

165

**instituut voor milieuhygiene
en gezondheidstechniek**

organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk
onderzoek

HET VENTILATIE- EN LUCHTGEDRAG IN RELATIEF
GOED GETSOLEERDE NIEUWBOUWWONINGEN;
MOTIEVEN EN CONSEQUENTIES VOOR HET ENERGIE-
VERBRUIK

Drs. J.E.F. van Dongen

IMG-TNO, publ. nr. 906, rapport 085

IMG-TNO

HET VENTILATIE- EN LUCHTGEDRAG IN RELATIEF
GOED GETSOLEERDE NIEUWBOUWWONINGEN;
MOTIEVEN EN CONSEQUENTIES VOOR HET ENERGIE-
VERBRUIK

Drs. J.E.F. van Dongen

IMG-TNO, publ. nr. 906, rapport D85
Delft, april 1984

IMG-TNO

postbus 214
2600 AE delft

bezoekadres
schoemakerstraat 97
delft

telefoon 015 - 56 93 30

BIJDRAGE AAN DE MILIEU- EN ENERGIESESSIE
VAN DE SOCIOLOGENDAGEN 1984 OP DE VRIJE
UNIVERSITEIT TE AMSTERDAM,
d.d. 25 en 26 APRIL.



„Voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever met betrekking tot dit rapport wordt verwezen naar de 'Algemene Voorwaarden voor onderzoeks- en ontwikkelingsopdrachten aan TNO, 1979', zoals gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage en bij de Kamers van Koophandel en Fabrieken.”

„© jaar van uitgave rapport TNO, 's-Gravenhage.
Onverminderd de rechten van de opdrachtgever mag niets uit deze uitgave worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotocopie, microfilm of welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.”

SAMENVATTING

Dit rapport is een verslag van een case study van het raamgebruik en het ventilatiegedrag in relatief goed geïsoleerde nieuwbouwwoningen in Oosterhout.

De onderzoeksgegevens zijn voornamelijk verkregen uit logboeken die 36 bewoners gedurende 14 dagen hebben ingevuld. Deze logboeken bevatten onder meer informatie per uur over het gebruik van de ventilatieroosters en ramen en het gebruik van radiatoren en de huiskamerthermostaat. Ook zijn gegevens voorhanden over de weersomstandigheden, de temperaturen binnenshuis en het energieverbruik.

Enkele resultaten van het onderzoek zijn dat een raam op de slaapverdieping, gemiddeld vier uur per etmaal openstaat. In slaapkamers die worden gebruikt om te slapen is dit zes uur het geval. In de woonkamer staan één of beide ventilatieroosters gemiddeld ongeveer 3,5 uur per etmaal open.

Het raamgebruik en het ventilatiegedrag blijkt onder andere te worden beïnvloed door bouw- en verwarmingstechnische factoren, wensen met betrekking tot het binnenklimaat (het kledingsgedrag) en windsnelheid en windrichting. Er is geen verband gevonden tussen de tijdsduur waarin ramen openstaan en het gasverbruik.

De informatie uit de logboeken en de beantwoording van mondelinge enquêtes wijzen op stabiele dagelijkse gedragspatronen die de respondenten op een betrouwbare wijze lijken aan te kunnen geven.

INHOUD

Blz.

SAMENVATTING

1.	INLEIDING	1
1.1.	Case studies	1
1.2.	Methode van onderzoek	1
1.3.	De case study Oosterhout	2
1.3.1.	Kenmerken van de woningen	3
1.3.2.	Kenmerken van de bewoners	3
2.	RESULTATEN	6
2.1.	Patronen in de logboeken	6
2.2.	Consistentie in gedrag en beantwoording van vragen	6
2.3.	Wensen met betrekking tot het binnenklimaat	9
2.4.	Het raamgebruik in de slaapkamers en de badkamer	10
2.4.1.	Condensvorming	14
2.5.	Het gebruik van de ramen en ventilatieroosters in de woonkamer	15
2.6.	Factoren die het bewonersgedrag beïnvloeden	16
2.6.1.	De weersomstandigheden	16
2.6.2.	"Sociologische" factoren	19
2.7.	Het energieverbruik	20
3.	RESUMEREND	22
4.	LITERATUUR	23

HET VENTILATIE- EN LUCHTGEDRAG IN RELATIEF GOED GETSOLEERDE NIEUW- BOUWWONINGEN; MOTIEVEN EN CONSEQUENTIES VOOR HET ENERGIEVERBRUIK

1. INLEIDING

1.1. Case studies

Om inzicht te krijgen in het functioneren en het energieverbruik van nieuwe verwarmingsinstallaties die toegepast zijn in nieuwbouwwoningen zijn in een tweetal case studies, verricht in opdracht van het Projectbureau Energieonderzoek (PBE), de mening en het gedrag van de bewoners met betrekking tot het verwarmen, luchten en ventileren nagegaan. Luchten is het gedurende enige tijd openzetten van ramen en/of deuren; onder ventileren wordt een min of meer continue verversing van de binnenlucht door roosters of klepraampjes verstaan.

De onderzoeken hebben plaatsgevonden in 50 eengezinswoningen in Almere waarvan er 16 zijn voorzien van een luchtverwarmings- en ventilatiesysteem en in 57 eengezinswoningen in Oosterhout, die deels zijn voorzien van zogenaamde hoogrendement-CV-ketels. Met een warmteverlies van de schil van 150-160 watt per kelvin* en een luchtvolumeuitwisseling van 150 m³ per uur als alle ramen en ventilatieroosters gesloten zijn, zijn deze woningen volgens Nederlandse maatstaven redelijk goed geïsoleerd.

1.2. Methode van onderzoek

In Almere zijn de bewoners driemaal uitgebreid ondervraagd (eenmaal in het najaar van 1981 en tweemaal in de winter van 1983; inmiddels heeft afgelopen maart in de met lucht verwarmde woningen een vierde enquête plaats gehad). In Oosterhout zijn in de winter van 1983 57 bewoners eerst uitgebreid geïnterviewd.

* Hieronder wordt de hoeveelheid warmte verstaan die nodig is om de binnentemperatuur 1° C te doen stijgen. In woningen die 10 jaar geleden werden gebouwd is het warmteverlies over het algemeen zo'n 100 W/K hoger.

Daarbij is hun gevraagd gedurende 14 dagen een voorgestructureerd logboek in te vullen. 41 Respondenten waren hiertoe bereid en 36 van deze logboeken bleken bruikbaar.

