Technische evaluatie van het praktijkexperiment Haringkavel te Boskoop

Referentienummer 92-110
Dossiernummer 112325-22761
Datum maart 1993
NP

Auteur
Ing. H. Schiphouwer

Met medewerking van
G.J. Borren

Trefwoorden
- evaluatie
- luchtverwarming
- atrium
- houtskeletbouw
- energiegebruik

Het project is uitgevoerd onder contract met de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu B.V. (NOVEM)

Contractnummers: 8810983/8806 (61.23-004.30)
61240.0740
61202.1240

Samenvatting

Door het Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO (IMET), afdeling Warmte- en koudetechniek (WKT), is in opdracht van NOVEM een evaluatieonderzoek uitgevoerd met betrekking tot het praktijkexperiment voor energiezuinige woningbouw, het project Haringkavel te Boskoop. De metingen zijn in opdracht van NOVEM begeleid door het NCIV.
Dit woningbouwproject wordt gekenmerkt door de gestapelde bouw, voornamelijk uitgevoerd in houtskeletbouw, de toepassing van een glasoverkapte binnenruimte (atrium) en van individuele luchtverwarmingsinstallaties van het type Stork Air Combiduct.

Het evaluatieproject had ten doel het Haringkavelproject te toetsen ten aanzien van de volgende aspecten:
- De kwaliteit van de geleverde bouw ten aanzien van de luchtdichtheid van de woningen en de luchthoeveelheden aan de roosters;
- Het functioneren van de Combiduct-luchtverwarmingsinstallaties in de gestapelde houtskeletbouw en de te realiseren vertrektemperaturen;
- Het energiegebruik van de woningen en de gezamenlijke voorzieningen;
- Geluidsaspecten met betrekking tot de woningen, het atrium en de klimatiseringsinstallaties;
- Het functioneren van de glasoverkapte binnenruimte met zijn voorzieningen voor het reguleren van de temperatuur in deze ruimte;
- Het oordeel en gedrag van de bewoners ten aanzien van de woningen, de energiebesparende voorzieningen, de klimatisering en het gehele project in het algemeen.

Ten behoeve van het onderzoek zijn gedurende een periode van ruim twee jaar intensieve metingen verricht in een aantal woningen en aan het overdekte binnengebied. Hierbij zijn ruimte- en installatietemperaturen en instelgegevens betreffende de technische voorzieningen gemeten. Daarnaast zijn andere aspecten onderzocht:
- Testmetingen bij oplevering van het Haringkavelproject door Woon/Energie;
- Energiegebruiksberekeningen met behulp van het TCM-Heat rekenmodel door Woon/Energie.
- Onderzoek naar de luchtkwaliteit in de woningen en het binnengebied door het voormalige MT-TNO, afdeling Binnenmilieu, thans deel uitmakend van TNO-Bouw;
- Bewonersonderzoek naar de woonervaringen in Haringkavel door het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO (NIPG):

De conclusies en aanbevelingen van het evaluatieonderzoek zijn de volgende:

Woningen

1. De Combiduct-installatie in de woningen van het Haringkavel projekt blijkt over het geheel genomen goed te voldoen. De opwarmsnelheid in de woonkamer van 0,5 tot 1K per uur onder ontwerpcondities, als gevolg van het beperkte verwarmingsvermogen, is wat aan de lage kant. Aangezien de meeste bewoners slechts een geringe nachtverlaging toepassen en de afkoelsnelheid van de woningen laag is geeft het aanwarmen gewoonlijk geen problemen.

2. Het gemiddelde energiegebruik per combiduct-woning voor verwarming en ventilatie bedraagt circa 555 m^3 aardgas (inclusief waakvlam van 150 m^3/a) en circa 1100 kWh elektriciteit per jaar.
   Dit is circa 192 m^3 (25,7%) minder aardgas en 250 kWh (29,5%) meer elektriciteit dan voorspeld. Het gemiddelde gasverbruik voor de opwekking van warmtapwater bedraagt 330 m^3 per jaar (inclusief waakvlam van 150 m^3/a).

3. Een aanzienlijk deel van het totale gasverbruik per woning, circa 300 m^3 per jaar, wordt veroorzaakt door de twee waakvlammen in de Combiduct (één voor de luchtverhitters en één voor de geiser). Van de door de waakvlammen geproduceerde warmte komt circa éénderde deel zinvol aan de woning ten goede via het opwarmen van toevoerlucht. Hierdoor verbruiken de luchtverhitters zelf 100 m^3 per jaar minder. Indien de waakvlammen zouden worden vervangen door bijvoorbeeld elektrische ontsteking dan zal het totale gasverbruik met circa 200 m^3 per jaar kunnen verminderen. Dit zou een besparing op het gasverbruik opleveren van circa 22,5%.

4. De aanwezigheid van het atrium vermindert volgens de modelberekeningen het gasverbruik voor de woningverwarming gemiddeld met 190 m^3 per jaar. Dit betekent een besparing van circa 25%.

5. De luchtdichtheid van de woningschil voldoet volgens de metingen in slechts vier van de tien onderzochte gevallen aan de q_{v10}-eis van 0.030 m^3/s. Bij de metingen is de aanzienlijke lekkage van de voordeur niet meegenomen.

6. Ten aanzien van de voordeur van de woningen zijn door de bewoners veel tochtklachten gemeld. De belangrijkste maatregel om de tochtklachten te verhelpen en de luchtdichtheid van de woningen te verbeteren is het vervangen van de voordeur inclusief kozijn door een betere kwaliteit. Verwacht mag worden dat in praktisch alle woningen na deze verbetering aan de q_{v10}-eis van 0,030 m^3/s wordt voldaan.

7. In de hoogstand van de Combiduct-installatie ligt het geluidniveau in de woonkamer en keuken te hoog. Er is maximaal 41 dB(A) gemeten terwijl de eis 35dB(A) bedraagt. Het hoge geluidsniveau treedt alleen op als warmte wordt geleverd aan de woonkamerzône en in de kookstand. De bewoners hebben overigens geen klachten geuit ten aanzien van het installatiegeluid.

8. Ten aanzien van de Combiduct zijn uit de evaluatie een aantal aspecten naar voren gekomen die voor verbetering vatbaar zijn en die bij een eventuele verdere ontwikkeling van het toestel aandacht verdienen. Deze aspecten zijn:

a. Voor een ruimere toepassing van het toestel is het gewenst dat met name de woonkamerzône een hoger verwarmingsvermogen krijgt. Hierdoor zou of een grotere woning kunnen worden verwarmd of de opwarmsnelheid van de woonkamer kunnen worden vergroot;
b. Het waakvlamverbruik van de luchtverhitters en de geiser dient te worden geminimaliseerd door, indien mogelijk, het toepassen van elektrische ontsteking. Hiermee kan tot 200 m^3 op het jaarlijkse gasverbruik worden bespaard;
c. De geluidsproduktie van het toestel en installatie dient te worden teruggebracht opdat aan de geluidseisen in alle woonvertrekken wordt voldaan. In het optimale geval zou zelfs het toepassen van een open keuken met een Combiduct-installatie mogelijk moeten zijn.

Atrium

9. In het atrium kan een acceptabel thermisch binnenklimaat worden bereikt met behulp van de aanwezige voorzieningen om het klimaat te regelen. Deze voorzieningen in het atium betreffen klepramen, zonweringsdoek en omkeerbare mechanische ventilatie. De voorzieningen functioneren op de juiste wijze en kunnen in dit projekt niet worden weggelaten zonder dat de kwaliteit van het klimaat terug gaat lopen.
   Het toepassen van een zonwering aan de binnenzijde van de glaskap is alleen zinvol indien de daar vrijkomende warmte door middel van voldoende, bij voorkeur natuurlijke, ventilatie kan worden afgevoerd. De omkeerbare mechanische ventilatie is niet primair voor het klimaat in het atrium bedoeld maar is aanwezig in verband met de verzorging van toevoerlucht voor de luchtverwarmingen en vanwege brandweereisen.

10. Het elektriciteitsverbruik in het atrium en de parkeergarage bedraagt circa 25.500 kWh per jaar. Hierin hebben de verlichting van de parkeergarage met circa 17.000 kWh en de mechanische ventilatie van het atrium met circa 6.500 kWh het grootste aandeel. Het aandeel per woning in het gezamenlijke elektriciteitsverbruik bedraagt 637 kWh per jaar. Dit is hoog in relatie tot het totale elektraverbruik van de woningen.

11. Behalve als een comfortabele ruimte om de woningen te bereiken wordt het atrium door de bewoners ook hogelijk gewaardeerd voor zijn sociale functie als ontmoetings- en verblijfsruimte.

12. Vanuit de huidige ervaringen met het atrium lijkt een continue mechanische ventilatie van de kapventilatoren niet noodzakelijk.
   Aanbevolen wordt om in het komende jaar het gebruik van de mechanische ventilatie te minimaliseren. Enerzijds kan het effect van het ontbreken van mechanische ventilatie op het klimaat en de luchtkwaliteit in het atrium en de woningen worden onderzocht. Anderzijds kan worden onderzocht onder welke omstandigheden de kapventilatoren wel noodzakelijk zijn.

13. Bijzondere aandacht moet worden besteed aan het minimaliseren van het elektriciteitsverbruik in een atrium. Dit kan door in het ontwerp de toepassing van mechanische ventilatie te voorkomen door optimaal gebruik te maken van mogelijkheden voor natuurlijke ventilatie. Indien toch mechanische ventilatie wordt toegepast dient deze optimaal te worden geregeld.

Daarnaast dient het elektriciteitsverbruik van de verlichting te worden geminimaliseerd door een goede systeemkeuze en een optimaal beheer.

Bewoners

14. De bewoners van Haringkavel zijn algemeen tevreden over het functioneren van de Combiduct-installatie. Het Haringkavel in zijn geheel wordt ook positief beoordeeld. Wel zijn er een aantal klachten naar voren gekomen die hoofdzakelijk van bouwkundige aard zijn. Dit betreft voornamelijk loopgeluid van bovenburen, voordeuren die klemmen en/of waar tocht optreedt en de slechte bereikbaarheid van de woningen voor minder-validen. Door veel bewoners wordt het ontbreken van een lift als een gemis ervaren.

15. Het niet goed omgaan met de huidige moderne en vaak minder eenvoudig te bedienen woninginstallaties door de bewoner vanwege het niet begrijpen van de installatie kan alle voordelen ervan in het uiterste geval teniet doen. Een goede voorlichting van bewoners over de installatie door middel van een persoonlijke instructie en goed gemaakt aanvullend voorlichtingsmateriaal wordt ook voor andere woonprojecten aanbevolen. Goede voorlichting, afgestemd op de doelgroep, is dus essentiëel. De voor het Haringkavelprojekt ontwikkelde voorlichtingskalender is hiervan een goed voorbeeld.

Inhoudsopgave

Samenvatting 1

1 **Inleiding** 7

2 **Beschrijving project Haringkavel** 9
2.1 Algemeen 9
2.2 De woningen 12
2.3 De Combiduct-luchtverwarming 13
2.4 Het atrium 14

3 **Gebruikersvoorlichting verwarmingsinstallatie** 16

4 **Beschrijving evaluatie** 17
4.1 Doelstellingen evaluatie 17
4.2 Testmetingen in de opleveringsfase van Haringkavel 18
4.3 Metingen aan het atrium 18
4.4 Functioneren Combiduct-installaties in de woningen 19
4.5 Energiegebruik 23
4.6 Luchtkwaliteitsonderzoek in het atrium en de woningen 25
4.7 Bewonersonderzoek Haringkavel 25

5 **Resultaten evaluatieonderzoek** 27
5.1 Testmetingen in de opleveringsfase 27
5.2 Metingen aan het atrium 32
5.2.1 Wintersituatie 33
5.2.2 Zomersituatie 34
5.2.3 Effect van de klimaatregeling in het atrium 34
5.2.4 Conclusies 37
5.3 Functioneren Combiduct-installaties 38
5.3.1 Stookseizoen 38
5.3.2 Globale metingen temperatuur en relatieve vochtigheid woonkamers 40
5.3.3 Zomersituatie 40
5.3.4 Temperaturen in de installatie 41
5.4 Energiegebruik woningen 44
5.4.1 Elektriciteitsverbruik 44
5.4.2 Gasverbruik Combiduct-woningen met tussenmeters 44
5.4.3 Jaarlijkse energiegebruiken van alle luchtverwarmde woningen 47
5.4.4 Vergelijking werkelijk energiegebruik met voorspeld energiegebruik 51
5.4.5 Berekeningen gasverbruik met het TCM-Heat rekenmodel 52
5.5 Elektriciteitsverbruik in het atrium en de parkeergarage 55
5.6 Luchtkwaliteitsmetingen 56
5.7 Bewonersonderzoek 56

6 Conclusies 58

7 Aanbevelingen 61

8 Literatuurlijst 63

9 Verantwoording 64

Bijlage 1 t/m 10 (in separate band)

1 Inleiding

Door het Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO (IMET), afdeling Warmte- en koudetechniek (WKT), is in opdracht van NOVEM een evaluatieonderzoek uitgevoerd met betrekking tot het praktijkexperiment voor energiezuinige woningbouw, het project Haringkavel te Boskoop.
Dit woningbouwproject wordt gekenmerkt door de gestapelde bouw, voornamelijk in houtskeletbouwwijze uitgevoerd, de toepassing van een glasoverkapte binnenruimte (atrium) en de toepassing van individuele luchtverwarmingsinstallaties in de woningen.

De hoofdonderwerpen van het evaluatieonderzoek waren de volgende:

- Geluidsaspecten met betrekking tot het atrium, de woningen en de installaties;
- Luchtdichtheid van de woningen;
- Het functioneren van de Combiduct-luchtverwarmingsinstallaties in de gestapelde houtskeletbouw;
- Het functioneren van de glasoverkapte binnenruimte met zijn voorzieningen voor het reguleren van het klimaat in deze ruimte;
- Het energiegebruik van de woningen en de gezamenlijke voorzieningen;
- Het oordeel van de bewoners ten aanzien van de woningen, de klimatisering en het gehele woonproject in het algemeen.

Ten behoeve van het onderzoek zijn gedurende een periode van ruim twee jaar intensieve metingen verricht in een aantal woningen en aan het overdekte binnengebied. Hierbij zijn ruimte- en installatietemperaturen, energiegebruiken en instelgegevens betreffende de technische voorzieningen gemeten en opgeslagen. Naast dit langdurige meetonderzoek door IMET-TNO, afdeling WKT, zijn een aantal deelaspecten apart onderzocht door andere instellingen:

- Testmetingen bij oplevering van het Haringkavelproject door Woon/Energie;
- Onderzoek naar de luchtkwaliteit in de woningen en het binnengebied door het voormalige MT-TNO, afdeling Binnenmilieu, thans deel uitmakend van TNO-Bouw;
- Energiegebruiksberekeningen met behulp van het TCM-Heat rekenmodel door Woon/Energie.
- Bewonersonderzoek naar de woonervaringen in Haringkavel door het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO (NIPG):

Van deze deelonderzoeken zijn aparte rapporten verschenen. In deze rapportage wordt met name uitgebreid ingegaan op het meet- en evaluatieonderzoek van IMET-TNO. Ten aanzien van de deelonderzoeken wordt een korte omschrijving van het onderzoek en de conclusies gegeven. De tekst van de originele deelrapporten zijn in deze rapportage opgenomen in aparte bijlagen.

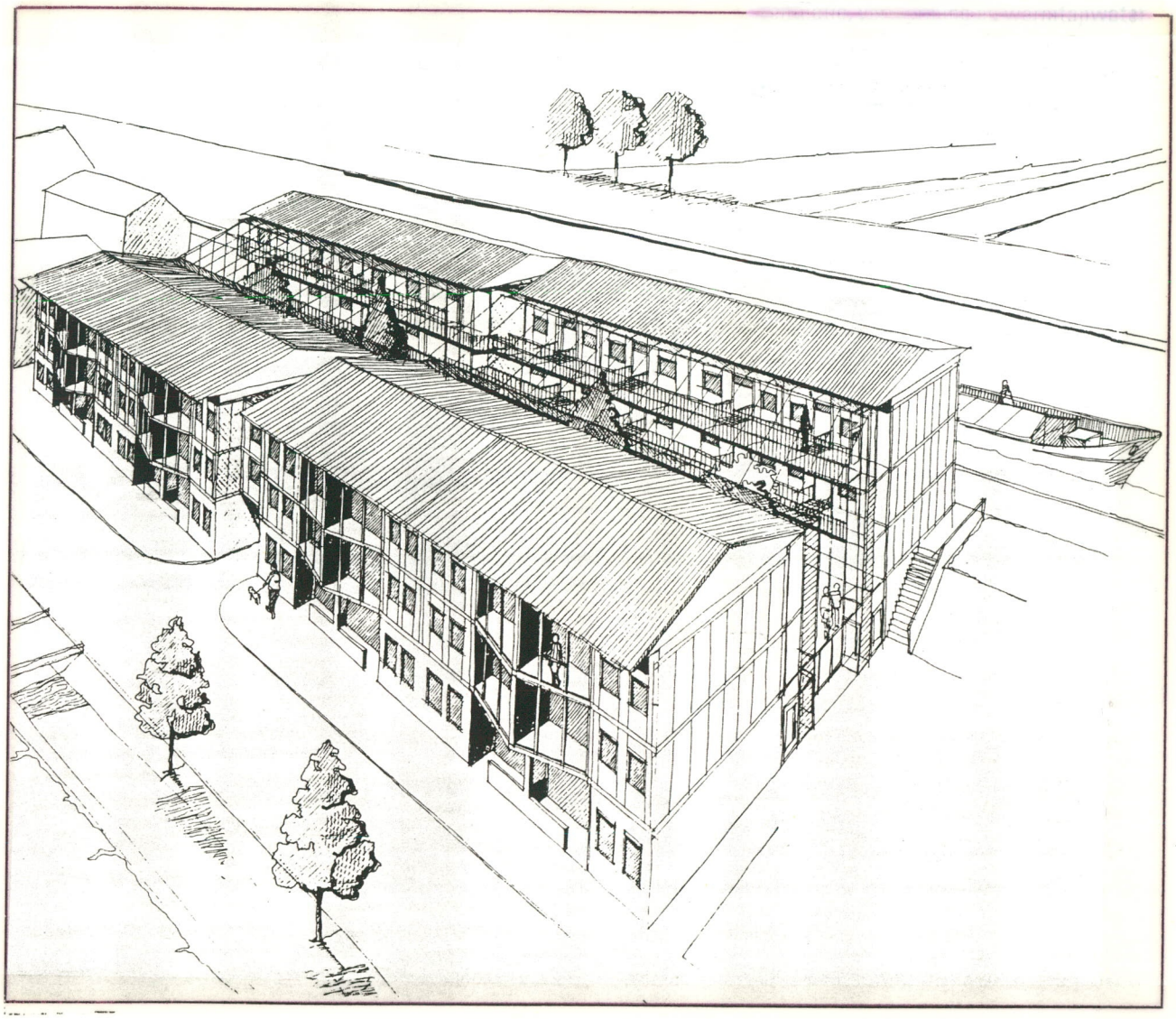
Het onderzoek is namens NOVEM begeleid door het NCIV.
Reeds vanaf de start van het Haringkavelproject wordt door Woon/Energie een kennisoverdracht programma uitgevoerd. Hierin zullen ook de resultaten van het evaluatie-onderzoek worden opgenomen.

2 Beschrijving project Haringkavel

2.1 Algemeen

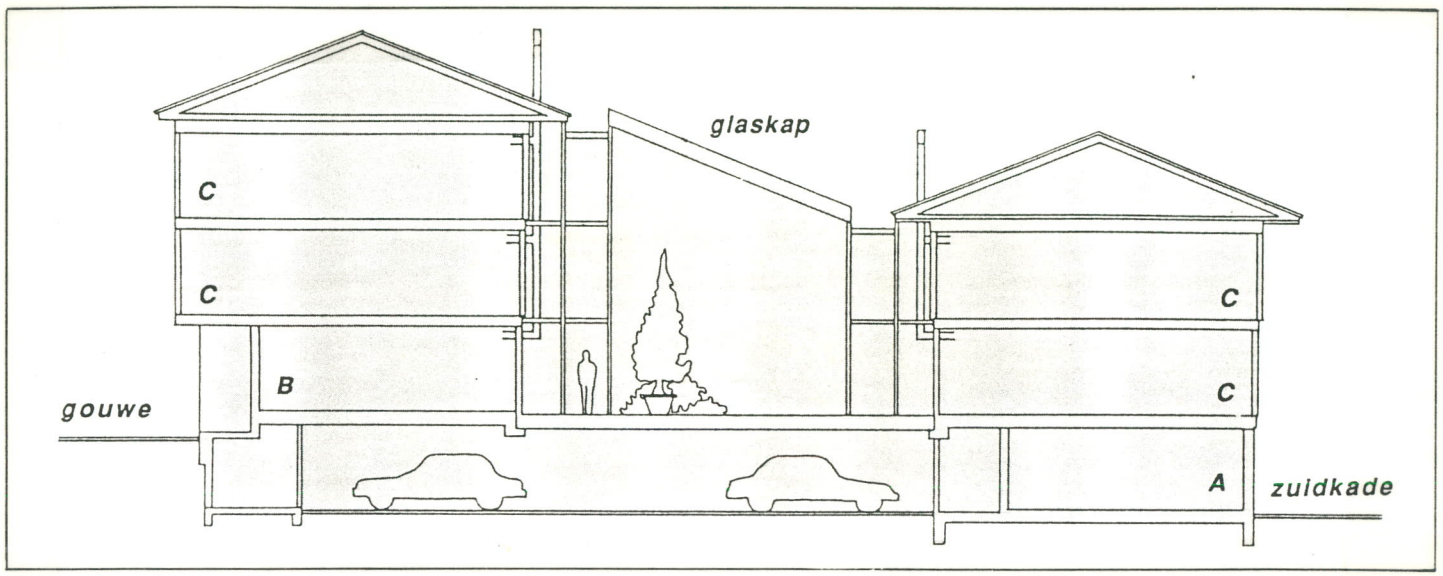
De centrale vraag in het praktijkexperiment met 47 gestapelde woningen was of energiezuinige nieuwbouw mogelijk was op een complexe lokatie. De complexiteit van de lokatie schuilde ondermeer in het smalle kavel met een breedte van 35 tot 40 meter, waarbij het de opgave was om aan beide zijden voorgevels te situeren. Het grondstuk is ingeklemd tussen een drukke weg, de Zuidkade, en de rivier de Gouwe. Het verkeerslawaai, afkomstig van de Zuidkade en de drukke provinciale weg aan de overkant van de Gouwe, maakte geluidwerende maatregelen noodzakelijk.
Vanwege de beperkte ruimte op de bouwlokatie was de opslag van bouwmateriaal en de inzet van bouwkranen praktisch onmogelijk. Een verder eis was de toepassing van een energiezuinige verwarmingsinstallatie voor de woningen.

In het praktijkexperiment is deze problematiek aangepakt met de volgende belangrijkste principeoplossingen: overkapping van het gebied tussen de twee bouwrijen, toepassing van de Combiduct-luchtverwarmingsinstallatie en het toepassen van de houtskelet-bouwwijze.
Het Haringkavelproject is in opdracht van woningbouwvereniging Onze Woning te Boskoop ontworpen door Van der Breggen, architect B.V., Alphen aan den Rijn, ondersteund door Woon/Energie, Gouda. De aannemer was J&W Verweij, Bouw- en aannemingsbedrijf B.V., Boskoop.
In de figuur 2.1 is een impressie van het Haringkavelproject weergegeven daterend uit de ontwerpperiode. In deze tekening is te zien hoe het complex, ingeklemd tussen de Zuidkade en de Gouwe, bestaat uit twee woonblokken met elk drie verdiepingen. De ruimte tussen de twee woonblokken is ingesloten door een glazen overkapping en twee glasgevels. Het woonblok gesitueerd aan de Gouwe is op het talud langs de rivier gebouwd en daardoor een verdieping hoger dan het blok langs de straat. Hierdoor loopt de glaskap schuin af en is er achter de beganegrondwoningen aan de Zuidkade een ruimte voor een parkeergarage en bergingen, bestemd voor de bewoners van het Haringkavel. De parkeergarage en de glasoverkapte binnenruimte (atrium) hebben de hoofdtoegang halverwege het woonblok aan de Zuidkade.

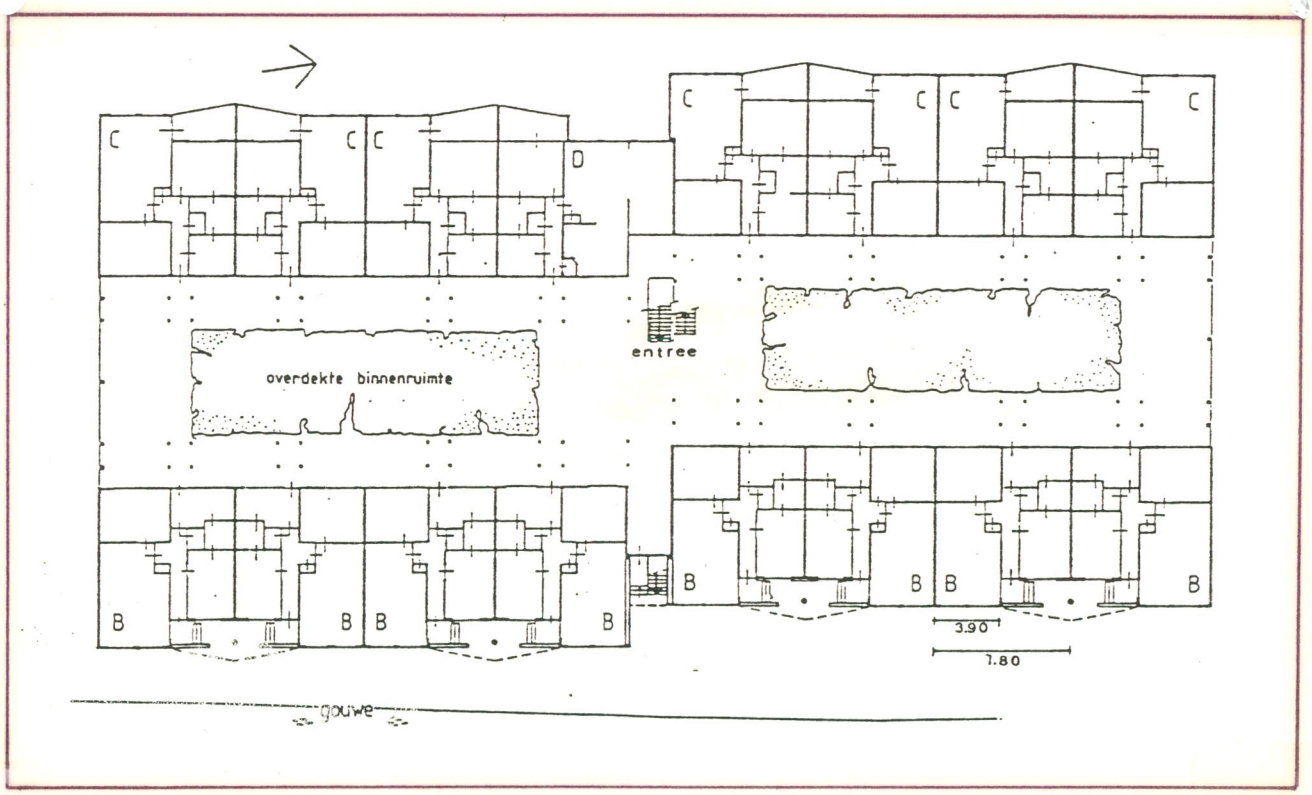


Figuur 2.1 Het Haringkavelproject

In de figuur 2.2 zijn de kenmerken in een dwarsdoorsnede weergegeven. De letters in de woningen verwijzen naar verschillende type woningen in dit project. In figuur 2.3 is een plattegrond van het project weergegeven.



Figuur 2.2 Dwarsdoorsnede Haringkavel

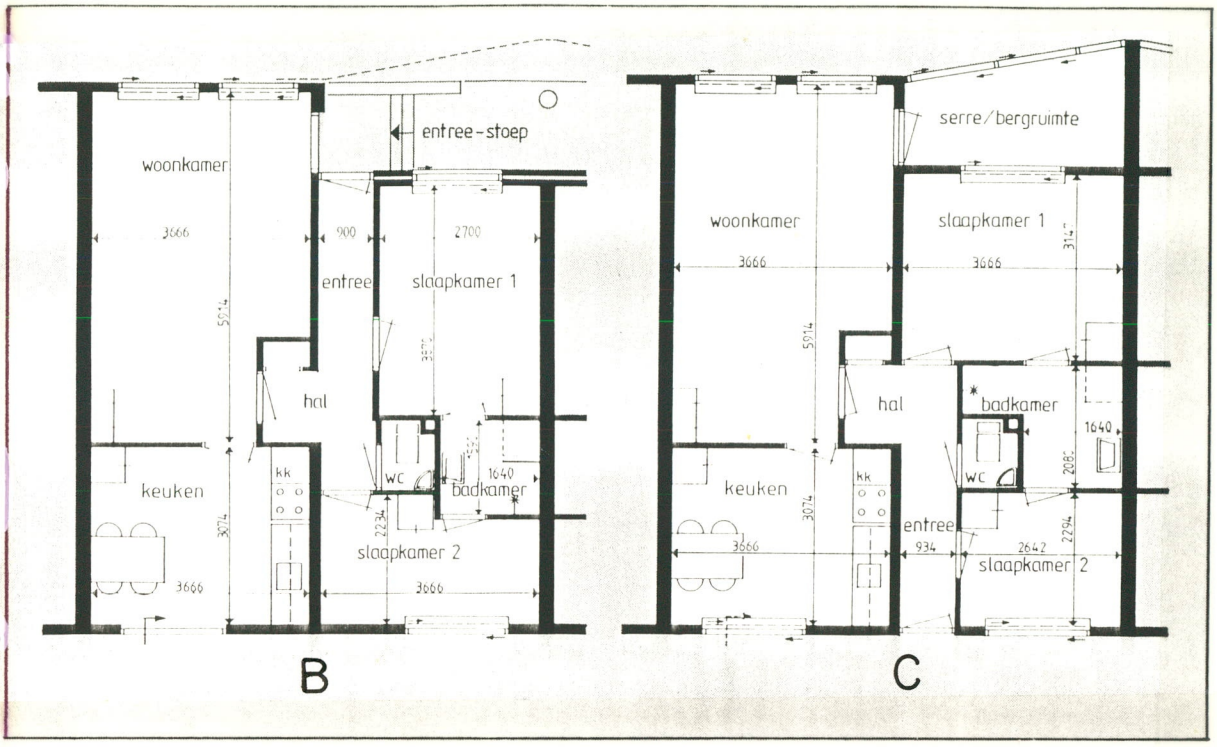


Figuur 2.3 Plattegrond Haringkavel

2.2 De woningen

De woningen staan op een betonnen onderbouw waarin de bergingen, de parkeerrruimte en de rij begane grond-woningen aan de Zuidkade zijn gesitueerd. De overige 40 woningen zijn gerealiseerd in houtskeletbouw in twee en drie woonlagen. Voor een klein kavel als Haringkavel was houtskeletbouw geschikt omdat het een licht bouwsysteem is met een relatief korte bouwtijd. Vanwege de prefabricage in de fabriek zou de bouwmethode tijdens de bouw ook relatief weinig overlast veroorzaken voor de omgeving

In principe zijn er vier woningtypen, algemeen aangeduid als type A tot en met D. Type A zijn de zeven begane grondwoningen aan de Zuidkade, als enigen geheel in betonbouw uitgevoerd en voorzien van een conventionele ketel en radiatorenverwarming. De acht type B woningen zijn de wat kleinere begane grond woningen aan de Gouwezijde. Het overgrote deel van de woningen op de eerste en tweede verdieping zijn van het type C, namelijk 26 stuks. Een zestal woningen op de eerste en tweede verdieping, gesitueerd bij het versprongen middengedeelte van het project, zijn van het D type. De plattegronden van deze woningen zijn iets groter. De B- en C-woningen zijn voorzien van de Combiduct-luchtverwarmingsunit. De D-woningen hebben een Multiduct-luchtverwarmingsunit, een al wat langer op de markt zijnde unit met een wat grotere capaciteit dan de Combiduct, waaruit later de Combiduct is afgeleid. Beide units worden gefabriceerd door Stork Air uit Zwolle. De woningen van het type C en D hebben een volledig met schuiframen af te sluiten woonbalkon, gesitueerd aan de voorkant van de woning voor de hoofdslaapkamer. In de figuur 2.4 zijn de plattegronden van een B- en een C-woning, de woningen met de Combiduct-installatie, weergegeven.

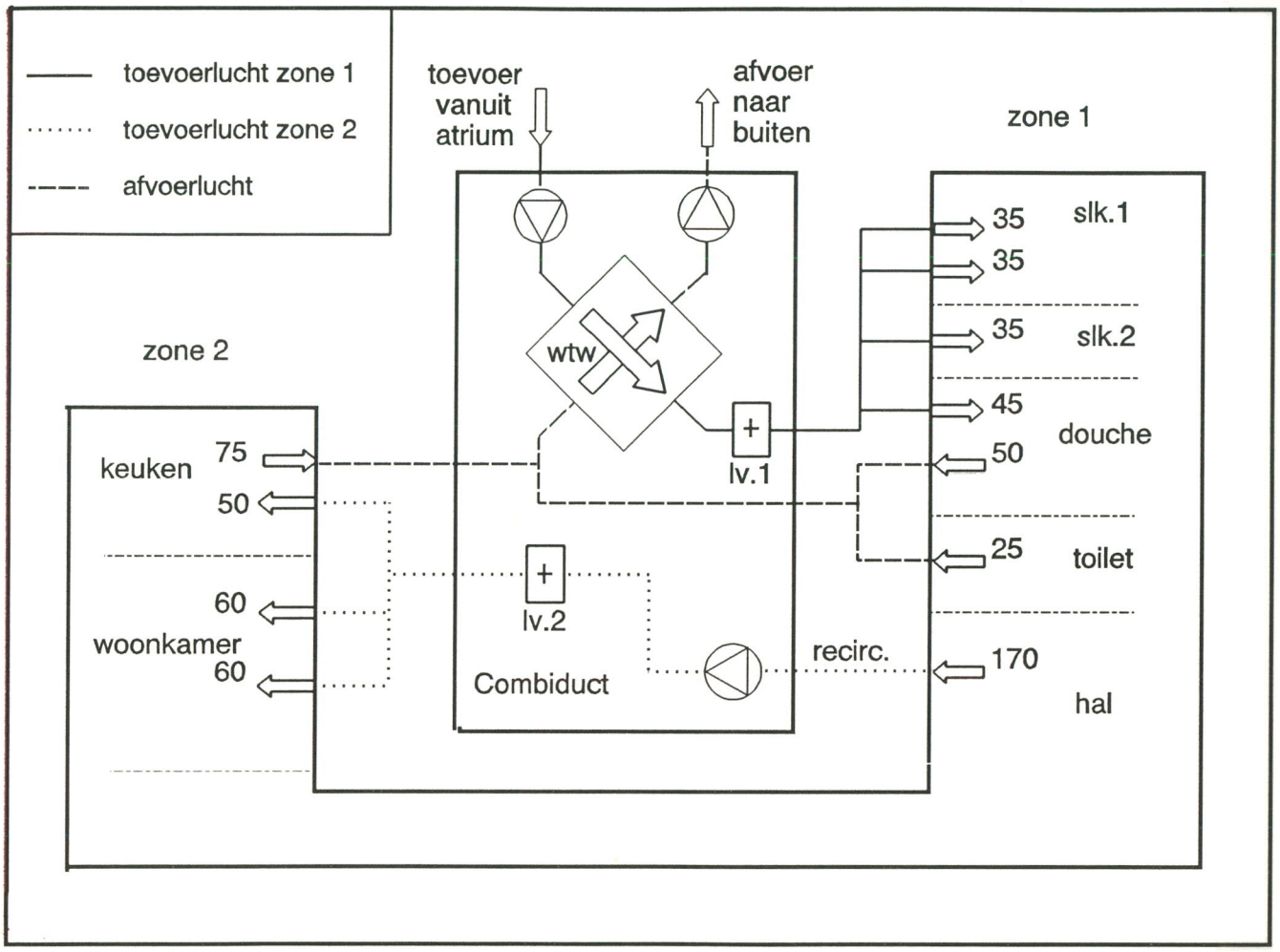


Figuur 2.4 Plattegrond van een B- en een C-woning

2.3 De Combiduct-luchtverwarming

De verwarming, ventilatie en warmtapwatervoorziening vindt voor het overgrote deel van de woningen plaats met het Combiduct-luchtverwarmingssysteem op de markt gebracht door Stork Air, Zwolle. Dit systeem wordt namelijk toegepast in de 34 woningen van het B- en C-type. Dit systeem is ontworpen voor kleine, goed geïsoleerde woningen en is oorspronkelijk ontworpen voor gerenoveerde flatwoningen. Het systeem werkt op basis van directe luchtverhitting en kan de woning via twee apart te regelen zones, de woonkamer- en slaapkamerzone, verwarmen. De Combiduct zorgt voor: de toe- en afvoer van ventilatielucht, warmteterugwinning uit afvoerlucht, luchtverwarming via de twee zones en warmtapwater via de geïntegreerde geiser. In de in de keuken geplaatste unit is bovendien een wasemkap geïntegreerd voor de afvoer van kookdampen. Bij Haringkavel betrekt de Combiduct haar verse lucht uit het overdekte binnengebied, dat speciaal daarvoor is voorzien van mechanische ventilatie.
In de bijlage 1 is een uitgebreide beschrijving van de opbouw en de mogelijkheden van de Combiduct-installatie gegeven.

In figuur 2.5 is schematisch weergegeven welke luchtstromen in de woningen met het combiduct systeem aan de roosters heersen.



2.4 Het atrium

De ruimte tussen de woonblokken, 67 meter lang en 12 meter breed, is overdekt met een glaskap die schuin afloopt naar het westen. Zonder glaskap zou het een onaantrekkelijk restgebied zijn. Door de overkapping ontstond een ruimte, afgeschermd van weersinvloeden en verkeerslawaai. De bovenwoningen zijn via galerijen in het binnengebied ontsloten. De luchtverwarmingsinstallaties in de woningen betrekken uit het binnengebied verse lucht die reeds enigzins voorverwarmd is. Met behulp van twee ventilatoren in de glaskap wordt gedurende het stookseizoen evenveel buitenlucht in het atrium gebracht als door alle luchtverwarmingsunits samen uit het atrium wordt aangezogen.

De ventilatoren zijn met omkeerbare draairichting uitgevoerd zodat in de zomersituatie en bij brand lucht uit het atrium naar buiten kan worden afgevoerd. Het binnengebied is voorzien van half-automatisch geregelde zonwering en klepramen om het klimaat hier zo goed mogelijk in de hand te houden. Om te voorkomen dat het binnengebied een onaangenaam akoestisch klimaat zou krijgen zijn diverse maatregelen genomen zoals dempende gevelbekleding en uitgebreide beplanting. Naast zijn functie als comfortabele verkeersruimte vervult het binnengebied voor de bewoners ook een belangrijke sociale functie als ontmoeting- en verblijfplaats.
In de bijlage 2 is een uitgebreide omschrijving van het atrium en de aanwezige mogelijkheden om het binnenklimaat te regelen opgenomen.

3 Gebruikersvoorlichting verwarmingsinstallatie

Ten aanzien van de voorlichting van de bewoners over de mogelijkheden en de bediening van de technische voorzieningen in hun woning zijn in het Haringkavelproject nieuwe wegen bewandeld. De ervaring leert namelijk dat de bewonersinstructie voor het bedienen van de verwarmingsinstallatie en aanverwante zaken in de meeste projecten te wensen overlaat.
In het Haringkavelproject bestond de behoefte aan een betere vorm van voorlichting die zo volledig mogelijk zou zijn en die de bewoner niet snel zou kunnen vergeten. Woon/Energie heeft een persoonlijke bewonersinstructie uitgevoerd. Op afspraak zijn meerdere groepen bewoners uitgenodigd in een nog onbewoonde woning waar medewerkers van Woon/Energie uitleg gaven over met name het bedrijven van de Combiduct-installatie en waar vragen van bewoners werden beantwoord.

Vanaf de start van het Haringkavelproject zijn een aantal informatiekrantjes, de Haringkavelberichten, uitgebracht die zijn verstrekt aan de bewoners en andere belangstellenden. Verder is een voorlichtingsbrochure ontworpen in de vorm van een verjaardagkalender zoals vaak op het toilet wordt opgehangen. Per kalenderblad van twee maanden worden rond de kalender een groot aantal bedieningsinstructies en andere nuttige tips en informatie rond de verwarmingsinstallatie en de woning geplaatst. Tevens worden de pagina's verluchtigd met tekeningetjes met installatietechnische wenken en andere aspecten met betrekking op het wonen in Haringkavel. De relevantie van de informatie op elk kalenderblad loopt zoveel mogelijk in de pas met het jaargetijde waarop de kalender betrekking heeft.
De zogenaamde Haringkavelkalender is ontwikkeld en geproduceerd door Woon/Energie in Gouda. In bijlage 10 is de kalender in zijn geheel weergegeven.

In het kader van het bewonersonderzoek, uitgevoerd door NIPG-TNO, zijn aan de bewoners een aantal vragen gesteld ten aanzien van de voorlichting en de ervaringen met de kalender. Dit aspect wordt behandeld in de rapportage van het NIPG (pagina 55 en bijlage 9).

4 Beschrijving evaluatie

4.1 Doelstellingen evaluatie

Het evaluatieproject had ten doel het Haringkavelproject te toetsen ten aanzien van de volgende aspecten:

- De kwaliteit van de geleverde bouw en technische voorzieningen, met name de luchtdichtheid van de woningen en de luchthoeveelheden aan de roosters;
- Geluidsaspekten met betrekking tot de woningen, atrium en klimatiseringsinstallaties
- Het functioneren van de luchtverwarmingsinstallaties in de gestapelde houtskeletbouw en de te realiseren vertrektemperaturen;
- Het functioneren van de glasoverkapte binnenruimte met zijn voorzieningen voor het reguleren van de temperatuur in deze ruimte;
- Het energiegebruik van de woningen en de gezamenlijke voorzieningen;
- Het oordeel van de bewoners ten aanzien van de woningen, de klimatisering en het gehele woonproject in het algemeen.

Ten behoeve van het onderzoek zijn gedurende een periode van ruim twee jaar intensieve metingen verricht in een aantal woningen en aan het overdekte binnengebied. Hierbij zijn ruimte- en installatietemperaturen en instelgegevens betreffende de technische voorzieningen gemeten en opgeslagen. Naast dit langdurige meetonderzoek door IMET-TNO, afd. WKT, zijn de andere aspecten onderzocht door andere instellingen:

- Testmetingen bij oplevering van het Haringkavelproject door Woon/Energie;
- Energiegebruiksberekeningen met behulp van het TCM-Heat rekenmodel door Woon/Energie.
- Onderzoek naar de luchtkwaliteit in de woningen en het binnengebied door het voormalige MT-TNO, afdeling Binnenmilieu, thans deel uitmakend van TNO-Bouw;
- Bewonersonderzoek naar de woonervaringen in Haringkavel door het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO (NIPG):

In de hiernavolgende paragrafen worden de diverse deelonderzoeken meer uitgebreid toegelicht.

4.2 Testmetingen in de opleveringsfase van Haringkavel

In de tweede helft van april 1989 zijn door Woon/Energie een aantal testmetingen uitgevoerd kort voor de oplevering van het project. Van een tiental woningen is de luchtdichtheid bepaald door middel van een opblaasproef zoals beschreven in NEN 2686. Hierbij is getracht naast de luchtdoorlatendheid van de gehele woning ook inzicht te krijgen in de luchtdoorlatendheid van vloeren, plafonds en woningscheidende wanden. Ook is de luchtdoorlatendheid van woonkamer/serre-deur, de schuiframen en de invloed van de serre onderzocht.
Van een aantal woningen zijn de luchthoeveelheden aan de toe- en afvoerroosters in alle vertrekken gemeten.
Tenslotte zijn geluidmetingen in het binnengebied en de woningen uitgevoerd met betrekking tot de volgende aspecten:

- geluidwering in het binnengebied;
- geluidsisolerende werking van de serre;
- nagalmtijd van het binnengebied;
- geluidproduktie van de installaties in het binnengebied;
- installatiegeluid in de woningen;
- bepaling van de luchtgeluidisolatie tussen de woningen.

De volledige werkzaamheden en meetresultaten van Woon/Energie van hun onderzoek in de opleverfase is weergegeven in een apart rapport [1] waarvan de tekst in zijn geheel is opgenomen in de bijlage 3. In dit rapport worden de resultaten van de testmetingen in paragraaf 5.1 weergegeven.

4.3 Metingen aan het atrium

Vanuit een onbewoonde woning is het atrium bemeten ten aanzien van de luchttemperaturen in de ruimte en ten aanzien van de installatietechnische voorzieningen van het atrium. Een uitgebreide beschrijving van het atrium en de voorzieningen is weergegeven in bijlage 2. Een beschrijving van de gebruikte data-acquisitie apparatuur en de verwerking van de meetdata is weergegeven in bijlage 4.

Temperaturen:
Ter plaatse van vier dwarsdoorsneden van het binnengebied zijn ruimtetemperaturen gemeten op verschillende hoogtes ter bepaling van de optredende temperatuurgradiënten. Gemeten is bij het loopbordes voor de woningen, aan de oostzijde op 2,6 en 5,4 en op 8,0 meter hoogte, aan de westzijde op 2,6 en 5,4 meter hoogte. Op het vlakke dakgedeelte boven de woningen aan de Gouwezijde is een weerstation geplaatst voor de registratie van buitentemperatuur, zoninstraling, relatieve vochtigheid, windrichting en windsnelheid. Aangezien kon worden verwacht dat de door het weerstation geregistreerde buitentemperatuur op het dak bij sterke zoninstraling en weinig wind zou kunnen afwijken van de werkelijke buitentemperatuur is gezocht naar een tweede meetpunt met een zo min mogelijke invloed van de zon. Deze is gevonden buiten aan de noordgevel van het complex bij de begane grond.

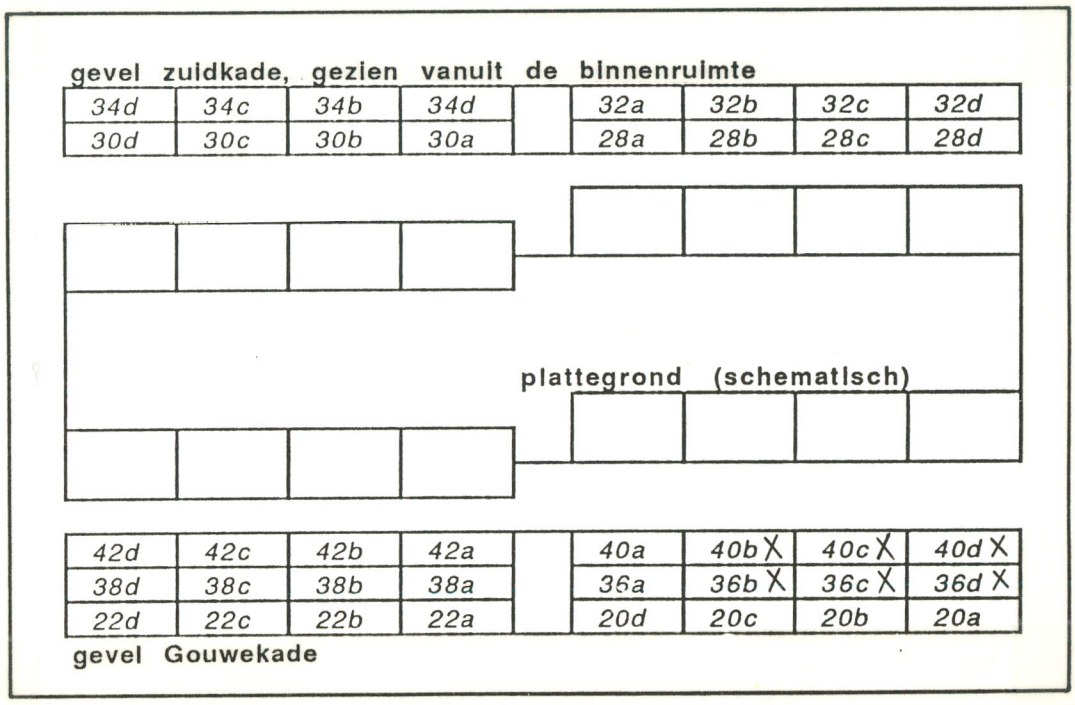
Technische voorzieningen:
Om zo goed mogelijk het gebruik en effect van de voorzieningen voor het regelen van het klimaat van het binnengebied te bepalen zijn hier ook meetopnemers ingezet. Om de stand van de motorisch bediende klepramen in de glaskap te registreren zijn raamstandstellers op de vier afzonderlijk aangestuurde klepramen aangebracht. Op de as van de twee schermdoekmotoren zijn terugmeldpotentiometers aangebracht die de mate van dichtsturen van het schermdoek aangeven. In de schakelkast voor de mechanische ventilatie van het binnengebied zijn signalen voor toerental en de draairichting van de kapventilatoren afgenomen ten behoeve van de data-acquisitie.

Gebruik meetgegevens voor ander onderzoek:
Ten behoeve van een onderzoek dat door het adviesbureau Blesgraaf in opdracht van NOVEM werd uitgevoerd zijn door TNO meetgegevens betreffende het atrium van Haringkavel beschikbaar gesteld. Het doel van dit onderzoek was om rekenregels op te stellen ten behoeve van het juist ontwerpen van atria en de klimaatregelende voorzieningen hiervoor. Van de een beperkte periode gedurende de eerste bemeten zomer in 1990 zijn uitgebreide meetgegevens van TNO in de vorm van spreadsheets en kleurenplots aan Bureau Blesgraaf aangeleverd.
Naast het Haringkavel zijn door Bureau Blesgraaf nog vijf andere projecten met een atrium in het onderzoek beschouwd. Van het onderzoek is geen rapport als zodanig aan NOVEM uitgebracht maar meer een groot overzicht met onderzoeksgegevens en algemene ervaringscijfers. Daarnaast zijn een tweetal publikaties in vakbladen verschenen, overigens met een gelijke tekst, waarin het onderzoek van Bureau Blesgraaf is beschreven [7, 8].

4.4 Functioneren Combiduct-installaties in de woningen

Om het functioneren van de Combiduct-luchtverwarmingsinstallatie te onderzoeken is een uitgebreid meetprogramma in een aantal bewoonde woningen uitgevoerd. Vanuit een in eerste instantie onbewoonde woning, nr. 40c, zijn een vijftal bewoonde woningen, gesitueerd rond deze onbewoonde woning, vanaf kort na de oplevering in mei 1989 bemeten ten aanzien van een aantal relevante ruimte- en installatietemperaturen. In de originele opzet van het evaluatieonderzoek was het de bedoeling de metingen ongeveer een jaar te laten duren. Doordat het gehele stookseizoen 1989/1990 echter een ongewoon zacht weerbeeld met nauwelijks enige vorst van betekenis vertoonde is naderhand in overleg met NOVEM besloten de evaluatie met nog een jaar te verlengen. Gedurende het tweede jaar is de TNO-meetwoning bewoond geweest. De metingen zijn met enkele aanpassingen en beperkingen ook verder vanuit deze woning uitgevoerd. Uiteindelijk zijn de metingen begin september 1991 beëindigd.
Behalve de intensieve metingen aan de in totaal zes woningen met behulp van het VADAS data-acquisitiesysteem zijn in het tweede stookseizoen 1990/1991 ook globale ruimtetemperatuur- en relatieve vochtigheidsmetingen uitgevoerd aan een groot aantal andere woningen in het Haringkavelproject. Deze metingen zijn uitgevoerd met behulp van éénkanaals temperatuur- en r.v.-meetrecorders.
In bijlage 4 is een beschrijving opgenomen van de systemen waarmee in de woningen is gemeten en de wijze waarop de meetgegevens zijn verwerkt.

Intensieve metingen in de bewoonde woningen:
Zoals hiervoor reeds vermeld is vanuit de TNO-meetwoning in vijf omliggende woningen gemeten aan ruimte- en installatietemperaturen. In de meetwoning zelf is overigens op uitgebreidere schaal gemeten aan de installatie. De meetwoning van TNO, met het adres Zuidkade 40c, is de op één na laatste woning op de bovenste 2e verdieping van de noord-oostelijke vleugel van het Haringkavelcomplex. De woning is met de woonkamer en serre op het oosten gericht en kijkt uit op het kanaal de Gouwe. De andere woningen in het meetprogramma zijn de woningen aan beide zijden van de TNO-woning, de nummers 40b en 40d, en de drie woningen midden onder de meetwoning op de 1e verdieping. In de figuur 4.1 zijn deze woningen aangegeven in een gevelaanzicht van Haringkavel, gezien vanaf de Gouwezijde.



Figuur 4.1 Gevelaanzicht Haringkavel met de meetwoningen.

Vanuit de TNO-meetwoning is tijdens de bouw van Haringkavel een twaalfaderige compensatiekabel, geschikt voor metingen met koper/constantaan-thermokoppels (type T), naar de vijf omringende woningen getrokken. In elk van deze woningen is vervolgens een meetnet aangelegd boven het verlaagde plafond in de hal en toilet naar de diverse te bemeten plaatsen. Voor het meten van de ruimtetemperaturen zijn de thermokoppeldraden langs de wanddoorvoeren van de inblaasventielen de vertrekken binnengevoerd. De temperatuurmeetpunten zijn dan op circa een halve meter van het inblaasventiel tegen de wand aangebracht. In de woonkamers is het temperatuurmeetpunt bij de kamerthermostaat aangebracht zodat zo goed mogelijk de temperatuur werd gemeten waarop geregeld wordt. De meetplaatsen zijn verre van ideaal, zo dicht aan de wand en meestal in de buurt van een inblaasventiel van warme lucht. Het feit dat de metingen in beginsel één jaar continu zouden doorlopen, uiteindelijk hebben ze ruim twee jaar geduurd, maakte het onmogelijk om de ruimtetemperaturen op een meettechnisch meer ge-

schikte plek te plaatsen zonder het wooncomfort van de bewoners aan te tasten. De meetpunten hadden overigens het hoofddoel de ruimtetemperaturen te meten om het technische functioneren van de luchtverwarmingsinstallatie te kunnen beoordelen en niet om het binnenklimaat in de woning te meten voor een comfortonderzoek. In het gehele evaluatieonderzoek zijn geen comfortmetingen als zodanig uitgevoerd.
Ter beoordeling van de installatie zijn een zestal temperaturen in de luchtkanalen rondom de Combiduct gemeten. De in iedere van de vijf woningen gemeten vertrek- en installatietemperaturen zijn de volgende:

Woning:

- woonkamer;
- keuken;
- voorslaapkamer;
- badkamer;
- achterslaapkamer.

Installatie:

- toevoerlucht uit het atrium voor de Combiduct;
- toevoerlucht zone 1 na Combiduct;
- recirculatielucht uit de hal voor Combiduct;
- toevoerlucht zone 2 na Combiduct;
- afvoerlucht woning voor Combiduct;
- afvoerlucht woning na Combiduct.

Het meetpunt in de woonkamer was direct bij de woonkamerthermostaat aangebracht, aan de wand bij de deur naar de hal.

Bij het uitbouwen van de meetapparatuur uit de meetwoning en uit de andere bemeten woningen aan het einde van de meetperiode bleek dat er zich toch nog wat zaken hadden voorgedaan die een tegenslag vormden voor de evaluatie. Zo bleek bij het uitbouwen pas dat de bewoners van de woning 36b in het najaar van 1990 alle ruimte-temperatuurmeetpunten terug hadden geduwd tot achter de wanddoorvoer. Als verklaring gaf men de reden dat de draadjes geen gezicht waren en dat men dacht dat de metingen inmiddels zouden zijn afgelopen. Ook in woning 36c bleken de thermokoppels van de hoofdslaapkamer en badkamer om de zelfde reden te zijn teruggeduwd. In deze woning was in de achterslaapkamer voor het inblaaspunt en het temperatuurmeetpunt ook nog een hoge klerenkast geplaatst die vrije inblaas van verwarmingslucht niet mogelijk maakte.
Bij het opzetten van het evaluatieproject was er, vanuit ervaringen uit vroegere projecten, reeds rekening mee gehouden dat een gedeelte van de metingen zou mislukken of dat de meetresultaten voor een deel onbruikbaar zouden zijn. Het komt soms voor dat bewoners opeens geen medewerking meer verlenen, verhuizen of een volledig afwijkend bewonersgedrag blijken te vertonen. Dit is ook de reden dat er een vijftal meetwoningen voor de intensieve metingen zijn gekozen. Dit aantal gaf een redelijke zekerheid dat er in ieder geval een aantal woningen bruikbare meetresultaten zouden opleveren.
De metingen in de overige drie woningen zijn grotendeels goed verlopen, met alleen hier en daar een gesneuveld of van zijn plek geraakt meetpunt. Zodra bij controle van de meetdata een niet meer functionerend meetpunt werd geconstateerd is getracht de oorzaak te vinden en het meetpunt te herstellen. Soms is dat echter niet mogelijk geweest omdat de fout ergens in het systeem lag op een plaats die

niet meer was te bereiken. De teruggeschoven meetpunten zijn niet opgevallen tijdens de metingen omdat er nog steeds meetwaarden werden doorgegeven die meestal een te verwachten temperatuurpatroon te zien gaven.

Meetwoning TNO:
In de TNO-meetwoning zijn de bovenstaande temperatuurmeetpunten ook aangebracht. Daarnaast zijn er nog een aantal extra meetpunten in de vertrekken en de vooral de luchtverwarmingsinstallatie aangebracht die het mogelijk maakten het functioneren hier gedetailleerder te bestuderen. De extra temperatuurmeetpunten in de TNO-woning zijn de volgende:

Woning:

- serre;
- buitenlucht aan voorgevel;
- hal

Installatie:

- toevoerlucht voor wtw-blok;
- toevoerlucht na wtw-blok;
- afvoerlucht voor wtw-blok;
- afvoerlucht na wtw-blok;
- afvoer kooklucht;
- inblaaslucht woonkamer;
- inblaaslucht voorslaapkamer;
- rookgassen zone 1;
- rookgassen zone 2.

Gedurende het eerste jaar van de metingen was de TNO-meetwoning onbewoond en was het mogelijk de ruimtetemperaturen redelijk optimaal vrijhangend midden in de vertrekken te meten. In de woonkamer werden op meerdere plaatsen temperaturen gemeten om te controleren of de temperatuurverdeling redelijk egaal was. Doordat de woning vanaf mei 1990 werd bewoond zijn de ruimtetemperatuurmeetpunten of weggehaald of naar een ongunstiger plaats aan de wand verplaatst. De extra meetpunten in de installatie zijn gedurende de gehele evaluatieperiode wel gehandhaafd.
Van de gehele evaluatieperiode is met name de periode begin januari 1991 tot het eind van de evaluatie, begin september 1991, geselecteerd ten aanzien van de beoordeling van de woningtemperaturen en het functioneren van de Combiduct-installatie. De reden hiervoor was het feit dat in deze periode zich alle relevante en ook extreme buitencondities hebben voorgedaan die van belang waren voor de evaluatie. Met name de goed koude winterperiode in februari 1991 is daarin van belang geweest. Over de genoemde meetperiode zijn een groot aantal kleurenplots geproduceerd. Het verloop van de woonkamertemperaturen van alle intensief gemeten woningen is zelfs over de gehele periode vanaf januari 1991 tot september 1991 in een serie plots weergegeven. Vanuit deze plots zijn meerdere langere perioden geselecteerd waarvan weer aparte plots per woning zijn gemaakt met vertrektemperaturen en installatietemperaturen. Daarbij zijn de lengtes van de weergegeven perioden per plot zodanig gekozen dat de plots goed te begrijpen vielen en niet te druk werden.

Hoofdzakelijk vanuit de informatie verkregen uit de plots heeft uiteindelijk de evaluatie ten aanzien van het functioneren van de Combiduct-installaties en het

gerealiseerde binnenklimaat plaatsgevonden. De plots zijn opgenomen in de bijlage 6. De bespreking van de resultaten geschiedt in paragraaf 5.3.1. en 5.3.3.

Globale metingen temperatuur en relatieve vochtigheid woonkamers:
In de periode 22 december 1990 tot 4 mei 1991 is in twintig woningen, verspreid over het Haringkavelproject, de temperatuur in de woonkamer gemeten met de zogenoemde T-recorders. Daarnaast zijn een viertal zogenoemde H-recorders ingezet voor het bepalen van de relatieve vochtigheid in de woonkamers van een aantal woningen. Het meetinterval bedroeg hierbij tien minuten. In de bijlage 3 is een beknopte beschrijving van deze meetmethode weergegeven. Na een tweetal maanden in vier woningen te hebben gemeten zijn drie H-recorders verplaatst naar andere woningen zodat een beter beeld van de heersende relatieve vochtigheid in de woonkamers over het project zou worden verkregen. Als meetplaats is zo goed mogelijk een plaats in de woonkamers gezocht, liefst wat verder van de ramen, op halve hoogte en zo min mogelijk in de invloedssfeer van de inblaaslucht van de luchtverwarming.
Na afloop van de meetperiode zijn alle recorders verzameld en zijn de meetgegevens in de pc ingevoerd. Van de temperaturen en relatieve vochtigheden zijn grafieken op kettingpapier geproduceerd waarop in één keer de gehele meetperiode van circa 100 dagen is weergegeven. Eventueel interessante momenten zijn daarna nog eens uitvergroot in aparte grafieken ter nadere bestudering.
In principe zijn deze metingen goed verlopen, op een paar woningen na, waar de T-recorders waarschijnlijk toch werden beïnvloed door de inblaaslucht, bijvoorbeeld doordat ze verkeerd waren geplaatst of werden verplaatst.
De resultaten en conclusies van de metingen worden verderop in dit rapport in paragraaf 5.3.2 besproken.

