☐ HAVO, VWO, HBS, Gymnasium, MMS
☐ Hoger beroepsonderwijs
☐ Wetenschappelijk onderwijs (universiteit)
☐ Anders, namelijk.....

51. Heeft u nog opmerkingen of wilt u nog een antwoord toelichten?

.....

.....

.....

.....

.....

Wij danken u hartelijk voor uw medewerking! U kunt de vragenlijst in bijgevoegde antwoortenveloppe sturen naar (een postzegel is niet nodig):

MarktTracé

Antwoordnummer 473

9700 WB Groningen

Bijlage C Resultaten metingen in 79 woningen

Nr.	Adres	systeem	Qv(10) [dm ³ /s]	keuken [m ³ /h]	badkamer [m ³ /h]	Debiet toilet [m ³ /h]	berging [m ³ /h]	totaal [m ³ /h]	Ventilatievoud ACH [h ⁻¹]	opmerking
DELFT										
complex 611										flats
D01	Lodewijk van Deijsselhof 131	C	29	36	59	50	-	146	0.22	
D02	Lodewijk van Deijsselhof 142	C	55	47	58	47	-	151	0.66	
D03	Lodewijk van Deijsselhof 53	C	64	50	72	68	-	191	0.80	
D04	Lodewijk van Deijsselhof 88	C	53	14	36	22	-	72	0.69	
D05	Lodewijk van Deijsselhof 104	C	89	14	25	?	-	58	0.31	
complex 501										eengezinswoningen
D06	Scheepmakerij 36	C	152	?	?	?	?	*	0.35	1
D07	Rotterdamseweg 75	C	201	29	40	?	-	86	1.78	1
D08	Herenpad 36	C	93	90	?	?	-	126	0.43	1
D10	Rotterdamseweg 112a	A	84	*	*	*	*	*	?	1
complex 612										eengezinswoningen
D09	Willem Kloospad 40	A	108	*	*	*	*	*	0.49	
D11	Frederik van Eedenlaan 7	A	140	*	*	*	*	*	?	
D12	Multatuliweg 77	A	117	*	*	*	*	*	0.45	
D13	Multatuliweg 44	A	182	*	*	*	*	*	2.00	
complex 402										flats
D14	Camerlingstraat 83	A	75	*	*	*	*	*	0.38	
D15	van Groenewegenstraat 14	A	80	*	*	*	*	*	?	
complex 242										flats
D16	Meidoornlaan 21	A	110	*	*	*	*	*	0.81	
D17	Prunuslaan 59	A	113	*	*	*	*	*	?	
D18	Wilgenlaan 11	A	94	*	*	*	*	*	1.00	
complex 254										eengezinswoningen
D19	Bieslandsekade 19	A	137	*	*	*	*	*	0.35	
D20	Stalpaert van de Wieleweg 70	A	492	*	*	*	*	*	1.83	
D21	Stalpaert van de Wieleweg 96	A	190	*	*	*	*	*	1.54	
NIJMEGEN										
111811: Zwanenveld I										eengezins woningen
N02	Zwanenveld 42-23	C	139	61	36	?	-	104	1.32	1
N03	Zwanenveld 43-54	C	160	22	40	18	-	79	0.48	1
N06	Zwanenveld 41-34	C	184	36	25	22	-	83	0.53	1
111820: Zwanenveld II										flats
N04	Oude Dukenburgseweg 109	C	139	43	25	?	-	68	1.22	1
N05	Oude Dukenburgseweg 115	C	139	43	58	50	-	151	1.27	1
112020: Lindenholt II										eengezins woningen
N07	De Voorstenkamp 18-13	C	53	68	76	32	-	176	0.93	1
112090 : Lindenholt IX										flats
N08	Hillekensacker 10-55	C	151	122	50	54	-	227	0.34	1
N01	Hillekensacker 10-61	C	139	?	47	?	-	187	0.65	1
BERGEN OP ZOOM										
602 / Sterrenlaan eo										eengezins woningen
B01	Kleine Beerstraat 1	A	431	*	*	*	*	*	0.57	
B02	Grote Beerstraat 16	A	333	*	*	*	*	*	0.65	
B03	Sterrelaan 24	A	228	*	*	*	*	*	0.31	
32 / Wilhelminaveld										gestapelde woningen
B04	Wilhelminaveld 32	C	50	79	36	54	50	220	0.47	1
B11	Wilhelminaveld 41	C	47	122	61	86	-	270	1.06	1
B14	Wilhelminaveld 33	C	36	94	36	18	32	180	0.13	1
253 / Pioenveld eo										eengezins woningen
B05	Lupineveld 38	A+	175	162	79	79	*	*	?	1
B06	Akeleveld 23	A+	231	162	79	79	*	*	1.16	1
B10	Lupineveld 40	A+	141	162	79	79	*	*	0.59	1
502 / Heiningen										flats
B07	Heiningen 271	C	123	25	18	14	11	68	0.65	
B08	Heiningen 295	C	60	43	40	40	36	158	2.01	
B09	Heiningen 307	C	66		47	47	47	158	?	
506 / Holleweg										flats
B12	Holleweg 53	C	52	40	25	14	-	79	1.09	
277 / De Welle										flats
B13	Welle 18	C	100	83	18	?	-	115	0.90	1
s-HERTOGENBOSCH										
118 / Gestelseweg										flats
H01	Gestelseweg 20	A+	63,5	140	*	*	*	*	0.60	
H02	Gestelseweg 246	A+	92,5	140	*	*	*	*	0.59	