De logboeken bevatten per uur informatie over de aanwezigheid van iemand thuis, de stand van de huiskamerthermostaat, het gebruik van de ventilatieroosters en de ramen in de verschillende vertrekken, de deuren binnenshuis en het gebruik van radiatoren.

1.3. De case study Oosterhout

Vooraf het onderzoek dat verricht is in Oosterhout zal hier worden behandeld, omdat de hier toegepaste onderzoeksmethode de meest gedetailleerde informatie heeft opgeleverd.

(De resultaten van het onderzoek in Almere zijn verwoord in [1]). De ingevulde logboeken vormen de voornaamste basis van het onderzoek, aangevuld met gegevens uit de mondelinge enquête.

Het centrale thema van onderzoek is het ventilatie- en luchtgedrag van de bewoners. Factoren die hierbij een rol spelen, zoals het stookgedrag, zullen aan de orde komen en in het bijzonder wordt het raamgebruik gerelateerd aan weersomstandigheden. Tenslotte zal nog enige aandacht worden besteed aan de consequenties voor het energieverbruik.

Hoewel het aantal woningen waarop dit onderzoek is gebaseerd niet groot is ($n=36$) zijn er geen aanwijzingen dat het gedrag van de bewoners van deze woningen duidelijk afwijkt van het gedrag in andere vergelijkbare eengezinswoningen in Nederland. Zo blijken een aantal basisbevindingen goed in overeenstemming te zijn met resultaten van het onderzoek in Almere, een landelijke survey die is verricht door de Nationale Woningraad [2] en met onderzoeken in Vlaardingen (Holy-Noord) en Gouda [3]. Een vrije hoge consistentie, aangetroffen in de antwoorden die bij de verschillende gelegenheden zijn gegeven, duidt tevens (zoals we nog zullen zien) op stabiele gedragspatronen, die de respondenten op een betrouwbare wijze blijken aan te kunnen geven.

1.3.1. Kenmerken van de woningen

Alle woningen in Oosterhout zijn identiek. Figuur 1 laat ze zien en figuur 2 geeft de plattegrond en de positie van de beweegbare ramen en ventilatieroosters aan.

Er is sprake van een afzonderlijke keukenruimte. Op de eerste verdieping bevinden zich drie slaapkamers en een badkamer. De buitenmuren zijn met behulp van isolatiemateriaal in de spouw geïsoleerd en alle ramen zijn voorzien van dubbele beglazing. De CV-boilerinstallatie bevindt zich op zolder. Een mechanisch ventilatiesysteem ontbreekt. Het is van belang te weten dat de aan- en afvoerleidingen van de radiatoren in de woonkamer (deels horizontaal) door de slaapkamers 1 en 3 lopen.

De vloer van de eerste verdieping is thermisch slecht isolerend. Eveneens is de constatering van belang dat in de meeste woningen sprake is van hinder van tocht in de erker in de woonkamer.

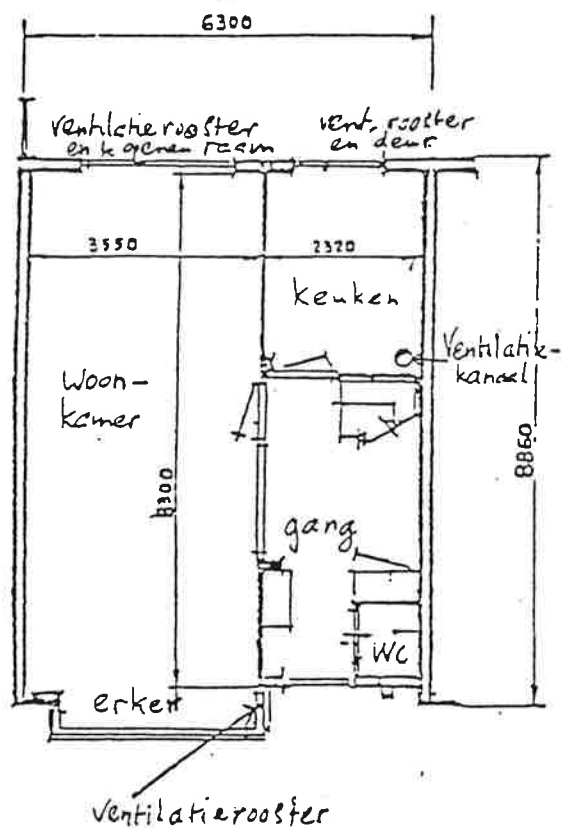
De 36 onderzochte woningen worden op basis van hun oriëntering onderscheiden in vier clusters. Negen woningen zijn oost-west georiënteerd (d.w.z. met de voordeur aan de oostzijde), elf woningen noord-zuid, twaalf woningen west-oost en vier woningen zuid-noord.

1.3.2. Kenmerken van de bewoners

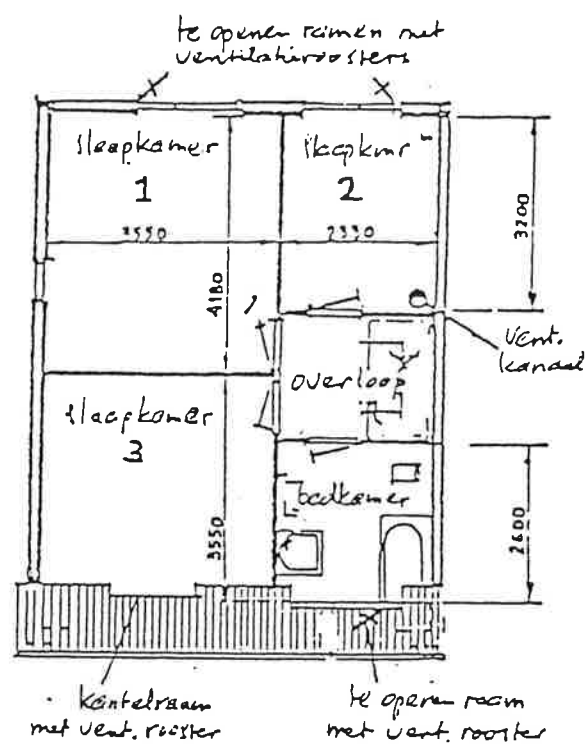
Demografische kenmerken van de bewoners zijn de volgende: Het gemiddelde aantal personen per woning is 2,9. Elf huishoudens bestaan uit twee personen, vijftien uit drie personen en tien uit vier of meer personen. In twaalf huishoudens is sprake van kinderen die jonger zijn dan vijf jaar, in zes huishoudens is een of meer van de bewoners ouder dan 50 jaar. Op vijf adressen is op werkdagen tussen 9 en 12 gewoonlijk niemand thuis. Geen grote demografische verschillen zijn geconstateerd tussen de clusters. En ten slotte: als respondenten zijn diegenen gekozen die het meeste thuis zijn.