4.5 Energiegebruik

Metingen energiegebruik woningen:
Gedurende de gehele evaluatieperiode van het Haringkavelproject zijn de standen van de energiegebruiksmeters van alle 47 woningen regelmatig opgenomen ten behoeve van het onderzoek. Genoteerd zijn de standen van de gas-, elektriciteits- en watermeters. Tevens is het elektriciteitsverbruik van de gezamenlijke voorzieningen in het binnengebied en de parkeergarage opgenomen. De registratie was eenvoudig aangezien de verbruiksmeters gezamenlijk in de berging zijn gesitueerd. Naast de totaalverbruiksmeters zijn gedurende een periode van circa 10 maanden tussenmeters ingebouwd geweest in een zestal woningen aan de Gouwezijde van het complex. Vijf van deze woningen waren overigens ook in gebruik als meetwoning ten behoeve van de intensieve metingen. Van deze zes woningen zijn zo goed mogelijk de standen van de tussenmeters gelijktijdig met alle totaalmeterstanden verzameld. Als tussenmeterstanden werden in de zes woningen de volgende grootheden gemeten:

- elektriciteitsverbruik Combiduct
- aantal branduren luchtverhitter zone 1
- aantal branduren luchtverhitter zone 2
- aantal uren Combiduct op zomerstand
- aantal uren Combiduct op dagstand
- aantal uren Combiduct op nachtstand
- gasverbruik voor koken

In mei 1990 zijn de tussenmeters verwijderd op verzoek van de bewoners. Dit tijdstip was reeds aan het begin van de evaluatieperiode met de bewoners overeengekomen. Aangezien vanwege het ontbreken van geschikte wintercondities gedurende het stookseizoen 1989/1990 het evaluatieproject met een jaar was verlengd was het voor het onderzoek gunstiger geweest de tussenmeters ook een jaar langer te laten zitten en de standen te registreren. De bewoners gaven echter de voorkeur aan het verwijderen van de in het zicht aangebrachte meters zodat de keuken voor hen beter toonbaar en bruikbaar zou worden.
De verbruiksstanden van de hoofdmeters van alle woningen zijn geregistreerd vanaf juli 1989 tot september 1991, op twee uitzonderingen na in maandelijkse intervallen.De verzamelde verbruikscijfers zijn in een spreadsheet ingevoerd voor verdere verwerking en analyse.

Modelberekeningen:
In opdracht van TNO heeft Woon/Energie een aantal energiegebruiksberekeningen uitgevoerd met behulp van het rekenmodel TCM-Heat. De bedoeling van deze berekeningen was uit te zoeken of uit een rekenmodel afkomstige energiegebruiken overeenkwamen met de daadwerkelijk optredende energiegebruiken in het Haringkavelproject. Daarnaast diende een inzicht te worden verkregen in de invloed van de binnenstraat en het bewonersgedrag op het energiegebruik.
Het toegepaste rekenmodel TCM-HEAT is een betrekkelijk eenvoudig rekenprogramma dat de maandelijkse gasverbruiken berekent over de periode oktober tot en met april. Het rekenprogramma werkt op basis van een stationaire warmtebalans met berekende maandelijkse correctiefactoren voor dynamisch gedrag.
Er is een standaardberekening uitgevoerd van het jaarlijks gasverbruik uitgaande van een gemiddeld bewonersgedrag en een ventilatievoud n = 3 voor de binnenstraat. Bij deze waarde voor de ventilatievoud bleek volgens het model het temperatuurniveau gedurende het stookseizoen in de binnenstraat gemiddeld 3,5 K boven de gemiddelde buitentemperatuur te liggen. Deze waarde leek redelijk overeen te komen met een schatting vanuit de gemeten temperaturen in het binnengebied. Voor deze situatie zijn ook de maandelijkse gemiddelde temperaturen voor een aantal woningvertrekken, het atrium en buiten berekend. De standaardberekening is ook uitgevoerd voor het zelfde project zonder glasoverkapt binnengebied.Ten opzichte van de standaardberekening zijn varianten doorgerekend met een energiezuinig en een energie-onzuinig bewonersgedrag ten opzichte van het gehanteerde gedrag in de standaardberekening en er zijn varianten doorgerekend met een ventilatievoud voor de binnenstraat van n = 1, n = 1.5, n = 2 en n = 4.
Tenslotte zijn de door het model berekende en de daadwerkelijke gemeten gasverbruiken, beiden gecorrigeerd naar hetzelfde gemiddelde jaar, met elkaar vergeleken.
Van dit deelonderzoek is een aparte rapportage uitgebracht [2]. De resultaten van de energiegebruiksberekeningen en de vergelijking met de gemeten energiegebruiken worden behandeld in paragraaf 5.4.

Metingen elektriciteitsverbruik atrium en parkeergarage:
Gedurende de gehele evaluatieperiode zijn het elektriciteitsverbruik van het atrium en de parkeergarage samen met de verbruiken in de woningen geregistreerd. Er wordt elektriciteit verbruikt hoofdzakelijk voor mechanische ventilatie, klimaatregeling en verlichting. Van alle elektriciteitsverbruikers is het opgenomen elektrische vermogen bepaald en is een schatting gedaan van het aantal bedrijfsuren per jaar. Vervolgens is aan de hand van het jaarlijkse totaalverbruik een

balans van het elektriciteitsverbruik opgezet. De resultaten hiervan worden besproken in paragraaf 5.5.

4.6 Luchtkwaliteitsonderzoek in het atrium en de woningen

Door de Afdeling Binnenmilieu van MT-TNO, (thans deel uitmakend van TNO-Bouw) is een meetonderzoek verricht naar de luchtkwaliteit in de woningen grenzend aan het binnengebied. Doel van het onderzoek was vast te stellen of de luchtkwaliteit in deze in meerdere opzichten bijzondere woningen aan gezondheidskundige richtwaarden voldoet. In bewoonde woningen zijn vele bronnen van verontreiniging. Het bijzondere aan het Haringkavelproject is dat de door de luchtverwarmingsunits aan de woningen toegevoerde lucht niet rechtstreeks van buiten wordt betrokken, maar via de overdekte binnenruimte. De binnenruimte kan worden verontreinigd door lucht afkomstig uit de woningen, de parkeergarage en door rookgassen (bij kortsluiting tussen de rookgasafvoeren van de Combiducts en aanzuigventilator in het glasdak van de binnenstraat).
Er zijn een aantal relevante componenten in de bewoonde woningen gemeten die zijn getoetst aan criteria die gelden voor de binnenlucht. De componenten kooldioxide (CO_2), koolmonoxide (CO), stikstofdioxide (NO_2) en deeltjesvormige verontreinigingen (stof) werden gemeten gedurende 48 uur gemeten in 7 woningen. Daarnaast werden ook metingen in het atrium verricht. De temperatuur en relatieve vochtigheid werden op alle meetplaatsen continu meegemeten waardoor kon worden afgeleid in hoeverre het in de woning geproduceerde vocht wordt afgevoerd. Door de bewoners zelf werd het bewonersgedrag tijdens de meetperiode in een dagboek bijgehouden. Van het onderzoek is door de Afdeling Binnenmilieu een aparte rapportage uitgebracht [5]. In de bijlage 8 bij deze rapportage zijn de relevante passages uit deze rapportage weergegeven. In paragraaf 5.6 worden verder alleen de onderzoeksresultaten behandeld.

4.7 Bewonersonderzoek Haringkavel

Door het Nederlandse Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg-TNO (NIPG) is een onderzoek verricht naar de wijze waarop de bewoners hun woning(complex) in het algemeen en de aangebrachte verwarming- en ventilatievoorzieningen in het bijzonder ervaren en hoe ze er mee omgaan. De informatie is vergaard door middel van twee groepsgesprekken en een schriftelijke enquête. Op 27 november 1989 en op 11 maart 1991 zijn groepsgesprekken uitgevoerd met respectievelijk 7 en 8 bewoners, willekeurig gekozen van de woningen grenzend aan het binnengebied. De groepsgesprekken stonden onder leiding van een gespreksleider van een marktonderzoeksbureau en werden gevoerd aan de hand van een leidraad met een groot aantal aandachtspunten. Door de onderzoeker werden de gesprekken op enige afstand via een intern TV-circuit gevolgd. Het eerste groepsgesprek vond ongeveer een half jaar na de oplevering van de woningen plaats. Rond deze tijd had men ervaring met de oplevering, eventuele kinderziektes, een zomerperiode en een korte periode met relatief koude buitentemperaturen opgedaan. Het tweede groepsgesprek is niet zoals gepland in het voorjaar van 1990 gevoerd vanwege het ontbreken van voldoende koud winterweer in het stookseizoen 1989/1990. Doordat de evaluatieperiode met een jaar was verlengd

vanwege dezelfde oorzaak kon het tweede groepsgesprek worden doorgeschoven tot aan het eind van het stookseizoen 1990/1991. In februari 1991 is een redelijk lange periode met goed koud winterweer opgetreden waardoor de bewoners een gefundeerd oordeel over hun woning en verwarmingsinstallatie onder ontwerpcondities konden geven.
In maart 1991 is een vragenlijst verstuurd naar de 40 bewoners van de woningen grenzend aan de binnenstraat, allen voorzien van een luchtverwarmingsinstallatie (34 Combiduct- en 6 Multiduct-installaties). Via deze vragenlijst is getracht de omgang van de bewoner met zijn woning en zijn luchtverwarmingsinstallatie te achterhalen en zijn oordeel daarover. Daarnaast zijn een aantal specifieke vragen gesteld met betrekking tot de bewonersvoorlichting en in het bijzonder de voorlichtingskalender. Van het onderzoek en de resultaten is een apart rapport verschenen [6]. De originele tekst van de rapportage van het NIPG is opgenomen bij dit rapport als bijlage 9.

5 Resultaten evaluatieonderzoek

5.1 Testmetingen in de opleveringsfase

Luchtdoorlatendheidsmetingen:

De luchtdoorlatendheidsmetingen zijn door Woon/Energie uitgevoerd onder moeilijke omstandigheden in woningen die nog niet geheel goed waren afgewerkt. Tijdens de opblaasmetingen zijn lekkages langs de doorvoeren van de luchtkanalen geconstateerd die vervolgens later in alle woningen zijn gedicht. Door middel van enkele herhalingsmetingen zijn correctiewaarden ter bepaling van de luchtdichtheid van de reeds gemeten woningen in de nieuwe situatie bepaald. Voor geconstateerde lekken die niet zijn aangepakt is uiteraard niet gecorrigeerd.
De eis voor de luchtdoorlatendheid van de woningen in het complex Haringkavel is C = 0,0080 m^3/s bij 1 Pa (q_{v10} = 0,030 m^3/s). In totaal is van tien woningen de luchtdichtheid bepaald. De meetresultaten zijn gecorrigeerd voor de lekverliezen naar de omringende woningen en voor lekverliezen langs de doorvoeren door de woningschil van de luchtkanalen. In de tabel 5.1 worden de meetresultaten van de tien metingen weergegeven bij q_{v10}. In de originele rapportage van Woon/Energie wordt de dichtheid overigens aangegeven uitgedrukt in de C-waarde.

Tabel 5.1 Luchtdoorlatendheid in m^3/s van tien woningen van het type C bij een drukverschil van 10 Pa over de woningschil.(q_{v10}-eis is 0.030 m^3/s)

Huisnummer	$q_{v10}(m^3/s)$
20a 1e verd C	0,0119
20b 1e verd C	0,0294
28a 1e verd C	0,0000 (*)
36a 2e verd C	0,0468
36b 2e verd C	0,0222
36c 2e verd C	0,0314
36d 2e verd C	0,0858 (*)
40b 3e verd C	0,0357
40c 3e verd C	0,0353
40d 3e verd C	0,0734 (*)

Van drie woningen zijn de waarden van de luchtdoorlatendheid ongeloofwaardig (*). Eén woning heeft een luchtdoorlatendheid die na correcties nul of zelfs negatief is. De correctie voor de afdichting van het afvoerkanaal is hier waarschijnlijk te hoog. De luchtdoorlatendheid van deze woning is waarschijnlijk ongeveer 0.0200 m^3/s bij 10 Pa, en voldoet aan de gestelde eis. Twee andere woningen hebben een erg hoge luchtdoorlatendheid. Er zijn hiervoor twee mogelijke verklaringen. Ten eerste kan de correctie voor de extra kierdichting en het afsluiten van het

afvoerkanaal veel te laag zijn. Anderzijds kunnen de woningen inderdaad zo lek zijn. Welke verklaring de juiste is, is zonder nieuwe metingen niet te achterhalen.

Het gemiddelde uit zeven metingen met betrouwbare resultaten is 0,0303 m^3/s bij 10 Pa. Dat voldoet aan de eis, er is echter een factor 4 verschil tussen de laagste en de hoogste waarde. Drie woningen voldoen aan de eis, en vier woningen hebben een iets te hoge luchtdoorlatendheid. Als de 7 betrouwbare metingen als representatief voor het gehele project worden beschouwd, dan lijkt de luchtdoorlatendheid van de woningen over het algemeen redelijk.

Het sluiten van de serre beïnvloedt de luchtdoorlatendheid van de woning met C = 0,0080 m^3/s bij 10 Pa. De woonkamer/serre-deur heeft een luchtdoorlatendheid van C = 0,0080 m^3/s bij 10 Pa, en de drie schuiframen in de woonkamer hebben totaal een niet meetbaar kleine luchtdoorlatendheid. De luchtdoorlatendheid valt hier in de meetfout van de luchtdoorlatendheidsmetingen, en is maximaal C = 0.0030 m^3/s bij 10 Pa.
Opvallend is de verbetering van de luchtdoorlatendheid van de totale woning met een gesloten serre. De verbetering is gelijk aan de luchtdoorlatendheid van de woonkamer/serre-deur. De serre is daar echter niet voor bedoeld. De ramen van de serre kunnen ook open staan, en dan ontstaat bij warmtevraag een kans op tocht over de woonkamervloer.

Niet alleen de totale luchtdoorlatendheid van de woning is van belang voor de goede werking van het luchtverwarmingssysteem. Ook lokale lekkages dienen te worden vermeden. Er zijn lekkages gevonden op de volgende plaatsen:
- woonkamer/serre-deur, de luchtdoorlatendheid van deze binnendeur kan tot tochtklachten leiden over de woonkamervloer,
- rondom de schuiframen, het maakt veel uit hoe de ramen worden gesloten. Indien goed gesloten zijn de ramen kierdicht,
- alle doorvoeren van elektra, water en gas in de meterkast vertoonden lekkage. Vermoedelijk is dit de oorzaak van een meetbare lekkage van de vloeren en het plafond.
- hoewel niet geheel gemeten, vanwege de plaatsing van de dummy-deur, benodigd voor de opblaasmetingen, is met rookproeven geconstateerd dat er een forse lekkage heerst rondom het kozijn van de voordeur en langs het raampje erboven.

De meeste metingen zijn onder niet ideale omstandigheden uitgevoerd bij nog niet geheel goed afgewerkte woningen. Ook blijken de voordeur en het voordeurkozijn de grootste luchtlekken te veroorzaken terwijl juist deze lekkage door de plaatsing van de dummy-deur niet is meegemeten. De juistheid van de hier genoemde luchtdichtheidscijfers kunnen dus betwijfeld worden en de zekerheid lijkt groot dat de dichtheden in werkelijkheid niet aan de eis voldoen. De tochtklachten van de bewoners ten aanzien van de voordeur wijzen ook in deze richting.
Als er alsnog naar gestreefd wordt om de luchtdichtheid van de woningen toch op het niveau van de eis te brengen dan verdient het de voorkeur de voordeur met kozijn te vervangen door een beter afdichtende kwaliteit. Een controlemeting voor- en achteraf in enkele woningen zou dan het effect van de maatregel en het voldoen aan de luchtdichtheidseis kunnen aantonen.
Een betere luchtdichtheid heeft positieve effecten op het comfort, het binnentemperatuurniveau en het energiegebruik voor verwarming. In welke mate deze positieve effecten optreden is niet te voorspellen.

Luchthoeveelheidsmetingen aan de roosters

In een zevental woningen is getracht de diverse luchthoeveelheden aan de toe- en afvoerroosters te meten met behulp van een compenserende flowmeter.
In één woning werkte de Combiduct in het geheel niet vanwege een defecte printplaat terwijl in een andere woning de toevoerventilator van de slaapkamerzone niet functioneerde. Deze zijn later gerepareerd.
Uit de meetresultaten bleek dat destijds niet precies bekend is geweest hoe de Combiduct voor de verschillende bedrijfssituaties functioneert en zijn niet alle belangrijke situaties in de luchthoeveelheidsmetingen meegenomen. Zo is de situatie met warmtevraag voor de woonkamerzone (zone 2) niet gemeten terwijl in deze bedrijfssituatie juist de inblaashoeveelheden worden verhoogd naar de ontwerphoeveelheden. In de bijlage 3 met de originele rapportagetekst van Woon/Energie zijn op pagina 20 de eigenlijk onvolledige meetresultaten weergegeven. Ten behoeve van de evaluatie is uiteraard een volledig overzicht van de voorkomende luchthoeveelheden gewenst. Daarom worden in de tabel 5.2 de door TNO zelf gemeten luchthoeveelheden weergegeven van de zes woningen die gedurende de gehele evaluatie zijn bemeten. Hierbij dient wel goed te worden begrepen wat de verschillende bedrijfsstanden vermeld in de tabel betekenen ten aanzien van de luchthoeveelheden per zone.

Laagstand: Geen warmtevraag, ventilatoren zone 1 en afvoer op normaal toerental, ventilator zone 2 op laagstand.

Kookstand: Geen warmtevraag, ventilatoren zone 1 en afvoer op verhoogd toerental, ventilator zone 2 op laagstand.

Warmtevraag: Warmtevraag zone 2, ventilatoren zone 1 en afvoer op normaal toerental, ventilator zone 2 op verhoogd toerental.

De kookstand heeft dus alleen invloed op de hoeveelheid gebalanceerde ventilatie en niet op de woonkamerzone terwijl bij warmtevraag alleen de inblaashoeveelheden in de woonkamerzone toeneemt. Op kookstand wordt in de keuken via de wasemkap extra afgezogen waarbij de hoeveelheden aan de andere afvoerroosters slechts beperkt veranderen. De afvoerhoeveelheid via de wasemkap was niet te meten en komt daardoor in de tabel ook niet voor. Geschat wordt hier echter een hoeveelheid van circa 100 m^3/h. Wat verder in de tabel opvalt is het feit dat de woonkamerzone via het turboventiel ook nog een kleine hoeveelheid lucht uit de slaapkamerzone krijgt toegevoerd. Deze verse buitenlucht wordt in temperatuur geregeld door de slaapkamerthermostaat en de hoeveelheid hangt af van de laag- of de kookstand.

Tabel 5.2 Luchthoeveelheden aan de toe- en afvoerroosters van een zestal Combiduct-woningen (m^3/h).

Plaats ventiel	Bedrijfsstand	Huisnummers						Ontwerp
		36[b]	36[c]	36[d]	40[b]	40[c]	40[d]	
Toevoer zone 1								
voorslaapkamer								
ventiel 1	laagstand	33	32	32	27	30	38	35
	kookstand	47	48	50	42	42	52	-
ventiel 2	laagstand	36	32	30	27	28	36	35
	kookstand	47	48	50	42	42	50	-
achterslaapkamer	laagstand	35	30	29	26	35	32	35
	kookstand	50	48	47	43	46	48	-
badkamer	laagstand	46	41	40	38	43	46	45
	kookstand	66	62	64	61	62	66	-
Toevoer zone 2								
woonkamer								
ventiel hoog	laagstand	30	26	23	18	30	18	-
	warmtevraag	58	59	54	56	58	52	60
ventiel laag	laagstand	32	22	23	31	28	26	-
	warmtevraag	58	52	56	58	60	60	60
turbo ventiel	laagstand	7	5	9	12	8	10	0
(vanuit zone 1)	kookstand	17	8	17	24	15	16	
keuken	laagstand	28	22	20	26	28	24	-
	warmtevraag	53	51	47	51	54	56	50
afvoer woning								
keuken	laagstand	82	94	80	88	80	90	75
	kookstand	84	97	78	95	78	80	
badkamer	laagstand	54	64	56	58	58	64	50
	kookstand	52	60	52	60	56	56	
toilet	laagstand	30	30	25	28	26	32	25
	kookstand	28	28	22	27	24	28	
totaal zone 1	laagstand	157	140	140	130	144	162	150
toevoer	kookstand	227	214	228	212	207	232	225
totaal zone 2	laagstand	90	70	66	75	86	68	-
toevoer	warmtevraag	169	162	157	165	172	168	170
totaal afvoer	laagstand	166	188	161	174	164	186	150
	kookstand	-	-	-	-	-	-	225

Conclusie

Uit de tabel blijkt dat over het algemeen de luchthoeveelheden in alle woningen goed zijn ingeregeld en binnen redelijke marges met de gewenste waarden overeenkomen. De totale afvoerhoeveelheid is overal aan de hoge kant. Alleen bij woning 40b heeft de slaapkamerzone duidelijke een te lage toevoerlucht hoeveelheid voor alle ventielen. Dit kan worden veroorzaakt door een te sterk vervuild filter, een te laag ventilator-toerental of door ongewenste lekkage ergens in de installatie. De afvoerhoeveelheid ligt wel op een hoog niveau zodat de gebalanceerde ventilatie flink scheef ligt. De bewoners hebben in de bewonersenquête een klacht ten aanzien van tocht bij de voordeur geuit, wat kan worden verklaard door het verschil tussen de toevoer en afvoerhoeveelheden.

Geluidmetingen:

Atrium:
De geluidwering van de overkapping voor wat betreft het verkeerslawaai bedraagt G(A) = 22 dB(A). Dat is een belangrijke reductie. Daardoor zijn geen bijzondere geluidwerende maatregelen meer nodig aan de gevels in het binnengebied.

De nagalmtijd in het binnengebied is bepaald op 1,5 tot 1,8 seconden. De ontwerpberekeningen hebben een pakket maatregelen opgeleverd die een nagalmtijd van 1,3 tot 1,6 seconden moesten opleveren. Tijdens de metingen was er in de binnenruimte nog bijzonder weinig beplanting aanwezig. De beplanting is later uitgebreid en gegroeid zodat de nagalmtijd naar verwachting nog enigzins is afgenomen. Indien over de definitief heersende nagalmtijd zekerheid dient te worden verkregen dient alsnog een herhalingsmeting te worden uitgevoerd. Uit onderzoek aan zes verschillende atria [7, 8] is overigens gebleken dat de nagalmtijd in het atrium van Haringkavel tot de laagste behoort.

Woningen:
Het installatiegeluid in de woning is als volgt:

- woonkamer, nachtstand 30 dB(A)
  De eis is 30 dB(A) (ongemeubileerd)

- woonkamer, kookstand 41 dB(A)
  De eis is 30 dB(A). Deze eis wordt vaak overschreden en dat wordt algemeen toelaatbaar geacht tot een overschrijding met 5 dB(A).

- slaapkamer, nachtstand 28 dB(A)
  De eis is 30 dB(A) (ongemeubileerd)

Conclusie

Ten aanzien van de geluidsproduktie is het aan te bevelen de Combiduct en het kanalensysteem indien mogelijk zodanig aan te passen dat aan de geluidseisen voor woningen kan worden voldaan. Hierbij dient met name het verminderen van het ventilatorengeluid dat van de Combiduct-unit afgestraald de aandacht. Aangezien de unit qua verwarmingsvermogen voorbehouden is aan kleinere wooneenheden die vaak zijn voorzien van open keukens zou in het ideale geval de unit zo'n lage geluidsproduktie moeten krijgen dat de toepassing ook in deze situatie aanvaardbaar is.

De geluidwerende werking van de serre voor wat betreft het geluidniveau van het verkeer heeft een geluidreductie van 2 dB(A) in de woonkamer tot gevolg. Doordat de woonkamer/serre-deur niet kierdicht is, is deze extra geluidwering te behalen.
De geluidwering van de woonkamergevel is 32 dB(A) met geopende serre, en 34 dB(A) met gesloten serre. De eis van 30 dB(A) wordt dus gehaald.

De luchtgeluidisolatie tussen de woningen is afhankelijk van de wand of vloer waarover is gemeten. De luchtgeluid-isolatie van de woningscheidende wand bedraagt I_{lu} = 4 dB op de tussenverdieping, en I_{lu} = 2 dB op de bovenverdieping. Omweggeluid over de vliering is het gevolg van dit verschil. De luchtgeluidisolatie van de vloer is I_{lu} = -1 dB. De wanden voldoen hiermee aan de eis van I_{lu} = 0 dB, de vloer echter net niet. Toch is dit voor houtskeletbouw een bijzonder goede prestatie.

5.2 Metingen aan het atrium

Voor het evalueren van het overdekte binnengebied is met name de periode begin januari 1991 tot begin september 1991 beschouwd. In deze periode zijn ongeveer alle weertypen opgetreden die voor de evaluatie van interesse zijn. De eerste weken van februari zijn zeer koud geweest met buitentemperaturen tot -12 °C. De rest van de winter vertoonde een meer gematigd weerbeeld. April kende veel warme dagen en veel zon. De rest van het voorjaar en het begin van de zomer was overwegend somber terwijl het vanaf juli overwegend warm en zonnig was tot aan het eind van de meetperiode in begin september.
Van de gehele genoemde periode zijn ten aanzien van het atrium vanuit de meetdata kleurenplots gemaakt. Hierin zijn de luchttemperaturen op de verschillende niveaus, de buitentemperatuur, de zoninstraling en het gebruik van de technische voorzieningen weergegeven. Interessante situaties zijn hieruit geselecteerd en als het ware nog eens vergroot uitgebeeld ter nadere beschouwing.
Een probleem bij het zoeken naar interessante situaties was het feit dat vanaf de start van het project het binnengebied met de aanwezige hulpmiddelen continu zo optimaal door de huismeester is beheerd dat zich vanzelf nauwelijks bijzondere situaties hebben voorgedaan. Hierom heeft TNO de huismeester verzocht af en toe met opzet bepaalde voorzieningen, zoals zonwering, klepramen en mechanische ventilatie, niet te gebruiken zodat het effect van deze voorzieningen in de metingen naar voren zouden komen. Ook van deze opzet is in de praktijk niet veel terecht gekomen. De paar maal dat de huismeester begonnen was met het niet gebruiken van zonwering of klepramen werd er reeds snel door de veelvuldig in het binnengebied verblijvende bewoners geprotesteerd. Het werd ze te warm en men was bang voor het doodgaan van de beplanting in de plantenbakken op de begane grond en aan de ballustrades. Om deze redenen werden de experimenten na een uur, of zelfs korter, weer beëindigd. In de meetresultaten is uiteraard wel de start van het experiment te zien, echter door het vroegtijdige beëindigen niet de maximum temperatuurniveaus die zouden worden bereikt.
Uit het voorgaande blijkt dat de voorzieningen voor het in de hand houden van het klimaat op zich zo goed voldoen dat de bewoners menen dat niet zonder de voorzieningen kan worden geleefd. De meetresultaten onderstrepen deze mening ook duidelijk.

In de volgende paragrafen wordt het overdekte binnengebied en het functioneren van de technische voorzieningen besproken. Bij de beschreven situaties horen iedere keer een aantal kleurenplots die deze situatie weergeven. Deze plots, figuurnummers 5.3 tot en met 5.12, zijn opgenomen in de bijlage 4. In deze bijlage wordt voorafgaand aan de kleurenplots een omschrijving gegeven van de betekenis van de kanalen en hoe deze zijn te interpreteren.

5.2.1 Wintersituatie

In de serie figuren 5.3 en 5.4, bijlage 4, is de situatie gedurende de meest koude periode in het stookseizoen 1990/1991 weergegeven, de tweede en derde week van februari 1991, waarin de buitentemperatuur twee maal tot -12 °C daalde. Op de c-plots met installatie-gebruiksstanden is te zien dat alle klepramen gesloten zijn en de mechanische ventilatie continu op de laagste stand buitenlucht het binnengebied inblaast. Het schermdoek is overdag geopend en wordt gesloten van ongeveer 17.00 uur tot de volgende dag 08.00 uur. Deze tijden zijn ingesteld met behulp van een dagtimer in de schakelkast. Het schermdoek wordt dan gesloten indien de buitentemperatuur onder de circa 6 °C daalt.
Op 6 en 9 februari was het een heldere zonnige dag, op de andere dagen was de hemel betrokken. De temperatuur in het atrium ligt in deze periode gemiddeld circa 4 K boven de buitentemperatuur. In de heldere nachten met veel uitstraling, de nachten van 6 naar 7 februari en van 8 naar 9 februari, ligt de atriumtemperatuur 6 K tot 7 K boven de buitentemperatuur. De verticale temperatuurgradiënt in het atrium blijft beperkt en wordt maximaal 2 K op de zonnige dagen. De maximale temperatuur in het atrium treedt circa één uur na het bereiken van de maximale zoninstraling op. Dit komt waarschijnlijk door de oriëntatie en helling van de glaskap. De laagste deze periode in het atrium gemeten temperaturen liggen rond de -7 °C. Aan het eind van deze koude periode, rond 15 februari, komt de buitentemperatuur rond de 0 °C te liggen terwijl de hemel bedekt is. De atriumtemperaturen liggen dan maximaal 2 K boven de buitentemperatuur en de temperatuurgradiënt is nihil (figuur 5.4).
In de winterperiode met buitentemperaturen van 0 °C tot 12 °C liggen op sombere dagen de buitentemperatuur en atriumtemperaturen zeer dicht bij elkaar. De temperatuurgradiënt in het atrium is dan nagenoeg nihil. Zodra er zoninstraling van enige betekenis optreedt, tot maximaal 450 W/m^2, stijgt de gemiddelde atriumtemperatuur tot circa 5 k boven de buitentemperatuur waarbij op het hoogste punt in het atrium de temperatuur tot 8 K boven de buitentemperatuur stijgt. Deze situatie is in de figurenserie 5.5 voor enkele dagen weergegeven.

In het algemeen kan worden gesteld dat in de maanden december t/m februari de temperatuur aan de gevel van de woningen grenzend aan het binnengebied voor de begane grond- en 1e verdiepingwoningen gemiddeld circa 3,5 K boven de buitentemperatuur ligt. Voor de woningen op de 2e verdieping, aan de Gouwezijde dus, zal de temperatuur aan de atriumzijde gemiddeld circa 4,5 K hoger dan buiten liggen. De maximale zoninstraling is dan nog zo laag dat de opwarming van het binnengebied beperkt blijft. De temperaturen aan de gevel zijn tevens de aanzuigtemperaturen van de luchtverwarmingsinstallaties van de woningen.

In de loop van maart stijgt de maximale zoninstraling naar niveaus tot boven de 600 W/m^2. Bij buitentemperaturen overdag van 10 °C tot 11 °C kan dan de atriumtemperatuur op begane grond en 1e verdieping oplopen van 18 °C tot 22 °C en op de 2e verdieping tot 23 °C tot 26 °C. Dit is dan het geval onder de normale bedrijfssituatie tijdens het stookseizoen bij dichte klepramen, geopend schermdoek en mechanische luchttoevoer op stand 1. Deze situatie is weergegeven voor 23 t/m 25 maart in de serie figuren 5.6. In deze zelfde figuren is voor 21 en 22 maart de situatie zichtbaar waarin de mechanische ventilatie van het binnengebied is uitgeschakeld. Doordat met name op 22 maart de weersomstandigheden qua buitentemperatuur en zoninstraling zeer goed vergelijkbaar is met de drie dagen erna kan het effect van de mechanische toevoer van buitenlucht naar het binnengebied op de atriumtemperaturen goed worden gezien. Bij uitgeschakelde ventilatie liggen de temperaturen op alle verdiepingen 3 K tot 6 K boven de niveaus met ingeschakelde ventilatoren. De maximale gemeten temperatuur bedraagt circa 29 °C bij een buitentemperatuur van 11 °C. Het koelende effect van de mechanische toevoer is hier dus duidelijk zichtbaar.

5.2.2 Zomersituatie

Vanuit de meetgegevens betreffende het binnengebied blijkt hoe belangrijk het juiste gebruik van de regelvoorzieningen voor het atrium is met name 's zomers om het temperatuurniveau in het binnengebied aanvaardbaar te houden bij hoge buitentemperatuur en zoninstraling. In de figuur 5.7 is over de laatste vier dagen van de zes weergegeven dagen, 25 t/m 30 juli 1991, goed te zien wat het effect is van een optimaal gebruik van de regelmogelijkheden. Ondanks continue zonnestraling tot maximaal 780 W/m^2 en buitentemperaturen tot 31 °C wordt het op de begane grond en 1e verdieping in het atrium hooguit enkele graden warmer. Alleen bovenin het atrium wordt het nog tot ongeveer 5 K warmer dan buiten. Dit wordt bereikt door het tijdig sluiten van het schermdoek, het maximaal openen van alle klepramen en het mechanisch afzuigen op stand 3. Een hogere ventilatiestand wordt nooit ingesteld vanwege het hoge geluidsniveau en het hogere elektraverbruik. Soms lijkt het vanuit de metingen of op de begane grond een lagere temperatuur heerst dan buiten. Dit wordt echter veroorzaakt door de warmte-opbouw op het dak ter plaatse van het weerstation.

Als op minder warme dagen of op dagen met bewolking wat minder aandacht aan het regelen van het binnengebied wordt besteed dan kan de temperatuur in het binnengebied al snel onevenredig hoog oplopen doordat de warmte niet wordt afgevoerd. Dit is het geval wanneer de bovenste klepramen gesloten blijven en daardoor ook nog de mechanische ventilatie niet op afzuigen wordt geschakeld. Een voorbeeld hiervan is te zien gedurende de eerste twee dagen, 25 en 26 juli 1991, op de figuur 5.7.

5.2.3 Effect van de klimaatregeling in het atrium

Zoals aan het begin van dit hoofdstuk reeds is gemeld zijn een beperkt aantal malen de voorzieningen om het klimaat in het atrium te regelen een korte periode buiten werking gesteld. Hierdoor kon dan het effect van deze voorziening

op het klimaat in het binnengebied vanuit de meetgegevens worden ingeschat. Ook is het enige malen voorgekomen dat onbedoeld bepaalde installatieonderdelen niet werden gebruikt doordat een verkeerde instelling is gedaan, niet op tijd is ingegrepen of doordat installatieonderdelen enige tijd defect waren.
Een aantal van de bovengenoemde situaties worden vanuit de meetresultaten met plots beschreven. Per plot wordt beschreven wat in de figuur is weergegeven.

Dichtsturen van het schermdoek gedurende de nacht 's winters (figuur 5.8)

De nacht van 16 op 17 januari 1991 is de enige nacht waarin het schermdoek niet gesloten is geweest gedurende de winterperiode. De buitentemperatuur is op deze heldere nacht gedaald tot omstreeks -4 °C. De volgende nacht, waarin het schermdoek wel was gesloten, was het iets minder koud met een minimumtemperatuur van omstreeks -2 °C, bij heldere hemel. Ook was de nacht van 29 op 30 januari 1991 qua weersomstandigheden praktisch gelijk aan de nacht zonder dichtgestuurd schermdoek. Voor de drie genoemde nachten is uit de meetresultaten geen effect zichtbaar van het al dan niet dichtsturen van het schermdoek op de temperaturen in het binnengebied. Het afschermen 's nachts om temperatuurverlaging door warmteuitstraling naar de hemel te voorkomen lijkt dus op basis van de meetresultaten niet zinvol.

Alleen gebruik schermdoek en pas later openen klepramen en starten mechanische ventilatie. Tevens effect van openen bovenste klepramen (figuur 5.9)

Op 2 juli 1991 is kort na het middaguur eerst het schermdoek dichtgelopen en zijn pas circa een half uur later de klepramen in de glaskap allen geopend en is de mechanische afzuiging op stand 3 gestart. De bovenste klepramen aan de Gouwezijde worden overigens slechts gedeeltelijk geopend. In de figuur is goed te zien dat de temperatuur boven in het atrium direct fors omhoogschiet omdat de door de zonwering geproduceerde warmte niet kan worden afgevoerd. Op halve hoogte en op de begane grond blijft het effect voor deze korte periode vooralsnog beperkt. Zodra de ramen openen en de afzuiging werkt wordt de situatie weer normaal. De atriumtemperaturen worden overigens voor de meest zuidelijke (TA1) en de meest noordelijke dwarsdoorsnede (TA4) weergegeven.
Tijdens de tweede dag op de figuur, 3 juli, is het effect van de bovenste klepramen in de glaskap zichtbaar. Gedurende deze dag is het bovenraam aan de noord-oostzijde de gehele tijd gesloten geweest, het raam aan de zuid-oostzijde de gehele tijd maximaal geopend. De temperatuur boven in het noordelijke deel van het atrium komt daardoor met maximaal 35,5 °C circa 6K hoger te liggen dan de temperatuur op de zelfde hoogte aan de zuidelijke deel. Ook op de 1e verdieping is het effect van de ramen nog merkbaar. De temperatuur in het midden van de noordzijde is praktisch gelijk aan de bovenste temperatuur van de zuidzijde. Uit deze figuur blijkt ook dat mechanische afzuiging alleen niet voldoende is om de warmte uit het atrium af te voeren.

Effect gesloten bovenste klepramen en omkeren draairichting mechanische ventilatie (figuur 5.10)

In de figuur 5.10 zijn twee opeenvolgende dagen weergegeven, 21 en 22 juli 1991. Gedurende de eerste dag zijn de bovenste klepramen in de glaskap gesloten gebleven en hebben de ventilatoren in de glaskap buitenlucht ingeblazen. De tweede dag zijn de ramen wel allemaal geopend geweest en heeft de mechanische venti-

latie op stand 3 afgezogen. Beide dagen hebben de zonwering en de lage klepramen normaal gefunctioneerd. De zoninstraling was beide dagen gelijkwaardig, de buitentemperatuur de tweede dag ongeveer 2K hoger dan de eerste.
De eerste dag is de temperatuur boven in het atrium 6 tot 8K hoger dan de tweede dag. De temperatuur op het middelste niveau en op de begane grond ligt de eerste dag tot 5K boven de buitentemperatuur terwijl de tweede dag de temperaturen op beide niveaus en de buitentemperatuur praktisch gelijk liggen, ondanks de hogere buitentemperatuur deze tweede dag. De gevolgen van de stuwing van de warme lucht door het gesloten blijven van de bovenramen wordt ook hier dus duidelijk gedemonstreerd.

Effect schermdoek 's zomers (figuur 5.11)

In deze figuur zijn twee opeenvolgende, qua weerbeeld zeer goed vergelijkbare dagen uitgebeeld. Op de eerste dag is het schermdoek pas omstreeks 16.00 uur dichtgestuurd, op de tweede dag op de normale tijd rond 11.00 uur. De beide dagen hebben alle klepramen open gestaan en heeft de mechanische afzuiging op stand 3 gedraaid. Tussen de beide dagen is nauwelijks een onderscheid te zien ten aanzien van de maximum temperaturen in het binnengebied, ondanks de toch nog redelijk forse zoninstraling van maximaal 650 W/m^2 en de hoge buitentemperaturen van maximaal 28 °C. Alleen op de begane grond en 1e verdieping wordt het wat eerder warm doordat de zonnestralen hier nu kunnen doordringen.
Uit de figuur 5.11 kan worden geconcludeerd dat het effect van het schermdoek als zonwering beperkt is indien de ramen en mechanische ventilatie optimaal worden gebruikt. Andersom heeft de zonwering alleen zin indien de daar gevormde warmte kan worden afgevoerd naar buiten via de ramen of mechanische ventilatie.

Alle installaties ten behoeve van het binnengebied uitgeschakeld (figuur 5.12)

In de figuur 5.12 zijn twee dagen, 2 en 3 september 1991, weergegeven met praktisch het zelfde weerbeeld. De eerste dag laat de situatie in het binnengebied zien met een optimaal gebruik van de technische voorzieningen. De maximale temperaturen in het binnengebied worden niet meer dan 3 K hoger ten opzichte van de buitentemperatuur, en dat bij wolkenloze hemel en een buitentemperatuur van maximaal 27 °C. Tijdens de tweede dag heeft de beheerder vanaf 16.00 uur tot 17.20 uur alle regelvoorzieningen voor het binnengebied uit bedrijf genomen. Dit houdt in dat de klepramen in de glaskap werden gesloten, de zonwering geopend en de mechanische ventilatie uitgeschakeld.
Deze situatie is na circa één uur ongedaan gemaakt als gevolg van klachten van bewoners over de hoge atriumtemperatuur en vanwege de angst voor het doodgaan van de planten in het binnengebied. In het korte tijdsbestek van circa één uur is de temperatuur in het binnengebied fors gestegen, zowel bovenin onder de glaskap als op de begane grond. Indien deze situatie enkele uren eerder was ingesteld zou de temperatuurstijging nog groter zijn geweest vanwege de dan veel grotere zoninstraling. De temperatuurstijging bedroeg in de drie kwartier op de begane grond circa 4 K, op de 1e verdieping circa 5 K en op de bovenste verdieping circa 6 K. Het is jammer dat er geen meting over een gehele dag mogelijk is geweest waarbij aan de maximale situatie zou zijn gemeten. In de figuur 5.12 is nog wel goed zichtbaar dat na afloop van het experiment de temperaturen in het atrium zich weer zeer snel op hun normale niveau instellen. Zowel het snelle opwarmen aan het begin van het experiment als het snelle terugkeren naar de gewone situatie na afloop maken het onontbeerlijk zijn en het goede functioneren van de technische voorzieningen overduidelijk.

5.2.4 Conclusies

Ten aanzien van het overdekte binnengebied kan worden gesteld dat een zeer aanvaardbaar binnenklimaat kan worden gehandhaafd bij het juist toepassen van de aanwezige regelmogelijkheden. De besturing van deze technische voorzieningen geschiedt voor een deel automatisch en voor een deel met de hand door de huismeester. Ook dienen een aantal instellingen van het automatische deel van de besturing periodiek te worden veranderd, afhankelijk van seizoen en globale weersomstandigheden. Voor een groot deel is de huidige manier van omgaan met de besturing tot stand gekomen door ervaringen van de huismeester uit het eerste jaar na oplevering. Als gevolg van het grote menselijke aandeel in de regeling van de klimatisering van het binnengebied is het functioneren van de voorzieningen niet altijd gelijk en voorspelbaar. Daardoor valt of staat het bereiken van een optimaal klimaat in het binnengebied met de betrokkenheid van de beheerder hiermee. Overigens kan voor langere perioden met hetzelfde weerbeeld de instelling van de regeling ongewijzigd blijven en is alleen een globaal toezicht noodzakelijk. Een gevaar voor het niet geheel automatisch functioneren van de installaties ligt in de mogelijkheid van het zich kunnen voordoen van calamiteiten met de installatie bij niet aanwezig zijn van de huismeester. Bij het plotseling opsteken van sterke wind of hagel bij openstaande bovenste klepramen kan forse schade ontstaan. Wellicht zou met behulp van een klimaatcomputer zoals toegepast in de kassen tuinbouw het binnengebied automatisch kunnen worden beheerd. In een tuinbouw-klimaatcomputer zijn in principe alle regelfuncties opgenomen die voor het Haringkavelproject worden gevraagd. Daarbij is een eenvoudig weerstation noodzakelijk om alle belangrijke weersinvloeden te onderkennen.
Ten aanzien van het functioneren van alle verschillende voorzieningen kan worden gesteld dat ze allen hun zin hebben en in principe goed voldoen.
Een positief effect van het schermdoek als bescherming tegen het uitstralen van warmte 's nachts gedurende de winter is vanuit de metingen niet gebleken. Het schermdoek als zonwering in de zomer heeft ook alleen maximaal effect bij goed gebruik van met name de klepramen om de warmte af te voeren.
Vanuit de verzamelde meetresultaten is het niet mogelijk geweest apart het effect van de mechanische afzuiging in de glaskap in de zomersituatie te bepalen. De reden voor toepassing van deze voorziening lag niet in hoofdzaak bij de klimatisering van het binnengebied maar lag bij de veronderstelde noodzaak de toevoerlucht voor de luchtverwarmingsinstallaties van de woningen tijdens het stookseizoen te verzorgen. Het is toen logisch geweest de mechanische ventilatie ook toe te passen in de vorm van afzuiging. In gesprekken met de huismeester is het duidelijke nut van de mechanische afzuiging in de zomer naar voren gekomen. Volgens hem ontbeert het binnengebied bij geopende klepramen en gesloten zonwering zonder de ventilatoren voldoende doorstroming. De buitenlucht die toetreedt via de lage klepramen aan de westzijde verdwijnt met de warmte afkomstig van de zonwering direct weer via de hoge klepramen aan de oostzijde. Met behulp van de mechanische afzuiging, meestal op stand 3, ontstaat onder in het atrium een bepaalde circulatie waardoor het daar koeler blijft.

Verwacht wordt dat de mechanische ventilatie voor een groot deel van het jaar achterwege kan blijven. In de winter zullen de toe- en afvoerhoeveelheden per woning niet wezenlijk worden beïnvloed door het al of niet mechanische ventileren van het binnengebied.
Bovendien bezit de combiduct een beveiliging tegen te lage ventilatieflows die

een veilige werking van de unit zekerstelt. Het lijkt zinvol om gedurende een jaar het gebruik van de kapventilatoren te minimaliseren en te kijken in hoeverre dit negatieve gevolgen heeft op het klimaat in het binnengebied en de luchtkwaliteit in de woningen. Verder kan worden gezocht naar de omstandigheden waarbij de ventilator echt noodzakelijk zijn. Om voldoende ventilatielucht- toevoer zeker te stellen kunnen de lage klepramen gedurende het stookseizoen op een kier geopend blijven.

5.3 Functioneren Combiduct-installaties

5.3.1 Stookseizoen

In de meest koude periode van het stookseizoen 1990/1991, de eerste veertien dagen van februari 1991, blijkt de Combiduct moeite te hebben gehad om de woning op een comfortabele temperatuur te krijgen en te houden. Gedurende deze periode zijn buitentemperaturen van -12 °C 's nachts en tot -9 °C overdag voorgekomen. Een groot deel van de bewoners heeft in deze periode geprobeerd een woonkamertemperatuur te bereiken die niet kon worden gehaald. Als de maximum temperatuur na soms meerdere uren is bereikt, begint de verwarmingsunit aan/uit te verwarmen zodat de gewenste temperatuur wordt gehandhaafd. Als rond de -10 °C buiten na het bereiken van de ontwerp-woonkamertemperatuur het verwarmingssysteem gaat regelen geeft dat aan dat de verwarmingscapaciteit in ieder geval genoeg is om bij deze condities de woning op temperatuur te houden. Dit lukt in de door TNO intensief bemeten woningen op de koudste dagen slechts moeizaam. Tijdens de koudste nachten met temperaturen onder de -10 °C werd bij continu brandende luchtverhitter van zone 2 een woonkamertemperatuur tussen de 18 °C en 20 °C slechts met moeite onderhouden. Als in de loop van de morgen het buiten weer wat opwarmde, de zon op de voorgevel scheen, dan liep zeer langzaam, met circa 0,5 K per uur, de woonkamertemperatuur op tot de gewenste waarde werd bereikt of totdat het weer kouder werd. Wanneer beide luchtverhitters tegelijkertijd continu branden, dan wordt de woonkamer warmer of warmt sneller op. Dit komt doordat de inblaastemperatuur toeneemt, enerzijds doordat de recirculatieluchttemperatuur toeneemt en anderzijds doordat de luchtverhitters meer warmte afgeven aan hun eigen zone. Ook zal het warmteverlies van de woonkamer naar de slaapkamerzone iets afnemen.

In de figuren 5.13 tot en met 5.16 in bijlage 3 is voor een aantal woningen weergegeven welke vertrektemperaturen heersen tijdens een koude dag. In deze figuren zijn ook de luchttoevoertemperaturen van de beide verwarmingszones zichtbaar zodat de perioden met verwarming kunnen worden onderscheiden. Wat opvalt aan de kleinere vertrekken met warmeluchttoevoer is de snelle toename in temperatuur vanaf het moment van verwarmen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de relatief grote inblaashoeveelheid van warme lucht in deze kleinere vertrekken terwijl door de lichte bouwwijze weinig accumulatiewarmte in de constructie wordt opgenomen. De vertrekken worden daardoor als het ware volgepomp met warme lucht die weinig warmte afgeeft aan de constructie. Een verdere mogelijke oorzaak voor de snelle temperatuurtoename kan liggen in het feit dat de temperatuurmeetpunten vlakbij de inblaaspunten gesitueerd zijn omdat daar ook de wanddoorvoer van de meetkabels zit. Verwacht mag echter worden dat het

meetpunt in de secundaire luchtstroom zit, afkomstig uit het vertrek zelf, die door de impuls van de inblaaslucht wordt meegesleurd.

De tijd die nodig is om de ingestelde temperatuur te bereiken hangt ondermeer af van de mate waarin de bewoner zijn woning laat afkoelen bij einde warmtevraag. Wat dat betreft bestaan er grote verschillen in bewonersgedrag. Er zijn bewoners die hun woonkamer gedurende meerdere dagen continu op dezelfde temperatuur van bijvoorbeeld 20 °C houden. Er zijn bewoners die de thermostaat zo laag zetten dat de woning blijft afkoelen totdat de ruimtetemperaturen zich stabiliseren of totdat de thermostaat weer vragend wordt gezet. Verreweg de meeste bewoners stellen een nachtverlagingstemperatuur in van tussen de 17 °C en 19 °C, zodat na het aanwarmcommando de woning weer relatief snel op temperatuur is. De aanwarmsnelheid hangt behalve van de buitentemperatuur sterk af van de temperatuur in de woonkamer waarmee wordt gestart en de eindtemperatuur waarop de unit weer begint te regelen. Daarnaast is nog van belang of men binnendeuren gesloten houdt en of alleen de woonkamerzone wordt opgewarmd of de gehele woning. Wanneer beide zones worden verwarmd is de inblaastemperatuur voor beide zones hoger doordat er dan geen warmteverlies optreedt tussen de zones onderling. Wanneer slechts één luchtverhitter brandt geeft deze luchtverhitter namelijk binnen in de Combiduct een gedeelte van zijn warmte af aan de andere koude zone. In de meest koude periode zijn vanuit de temperatuurgegevens opwarmsnelheden berekend die voor wat langere temperatuurtrajecten van 4K tot 6K variëren van circa 0,5 K tot 1 K per uur.

Zodra de gemiddelde buitentemperaturen zich in de band tussen de -7 °C tot 0 °C bevinden heeft de luchtverwarmingsinstallatie geen problemen meer om de woning binnen een aanvaardbare periode op temperatuur te brengen. De opwarmsnelheid begint dan in de orde van 1,5 K tot 2,5 K per uur te komen. De ontwerp buitentemperatuur bedraagt -7 °C. Variërend van een uur tot enkele uren na het opwarmcommando, afhankelijk van de nachtverlagingstemperatuur en de gewenste dagtemperatuur, begint de Combiduct na het bereiken van de ingestelde temperatuur aan/uit te regelen. De woonkamertemperatuur wordt dan met een nauwkeurigheid van circa 0,5 K geregeld.
Tijdens bezoeken van TNO aan bewoners is wel eens gebleken en er over gesproken dat zelfs bij tamelijk koude buitencondities, zo rond de 0 °C, de deur van de woonkamer naar de serre nog open bleef, zodat deze ruimte bij de woonkamer hoort. Zolang men het nog warm genoeg kon stoken bleef deze deur dan nog open of men accepteerde dat het langer duurde om op te warmen. Dit is met name geconstateerd in enkele woningen aan de Gouwezijde met een aangenaam uitzicht op de Gouwerivier met zijn scheepvaart. De serre blijft voor de bewoners daarom ook bij koudere omstandigheden een geliefde plaats om te verblijven. Wanneer aan de Gouwekant 's morgens de zon op de serre schijnt, warmt de serre nog heel behoorlijk op tot omstreeks 12.00 uur wanneer de zon van de voorgevel wegdraait.
De woningen aan de Zuidkadezijde zijn door TNO weinig bezocht omdat daar geen intensieve metingen zijn uitgevoerd. Op welke wijze hier gebruik van de serre wordt gemaakt is niet bekend. Het openlaten van de serredeur bij lage buitentemperaturen heeft uiteraard gevolgen voor de opwarmsnelheid van de woonkamer en het energiegebruik voor verwarming. Uit het bewonersonderzoek is gebleken dat de bewoners overwegend tevreden zijn met de opwarmsnelheid van de woning.

5.3.2 Globale metingen temperatuur en relatieve vochtigheid woonkamers

Luchttemperatuur woonkamers

Zoals eerder beschreven zijn in een twintigtal woningen de temperatuur en in een zevental woningen de relatieve vochtigheid in de woonkamer met behulp van de meetrecorders gemeten. De meetresultaten zijn in diverse lange plots, lopend over de gehele gemeten periode, op kettingpapier uitgeprint ter evaluatie. In de figuur 5.17 (bijlage 6) is een gedeelte van de meetperiode voor een zevental woningen weergegeven. In de figuur 5.18 zijn de relatieve vochtigheid en de bijbehorende vertrektemperatuur voor vier woningen weergegeven. Alhoewel de plots erg druk zijn en de verschillende temperaturen niet zijn te onderscheiden, zijn wel goed de verschillende bewonersgedragingen ten aanzien van de binnentemperatuur, de nachtverlagingstemperaturen en de behaalde maximale temperaturen in de woonkamers zichtbaar. Soms laten bewoners gedurende meerdere dagen de installatie eenzelfde woonkamertemperatuur onderhouden. Verreweg de meeste bewoners werken echter altijd met een nachtverlagingsinstelling en één of meer daginstellingen van de woonkamerthermostaat. De luchttemperaturen waarnaar 's nachts de woonkamers in de koudste winterperiode afdalen liggen altijd boven de 15 °C. Overdag worden over het algemeen woonkamertemperaturen tussen de 19 °C en 24 °C gehaald.

Luchtvochtigheid

Ten aanzien van de relatieve vochtigheid in de woonkamers kan vanuit de meetgegevens worden geconstateerd dat deze zich het grootste deel van het stookseizoen tussen de 35% en 50% beweegt. In de periode met de koudste buitencondities ligt de R.V. tussen de 18% en 30%, dit als gevolg van de dan zeer lage vochtinhoud van de buitenlucht die naar de woning wordt gevoerd. Verwacht mag worden dat de lucht in de slaapkamerzone even vochtig of nog iets droger is dan gemeten in de woonkamer aangezien de droge buitenlucht hier als eerste wordt ingeblazen. Tegen de tijd dat deze lucht in de woonkamer terecht is gekomen kan de vochtinhoud vanwege de vochtproduktie in de woning zijn toegenomen. Veel van het in de woning geproduceerde vocht, vooral in de badkamer en de keuken, zal door de mechanische afzuiging in deze vertrekken zelf verder niet in de woning terecht komen. De vaak geuite klacht van bewoners ten aanzien van de droge lucht, met name in de slaapkamer, is dus goed te verklaren. Dit is typisch het geval in woningen met een goede gebalanceerde mechanische ventilatie, zeker als de vertrektemperatuur wat hoger is en de r.v. daardoor lager.

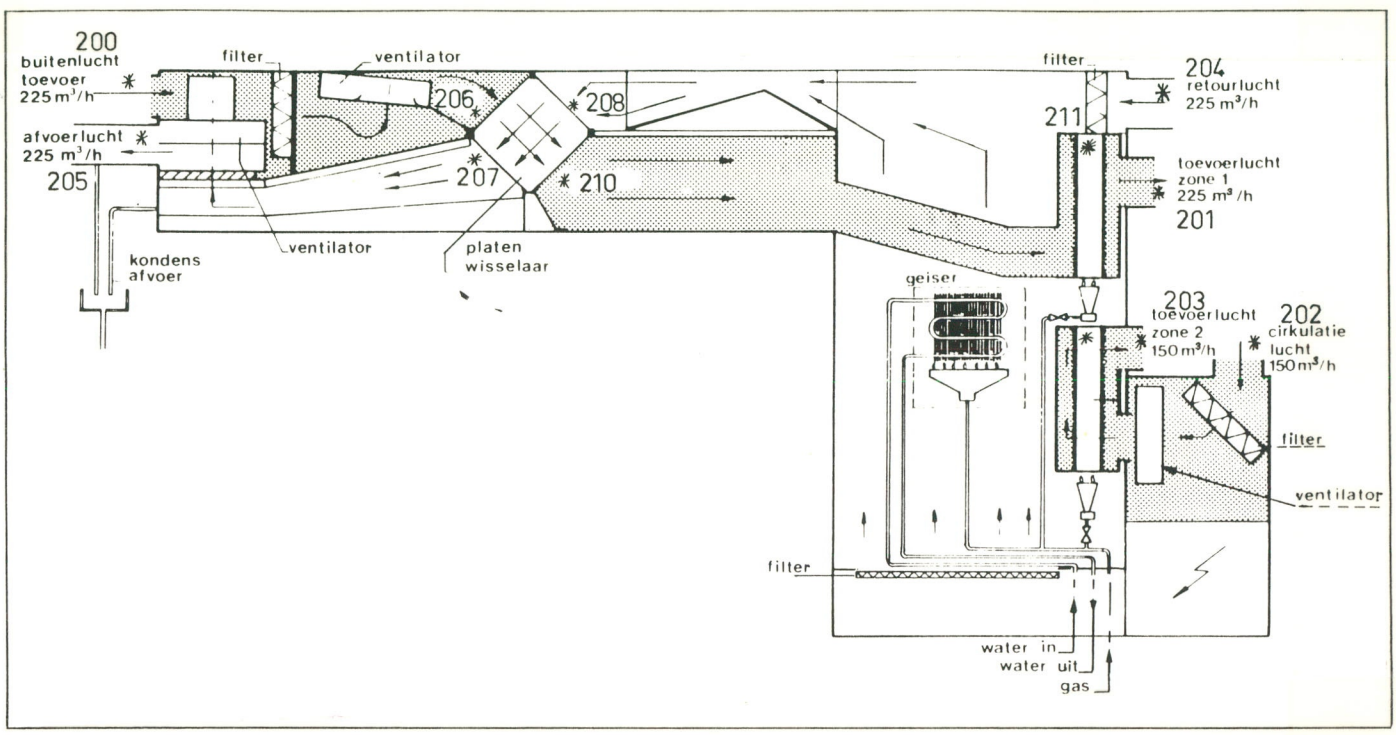
5.3.3 Zomersituatie

In de zomerperiode wordt de Combiduct in principe in de zomerstand geschakeld. Dit houdt in dat alleen de afvoerventilator nog continu draait en dat de toevoer- en recirculatieventilatoren permanent buiten bedrijf zijn. Het is de bedoeling dat de bewoner dan met de ramen in de voorgevel ventileert. In de zomer liggen de temperaturen in de woningen aan de hoge kant, het grootste gedeelte van de tijd tussen de 20 °C en 25 °C. Uitschieters van circa 30 °C zijn echter ook meerdere malen voorgekomen. Tussen de woningen onderling komen in de zomer temperatuurverschillen voor tot 4 K. Van belang is uiteraard hoe de bewoners omgaan met de hun ter beschikking staande middelen om de temperatuur zo laag mogelijk

te houden. Met name aan de Zuidkade zou een mogelijkheid om de zon buiten aan de gevel te weren zeer zinvol zijn. Dit is echter niet toegestaan omdat gevreesd wordt dat de gevelconstructie een zonwering niet kan dragen. Door het toepassen van zonwering achter de ramen geraakt de zonnewarmte toch in de woning. De meest optimale oplossing tot nu toe is het aanbrengen van jaloezie zonwering met extra smalle lamellen tussen de schuiframen in de serre en woonkamer. Door de ramen aan de binnenzijde geheel te sluiten en de ramen aan de buitenzijde meer of minder te openen wordt de door de zonwering afgevangen zonnewarmte naar buiten weggeventileerd.
Van de intensief bemeten woningen valt op dat de woningen op de bovenste verdieping gemiddeld circa 2 K hoger in temperatuur zijn ten opzichte van de woningen er onder op de tussenverdieping. De oorzaak hiervoor kan voor een deel gezocht worden in de hogere atriumtemperatuur bovenin en voor een deel in de hoge temperatuur op de loze zolder boven de hoogste woonlaag.

5.3.4 Temperaturen in de installatie

In de woning waar de meetapparatuur van TNO stond opgesteld, zijn een aantal extra temperaturen gemeten in de luchtverwarmingsinstallatie. Hiermee kan een indicatie worden verkregen van de temperatuurverlopen in de Combiduct en in het kanalensysteem onder de diverse bedrijfscondities. In de figuur 5.19 is in een doorsnede van de Combiduct aangegeven welke meetpunten in en vlakbij de unit zijn gemeten. De ingetekende nummers corresponderen met de kanaalnummers zoals ze beschreven staan in de configuratiefile in bijlage 3.



Figuur 5.19 Doorsnede Combiduct met meetpunten

In de figuren 5.20 tot en met 5.23 in de bijlage 6 zijn voor buitentemperaturen rond de ontwerpsituatie in een aantal plots de temperatuurwinsten en -verliezen van de diverse luchtstromen weergegeven die tot de inblaastemperaturen van de twee zones leiden. In elke figuur is te zien hoe de temperatuur van de verse toevoerlucht op zijn weg van buiten naar de slaapkamerzone gaandeweg toeneemt. In de figuren 5.20 en 5.21 die 6 februari beschrijven daalt de buitentemperatuur de gehele dag van -2 °C tot circa -12,5 °C. De temperatuur in het atrium ter plaatse van het aanzuigrooster en in het aanzuigkanaal naar de Combiduct ligt aanvankelijk 3 K en later maximaal 8K boven de temperatuur buiten. In de Combiduct warmt de toevoerlucht tot aan het wtw-blok circa 3,5 K verder op als gevolg van interne warmte-uitwisseling en door de warmteafgifte van de motoren van de toevoer- en afvoerventilator. De temperatuur ligt nu reeds 0 K tot 5 K boven de 0 °C.

In het wtw-blok warmt, afhankelijk van het temperatuurniveau van de afvoerlucht, de toevoerlucht weer verder op tot 15 °C à 32 °C en na de luchtverhitter van zone 1 van 16 °C tot 63 °C. Het temperatuurniveau van de afvoerlucht die zijn warmte in het wtw-blok voor een deel overdraagt aan de toevoerlucht is afhankelijk van de afvoerluchttemperatuur voor de Combiduct en van het al of niet branden van de luchtverhitters en de geiser. De afvoerlucht wordt naar behoefte gebruikt als verbrandingslucht en het niet benutte deel stroomt opgemengd met de geproduceerde verbrandingsgassen naar het wtw-blok.