Bijlage D Resultaten van de detail metingen

Binnenklimaat

Woning		v	T	RV	NO2	Geluidniveau	
						stand 1	stand 2
		[m/s]	[°C]	[%]	ug/m3	dB(A)	dB(A)
Akeleiveld 23 eengezins woning natuurlijke ventilatie	wk	0.04	19	52	X	onbekend	onbekend
	kk	0.05	19	49		onbekend	onbekend
	slk 1	0.03	18	44		onbekend	onbekend
	slk 2	0.06	16	18		onbekend	onbekend
	slk 3	0.05	17	43		onbekend	onbekend
Gestelseweg 32 flat woning natuurlijke ventilatie	wk	0.03	22	44	X	onbekend	onbekend
	kk	0.02	19	53		onbekend	onbekend
	slk	0.05	22	45		onbekend	onbekend
Hillekensacker 10-55 flat woning mechanische ventilatie	wk	0.04	21	42	X	29.3	30.9
	kk	0.05	21	42		35.6	37.4
	slk	0.02	18	43		28.5	31.3
L v Deysselhof 142 eengezins woning natuurlijke ventilatie	wk	0.02	18.1	26	X	onbekend	onbekend
	slk	0.02	18.2	30		onbekend	onbekend
						onbekend	onbekend
Markengouw 91 flat woning natuurlijke ventilatie	wk	0,02	19,9	27	23,4	onbekend	onbekend
	slk	0,08	18,6	29		onbekend	onbekend
						onbekend	onbekend
Multatuliweg 44 eengezins woning natuurlijke ventilatie	wk 1	0.04	21.4	24	X	onbekend	onbekend
	wk 2	0.04	21.2	25		onbekend	onbekend
	slk	0.04	14.7	38		onbekend	onbekend
Scheepmakerij 36 eengezinswoning mechanische ventilatie	wk	0.06	19.1	28	29,0	onbekend	onbekend
	slk	0.02	16.7	33		onbekend	onbekend
						onbekend	onbekend
Wilhelminaveld 32 gestapelde woning natuurlijke ventilatie	wk/kk	X	X	X	X	onbekend	onbekend
	slk 1	X	X	X		onbekend	onbekend
	slk2	X	X	X		onbekend	onbekend

comfort is momentaan gemeten

X = niet gemeten

Waar niet is gemeten was het buitengeluid ten opzichte van
het te meten geluid van de ventilatievoorziening te hoog

Meetapparatuur: CO₂ analyzer Leybold Bin 1.1
Sampler meerkanaals Bruel & Kjaer 1303
A/D converter Acro 400