Figuur 1. De woningen in Oosterhout



Begane grond



Eerste verdieping

Figuur 2. Plattegronden

2. RESULTATEN

2.1. Patronen in de logboeken

Zoals reeds is vermeld vormen de logboeken de hoofdbron van informatie voor deze studie.

Figuur 3 (blz. 7) laat de wijze zien waarop op een willekeurige dag door een van de respondenten zo'n logboek is ingevuld.

Door het trekken van een lijn wordt aangegeven wanneer het gedurende een bepaalde periode van de dag van toepassing is. Over de periode waarin de logboeken zijn ingevuld, van 38 januari t/m 10 februari 1983, zijn ook de weersomstandigheden geregistreerd.

De buitentemperatuur varieerde in deze periode van + 9° C tot - 3° C gemiddeld over een etmaal; er waren dagen met zeer hoge windsnelheden, maar ook met weinig wind. Op een aantal dagen was sprake van regen en de windrichting veranderde in de loop van de onderzochte periode van overwegend westelijk naar noordoostelijke richting.

Als illustratie zijn in figuur 4 (blz. 8), per cluster gesommeerd, de tijdsperioden waarin het raam in de hoofdslaapkamer (kamer 1) is geopend zichtbaar gemaakt voor drie dagen met een verschillend weertype. Ondanks de kleine aantallen tekenen zich duidelijke patronen af die nog nader zullen worden gekwantificeerd. We zien bijvoorbeeld op 28 januari, bij een zeer harde westenwind, dat in de oost-westcluster de ramen van slaapkamers die op het westen zijn georiënteerd minder en korter geopend zijn dan in de andere clusters. 4 Februari, kan worden beschouwd als een typische "luchtdag". 10 Februari biedt bij rustig en bewolkt vriezend weer (- 3° C) weer een ander beeld.

2.2. Consistentie in gedrag en beantwoording van vragen

Ofschoon het raamgebruik dus per dag kan verschillen, blijkt dat gedurende de veertien dagen waarin de dagboeken zijn ingevuld het "luchtgedrag" van de afzonderlijke respondenten over het algemeen stabiele patronen vertoont.

Sluytershof

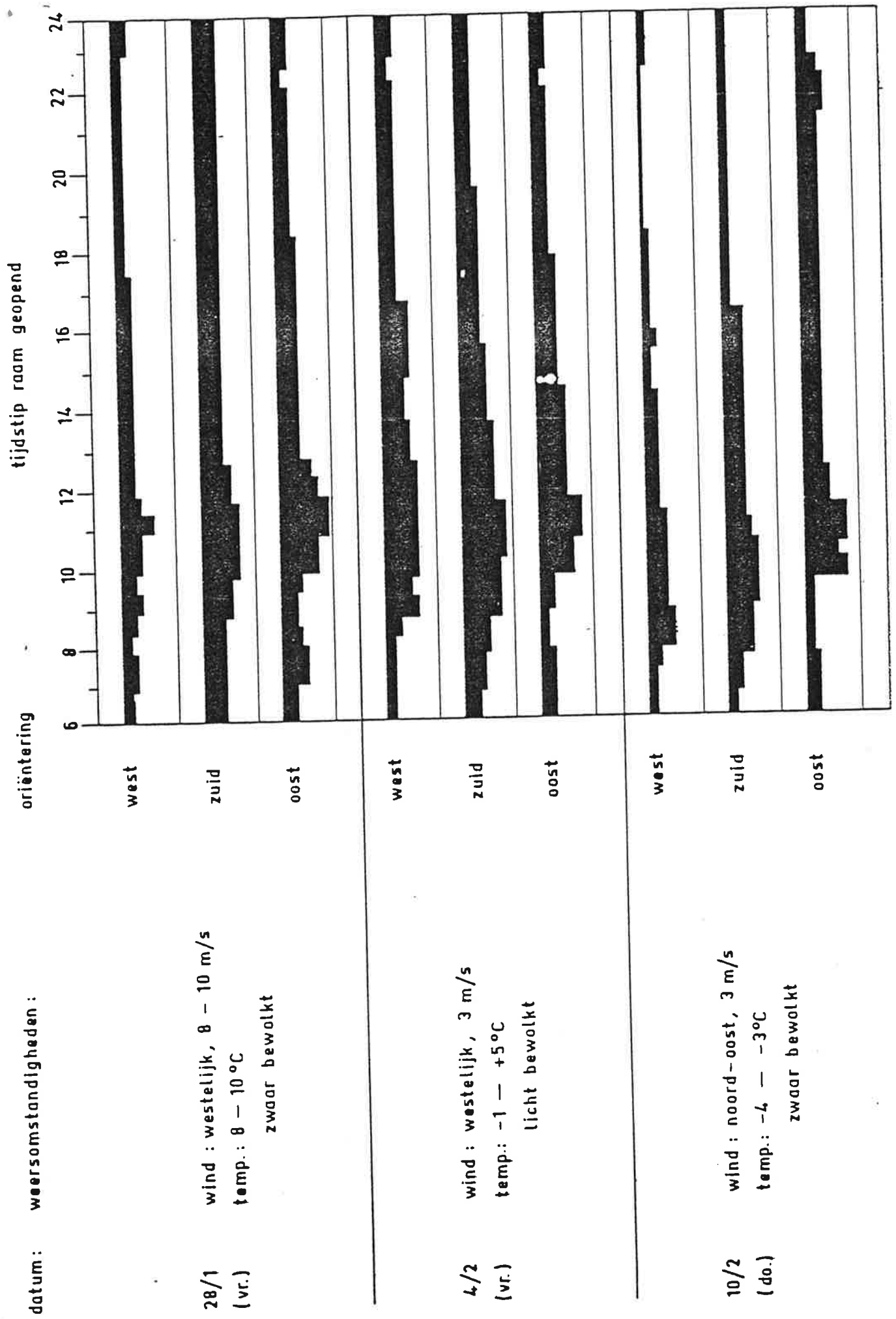
NN

Betreft de datum:

2-2-1983

[illegible]

Figuur 4. Het raamgebruik in de hoofdslaapkamer op drie verschillende dagen



Met betrekking tot de gebruiksduur van de vier ramen op de eerste verdieping is de standaarddeviatie bij 70% van de respondentie minder dan 2 uur per etmaal en bij 30% van de respondenten minder dan 1 uur. Een andere aanwijzing voor de consistentie in de dagelijkse routine van "de huisvrouw" is de bevinding dat met een toegestane fout van één schaalcategorie (op een zespuntsschaal) over het geheel genomen de resultaten uit de logboeken eveneens bij 70% van de respondenten overeenkomen met de antwoorden die gegeven zijn in de bij mondelinge enquêtes die voorafgaand aan het invullen van de logboeken zijn afgenomen en betrekking hebben op de "doorsnee" wintersituatie.