De temperatuur na de luchtverhitter is ook praktisch gelijk aan de inblaastemperatuur van de slaapkamerzone. Dit geeft aan dat er tijdens het transport weinig warmte uit de toevoerlucht verloren gaat, dit als gevolg van de warmte-isolatie van de toevoerkanalen. De 16 °C na de unit wordt bereikt als geen van beide luchtverhitters brandt en de afvoerlucht voor de wtw een temperatuur van circa 23 °C heeft.

Wanneer alleen de luchtverhitter van de andere zone, de woonkamerzone, brandt dan wordt de toevoertemperatuur na de unit circa 26 °C bij een afvoerluchttemperatuur die rond de 32 °C ligt. Het grootste gedeelte van de opwarming, circa 19 K, is afkomstig van de wtw en een kleiner deel, circa 4 K, komt van warmteverlies van de brandende luchtverhitter van zone 2 naar de luchtverhitter van zone 1.

Als beide luchtverhitters branden zoals op de figuren 5.20 en 5.21 rond 19.00 uur is te zien dan behaalt de toevoerlucht na de Combiduct zijn hoogst mogelijke temperatuur van circa 63 °C. De toevoerlucht warmt over de wtw eerst van circa 2 °C op tot circa 32 °C bij een afvoerluchttemperatuur van circa 52 °C. In de luchtverhitter wordt dan verder opgewarmd van circa 32 °C tot circa 63 °C.

In de tot nu toe besproken figuren 5.20 en 5.21 is de bedrijfssituatie waarbij alleen de zone 1 verwarmd wordt niet voorgekomen. In de figuren 5.22 en 5.23 is de nacht van 8 op 9 februari 1991 weergegeven die praktisch de zelfde buitencondities had als in de hiervoor omschreven situaties. Enkele uren na elkaar komen in deze figuur alle drie combinaties van verwarmen van de zones voor. Van 20.00 uur tot 22.00 uur wordt weer alleen de woonkamerzone verwarmd, van 22.00 uur tot 23.00 uur beide zones. Deze bedrijfstoestanden zijn hiervoor reeds beschreven. Tenslotte, gedurende de nacht van 23.00 uur tot 05.00 uur, wordt alleen de slaapkamerzone verwarmd. De toevoerlucht wordt dan in de wtw opgewarmd van 0 °C tot circa 23 °C door afvoerlucht van circa 36 °C. In de luchtverhitter wordt verder opgewarmd van 23 °C tot een temperatuur na de unit van circa 53 °C. Ten opzichte van de situatie met beide luchtverhitters brandend is de inblaastemperatuur van de slaapkamerzone dus met circa 10 K, van 63 °C naar 53 °C afgenomen.

Uit de voorgaande omschrijving van de verschillende bedrijfswijzen van de Combiduct en de invloed daarvan op de inblaastemperaturen maakt duidelijk dat het verwarmen van de ene zone hier relatief veel invloed kan hebben op de warmtetoevoer naar de andere zone. Dit geldt met name voor de slaapkamerzone omdat de restwarmte via het wtw-blok voor een groot deel altijd in deze zone terecht komt.

Voor de hiervoor beschreven bedrijfssituaties zijn voor de warmteterugwinning temperatuurrendementen variërend van circa 61% tot circa 69% gerealiseerd.
In de documentatie van de Combiduct wordt aangegeven dat rendementen tot 70% kunnen worden gehaald. De metingen onderschrijven dus deze waarde. Het hier genoemde temperatuurrendement is echter slechts indicatief ten aanzien van de werkelijke absoluut overgedragen hoeveelheid warmte in de wtw. De hoeveelheid teruggewonnen warmte hangt naast de temperaturen ook af van de primaire en secundaire luchthoeveelheden en de hoeveelheid latente warmte die is vrijgekomen indien condensatie van de afvoerlucht is opgetreden.

5.4 Energiegebruik woningen

5.4.1 Elektriciteitsverbruik

In de Combiduct wordt het elektriciteitsverbruik bepaald door het verbruik van de drie ventilatoren. Het absolute verbruik van de ventilatoren op de diverse toerentallen is een tamelijk vast gegeven. Het totale elektriciteitsverbruik hangt echter vooral af van het gebruik van de installatie en de woning door de bewoner. Afhankelijk van de bedrijfsstand van de Combiduct op zomer-, dag-of nachtstand draaien diverse ventilatoren wel of juist niet. Het op de kookstand bedrijven van de unit of de warmtevraag door de woonkamerthermostaat bepaalt het toerental van de verschillende ventilatoren.
In de tabel 5.24 wordt het totale opgenomen elektrische vermogen van de Combiduct weergegeven bij de diverse bedrijfssituaties die zich voor kunnen doen. Dit zijn gemiddelden van metingen aan meerdere units.

Tabel 5.24 Opgenomen elektrisch vermogen Combiduct bij diverse bedrijfswijzen

Bedrijfswijze/schakelstand	Opgenomen elektrisch vermogen (W)
Zomerstand	89
Zomerstand + koken	115
Nachtstand + thermostaten niet vragend	124
Nachtstand + thermostaten wel vragend	161
Dagstand + thermostaten niet vragend	139
Dagstand + thermostaten niet vragend + koken	195
Dagstand + thermostaten wel vragend	161
Dagstand + thermostaten wel vragend + koken	217

Vanuit de bovenstaande elektrische vermogens kan voor een gemiddeld bewonersgedrag een jaarverbruik van tussen de 1100 kWh en 1200 kWh worden afgeleid. Voor de zes woningen met een kWh-tussenmeter op de Combiduct (huisnummers 20a, 36b, 36c, 36d, 40b en 40d) lagen de elektriciteitsverbruiken van de Combiduct tussen de 1100 en 1300 kWh per jaar.

5.4.2 Gasverbruik Combiduct-woningen met tussenmeters

Het totale gasverbruik in de woningen geschiedt bij het koken en voor de rest in de Combiduct. In de zes woningen met tussenmeters is het gasverbruik voor het koken apart gemeten. Het gasverbruik voor het koken lag bij deze zes woningen tussen de 27,5 en 47,5 m^3 per jaar. Gemiddeld ligt het verbruik rond de 40 m^3 per jaar. Voor de uitsplitsing van de totaalverbruiken wordt hier daarom uitgegaan van een gasverbruik voor koken van 40 m^3 per jaar.

Het verschil tussen de meter van het gasbedrijf en de tussen-gasmeter is dan het gasverbruik van de Combiduct. In de Combiduct wordt het gas door vijf componenten verstookt. Dit zijn de twee branders van de luchtverhitters, de brander van de geiser en de twee waakvlammen voor de luchtverhitters en de geiser. Door middel van de urentellers die het aantal branduren van de twee branders van zone 1 en zone 2 registreerden in de zes woningen met tussenmeters is het mogelijk gebleken een redelijk betrouwbare opsplitsing te maken van het gasverbruik van de verschillende componenten in de Combiduct. Bekend zijn de specifieke gasverbruiken van de aan/uit-branders van de luchtverhitters (0.3 m^3/h per stuk) en van de twee waakvlammen (0,018 m^3/h per stuk). Als er van uit wordt gegaan dat de beide waakvlammen het gehele jaar continu branden dan betekent dit een vast verbruik van ruim 300 m^3 gas per jaar. In principe zijn nu alle deelgasverbruiken bekend met uitzondering van het verbruik van de hoofdbrander van de geiser. Aangezien er zich geen mogelijkheden voordoen tijdens het tappen van warmwater het gasverbruik hiervoor te registreren is het verbruik voor de tapwaterverwarming als restpost tussen alle andere deelverbruiken en het totaalverbruik beschouwd. Voor vijf van de zes woningen met tussenmeters geeft deze beschouwingswijze logische resultaten. In twee woningen (nr. 36c en nr. 40d) levert deze berekening het resultaat op dat zeer weinig gas wordt verbruikt voor de bereiding van warmtapwater. Waarschijnlijk worden één of beide waakvlammen door de bewoners een deel van het seizoen uitgedaan. Het zeer lage gasverbruik van woning 36c gedurende de gehele evaluatieperiode, veruit het laagste van alle woningen in het Haringkavelproject, ondersteunt in ieder geval voor deze woning dit vermoeden. In de tabel 5.25 zijn de deelgasverbruiken voor de zes woningen weergegeven, er nog van uitgaande dat de waakvlammen overal het gehele jaar branden. De beschouwde meetperiode loopt van 15 september 1989 tot 15 september 1990, een jaar met een zachte winter.

Tabel 5.25 Opsplitsing totale gasverbruiken van zes Combiduct-woningen over één jaar (periode 15 september 1989 tot 15 september 1990)

Deel-gasverbruiken (m^3/a)	Huisnummers					
	20[a]	36[b]	36[c]	36[d]	40[b]	40[d]
Koken	34,5	45	41	38,5	34,5	26
Luchtverhitter zone1	10	10	1,5	30	4,5	7,5
Luchtverhitter zone 2	219,5	56,5	108	257	302,5	186,5
Waakvlam luchtverhitter	150	150	150	150	150	150
Waakvlam geiser	150	150	150	150	150	150
Hoofdbrander geiser (restpost)	137	231,5	4,5	140,5	223,5	28
Totale jaarverbruik	701	643	455	766	865	548

In de tabel 5.26 zijn de geregistreerde branduren van de twee luchtverhitters in de Combiducts van de woningen weergegeven. Wat met name opvalt zijn het vaak lage aantal branduren van de slaapkamerzone. De bewoners hebben blijkbaar niet al te vaak behoefte aan extra bijverwarming. Ook uit de enquête van het

NIPG blijkt dat men de slaapkamers warm genoeg vindt en vaak zelfs te warm. De slaapkamerzone betrekt zijn lucht via de Combiduct vanuit het binnengebied. Deze toevoerlucht is meestal warmer dan de buitenlucht door de opwarming in het atrium, met name op zonnige dagen. In de Combiduct wordt deze toevoerlucht verder opgewarmd door de warmte afkomstig van de motoren van zowel de toevoer- als de afvoerventilator. Vervolgens wordt warmte opgenomen via de warmte-terugwinunit uit de afvoerlucht en uit de verbrandingsgassen van de beide waakvlammen en, indien werkend, van de luchtverhitters of van de geiser. Indien alleen de luchtverhitter van de woonkamerzone (zone 2) werkt zal een deel van de daar opgewekte warmte ook nog in de toevoerlucht van de slaapkamerzone terechtkomen. Het hiervoor beschreven mechanisme zorgt reeds vaak voor voldoende verwarming van de slaapkamerzone zodat de feitelijke verwarming slechts sporadisch wordt benodigd.

Tabel 5.26 Branduren luchtverhitters Combiduct over stookseizoen 1989/1990

Branduren branders luchtverhitters	**Huisnummers**					
	20[a]	**36[b]**	**36[c]**	**36[d]**	**40[b]**	**40[d]**
Zone 1 (slaapkamerzone)	33,7	32,7	4,8	99,6	15,4	25,5
Zone 2 (woonkamerzone)	731,5	188,4	360,0	856,0	1008,2	621,2

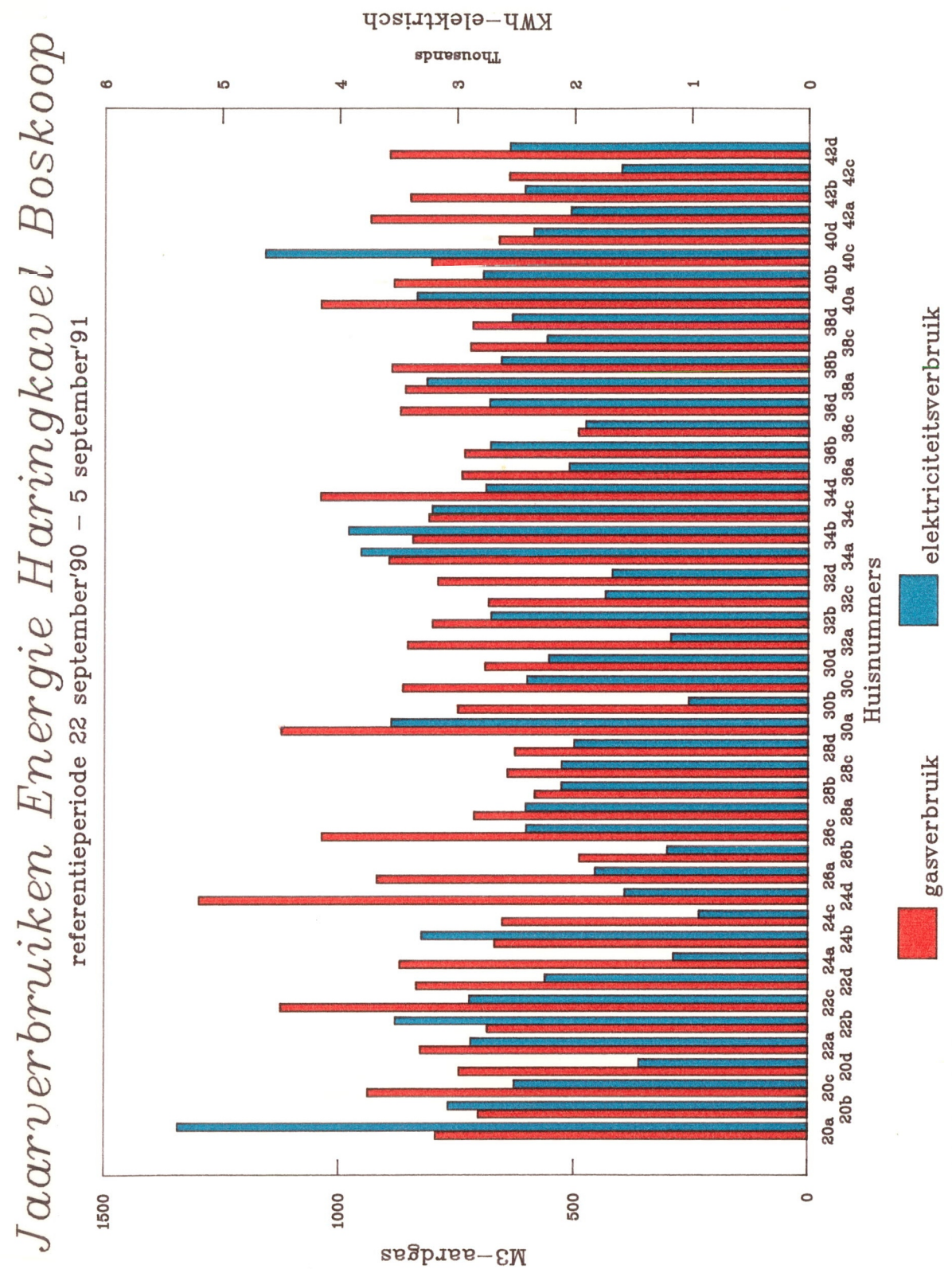
De metingen met de tussenmeters in de zes woningen laten zien dat het buitentemperatuurafhankelijke deel van het totale gasverbruik, het verbruik van de twee luchtverhitters, relatief klein is. In een jaar met een strenge winter zal het gasverbruik voor koken, warmtapwater en de waakvlammen ongeveer gelijk blijven en zal alleen het aantal branduren van de luchtverhitters toenemen.
Ten opzichte van het totale gasverbruik van de woningen is het verbruik van de twee waakvlammen met samen circa 300 m^3 per jaar opvallend hoog. Nu is het wel zo dat in de periode waarin gebalanceerd wordt geventileerd circa 50% tot 60% van de door de waakvlammen geproduceerde warmte via de toevoerlucht aan de woning ten goede komt. Verreweg het grootste deel van deze warmte is echter niet echt noodzakelijk of zal zelfs ongewenst zijn. In de zomerstand van de Combiduct wordt alleen lucht mechanisch afgevoerd en zal de warmte van de waakvlammen geheel worden afgevoerd naar buiten. Geschat wordt dat bij het ontbreken van waakvlammen in de Combiduct de luchtverhitters ongeveer 100 m^3 gas meer per jaar zouden verstoken. In hoeverre echter een energiezuinige ontsteking van de branders van de luchtverhitters en de geiser is toe te passen, bijvoorbeeld door elektrische vonk- of gloeiontsteking of door kleinere waakvlammen in de Combiduct, is onbekend. De continue luchtstroom van de afvoerlucht langs de branders maakt een betrouwbare ontsteking dan wellicht moeilijk of veroorzaakt wellicht door een grotere drukstoot bij de ontbranding een extra geluidsbron.

Het verminderen van het waakvlamverbruik door het uitzetten van bewoners levert zeer weinig op.

De waakvlam van de geiser dient het gehele jaar te branden terwijl de waakvlam van de luchtverhitters gedurende het stookseizoen moet blijven branden.
Door het doven van de waakvlam van de luchtverhitters gedurende de zomer wordt hooguit circa 60 m^3 aardgas per jaar bespaard.

5.4.3 Jaarlijkse energiegebruiken van alle luchtverwarmde woningen

Voor de verdere behandeling van de gemeten energiegebruiken wordt uitgegaan van een periode van een jaar die is gebaseerd op het energiegebruik in de referentieperiode 20 mei 1990 tot 25 mei 1991. Deze periode bevat de zeer warme zomer van 1990 en het redelijk koude stookseizoen 1990/1991. In de figuur 5.27 is het jaarlijkse gas- en elektriciteitsverbruik over die periode weergegeven in een staafdiagram. Horizontaal zijn de huisnummers weergegeven. Ten opzichte van de linker as is het gasverbruik, ten opzichte van de rechter as het elektriciteitsverbruik weergegeven.


Jaarverbruiken Energie Haringkavel Boskoop
referentieperiode 22 september'90 - 5 september'91
KWh-elektrisch
Thousands
0
1
2
3
4
5
6
M3-aardgas
0
500
1000
1500
Huisnummers
20a 20c 22a 22c 24a 24c 26a 26c 28b 28d 30b 30d 32b 32d 34b 34d 36b 36d 38b 38d 40b 40d 42b 42d
20b 20d 22b 22d 24b 24d 26b 28a 28c 30a 30c 32a 32c 34a 34c 36a 36c 38a 38c 40a 40c 42a 42c
gasverbruik
elektriciteitsverbruik
Alle woningen Haringkavel

Figuur 5.27

Gemiddeld elektriciteitsverbruik:
Wat direct opvalt is het lage elektriciteitsverbruik van een aantal woningen. Het totale verbruik ligt hier soms zelfs lager dan het verwachte verbruik van de Combiduct over een heel jaar. Bij nadere beschouwing van de verbruiksstanden bleek dat alle woningen met een onlogisch laag elektriciteitsverbruik een kWh-meter hebben waarvan alleen de uitlezing van het nachtverbruik een verbruik aangeeft. Circa driekwart van de woningen heeft een kWh-meter die registreert en afrekent op een dag- en een nachttarief. Het is goed mogelijk dat in de woningen met het lage elektriciteitsverbruik de kWh-meter foutief is aangesloten waardoor het dagverbruik niet wordt geregistreerd.Dit vermoeden is doorgegeven aan het plaatselijke elektriciteitsbedrijf met het verzoek om de betreffende meters op correct functioneren te onderzoeken en de resultaten terug te koppelen naar TNO. Tot op heden is nog geen reactie vernomen.
Eén woning, nr 20a, heeft een zeer hoog elektriciteitsverbruik, in de orde van tweemaal het gemiddelde verbruik. De oorzaak hiervoor blijkt in het door de bewoner houden van tropische vissen te liggen. De woning met het op één na hoogste elektriciteitsverbruik is nummer 40c, de woning waarin de data-acquisitieapparatuur van TNO stond opgesteld. Als gevolg van het verbruik van deze continu draaiende apparatuur ligt het totale verbruik hier circa 1.700 kWh per jaar hoger dan voor deze bewoner normaal het geval zou zijn geweest.

Als er van uit wordt gegaan dat de thans afgelezen en afgerekende elektriciteitsverbruiken correct zijn bedraagt het gemiddelde jaarverbruik voor de 40 luchtverwarmde woningen grenzend aan het binnengebied circa 2.530 kWh per jaar. Daarvan verbruikt het luchtverwarmingssysteem naar schatting gemiddeld 1.100 kWh per jaar. Indien het totale elektriciteitsverbruik van de gezamenlijke voorzieningen in het atrium en de parkeergarage, zijnde ongeveer 25.500 kWh per jaar, aan de woningen gesitueerd aan het binnengebied wordt toegerekend dan bedraagt het gemiddelde jaarverbruik circa 3167 kWh. Het aandeel van het binnengebied in het totale elektriciteitsverbruik van de woningen bedraagt dan met 637 kWh per jaar per woning ruim 20%. Het aandeel van de individuele luchtverwarmingsunit bedraagt dan ruim 34%.

Tabel 5.28 Gemiddelde jaarlijkse deel-elektriciteitsverbruiken per woning

Deelverbruikers	Verbruik	Procent
Huishoudelijk verbruik	1430 kWh	45 %
Luchtverwarmingsinstallatie	1100 kWh	35 %
Aandeel atrium	205 kWh	6,5%
Aandeel parkeergarage	432 kWh	13,5%
Totaal verbruik	3167 kWh	100 %

Gemiddeld gasverbruik:
Over de referentieperiode van 20 mei 1990 tot 25 mei 1991 bedroeg het gemiddelde totale gasverbruik van de 40 woningen aan het binnengebied 782 m^3 per jaar. De 16 woningen aan de westzijde van het binnengebied (zijde Zuidkade) hadden daarbij een gemiddeld jaarverbruik van 773 m^3. De 24 woningen aan de

oostzijde (zijde Gouwe) hadden een jaarlijks aardgasverbruik van 788 m^3. Het verschil tussen de twee oriëntaties bleek dus beperkt.
Indien een gemiddelde verdeling van het gasverbruik over de diverse deelverbruikers wordt aanhouden die gelijk is aan de geconstateerde opsplitsing voor de zes woningen met tussenmeters (zie tabel 5.25) dan zien de diverse deelverbruiken er uit als weergegeven in de tabel 5.29. Het gasverbruik van de twee luchtverhitters zelf wordt ditmaal als restpost beschouwd. Het verbruik hiervan wordt namelijk gedicteerd door de ruimtethermostaten, afhankelijk van de buitencondities en het bewonersgedrag. De andere deelverbruikers, koken, waakvlammen en warmtapwaterbereiding zullen een constanter verbruikspatroon geven over de jaren omdat ze niet afhankelijk zijn van buitencondities. Voor het verbruik voor koken en de warmtapwaterbereiding zijn de gemiddelde waarden aangehouden die zijn geconstateerd in de zes woningen met tussenmeters.

Tabel 5.29 Opsplitsing totale gasverbruik luchtverwarmde woningen (referentieperiode 20 mei 1990 tot 25 mei 1991)

Verbruiken	**m^3 aardgas per jaar**
Koken	40
Waakvlam geiser	150
Brander geiser	180
Waakvlam luchtverhitters	150
Luchtverhitters (restpost)	263
Totaal	783

Uit het overzicht blijkt dat het aandeel van de luchtverhitters in het totaalverbruik slechts eenderde bedraagt. Bij het omrekenen van het hier gevonden totaalverbruik naar een gemiddeld jaar ligt het voor de hand de factor voor deze omrekening alleen op het luchtverhitterverbruik te betrekken. Als gevolg van het concept van de luchtverwarmingsinstallatie dient deze omrekening echter hier toch anders te worden beschouwd. Doordat een groot deel van de restwarmte van de overige gasverbruikers direct of via de warmteterugwinning aan de woning ten goede komt, kan worden gesteld dat de warmtebehoefte een stuk hoger is geweest dan wat blijkt uit het verbruik van de luchtverhitters. De luchtverhitters hebben deze 'basisverwarming' alleen aangevuld totdat de gewenste temperatuurniveaus in de twee zones werden bereikt. Een groot deel van deze basisverwarming wordt minder zinvol gebruikt of is zelfs ongewenst. Het zorgt voor verwarming van vertrekken waar de bewoner dit vaak niet vraagt of voor te hoge temperaturen in deze vertrekken. Bij de op zomerstand werkende unit wordt alleen nog mechanisch afgezogen waardoor de restwarmte direct naar buiten wordt afgevoerd. Naar schatting eenvierde van de energie-inhoud van de restwarmte van het koken, de geiser en de waakvlammen komt uiteindelijk ten goede aan de woning in de vorm van zinvolle basisverwarming. Op deze wijze geredeneerd bedraagt de aardgasbehoefte in de vorm van warmtebehoefte van de woning voor de referentieperiode circa 263 + (40+180+150+150)/4 = 393 m^3 per jaar.

Het aantal graaddagen voor de referentieperiode waarover het energiegebruik is gemeten bedroeg voor De Bilt 2198 graaddagen per jaar. Voor een gemiddeld jaar bedraagt het aantal graaddagen 2804. De correctiefactor voor het gasverbruik als gevolg van het verschil tussen de werkelijke en het gemiddelde aantal graaddagen bedraagt 1,63. Voor een gemiddeld jaar bedraagt de warmtebehoefte in de vorm van aardgas dan 1,63 * 393 = 535 m^3 per jaar. De branders van de luchtverhitters verbruiken dan globaal 535 - (40+180+150+150)/4 = 405 m^3 per jaar, omdat de warmte afkomstig van de warmteterugwinning ook hier aan de woning ten goede komt. Deze hele redenering lijkt wat ingewikkeld en omslachtig, doch de omrekening van het gemeten verbruik naar een verbruik voor een gemiddeld jaar is op deze wijze juister dan een omrekening van alleen het gasverbruik van de luchtverhitters of het totale gasverbruik. In de tabel 5.30 zijn de deelverbruiken en het totale verbruik weergegeven voor een gemiddeld jaar.

Tabel 5.30 Totaal gasverbruik en de deelverbruiken per woning voor een gemiddeld jaar

Verbruiken	m^3 aardgas per jaar
Koken	40
Waakvlam geiser	150
Brander geiser	180
Waakvlam luchtverhitters	150
Luchtverhitters	405
Totaal	925

Uit de bovenstaande tabel kan worden afgeleid dat voor een gemiddeld jaar het verbruik aan aardgas voor woningverwarming circa 555 m^3 bedraagt.

5.4.4 Vergelijking werkelijk energiegebruik met voorspeld energiegebruik

In de ontwerpfase van het Haringkavelproject zijn diverse uitspraken gedaan ten aanzien van het te verwachten energiegebruik ten behoeve van de klimatisering. Uit de ter beschikking staande gegevens is thans niet meer duidelijk hoe tot de verschillende voorspelde verbruikscijfers is gekomen. Waarschijnlijk zijn ze berekend met behulp van een eenvoudig stationair rekenmodel.
Voor het vergelijken van de daadwerkelijke energiegebruiken met de verbruiken genoemd ten tijde van het ontwerp zijn daarom de meest recente genoemde verbruikscijfers van zowel de architect, Van der Breggen, als van Woon/Energie gehanteerd. Van der Breggen noemt verbruikscijfers in de fase 2-rapportage van zijn hoofdstudie [2]. Woon/Energie noemt verbruikscijfers in het P&R-boek, deel 1 [3].
In de tabel 5.31 worden de voorspelde energiegebruikscijfers samen met de gerealiseerde gemiddelde gebruikscijfers weergegeven.

Tabel 5.31 Voorspelde en werkelijke jaarlijkse energiegebruiken Haringkavel

Deelverbruik		Van der Breggen	Woon/Energie	Werkelijk
Woningverwarming	m^3	747	590	555
Warmwater en koken	m^3	400	-	370
Klimatisering	kWh-el.	876	840	1150
Huishoudelijk	kWh-el.	1500	-	1430

Uit de tabel blijkt dat voor het jaarlijkse gasverbruik het gerealiseerde verbruik duidelijk onder het voorspelde verbruik blijft, ondanks het hoge verbruik van de waakvlammen. Ten aanzien van het elektriciteitsverbruik kan worden geconcludeerd dat het werkelijke verbruik fors boven het voorspelde verbruik ligt. Ten tijde van de selectie en inpassing van de Combiduct in het ontwerp was voor dit laatste door TNO overigens reeds gewaarschuwd.

5.4.5 Berekeningen gasverbruik met het TCM-Heat rekenmodel

Met behulp van het TCM-Heat rekenmodel is het effect van het atrium op het gasverbruik van de woningen onderzocht.
Gebleken is dat het invoeren in het rekenmodel van een betrekkelijk complexe bouwkundige en installatietechnische situatie zoals het Haringkavelproject problemen geeft en er een aantal vereenvoudigingen en aanpassingen nodig zijn om er aan te kunnen rekenen. Het grootste probleem ligt in het beperkte aantal temperatuurzones dat in TCM-HEAT kan worden ingevoerd. Alle aan de binnenstraat gesitueerde woningen worden in het programma beschouwd. Daarbij zijn er verschillende temperatuurzones in de woningen aan beide zijden van de binnenstraat en is de binnenstraat zelf ook een zone. Het probleem is omzeild door het complex in twee delen te berekenen. Eén deel is de Gouwezijde, het andere deel de woningen aan de Zuidkadezijde. De scheiding wordt gerealiseerd door in de berekening een blinde muur op te nemen midden in de binnenstraat met een oneindige warmteweerstand. De temperatuur in de binnenstraat moet hierbij voor beide berekeningen hetzelfde resultaat opleveren. Een ander groot probleem is het invoeren van de installatiekenmerken in het programma. Het daadwerkelijke functioneren van de luchtverwarmingsinstallatie met de warmteterugwinning en de interacties tussen de twee verwarmingszones is moeilijk in het programma te brengen. In de rapportage van Woon/Energie [2] is aangegeven op welke manieren is getracht de in het Haringkavelproject aanwezige woningen en installaties te vertalen naar een voor TCM-HEAT geschikte invoer. Bij deze rapportage is de tekst van de rapportage van de modelberekeningen opgenomen als bijlage 7.

In de tabel 5.32 zijn de resultaten van de standaardberekening weergegeven voor de werkelijke aanwezige situatie met atrium en voor een situatie zonder atrium. De resultaten voor het gasverbruik zijn echter niet zonder meer vergelijkbaar met de werkelijke gemeten verbruiken aangezien de berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van de graaddagen van het Test Reference Year (TRY). Het jaarlijks gasverbruik berekend voor diverse verschillende situaties kunnen echter zonder meer onderling worden vergeleken. Uit de tabel blijkt dat de aanwezigheid van de glas-

overkapte binnenruimte het gasverbruik per woning gemiddeld met circa 190 m^3 per jaar verminderd. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door het lagere transmissieverlies van de woningen naar de binnenruimte en anderzijds door het aanzuigen van warmere toevoerlucht door de Combiduct vanuit het binnengebied.

Tabel 5.32 Totale berekende energiegebruiken met behulp van TCM-Heat, zowel met binnenstraat als zonder binnenstraat (op basis van het TRY)

	Gasverbruik (m^3/a)	
	Zonder binnenstraat	**Met binnenstraat ventilatievoud n=3**
Alle woningen	16624	9038
Gemiddeld per woning	416	226
Waakvlam in stookseizoen benutbaar	84	84
Waakvlam buiten stookseizoen onbenutbaar	66	66
Warm tapwater		
Tapwater	200	200
Waakvlam in stookseizoen benutbaar	84	84
Waakvlam buiten stookseizoen onbenutbaar	66	66
Koken	40	40
Totaal aan aardgas	956	766
Elektra		
Verwarming en ventilatie per woning	1100 kWh	1100 kWh

In de tabel 5.33 zijn de gasverbruiken van de luchtverhitters voor een meer of minder energiezuinig bewonersgedrag (laag en hoog energiegebruik) en voor andere ventilatievouden van het binnengebied weergegeven. In de tabel staat ook het gasverbruik van de luchtverhitters voor de situatie zoals aangenomen in de standaardberekening. Deze waarde kan ook terug worden gevonden in de tabel 5.32. De woningen blijken voor wat betreft het gasverbruik van de luchtverhitters vrij gevoelig voor wijzigingen van het bewonersgedrag. Daarentegen heeft de variatie van het ventilatievoud van het binnengebied een laag effect op het gasverbruik voor woningverwarming.
Het effect van het bewonersgedrag en het ventilatievoud van het binnengebied op het totale gasverbruik komt door het relatief hoge aandeel van waakvlammen, warmtapwateropwekking en koken in het totale verbruik slechts beperkt tot uiting.

Tabel 5.33 Berekende gasverbruiken luchtverhitters bij verschillende variaties op invoergegevens

Variaties		Gasverbruiken (m^3/a)
Met atrium, normaal bewonersgedrag,	n=1	175
Met atrium, normaal bewonersgedrag,	n=1.5	193
Met atrium, normaal bewonersgedrag,	n=2	205
met atrium, normaal bewonersgedrag,	n=3	226 (standaard sit.)
met atrium, normaal bewonersgedrag,	n=4	240
met atrium, zuinig bewonersgedrag,	n=3	62
met atrium, onzuinig bewonersgedrag,	n=3	498
zonder atrium, normaal bewonersgedrag		416

Voor de omrekening van het door TCM-Heat berekende energiegebruik naar een verbruik over het zelfde gemiddelde jaar als waarvoor de werkelijk gerealiseerde verbruiken zijn omgerekend is eenzelfde graaddagenberekening uitgevoerd als in paragraaf 5.4.3 is beschreven. Er is bij de omrekening naar het gemiddelde jaar echter geen rekening gehouden met het effect van de wtw op het nieuwe energiegebruik. Daardoor valt het jaarlijkse gasverbruik hier lager uit dan genoemd in 5.4.3.
In de tabel 5.34 worden de gasverbruiken die zijn gemeten en de gasverbruiken die met het model zijn berekend, beide omgerekend naar een gemiddeld jaar, met elkaar vergeleken. In de tabel wordt het gasverbruik van de waakvlammen, de geiser en voor koken vanwege de wtw uitgesplitst in een benutbaar en niet benutbaar deel voor de woningverwarming gedurende de winterperiode. Daarnaast wordt het gasverbruik gedurende de zomer geheel als verlies beschouwd. Het jaarlijkse gasverbruik voor een gemiddeld jaar ligt op deze wijze beschouwd op circa 890 m^3/jr voor de gemeten situatie en op circa 897 m^3/jr vanuit de modelberekeningen. Bij de wat verfijndere omrekening van de gemeten verbruiken naar een gemiddeld jaar, in hoofdstuk 5.4.3, was eerder een jaarlijks gasverbruik van circa 925 m^3 gevonden.

Tabel 5.34 Aardgasverbruik, gecorrigeerd naar referentiesituatie

	gemeten (m^3 a)	berekend (m^3 a)
Winterperiode		
Ten behoeve van cv	315	260
Benutbaar deel waakvlam, koken en warm tapwater	136	136
Niet benutbaar deel waakvlam, koken en warm tapwater	235	235
Zomerperiode		
Waakvlam, koken en warm tapwater	208	266
Totaal aardgasverbruik	**890**	**897**

5.5 Elektriciteitsverbruik in het atrium en de parkeergarage

Zoals eerder reeds is genoemd wordt door de gezamenlijke voorzieningen in het atrium en de parkeergarage samen een grote hoeveelheid elektriciteit verbruikt. De elektriciteitsverbruikers in het binnengebied en de parkeergarage zijn als volgt onder te verdelen:

- Mechanische ventilatie binnengebied;
- Motorisch bediende klepramen in de glaskap;
- Motorisch bediende schermdoeken;
- Verlichting overdekte binnengebied;
- Verlichting parkeergarage;
- Toegangshek parkeergarage;
- Schoonmaken binnengebied.

Het totale jaarverbruik bedroeg over het laatste jaar van de evaluatie, van september 1990 tot september 1991, ongeveer 25.500 kWh. Het verbruik is ten opzichte van het jaar daarvoor met ongeveer 2000 kWh per jaar afgenomen. De voornaamste oorzaak hiervoor is waarschijnlijk het intensievere mechanisch ventileren op hoogstand gedurende de extreem warme en zonnige zomer van 1990 geweest. Van de voornaamste verbruikers is het opgenomen elektrische vermogen bepaald voor de diverse bedrijfsstanden. Vanuit een realistische inschatting voor het aantal bedrijfsuren per jaar per verbruiker zijn de deelverbruiken per jaar berekend. In de tabel 5.35 zijn de deelverbruiken weergegeven die samen tot het totaalverbruik aan elektriciteit voor de gezamenlijke voorzieningen leiden.

Tabel 5.35 Deel-elektriciteitsverbruiken per jaar van de gezamenlijke voorzieningen

Deelverbruikers	Verbruiken
Mechanische ventilatie binnengebied	6500 kWh
Motorisch bediende klepramen in de glaskap	150 kWh
Motorisch bediende schermdoeken	50 kWh
Verlichting overdekte binnengebied	1400 kWh
Verlichting parkeergarage	17000 kWh
Toegangshek parkeergarage	300 kWh
Schoonmaken binnengebied	100 kWh
Totaal jaarverbruik	25500 kWh

In het overzicht valt met name het forse elektriciteitsverbruik voor de verlichting van de parkeergarage op. De oorzaak ligt in het continu het gehele jaar door branden van de 30 TL-lampen. Het verbruik van de mechanische ventilatie valt mee ten opzichte van het totale elektriciteitsverbruik van de gezamenlijke voorzieningen.

5.6 Luchtkwaliteitsmetingen

Bij toetsing van de gemeten concentraties van luchtverontreinigde componenten aan gezondheidskundige richtwaarden is het volgende geconcludeerd:

- de overschrijdingskans voor NO_2 is gering in het atrium en verwaarloosbaar in de woningen (criterium: 150 $\mu g/m^3$)

- de overschrijdingskans voor stof is verwaarloosbaar indien er in de woning niet wordt gerookt, doch groot als er wel wordt gerookt (criterium: zwevende deeltjes PM10: 140 $\mu g/m^3$)

- de overschrijdingskans voor CO is overal verwaarloosbaar (criterium: 10 mg/m^3)

- de gemeten CO_2-concentraties overschrijden in een aantal gevallen de hygiënische grenswaarde van 1200 ppm, met name indien de bewoners de ventilatievoorzieningen niet adequaat gebruiken en tegelijkertijd de windsnelheid laag is;

- het absolute vochtgehalte is in de woning en atrium vrijwel gelijk aan dat in de buitenlucht, hetgeen betekent dat het in de woning geproduceerde vocht goed wordt afgevoerd.

5.7 Bewonersonderzoek

Het blijkt dat de kwaliteit van de woning en de overdekte binnenruimte (het atrium) in het algemeen als zeer positief wordt ervaren. Dit geldt ook voor de sociale aspecten van het wonen in het complex Haringkavel.
De plezierige kanten van de woning overheersen volgens de bewoners veruit enkele negatieve aspecten. Dit geldt ook voor de toegepaste luchtverwarmings- en ventilatiesystemen. De opwarmsnelheid wordt als hoog ervaren, de afkoelsnelheid overwegend laag. Ook met gesloten ramen vindt men de kwaliteit van de binnenlucht goed. Tabaksrook en kookgeur zijn overwegend snel verdwenen, de douche is snel droog.

Wel is sprake geweest van 'kinderziektes' en storingen. Het optreden van deze tekortkomingen zijn goeddeels te wijten aan inregel- en aanlegfouten (voor wat betreft de regeling van de verwarming van de badkamer bestaat nog steeds geen eensluidendheid) en aan het achterstallig technisch onderhoud en reiniging van filters in de installaties als gevolg van onvoldoende kennis(overdracht) en logistieke problemen. Dit leidde tot een sterk toegenomen geluidemissie en het in een aantal woningen uitvallen van de verwarming en/of de warmwatervoorziening, alsmede een toenemende vervuiling bij de inblaasventielen en stankoverlast. Ten tijde van het tweede groepsgesprek hadden de bewoners er een goed vertrouwen in dat deze problemen definitief waren opgelost.

De afzuigkap in de keuken voldoet eveneens, ofschoon de zuigkracht in een deel van de woningen wellicht beter kan en er nog enkele ergonomische problemen aan kleven.

Het grootste probleem in de woningen wordt veroorzaakt door de accumulatie van warmte in de woningen op warme zomerdagen vanwege het ontbreken van zonwering aan de buitenzijde van de gevel. Terwijl in de binnenruimte nog enige verkoeling was te vinden, was het tegendeel het geval in de serres, vooral die aan de zuidwestzijde.
In het stookseizoen worden de slaapkamers, ook bij het niet gebruiken van de verwarming, veelal als te warm ervaren. Anderzijds vormde de slechte kierdichting bij de voordeur de voornaamste oorzaak van klachten over een koude luchtstroming.
Terwijl de luchtgeluidisolatie als goed wordt ervaren, is wel sprake van problemen van loopgeluiden op 'losliggende' vloerplaten. De metalen constructie in de binnenruimte neigt in toenemende mate in contact te komen met de gevels. Ook het gebruik van de (schuif)ramen lijkt in toenemende mate problemen op te leveren.
Voorts zijn de woningen onderhevig aan trillingen, veroorzaakt door zwaar verkeer en schepen.

Het verdient aanbeveling ook de opmerkingen, die zijn gemaakt ten aanzien van aspecten die buiten het kader van dit onderzoek vallen, met de daartoe bestemde instanties zoals de woningbouwvereniging (en de architect) op te nemen. Door de bewoners wordt een hoge prioriteit toegekend aan leuningen bij en het profiel van de buitentrappen en aan een liftvoorziening voor gehandicapten.

Tenslotte kan met betrekking tot de voorlichting aan de bewoners worden geconcludeerd, dat deze aan het begin nogal verwarrend is ervaren door tegenstrijdige advisering. Gebleken is evenwel dat de verspreide voorlichtings-/verjaarskalender een onontbeerlijk en hoog gewaardeerd instrument is geweest en nog vormt, niet alleen voor de bewoners, maar ook voor de onderhoudsmonteurs. Wel moet worden geconstateerd dat de op de kalender aangegeven instructies voor het gebruik van de driestandenschakelaar niet eenduidig worden opgevolgd. Dit zou wellicht kunnen samenhangen met een onduidelijke instructie of afwijkende advisering door andere personen, maar ook de proefondervindelijke ervaring van de bewoners zou hier een rol kunnen spelen.

6 Conclusies

Woningen

1. De Combiduct-installatie in de woningen van het Haringkavel projekt blijkt over het geheel genomen goed te voldoen. De opwarmsnelheid in de woonkamer van 0,5 tot 1K per uur onder ontwerpcondities, als gevolg van het beperkte verwarmingsvermogen, is wat aan de lage kant. Aangezien de meeste bewoners slechts een geringe nachtverlaging toepassen en de afkoelsnelheid van de woningen laag is geeft het aanwarmen gewoonlijk geen problemen

2. Het gemiddelde energiegebruik per Combiduct-woning voor verwarming en ventilatie bedraagt circa 555 m^3 aardgas (inclusief waakvlam van 150 m^3/a) en circa 1100 kWh elektriciteit per jaar.
   Dit is circa 192 m^3 (25,7%) minder aardgas en 250 kWh (29,5%) meer elektriciteit dan voorspeld. Het gemiddelde gasverbruik voor de opwekking van warmtapwater bedraagt 330 m^3 per jaar (inclusief waakvlam van 150 m^3/a).

3. Een aanzienlijk deel van het totale gasverbruik per woning, circa 300 m^3 per jaar, wordt veroorzaakt door de twee waakvlammen in de Combiduct (één voor de luchtverhitters en één voor de geiser). Van de door de waakvlammen geproduceerde warmte komt circa éénderde deel zinvol aan de woning ten goede via het opwarmen van toevoerlucht. Hierdoor verbruiken de luchtverhitters zelf 100 m^3 per jaar minder. Indien de waakvlammen zouden worden vervangen door bijvoorbeeld elektrische ontsteking dan zal het totale gasverbruik met circa 200 m^3 per jaar kunnen verminderen. Dit zou een besparing op het gasverbruik opleveren van circa 22,5%.

4. De aanwezigheid van het atrium vermindert volgens de modelberekeningen het gasverbruik voor de woningverwarming gemiddeld met 190 m^3 per jaar. Dit betekent een besparing van circa 25%.

5. De luchtdichtheid van de woningschil voldoet volgens de metingen in slechts vier van de tien onderzochte gevallen aan de q_{v10}-eis van 0.030 m^3/s. Bij de metingen is de aanzienlijke lekkage van de voordeur niet meegenomen.

6. Ten aanzien van de voordeur van de woningen zijn door de bewoners veel tochtklachten gemeld. De belangrijkste maatregel om de tochtklachten te verhelpen en de luchtdichtheid van de woningen te verbeteren is het vervangen van de voordeur inclusief kozijn door een betere kwaliteit. Verwacht mag worden dat in praktisch alle woningen na deze verbetering aan de q_{v10}-eis van 0,030 m^3/s wordt voldaan.

7. In de hoogstand van de Combiduct-installatie ligt het geluidniveau in de woonkamer en keuken te hoog. Er is maximaal 41 dB(A) gemeten terwijl de eis 35dB(A) bedraagt. Het hoge geluidsniveau treedt alleen op als warmte wordt geleverd aan de woonkamerzône en in de kookstand. De bewoners hebben overigens geen klachten geuit ten aanzien van het installatiegeluid.

8. De geluidwering van de wanden voldoet overal aan de gestelde eis van l_{lu}=0. De geluidwering van de vloeren voldoet net niet. Bij veel bewoners bestaan dan ook geluidsklachten, veroorzaakt door de bovenburen. Het betreft met name loopgeluiden en het kraken van de vloeren.

9. De kwaliteit van de lucht in het atrium en de woningen voldoet aan alle normen indien de bewoners op de juiste wijze met hun ventilatievoorzieningen omgaan.

atrium

10. In het atrium kan een acceptabel thermisch binnenklimaat worden bereikt met behulp van de aanwezige voorzieningen om het klimaat te regelen. Deze voorzieningen in het atium betreffen klepramen, zonweringsdoek en omkeerbare mechanische ventilatie. De voorzieningen functioneren op de juiste wijze en kunnen in dit projekt niet worden weggelaten zonder dat de kwaliteit van het klimaat terug gaat lopen.
    Het toepassen van een zonwering aan de binnenzijde van de glaskap is alleen zinvol indien de daar vrijkomende warmte door middel van voldoende, bij voorkeur natuurlijke, ventilatie kan worden afgevoerd. De omkeerbare mechanische ventilatie is niet primair voor het klimaat in het atrium bedoeld maaar is aanwezig in verband met de verzorging van toevoerlucht voor de luchtverwarmingen en vanwege brandweereisen.

11. Het elektriciteitsverbruik in het atrium en de parkeergarage bedraagt circa 25.500 kWh per jaar. Hierin hebben de verlichting van de parkeergarage met circa 17.000 kWh en de mechanische ventilatie van het atrium met circa 6.500 kWh het grootste aandeel. Het aandeel per woning in het gezamenlijke elektriciteitsverbruik bedraagt 637 kWh per jaar. Dit is hoog in relatie tot het totale verbruik van de woningen.

12. De nagalmtijd in het atrium lag tijdens de opleverfase met 1,6 tot 1,8 seconden gemeten nog boven de gewenste waarde van 1,2 tot 1,4 seconden. De kans bestaat dat de huidige waarde als gevolg van de toegenomen beplanting in het atrium thans reeds op het gewenste niveau ligt. De gemeten nagalmtijd is overigens reeds beter dan de waarden die van andere glasoverkapte ruimten bekend zijn.

13. Behalve als een comfortabele ruimte om de woningen te bereiken wordt het atrium door de bewoners ook hogelijk gewaardeerd voor zijn sociale functie als ontmoetings- en verblijfsruimte.

Bewoners

14. De bewoners van Haringkavel zijn algemeen tevreden over het functioneren van de Combiduct-installatie. Het Haringkavel in zijn geheel wordt ook positief beoordeeld. Wel zijn er een aantal klachten naar voren gekomen die hoofdzakelijk van bouwkundige aard zijn. Dit betreft voornamelijk loopgeluid van bovenburen, voordeuren die klemmen en/of waar tocht optreedt en de slechte bereikbaarheid van de woningen voor minder-validen. Door veel bewoners wordt het ontbreken van een lift als een gemis ervaren.

15. De bewonersvoorlichting door middel van een persoonlijke instructie en een uitvoerige handleiding ten aanzien van de bediening van de luchtverwarmingsinstallatie heeft in dit projekt geleid tot een goede bediening van de installaties door de bewoners en mede daardoor een laag energiegebruik. De in Haringkavel toegepaste instructiekalender is een voorbeeld van een uitstekende, aansprekende en op de doelgroep afgestemde handleiding.

7 Aanbevelingen

Haringkavel

1. Vanuit de huidige ervaringen met het atrium lijkt een continue mechanische ventilatie van de kapventilatoren niet noodzakelijk. De omkeerbare mechanische ventilatie is niet primair voor het klimaat in het atrium bedoeld maar is aangebracht in verband met de zekerstelling van toevoerlucht voor de luchtverwarmingen tijdens het stookseizoen en vanwege brandweereisen. Daarnaast wordt door de beheerder de mechanische ventilatie naast de natuurlijke ventilatiemogelijkheden benut om warmte uit het atrium af te voeren.
   Aanbevolen wordt om te onderzoeken op welke wijze het gebruik van de mechanische ventilatie kan worden geminimaliseerd. Enerzijds kan het effect van het ontbreken van mechanische ventilatie van het atrium op het klimaat en de luchtkwaliteit in het atrium en de woningen worden onderzocht. Anderzijds kan worden onderzocht onder welke omstandigheden de kapventilatoren wel noodzakelijk zijn voor een voldoende aanvoer van ventilatielucht naar de woningen.

2. Ten einde de algemeen voorkomende klacht van de bewoners over tocht in de hal op te lossen wordt aanbevolen om de voordeur en voordeurkozijn te vervangen door een betere, lekdichte, combinatie. Hierna mag verwacht worden dat de woningen voldoen aan de gestelde eisen voor luchtdichtheid. Een luchtdichtheidsmeting voor en na deze verbetering kan het effect van de maatregel en het voldoen aan de luchtdichtheidseis aantonen. Een positief effect kan tevens worden verwacht ten aanzien van het energiegebruik voor de woningverwarming.

Algemeen

3. Ten aanzien van de Combiduct zijn uit de evaluatie een aantal aspecten naar voren gekomen die voor verbetering vatbaar zijn en die bij een eventuele verdere ontwikkeling van het toestel aandacht verdienen. Deze aspecten zijn:
   a. Voor een ruimere toepassing van het toestel is het gewenst dat met name de woonkamerzône een hoger verwarmingsvermogen krijgt. Hierdoor zou of een grotere woning kunnen worden verwarmd of de opwarmsnelheid van de woonkamer kunnen worden vergroot;
   b. Het waakvlamverbruik van de luchtverhitters en de geiser dient te worden geminimaliseerd door, indien mogelijk, het toepassen van elektrische ontsteking. Hiermee kan tot 200 m^3 op het jaarlijkse gasverbruik worden bespaard;
   c. De geluidsproduktie van het toestel en installatie dient te worden teruggebracht opdat aan de geluidseisen in alle woonvertrekken wordt voldaan. In het optimale geval zou zelfs het toepassen van een open keuken met een Combiduct-installatie mogelijk moeten zijn.

4. Het Haringkavelproject toont aan dat de toepassing van een atrium een positief effect heeft op het woongenot en op het energiegebruik in de aangrenzende woningen. Voorwaarde hierbij is het aanwezig zijn van goede ventilatie- en zonweringsvoorzieningen om het klimaat in het atrium aangenaam te houden en een goede bediening en regelbaarheid van deze voorzieningen.

5. Bijzondere aandacht moet worden besteed aan het minimaliseren van het elektriciteitsverbruik in een atrium. Dit kan door in het ontwerp de toepassing van mechanische ventilatie te voorkomen door optimaal gebruik te maken van mogelijkheden voor natuurlijke ventilatie. Indien toch mechanische ventilatie wordt toegepast dient deze optimaal te worden geregeld. Daarnaast dient het elektriciteitsverbruik van de verlichting te worden geminimaliseerd door een goede systeemkeuze en een optimaal beheer

6. Een goede voorlichting van bewoners over hun installatie door middel van een persoonlijke instructie en goed gemaakt voorlichtingsmateriaal wordt ook voor andere woonprojecten aanbevolen. Het op het niveau van de doelgroep schrijven van een handleiding verdient daarbij extra aandacht. De in het Haringkavelprojekt toegepaste voorlichtingskalender is hiervan een goed voorbeeld. Het niet goed omgaan met de huidige moderne en vaak minder eenvoudig te bedienen woninginstallaties door de bewoner vanwege het niet begrijpen van de installatie kan alle voordelen ervan in het uiterste geval teniet doen.

7. Ten aanzien van het minimaliseren van geluidsoverlast tussen woningen dient bij gestapelde houtskeletbouw met name aandacht te worden besteed aan contactgeluid van boven naar beneden.

8. De in het Haringkavelprojekt verzamelde meetdata betreffende het atrium zijn goed bruikbaar bij eventuele specifieke onderzoeken inzake het binnenklimaat en de ventilatie van glasoverkapte ruimten.

8 Literatuurlijst

[1] Vrins, E. e.a.
Testmetingen Haringkavel.
Rapport Woon/Energie (augustus 1990).

[2] Vrins, E. e.a.
Energiegebruiksberekeningen Haringkavel te Boskoop
(berekeningen met behulp van TCM heat).
Rapport Woon/Energie nr. 433 (november 1991).

[3] Van der Breggen, Architekt B.V.
Gebruik overdekte binnenruimte als energie-optie voor
47 houtskeletbouwwoningen te Boskoop.
Rapportage hoofdstudie (fase 2, besteksfase), november 1988.

[4] Engelen, M. e.a.
Van initiatief tot eerste paal.
Proces en resultaten, deel 1.
Rapportage Woon/Energie 1989.

[5] Wal, J.F. van der e.a.
Onderzoek naar de luchtkwaliteit in nieuwbouwwoningen op de
Haringkavel te Boskoop.
Rapport MT-TNO, afd. Binnenmilieu R90/253a (oktober 1990).

[6] Dongen, J.E.F. van
Woonervaringen in Haringkavel. De evaluatie door de bewoners van een
bouwkundig- en installatietechnisch praktijkexperiment in Boskoop.
Rapport NIPG-TNO 91.066 (oktober 1991).

[7] Blesgraaf, P.
GGR's eindelijk eens goed doorgemeten. Ervaringen met grote
glasoverkapte ruimten.
BOUW nr. 6, 29 maart 1991.

[8] Blesgraaf, P.
Glas in daken. Grote glasoverkapte ruimten doorgemeten.
Glas in beeld nr.3, september 1991.

[9] Hees, C. van
Techniek uit kassenbouw bij Boskoopse woningen.
Woningraad nr.12, 14 juni 1989.

[10] Engelen, M.
Energiezuinig bouwen op moeilijk kavel in Boskoop.
Renovatie en Onderhoud, nr. 1, januari 1988.

9 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever
Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu B.V. (NOVEM)
Postbus 17
6130 AA Sittard

Namen en functies van de medewerkers
G.J. Borren

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
– Woon/Energie, Gouda
– NIPG-TNO, Leiden
– TNO-Bouw, Delft

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
januari 1989 – maart 1992

Ondertekening

Ing. H. Schiphouwer
onderzoekleider

Goedgekeurd door

Ir. L. van der Snoek
werkgroepleider

Technische evaluatie van het praktijkexperiment Haringkavel te Boskoop
De bijlagen

Bijlage 1 t/m 10

Bijlage 1: Beschrijving uitvoering en mogelijkheden Combiduct-luchtverwarmingsinstallatie

Bijlage 2: Omschrijving atrium en de regelmogelijkheden voor het binnenklimaat

Bijlage 3: Rapportage testmetingen in de opleverfase door Woon/Energie

Bijlage 4: Beschrijving data-acquisitieapparatuur:

Bijlage 5: Metingen in het atrium; omschrijving meetpunten en kleurenplots

Bijlage 6: Metingen in de woningen en aan de Combiduct, kleurenplots

Bijlage 7: Rapportage energiegebruiksberekeningen met het TCM-Heat rekenmodel door Woon/Energie

Bijlage 8: Rapportage luchtkwaliteitsonderzoek door MT-TNO, afdeling Binnenmilieu

Bijlage 9: Rapportage bewonersonderzoek door NIPG-TNO

Bijlage 10: Haringkavelkalender, ontworpen door Woon/Energie

Technische evaluatie van het praktijkexperiment Haringkavel te Boskoop
De bijlagen

Referentienummer 92-110
Dossiernummer 112325-22761
Datum maart 1993
NP

Auteur
Ing. H. Schiphouwer

Met medewerking van
G.J. Borren

Trefwoorden
- evaluatie
- luchtverwarming
- atrium
- houtskeletbouw
- energiegebruik

Het project is uitgevoerd onder contract met de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu B.V. (NOVEM)

Contractnummers: 8810983/8806 (61.23-004.30)
61240.0740
61202.1240

Bijlage 1 t/m 10

Bijlage 1: Beschrijving uitvoering en mogelijkheden Combiduct-luchtverwarmingsinstallatie

Bijlage 2: Omschrijving atrium en de regelmogelijkheden voor het binnenklimaat

Bijlage 3: Rapportage testmetingen in de opleverfase door Woon/Energie

Bijlage 4: Beschrijving data-acquisitieapparatuur:

Bijlage 5: Metingen in het atrium; omschrijving meetpunten en kleurenplots

Bijlage 6: Metingen in de woningen en aan de Combiduct, kleurenplots

Bijlage 7: Rapportage energiegebruiksberekeningen met het TCM-Heat rekenmodel door Woon/Energie

Bijlage 8: Rapportage luchtkwaliteitsonderzoek door MT-TNO, afdeling Binnenmilieu

Bijlage 9: Rapportage bewonersonderzoek door NIPG-TNO

Bijlage 10: Haringkavelkalender, ontworpen door Woon/Energie

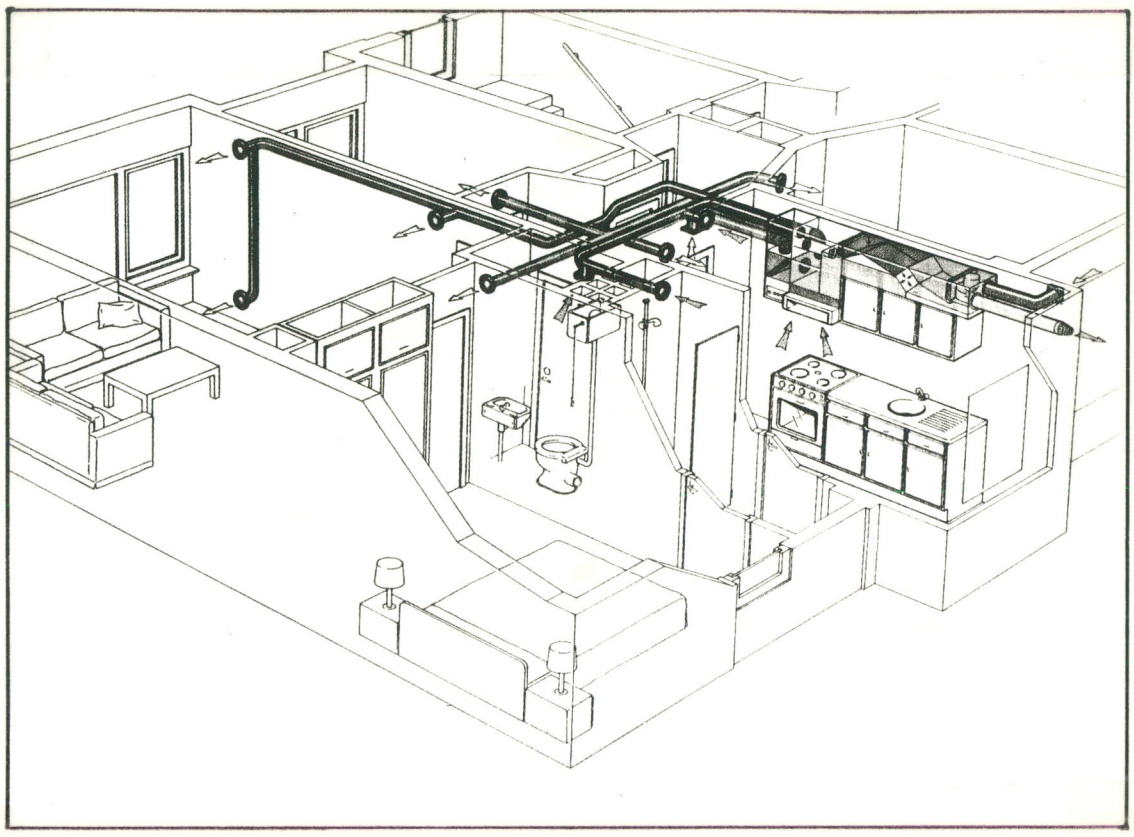
Bijlage 1 Beschrijving uitvoering en mogelijkheden Combiduct-luchtverwarmingsinstallatie

Algemeen

De Combiduct-unit is een toestel waarin de volgende functies zijn samengevoegd:

- woningverwarming;
- warmtapwatervoorziening;
- gebalanceerde ventilatie;
- afvoer van kooklucht;
- warmteterugwinning uit afvoerlucht en rookgassen.