Ten aanzien van ramen die zijn georiënteerd op het oosten en het noorden was dit percentage 85%, voor ramen georiënteerd op het westen geldt dit bij 70% van de respondenten en voor de ramen georiënteerd op het zuiden bij (slechts) 50%.

Waar de beantwoording van de enquête verschilt van de registratie in het logboek blijkt meestal sprake te zijn van een onderschatting van het raamgebruik (tot gemiddeld 5 uur per etmaal in de op het zuiden georiënteerde slaapkamers). Ook werden ramen geopend die volgens de enquête doorgaans niet worden geopend.

Een andere reden dan het lage aantal respondenten kan ter verklaring van dit verschil niet worden gegeven.

Wel kan worden geconstateerd dat de windrichting tijdens een deel van de logboekperiode meer noordelijk was dan in de daaraan voorafgaande winterperiode het geval was.

2.3. Wensen met betrekking tot het binnenklimaat

Alvorens het raamgebruik en het ventilatiegedrag nader te behandelen, dient eerst ingegaan te worden op het gewenste en feitelijke binnenklimaat in de woningen.

Uit de mondelinge enquêtes blijkt dat gemiddeld over alle respondenten de gewenste temperatuur van de huiskamer $19,5^{\circ}\text{C}$ bedraagt.

In slechts 4 van de 36 woningen werd een slaapkamertemperatuur wenselijk geacht die hoger is dan 17°C . (Een zelfde beeld is aangetroffen in Almere [1] en in Vlaardingen [3]).

Opmerkelijk hierbij is dat 40% van de respondenten geen antwoord in termen van graden konden geven en slechts sprak over "fris",

"koel" of zelfs "als buitentemperatuur".

In de woningen zijn gedurende een dertigtal dagen, waarbinnen de 14-daagse dagboekperiode viel, binnentemperaturen gemeten. Deze gemeten temperaturen zijn gemiddeld over een etmaal: $17,5^{\circ}\text{C}$ in de woonkamer, 17°C in de slaapkamers en 18°C in de badkamer. Uit de dagboeken is gebleken dat de huiskamerthermostaat gemiddeld 12 uur per etmaal een stand had van 16°C of meer (bij alle respondenten stond 's nachts de thermostaat $< 16^{\circ}\text{C}$ en veelal was dit ook het geval gedurende een deel van de ochtend en de middag). Geen verschillen zijn gevonden tussen de onderscheiden clusters woningen. Rond 70% van de respondenten heeft de radiator in alle slaapkamers meestal dicht staan (ook hier is sprake van een sterke overeenkomst met [1] en [3]). In de slaapkamers werd gemiddeld 1,3 uur per dag (11% van de tijd waarin de huiskamer thermostaat $\geq 16^{\circ}\text{C}$) gebruik gemaakt van de radiator, in de badkamer is dit gemiddeld 6,3 uur per dag het geval. Ter herinnering: de CV-leidingen lopen via slaapkamers naar de woonkamer. Ze stralen zoveel warmte af dat, zonder dat de radiatoren worden gebruikt, de temperatuur in de slaapkamers, zoals we hebben gezien tegen de zin van de meeste respondenten, bijna zo hoog is als in de woonkamer.

Wetende dat in de slaapkamers gemiddeld over alle respondenten nog geen 10 minuten per dag bij een warme radiator het raam openstaat (in de badkamer is dit 20 minuten het geval), kan worden gesteld dat het "luchtgedrag" veeleer lijkt samen te hangen met bouwtechnische of installatietechnische kenmerken van de woning dan met een irrationeel "verspillend" bewonersgedrag. Een bevinding uit [3] dat rond 10% van de respondenten het raam (op een kiertje) geopend heeft terwijl de radiator open is lijkt dit te bevestigen.

2.4. Het raamgebruik in de slaapkamers en de badkamer

Hoe is nu het feitelijk gebruik van de ramen en de ventilatieroosters, te beginnen in de slaapkamers?

In praktisch alle slaapkamers ($> 90\%$) worden de ramen weleens geopend (In [3] is sprake van 50-70%; aanzienlijk minder dus,

maar de vraagstelling was anders).

Gemiddeld over alle woningen blijkt er op de eerste verdieping in totaal ongeveer 16 uur per etmaal een raam open te staan, ofwel gemiddeld 4 uur per aanwezig raam.

In tabel 1 is per oriëntatie en over het totaal de gemiddelde tijdsduur per dag aangegeven waarin volgens de informatie uit de logboeken in de slaapkamers die gebruikt worden om te slapen de ramen geopend zijn geweest.

Tabel 1. Tijdsduur van openstaan van de slaapkamerramen.
(in percentages, met tussen haakjes aantallen)

uren	% van et- geopend maal open	west (n=24)	zuid (n=15)	oost (n=19)	noord (n=12)	totaal (n=70)
< 0,5	0-2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	25 (3)	4 (3)
0,5-1	2-4	13 (3)	13 (2)	11 (2)	0 (0)	10 (7)
1-2	4-8	20 (5)	27 (4)	21 (4)	0 (0)	19 (13)
2-4	8-17	33 (8)	27 (4)	21 (4)	33 (4)	29 (20)
4-8	17-33	13 (3)	7 (1)	26 (5)	25 (3)	17 (12)
> 8	> 33	20 (5)	27 (4)	21 (4)	17 (2)	21 (15)
gemiddelde tijd geopend		21 % (= 5 uur)	35 % (8,5 uur)	24 % (=5,8uur)	21 % (=5 uur)	25 % (=6 uur)

Geconstateerd kan worden dat, hoewel alle kamers ook zijn voorzien van ventilatieroosters, in 95% van slaapkamers die gebruik worden om te slapen het raam minstens een half uur per dag openstaat.