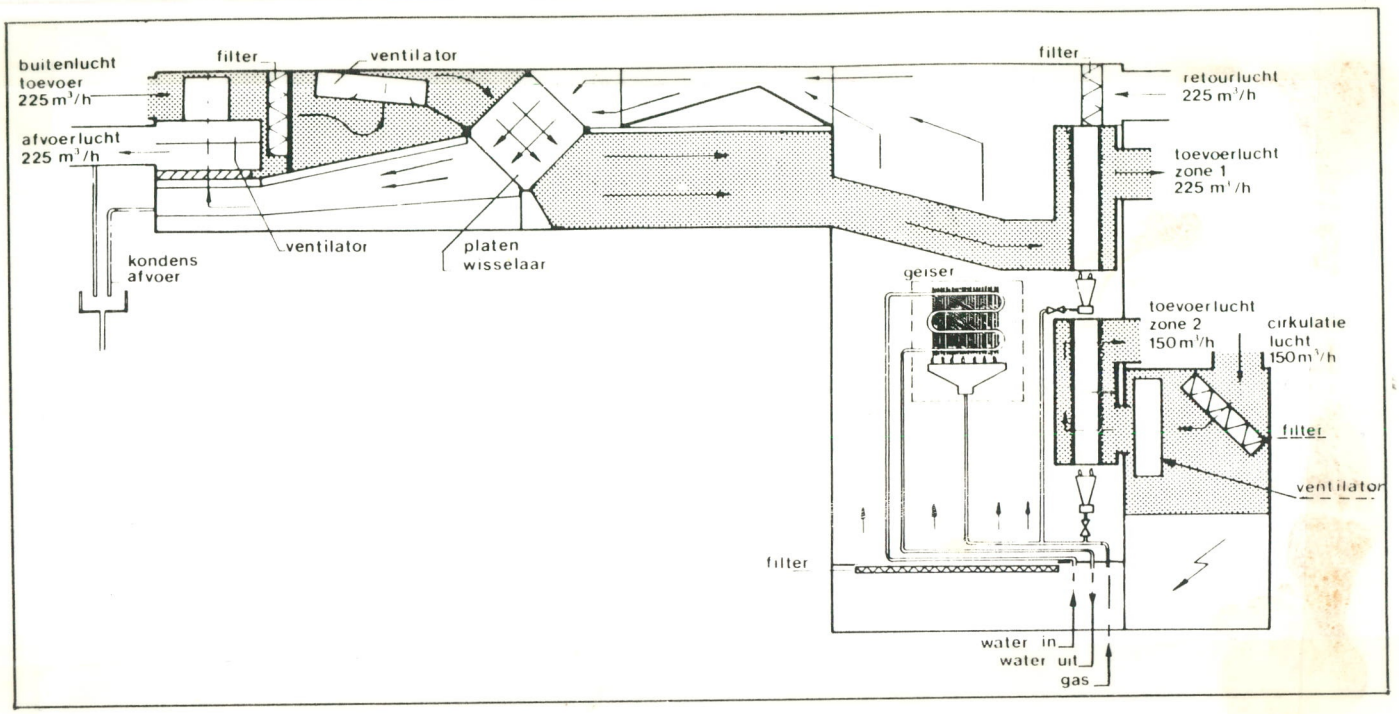
Deze functies zijn samengevoegd in één compacte unit, die geïntegreerd met de keukenkasten boven het aanrecht en de kookplaats in de keuken is gesitueerd. Vanuit de keuken lopen de diverse luchttoe- en afvoerkanalen van en naar de andere vertrekken in de woning. In de praktijk zijn de luchtkanalen geheel aan het zicht onttrokken door het toepassen van verlaagde plafonds in hal en toilet. De Combiduct kan in de keuken worden ingebouwd ondanks het grote volume van de unit. Dit grote volume van de unit is inherent aan de vele functies die hij herbergt en aan het concept van direct gestookte luchtverwarming. De inbouwplaats van de unit bestaat grotendeels uit wat in een keuken normaliter loze ruimte is. Er is dus geen aparte opstellingsruimte of extra vloeroppervlak benodigd. Dit is een groot voordeel, met name bij renovatie of kleinere wooneenheden, waar ruimte voor een nieuwe moderne verwarmingsinstallatie vaak moeilijk te vinden is.
In de figuur 1 wordt in een opengewerkte tekening van een flatwoning zichtbaar gemaakt op welke wijze de Combiduct in een keuken wordt geplaatst en hoe de diverse kanalen door de woning kunnen lopen. Het grootste deel van het kanalenwerk loopt in de hal, boven een verlaagd plafond.



Figuur 1 Inbouw Combiduct-luchtverwarmingsinstallatie in een willekeurige flatwoning

Opbouw en werking van de Combiduct

De Combiduct bestaat uit twee aan elkaar gekoppelde segmenten, het ventilatiedeel met warmteterugwinning en verwarmingsdeel met de luchtverhitters en de geiser.
In de figuur 2 wordt een schematische doorsnede van de Combiduct weergegeven.



Figuur 2 Principe opbouw van de Stork Air Combiduct

De ventilatoren worden onderscheiden in:

- een afvoerventilator, die lucht aanzuigt vanuit de keuken, het toilet en de badkamer. Deze lucht wordt, eventueel vermengd met de verbrandingsgassen van de luchtverhitters en de geiser, via een warmtewisselaar aangezogen en vervolgens naar buiten afgevoerd.

- een toevoerventilator, die verse buitenlucht aanzuigt en deze via het wtw-blok en een luchtverhitter toevoert naar zone 1, de slaapkamers.

- een circulatieventilator, die via de hal lucht aanzuigt, afkomstig van de slaapkamers en de woonkamer. Deze lucht wordt, na eventuele verwarming in een tweede luchtverhitter, toegevoerd naar zone 2, de woonkamer, keuken en de badkamer.

Elke luchtinlaat van de Combiduct is voorzien van een filter.

Voor verwarming van de inblaaslucht beschikt de Combiduct over 2 luchtverhitters met elk een eigen brander. Op deze wijze zijn er 2 gescheiden verwarmingszones verkregen. De branders worden elk gestuurd door een eigen ruimtethermostaat in de desbetreffende zone.

Voor de warmwatervoorziening in de woning is in het verwarmingsdeel een geiser met een hoog rendement ingebouwd.



De door de afvoerventilator aangezogen retourlucht komt in het verwarmingsdeel binnen. Hieruit betrekken de branders van de luchtverhitters en de geiser hun benodigde verbrandingslucht. De warmte-inhoud van de retourlucht heeft een gunstig effect op het rendement van de brander.

De verbrandingsgassen worden vermengd met de resterende hoeveelheid retourlucht. Dit mengsel wordt door de afvoerventilator via het warmteterugwinblok aangezogen en vervolgens naar buiten afgevoerd.

Het mengsel verbrandingsgassen/retourlucht stroomt daarbij door een zogenaamde knikbuis, een kanaaldeel voorzien van een vernauwing. Deze vernauwing is aangebracht ten behoeve van een hoeveelheidsmeting van het mengsel lucht/verbrandingsgassen. Dit mengsel moet namelijk voldoen aan bepaalde door het GIVEG gestelde normen.

In het warmte-terugwinblok wordt tot 70% van de warmte in het mengsel verbrandingsgassen en retourlucht overgedragen aan de door de toevoerventilator aangezogen buitenlucht. De warmtewisselaar voor de warmteterugwinning is een zogenaamde kruisstroomplatenwisselaar, waarin beide luchtstromen strikt van elkaar gescheiden blijven.

Door de temperatuurdaling in de warmtewisselaar van het mengsel verbrandingsgassen/retourlucht kan een deel van de in dat mengsel aanwezige waterdamp gaan condenseren. Daarom is voor de afvoer van het condensatiewater onder de warmtewisselaar een opvangbak, voorzien van een sifon en een afvoerpijp, aangebracht.

De elektromotor van de afvoerventilator is buiten de afvoerluchtstroom gehouden en juist in de toevoerluchtstroom geplaatst. De warmte-ontwikkeling in deze elektromotor komt daardoor ten goede aan de toevoerlucht van buiten en dus aan de woning.

De elektromotoren van de toevoerventilator en de circulatieventilator zijn in hun eigen luchtstroom geplaatst. De warmte-ontwikkeling in deze motoren komt dus rechtstreeks ten goede aan de toevoerlucht naar hun eigen zones.

Functies en bedieningsmogelijkheden van de Combiduct

— Ventilatie en luchtcirculatie

De toe- en afvoer van de ventilatielucht wordt gerealiseerd door een toevoerventilator en een afvoerventilator.
De afvoerventilator zuigt vervuilde lucht uit de keuken, doucheruimte en toiletruimte en voert deze af naar buiten. De toevoerventilator zuigt verse buitenlucht aan die eventueel naverwarmd in de slaapkamer wordt ingeblazen.

Naast het ventilatiegedeelte bevindt zich in de unit ook nog een recirculatiegedeelte.
Hierbij wordt door de recirculatieventilator lucht uit de hal van de woning aangezogen die vervolgens, eventueel naverwarmd, in de woonkamer en keuken wordt ingeblazen. De lucht die uit de hal wordt aangezogen, is afkomstig uit de slaapka-

mers en de woonkamer. De lucht uit de hal wordt door een opening met een ventilatierooster in het verlaagde plafond naar de ruimte met de luchtkanalen erboven gezogen en niet meteen via een afvoerventiel in het plafond of een wand van de hal zelf. Pas boven het verlaagde plafond zit het aanzuigpunt van de recirculatielucht. Dit heeft enerzijds het voordeel dat het aanzuiggeluid van de recirculatie en de ventilator effectief wordt gedempt en anderzijds wordt de recirculatielucht boven het verlaagde plafond reeds voorverwarmd door de warmte, afgegeven door de eventuele warme toevoerkanalen, voordat ze door de luchtverhitter van zone 2 wordt gevoerd. Dit is daardoor een kleine vermogenswinst voor de woonkamerzone die alle verwarmingsvermogen kan gebruiken die er te vinden is.

— **Verwarming**

In de Combiduct-installatie zijn twee afzonderlijk te verwarmen zones opgenomen:

zone 1: de slaapkamers, verwarmd en geventileerd met verse buitenlucht.

zone 2: de woonkamer en keuken, verwarmd met recirculatielucht afkomstig uit de hal.

De twee verwarmingszones worden geregeld met aparte kamerthermostaten. De slaapkamerzone wordt geregeld met behulp van een thermostaat in de hoofdslaapkamer.
Zone 2 wordt geregeld door een thermostaat in de woonkamer.
Indien in de woonkamerzone geen warmte wordt gevraagd draait de recirculatieventilator op een laag toerental. Bij warmtevraag schakelt de regeling de recirculatieventilator op een hoger toerental zodat voldoende lucht wordt toegevoerd aan de zone 2 om het verwarmingsvermogen te kunnen leveren.
De slaapkamerzone blijft onafhankelijk van wel of geen warmtevraag door zijn thermostaat op dezelfde luchthoeveelheid. Dit is zo vanwege de eisen die gesteld worden aan de ventilatie van de woning met buitenlucht.
Alleen op kookstand van de Combiduct, die wordt ingeschakeld door het uittrekken van de wasemkap, wordt de toevoerhoeveelheid naar de slaapkamerzone verhoogd. Op de kookstand wordt de totale afzuiging van de woning met circa 75 m^3/h verhoogd. Omdat de ventilatie gebalanceerd moet zijn, wordt ook de toevoer met dezelfde hoeveelheid verhoogd.

De Combiduct-unit heeft van huis uit een relatief laag verwarmingsvermogen, namelijk circa 4,8 Kw.
Met name in de opwarmfase van een woning zal het maximaal verwarmingsvermogen toch al snel te krap zijn. Dit is vooral het geval bij woningen met zwaardere bouwconstructie, die veel warmte accumuleren
Een te laag vermogen manifesteert zich door een zeer lange opwarmtijd bij lagere buitentemperaturen na bijvoorbeeld een nachtverlagingsperiode. Het kan dan bij buitentemperaturen onder 0 °C soms enkele uren vergen om de ruimtetemperatuur één enkele graad te verhogen.

Om de aanwarming zo snel mogelijk te kunnen laten verlopen, kan in de verwarmingsinstallatie een extra voorziening worden opgenomen. In het kanalennet van zone 1, de slaapkamerzone, is een extra aftakking opgenomen met een uitmonding in de woonkamer, boven de deur naar de hal. In de normale situatie is deze

aftakking geheel afgesloten door een gemotoriseerde vlinderklep. Indien de bewoner echter behoefte heeft aan een snelle opwarming van de woonkamer, bijvoorbeeld 's morgens vroeg of bij thuiskomst, dan kan hij behalve het verhogen van de thermostaatstand ook een knopje naast deze thermostaat indrukken.
Als de bewoner dit doet dan treedt zowel de brander van zone 2 als de brander van zone 1 in werking. Tevens wordt de vlinderklep maximaal geopend, zodat ook warmte lucht uit de verwarmingszone 1 in de woonkamer wordt ingeblazen.
Naast de circa 120 m^3/h via de drie toevoerventielen van zone 2 zal gemiddeld circa 80 m^3/h vanuit zone 1 in de woonkamer worden ingeblazen.
Zodra de op de woonkamerthermostaat ingestelde gewenste woonkamertemperatuur de eerste keer is bereikt en de thermostaat afschakelt, gaat de brander van zone 1 uit, de vlinderklep dicht en gaat de unit over op normaal bedrijf.
De extra aanwarmvoorziening is alleen functionerend aangebracht in de woningen van het B-type, dit zijn de woningen op de begane grond aan de Gouwezijde. Deze woningen hebben een betonnen vloer met daaronder onverwarmde bergingen. De andere Combiduct-woningen zijn van het C-type en hebben meestal houten vloeren en altijd verwarmde vertrekken onder zich. Ten aanzien van deze woningen was men niet zeker van de eventuele noodzaak van een extra aanwarmvoorziening. Vanuit de berekeningen leek het verwarmingsvermogen van de Combiduct net voldoende te zijn doch geheel zeker hiervan was men toch niet. De reden hiervoor was de nog nieuwe rekenmethode in samenhang met de onbekendheid met houtskeletbouw samen met luchtverwarming. Er is besloten in alle woningen van het C-type alleen de bouwkundige voorzieningen aan te brengen om eventueel later, indien noodzakelijk, de extra aanwarmvoorziening eenvoudig alsnog aan te kunnen bieden. Alleen de kanaalverbinding tussen zone 1 en de woonkamer en het extra inblaasventiel in de woonkamer zijn aangebracht. Bij het eventueel alsnog toepassen van de aanwarmvoorziening in alle woningen behoeven dan alleen de luchtklep tussen zone 1 en zone 2 en de besturing met drukknop bij de woonkamerthermostaat te worden aangebracht.

Warmtapwatervoorziening

De warmtapwatervoorziening wordt verzorgd door een modulerende kleine badgeiser die in de Combiduct is gemonteerd. Dit heeft het voordeel dat een aparte rookgasafvoer niet nodig is en dat geen aparte opstellingsruimte benodigd is. Tevens wordt de resterende warmte in de verbrandingsgassen nog nuttig besteed. Dit wordt gerealiseerd, doordat de afvoerlucht van de woning wordt gemengd met de verbrandingsgassen van de geiser en de luchtverhitters. Dit mengsel staat in de kruisstroomwarmtewisselaar een deel van zijn warmte af aan de verse toevoerlucht naar de woning.

Bediening

Ten behoeve van de besturing van de Combiduct zijn er de volgende bedieningsorganen:

- twee kamerthermostaten voor de temperatuurregeling van de twee zones. De woonkamerthermostaat fungeert tevens als nachtthermostaat.

- de drukknop naast woonkamerthermostaat waardoor de zone 2 met extra warme lucht uit zone 1 kan worden bediend voor versneld opwarmen.

— drie drukknoppen op het front van de Combiduct in de keuken waarmee op dagstand, nachtstand en zomerstand kan worden ingeschakeld.

— de kookstandschakelaar die wordt geactiveerd door het uittrekken van de wasemkap.

— bij het openen van de warmwaterkraan treedt de geiser in werking.

Ventilatiemogelijkheden

— Knop zomerstand ingedrukt:
Alleen de afvoerventilator is ingeschakeld.
De ventilatielucht dient via openstaande ramen en deuren binnen te treden.

— Knop nachtstand ingedrukt:
Als de woonkamerthermostaat niet vragend staat, zijn alleen de toevoerventilator van de slaapkamer en de afvoerventilator ingeschakeld.
Indien er wel warmtevraag is, komt ook de recirculatieventilator in bedrijf.

— Knop dagstand ingedrukt:
Alle ventilatoren in werking.
Bij warmtevraag van zone 2 gaat de recirculatieventilator over op verhoogd toerental.

— Wasemkap uitgetrokken (kookstand):
De toevoerventilator en afvoerventilator draaien op een verhoogd toerental voor extra afzuiging.

De ventilatieluchthoeveelheden voor een normale woning zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Ventilatiehoeveelheden tijdens diverse schakelstanden (beide thermostaten niet vragend)

Bedieningsstand		Ventilatiehoeveelheden (m^3/h)	
Stand drukknop	Kookstand	Afvoer	Toevoer zone 1
zomer	nee	150	-
zomer	ja	225	-
nacht	nee	150	150
nacht	ja	225	225
dag	nee	150	150
dag	ja	225	225

Verwarmingsmogelijkheden

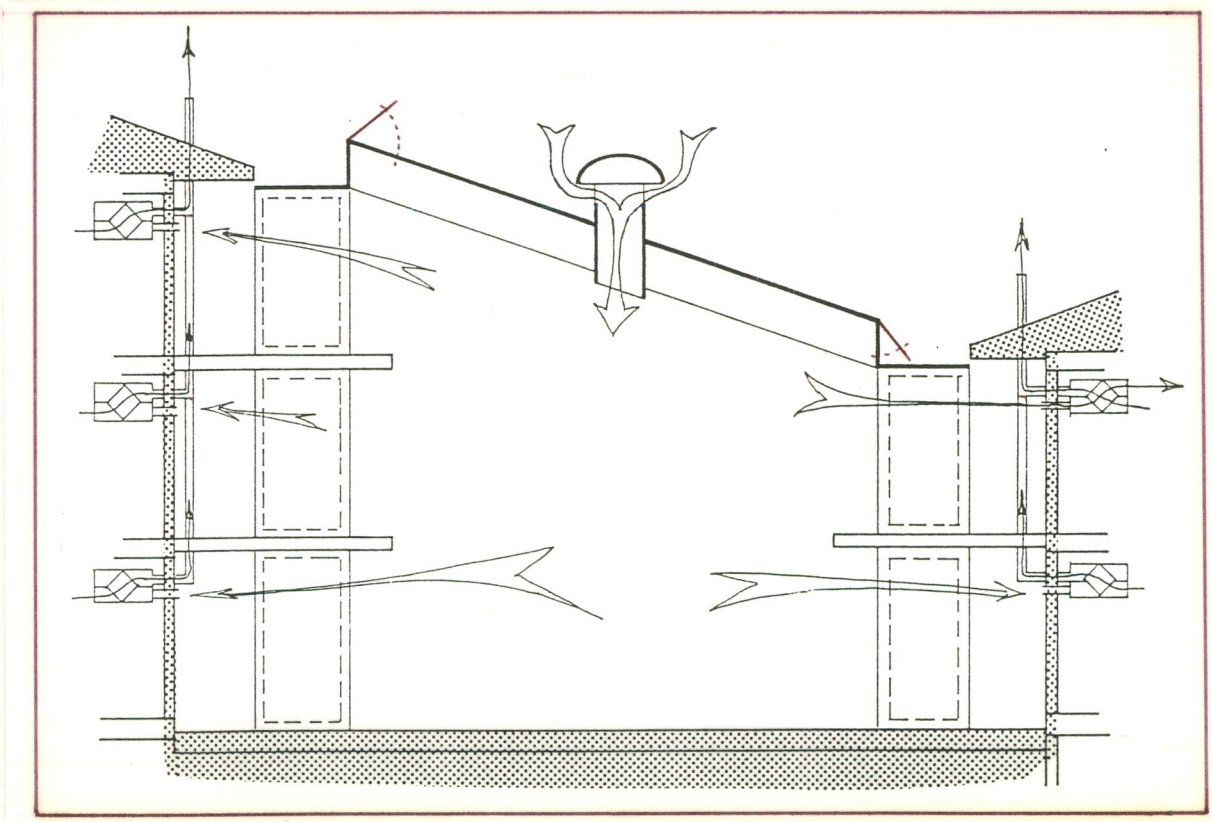
— **dagstand**
Alle ventilatoren zijn ingeschakeld. De temperatuur in beide zones wordt geregeld door de in die zone geplaatste kamerthermostaat. Wanneer de temperatuur in de woonkamerzone (zone 2) lager is dan de met de kamerthermostaat ingestelde waarde, schakelt de recirculatieventilator over naar een verhoogde capaciteit voor deze zone.

— **nachtstand**
De afvoerventilator en de toevoerventilator zijn ingeschakeld. Indien de temperatuur in de woonkamer lager is dan de met de nachtthermostaat ingestelde waarde, schakelt de recirculatieventilator op de hoogste capaciteit en komt de brander van zone 2 in bedrijf. Als de thermostaat in de slaapkamerzone gelijktijdig ook warmte vraagt, zal de brander van zone 1 eveneens aangaan.
Zone 1 wordt alleen dan verwarmd als zone 2 warmtevraag houdt.

Bijlage 2 Omschrijving atrium en de regelmogelijkheden voor het binnenklimaat

Algemeen

Het overdekte binnengebied, ook vaak als atrium aangeduid, heeft grondmaten van 12 x 67 meter. Aan de Zuidkadezijde ligt het schuine glasvlak op circa 6 meter, aan de Gouwezijde op circa 9 meter hoogte. Het verschil in hoogte komt doordat de westzijde twee verdiepingen en de oostzijde drie verdiepingen heeft. De noordelijke en zuidelijke begrenzingen van het binnengebied is uitgevoerd als glazen wand. De toegepaste constructie van de glaskap komt uit de kassenbouw. In figuur 1 is een doorsnede van het atrium weergegeven waarin de kenmerken van de glaskap goed tot uiting komen.
Diverse voorzieningen zijn in en aan de glaskap aangebracht om het klimaat in de binnenruimte zo goed mogelijk in de hand te houden. Voor een deel werken deze voorzieningen automatisch, voor een deel worden ze door de huismeester met de hand geschakeld. De ventilatie wordt geregeld met motorisch verstelbare klepramen in de glaskap, handbediende klepramen in de kopse glaswanden en door twee dakventilatoren met omkeerbare draairichting in de glaskap. Temperatuurverhoging als gevolg van zoninstraling wordt bestreden met zonwering onder de glaskap en door ventileren.



Figuur 1 Doorsnede overdekt binnengebied Haringkavel

Ventilatie

Het binnengebied wordt op meerdere manieren geventileerd. Dit is enerzijds noodzakelijk in verband met wensen die betrekking hebben op de luchtverwarmingsinstallaties in de woningen, anderzijds noodzakelijk voor de temperatuurbeheersing in het binnengebied.

Mechanische ventilatie:
In de glaskap zijn twee dakventilatoren bevestigd die zowel kunnen inblazen als afzuigen. Voor zowel inblaas als afzuiging kan door de huismeester worden gekozen uit vijf toerentallen met behulp van een keuzeschakelaar op een regelkast in de beheerdersruimte. De beide ventilatoren worden samen geschakeld op het zelfde toerental en richting van de lucht. Er is geen vrije keuze voor de draairichting. Standaard is de draairichting zodanig dat buitenlucht de binnenruimte wordt ingeblazen. De draairichting verandert naar afzuiging van het binnengebied wanneer het hoge klepraam aan de noord-oostzijde in de glaskap wordt opengestuurd. Dit gebeurt dus alleen in de zomersituatie bij hogere zonbelastingen en buitentemperaturen. Het overgrote deel van het jaar draaien de ventilatoren op de laagste toevoerstand. Bij deze stand wordt ongeveer dezelfde luchthoeveelheid buitenlucht de binnenruimte ingeblazen als de hoeveelheid lucht die door de luchtverwarmingsinstallaties van alle 40 woningen samen aan de binnenruimte wordt onttrokken. Deze gebalanceerde ventilatie van de binnenruimte bedraagt circa 40 x 150 m^3/h = 6000 m^3/h. Alhoewel de exacte toe- en afvoerhoeveelheden niet zijn gemeten mag bij de corresponderende schakelstanden van de in tabel 2 weergegeven toe- of afvoerhoeveelheden worden uitgegaan.

Tabel 2 Luchtverplaatsing beide kapventilatoren

Schakelstand ventilatoren	Luchtverplaatsing kapventilatoren m^3/h
1	6.000
2	10.000
3	15.000
4	20.000
5	25.000

Gedurende enkele uren per jaar worden de ventilatoren in de toevoersituatie nog op stand 2 bedreven. In de afzuigstand, wanneer dus de bovenste klepramen in de kap aan de oostzijde zijn geopend, worden de ventilatoren meestal op stand 2 of 3 bedreven. Heel soms komt stand 4 nog een enkel uurtje voor, doch stand 5 in het geheel niet. De redenen hiervoor liggen enerzijds bij de instelling van de huismeester om zo min mogelijk energie te verspillen, anderzijds bij het feit dat de ventilatoren op hogere toerentallen een zodanige geluidsproduktie hebben dat het verblijven in het binnengebied voor de bewoners onaangenaam wordt.

Klepramen in glaskap:
Aan de lage westzijde en op het hoogste punt aan de oostzijde van de glaskap zijn over de volle lengte van het binnengebied motorisch bediende klepramen gesitueerd. De ramen worden allen naar buiten toe geopend. In de figuur 1 zijn deze

klepramen en hun wijze van openen weergegeven. Er zijn in totaal vier apart instelbare groepen, voor de twee versprongen gedeelten van het binnengebied een aansturing voor het lage en het hoge klepraam. De ramen worden uitsluitend bediend door de beheerder via standenschakelaars en timers op de regelkast in de beheerdersruimte. Hij kan zowel de openingshoek als de openingsduur van elk klepraam apart instellen. Dit gebeurt door het schakelcommando open of dicht en een looptijdinstelling via een downtimer voor de looptijd van de klepmotor. Bij de keuze van een korte looptijd worden de ramen gedeeltelijk geopend. In de praktijk blijken de beide klepramen aan de lage kant en de beide klepramen aan de hoge kant overwegend gelijk te worden ingesteld. De enige koppeling met de automatische regeling bestaat, zoals reeds eerder beschreven, tussen de draairichting van de ventilatoren in de glaskap en de stand van de bovenste ramen. Indien de bovenramen zijn gesloten dan wordt door de kapventilatoren toegevoerd, zijn de ramen geopend dan wordt afgevoerd.
In de wintersituatie en bij somber weer in voorjaar en najaar zijn de klepramen gesloten. Bij hogere buitentemperaturen en bij redelijke zoninstraling worden alleen de verticale klepramen aan de lage westzijde in meer of mindere mate geopend. In de zomersituatie bij hoge buitentemperaturen en forse zonbelasting worden alle ramen geopend.

Ramen in de kopse glaswanden:
In de beide kopgevels aan de noord- en zuidzijde zijn delen van de glaswand die kunnen worden geopend. Dit gebeurt door het naar boven schuiven van raampanelen via het draaien aan een spindel. Het bedienen van deze ramen moet geheel op spierkracht geschieden. In de praktijk worden deze ramen alleen opengezet bij hoge temperaturen. Enerzijds zorgen deze ramen voor een natuurlijke dwarsventilatie, anderzijds zorgen ze voor toevoer van verhoudingsgewijs koele buitenlucht die het binnengebied weer verlaat via de klepramen en ventilatoren in de glaskap.

Zonwering

De zonwering van het binnengebied bestaat uit een schermdoek dat op circa een halve meter onder het gehele schuine glasdak kan worden uitgespannen. Het dicht- en openschuiven geschiedt door middel van twee tandheugelsystemen elk aangedreven door een motor, één apart systeem per versprongen gedeelte van het binnengebied. De gehele zonwering bestaat uit 26 schermdoekbanen die bij volledig dichtgestuurde zonwering per baan een oppervlak van circa 7 x 2,7 meter onder de glaskap afdekken. Het schermdoek bestaat uit grofmazig textielmateriaal met ingewerkte aluminiumgecoate strookjes. Om de drie aluminiumstrookjes wordt één maasbreedte opengehouden waardoor licht kan stromen. Hierdoor wordt bij gesloten zonwering nog over circa één kwart van het schermdoekoppervlak licht doorgelaten. Dit geeft een sterk gedempt verlichtingsniveau, ook op dagen met sterke zoninstraling. Dit type zonwering is evenals de gehele glazen kapconstructie afkomstig uit de kassenbouw.

Het schermdoek wordt op twee manieren gebruikt. In de situatie met te hoge zonbelasting werkt het schermdoek uiteraard als zonwering. In de wintersituatie bij lage buitentemperaturen wordt het schermdoek echter 's nachts ook gesloten om afkoeling van het binnengebied als gevolg van koudestraling naar de hemel te minimaliseren. In deze functie wordt deze voorziening energiedoek genoemd.

Ten aanzien van het zomer- en winterbedrijf van het schermdoek zijn de volgende regel- en schakelmogelijkheden voorhanden. Gekozen kan worden tussen handbedrijf of automatisch bedrijf met de schakelfunctie automatisch, op hand open of op hand dicht. Verder kan afhankelijk van het seizoen worden gekozen tussen de zonweringfunctie en de energiedoekfunctie.
In de energiedoekfunctie wordt het schermdoek vrijgegeven volgens de instellingen op een eenvoudige verstelbare 24-uurtimer. Logischerwijs wordt hiervoor de periode van de dag ingesteld waarop het buiten donker is. In de loop van het stookseizoen worden de instellingen dan ook regelmatig aangepast, afhankelijk van de lengte van de dag. Als de regeling van het schermdoek is vrijgegeven dan wordt bij onderschrijding van een in te stellen temperatuur het schermdoek gesloten. Dit duurt dan tot dat het weer licht wordt of tot de temperatuur weer boven de ingestelde waarde stijgt.
In de hoofdfunctie van het schermdoek als zonwering wordt in de automatische stand het openen en sluiten van het schermdoek geregeld met behulp van een luxmeter. Het zoninstralingsniveau waarbij het schermdoek moet sluiten is hierbij instelbaar. Verder is de schakeldifferentie tussen openen en sluiten instelbaar gemaakt om te voorkomen dat bij bepaalde weertypes het scherm continu open en dicht gaat. Op een heldere zonnige dag met af en toe een wolk voor de zon kan de lichtintensiteit zodanig variëren dat deze situatie zich voordoet. Ondanks deze voorzieningen doen zich toch tientallen dagen per jaar voor waarin de zonwering tussen de 8 en 16 keer opent en sluit. Vaak is de zonwering nog bezig met openen als de regeling alweer het commando geeft om te openen. Het bovenstaande is echter vaak het probleem met lichtintensiteitsafhankelijke besturingssystemen.

Maatregelen bij brand

Indien er in het atrium brand ontstaat is het noodzakelijk dat dit wordt gesignaleerd en de installaties in het atrium en de luchtverwarmingsunits op een voorgeschreven wijze reageren. In het binnengebied zijn twee rookgasdetectoren geplaatst die na het ontdekken van rook de volgende acties opstarten:

- er klinkt een akoestisch signaal in het binnengebied;
- de motorbediende klepramen in de glaskap worden opengestuurd;
- het schermdoek wordt opengestuurd;
- de kapventilatoren gaan op maximaal toerental afzuigen.

Verder moet bij brand worden voorkomen dat rook door de luchtverwarmingsinstallaties vanuit het binnengebied de woning in wordt getransporteerd. Hiertoe is een rookdetector in het aanzuigkanaal van elke luchtverwarmingsunit gemonteerd die bij detectie van rook alle ventilatoren in de unit uitschakelt.

Bijlage 3 Rapportage testmetingen in de opleverfase door Woon/Energie

testmetingen Haringkavel

De metingen zijn onderdeel van het Meet- en evaluatieproject Haringkavel Boskoop

in opdracht van:

TNO
Afd. Warmte en koudetechniek
Laan van Westenenk 501
7334 DT Apeldoorn

Uitgevoerd door:

Woon|Energie
Crabethstraat 38j
2801 AN GOUDA
tel. 01820 - 24233

ir. Evert Vrins
ir. Geurt Donze
Laus v. d. Bliek

13 augustus 1990

INHOUD

1	**Inleiding**	6
2	**Conclusies**	8
3	**Luchtdoorlatendheidsmetingen**	12
a	Compensatiemetingen	12
b	Afvoerkanaal Combiduct	14
c	Extra kierdichting	14
d	Invloed gebouwdelen	16
4	**Luchtdebieten toe- en afvoer Combiduct**	20
5	**Geluidmetingen**	22
a	Geluidwering in het binnengebied	22
b	Geluidisolerende werking van de serre	26
c	Nagalmtijd van het binnengebied	28
d	Geluidproductie van de installaties in het binnengebied	30
e	Installatiegeluid in de woningen	32
f	Bepaling van de luchtgeluidisolatie tussen woningen	34

Bijlage 1	**Meetmethode luchtdoorlatendheidsmetingen**	
	Resultaten luchtdoorlatendheidsmetingen	38
Bijlage 2	**Geluidmetingen apparatuur en methode**	60

1 Inleiding

Het complex Haringkavel te Boskoop is een nieuwbouwcomplex uitgevoerd in gestapelde houtskeletbouw. Het complex bestaat uit 47 woningen op een parkeergarage. Aan het complex zijn een aantal experimenten verbonden. Twee daarvan worden door TNO-Apeldoorn (afd. Warmte en Koudetechniek) aan een evaluatie onderworpen. Dat zijn de inpassing van de Stork Combiduct in een nieuwbouwcomplex en de geluidwerende aspecten en de energiebesparingsoptie van de overkapping van de binnenruimte.
Om de waarde van de evaluatie te garanderen is een toetsing van de diverse uitvoeringsgevoelige onderdelen in de experimenten noodzakelijk.

De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd:

Luchtdoorlatendheidsmetingen
-a luchtdoorlatendheid totale woning
-b luchtdoorlatendheid van vloeren, plafonds en woningscheidende wanden
-c luchtdoorlatendheid van woonkamer/serre -deur, schuiframen en invloed serre

Geluidmetingen
-a Geluidwering in het binnengebied,
-b Geluidisolerende werking van de serre,
-c Nagalmtijd van het binnengebied,
-d Geluidproductie van de installaties in het binnengebied,
-e Installatiegeluid in de woningen,
-f Bepaling van de luchtgeluidisolatie tussen woningen.

2 Conclusies

Luchtdoorlatendheidsmetingen

De eis voor de luchtdoorlatendheid van de woningen in het complex Haringkavel is C = 0,0080 m^3/s bij 1 Pa. Het gemiddelde uit zeven betrouwbare metingen is C = 0,0076 m^3/s bij 1 Pa. Dat voldoet aan de eis, maar er is een factor 4 verschil tussen de laagste en de hoogste waarde. Vijf woningen voldoen aan de eis, en drie woningen hebben een iets te hoge luchtdoorlatendheid. Van drie woningen zijn de waarden van de luchtdoorlatendheid ongeloofwaardig. Eén woning (28d) die wel voldoet aan de eis heeft een luchtdoorlatendheid die na correcties negatief is. De correctie voor de afdichting van het afvoerkanaal is hier waarschijnlijk te hoog. De luchtdoorlatendheid van deze woning is waarschijnlijk ongeveer 0,0050 m^3/s bij 1 Pa, en voldoet aan de eis. Twee andere woningen hebben een erg hoge luchtdoorlatendheid. Er zijn hiervoor twee verklaringen. Ten eerste kan de correctie voor de extra kierdichting en het afsluiten van het afvoerkanaal veel te laag zijn. Anderzijds kan de woning ook lek zijn. Welke verklaring juist is, is niet te achterhalen.
Als de 7 betrouwbare metingen worden beschouwd, dan is de luchtdoorlatendheid van de woningen nagenoeg in de meeste gevallen goed, en soms iets te hoog.

Het sluiten van de serre beïnvloedt de luchtdoorlatendheid van de woning met C = 0,0020 m^3/s bij 1 Pa. De woonkamer/serre-deur heeft een luchtdoorlatendheid van C = 0,0020 m^3/s bij 1 Pa, en de drie schuif ramen totaal hebben een niet meetbaar kleine luchtdoorlatendheid. De luchtdoorlatendheid valt in de meetfout van de luchtdoorlatendheidsmetingen, en is maximaal C = 0,0010 m^3/s bij 1 Pa.
Opvallend is de verbetering van de luchtdoorlatendheid van de totale woning met een gesloten serre. De verbetering is gelijk aan de luchtdoorlatendheid van de woonkamer/serre-deur. Er is dus bij gesloten serre een stuk compensatie voor de slechte luchtdoorlatendheid van de woonkamer/serre-deur, maar de serre is daar niet voor bedoeld. De ramen van de serre kunnen ook open staan, en dan ontstaat er bij warmtevraag een kans op tocht over de woonkamervloer.

Niet alleen de totale luchtdoorlatendheid van de woning is van belang voor een goede werking van het luchtverwarmingssysteem. Ook lokale lekkages dienen te worden vermeden. Er zijn lekkages in de woning gevonden op de volgende plaatsen:

- woonkamer/serre-deur, de luchtdoorlatendheid van deze (binnen) deur kan tot tochtklachten leiden over de woonkamervloer.
- rondom de schuiframen, het maakt veel uit hoe de ramen worden gesloten. Indien

goed gesloten zijn de ramen kierdicht.

- de aansluiting bij de doorvoeren van de toe- en afvoerkanalen van de luchtverwarmings-installatie door de woningschil. Deze lekkages zijn later afgedicht.
- alle doorvoeren van electra, water en gas in de meterkast vertoonden lekkage. Vermoedelijk is dit de oorzaak van een meetbare lekkage van de vloeren en het plafond.
- hoewel niet gemeten vanwege de plaatsing van de dummydeur is met rookproeven geconstateerd dat
  1) de aansluiting van het voordeurkozijn met de vloer en de wanden lekkages vertoond,
  2) het raampje boven de voordeur niet keirdicht is afgewerkt,
  3) de voordeur in sommige woningen belangrijke luchtlekkage door de brievenbus kent.

Geluidmetingen

De geluidwering van de overkapping voor wat betreft het verkeerslawaai bedraagt G(A) = 22 dB(A). Dat is een belangrijke reductie. Daardoor zijn er geen bijzondere geluidwerende maatregelen meer nodig aan de gevels in het binnengebied.

De geluidwerende werking van de serre voor wat betreft het geluidnivo van het verkeer heeft een geluidreductie van 2 dB(A) in de woonkamer tot gevolg. Doordat de woonkamer/serre-deur niet kierdicht is, is deze extra geluidwering te behalen.
De geluidwering van de woonkamergevel is 32 dB(A) met geopende serre, en 34 dB(A) met gesloten serre. De eis van 30 dB(A) wordt gehaald.

De nagalmtijd in het binnengebied is 1,5 à 1,8 seconden. De ontwerp berekeningen hebben een pakket maatregelen opgeleverd die een nagalmtijd van 1,3 à 1,6 seconden moesten opleveren. Vermoedelijk wordt hieraan na verloop van tijd wel voldaan. Tijdens de metingen was er in de binnenruimte nog bijzonder weinig beplanting. Dat zal in de toekomst meer worden, dus de nagalmtijd neemt af.

De geluidproductie van de toe- en afvoerkanalen van de 40 Combiduct-installaties in de binnenruimte bedraagt op nachtstand 42 dB(A). Als ook de dakventilatoren draaien op stand 1 wordt dat 44 dB(A). Hieraan zijn geen eisen gesteld, maar het is wel aan de hoge kant.

Het installatiegeluid in de woning is als volgt:

- woonkamer, nachtstand 30 dB(A)
  de eis is 30 dB(A) (ongemeubileerd)
- woonkamer, kookstand 41 dB(A)
  de eis is 30 dB(A) (deze eis wordt vaak overschreden en dat wordt algemeen toelaatbaar geacht)
- slaapkamer, nachtstand 28 dB(A)
  de eis is 30 dB(A) (ongemeubileerd).

De luchtgeluidisolatie tussen de woningen is afhankelijk van de wand of vloer waarover is gemeten. De luchtgeluid-isolatie van de woningscheidende wand bedraagt I_{lu} = 4 dB op de tussenverdieping, en I_{lu} = 2 dB op de bovenverdieping. Omweggeluid over de vliering is het gevolg van dit verschil. De luchtgeluidisolatie van de vloer is I_{lu} = -1 dB. De wanden voldoen hiermee aan de eis van I_{lu} = 0 dB, maar de vloer net niet. Toch is dit voor houtskeletbouw een bijzondere prestatie.

Tabel 1 Luchtdoorlatendheidscoëfficiënten van de woningen of delen daarvan.

Luchtdoorlatendheidscoefficient in m3/s bij 1 Pa

woning		20 a	28 d	20 b	36 a	36 b	36 c	36 d	40 b	40 c	40 d
compensatie	plafond en zijwand	0,0130	0,0097								
compensatie	plafond		0,0096								
compensatie	woningsch. wand		0,0104								
alleen toevoer afgedicht				0,0184		0,0210	0,0161	0,0336	0,0210	0,0209	0,0305
toe- en afvoer afgedicht					0,0157	0,0105	0,0117				
extra kierdichting					0,0138	0,0076	0,0089	0,0119			
meting serre-ramen open							0,0108				
woonkamer/serre-deur afgeplakt							0,0088				
alle schuiframen afgeplakt							0,0093				

Bij de compensatiemetingen is alleen de toevoer afgedicht

3 Luchtdoorlatendheidsmetingen

Om inzicht te verkrijgen in de luchtdoorlatendheid van de woningen zijn in een tiental woningen metingen verricht naar:

- luchtdoorlatendheid van de gehele woning,
- luchtdoorlatendheid van vloer, het plafond, en de woningscheidende wanden,
- invloed van de serre op de luchtdoorlatendheid van de woning,
- luchtdoorlatendheid van de woonkamer/serre-deur
- luchtdoorlatendheid van de schuifframen.

De luchtdoorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd volgens de methode zoals beschreven in het normblad NEN 2686. De meetmethode en de meetresultaten zijn beschreven in bijlage 1.

In tabel 1 zijn de luchtdoorlatendheidscoëfficiënten gepresenteerd.
In bijlage 1 zijn de meetgegevens gepresenteerd.

Uit de metingen is de luchtdoorlatendheid van een aantal gebouwdelen af te leiden. Ook van een aantal maatregelen is het effect af te leiden. Dat is onderstaand gedaan.

A Compensatiemetingen

In de hoekwoningen 20a en 28d zijn compensatiemetingen verricht. Dit om de invloed van de vloer, het plafond en de zijwanden van de houtskeletbouwwoningen op de luchtdoorlatendheid van de totale woning te bepalen. Alleen de luchtdoorlatendheid van de gevels is hier van belang. Er dient dus gecompenseerd te worden voor de vloer, het plafond en de woningscheidende wanden.
Bepaling van de luchtdoorlatendheid van de vloer, het plafond en de woningscheidende wanden heeft plaatsgevonden met behulp van de compensatie - meetmethode in de woningen 28d. De woning 20a is alleen gemeten terwijl het plafond en de woningscheidende wand werden gecompenseerd.
Voor de overige 8 woningen is gecompenseerd door de resultaten van de compensatie metingen af te trekken van de totale luchtdoorlatendheid inclusief de vloeren, plafonds en woningscheidende wanden. De combinatie is voor alle woningen anders, daar er naast tussenwoningen ook woningen op de begane grond, onder de kap en kopgevelwoningen zijn gemeten. Voor elke woning is dus een andere waarde afgetrokken.

huisnummer	woningtype	meting	C [m^3/s bij 1 Pa]	n [-]
20a 1° verd	B	gecompenseerd	0,0130	1,61
28a 1° verd	C	gecompenseerd	0,0097	1,51
28d 1° verd	C	plafond gecomp	0,0096	1,49
28d 1° verd	C	zijwandgecomp	0,0104	1,49
berekening		plafond/vloer	0,0010	
		woningscheidende wand	0,0000	

Tabel 2 Compensatiemetingen en afleiding luchtdoorlatendheid plafond, vloer en woningscheidende wanden.

huisnummer	woningtype	meting	C [m^3/s bij 1 Pa]	n [-]
36b 2° verd	C	alleen toevoer afgedicht	0,0210	1,77
36b 2° verd	C	toe- en afvoer afgedicht	0,0105	1,42
36c 2° verd	C	alleen toevoer afgedicht	0,0161	1,56
36c 2° verd	C	toe- en afvoer afgedicht	0,0117	1,46
berekening		afdichting afvoer Combiduct	0,0075	
		maximale afwijking metingen	0,0030	

Tabel 3 Luchtdoorlatendheidsmetingen waarbij alleen de toevoer van de Combiduct is afgedicht, en metingen waarbij toe- en afvoer van de Combiduct zijn afgedicht.

Uit de metingen (tabel 2) blijkt dat er geen meetbare lekkage door de woningscheidende wanden is.
Het plafond heeft een luchtdoorlatendheid van C = 0,0010 m^3/s bij 1 Pa. Deze waarde geldt ook voor de houten vloeren in de meetwoningen. In het vervolg zullen de waarden van de luchtdoorlatendheidsmetingen worden gecorrigeerd met C = 0,0010 m^3/s bij 1 Pa.

B Afvoerkanaal Combiduct

De metingen van de luchtdoorlatendheid van de woningen zijn aanvankelijk verricht met een niet afgesloten afvoerkanaal van de Combiduct. Alleen de toevoer was afgesloten. Later zijn de ventilatoren van de Combiduct verwijderd, en de toe- en afvoerkanalen afgedicht. In tabel 3 zijn de verschillen aangegeven van de woningen waar de metingen dubbel zijn uitgevoerd, zowel met als zonder afdichting van de afvoerkanalen in de Combiduct.
Het blijkt dat de luchtdoorlatendheid van de metingen waar alleen de toevoerkanalen zijn afgedicht gemiddeld beïnvloed zijn met een luchtdoorlatendheid door de afvoerkanalen van C = 0,0075 m^3/s bij 1 Pa, met een afwijking van maximaal C = 0,0030 m^3/s bij 1 Pa. Voor de woningen waar metingen zijn verricht met een niet afgesloten afvoerkanaal is een correctie uitgevoerd van C = 0,0075 m^3/s bij 1 Pa.

C Extra kierdichting

Tijdens de metingen bleek dat de woningen niet goed afgedicht waren. De afwerking van de aansluitingen tussen de toe- en afvoerkanalen van de Combiduct en de gevel waren nog niet afgedicht. Deze maatregel was wel voorzien, maar moest nog worden uitgevoerd. Er zijn opnieuw metingen verricht nadat de woningen geheel zijn afgewerkt.
De afdichting van het gat rondom het toe- en afvoerkanaal van de Combiduct heeft een gemiddelde verbetering van de luchtdoorlatendheid opgeleverd van C = 0,0025 m^3/s bij 1 Pa, met een afwijking van maximaal C = 0,0005 m^3/s bij 1 Pa (zie tabel 4).

huisnummer	woningtype	meting	C [m^3/s bij 1 Pa]	n [-]
36a 2° verd	C	toe- en afvoer afgedicht	0,0157	1,48
36b 2° verd	C	toe- en afvoer afgedicht	0,0105	1,42
36c 2° verd	C	toe- en afvoer afgedicht	0,0117	1,46
36a 2° verd	C	extra kierdichting	0,0138	1,44
36b 2° verd	C	extra kierdichting	0,0076	1,34
36c 2° verd	C	extra kierdichting	0,0089	1,50
berekening		extra kierdichting	0,0025	
		maximale afwijking metingen	0,0005	

Tabel 4 Luchtdoorlatendheidsmetingen voor en na extra kierdichting rondom de toe- en afvoerkanalen van de Combiduct.

huisnummer	woningtype	meting	C [m^3/s bij 1 Pa]	n [-]
36c 2° verd	C	extra kierdichting	0,0089	1,50
36c 2° verd	C	serre open	0,0108	1,46
36c 2° verd	C	woonkamer/serre-deur afgeplakt	0,0088	1,50
36c 2° verd	C	alle schuiframen afgeplakt	0,0093	1,55
berekening		serre	niet meetbaar klein	
		woonkamer/serre-deur	0,0020	
		drie schuiframen	niet meetbaar klein	

Tabel 5 Invloed verschillende gebouwdelen op de luchtdoorlatendheid van de woning.

D Invloed gebouwdelen

In tabel 5 is de invloed van de gesloten serre op de luchtdoorlatendheid van de gehele woning bepaald, evenals de luchtdoorlatendheid van de woonkamer/serre-deur, en de drie in de woning aanwezige dubbele schuiframen.
Het sluiten van de serre beïnvloedt de luchtdoorlatendheid van de woning met C = 0,0020 m^3/s bij 1 Pa. De woonkamer/serre-deur heeft een luchtdoorlatendheid van C = 0,0020 m^3/s bij 1 Pa, en de drie ramen totaal hebben een niet meetbaar kleine luchtdoorlatendheid. De luchtdoorlatendheid valt in de meetfout van de luchtdoorlatendheidsmetingen, en is maximaal C = 0,0010 m^3/s bij 1 Pa.
Opvallend is de verbetering van de luchtdoorlatendheid van de totale woning met een gesloten serre. De verbetering is gelijk aan de luchtdoorlatendheid van de woonkamer/serre-deur. Dat houdt in dat de naden en kieren in de serre goed zijn gedicht. De woonkamer/serre-deur laat in verhouding veel meer lucht door, waardoor er een overdruk in de serre ontstaat tussen binnen en buiten. Deze extra weerstand is voldoende om de slechte afdichting van de woonkamer/serre-deur te compenseren, maar de serre is daar niet voor bedoeld. De ramen van de serre kunnen ook open staan, en dan ontstaat er bij warmtevraag een kans op tocht over de woonkamervloer.

Het eindresultaat van de metingen is gegeven in onderstaande tabel 6.

De metingen zijn gecompenseerd voor luchtlekkage door de vloeren, plafonds en lekkage bij de Combiduct.
Hierbij ontstaan er verschillende nauwkeurigheden van de metingen. De nauwkeurigheid is aangegeven in de tabel. De woningen op de 2° verdieping zijn het meest nauwkeurig gemeten. De woning 28d heeft een onwaarschijnlijk lage luchtdoorlatendheid. Er heeft hier een correctie plaatsgevonden voor de afvoer/toevoer van de Combiduct. Vermoedelijk zijn deze lekken nauwelijks aanwezig geweest, en is de luchtdoorlatendheid ongeveer C = 0,0050 m^3/s bij 1 Pa. In totaal voldoen er 4 woningen aan de eis van C = 0,0080 m^3/s bij 1 Pa. Het gemiddelde is C = 0,0091 m^3/s bij 1 Pa. Dat voldoet bijna aan de eis, maar er is een factor 4 verschil tussen de laagste en de hoogste waarde.
Het plaatsen van de dummydeur in de voordeur heeft tot gevolg gehad dat de lekkage langs de voordeur en door de brievenbus niet mee zijn gemeten. Deze lekken zijn echter wel aanwezig. Dit blijkt uit een visuele inspectie. De luchtdoorlatendheid van de woning is dus hoger dan in de tabel aangegeven.

Niet alleen de totale luchtdoorlatendheid van de woning is van belang voor een goede werking

woning	compensatie voor	C gecorr [m^3/s bij 1 Pa]	n [-]	C gecorr [m^3/s bij 1 Pa]	nauwkeurigheid [m^3/s bij 1 Pa]
20a 1° verd C	k/v	0,0130	1,61	0,0030	0,0035
20b 1° verd C	k/v/pl	0,0184	1,57	0,0074	0,0040
28a 1° verd C	k/v	0,0097	1,51	0,0000	0,0035
36a 2° verd C	pl/vl	0,0138	1,44	0,0118	0,0010
36b 2° verd C	pl/vl	0,0076	1,34	0,0056	0,0010
36c 2° verd C	pl/vl	0,0089	1,50	0,0079	0,0010
36d 2° verd C	k/v/vl/pl	0,0336	2,13	0,0216	0,0040
40b 3° verd C	k/v/vl/pl	0,0210	1,59	0,0090	0,0040
40c 3° verd C	k/v/vl/pl	0,0209	1,63	0,0089	0,0040
40d 3° verd C	k/v/vl/pl	0,0305	1,85	0,0185	0,0040

De eis voor de luchtdoorlatendheid is C = 0,0080 m^3/s bij 1 Pa met n = 1,67

Tabel 6 Luchtdoorlatendheid van de 10 meetwoningen

correcties:

k kierdichting rondom toe- en afvoerkanaal luchtverwarmingsinstallatie
v afvoerkanaal luchtverwarmingsinstallatie in de installatie afgedicht
vl luchtdoorlatendheid van de vloer
pl luchtdoorlatendheid van het plafond

van het luchtverwarmingssysteem. Ook lokale lekkages dienen te worden vermeden. Er zijn lekkages in de woning gevonden op de volgende plaatsen:

- woonkamer/serre-deur, de luchtdoorlatendheid van deze (binnen) deur kan tot tochtklachten leiden over de woonkamervloer.
- rondom de schuiframen, het maakt veel uit hoe de ramen worden gesloten. Indien goed gesloten zijn de ramen kierdicht.
- de aansluiting bij de doorvoeren van de toe- en afvoerkanalen van de luchtverwarmings-installatie. Deze lekkages zijn later afgedicht.
- alle doorvoeren van electra, water en gas in de meterkast vertoonden lekkage. Vermoedelijk is dit de oorzaak van een meetbare lekkage van de vloeren en het plafond.
- hoewel niet gemeten vanwege de plaatsing van de dummydeur is met rookproeven geconstateerd dat
  1) de aansluiting van het voordeurkozijn met de vloer en de wanden lekkages vertoond,
  2) het raampje boven de voordeur niet keirdicht is afgewerkt,
  3) de voordeur in sommige woningen belangrijke luchtlekkage door de brievenbus kent.

4 Luchtdebieten toe- en afvoer Combiduct

De metingen aan de luchtdebieten afgezogen door het mechanisch afzuigsysteem en de inblaas van de luchtverwarmingsinstallatie zijn onderstaand gegeven. De metingen zijn uitgevoerd in de laagstand en de kookstand van de installatie.

			woningnummer						
afzuiging	**ventiel**	**stand**	**32c**	**32d**	**36d**	**38b**	**38c**	**38a**	**40d**
keuken		kook	75	80	-	-	-	-	75
		laag	75	70	-	-	-	-	90
badkamer		kook	45	50	55	65	50	-	60
		laag	50	45	50	50	40	-	55
toilet		kook	25	40	20	20	25	-	30
		laag	25	30	20	25	25	-	25
inblaas									
keuken		kook	55	25	30	25	20	-	30
		laag	45	20	20	20	20	-	25
woonkamer	1	kook	65	35	35	40	35	-	30
		laag	50	30	25	25	20	-	20
	2	kook	65	20	25	30	40	-	20
		laag	80	20	20	25	20	-	20
	3	kook	0	0	0	0	0	-	0
		laag	0	0	0	0	0	-	0
slaapkamer	1	kook	0	40	40	45	50	-	55
		laag	0	35	40	35	30	-	40
	2	kook	0	55	50	40	40	-	45
		laag	0	40	30	30	20	-	30
slaapkamer	2	kook	0	50	40	45	50	-	40
		laag	0	35	35	40	20	-	25
badkamer		kook	0	50	60	65	60	-	60
		laag	0	40	45	50	15	-	40

-	niet gemeten
woning 38a	printplaat in Combiduct moet worden vervangen
woning 32c	slaapkamerzône komt niet in turbostand niet gemeten

Tabel 6 afzuiging en inblaas via Combiduct

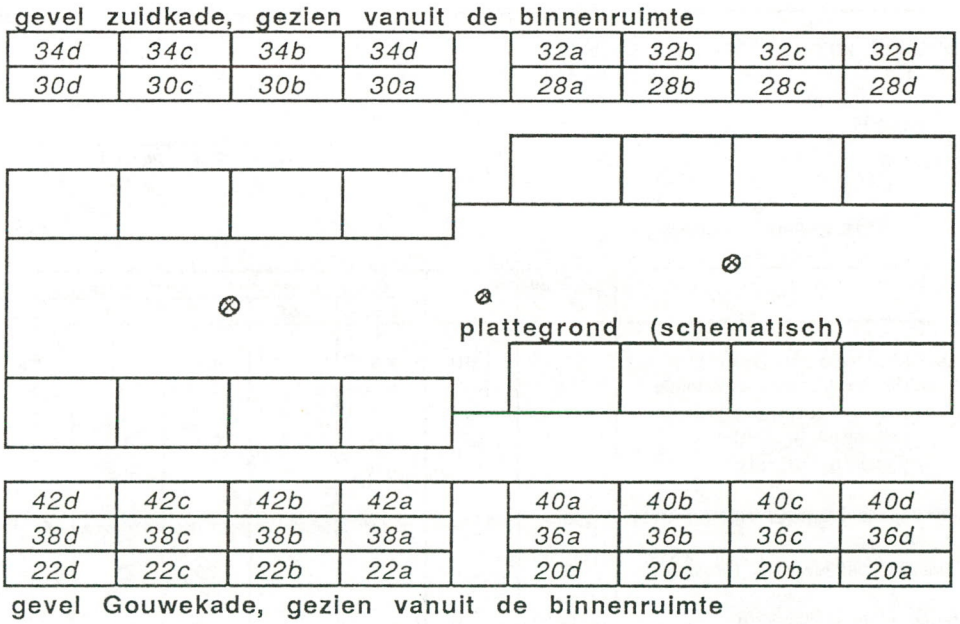
5 Geluidmetingen

Alle metingen zijn uitgevoerd op dinsdag 25 april 1989 tussen 17.00 en 22.00 u.
In de bijlage wordt de gebruikte apparatuur beschreven, en wordt aangegeven welke meet- en normeringsmethoden zijn toegepast.

a Geluidwering in het binnengebied

De geluidwering van het binnengebied is bepaald aan de hand van momentane registratie van de geluiddruknivo's voor de gevel aan de Gouwezijde en op meetpunten (h=1,5m) in het binnengebied.(3 posities). De metingen vonden plaats rond 18.00. (verkeersdrukte). Daarbij waren alle woning- en algemene installaties uitgeschakeld.

meetposities geluidwering binnengebied



resultaten meetpunt 1

METING GELUIDISOLATIE WEGVERKEER (B.G.G.-1982)

Object	Binnenruimte
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	positie 1
	(zie plattegrond)
nummer	1
Datum	25-apr-89

G(A)= 19 [dB(A)]

		symbool	eenheid	octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
				125	250	500	1000	2000
1	geluiddrukniveau buiten gebouw	L2,i	[dB]	63	60	52	54	50
2	geluiddrukniveau geluid gev.ruimte	Lb	[dB]	48	37	36	33	30
3	nagalmtijd ontvangvertrek	Ti	[s]	1,2	1,3	1,5	1,9	1,4
4	referentienagalmtijd	Tref	[s]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5	10log(To/Tref)		[dB]	1,8	2,1	2,7	3,8	2,4
6	partiële geluidniveauverschil (=1-2+5)	Di	[dB]	16,8	24,7	18,9	25,1	22,7
7	partiële geluidwering (=6-Cr)	Gi	[dB]	14	22	16	22	20
8	correctie standaardspectrum verkeer	Ci	[dB]	-14	-10	-6	-5	-7

resultaten meetpunt 2

METING GELUIDISOLATIE WEGVERKEER (B.G.G.-1982)

Object	Binnenruimte
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	positie 2
	(zie plattegrond)
nummer	2
Datum	25-apr-89

G(A)= 23 [dB(A)]

		symbool	eenheid	octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
				125	250	500	1000	2000
1	geluiddrukniveau buiten gebouw	L2,i	[dB]	68	61	58	54	56
2	geluiddrukniveau geluid gev.ruimte	Lb	[dB]	50,6	40	33	33	32
3	nagalmtijd ontvangvertrek	Ti	[s]	1,9	1,8	1,6	1,7	1,5
4	referentienagalmtijd	Tref	[s]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5	10log(To/Tref)		[dB]	3,8	3,5	3,0	3,3	2,7
6	partiële geluidniveauverschil (=1-2+5)	Di	[dB]	21,2	25,0	28,2	24,3	26,8
7	partiële geluidwering (=6-Cr)	Gi	[dB]	18	22	25	21	24
8	correctie standaardspectrum verkeer	Ci	[dB]	-14	-10	-6	-5	-7

METING GELUIDISOLATIE WEGVERKEER (B.G.G.-1982)

Object	Binnenruimte
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	positie 3 (zie plattegrond)
nummer	3
Datum	25-apr-89

G(A)= 21 [dB(A)]

		symbool	eenheid	octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
				125	250	500	1000	2000
1	geluiddrukniveau buiten gebouw	L2,i	[dB]	75	58	55	60	58
2	geluiddrukniveau geluid gev.ruimte	Lb	[dB]	60,9	38	36	34	35
3	nagalmtijd ontvangvertrek	Ti	[s]	1,2	1,4	1,4	1,7	1,3
4	referentienagalmtijd	Tref	[s]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5	10log(To/Tref)		[dB]	1,8	2,4	2,4	3,3	2,1
6	partiële geluidniveauverschil (=1-2+5)	Di	[dB]	15,9	22,0	21,8	28,9	25,1
7	partiële geluidwering (=6-Cr)	Gi	[dB]	13	19	19	26	22
8	correctie standaardspectrum verkeer	Ci	[dB]	-14	-10	-6	-5	-7

De gemiddelde geluidwering (G(A)) van de drie meetposities bedraagt 22 dB(A).

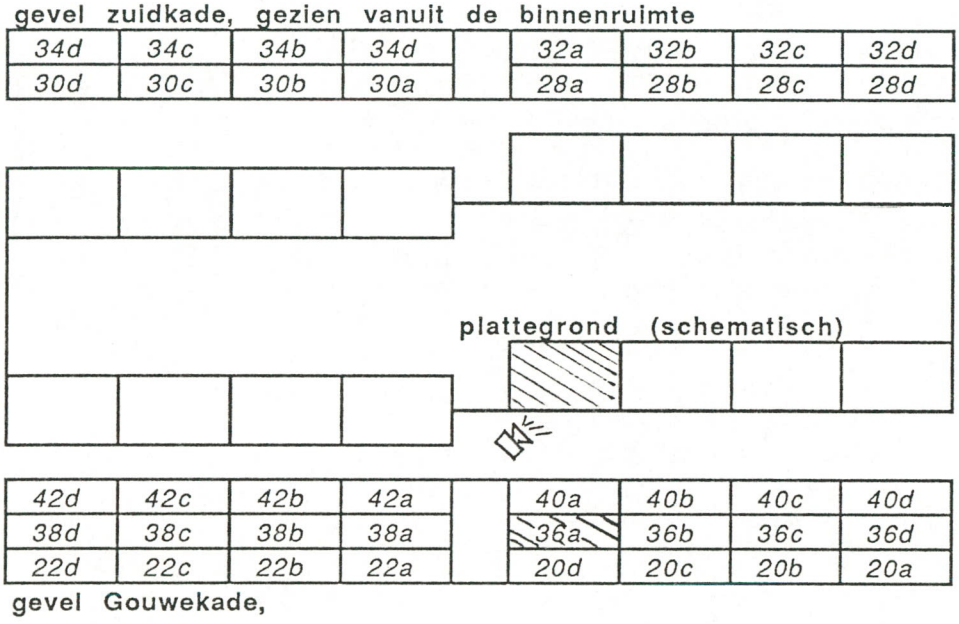
Dit is een bealngrijke reductie van de geluidbelasting aan de gevels in het binnengebied.

Bijzondere geluidwerende maatregelen worden hierdoor overbodig.

-b Geluidisolerende werking van de serre

De geluidwerende werking van de serre is bepaald aan de hand van momentane registratie van de geluiddrukniveaux voor de gevel aan de Gouwezijde en in de woonkamer van woning 36a Daarbij is volgens WG-HR-05-01 gebruik gemaakt van een ruisgenerator. Metingen zijn verricht met gesloten en geopende ramen in de serre. De binnendeuren in de woning waren gesloten.

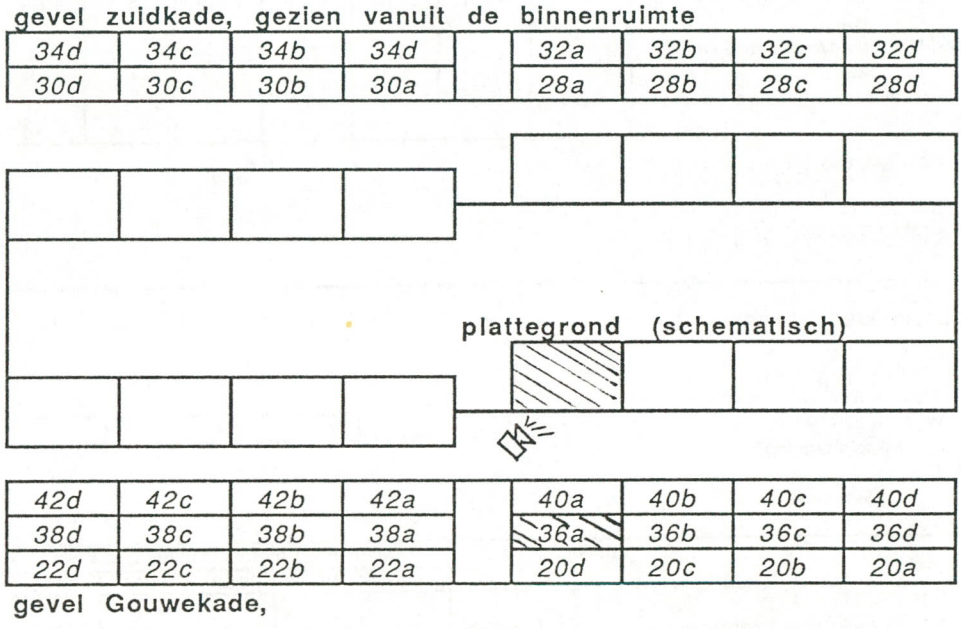
meetposities geluidwering woning/serre



-b Geluidisolerende werking van de serre

De geluidwerende werking van de serre is bepaald aan de hand van momentane registratie van de geluiddrukniveaux voor de gevel aan de Gouwezijde en in de woonkamer van woning 36a Daarbij is volgens WG-HR-05-01 gebruik gemaakt van een ruisgenerator. Metingen zijn verricht met gesloten en geopende ramen in de serre. De binnendeuren in de woning waren gesloten.

meetposities geluidwering woning/serre



meting met open serre

Object Woning (zie tekst)
Adres Haringkavel / Boskoop
Meting Woonkamer: serre open (zie plattegrond)
nummer 1
Datum 25-apr-89

G(A)= 32 [dB(A)]

		symbool	eenheid	octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
				125	250	500	1000	2000
1	geluiddrukniveau buiten gebouw	L2,i	[dB]	87,5	91	97	93	96
2	geluiddrukniveau geluid gev.ruimte	Lb	[dB]	64	64	65	59	59
3	nagalmtijd ontvangvertrek	Ti	[s]	1,0	0,9	1,1	1,3	1,1
4	referentienagalmtijd	Tref	[s]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5	10log(To/Tref)		[dB]	3,0	2,6	3,4	4,1	3,4
6	partiële geluidniveauverschil (=1-2+5)	Di	[dB]	26,5	29,6	34,9	38,1	40,9
7	partiële geluidwering (=6-Cr)	Gi	[dB]	24	27	32	35	38
8	correctie standaardspectrum verkeer	Ci	[dB]	-14	-10	-6	-5	-7

meting met gesloten serre

METING GELUIDISOLATIE WEGVERKEER (B.G.G.-1982)

Object Woning (zie tekst)
Adres Haringkavel / Boskoop
Meting Woonkamer: serre dicht (zie plattegrond)
nummer 2
Datum 25-apr-89

G(A)= 34 [dB(A)]

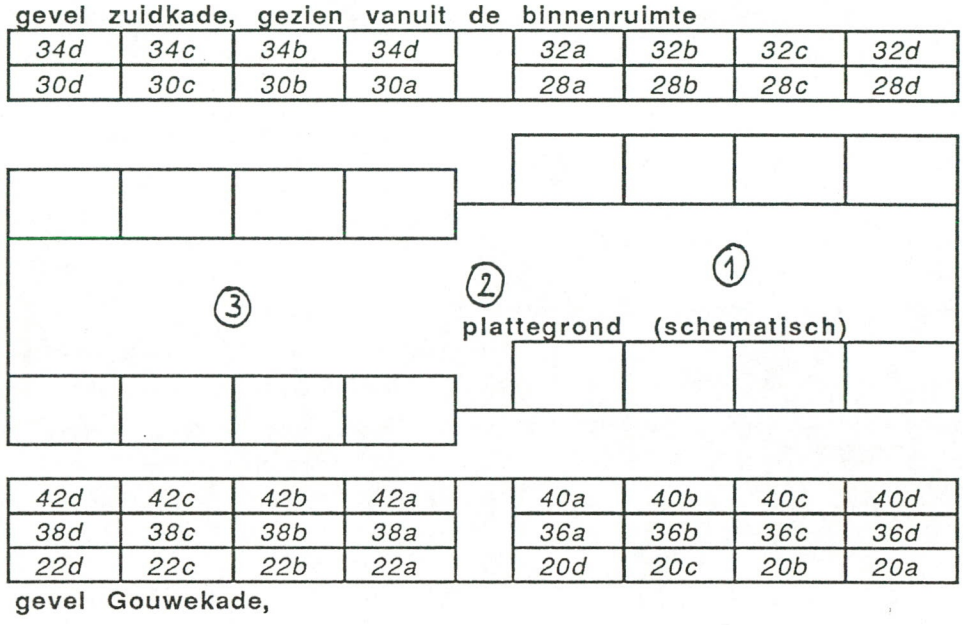
		symbool	eenheid	octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
				125	250	500	1000	2000
1	geluiddrukniveau buiten gebouw	L2,i	[dB]	87	91	97	94	96
2	geluiddrukniveau geluid gev.ruimte	Lb	[dB]	63	62	61	53	51
3	nagalmtijd ontvangvertrek	Ti	[s]	1,0	0,9	1,1	1,3	1,1
4	referentienagalmtijd	Tref	[s]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5	10log(To/Tref)		[dB]	3,0	2,6	3,4	4,1	3,4
6	partiële geluidniveauverschil (=1-2+5)	Di	[dB]	27,0	31,6	39,4	45,1	48,4
7	partiële geluidwering (=6-Cr)	Gi	[dB]	24	29	36	42	45
8	correctie standaardspectrum verkeer	Ci	[dB]	-14	-10	-6	-5	-7

Het verschil tussen de geluidwering van de serre met geopende respectievelijk gesloten ramen bedraagt volgens de meting 2 dB(A). (34-32 dB(A)).
De eis aan de geluidwering van de gevel aan de Zuidkade (hoogste belasting) is 30 dB(A). De gevel voldoet daar dus aan.

-c Nagalmtijd van het binnengebied

De nagalmtijd is bepaald op drie posities (h=2m) in het binnengebied. Daarbij waren deuren e.d. gesloten, was zonwering opgerold en de installaties uitgezet.

meetposities nagalmtijd binnengebied



meetresultaten

BEPALING VAN NAGALMTIJD VAN HET BINNENGEBIED

Object	Woningen
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	binnengebied (zie plattegrond)
nummer	-
Datum	25-apr-89

positie		octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
		125	250	500	1000	2000
1	nagalmtijd	1,2	1,3	1,5	1,9	1,4
2	nagalmtijd	2,0	1,8	1,6	1,7	1,5
3	nagalmtijd	1,2	1,4	1,4	1,8	1,3
gemiddelde	nagalmtijd	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**1,8**	**1,4**

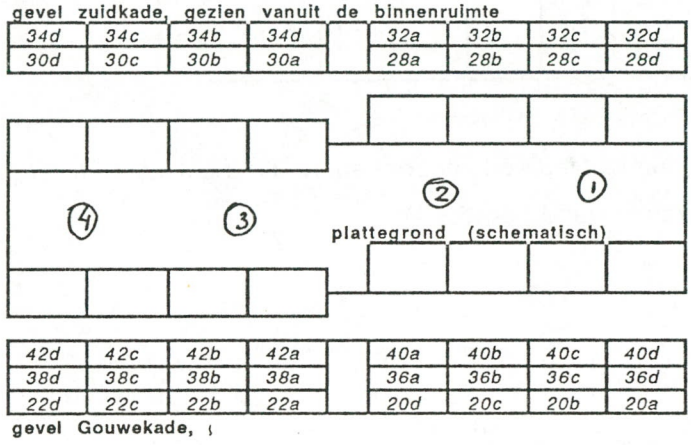
De nagalmtijden in de belangrijkste frequentiebanden (500 en 1000Hz) zijn in de gemeten situatie 1,5 respectievelijk 1,8 s. Volgens de berekening zou de nagalmtijd in de binnenruimte

in de frequentiebanden 500 en 1000Hz 1,3 seconden moeten bedragen. Dat is dus niet gehaald. Tijdens de metingen was er in de binnenruimte nog geen beplanting aanwezig. De nagalmtijd die is gemeten is hoger dan in de praktijk na enige tijd zal optreden.

-d Geluidproductie van de installaties in het binnengebied

Het geluidniveau in het binnengebied is bepaald aan de hand van de geluiddrukniveaux op 4 posities (h=1,5m). De metingen vonden plaats rond 21.00u. De installaties in de woning zijn ingeschakeld. De stand van de ventilatoren in de overkapping is gevarieerd: uit en stand 1. In de tabel hieronder staan de meetwaarden voor de 4 posities en is in de laatste kolom het equivalente geluiddrukniveau met behulp van de genormaliseerde dB(A)-correctie weergegeven.

meetposities geluidniveau binnengebied



BEPALING VAN GELUIDNIVEAU IN HET BINNENGEBIED

Object	Woningen
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	binnengebied (zie plattegrond)
nummer	-
Datum	25-apr-89

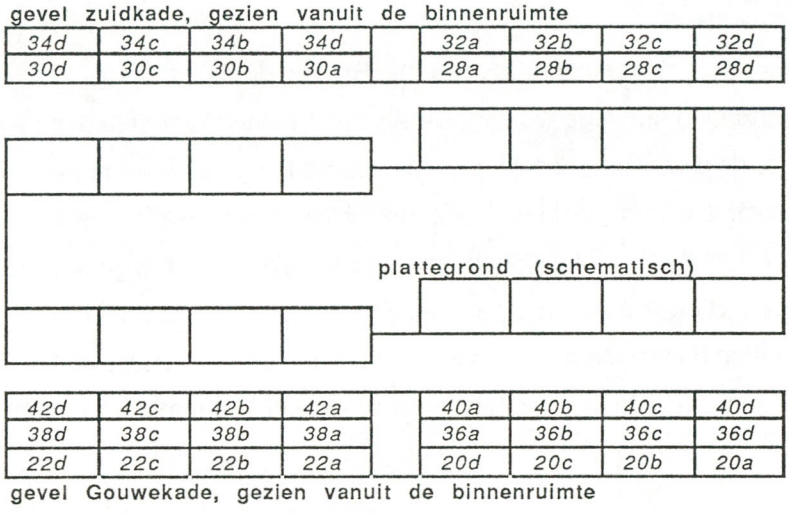
positie		ventilator		octaafbanden met middenfrequentie [Hz]					**Geluidniveau dB(A)**
				125	250	500	1000	2000	
1	Geluiddrukniveau uit		[dB]	48,5	46,5	41,5	35	36,5	*44*
	Geluiddrukniveau	stand 1	[dB]	50	47	42,5	40	37	*46*
2	Geluiddrukniveau uit		[dB]	48,0	46	40,5	37	36	*44*
	Geluiddrukniveau	stand 1	[dB]	51	47	41,5	39	37	*45*
3	Geluiddrukniveau uit		[dB]	50,5	47	40,5	38	36,5	*45*
	Geluiddrukniveau	stand 1	[dB]	51	48	42	40	37	*46*
4	Geluiddrukniveau uit		[dB]	48,0	47	40	37	35,5	*44*
	Geluiddrukniveau	stand 1	[dB]	50	48	43	40	37,5	*46*
gemiddelde	Geluiddrukniveau	uit	[dB]	48,9	46,6	40,7	36,9	36,1	**44**
		stand 1	[dB]	50,5	47,5	42,3	39,8	37,1	**46**

Zonder de afvoerventilatoren van het binnengebied bedraagt het equivalente geluiddrukniveau gemiddeld 42 dB(A) en met de ventilatoren in stand 1: 44dB(A).
Er zijn hieraan geen eisen gesteld.

e Installatiegeluid in de woningen

Het geluidniveau is in woning 34c bepaald in de woonkamer (2 roosters) en in de slaapkamer (2 roosters) aan de Zuidkade. De metingen vonden plaats rond 20.30u. De binnendeuren zijn gesloten.
In de tabel hieronder staan de meetwaarden voor de woonkamer (dag- en nachtstand Combiduct) en de slaapkamer (nachtstand).
In de laatste kolom staat het equivalente geluiddrukniveau met behulp van de genormaliseerde dB(A)-correctie weergegeven.

meetposities geluidniveau woning



meetresultaten

BEPALING VAN GELUIDNIVEAU IN DE WONING

Object	Woningen
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	woning
	(zie text)
nummer	-
Datum	25-apr-89

positie		stand combiduct		octaafbanden met middenfrequentie [Hz]					Geluidniveau dB(A)
				125	250	500	1000	2000	
woonkamer	Geluiddrukniveau	**nacht [150 m3/h]**	[dB]	37	36	23	18,5	16	**30**
woonkamer	Geluiddrukniveau	**hoog [225 m3/h]**	[dB]	45	46	38,5	27	19	**41**
slaapkamer	Geluiddrukniveau	**nacht [150 m3/h]**	[dB]	39	32	21,5	14	13	**28**

In de woonkamer bedraagt het equivalente geluiddrukniveau 30 dB(A) bij de nachtstand van de Combiduct en 41 dB(A) bij de kookstand.
In de slaapkamer bedraagt het equivalente geluiddrukniveau 28 dB(A) bij de nachtstand.
De metingen hebben plaatsgevonden in een lege woning. De eis aan het installatiegeluid in de woning volgens NEN 1070 is voor de woonkamer en de slaapkamer dat het geluid nivo lager moet zijn dan 30 dB(A). Hieraan wordt voldaan in de nachtstand zowel in de woonkamer als in de slaapkamer. In de kookstand wordt er meer lucht rondgepompt. In deze situatie is het geluidnivo in de woonkamer hoger dan de eis. Dit wordt echter algemeen geaccepteerd, omdat dit een situatie is die kort voorkaomt, en er in de woning op dat moment toch veel achtergrondlawaai is. Strikt volgens de norm is de gemeten waarde in kookstand te hoog. In woningen met een open keuken is deze installatie dan ook niet toe te passen

-f Bepaling van de luchtgeluidisolatie tussen woningen

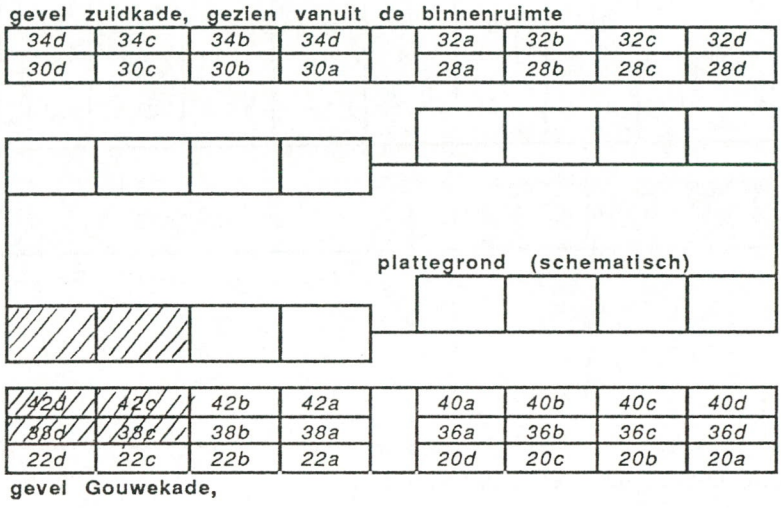
Tussen verschillende woningen is de luchtgeluidisolatieindex volgens NEN 1070 bepaald.
Daarbij zijn de volgende woningen gemeten:

1- 2e verdieping 38c --> 38d (horizontaal: slaapkamer/slaapkamer)

2- 3e verdieping 42c --> 42d (horizontaal: slaapkamer/slaapkamer)

3- 2e/3e verdieping 38c --> 42c (verticaal: slaapkamer/slaapkamer)

meetposities geluidwering woningen



meting 1

BEPALING VAN ISOLATIE-INDEX VOOR LUCHTGELUID VOLGENS NEN 1070

Object	Woningen
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	2e verdieping, horizontaal no38c-->38d slk-->slk Gouwezijde
nummer	1
Datum	25-apr-89

I(lu) = 4 [dB]

		symbool	eenheid	octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
				125	250	500	1000	2000
1	geluiddrukniveau zendruimte	L1	[dB]	93,0	97,0	103,3	101,1	103,0
2	geluiddrukniveau ontvangstruimte	L2	[dB]	58,3	55,8	42,3	30,3	19,3
3	nagalmtijd	T	[s]	1,0	0,9	1,1	1,3	1,1
4	10 log(T/To)		[dB]	3,0	2,6	3,4	4,1	3,4
5	genormeerde luchtgeluidisolatie (=1-2+4)	Dnt	[dB]	37,7	43,8	64,4	74,9	87,1
6	normwaarde luchtgeluidisolatie		[dB]	34	43	50	53	54
7	isolatieverschillen		[dB]	3,7	0,8	14,4	21,9	33,1

maatgevende I(lu)=kleinste van a,b en c	a)	[dB]	15
	b)	[dB]	4
	c)	[dB]	8

meting 2

BEPALING VAN ISOLATIE-INDEX VOOR LUCHTGELUID VOLGENS NEN 1070

Object	Woningen
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	3e verdieping, horizontaal no42c-->42d slk-->slk Gouwezijde
nummer	2
Datum	25-apr-89

I(lu) = 2 [dB]

		symbool	eenheid	octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
				125	250	500	1000	2000
1	geluiddrukniveau zendruimte	L1	[dB]	91,5	98,1	105,0	102,8	102,4
2	geluiddrukniveau ontvangstruimte	L2	[dB]	62,3	55,3	47,3	38,8	25,8
3	nagalmtijd	T	[s]	1,0	0,9	1,1	1,3	1,1
4	10 log(T/To)		[dB]	3,0	2,6	3,4	4,1	3,4
5	genormeerde luchtgeluidisolatie (=1-2+4)	Dnt	[dB]	32,2	45,4	61,1	68,1	80,0
6	normwaarde luchtgeluidisolatie		[dB]	34	43	50	53	54
7	isolatieverschillen		[dB]	-1,8	2,4	11,1	15,1	26,0

maatgevende I(lu)=kleinste van a,b en c	a)	[dB]	11
	b)	[dB]	2
	c)	[dB]	2

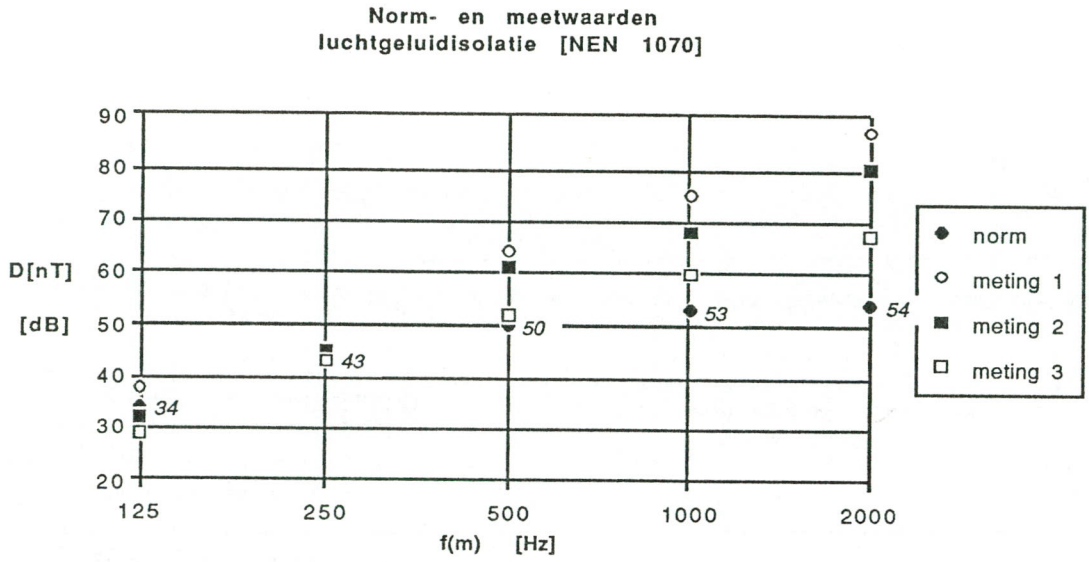
meting 3

BEPALING VAN ISOLATIE-INDEX VOOR LUCHTGELUID VOLGENS NEN 1070

Object	Woningen
Adres	Haringkavel / Boskoop
Meting	2e/3e verdieping, verticaal no38c-->42c slk-->slk Gouwezijde
nummer	3
Datum	25-apr-89

I(lu) = - 1 [dB]

		symbool	eenheid	octaafbanden met middenfrequentie [Hz]				
				125	250	500	1000	2000
1	geluiddrukniveau zendruimte	L1	[dB]	95,3	99,5	102,6	103,3	102,1
2	geluiddrukniveau ontvangstruimte	L2	[dB]	69,3	59,3	54,3	47,3	38,3
3	nagalmtijd	T	[s]	1,0	0,9	1,1	1,3	1,1
4	10 log(T/To)		[dB]	3,0	2,6	3,4	4,1	3,4
5	genormeerde luchtgeluidisolatie (=1-2+4)	Dnt	[dB]	29,0	42,8	51,7	60,1	67,2
6	normwaarde luchtgeluidisolatie		[dB]	34	43	50	53	54
7	isolatieverschillen		[dB]	-5,0	-0,2	1,7	7,1	13,2
	maatgevende I(lu)=kleinste van a,b en c	a)	[dB]	3				
		b)	[dB]	- 1				
		c)	[dB]	- 1				



De 'horizontale' luchtgeluidisolatie-index (I(lu)) tussen de woningen bedraagt volgens de metingen 4 (2e verdieping) en 2 dB (3e verdieping), en voldoet hiermee aan de eis van $I_{lu} = 0$ dB

De verticale luchtgeluidisolatie-index is -1 dB, en is iets te laag. Toch is het voor houtskeletbouw een goede prestatie.

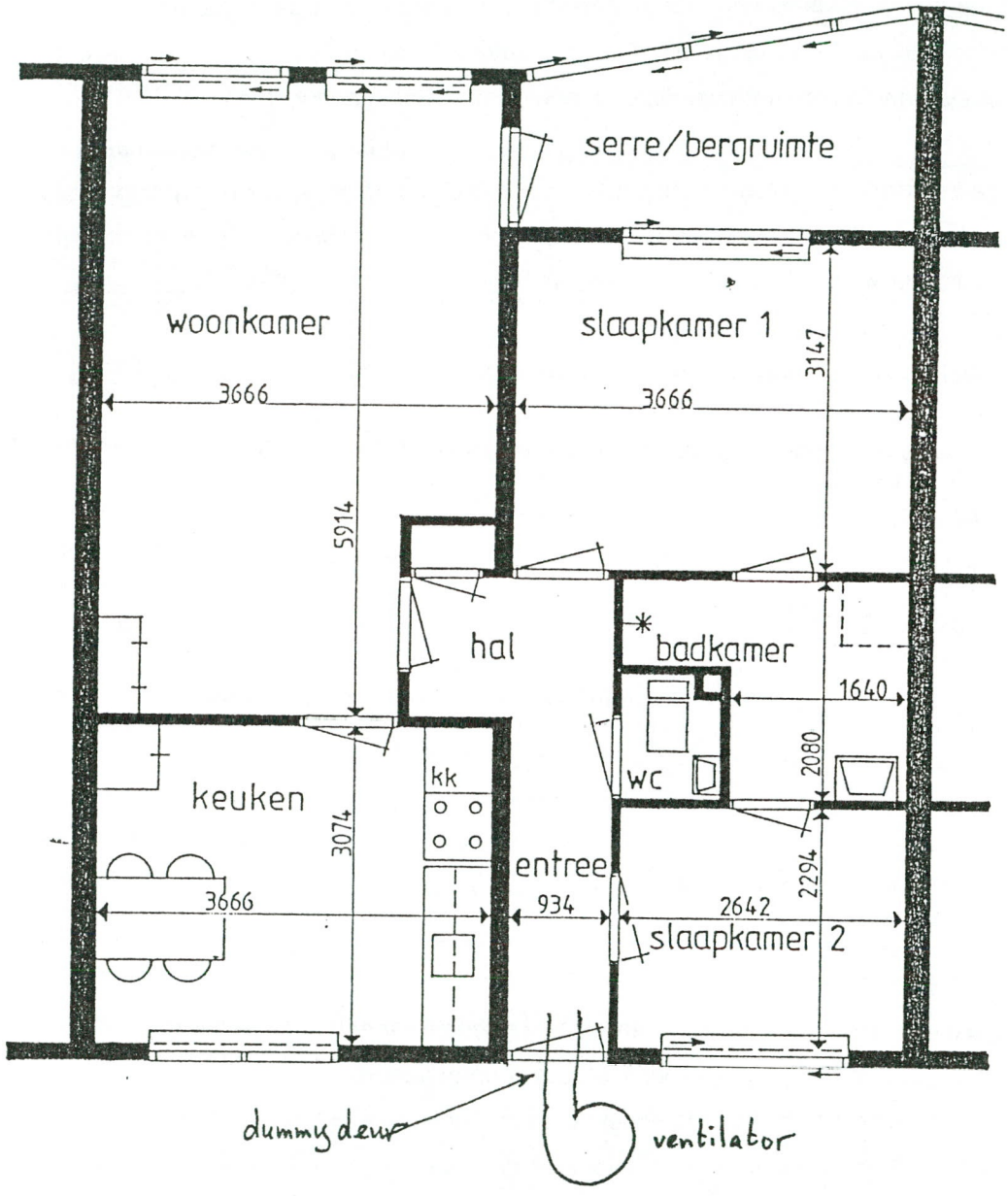
Bijlage 1 Meetmethode luchtdoorlatendheidsmetingen Resultaten luchtdoorlatendheidsmetingen

De luchtdoorlatendheidstest is een meetmethode die geschikt is voor het bepalen van de luchtdoorlatendheid van de woningschil of delen daarvan.
Door het installeren van een grote ventilator in een dummy-deur kan lucht toe- of afgevoerd worden naar of van de woning (zie figuur). Door afzuiging of inblazen van de lucht ontstaat er een onder- of overdruk in de woning. Bij gelijke luchtdebieten naar of vanuit de woning is dit drukverschil kleiner bij luchtlekke woningen dan bij luchtdichte woningen. Door het varieren van de stand van de ventilator wordt een aantal metingen verricht bij drukverschillen tussen binnen en buiten van 15 tot 100 Pa.
De luchtdoorlatendheid wordt beschreven door de luchtdoorlatendheids - coëfficiënt C (in m^3/s bij 1 Pa), en de stromingsexponent n (maat voor de aard van de stroming:laminair tot turbulent).
Het luchtdebiet is dan:

$$Q_v = C * \Delta p^{(1/n)}$$

waarin: C: luchtdoorlatendheidscoëfficiént (m^3/s bij 1 Pa)
Δp: drukverschil over de gevel (Pa)
n: stromingsexponent

De meetresultaten worden gepresenteerd in een tabel en een luchtdoorlatendheids - karakteristiek (zie hieronder).
Er zijn drie methoden om de luchtdoorlatendheidsmeting uit te voeren.
De belangrijkste en meest toegepaste methode is de directe - meetmethode. Hierbij worden het te meten object geheel onder druk gezet en gemeten.
Soms kan een onderdeel van een woning alleen maar gemeten worden door eerst de woning met dat onderdeel te meten, en vervolgens de woning zonder dat onderdeel. Door het aftrekken van de resultaten ontstaat de luchtdoorlatendheids -karakteristiek van het onderdeel. Men spreekt hier van de verschil - meetmethode
Een laatste methode is de compensatie - meetmethode. Als een constructie niet gemeten kan worden vanwege lekkage naar overige gebouwdelen of andere gebouwen, kan de naastgelegen ruimte ook op druk gebracht worden, waardoor de volumestroom door de niet te meten kieren nihil wordt.
Hier is gebruik gemaakt van de directe -,de verschil - en de compensatiemeetmethode.



Meetopstelling luchtdoorlatendheidstest in woning type C

compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : Haringkavel

PROJEKTGEGEVENS

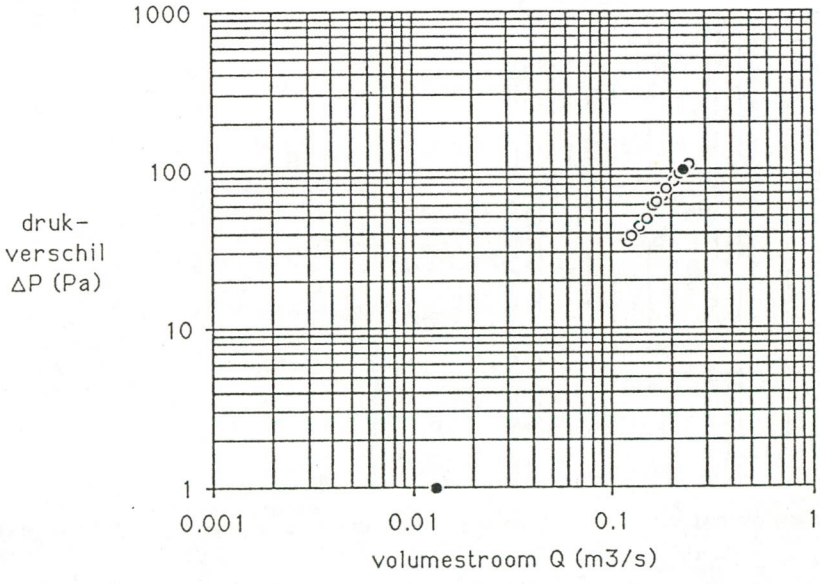
Objekt :	woning
Meting :	naast en boven gecomp.
Adres :	Zuidkade ~~23b~~ 20 a
Plaats :	Boskoop
Datum :	18-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	2
Windrichting :	west
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0130	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	2.67	
Stromingsexponent	n =	1.61	
Lekoppervlak	A =	0.0095	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
35	429
43	490
59	576
67	651
84	731
97	808
109	880
93	792
76	679
62	607
49	543
38	450

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : Haringkavel

geen compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

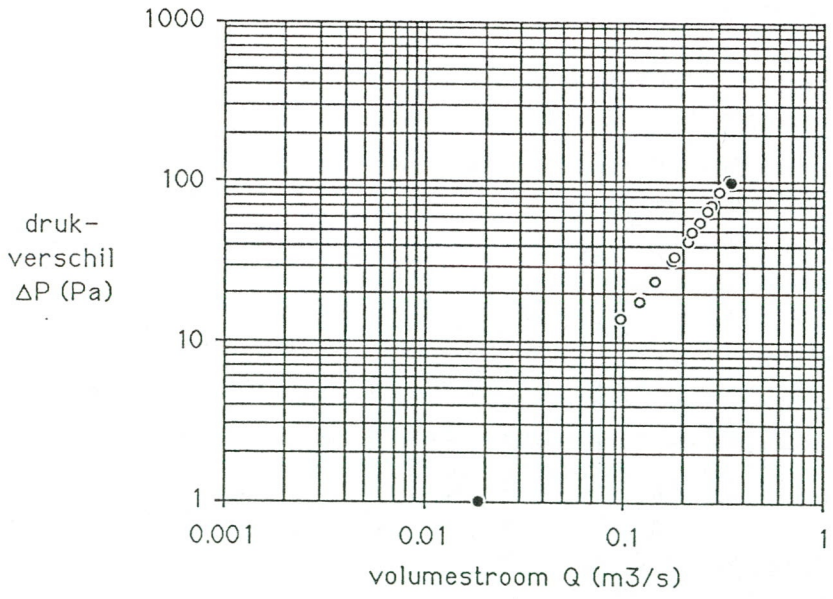
Objekt :	woning
Meting :	standaard
Adres :	Zuidkade 20b
Plaats :	Boskoop
Datum :	18-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	2
Windrichting :	west
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0184	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	3.98	
Stromingsexponent	n =	1.57	
Lekoppervlak	A =	0.0133	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
14	344
19	429
24	508
32	622
43	744
56	859
71	989
88	1112
104	1215
86	1086
66	941
50	792
34	637
18	429

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : Haringkavel

compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

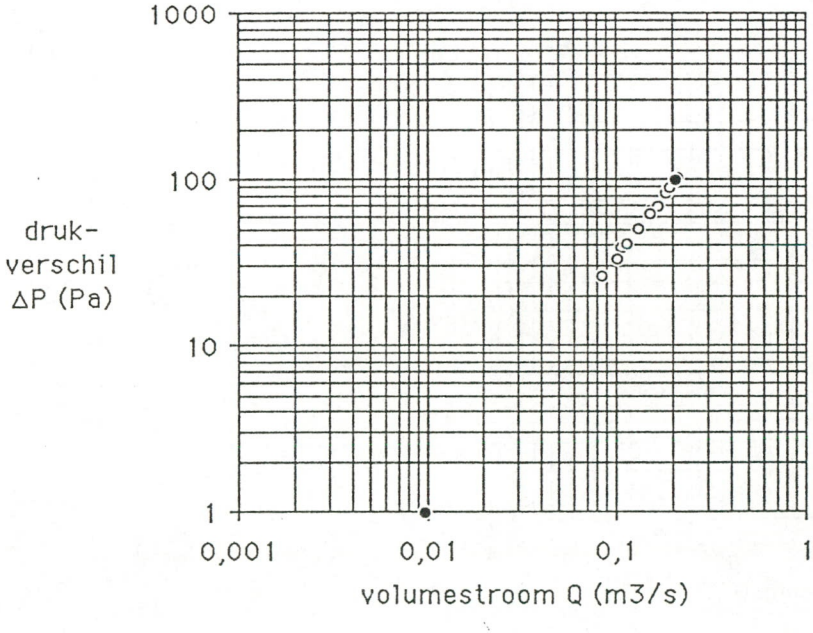
Objekt :	woning
Meting :	woning alleen
Adres :	Zuidkade 28d
Plaats :	Boskoop
Datum :	18-apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	2
Windrichting :	west
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0,0097	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	2,32	
Stromingsexponent	n =	1,51	
Lekoppervlak	A =	0,0069	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
26	304
39	384
51	470
67	560
84	651
104	744
91	679
70	592
63	543
51	470
41	407
33	359

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

compensatie boven buurwoning
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

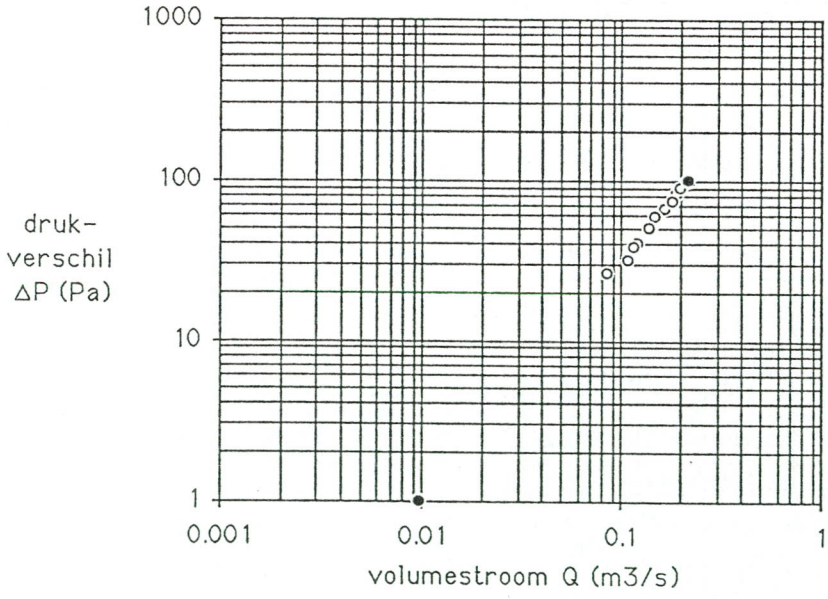
Objekt :	woning
Meting :	woning + zijwand
Adres :	Zuidkade 28d
Plaats :	Boskoop
Datum :	18-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	2
Windrichting :	west
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0096	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	2.40	
Stromingsexponent	n =	1.49	
Lekoppervlak	A =	0.0068	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
32	384
41	429
52	508
67	586
82	665
99	756
91	706
76	637
61	526
51	490
39	407
27	304

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

compensatie zij buurwoning
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

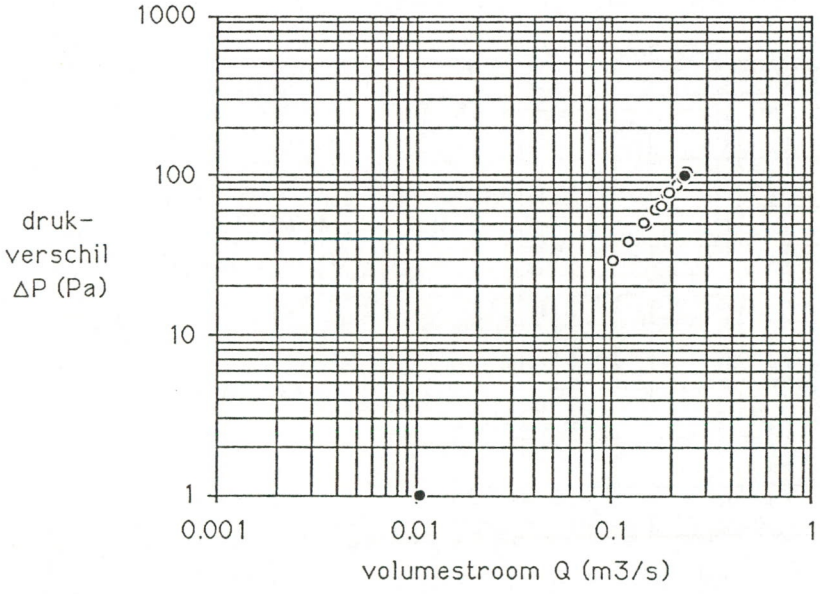
Objekt :	woning
Meting :	woning + plafond
Adres :	Zuidkade 28d
Plaats :	Boskoop
Datum :	18-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	2
Windrichting :	west
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0104	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	2.57	
Stromingsexponent	n =	1.49	
Lekoppervlak	A =	0.0073	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
29	359
38	429
49	526
62	592
76	665
86	744
105	837
96	803
78	692
65	622
51	508
38	429

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

PROJEKTGEGEVENS

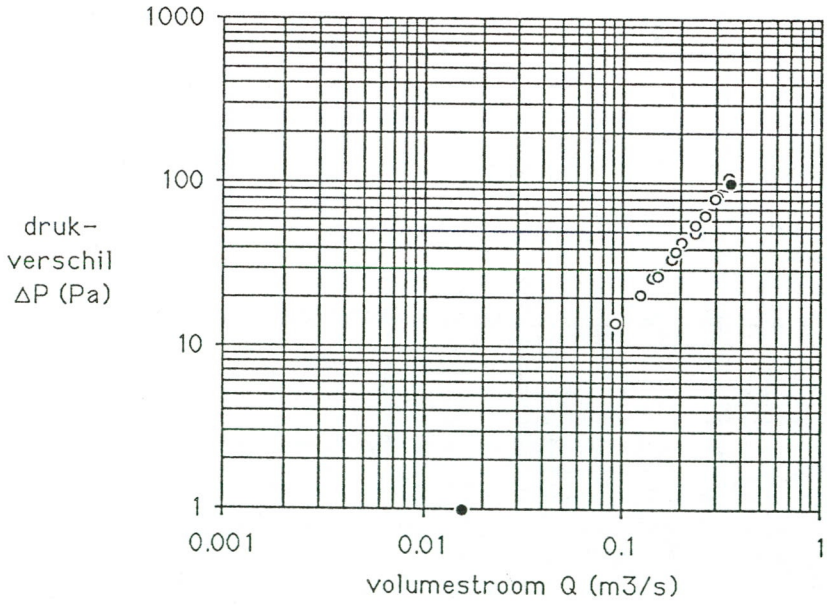
Objekt :	woning
Meting :	(Multiduct)
Adres :	Zuidkade 36a
Plaats :	Boskoop
Datum :	19-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	8
Windsnelheid (m/s):	5
Windrichting :	noordwest
Volume gebouw (m3) :	220

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0157	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	3.60	
Stromingsexponent	n =	1.48	
Lekoppervlak	A =	0.0110	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
14	333
21	451
26	509
35	638
44	725
51	850
65	952
83	1080
107	1247
82	1054
57	850
39	675
27	544
14	333

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



geen compensatie buurwoningen
toe- en afvoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel hermeting**

geen compensatie buurwoningen
toe- en afvoer Combiduct afgedicht
extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

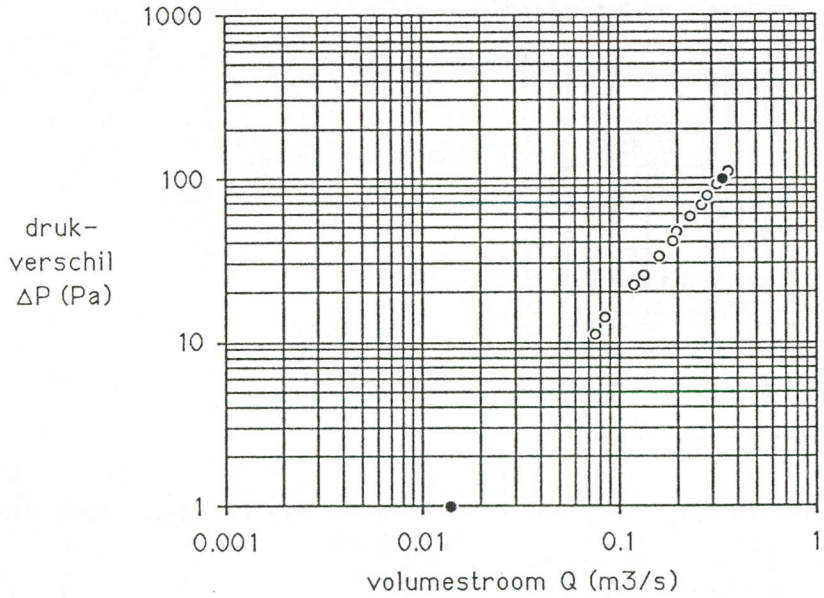
Objekt :	woning
Meting :	(Multiduct)
Adres :	Zuidkade 36a
Plaats :	Boskoop
Datum :	26-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	6
Windrichting :	noord
Volume gebouw (m3) :	220

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0138	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	3.41	
Stromingsexponent	n =	1.44	
Lekoppervlak	A =	0.0096	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
11	272
26	482
47	706
68	941
92	1128
110	1288
90	1128
77	1011
58	826
41	665
33	570
22	429
14	304

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

geen compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

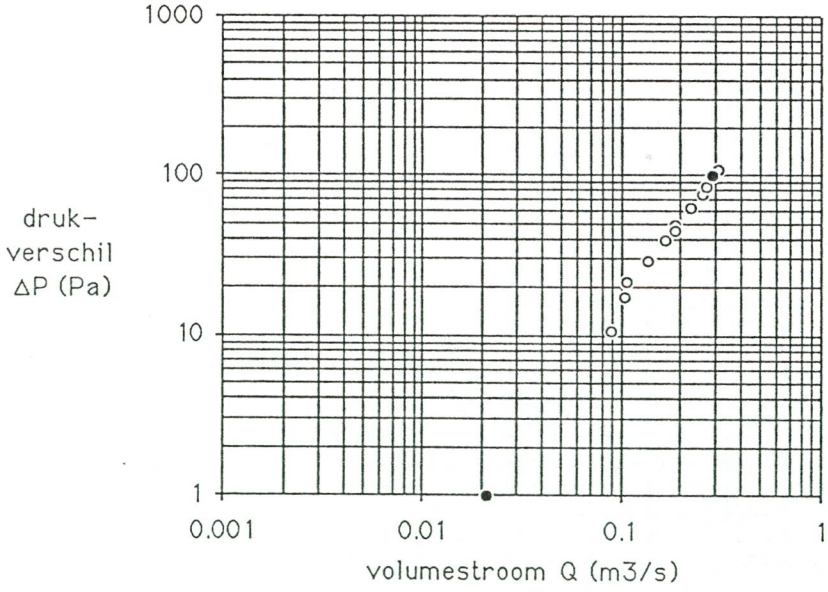
Objekt :	woning
Meting :	ventilator geplaatst
Adres :	Zuidkade 36b
Plaats :	Boskoop
Datum :	19-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	8
Windsnelheid (m/s):	5
Windrichting :	noordwest
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0210	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	3.44	
Stromingsexponent	n =	1.77	
Lekoppervlak	A =	0.0159	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
11	316
22	385
29	502
39	602
49	672
63	805
76	911
110	1097
84	962
64	805
45	666
29	490
18	375

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

geen compensatie buurwoningen
toe- en afvoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

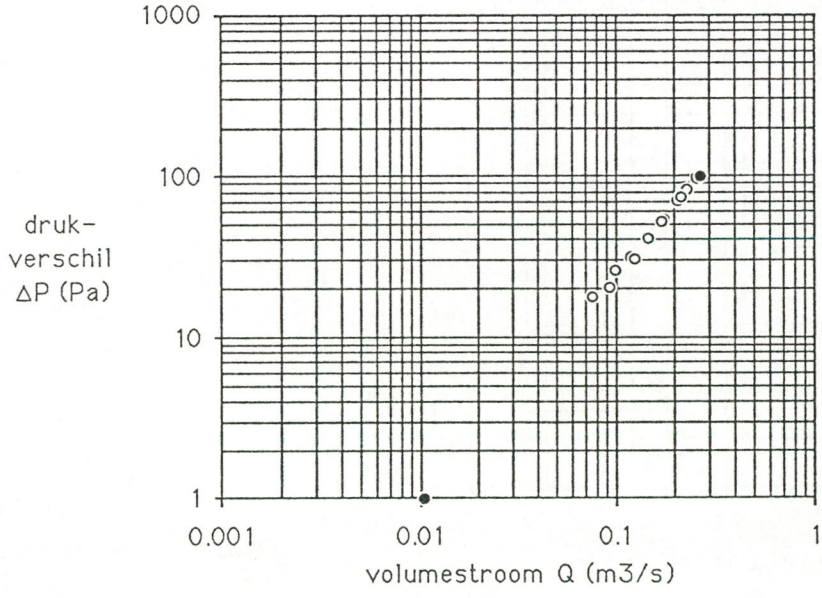
Objekt :	woning
Meting :	ventilator dicht
Adres :	Zuidkade 36b
Plaats :	Boskoop
Datum :	19-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	8
Windsnelheid (m/s):	5
Windrichting :	noordwest
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	**0.0105**	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	**2.96**	
Stromingsexponent	n =	**1.42**	
Lekoppervlak	A =	**0.0072**	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
18	272
26	360
31	430
41	527
54	623
70	733
82	827
99	923
75	770
53	608
30	451
21	333

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel hermeting**

PROJEKTGEGEVENS

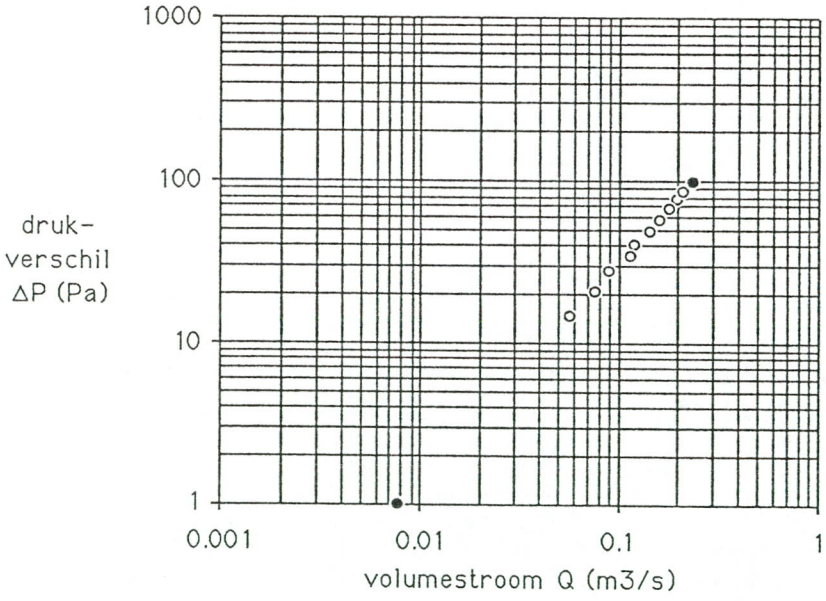
Objekt :	woning
Meting :	ventilator dicht
Adres :	Zuidkade 36b
Plaats :	Boskoop
Datum :	26-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	6
Windrichting :	noord
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0076	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	2.52	
Stromingsexponent	n =	1.34	
Lekoppervlak	A =	0.0051	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
15	201
28	321
41	429
58	576
78	706
104	848
88	744
69	643
50	508
35	407
21	272

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



geen compensatie buurwoningen

toe- en afvoer Combiduct afgedicht

extra kierdichting

LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

geen compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

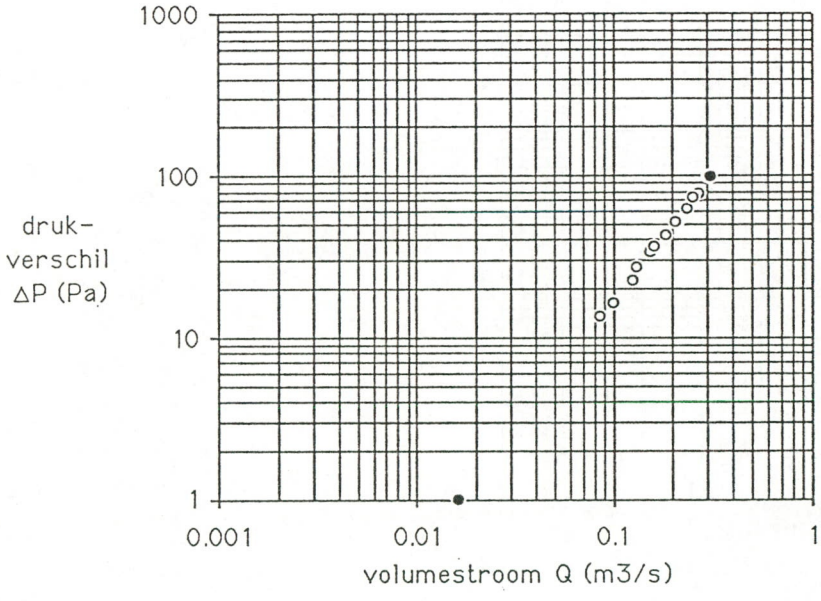
Objekt :	woning
Meting :	ventilator geplaatst
Adres :	Zuidkade 36c
Plaats :	Boskoop
Datum :	19-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	8
Windsnelheid (m/s):	5
Windrichting :	noordwest
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0161	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	3.55	
Stromingsexponent	n =	1.56	
Lekoppervlak	A =	0.0116	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
17	360
27	471
34	544
43	652
52	745
64	850
79	962
100	1071
74	892
53	733
37	577
23	451
14	304

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

geen compensatie buurwoningen
toe- en afvoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

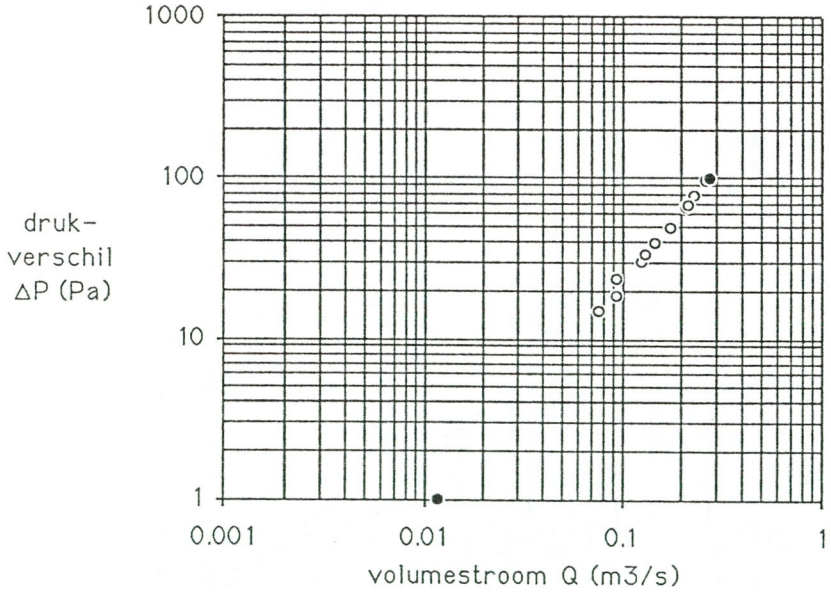
Objekt :	woning
Meting :	ventilator dicht
Adres :	Zuidkade 36c
Plaats :	Boskoop
Datum :	19-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	8
Windsnelheid (m/s):	5
Windrichting :	noordwest
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0117	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	3.05	
Stromingsexponent	n =	1.46	
Lekoppervlak	A =	0.0082	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
15	272
24	333
31	451
40	527
51	623
67	745
78	827
98	942
69	770
51	623
34	471
19	333

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel hermeting**

geen compensatie buurwoningen
toe- en afvoer Combiduct afgedicht
extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

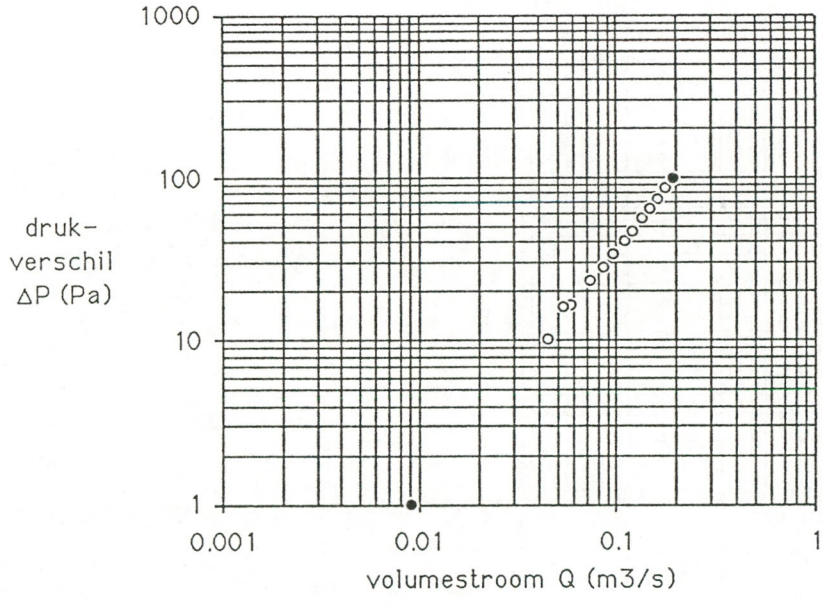
Objekt :	woning
Meting :	ventilator dicht
Adres :	Zuidkade 36c
Plaats :	Boskoop
Datum :	26-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	6
Windrichting :	noord
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0089	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	2.19	
Stromingsexponent	n =	1.50	
Lekoppervlak	A =	0.0063	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
10	159
17	209
28	304
42	391
57	480
75	572
89	635
98	684
86	629
65	521
47	427
34	346
24	263
16	192

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel hermeting**

geen compensatie buurwoningen
toe- en afvoer Combiduct afgedicht
extra kierdichting
serre open

PROJEKTGEGEVENS

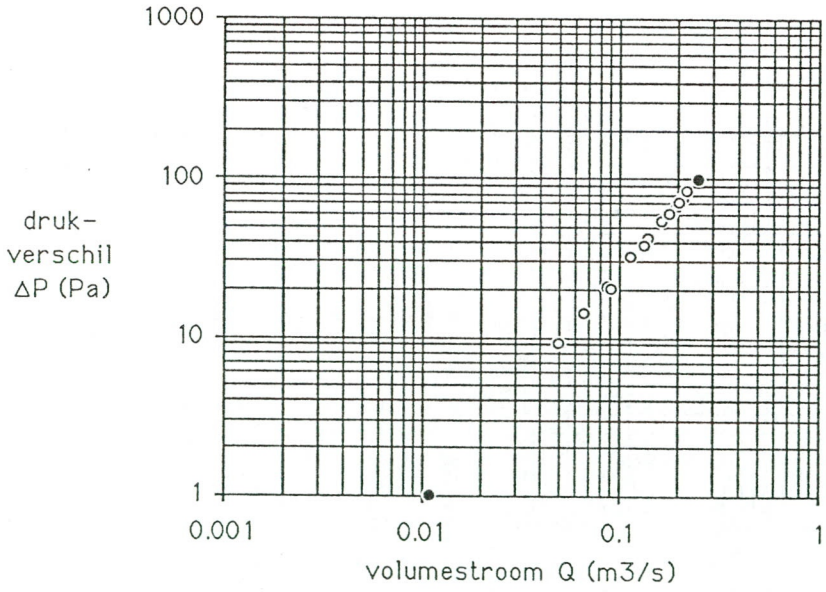
Objekt :	woning
Meting :	serre open
Adres :	Zuidkade 36c
Plaats :	Boskoop
Datum :	26-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	6
Windrichting :	noord
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0108	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	2.81	
Stromingsexponent	n =	1.46	
Lekoppervlak	A =	0.0075	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
9	176
14	235
21	313
32	404
43	503
55	589
64	662
69	707
76	744
84	786
72	714
61	639
38	482
21	326

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel hermeting**

PROJEKTGEGEVENS

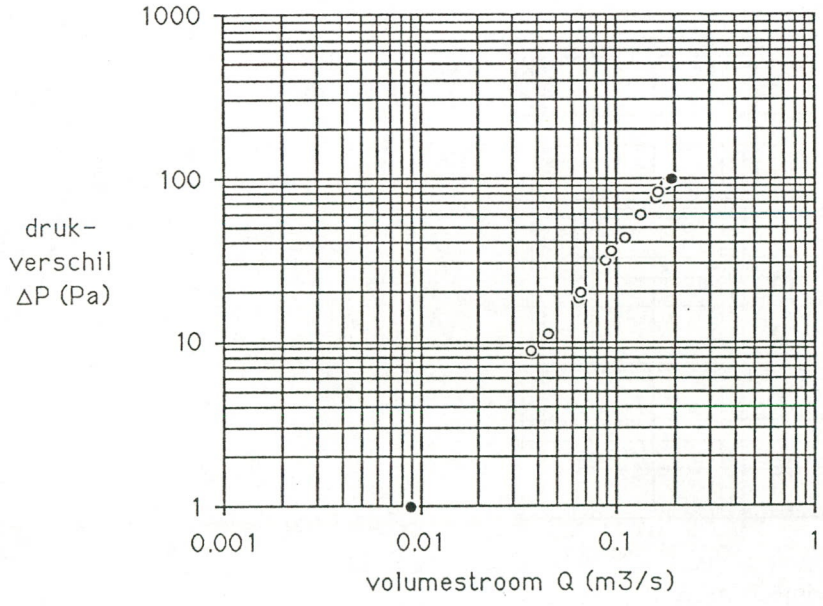
Objekt :	woning
Meting :	kamerdeur afgeplakt
Adres :	Zuidkade 36c
Plaats :	Boskoop
Datum :	26-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	6
Windrichting :	noord
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	**0.0088**	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	**2.16**	
Stromingsexponent	n =	**1.50**	
Lekoppervlak	A =	**0.0062**	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
11	163
19	233
31	318
43	396
58	478
77	568
90	637
99	674
81	590
60	482
36	343
20	235
9	131