In bijna 70% van deze slaapkamers staan de ramen meer dan 2 uur per dag open. De piekuren zijn over het algemeen 's ochtend tussen 9 en 12 uur, zoals we ook al hebben kunnen zien in figuur 4.

In 50% van de woningen slapen "de ouders" bij voorkeur met een open raam (hetgeen 65% zou zijn geweest als er in de west-oost cluster geen problemen zouden zijn geweest met het verkeerslawaaï van een autosnelweg).

Gedurende de dagboekperiode echter stond het raam in de "ouder-slaapkamer" doorgaans open bij 25% van de 36 repondenten (een percentage dat overeenkomt met dat uit [1] en [3]).

Bij slechts drie van de 38 kinderen (= 8%) is dit het geval.

Het verkeerslawaaï dat volgens uitspraken in de mondelinge enquête het raamgebruik in zes woningen in de west-oostcluster lijkt te beïnvloeden is er debet aan dat de op het oosten georiënteerde ramen nauwelijks langer openstaan dan de ramen op het westen en het noorden.

De ramen die in de noord-zuidcluster op het zuiden zijn georiënteerd zijn het langst geopend, maar uit de enquête weten we dat ze meer op een kiertje staan: in 67% van de woningen is dit het geval, tegenover in 12% van de woningen in de andere clusters (in het logboek kan alleen worden genoteerd wanneer de ramen openstaan, niet hoe ver).

Tabel 2 geeft de informatie weer die uit de mondeling enquête verkregen is over hoever de ramen zijn geopend. Eveneens is, ter vergelijking, aangegeven hoe dit in de met radiatoren verwarmde woningen in Almere het geval is geweest. En wanneer men de totaal-kolom betreffende Oosterhout vergelijkt met die in tabel 1, dan is het hiervoor vermelde verschil tussen de uitkomsten van de enquête en de dagboeken zichtbaar.

We zien in tabel 2 dat de spreiding over alle varianten groot is.

Tabel 2. Tijdsduur en mate waarin de slaapkamerramen zijn geopend (in percentages en tussen haakjes aantallen).

uren geopend	op een kiertje	gematigd ver	tamelijk ver	ver	totaal Oosterhout	totaal Almere
< 0,5	30 (3)	50 (5)	20 (2)	0 (0)	14 (10)	} 19 (18)
0,5-1	1 (1)	19 (3)	55 (6)	9 (1)	16 (11)	
1-2	17 (1)	19 (3)	14 (2)	18 (2)	11 (8)	17 (16)
2-4	7 (1)	14 (2)	14 (2)	64 (9)	20 (14)	15 (14)
4-8	17 (2)	17 (2)	58 (7)	8 (1)	17 (12)	16 (15)
> 8	47 (7)	20 (3)	27 (4)	7 (1)	21 (15)	33 (32)
Totaal Ooster- hout	21 (15)	26 (18)	33 (23)	20 (14)	n=70	
Totaal Almere	41 (39)	 	38 (36)	21 (20)		n=95

Een berekening van de luchtuitwisseling per uur door de ramen wijst uit dat deze luchtuitwisseling bij een windsnelheid van 3 m/s 10 m³ per uur bedraagt wanneer het raam op een kiertje staat, ongeveer 100 m³ per uur bij een raam dat gematigd ver geopend is, ongeveer 200 m³ per uur bij een vrij ver openstaand raam en ongeveer 300 m³ per uur bij een ver openstaand raam (bij een windsnelheid van 9 m/s is de luchtuitwisseling zo'n 40 - 100 m³ per uur hoger) [4].

Uit het totaal aantal respondenten dat zich in de rechteronderhelft van de matrix bevindt en de reeds vermelde onderschatting van het gebruik van de ramen in de beantwoording van de mondeling enquête, kan worden afgeleid dat de luchtuitwisseling in ten minste 31 slaapkamers die worden gebruikt om te slapen (= 45%) meer dan 300 m³ per uur bedraagt.

Hoe groot deze hoeveelheid lucht is moge blijken uit het feit dat in het Nederlandse normvoorschrift NEN 1087 voor de woonkamer een

volumestroom van minimaal 75 m³ per uur geldt, ofwel van ongeveer 25 m³ per uur per persoon.

Uit de logboeken is verder gebleken dat het raam van de "ouder-slaapkamer" gemiddeld 1,7-maal zolang geopend is als dat van de andere (kinder)slaapkamers: 33% van de dag (= 8 uur) tegenover 19% (=4,5 uur).

Slaapkamers die niet worden gebruikt om te slapen werden in de dagboekperiode gemiddeld ongeveer 2 uur per dag gelucht via het raam.

2.4.1. Condensvorming

Waar in de slaapkamers problemen met condensvorming op de ramen zijn gesignaleerd, bij 19 respondenten is dit het geval, stonden deze ramen minder lang open dan gemiddeld en wel 2,7 uur per etmaal.

De gemiddelde etmaaltemperatuur op deze kamer was 14,5 °C, dus duidelijk lager dan de gemiddeld over het totaal gemeten slaapkamertemperatuur.

Het gebruik van de ventilatieroosters lijkt geen effect te hebben op de mate van condensvorming. Gebleken is dat de ventilatieroosters in de slaapkamer over het geheel genomen in 30% van de woningen altijd zijn geopend, 40% gebruikt ze gevarieerd en 30% heeft ze altijd dicht. (In [3] zijn ze in ongeveer 25% van de woningen meestal geopend; in Almere is het in de met radiatoren verwarmde woningen bijna bij iedereen het geval).

Het badkamerraam staat gemiddeld over alle woningen ongeveer 2 uur per dag open, terwijl het ventilatierooster in 50% van de woningen altijd en in 25% van de woningen nooit geopend is. Problemen met condensvorming op het raam komen voor in tien badkamers, naar verhouding vooral georiënteerd op het noorden. Problemen met vocht op de muur in de badkamer zijn aangetroffen in drie woningen. In geen van deze woningen werd de badkamer langer dan een half uur per dag gelucht bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 16,8 °C.