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



geen compensatie buurwoningen

toe- en afvoer Combiduct afgedicht

extra kierdichting

serre open

woonkamer/serre-deur afgeplakt

LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel hermeting**

PROJEKTGEGEVENS

Objekt :	woning
Meting :	ramen dichtgeplakt
Adres :	Zuidkade 36c
Plaats :	Boskoop
Datum :	26-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	6
Windrichting :	noord
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0093	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	2.09	
Stromingsexponent	n =	1.55	
Lekoppervlak	A =	0.0066	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
12	163
20	230
31	307
45	390
61	478
79	556
94	626
104	660
86	594
61	475
37	349
19	230
9	140

geen compensatie buurwoningen

toe- en afvoer Combiduct afgedicht

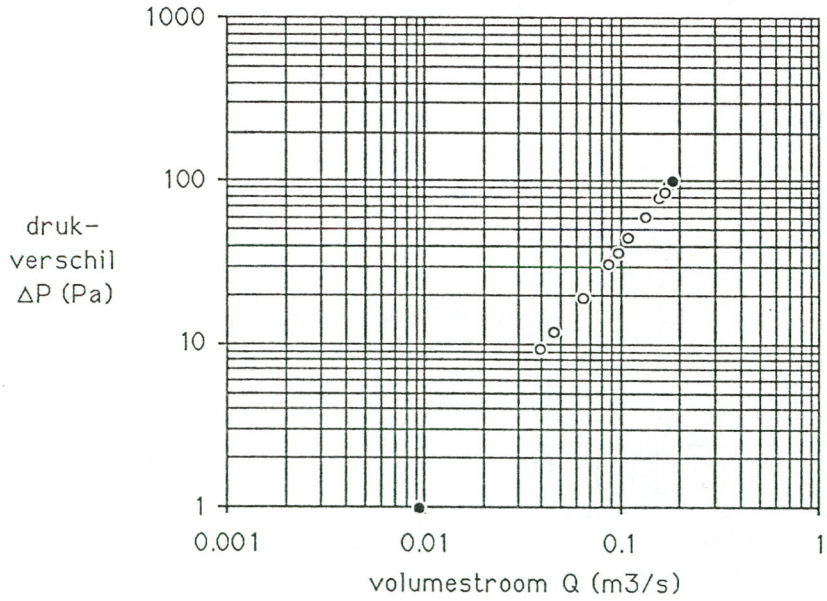
extra kierdichting

serre open

woonkamer/serre-deur afgeplakt

alle schuiframen afgeplakt

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

geen compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

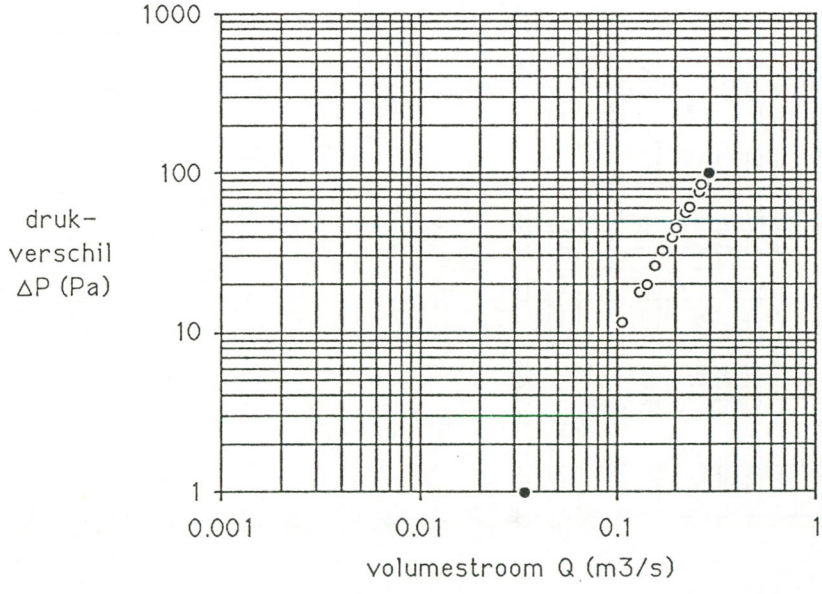
Objekt :	woning
Meting :	standaard
Adres :	Zuidkade 36d
Plaats :	Boskoop
Datum :	19-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	8
Windsnelheid (m/s):	5
Windrichting :	noordwest
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0336	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	3.81	
Stromingsexponent	n =	2.13	
Lekoppervlak	A =	0.0272	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
18	471
26	561
40	694
56	805
77	933
97	1045
84	971
61	839
45	720
32	608
20	509
12	385

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

geen compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

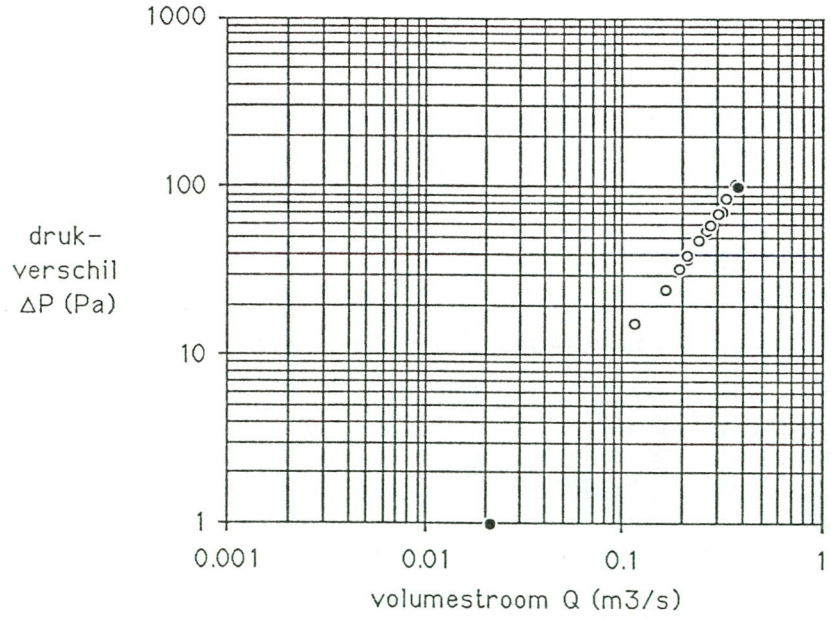
Objekt :	woning
Meting :	standaard
Adres :	Zuidkade 40b
Plaats :	Boskoop
Datum :	18-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	2
Windrichting :	west
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0210	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	4.42	
Stromingsexponent	n =	1.59	
Lekoppervlak	A =	0.0153	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
16	407
25	592
37	751
55	941
73	1120
102	1317
87	1192
71	1078
60	989
49	869
39	756
33	692
25	592

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

geen compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

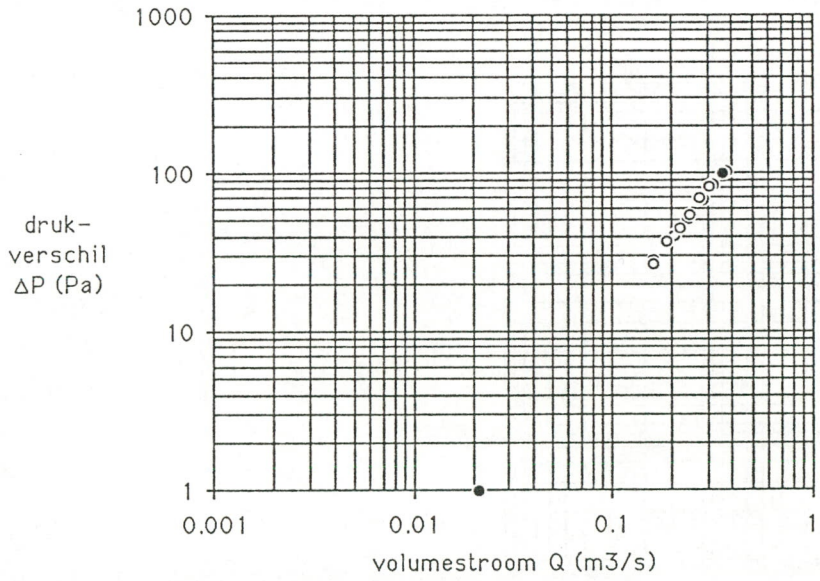
Objekt :	woning
Meting :	standaard
Adres :	Zuidkade 40c
Plaats :	Boskoop
Datum :	18-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	2
Windrichting :	west
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0209	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	4.16	
Stromingsexponent	n =	1.63	
Lekoppervlak	A =	0.0153	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
28	576
40	731
51	859
68	1025
85	1152
102	1330
81	1086
69	989
55	869
45	780
37	679
26	576

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



LUCHTDOORLATENDHEIDSTEST PROJEKT : **Haringkavel**

geen compensatie buurwoningen
toevoer Combiduct afgedicht
geen extra kierdichting

PROJEKTGEGEVENS

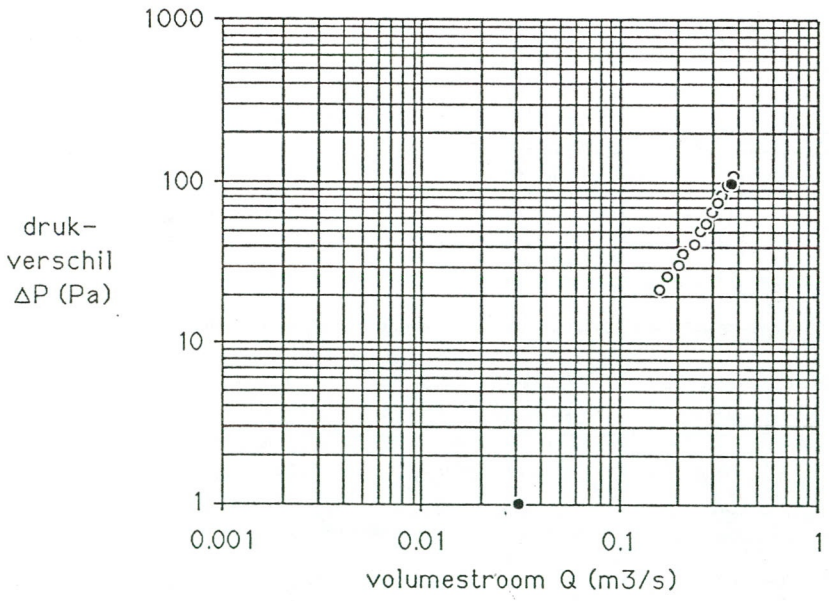
Objekt :	woning
Meting :	standaard
Adres :	Zuidkade 40d
Plaats :	Boskoop
Datum :	18-Apr-89
Buitentemperatuur (C) :	7
Windsnelheid (m/s):	2
Windrichting :	west
Volume gebouw (m3) :	200

Luchtdoorlatendheidscoefficient	C =	0.0305	m3/s
Infiltratievoud bij 50 Pa	n 50 =	4.53	
Stromingsexponent	n =	1.85	
Lekoppervlak	A =	0.0235	m2

MEETGEGEVENS

Drukverschil (Pa)	Volumestroom (m3/h)
26	622
36	756
50	911
67	1052
83	1184
111	1351
96	1267
75	1136
56	979
42	859
31	719
22	576

Luchtdoorlatendheidskarakteristiek



Bijlage 2 Geluidmetingen apparatuur en methode

Apparatuur

Geluiddrukniveaumeters met octaafbandfilter (1) respectievelijk octaaf/tertsfilter en met automatische nagalmsturingen --analyse (2):

-1	B & K	type 2215	serie no. 935353
-2	B & K	type 2231	serie no. 1178284 +
	B & K	type 1625	serie no. 1245157 (filter set)

Ruisgenerator

	B & K	type 4224	serie no. 1042287

Met behulp van een ijktoon: 1000Hz & 93,8 dB (B&K) zijn de beide geluiddrukniveaumeters gecalibreerd.

Meet- en normeringsmethoden

-NEN 1070	Geluidwering in Woongebouwen, NNI, 2e druk september 1976
-BGG	Besluit Geluidwering Gebouwen, Staatsblad 1982, 755.
-WG-HR-05-01	Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid-Meetmethoden, augustus 1981

Bijlage 4 Beschrijving data-acquisitieapparatuur:

Het VADAS meet- en dataverwerkingssysteem

Voor de metingen, convertering van de meetsignalen, de data-opslag en de verwerking van de meetgegevens is gebruik gemaakt van het VADAS data-acquisitiesysteem, een door TNO zelf ontwikkeld meetsysteem.
Naast de meetsignalen afkomstig van de vijf bewoonde meetwoningen en de TNO-meetwoning zelf zijn ook metingen verricht aan de temperaturen en regeling van het overdekte binnengebied en aan een weerstation op het dak van het complex.
De meetkabels zijn over de zolder boven de woningen en via de meetleidingen naar de halkast van de TNO-woning gebracht en aangesloten op een data-logger van het type HP-3852. Door een personal computer zijn de meetdata binnengehaald, verwerkt en opgeslagen op de harde schijf. Met behulp van het VADAS-programma zijn de meetkanalen geconfigureerd, zijn de taken met verschillende meetfrequenties en data-verwerking ingevoerd en is de data-opslag op de harde schijf van de meetcomputer geregeld. Per meetkanaal is ook de conversieformule opgenomen die het inkomende meetsignaal per scan direct converteert naar een goed te interpreteren meetwaarde voor het opslaan in een meetfile.
Een binnenkomend voltsignaal, bijvoorbeeld afkomstig van een weerstandswaarde van de raamstandsteller van een klepraam, wordt dan direct per scan omgerekend naar een openingspercentage van het raam tussen 0% en 100%.

De meetfrequentie bedroeg de gehele meetperiode één minuut. Per tien minuten zijn de minuutwaarden gemiddeld en opgeslagen op de harde schijf. Gedurende het stookseizoen 1990/1991 zijn tevens de actuele meetwaarden per tweede minuut opgeslagen. Met deze meetwaarden is het beter mogelijk het dynamische verloop van ruimte en vooral de installatietemperaturen te volgen aangezien bij de tien-minutengemiddelde meetwaarden snelle wisselingen van de waarden worden gedempt waardoor ze soms zelfs niet eens opvallen.
De perioden tussen de bezoeken aan het project voor het vernieuwen van de meetfiles en de controle van de metingen bedroeg gemiddeld circa twee weken. Met behulp van een modem en het programma PC-Anywhere op de meetcomputer was het ook mogelijk vanuit TNO te Apeldoorn de metingen te controleren en te beïnvloeden. Met dit communicatieprogramma kan het toetsenbord en het beeldscherm van de meetcomputer als het ware over de telefoonlijn naar een pc in Apeldoorn worden gehaald en vandaar worden bediend. Om de paar dagen is de meting op deze manier vanuit Apeldoorn gecontroleerd op het juiste verloop.
Aan het einde van deze bijlage is een voorbeeld van een configuratiefile ten behoeve van de metingen opgenomen. In deze file worden eerst een aantal administratieve gegevens over het project en de toegepaste meetapparatuur weergegeven. Vervolgens worden in de zogenaamde taakconfiguraties aangegeven welke meetkanalen met welke scanfrequentie dienen te worden gemeten en op welke wijze ze moeten worden verwerkt. In de conversietabel is opgenomen welke bewerking op een binnenkomende gemeten waarde moet worden uitgevoerd opdat er een beter te begrijpen meetwaarde ontstaat. Tenslotte is in de configuratiefile een lijst van gemeten kanalen weergegeven. Hierin is per meetkanaal het kanaalnummer, de eventuele temperatuurconversie of het nummer van de omrekenformule uit de conversietabel, de meeteenheid en een korte kanaalomschrijving weergegeven.

Na de configuratiefile is een voorbeeld van enkele meetscans in deze bijlage opgenomen zoals deze door de computer in een meetfile op de harde schijf wordt gezet. Indien een meetkanaal alleen sterretjes vertoont dan is dit kanaal in de loop der tijd defect geraakt of niet meer gebruikt.

Verwerking meetgegevens

De meetfiles zijn gedurende de gehele meetperiode regelmatig van de meetcomputer op floppydisks overgezet en naar TNO-Apeldoorn overgebracht. Daar zijn ze op de harde schijf van de verwerkingscomputer en op een back-upsysteem opgeslagen. Aan het eind van de evaluatieperiode waren circa 200MB aan meetgegevens verzameld.

Voor relevante periodes en situaties zijn de meetresultaten door het produceren van kleurenplots met maximaal 8 lijnen goed inzichtelijk gemaakt. Met het plotprogramma van VADAS is het daarbij mogelijk in de plots de gewenste kanalen te combineren naar eigen inzichten ten aanzien van schaalgrootte, de weer te geven periode en scaninterval.

Metingen met temperatuur- en R.V.-recorders

Aangezien het aantal intensieve metingen aan de in totaal zes woningen wel wat laag werd geacht om er zeker van te zijn dat de luchtverwarmingsinstallaties over het gehele project goed functioneerden is naar een mogelijkheid gezocht om het temperatuurverloop in meer woningen te weten te komen.

De oplossing hiervoor werd gevonden in het toepassen van een nieuw type temperatuurrecorder, het Control-One meetblokje. Dit blokje, iets groter dan een pakje sigaretten, bevat één opnemer voor temperatuur of voor relatieve vochtigheid, is verder hermetisch gesloten en is gegarandeerd voor minimaal 12 jaar continu functioneren. Via een RS-232 verbinding met een pc kan het blokje met het SCOPE-programma worden geprogrammeerd voor een bepaalde meetperiode, via startdatum en looptijd, en voor een bepaalde meetfrequentie. Vanaf de opgegeven startdatum en -tijd meet en bewaart de recorder dan de meetwaarden totdat de gewenste meetperiode is verstreken of totdat circa 16.000 tot 25.000 meetwaarden zijn opgeslagen. Via hetzelfde computerprogramma worden de meetgegevens op de harde schijf van de pc overgenomen. Met het programma kunnen de meetresultaten vervolgens ondermeer in grafiekvorm worden weergegeven of naar spreadsheetfiles worden omgezet voor verdere bewerkingen. Door bij het meten met meerdere recorders in het zelfde project deze recorders allemaal op dezelfde wijze te programmeren en op de zelfde starttijd te laten starten kunnen later bij de verwerking desgewenst de verschillende meetresultaten in één grafiek worden gecombineerd, op een vergelijkbare wijze zoals met een schrijver geschiedt.

Voorbeeld configuratiefile en enkele meetscans

ALGEMENE SYSTEEM CONFIGURATIE GEGEVENS :

ASYST - VADAS versie : MT-TNO - VADAS rev. 02.10.10
VADAS meetinstrument : HP3852

Projekt filenaam : BOSW06.CNF
systeem en data disc : C:/ASYST directory .

ALGEMENE ADMINISTRATIEVE GEGEVENS :

---

aanmaak configuratie : 02/05/91 16:26:32.
Projekt omschrijving : HARINGKAVEL BOSKOOP
Projektnummer TNO : 20716

GEGEVENS OVER DE OPDRACHTGEVER :

---

naam : NOVEM BV.
adres : POSTBUS 17
plaats : 6130AA S SITTARD
Telefoon :

contactpersoon 1 : Ir. W.T.C.BERNS
contactpersoon 2 : Ir. B.POEL -NCIV EDE
contactpersoon 3 :
contactpersoon 4 :

TNO ONDERZOEKAFDELING EN MEDEWERKERS :

TNO onderzoekafdeling : WARMTE- EN KOUDETECHNIEK

medewerker 1 : Ing. H.SCHIPHOUWER
medewerker 2 : G.J.BORREN
medewerker 3 :
medewerker 4 :

Bij de meting gebruikte meetapparatuur :

Instrument 1 : HP-VECTRA NR.869023
Instrument 2 :
Instrument 3 :
Instrument 4 :
Instrument 5 :
Instrument 6 :
Instrument 7 :
Instrument 8 :
Instrument 9 :
Instrument 10 :

Algemene configuratie gegevens meetopstelling :

Scan tijd van het meet-systeem : MEET-INTERVAL (sec) : 60

CONFIGURATIE GEGEVENS EN KANALEN VAN TAAK : 1

KANAALNUMMER(S) opgenomen in de taak :
100-119,200-216,218-219,515-516,518-519,600-613
Absolute START-TIJDSTIP -- HHMMSS -- : 0
TAAK-INTERVAL , om de .... meetscans : 1
AANTAL-SCANS te maken door deze taak : 0
AANTAL-SCANS statistische berekeningen : 10
DATA-OPSLAG in file op de disk : alleen gemiddelde waarde
DATA-UITVOER naar de printer : aktuele meetwaarde
DISPLAY DATA op computer beeldscherm : aktuele meetwaarde
DATA-OUTPUT via RS-232 interface : geen data-uitvoer

CONFIGURATIE GEGEVENS EN KANALEN VAN TAAK : 2

KANAALNUMMER(S) opgenomen in de taak :
117,300-319,400-419,500-514
Absolute START-TIJDSTIP -- HHMMSS -- : 0
TAAK-INTERVAL , om de .... meetscans : 1
AANTAL-SCANS te maken door deze taak : 0
AANTAL-SCANS statistische berekeningen : 10
DATA-OPSLAG in file op de disk : alleen gemiddelde waarde
DATA-UITVOER naar de printer : aktuele meetwaarde
DISPLAY DATA op computer beeldscherm : aktuele meetwaarde
DATA-OUTPUT via RS-232 interface : geen data-uitvoer

CONFIGURATIE GEGEVENS EN KANALEN VAN TAAK : 3

KANAALNUMMER(S) opgenomen in de taak :
100-119,200-216,218-219,515-516,518-519,600-613
Absolute START-TIJDSTIP -- HHMMSS -- : 0
TAAK-INTERVAL , om de .... meetscans : 2
AANTAL-SCANS te maken door deze taak : 0
AANTAL-SCANS statistische berekeningen : 0
DATA-OPSLAG in file op de disk : aktuele meetwaarde
DATA-UITVOER naar de printer : aktuele meetwaarde
DISPLAY DATA op computer beeldscherm : aktuele meetwaarde
DATA-OUTPUT via RS-232 interface : geen data-uitvoer

CONFIGURATIE GEGEVENS EN KANALEN VAN TAAK : 4

KANAALNUMMER(S) opgenomen in de taak :
117,300-319,400-419,500-514
Absolute START-TIJDSTIP -- HHMMSS -- : 0
TAAK-INTERVAL , om de .... meetscans : 2
AANTAL-SCANS te maken door deze taak : 0
AANTAL-SCANS statistische berekeningen : 0
DATA-OPSLAG in file op de disk : aktuele meetwaarde
DATA-UITVOER naar de printer : aktuele meetwaarde
DISPLAY DATA op computer beeldscherm : aktuele meetwaarde
DATA-OUTPUT via RS-232 interface : geen data-uitvoer

CONVERSIE TABEL MET DE INGEVOERDE FORMULES EN PARAMETERS .

Nr	Formule gekozen.	parameters ingevoerd .			
		--- a ---	--- b ---	--- c ---	--- d ---
1	Y = ax + b	61728.0000	.0000	.0000	.000
2	Y = ax + b	25.0000	.0000	.0000	.000
3	Y = ax + b	360.0000	.0000	.0000	.000
4	Y = ax + b	100.0000	.0000	.0000	.000
5	Y = ax + b	10.0000	.0000	.0000	.000
6	Y = ax + b	1000.0000	.0000	.0000	.000
7	Y = ax + b	59.2738	-118.2913	.0000	.000
8	Y = ax + b	-13.3713	134.5648	.0000	.000
9	Y = ax + b	90.7803	-172.0777	.0000	.000
10	Y = ax + b	-13.1613	130.6088	.0000	.000
11	Y = ax + b	13.4357	-26.0506	.0000	.000
12	Y = ax + b	12.9096	-24.4984	.0000	.000

Kanaal configuratie gegevens :

Kan	Funkt.	Convers	Nr	Units	kanaalomschrijving .
100	TEMPT			DGC	TA1.O.H.
101	TEMPT			DGC	TA1.O.M.
102	TEMPT			DGC	TA1.O.L.
103	TEMPT			DGC	TA1.W.M.
104	TEMPT			DGC	TA1.W.L.
105	TEMPT			DGC	TA2.O.H.
106	TEMPT			DGC	TA2.O.M.
107	TEMPT			DGC	TA2.O.L.
108	TEMPT			DGC	TA2.W.M.
109	TEMPT			DGC	TA2.W.L.
110	TEMPT			DGC	TA4.O.H.
111	TEMPT			DGC	TA4.O.M.
112	TEMPT			DGC	TA4.O.L.
113	TEMPT			DGC	TA4.W.M.
114	TEMPT			DGC	TA4.W.L.
115	TEMPT			Tb.N	Tbuiten noord1
116	TEMPT			Tser	40C T serre
117	TEMPT			Tb N	Tbuiten noord2
118	TEMPT			L.WK	40C Tlaag WK.
119	TEMPT			KEUK	40C Tkeuken
200	TEMPT			AANZ	40C Ttoe ATRIUM
201	TEMPT			TOE1	40C Ttoe Z1
202	TEMPT			CIRC	40C Trecirculatie
203	TEMPT			TOE2	40C Ttoe Z2
204	TEMPT			AF.W	40C Taf VOOR UNIT
205	TEMPT			AF.A	40C Taf ATRIUM
206	TEMPT			TOEv	40C Ttoe VOOR WTW
207	TEMPT			AFna	40C Taf NA WTW
208	TEMPT			AF.v	40C Taf VOOR WTW
209	TEMPT			KOOK	40C Taf KOKEN
210	TEMPT			TOEn	40C Ttoe NA WTW
211	TEMPT			RG.1	40C Trg Z1
212	TEMPT			RG.2	40C Trg Z2
213	TEMPT			V.Z2	40C Tvent.WK.
214	TEMPT			V.Z1	40C Tvent.SLK.
215	TEMPT			TH.2	40C Ttherm.WK.
216	TEMPT			T.CI	40C Taanz.hal
217	TEMPT			HAL	40C Thal
218	TEMPT			Tslk	40C T voorslk.
219	TEMPT			ASLK	40C Tachterslk.
300	TEMPT			DGC	40B Taf won.
301	TEMPT			DGC	40B Ttoe z1
302	TEMPT			DGC	40B Ttoe z2
303	TEMPT			DGC	40B Trecirc.
304	TEMPT			DGC	40B Taf tot.
305	TEMPT			DGC	40B Twoonk.
306	TEMPT			DGC	40B Tzijslk.
307	TEMPT			DGC	40B Tkeuken
308	TEMPT			DGC	40B Tbadk.
309	TEMPT			DGC	40B Taslk

Kanaal configuratie gegevens :

Kan	Funkt.	Convers	Nr	Units		kanaalomschrijving .
310	TEMPT			DGC	.....	40D Taf won.
311	TEMPT			DGC	.....	40D Ttoe z1
312	TEMPT			DGC	.....	40D Ttoe z2
313	TEMPT			DGC	.....	40D Trecirc.
314	TEMPT			DGC	.....	40D Taf tot.
315	TEMPT			DGC	.....	40D Twoonk.
316	TEMPT			DGC	.....	40D Tzijslk
317	TEMPT			DGC	.....	40D Tkeuken
318	TEMPT			DGC	.....	40D Tbadk.
319	TEMPT			DGC	.....	40D Taslk.
400	TEMPT			DGC	.....	36B Taf won.
401	TEMPT			DGC	.....	36B Ttoe z1
402	TEMPT			DGC	.....	36B Ttoe z2
403	TEMPT			DGC	.....	36B Trecirc.
404	TEMPT			DGC	.....	36B Taf tot.
405	TEMPT			DGC	.....	36B Twoonk.
406	TEMPT			DGC	.....	36B Tzijslk.
407	TEMPT			DGC	.....	36B Tkeuken
408	TEMPT			DGC	.....	36B Tbadk.
409	TEMPT			DGC	.....	36B Taslk.
410	TEMPT			DGC	.....	36C Taf won.
411	TEMPT			DGC	.....	36C Ttoe z1
412	TEMPT			DGC	.....	36C Ttoe z2
413	TEMPT			DGC	.....	36C Trecirc.
414	TEMPT			DGC	.....	36C Taf tot.
415	TEMPT			DGC	.....	36C Twoonk.
416	TEMPT			DGC	.....	36C Tzijslk.
417	TEMPT			DGC	.....	36C Tkeuken
418	TEMPT			DGC	.....	36C Tbadk.
419	TEMPT			DGC	.....	36C Taslk.
500	TEMPT			DGC	.....	36D Taf won.
501	TEMPT			DGC	.....	36D Ttoe z1
502	TEMPT			DGC	.....	36D Ttoe z2.
503	TEMPT			DGC	.....	36D Trecirc
504	TEMPT			DGC	.....	36D Taf tot.
505	TEMPT			DGC	.....	36D Twoonk.
506	TEMPT			DGC	.....	36D Tzijslk.
507	TEMPT			DGC	.....	36D Tkeuken
508	TEMPT			DGC	.....	36D Tbadk.
509	TEMPT			DGC	.....	36D Taslk.
510	TEMPT			DGC	.....	40B Ttoe atrium
511	TEMPT			DGC	.....	40D Ttoe atrium
512	TEMPT			DGC	.....	36B Ttoe atrium
513	TEMPT			DGC	.....	36C Ttoe atrium
514	TEMPT			DGC	.....	36D Ttoe atrium
515	TEMPT			DGC	.....	T onder dak
516	TEMPT			DGC	.....	T buiten
518	TEMPT			DGC	.....	t onder dak oost
519	TEMPT			Tref	.....	40C Tachter meetkast
600	DCV	CONV	1	WSM	.....	SOLARI

Kanaal configuratie gegevens :

Kan	Funkt.	Convers	Nr	Units	kanaalomschrijving .
601	DCV	CONV	6	PERS	INBLAAS MECH. VENT.
602	DCV	CONV	6	ZUIG	AFZUIGING MECH. VENT.
603	DCV			STAN	VENTILATOR STAND
604	DCV	CONV	7	R.ZO	% RAAMST.ZO
605	DCV	CONV	8	R.ZW	% RAAMST.ZW
606	DCV	CONV	9	R.NO	% RAAMST.NO
607	DCV	CONV	10	R.NW	% RAAMST.NW
608	DCV	CONV	11	ZW%Z	STAND Z.ZONWERING
609	DCV	CONV	12	ZW%N	STAND N.ZONWERING
610	DCV	CONV	2	WIND	M/S WIND
611	DCV	CONV	3	W.R.	WINDRICHTING GRADEN
612	DCV	CONV	4	R.V.	% R.V.
613	DCV	CONV	5	TEMP	T BUITEN WEERSTAT.

Meetfile : C:BOSW06.D1 scan : 100. Datum : 910206. Tijd : 90700.

100	-2.6	DGC	101	-2.6	DGC	102	-2.5	DGC	103	-2.1	DGC
104	-2.9	DGC	105	-2.4	DGC	106	-2.2	DGC	107	-1.4	DGC
108	-2.5	DGC	109	-3.0	DGC	110	-3.0	DGC	111	-3.3	DGC
112	-3.3	DGC	113	-3.2	DGC	114	-3.6	DGC	115	-8.2	Tb.N
116	3.3	Tser	117	-1.3	Tb N	118	20.1	L.WK	119	20.2	KEUK
200	-3.1	AANZ	201	24.2	TOE1	202	22.2	CIRC	203	58.1	TOE2
204	22.0	AF.W	205	14.3	AF.A	206	.7	TOEv	207	14.0	AFna
208	31.1	AF.v	209	32.5	KOOK	210	21.0	TOEn	211	**********	RG.1
212	197.5	RG.2	213	54.0	V.Z2	214	24.1	V.Z1	215	20.7	TH.2
216	17.3	T.CI	218	17.6	Tslk	219	18.1	ASLK	515	**********	DGC
516	-7.6	DGC	518	**********	DGC	519	17.3	Tref	600	51.6107	WSM
601	5.18285	PERS	602	-.080147	ZUIG	603	6.59596	STAN	604	-2.40622	R.ZO
605	2.68097	R.ZW	606	-3.34614	R.NO	607	3.77660	R.NW	608	-.802968	ZW%Z
609	.225962	ZW%N	610	3.33904	WIND	611	55.8854	W.R.	612	79.9104	R.V.
613	-8.89280	TEMP									

Meetfile : C:BOSW06.D1 scan : 102. Datum : 910206. Tijd : 92700.

100	-2.6	DGC	101	-2.5	DGC	102	-2.2	DGC	103	-1.9	DGC
104	-2.7	DGC	105	-2.4	DGC	106	-2.3	DGC	107	-2.1	DGC
108	-2.7	DGC	109	-3.1	DGC	110	-3.2	DGC	111	-3.4	DGC
112	-3.5	DGC	113	-3.6	DGC	114	-3.7	DGC	115	-8.5	Tb.N
116	4.3	Tser	117	-1.2	Tb N	118	20.1	L.WK	119	20.1	KEUK
200	-3.1	AANZ	201	22.5	TOE1	202	22.7	CIRC	203	46.6	TOE2
204	22.1	AF.W	205	13.2	AF.A	206	.8	TOEv	207	13.3	AFna
208	29.1	AF.v	209	29.8	KOOK	210	19.8	TOEn	211	**********	RG.1
212	112.9	RG.2	213	48.0	V.Z2	214	23.0	V.Z1	215	20.9	TH.2
216	17.3	T.CI	218	17.6	Tslk	219	18.1	ASLK	515	**********	DGC
516	-7.2	DGC	518	**********	DGC	519	17.3	Tref	600	75.9627	WSM
601	5.18422	PERS	602	-.082625	ZUIG	603	6.62481	STAN	604	-2.40956	R.ZO
605	2.68045	R.ZW	606	-3.34733	R.NO	607	3.76011	R.NW	608	-.803038	ZW%Z
609	.226981	ZW%N	610	3.08172	WIND	611	49.9567	W.R.	612	78.9395	R.V.
613	-9.03681	TEMP									

Meetfile : C:BOSW06.D1 scan : 103. Datum : 910206. Tijd : 93700.

100	-2.6	DGC	101	-2.5	DGC	102	-2.2	DGC	103	-2.2	DGC
104	-2.8	DGC	105	-2.5	DGC	106	-2.3	DGC	107	-2.4	DGC
108	-2.7	DGC	109	-3.0	DGC	110	-3.2	DGC	111	-3.4	DGC
112	-3.5	DGC	113	-3.5	DGC	114	-3.7	DGC	115	-8.6	Tb.N
116	5.0	Tser	117	-1.3	Tb N	118	20.1	L.WK	119	20.1	KEUK
200	-3.2	AANZ	201	17.7	TOE1	202	21.7	CIRC	203	26.0	TOE2
204	20.8	AF.W	205	10.8	AF.A	206	.4	TOEv	207	11.3	AFna
208	24.8	AF.v	209	23.5	KOOK	210	15.9	TOEn	211	**********	RG.1
212	31.4	RG.2	213	30.3	V.Z2	214	18.4	V.Z1	215	20.4	TH.2
216	17.3	T.CI	218	17.4	Tslk	219	17.9	ASLK	515	**********	DGC
516	-7.2	DGC	518	**********	DGC	519	17.4	Tref	600	91.7098	WSM
601	5.18289	PERS	602	-.080182	ZUIG	603	6.61277	STAN	604	-2.40677	R.ZO
605	2.68178	R.ZW	606	-3.34888	R.NO	607	3.76015	R.NW	608	-.803140	ZW%Z
609	.226220	ZW%N	610	3.46541	WIND	611	48.2969	W.R.	612	77.8754	R.V.
613	-9.15714	TEMP									

Meetfile : C:BOSW06.D2 scan : 100. Datum : 910206. Tijd : 90700.

117	-1.3	Tb N	300	15.2	DGC	301	28.0	DGC	302	46.4	DGC
303	24.3	DGC	304	21.3	DGC	305	18.5	DGC	306	19.8	DGC
307	20.8	DGC	308	22.2	DGC	309	19.9	DGC	310	13.5	DGC
311	38.3	DGC	312	44.9	DGC	313	**********	DGC	314	18.4	DGC
315	16.1	DGC	316	19.6	DGC	317	**********	DGC	318	14.0	DGC
319	16.2	DGC	400	14.8	DGC	401	25.2	DGC	402	61.1	DGC
403	20.3	DGC	404	22.1	DGC	405	20.5	DGC	406	20.6	DGC
407	35.5	DGC	408	**********	DGC	409	22.2	DGC	410	16.4	DGC
411	26.6	DGC	412	55.7	DGC	413	**********	DGC	414	**********	DGC
415	18.9	DGC	416	23.3	DGC	417	23.4	DGC	418	19.4	DGC
419	24.0	DGC	500	-.8	DGC	501	25.3	DGC	502	59.2	DGC
503	**********	DGC	504	22.1	DGC	505	18.9	DGC	506	22.4	DGC
507	**********	DGC	508	20.5	DGC	509	21.6	DGC	510	-1.9	DGC
511	-1.7	DGC	512	-2.8	DGC	513	-3.3	DGC	514	**********	DGC

Meetfile : C:BOSW06.D1 scan : 101. Datum : 910206. Tijd : 91700.

100	-2.6	DGC	101	-2.7	DGC	102	-2.4	DGC	103	-2.1	DGC
104	-2.9	DGC	105	-2.5	DGC	106	-2.2	DGC	107	-2.4	DGC
108	-2.8	DGC	109	-3.1	DGC	110	-3.1	DGC	111	-3.4	DGC
112	-3.4	DGC	113	-3.3	DGC	114	-3.6	DGC	115	-8.2	Tb.N
116	3.8	Tser	117	-1.3	Tb N	118	20.1	L.WK	119	20.1	KEUK
200	-3.1	AANZ	201	24.7	TOE1	202	22.4	CIRC	203	58.5	TOE2
204	22.2	AF.W	205	14.6	AF.A	206	.7	TOEv	207	14.2	AFna
208	31.6	AF.v	209	33.0	KOOK	210	21.1	TOEn	211	**********	RG.1
212	196.8	RG.2	213	54.6	V.Z2	214	24.6	V.Z1	215	20.9	TH.2
216	17.3	T.CI	218	17.6	Tslk	219	18.1	ASLK	515	**********	DGC
516	-7.4	DGC	518	**********	DGC	519	17.3	Tref	600	64.3859	WSM
601	5.18436	PERS	602	-.079138	ZUIG	603	6.60566	STAN	604	-2.40777	R.ZO
605	2.68057	R.ZW	606	-3.34657	R.NO	607	3.76386	R.NW	608	-.802988	ZW%Z
609	.225533	ZW%N	610	2.78610	WIND	611	50.8876	W.R.	612	77.9421	R.V.
613	-8.85740	TEMP									

Bijlage 5 Metingen in het atrium; omschrijving meetpunten en kleurenplots

Doordat niet alles voor één situatie in één plot kan worden opgenomen behoren iedere keer drie plots bij elkaar. Er is één plot met atrium- en buitentemperaturen, één plot met zoninstraling en één plot met de standen van klepramen, zonwering en mechanische ventilatie. De bij elkaar behorende plots hebben ieder keer het zelfde figuurnummer met de toegevoegde letter a, b of c. Onder iedere plot wordt het kanaalnummer behorende bij elke kleur en een korte omschrijving alsmede de gebruikte eenheid weergegeven. Een lijst van alle meetpunten met hun kanaalnummer en omschrijving is weergegeven in bijlage 1. Voor een goed begrip van de plaats van de verschillende temperatuurmeetpunten in het binnengebied is het wellicht goed de hiervoor gebruikte codering nader toe te lichten. Als voorbeeld worden de kanaalnummers 100 t/m 104 genomen, de atriumtemperaturen gemeten over de meest zuidelijke dwarsdoorsnede. De eerste drie letters in de kanaalomschrijving, hier TA1, hebben betrekking op de eerste dwarsdoorsnede. De volgende letter, een O of een W, geeft aan of het meetpunt aan de oost- of westzijde van het atrium zit. De laatste letter, een H, een M of een L, geeft aan of het meetpunt hoog, in het midden of laag in het atrium zit. Kanaal 113, met de omschrijving TA4.O.M, is dus het meetpunt in de vierde dwarsdoorsnede (de meest noordelijke) aan de oostzijde op halve hoogte. Aangezien het atrium aan de westzijde slechts twee verdiepingen telt zijn aan deze zijde slechts twee meetniveaus, laag en midden, aanwezig. In de lijst met kanaalomschrijvingen ontbreken de meetpunten van de derde dwarsdoorsnede, de TA3-serie. Deze zijn oorspronkelijk wel in het meetprogramma opgenomen doch na een uitbreiding van de metingen vanwege een gebrek aan beschikbare meetkanalen uit de metingen geschrapt. Uit de eerste metingen was reeds gebleken dat de temperaturen in het binnengebied voor de verschillende dwarsdoorsneden onderling zeer gelijk lagen, tenminste indien de regelmogelijkheden voor het zuidelijke en het noordelijke gedeelte van het binnengebied twee aan twee gelijk gebruikt werden. Hierdoor werd het naderhand verantwoord geacht een serie temperatuurmeetpunten uit het binnengebied te schrappen voor het gebruik van de vrijgekomen kanalen elders.

In de meeste plots worden de atriumtemperaturen weergegeven van de meest noordelijke dwarsdoorsnede, TA4, ter plaatse van de intensief bemeten woningen en de TNO-meetwoning, nummer 40c.