2.5 Het gebruik van de ramen en de ventilatieroosters in de woonkamer

In de woonkamer is (aan de achterzijde) één raam dat kan worden geopend. Hier blijkt relatief weinig gebruik van te worden gemaakt. Gemiddeld over alle woningen is dit per etmaal nog geen 20 minuten het geval.

Bij drie respondenten (= 8%) staat dit raam gemiddeld over de 14 dagen die zijn onderzocht iets meer dan een uur per dag open. Bij 19 (= 53%) van de respondenten is het geen enkele keer open geweest. (In [3] wordt een aanzienlijk hoger percentage genoemd: 90%; Dit wordt toegeschreven aan de aanwezige mechanische ventilatie).

Er is reeds gewezen op het feit dat in Oosterhout sprake is van een aparte keukenruimte, terwijl in de woningen die betrokken zijn in het onderzoek in Almere sprake is van een open keuken. Ofschoon dit ook in [3] het geval is biedt dit wellicht een verklaring voor het grote verschil in raamgebruik tussen "Oosterhout" en "Almere", waar volgens 40% van de respondenten langer dan een uur per dag een raam (of de tuindeur) openstaat. (In de landelijke survey [2] is sprake van 41% respondenten die de woonkamer langer dan een uur luchten via een raam).

Misschien is de algemene klacht van tocht bij de erker hier ook van invloed.

In de woonkamer van de woningen in Oosterhout bevindt zich zowel aan de voorzijde (in de erker) als aan de achterzijde een ventilatierooster.

In ongeveer 20% van de woningen blijken beide altijd dicht te zijn, in 35% van de woningen is er ten minste één altijd geopend. (Uit [2] blijkt dat landelijk gezien sprake is van 36% respondenten die een (of meer) ventilatieroosters altijd geopend hebben, 34% zegt ze altijd dicht te hebben).

Over het geheel genomen zijn de roosters op de west- en de oostgevels ongeveer 3,5 uur per dag open, op de zuidgevel 1,5 uur per dag en op de noordgevel ongeveer 5 uur per dag.

Condensatie op het grote erkerraam is een reden dat juist aan de noordzijde het ventilatierooster langer open staat. Ook hier

zien we dat waar condensatieproblemen optreden de gemiddelde binnentemperatuur (16°C per etmaal) lager is dan gemiddeld over het totaal het geval is.

Het blijkt dat de woonkamers ook worden geventileerd met behulp van de kamerdeur. 44% van de respondenten heeft in de dagboekperiode de huiskamerdeur $> 6,5$ uur per dag openstaan. (In [3] is in Gouda sprake van 40% "makkelijke" deurgebruikers!).

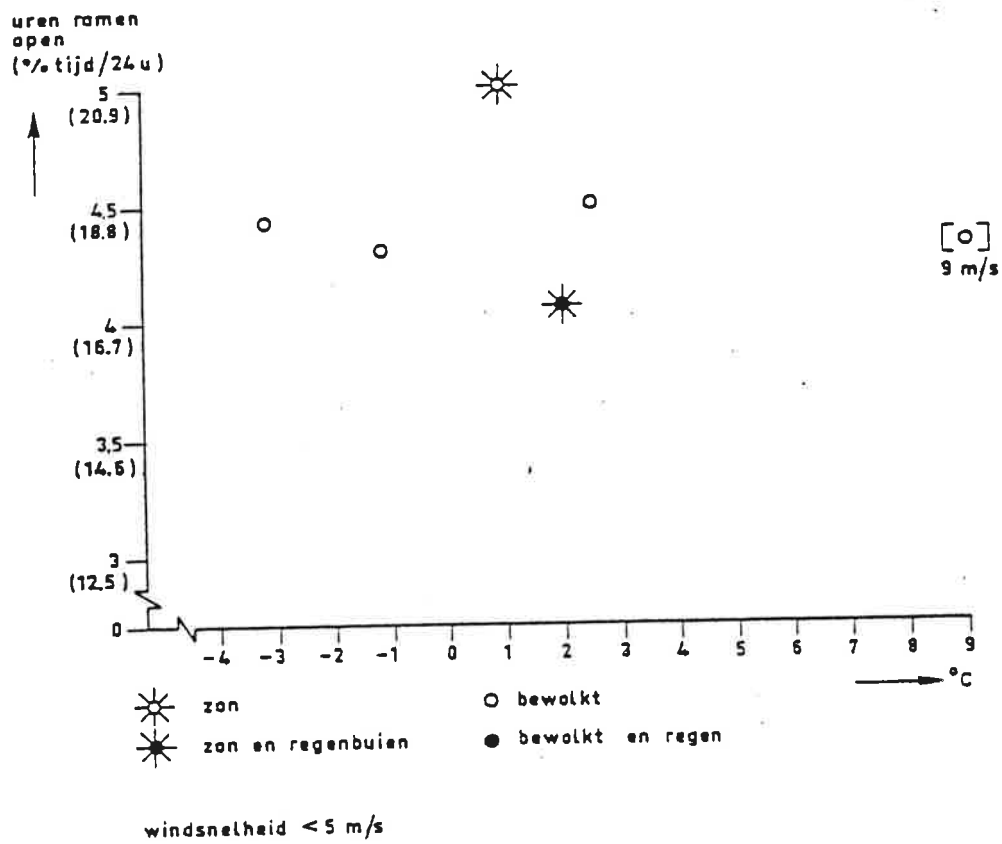
Behalve in de noord-zuidcluster staat deze gemiddeld 5,5 per dag open. In de noord-zuid cluster, waar het ventilatierooster langer open stond is dit echter 2,5 uur het geval.