Voor bijlage 6

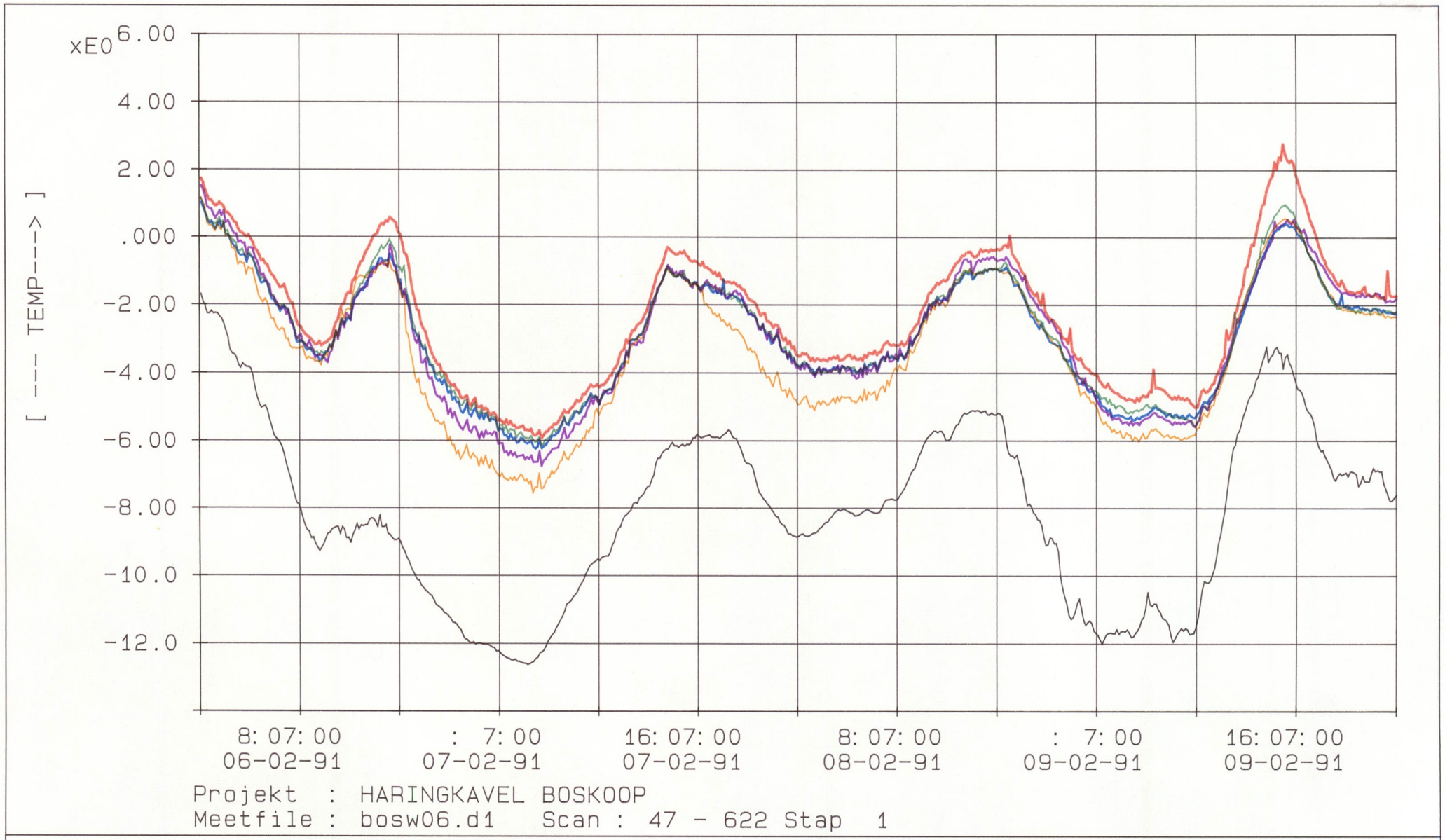


Fig 5.3a: Atriumtemperaturen koudste periode

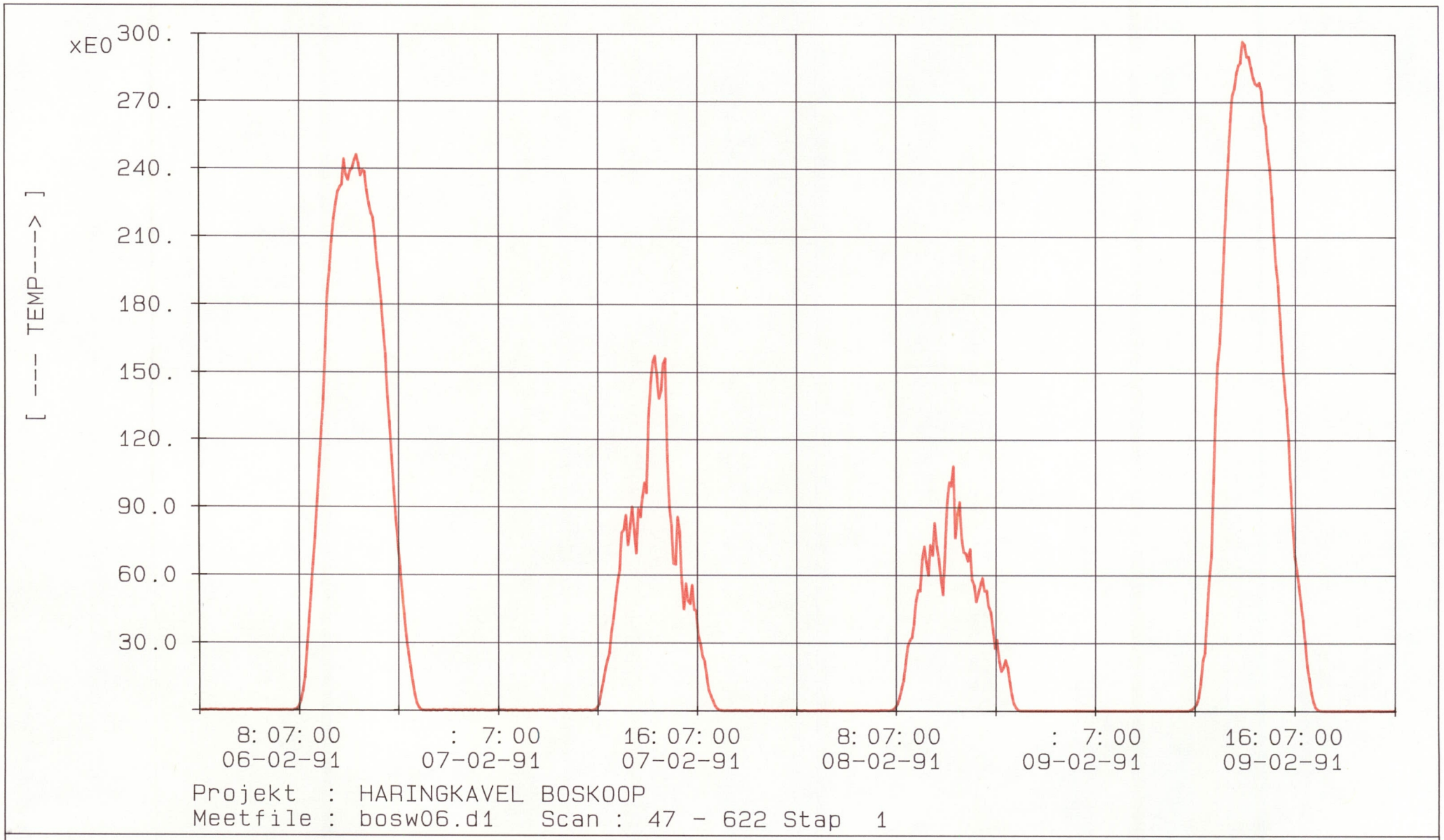


Fig 5.3b: Zoninstraling

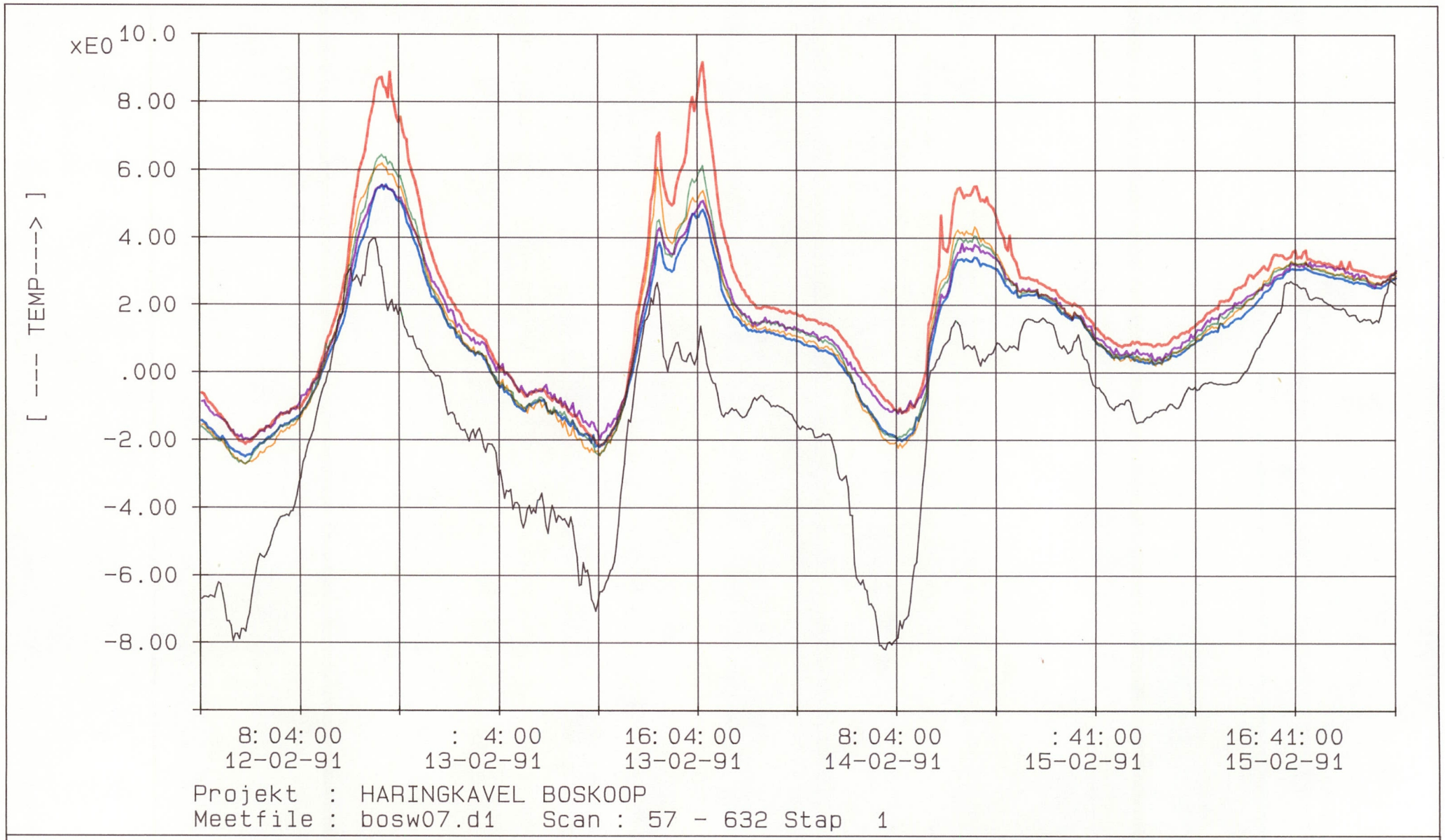


Fig 5.4a: Atriumtemperaturen koudste meetperiode

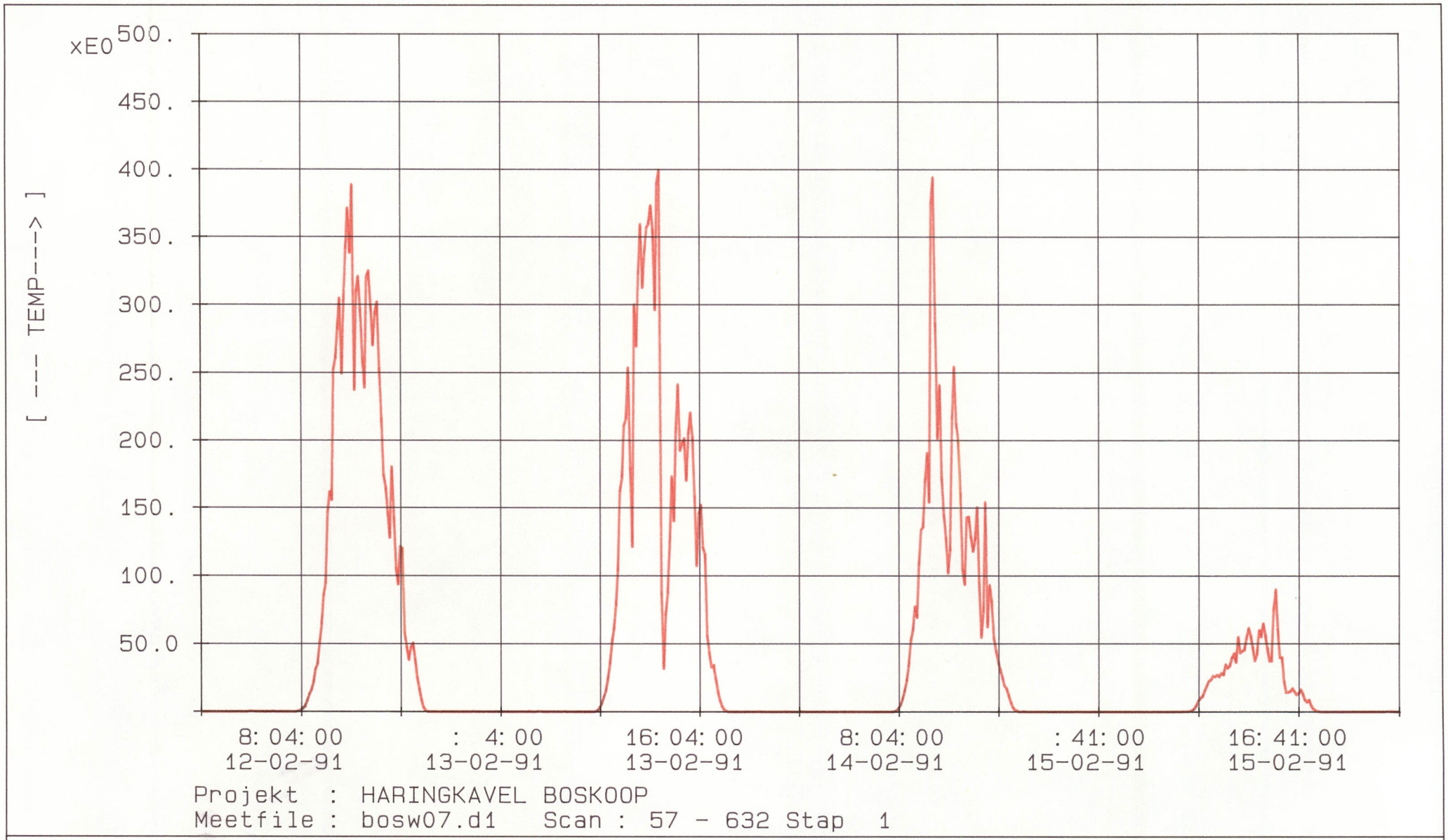


Fig 5.4b: Zoninstraling

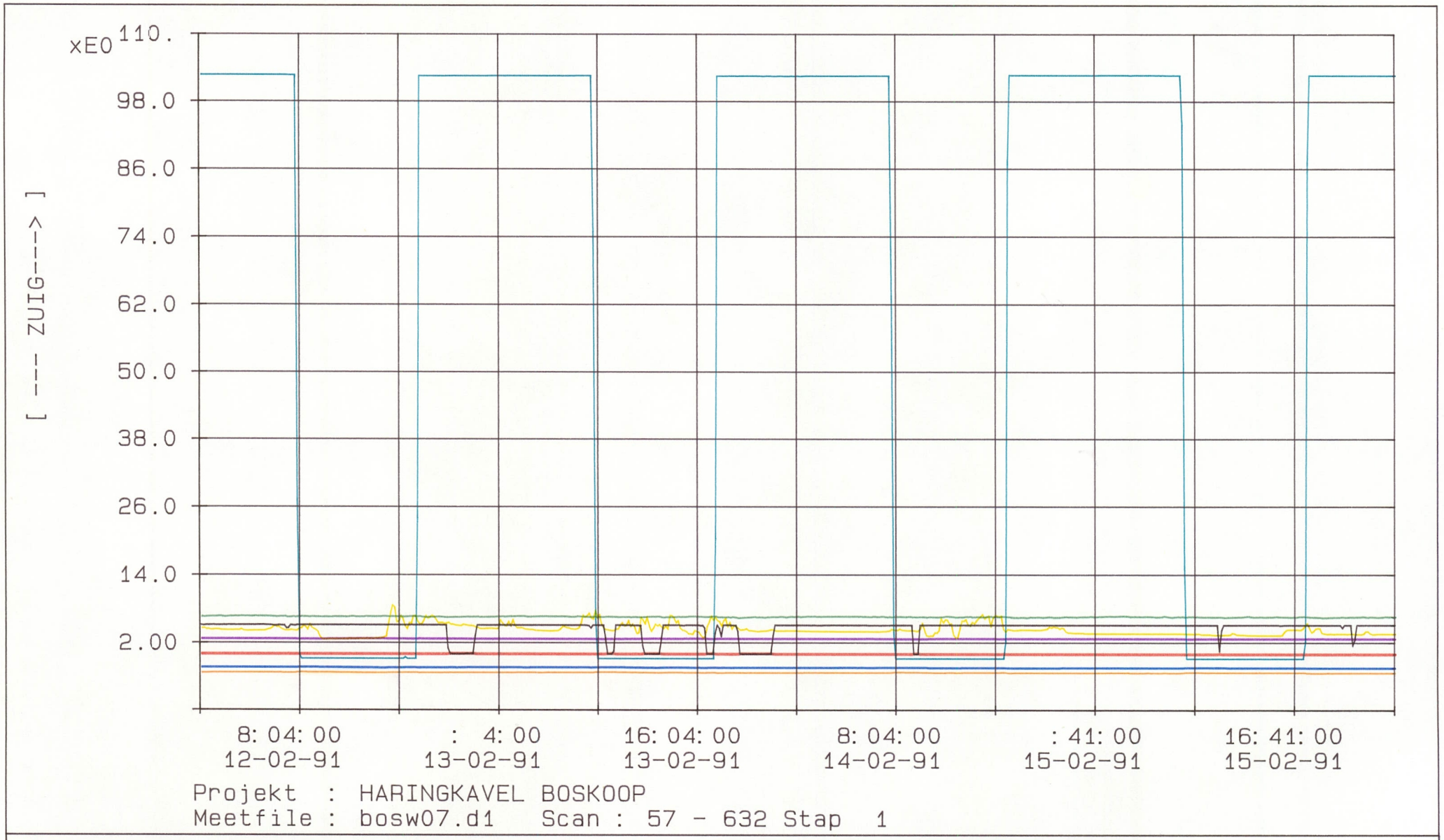


Fig 5.4c: Stand mechanische ventilatie, klepramen en schermdoek

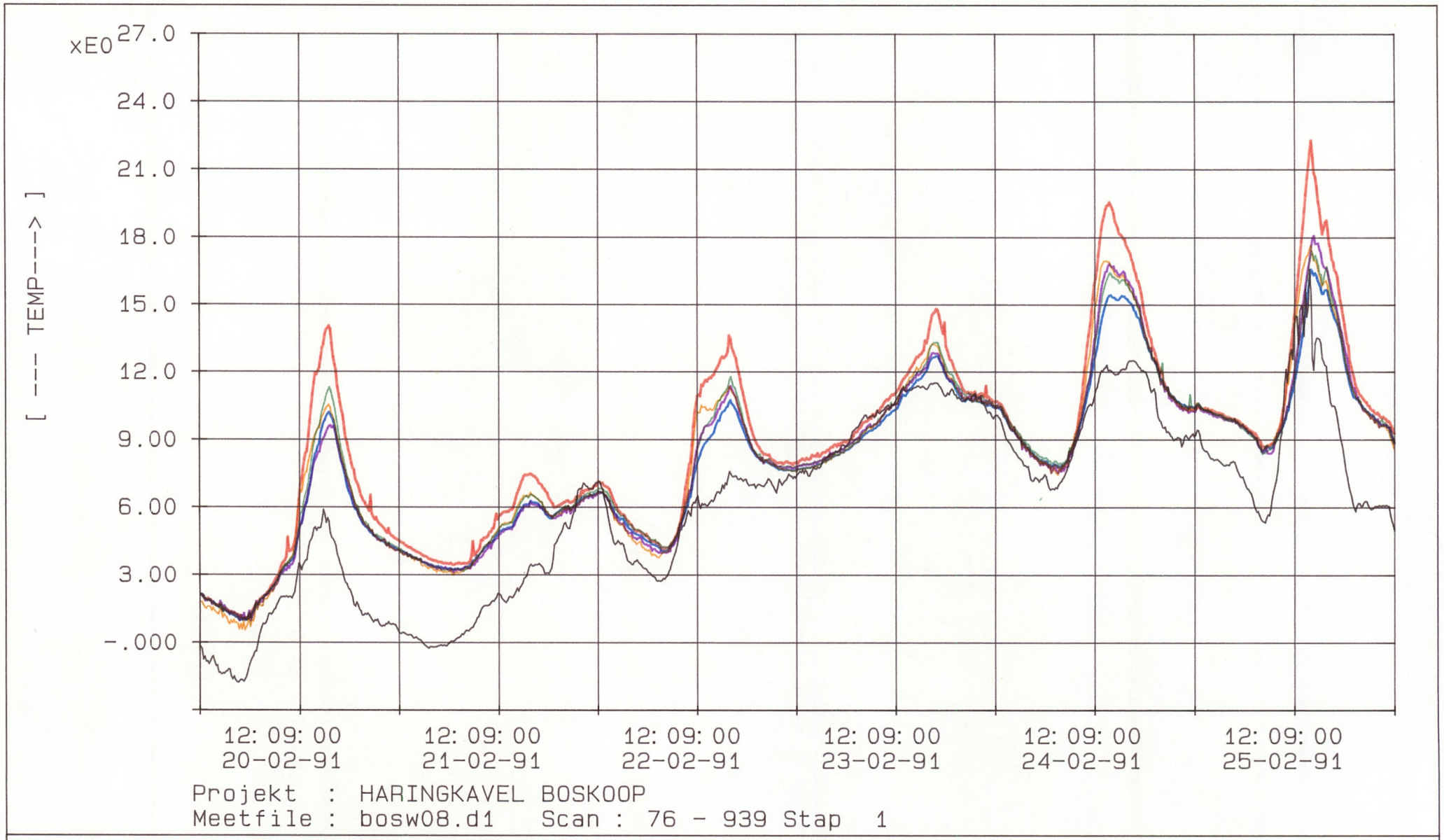


Fig 5.5a: Atriumtemperaturen: wintersituatie met hogere buitentemperaturen

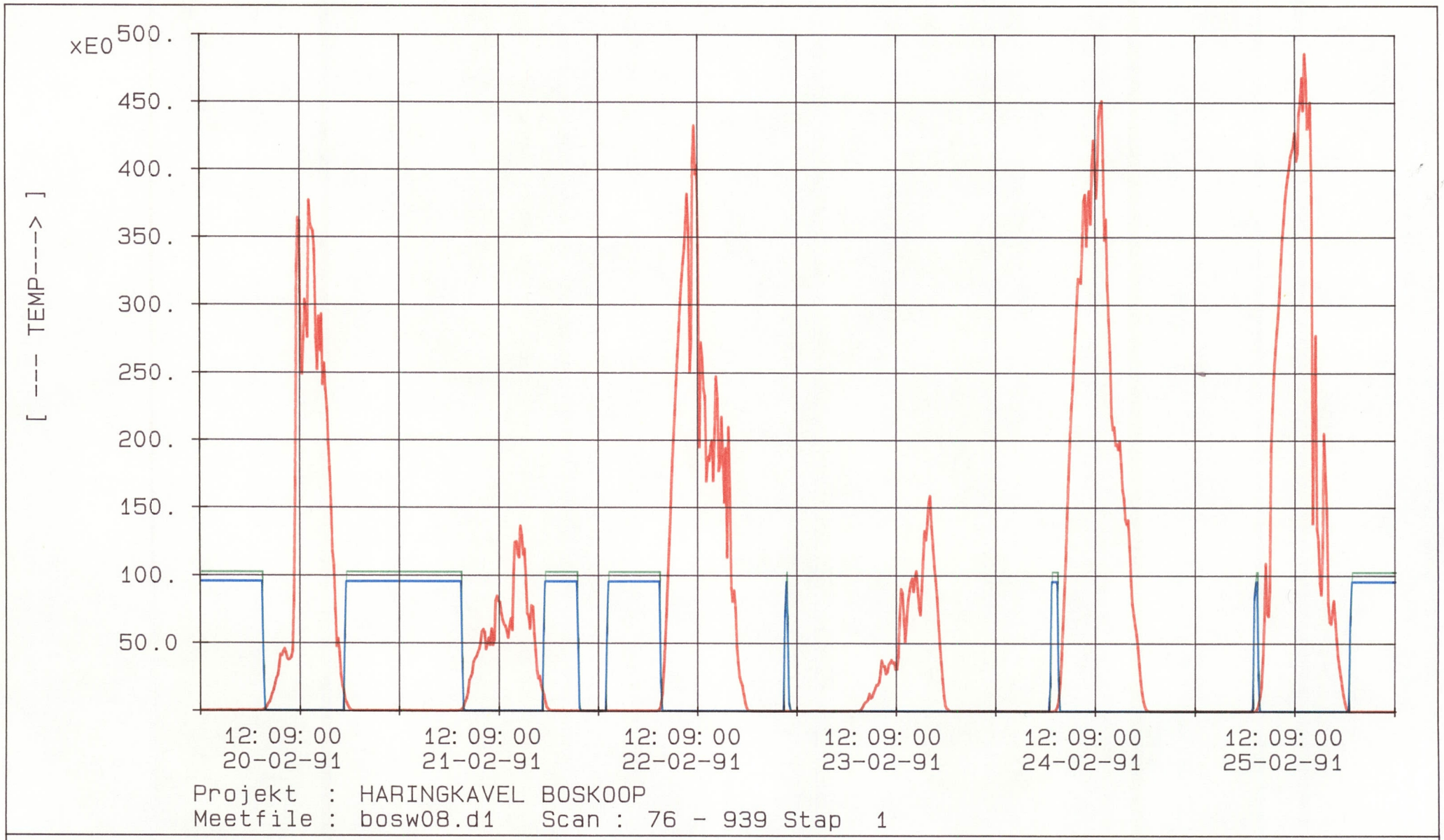


Fig 5.5b: Zoninstraling en standen schermdoek

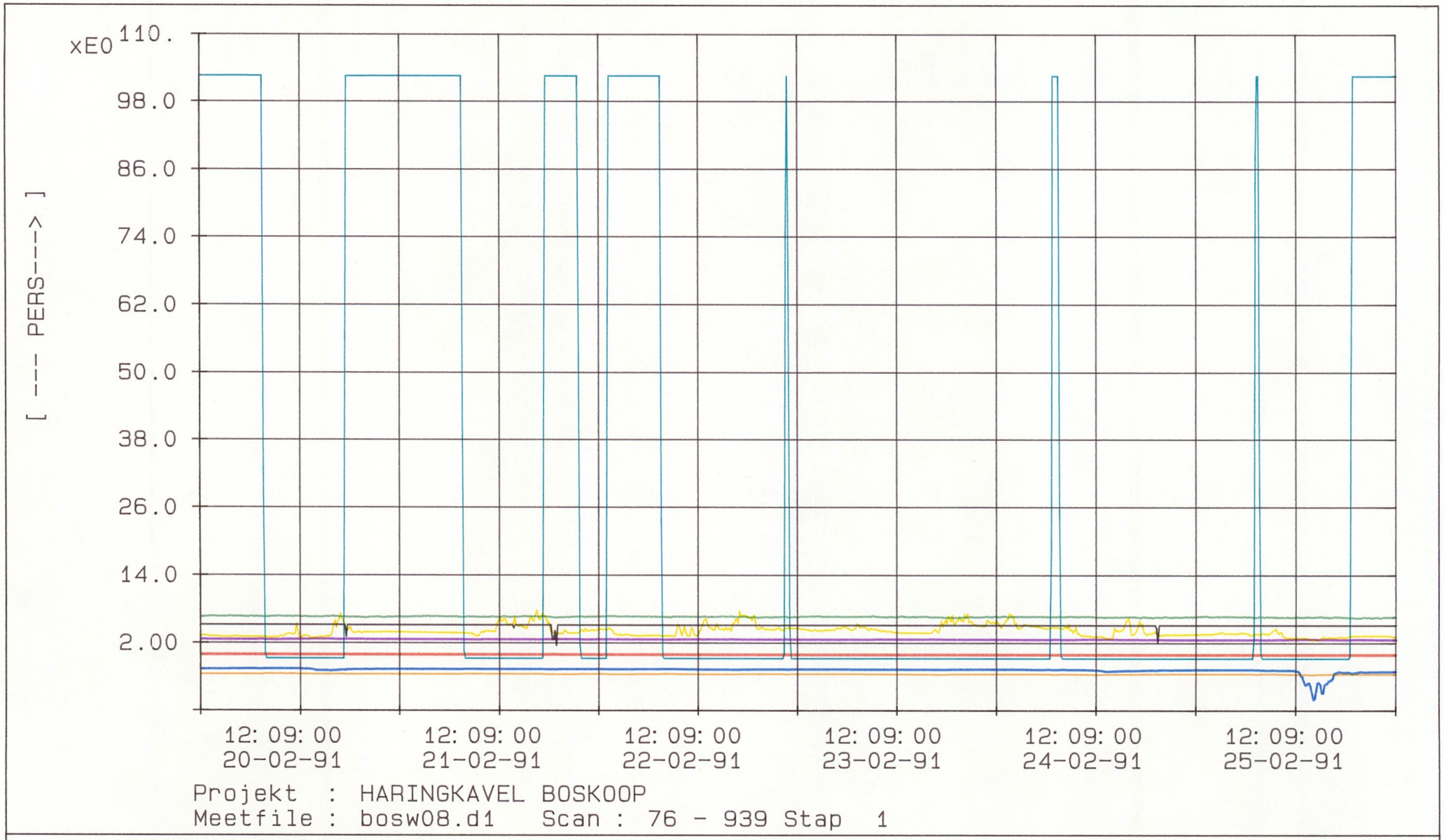


Fig 5.5c: Standen mechanische ventilatie, klepramen en schermdoek

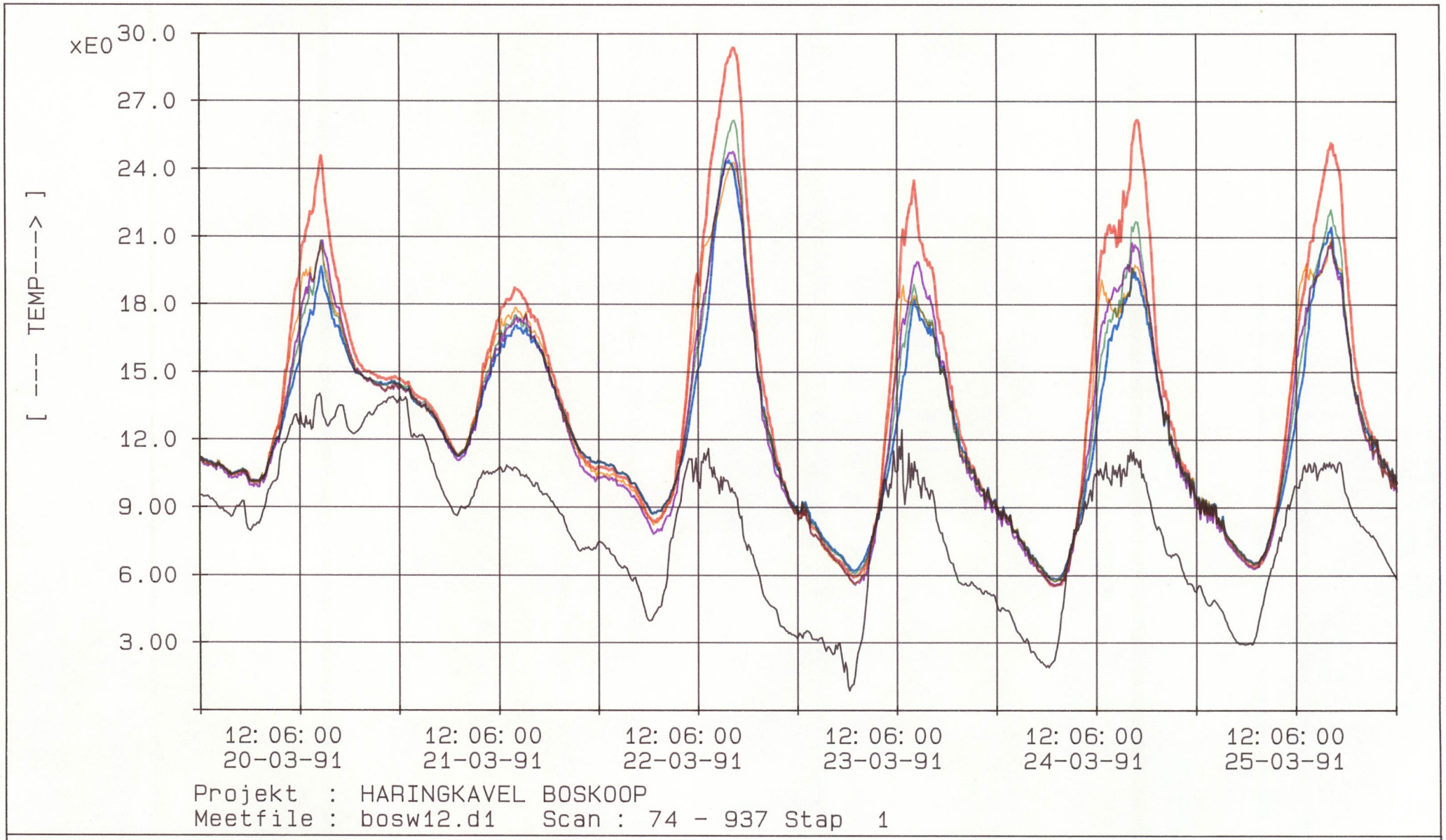


Fig 5.6a: Atriumtemperaturen: in het begin twee dagen geen mechanische ventilatie atrium

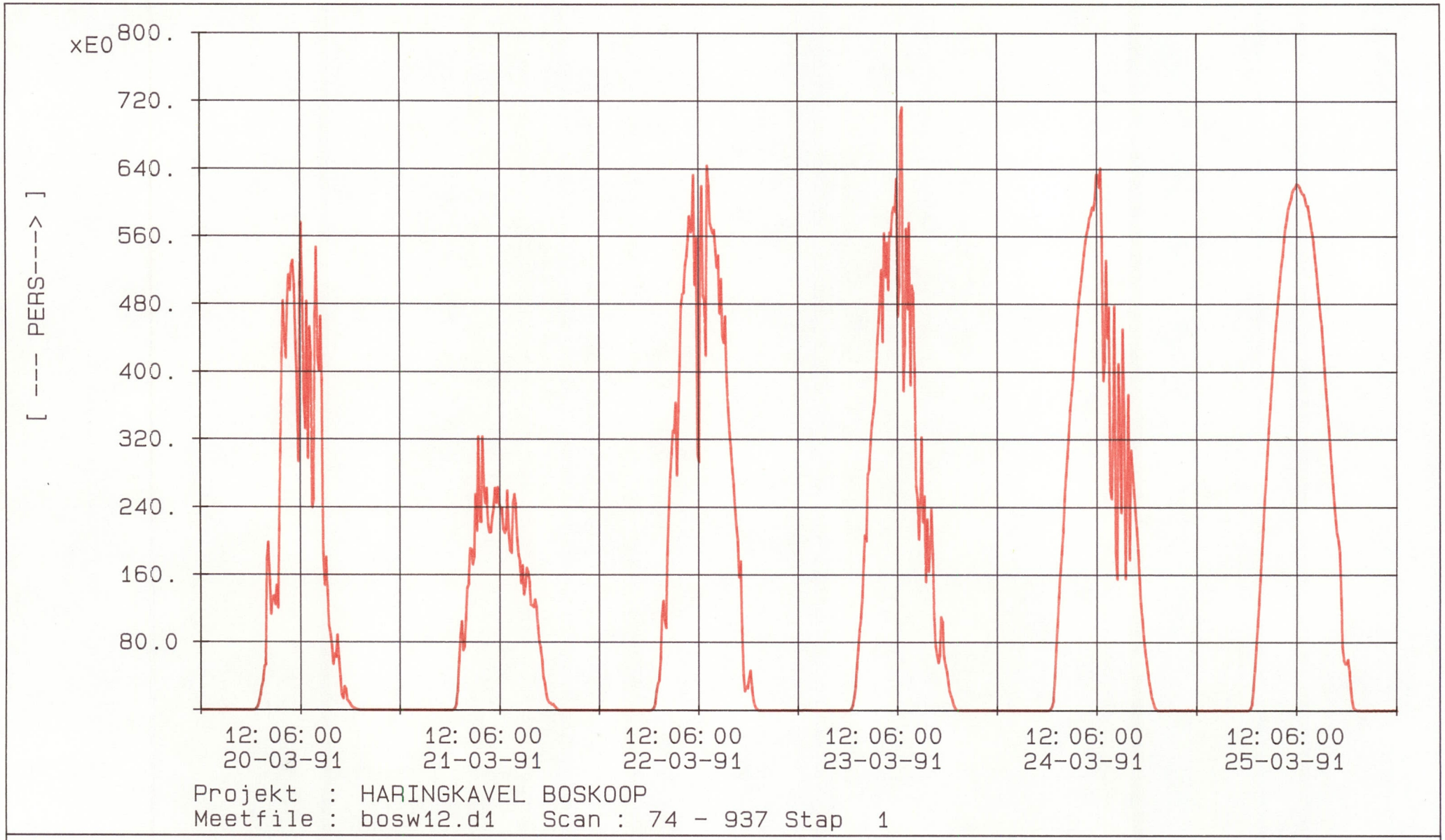


Fig 5.6b: Zoninstraling

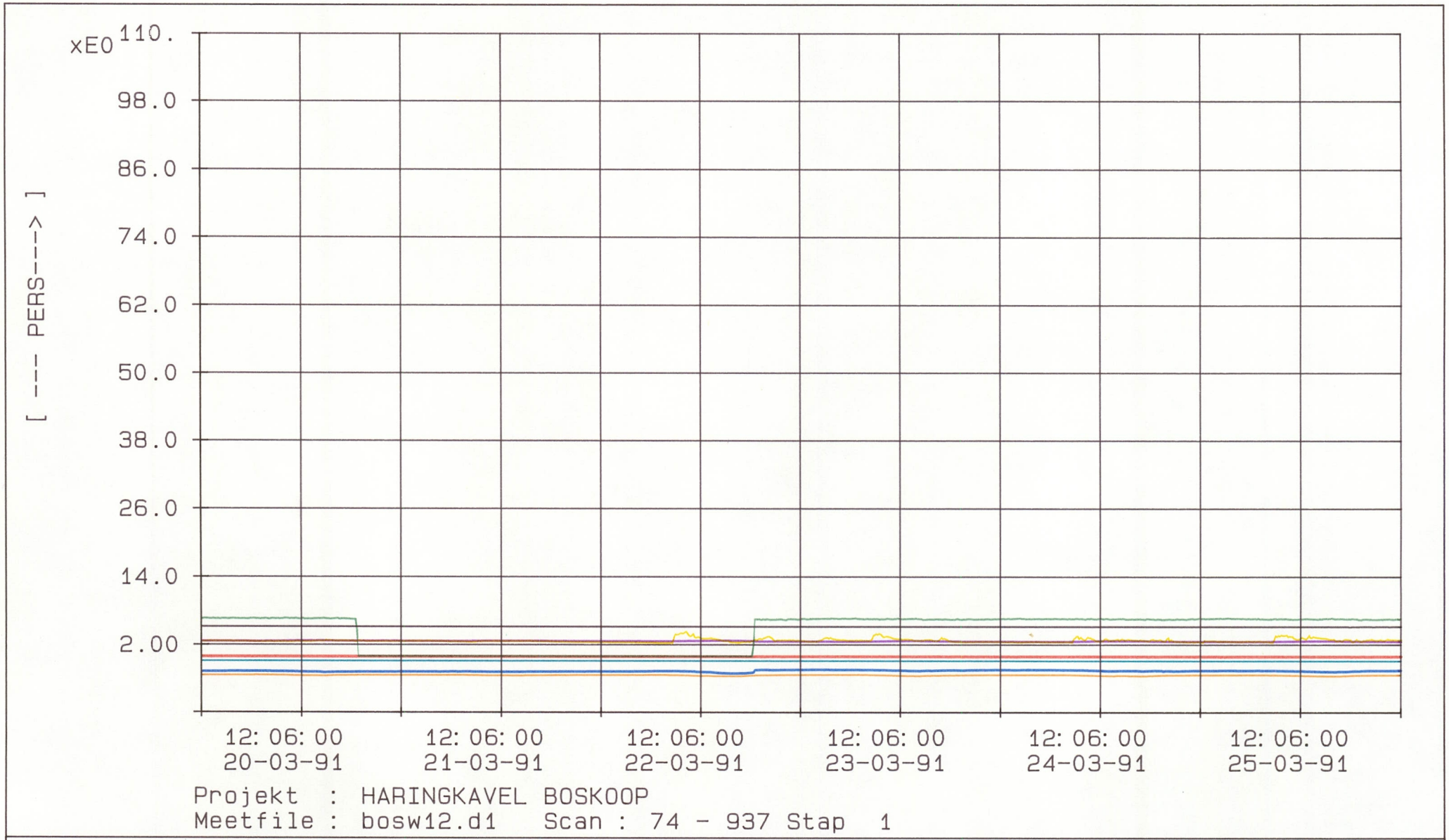


Fig 5.6c: Standen mechanische ventilatie, klepramen en zonwe

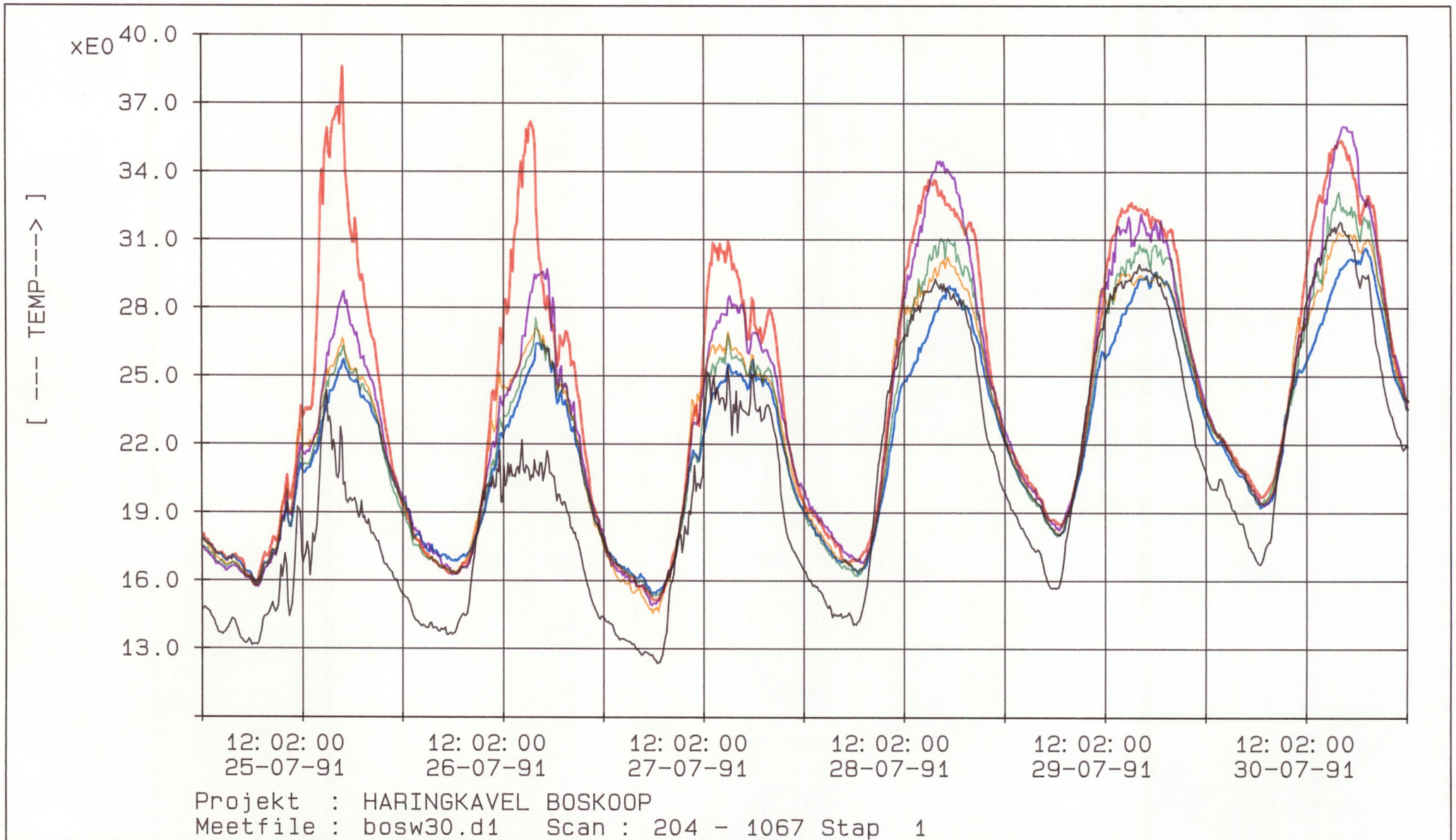


Fig 5.7a: Atriumtemperaturen: Eerste dagen bovenste klepramen nog gesloten, daarna geopend

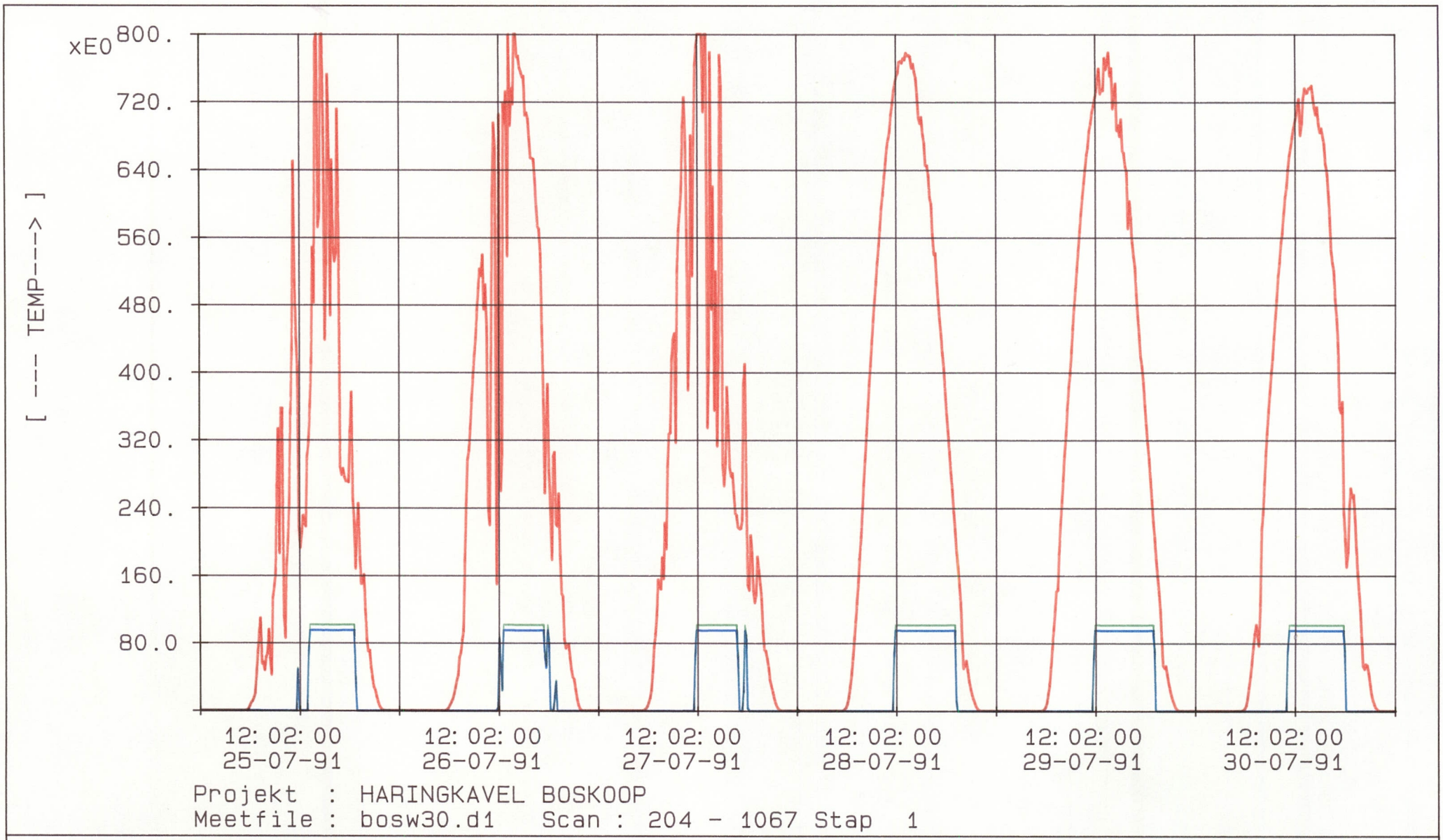


Fig 5.7b: Zoninstraling en standen zonwering

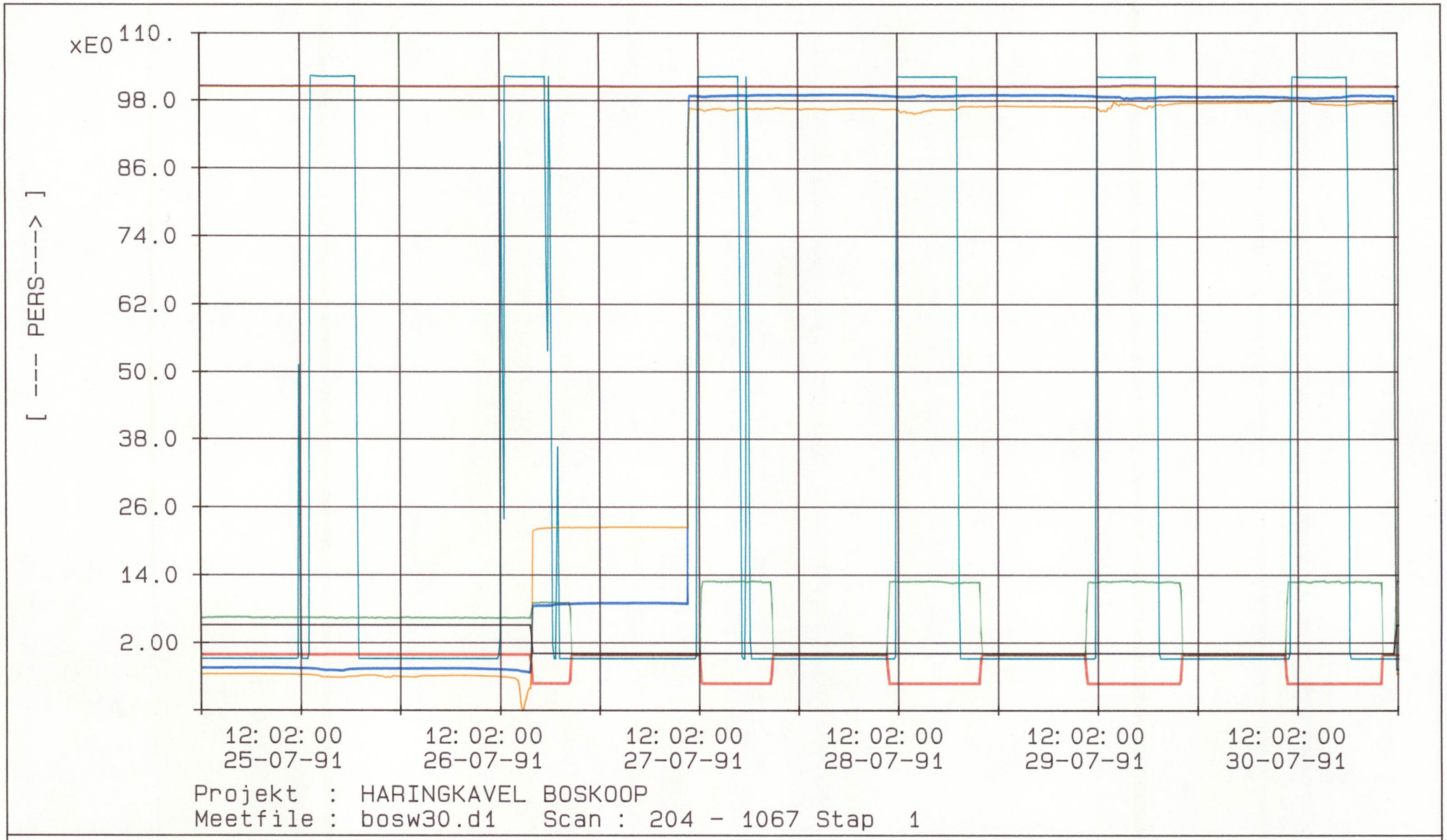


Fig 5.7c: Standen mechanische ventilatie, klepramen en zonwering

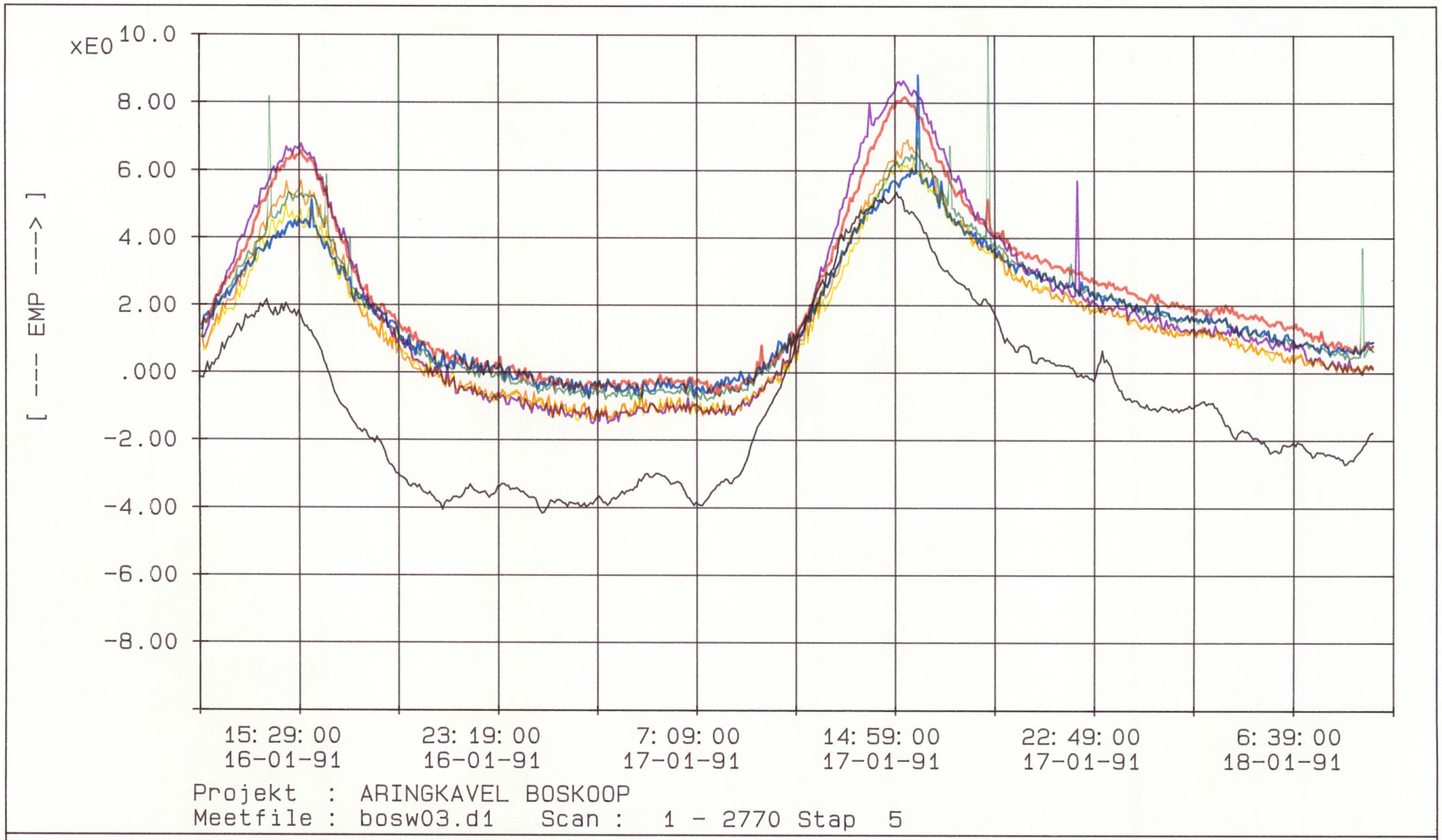


Fig 5.8a: Atriumtemperaturen: Effekt sluiten schermdoek s'winters gedurende de nacht

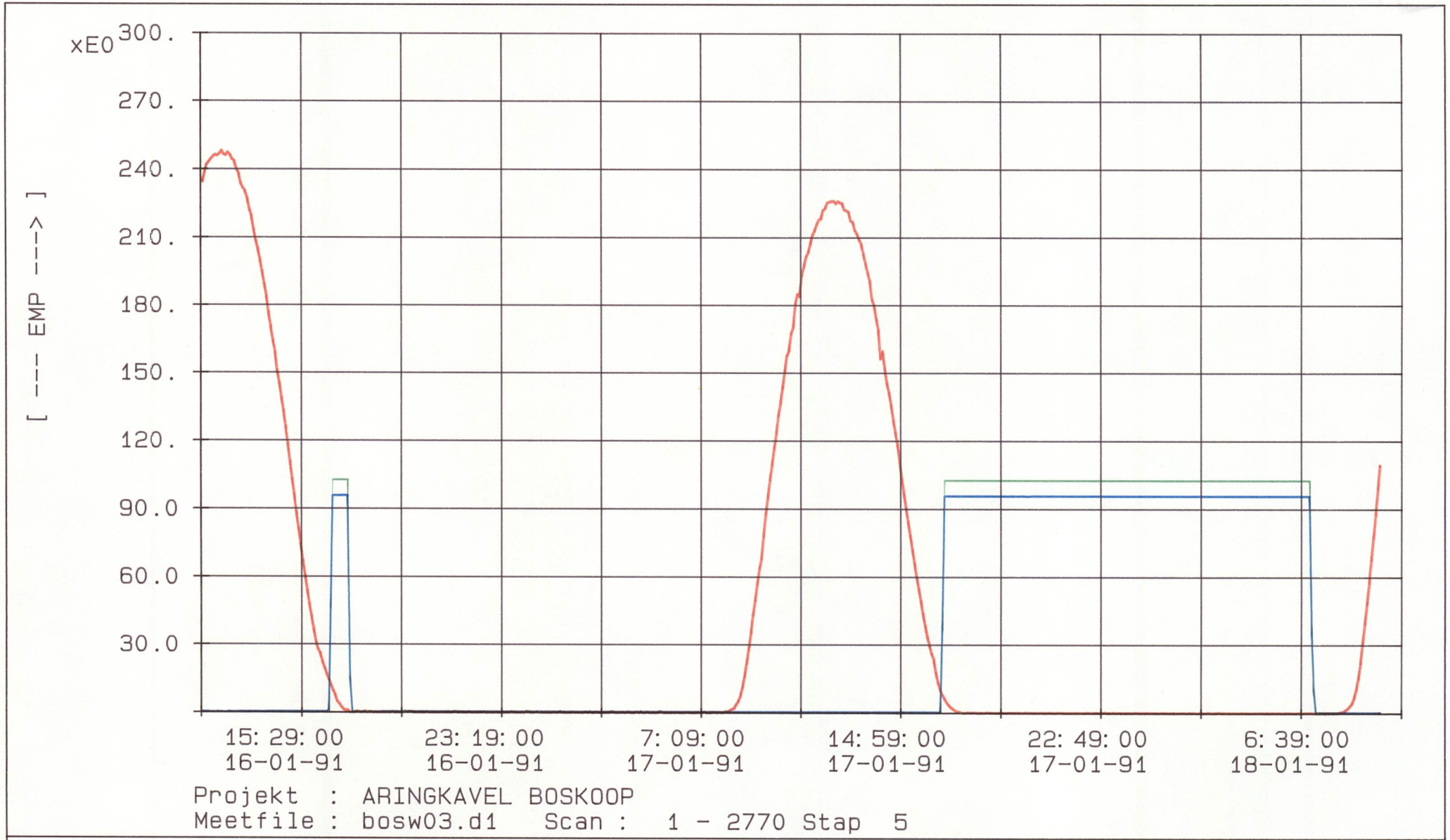


Fig 5.8b: Zoninstraling en standen schermdoek

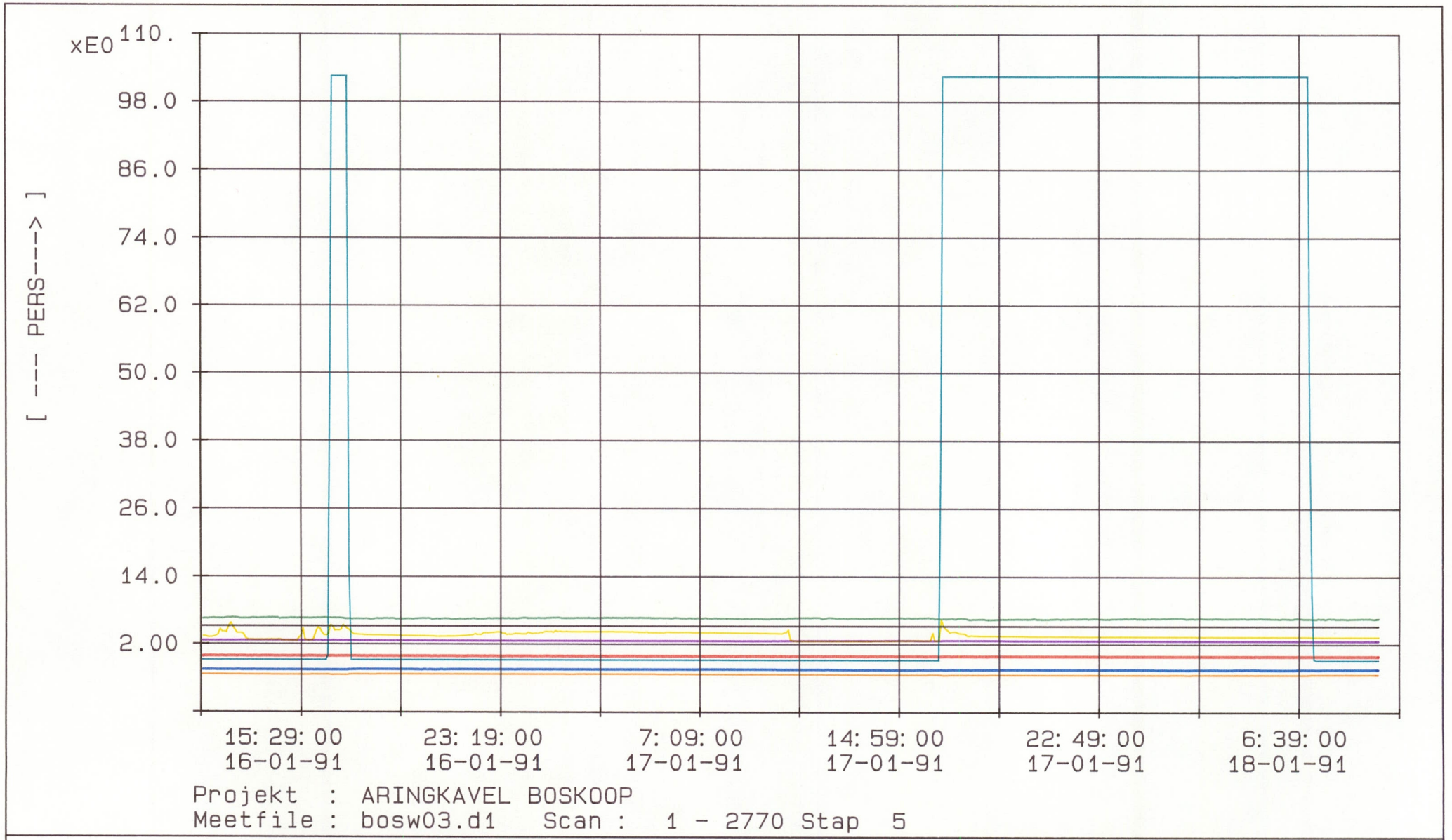


Fig 5.8c: Standen mechanische ventilatie, klepramen en schermdoek

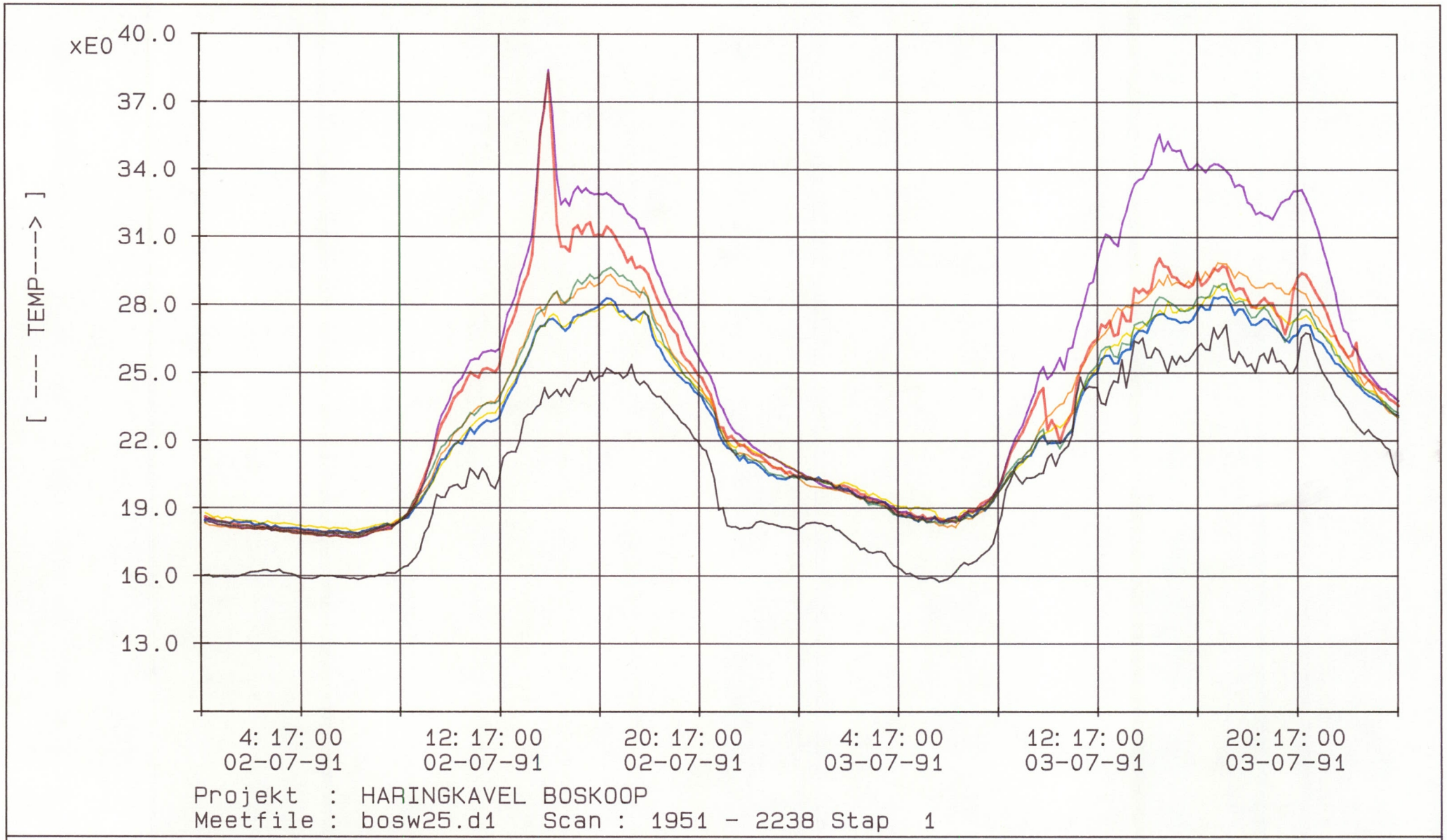


Fig 5.9a: Eerste dag in het begin alleen schermdoek, tweede dag een van de klepramen dicht

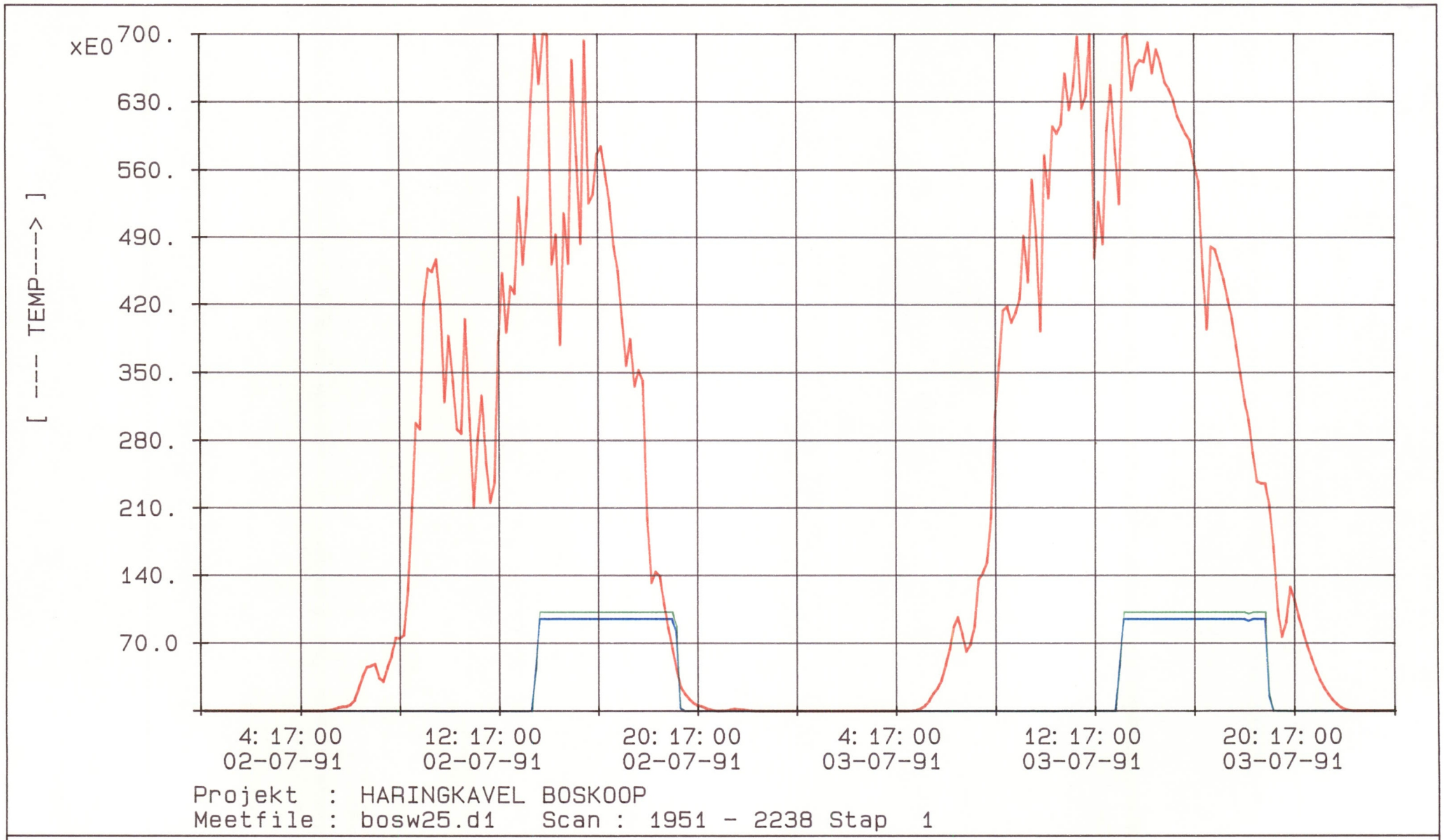


Fig 5.9b: Zoninstraling en standen schermdoek

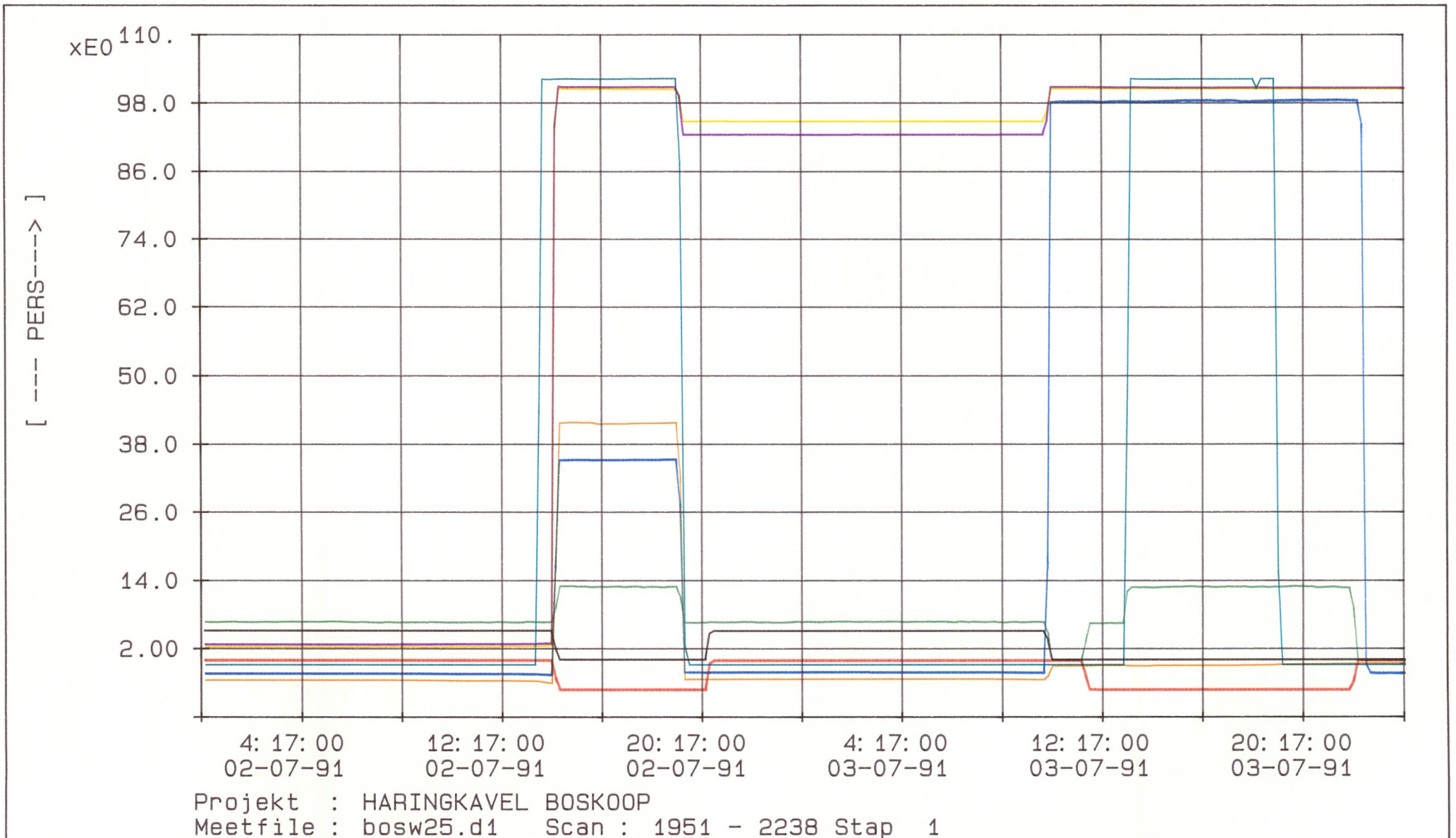


Fig 5.9c: Stand mechanische ventilatie, klepramen en schermdoek

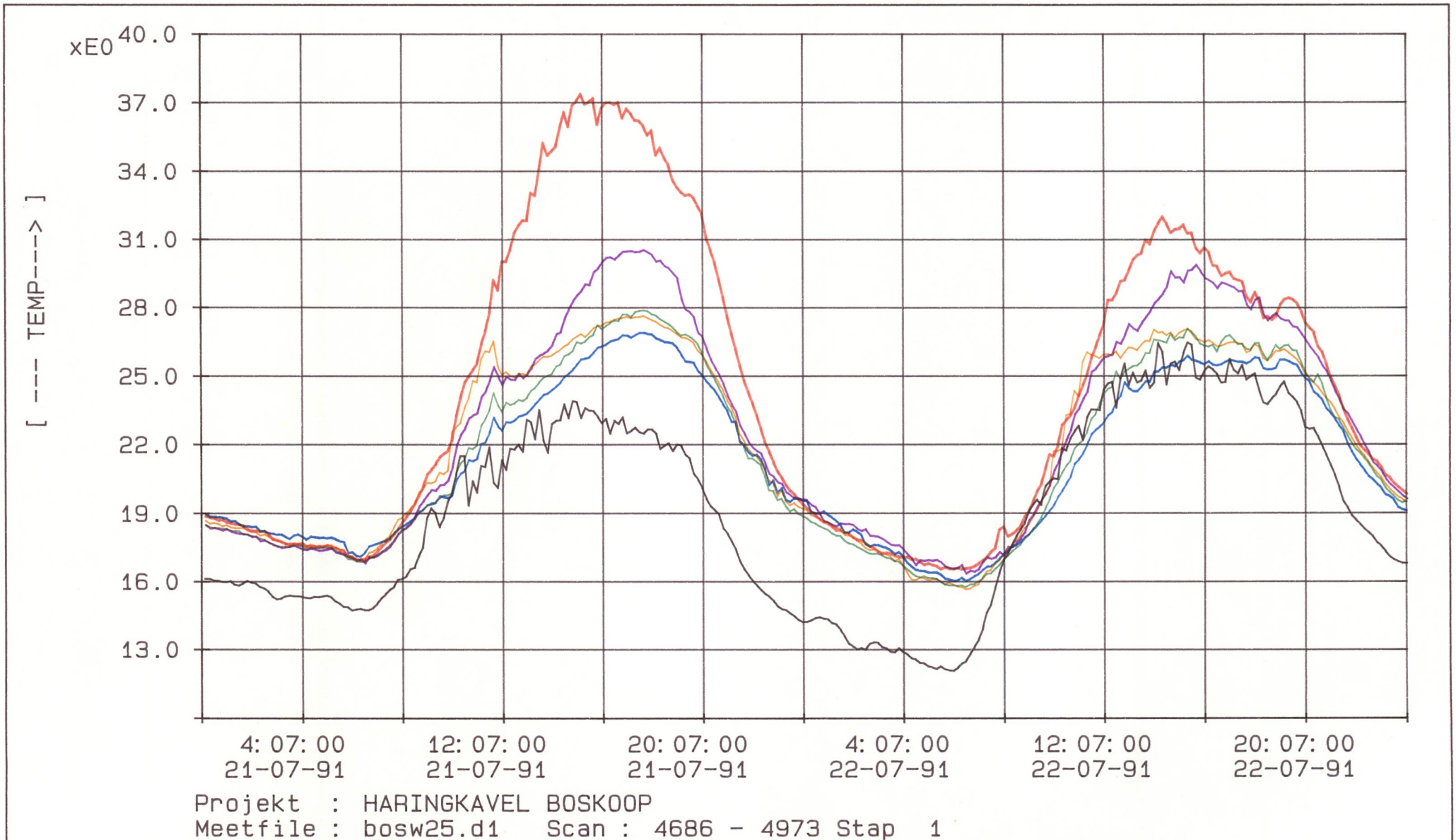


Fig 5.10a: Atriumtemperaturen: Eerste dag bovenramen gesloten en ventilatie inblazend