2.6 Factoren die het bewonersgedrag beïnvloeden

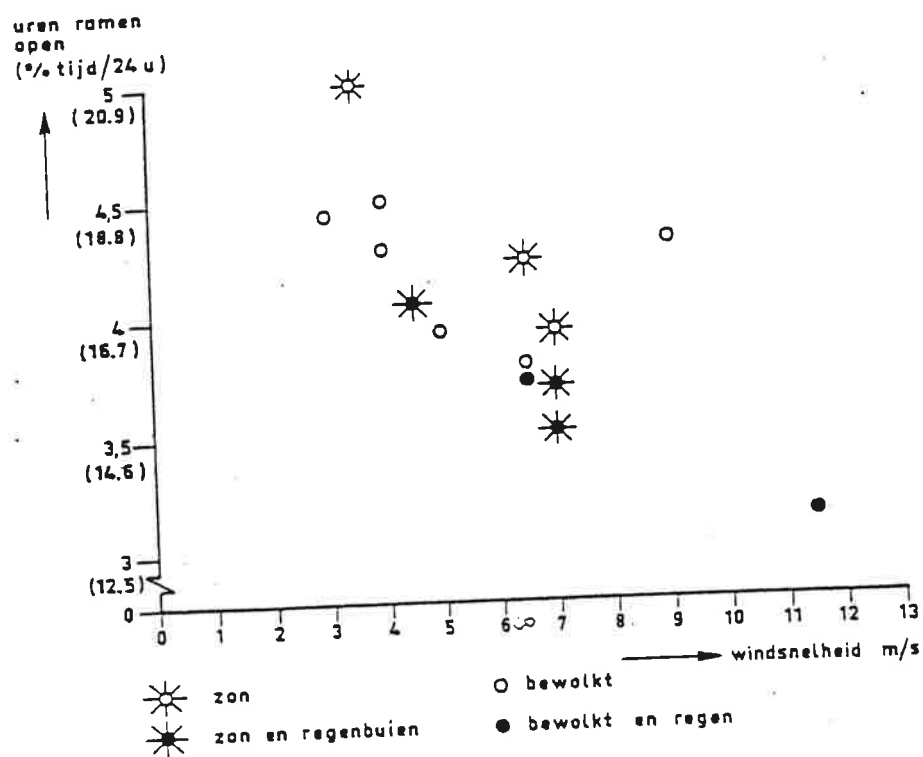
Zijn in het voorafgaande reeds factoren genoemd die het raamgebruik en het ventilatiegedrag blijken te beïnvloeden (binnenklimaatwensen, bouwkundige en installatietechnische zaken, verkeerslawaai, het gebruik van de slaapkamers), een belangrijke factor die hierna aan de orde komt is het weer.

2.6.1. De weersomstandigheden

De tijdsduur waarin de ramen op de eerste verdieping zijn geopend, beschouwd als een gemiddelde over de vier ramen waar het hierom gaat, is gerelateerd aan de gemiddelde buitentemperatuur (over 24 uur): zie figuur 5. Ook is deze tijdsduur gerelateerd aan de gemiddelde windsnelheid: zie figuur 6.



Figuur 5. Buitentemperatuur en het gebruik van de ramen



Figuur 6. Windsnelheid en het gebruik van de ramen

Er blijkt geen verband te zijn tussen de buitentemperatuur en de tijdsduur waarin de ramen openstaan.

Hoewel het vanwege de kleine aantallen slechts een indicatie kan zijn, lijkt er wel een samenhang te bestaan tussen de tijdsduur van openstaan en de windsnelheid. Tevens lijkt regenval in negatieve en zonneschijn in positieve zin van invloed te zijn. Ruwweg, en de richting van de wind nog buiten beschouwing gelaten, kan worden gesteld dat bij een lage windsnelheid (< 5 m/s) elk van de vier ramen één uur langer (of één raam vier uur langer) openstaat dan in situaties met een hoge windsnelheid.

Vanwege het reeds genoemde effect van het verkeerslawaaï op het gebruik van een deel van de ramen die zijn georiënteerd op het oosten, is een nauwkeurige vaststelling van de invloed van de windrichting op het raamgebruik niet mogelijk. Dat deze invloed bestaat is evenwel zeer waarschijnlijk. Een aanwijzing hiervan is de bevinding, gedaan in de oost-westcluster, dat als ramen gunstig ten opzichte van de windval scharnieren ze een uur langer openstaan.

Een systematisch verband tussen het gebruik van de ventilatieroosters en specifieke weersomstandigheden is nauwelijks aangetroffen. Alleen wat betreft de roosters in de woonkamer bestaat er een aanwijzing dat de roosters bij droog weer en weinig wind langer openstaan als de buitentemperatuur hoger is: gemiddeld ongeveer 3,5 uur bij $- 3^{\circ}\text{C}$ en ongeveer 4,5 uur bij $+ 2^{\circ}\text{C}$.

2.6.2. "Sociologische" factoren

Uiteraard is in het onderzoek dat hier wordt besproken ook nagegaan of er "sociaal-psychologische" of "demografische" factoren een rol spelen bij het raamgebruik en het ventilatiegedrag.

Over het algemeen is evenwel weinig invloed van deze factoren aangetroffen, hetgeen waarschijnlijk niet alleen te wijten is aan het relatief kleine aantal respondenten dat is beschouwd.

Wat wel gevonden is, is dat rokers de woonkamer tweemaal zolang ventileren als niet-rokers: gemiddels 4,8 uur per dag tegenover 2,4 uur per dag.

Voorts neigen de ventilatieroosters in de woonkamer op zondag korter geopend te zijn dan op doordeweekse dagen.

Degenen, die dunne kleding wensen te dragen en dit ook doen (dit is het geval in 34% van de woningen in Oosterhout - in Almere is dit percentage 20%) houden op de eerste verdieping de ramen gemiddeld korter open: bijna 2,9 uur, tegenover 4,4 uur per raam.

Zwak, maar plausibel, is de aanwijzing dat in kinderslaapkamers waar babies of kleuters slapen minder wordt gelucht of geventileerd (angst voor tocht; de slaapkamerdeur staat doorgaans open om ze te kunnen horen).

Opvallend is de bevinding dat degenen die meer luchten dan gemiddeld significant vaker de gestelde vraag of hun moeder het op dezelfde wijze deed, ontkennend beantwoordden.

Antwoorden gegeven op attitudevragen over het energieverbruik blijken niet te correleren met het lucht- en ventilatiegedrag.

2.7. Het energieverbruik

Tenslotte zijn hier nog een aantal bevindingen vermeld, die betrekking hebben op het energieverbruik.

Helaas is in Oosterhout het stookgasverbruik over de beschouwde veertiendaagse dagboekperiode niet exact vastgesteld. Wel is van 28 van de 36 woningen het verbruik bekend over een periode van een dertigtal dagen, waarvan deze veertien dagen deel uitmaakten.

Gemiddeld bedroeg dit 249 m³ gas. Anders dan in veel andere onderzoeken die verricht zijn naar het energieverbruik in woningen is de spreiding rond dit gemiddelde laag te noemen met een standaarddeviatie van 50 m³. Het laagste verbruik is 122 m³ in een woning waarin zeer weinig is gestookt; de gemeten gemiddelde temperatuur in de huiskamer was slechts 11,3 °C. Dit wordt mede veroorzaakt door afwezigheid, maar bovendien is gebleken dat op de eerste verdieping de radiatoren nooit worden gebruikt. In de woning met het hoogste verbruik (346 m³) prefereert men een hoge huiskamertemperatuur (gemiddeld over een etmaal is 20,8 °C gemeten, dit is meer dan 3 °C hoger dan gemiddeld over alle woningen het geval is).

Dat de spreiding in het verbruik zo laag is hangt samen met het feit dat voordat het onderzoek begon alle verwarmingsinstallaties door dezelfde persoon op identieke wijze nauwkeurig zijn ingeregeld. Uit een IMG-TNO-rapport blijkt dat als deze inregeling niet nauwkeurig geschiedt (wat doorgaans bij oplevering van nieuwbouwwoningen in Nederland het geval is), dit kan leiden tot een meer dan 30% hoger energieverbruik, een extra energieverbruik dat dus niets met bewonersgedrag te maken heeft [5].

Na alles wat in het voorafgaande is vermeld over het ventilatie- en luchtgedrag is het wellicht verrassend te moeten constateren dat het gemeten energieverbruik alleen significant correleert met de kamertemperatuur ($r = .83$, $p = .001$) en in mindere mate met de tijdsduur waarin de thermostaat $> 15^{\circ}\text{C}$ staat ($r = .39$, $p = .021$). Dit weerspiegelt zich ook in het geprefereerde kledingspatroon binnenshuis. Degenen die dun gekleed zijn verstookten gemiddeld 306 m³ gas, degenen die binnenshuis een trui dragen gebruikten in de meetperiode van een maand gemiddeld 225 m³ gas.

De tijdsduur waarin de ramen op de eerste verdieping zijn geopend of de mate waarin de woonkamer wordt geventileerd via de roosters correleren dus niet met het energieverbruik (+ raam-energiegebruik $r = -.22$, $p = .129$). Het gesignaleerde beperkte gebruik van de radiatoren op de eerste verdieping zal hier van invloed zijn. In de woningen waar zowel minder dan gemiddeld wordt gelucht op de eerste verdieping (< 16 uur) als geventileerd in de woonkamer ($< 3,5$ uur) blijkt gemiddeld 258 m³ gas te zijn gebruikt, dus zelfs iets meer dan het gemiddelde over het totaal. (In [3] werd wel een significant verband gevonden tussen het stookgasverbruik en het lucht- en ventilatiegedrag, zij het dat de hierdoor verklaarde variantie in het verbruik slechts 8% was. In [4] is berekend dat door (slaap)kamers een half uur per dag te luchten in plaats van drie uur per dag ongeveer 225 m³ gas per stookseizoen kan worden bespaard).

Een andere opmerkelijke bevinding is dat in 9 van de 10 woningen waar de woonkamer meer dan gemiddeld wordt geventileerd, de ramen op de eerste verdieping minder lang dan gemiddeld openstaan.

Met andere woorden: mensen die de huiskamer meer ventileren, blijken op de slaapkamers de ramen minder geopend te hebben. (Het omgekeerde geldt overigens niet). Een verklaring voor dit verschijnsel is niet gevonden. Mogelijk zijn het de kleine aantallen die ons hier parten spelen.

3. RESUMEREND

Als we het voorafgaande samenvatten dan blijkt dat ramen van slaapkamers die worden gebruikt om te slapen gemiddeld 6 uur per etmaal openstaan. Bij 70% van deze kamers wordt meer dan 2 uur gelucht; ouderslaapkamers ruim anderhalf maal zo lang, als kinderslaapkamers; bij harde wind op de gevel een uur korter dan bij rustig weer.

Dit betekent dat naar schatting in bijna de helft van de slaapkamers een volumestroom van 300 m³ per uur plaatsvindt, het tienvoudige van wat voor één persoon als voldoende wordt beschouwd. Ofschoon het verleidelijk is dit raamgebruik als onnodig en energieverpillend te karakteriseren, blijkt dit in praktijksituaties zoals in Oosterhout niet het geval te zijn. Degenen die meer energie verbruiken doen dit omdat ze een hogere binnentemperatuur in de woning prefereren. Daarbij houden ze hun ramen gemiddeld korter open.

Ramen en ventilatieroosters worden ook opengezet om condensvorming, vooral op de ramen op het noorden tegen te gaan om sigarettengeur weg te krijgen en om de woningen te koelen, omdat de CV-leidingen zo onhandig door de slaapkamers lopen. Hoogst zelden staat er een raam open terwijl de radiator warmte afstraalt.

Het dagelijkse raamgebruik en ventilatiegedrag blijkt over het algemeen consistent te zijn. Ook een vergelijking van de informatie uit de dagboeken met de uitkomsten van de mondelinge enquête en met gegevens uit andere onderzoeken wijst op tamelijk stabiele dagelijkse gedragspatronen die de respondenten op een betrouwbare wijze lijken aan te kunnen geven.

4. LITERATUUR

- [1] Dongen, J.E.F. van: Bewonersonderzoek in woningen voorzien van een luchtverwarmings- en ventilatiesysteem.
IMG-TNO, rapport D 79, Delft, januari 1984.

- [2] Beek, F.M. van, P.A.J.J. Hurkmans en J.F. Smit:
Beleving en gebruik van ramen in woningen. Nationale Woningraad, Almere, september 1981.

- [3] Jong, P.P.G. de en C.P.M. Sadée: Isolatieproefproject Vlaardingen; Evaluatie van het onderzoek naar de relatie tussen warmte-isolatie, bewonersgedrag en energieverbruik voor verwarming in 157 woningen in Holy-Noord te Vlaardingen. N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten, Hoevelaken, december 1982.
De invloed van het bewonersgedrag op het stookgasverbruik in Vlaardingen is ook beschreven door:
Verhallen, Th.M.M. en W.F. van Raay: Household behaviour and energy consumption, rapport van de vakgroep Economische Psychologie, Tilburg, april 1979.

- [4] Phaff, J.C. e.a.: Ventilatie van gebouwen. Onderzoek naar de gevolgen van het openen van een raam op het binnenklimaat van een kamer. Rapport C448, IMG-TNO, Delft 1980.

- [5] Ham, Ph.J. and M. Dubbeld: Energy saving in practice resulting from the use of high-efficiency boilers and from modification of the hot water system.
IMG-TNO, publ. nr. 873, Delft 1983.