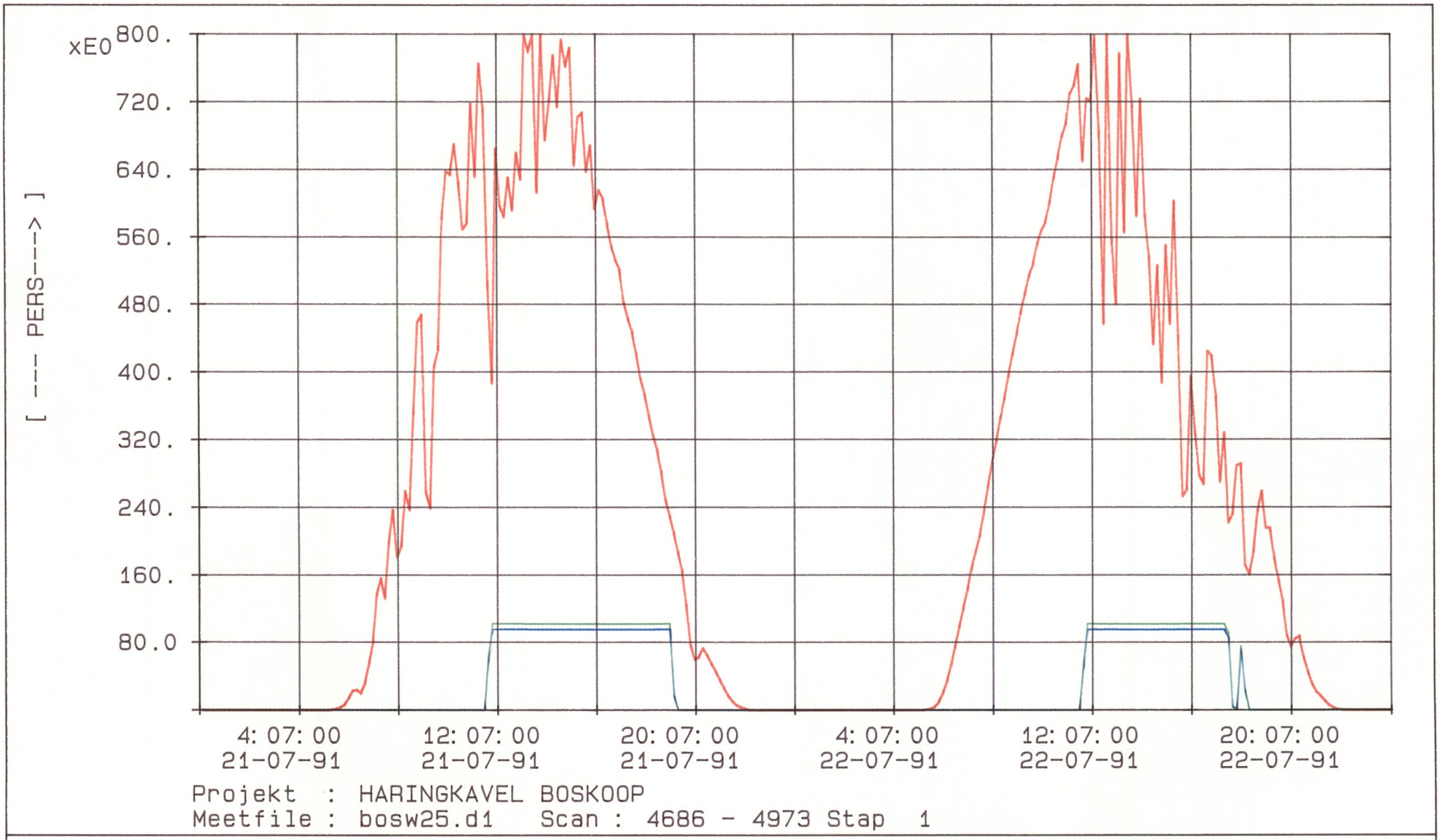


Fig 5.10b: Zoninstraling en standen zonwering

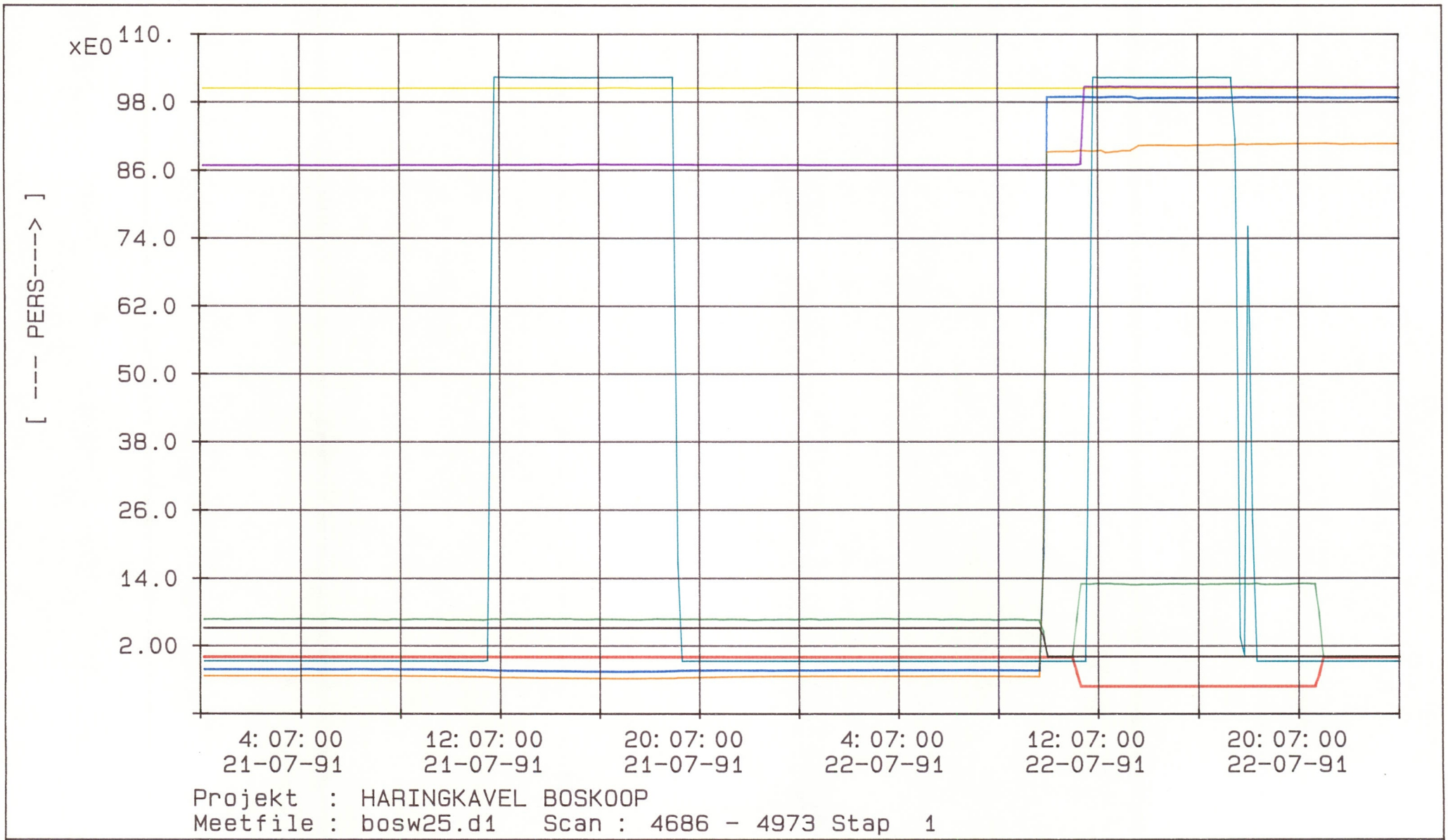


Fig 5.10c: Standen mechanische ventilatie, klepramen en zonwering

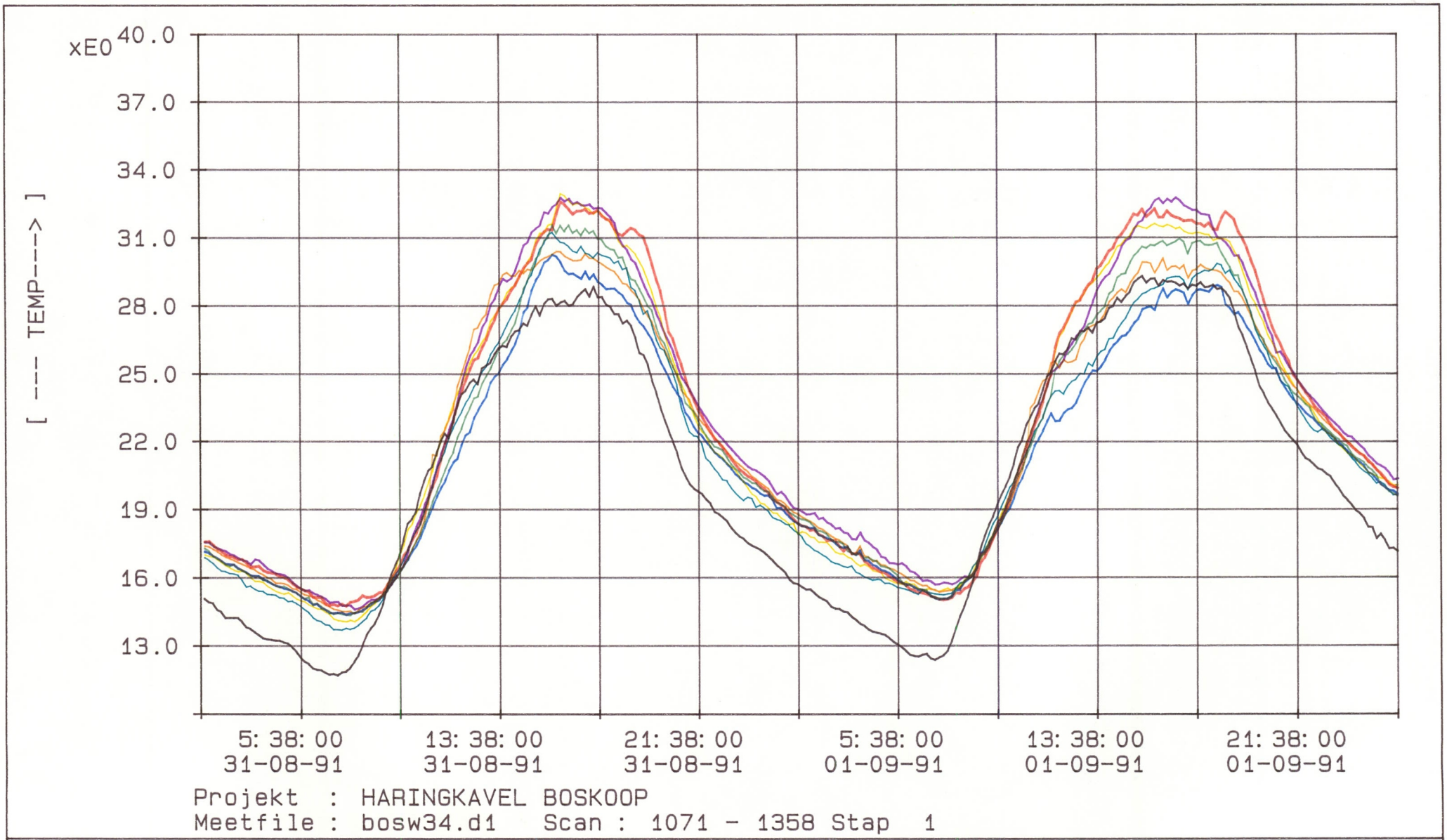


Fig 5.11a: Atriumtemperaturen: Effekt van verlaat dichtsturen schermdoek

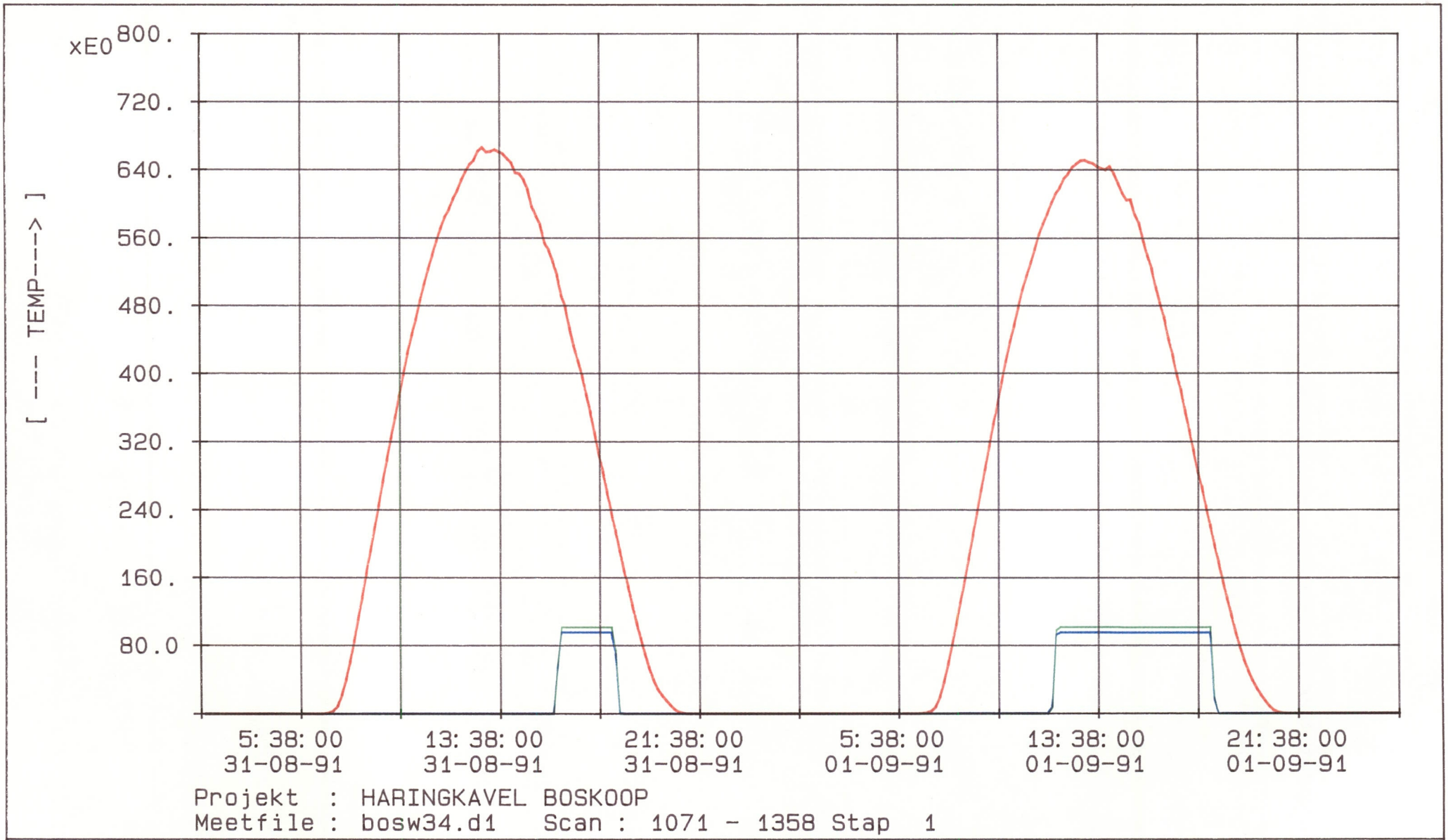


Fig 5.11b: Zoninstraling en standen schermdoek

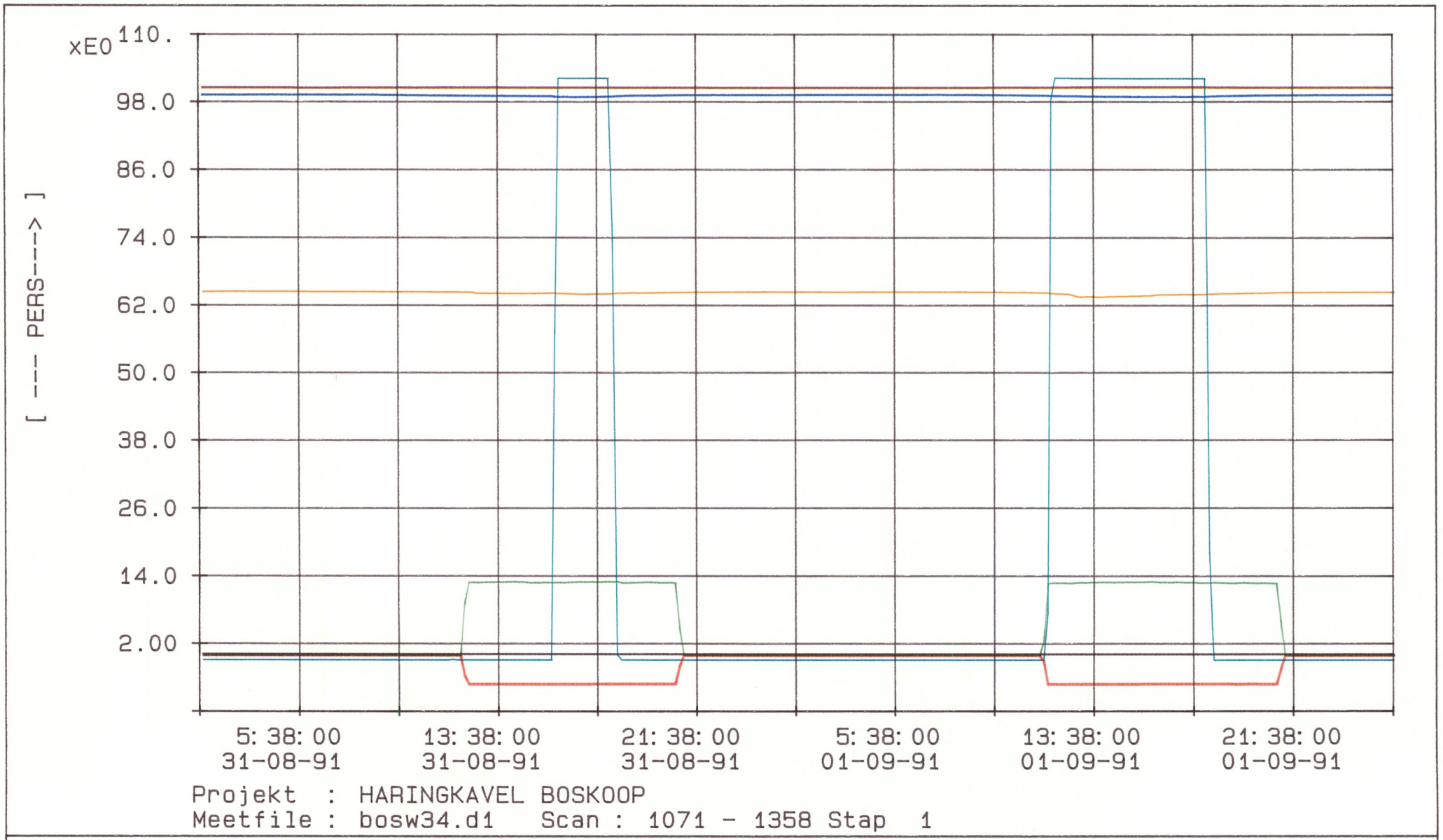


Fig 5.11c: Standen mechanische ventilatie, klepramen en schermdoek

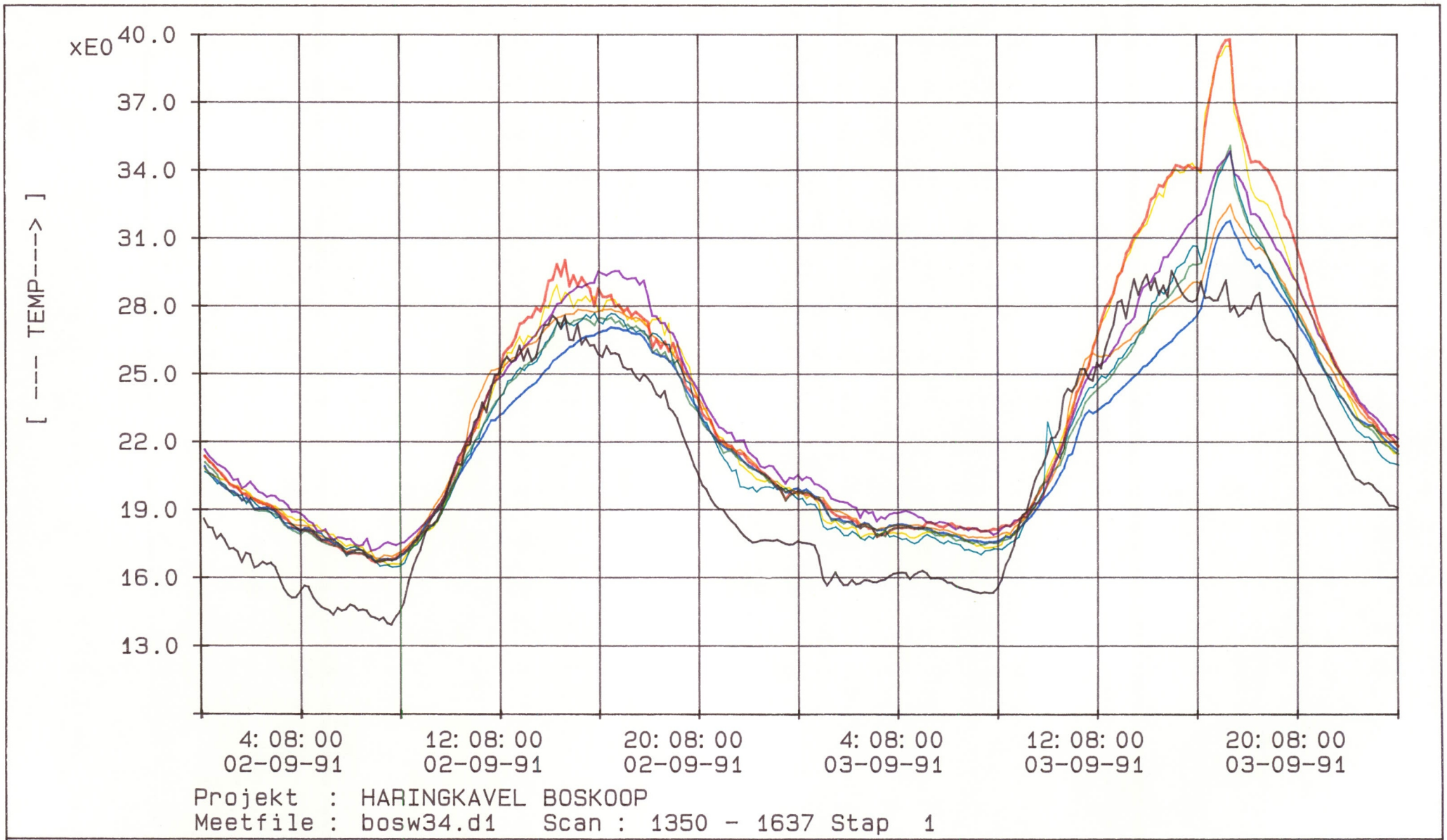


Fig 5.12a: Atriumtemperaturen: Op de tweede dag alle regelvoorzieningen even uitgeschakeld

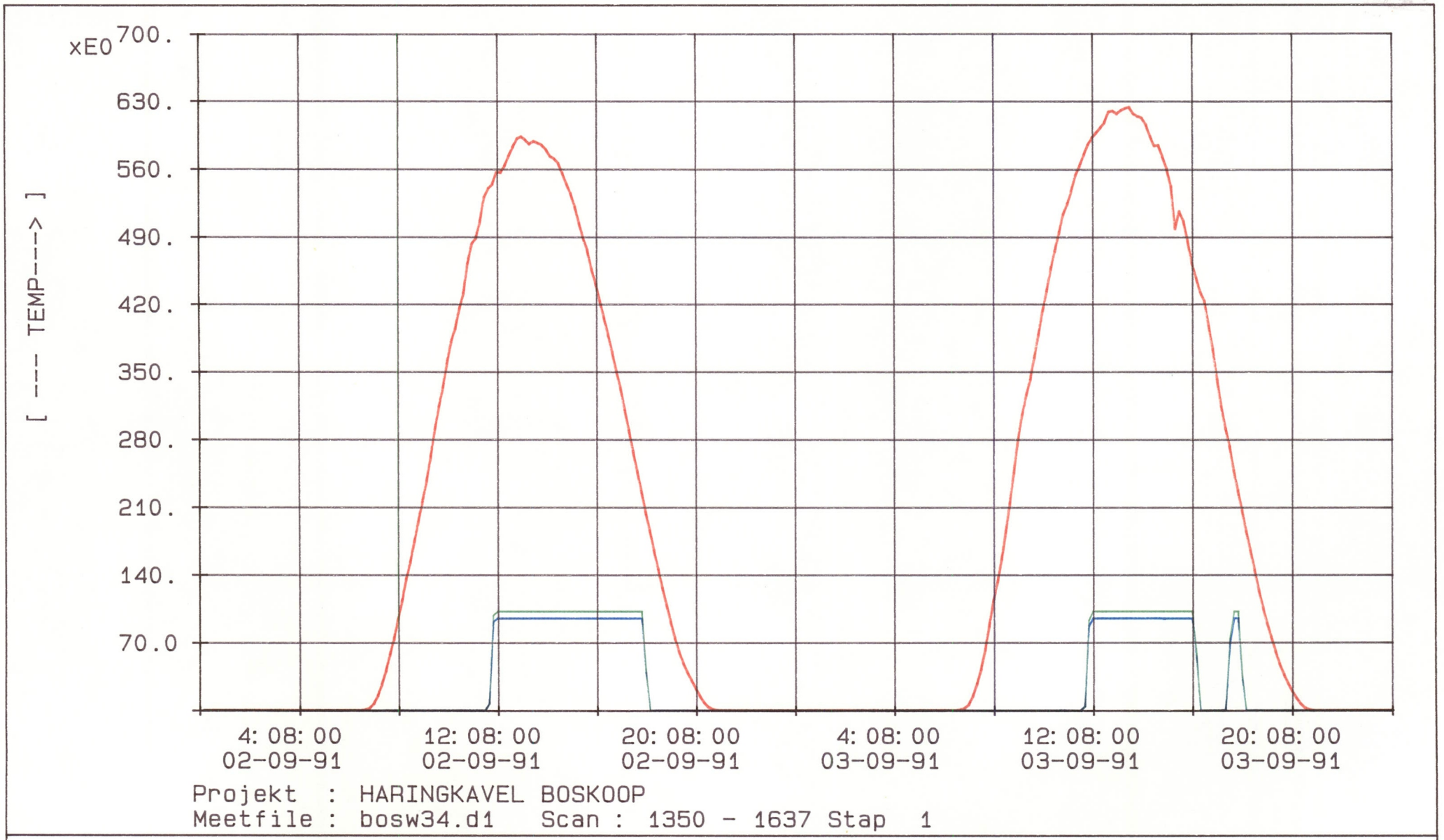


Fig 5.12b: Zoninstraling en gebruik schermdoek

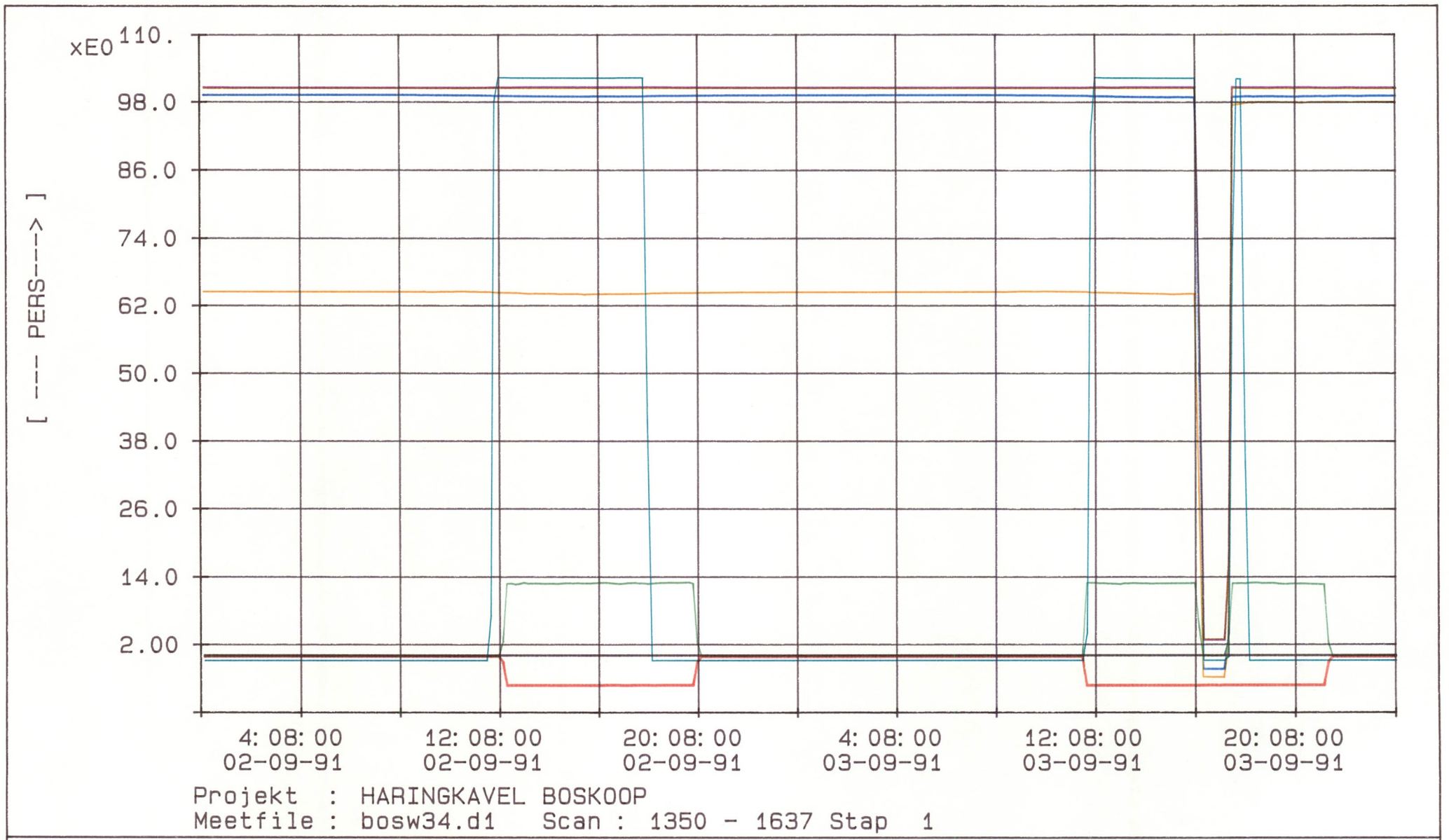


Fig 5.12c: Stand mechanische ventilatie, klepramen en schermdoek

Bijlage 6 Metingen in de woningen en aan de Combiduct, kleurenplots

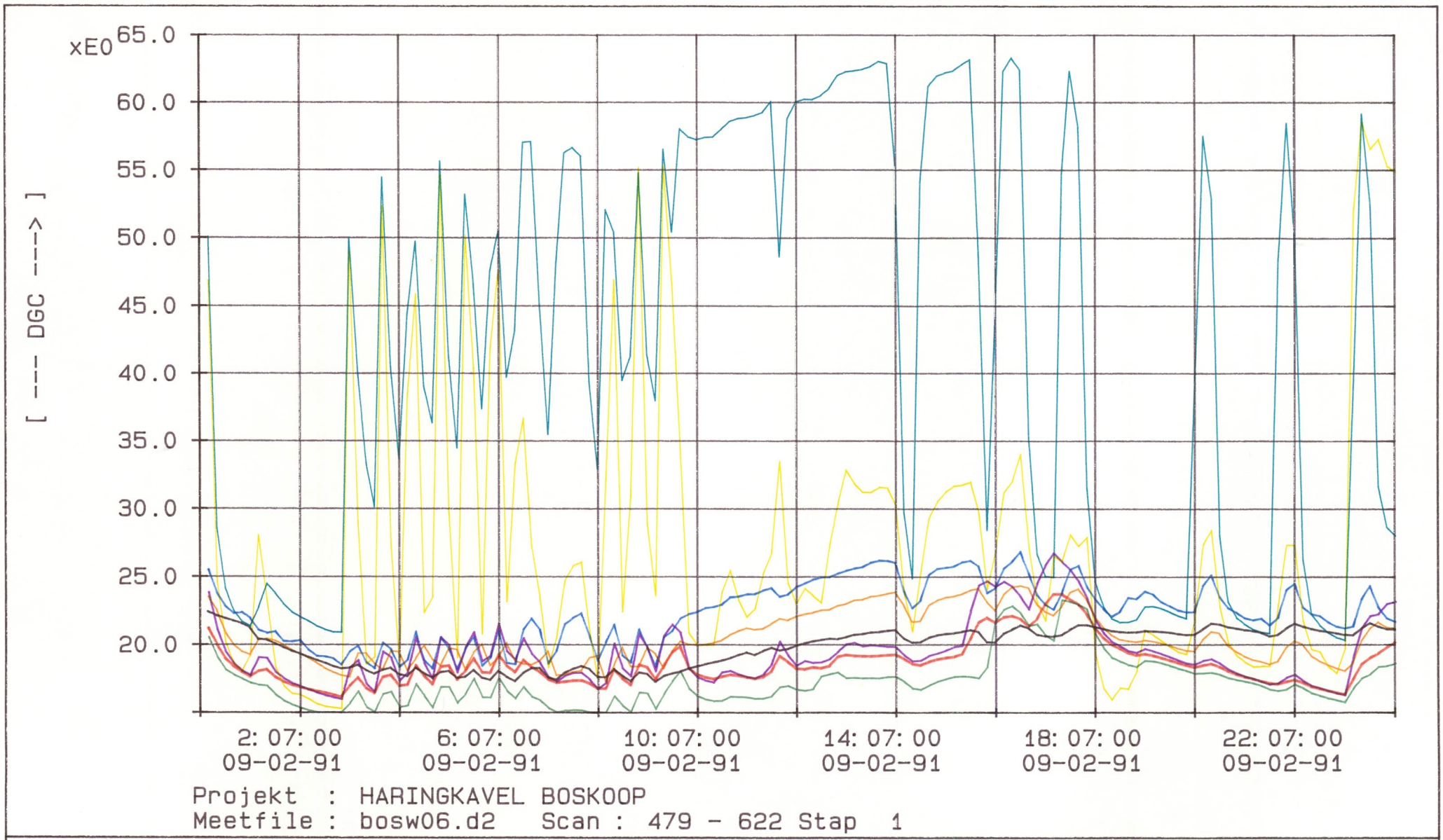


Fig 5.13: Vertrek- en inblaastemperaturen woning 40b, 9 februari 1991

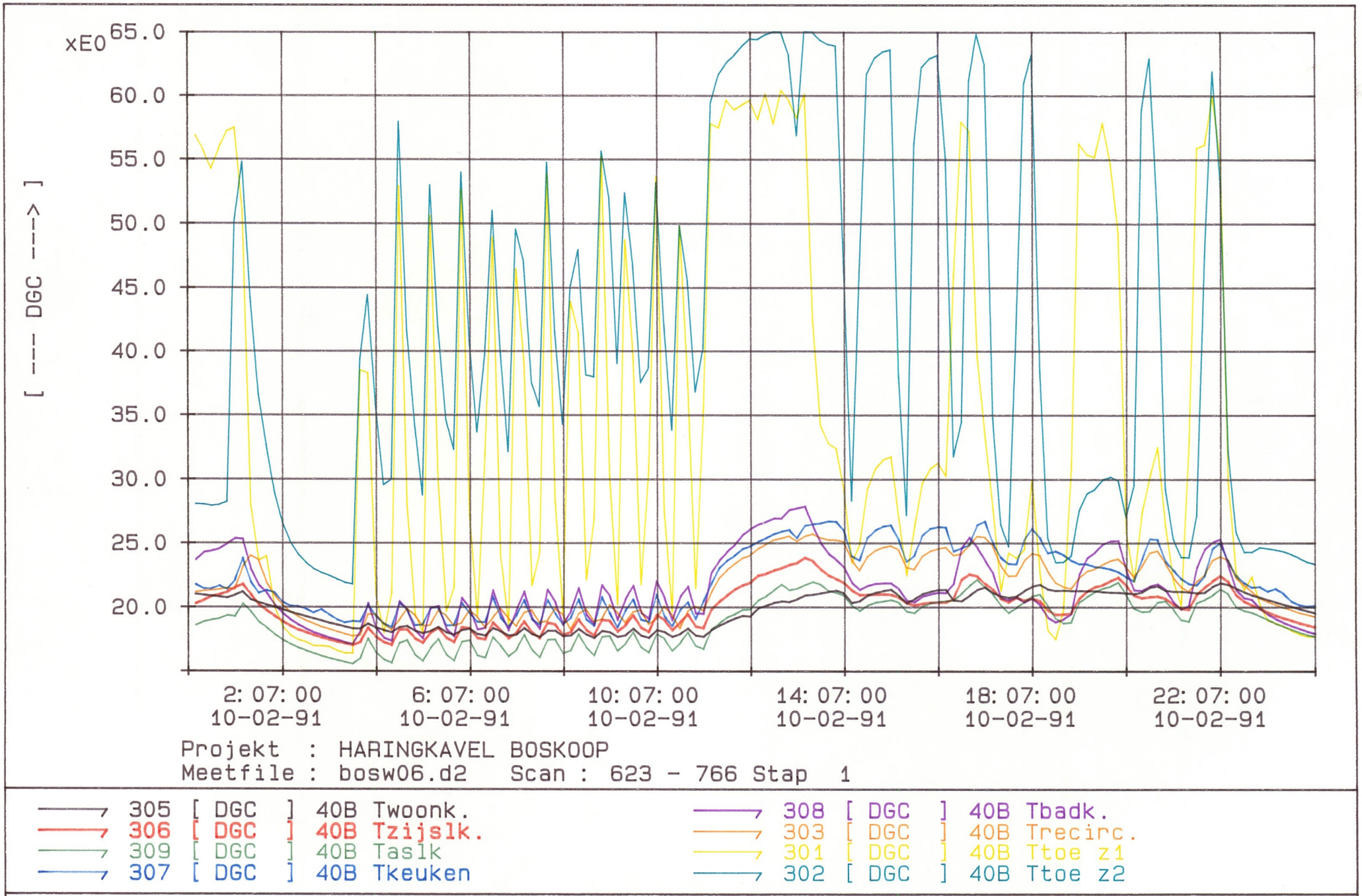


Fig 5.14: Vertrek- en inblaastemperaturen woning nr 40b, 10 februari 1991

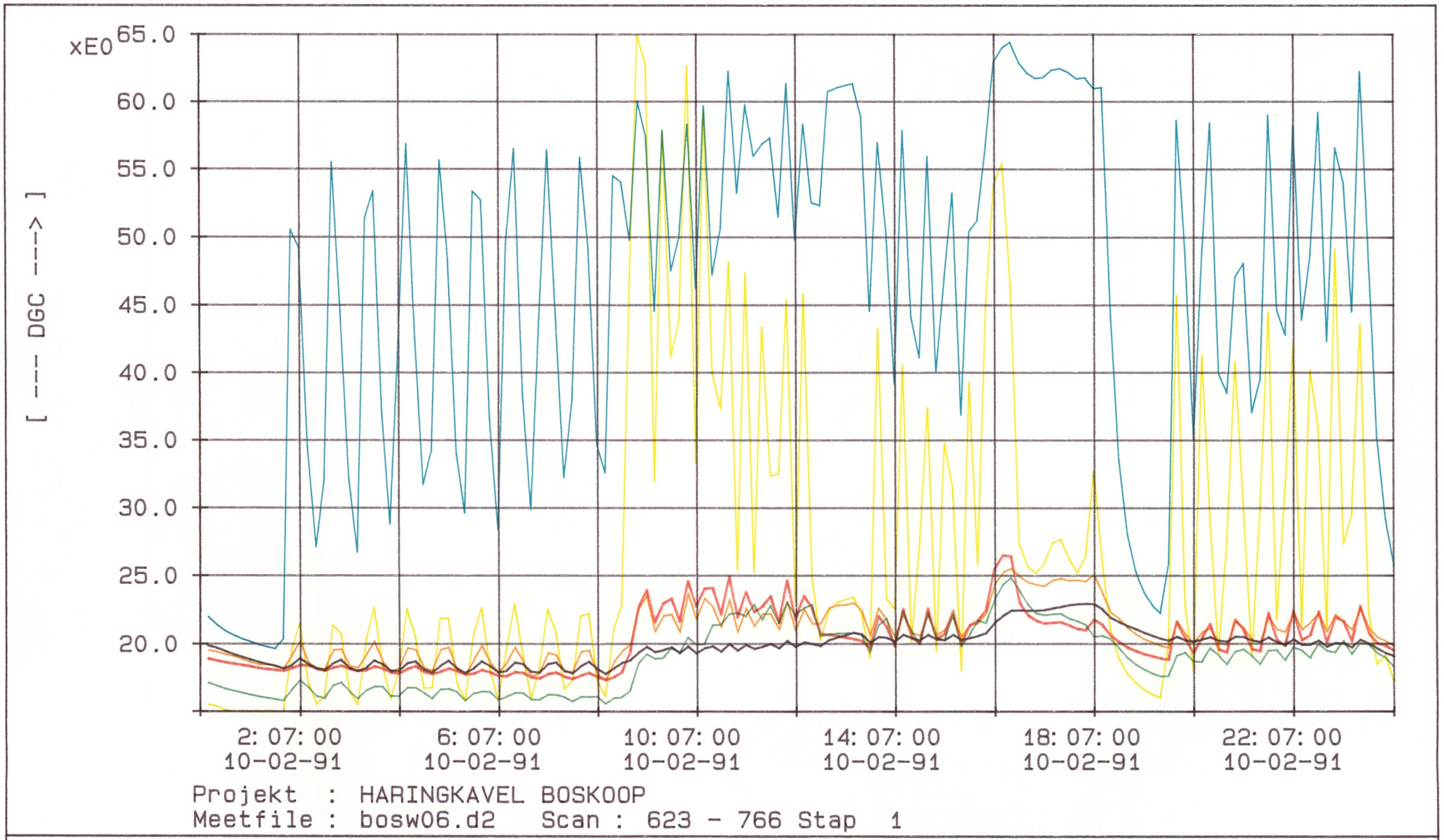


Fig 5.15: Vertrek- en inblaastemperaturen woning 40d, 10 februari 1991

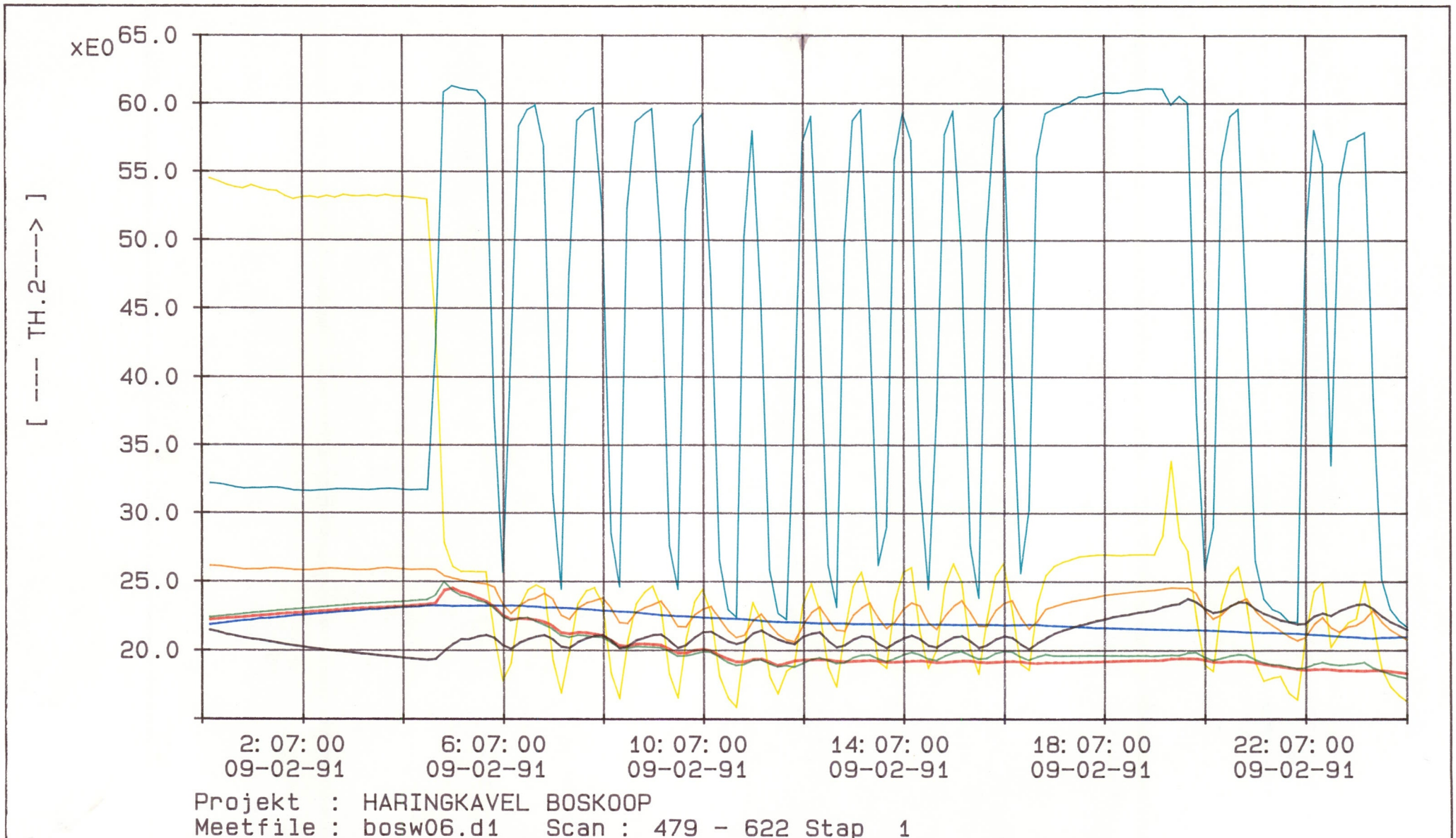
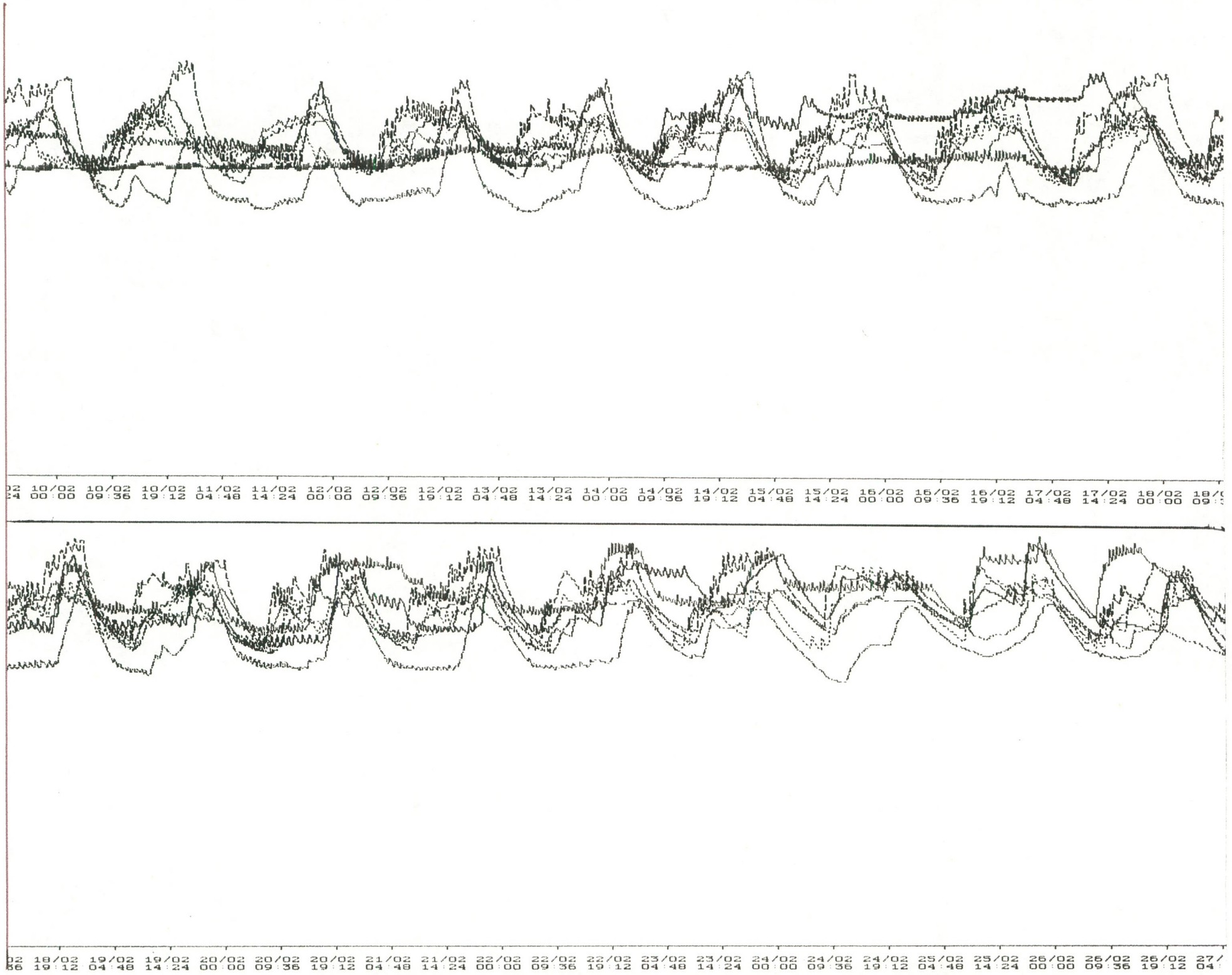


Fig 5.16: Vertrek- en inblaastemperaturen woning 40c, 9 februari 1991

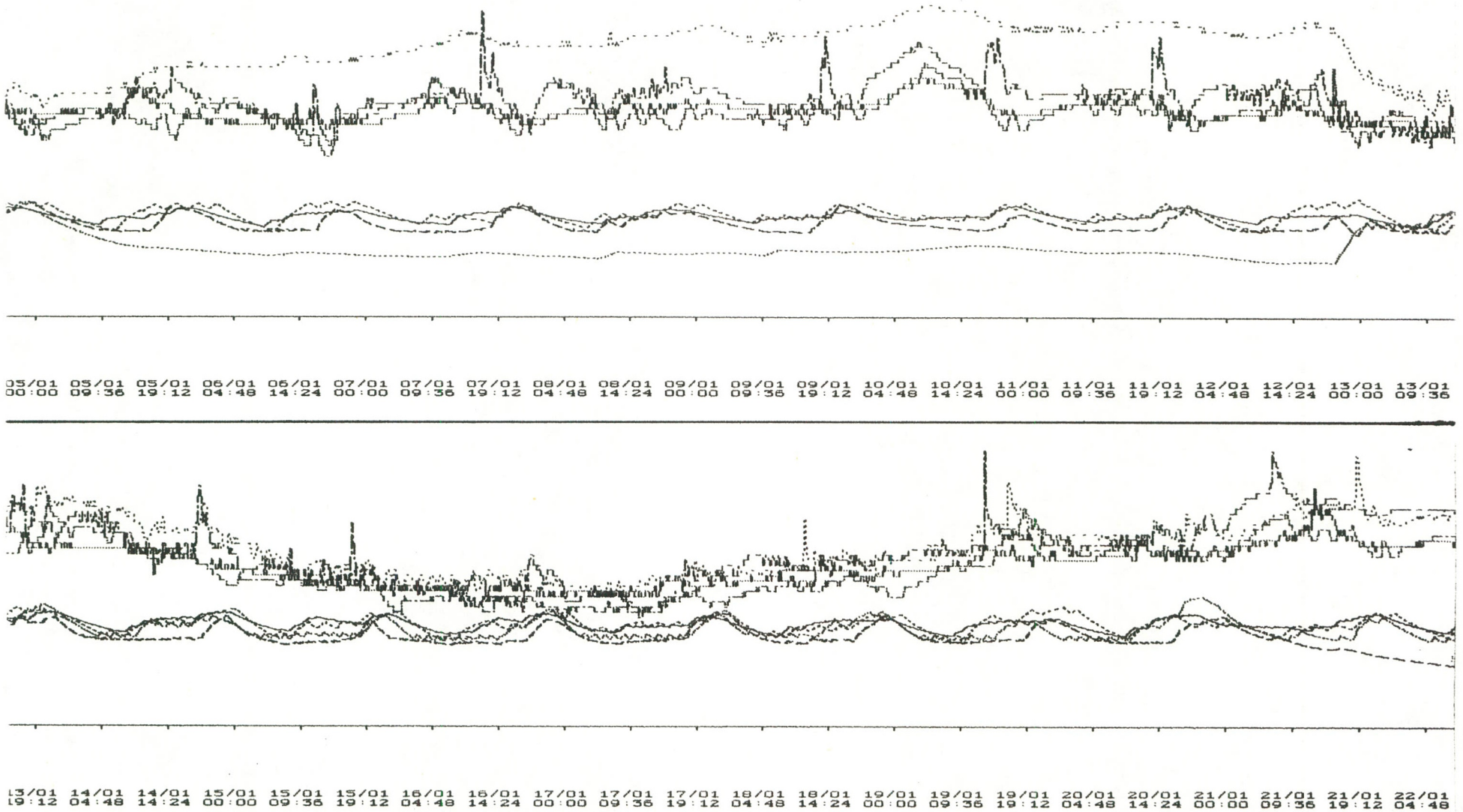
Figuur 5.17 Temperatuur woonkamer in zeven woningen

Vervolg figuur 5.17



Figuur 5.18 Temperaturen en relatieve vochtigheid woonkamer in vier woningen

Vervolg figuur 5.18



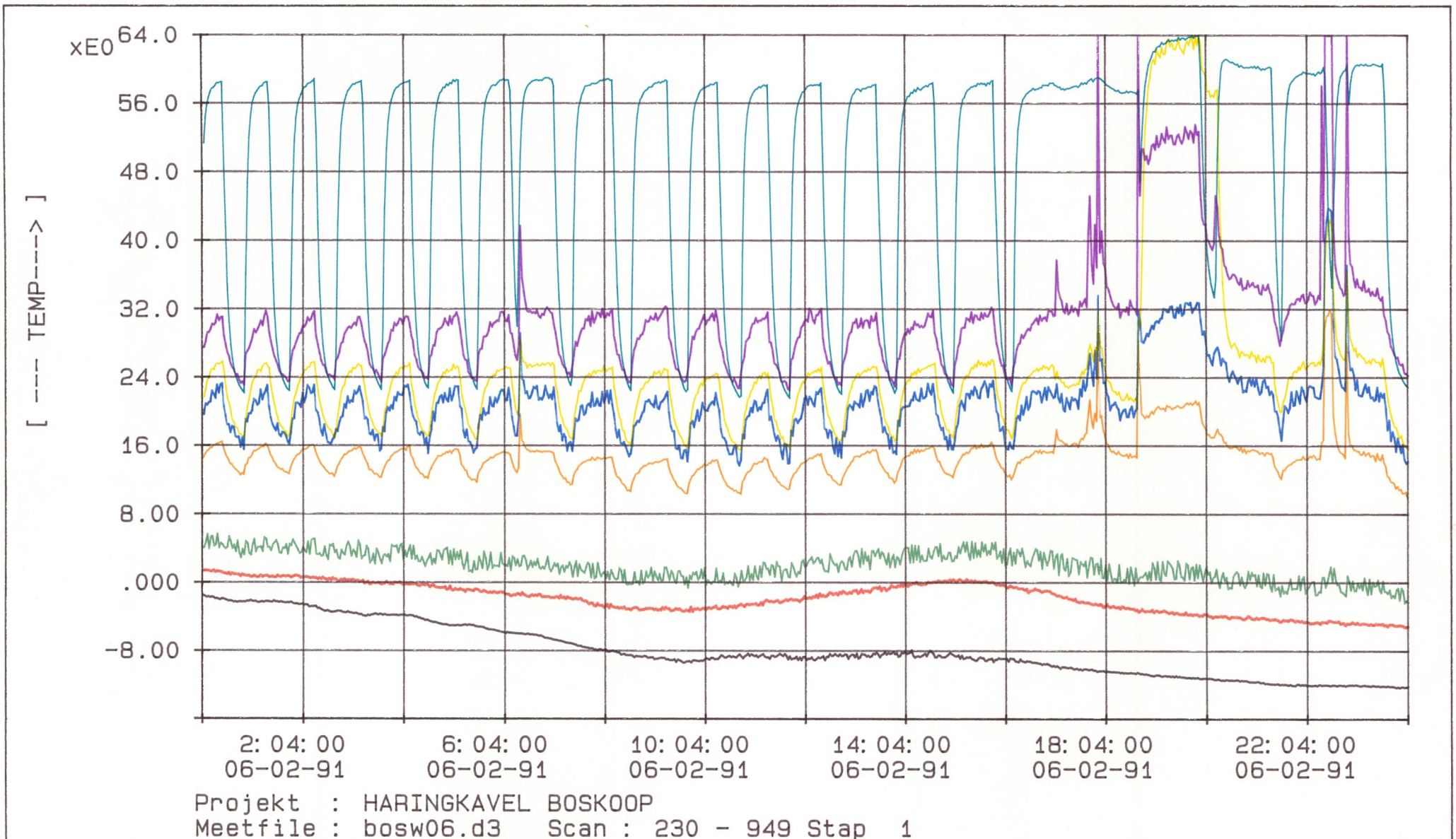


Fig 5.20: Temperaturen in en rond de Combiduct-installatie, woning 40c op 6 februari 1991

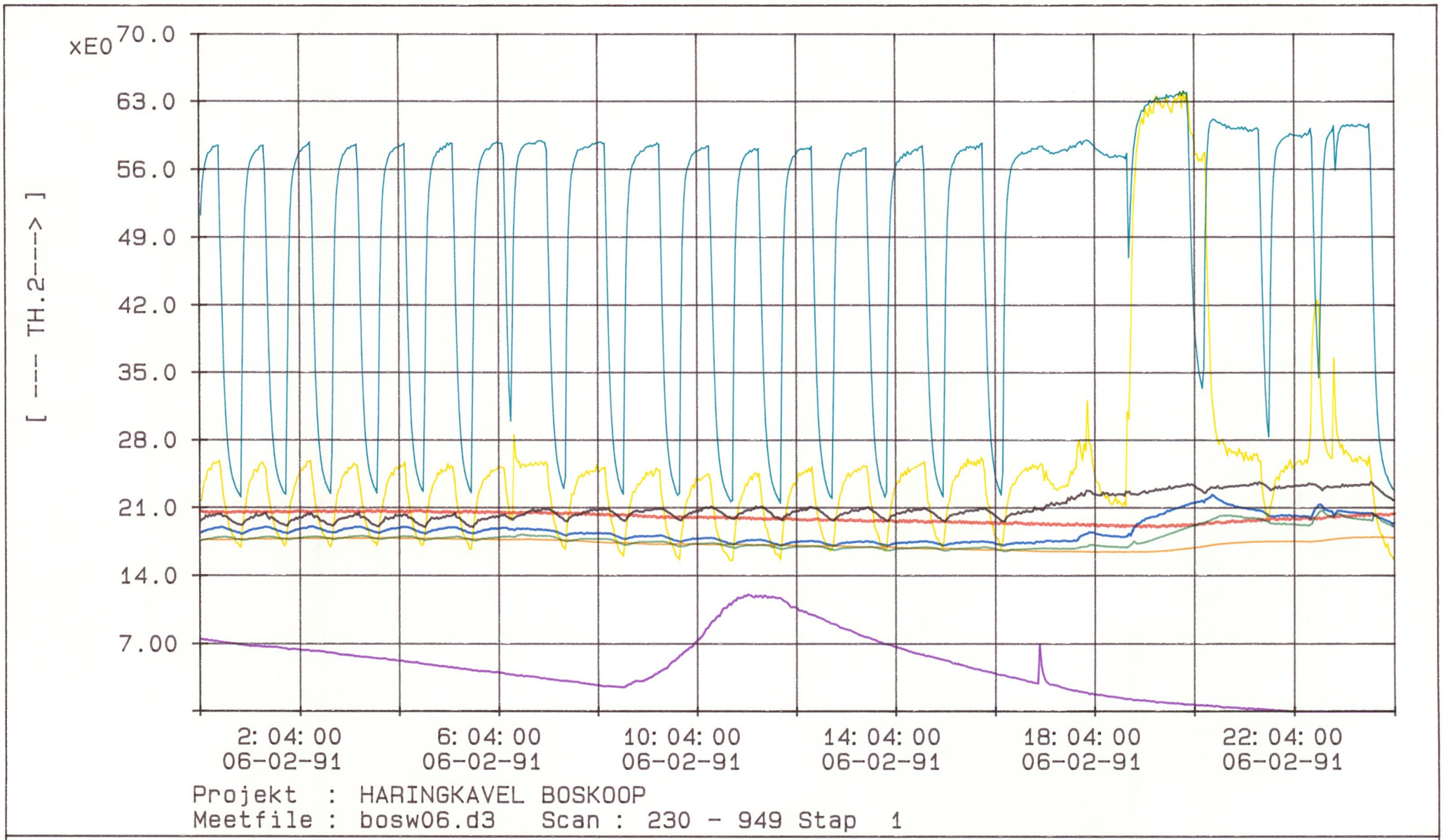


Fig 5.21: Ruimte- en inblaastemperaturen woning 40c, 6 februari 1991

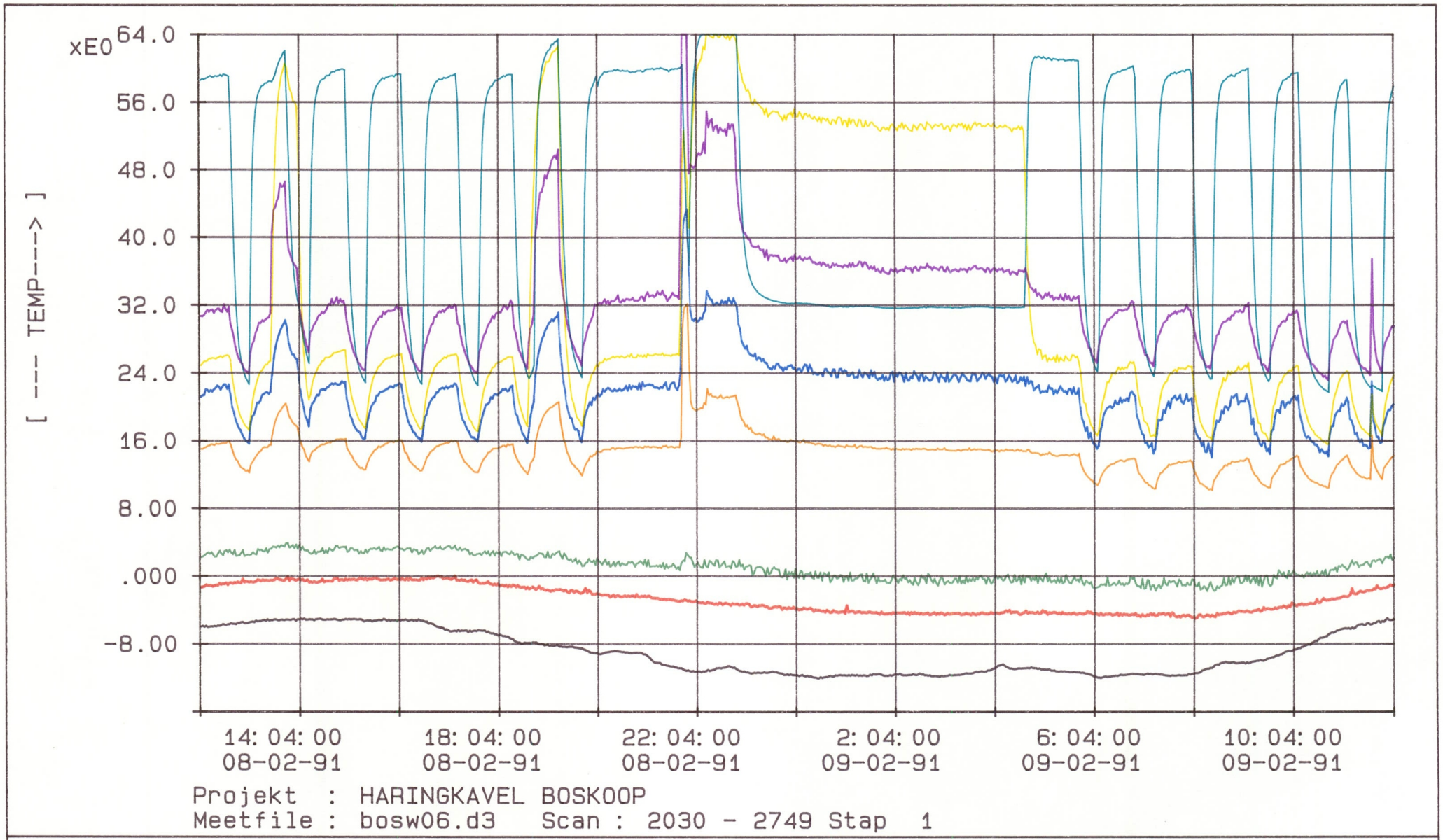


Fig 5.22: Temperaturen in en rond de Combiduct-installatie, nacht van 8 op 9 februari 1991

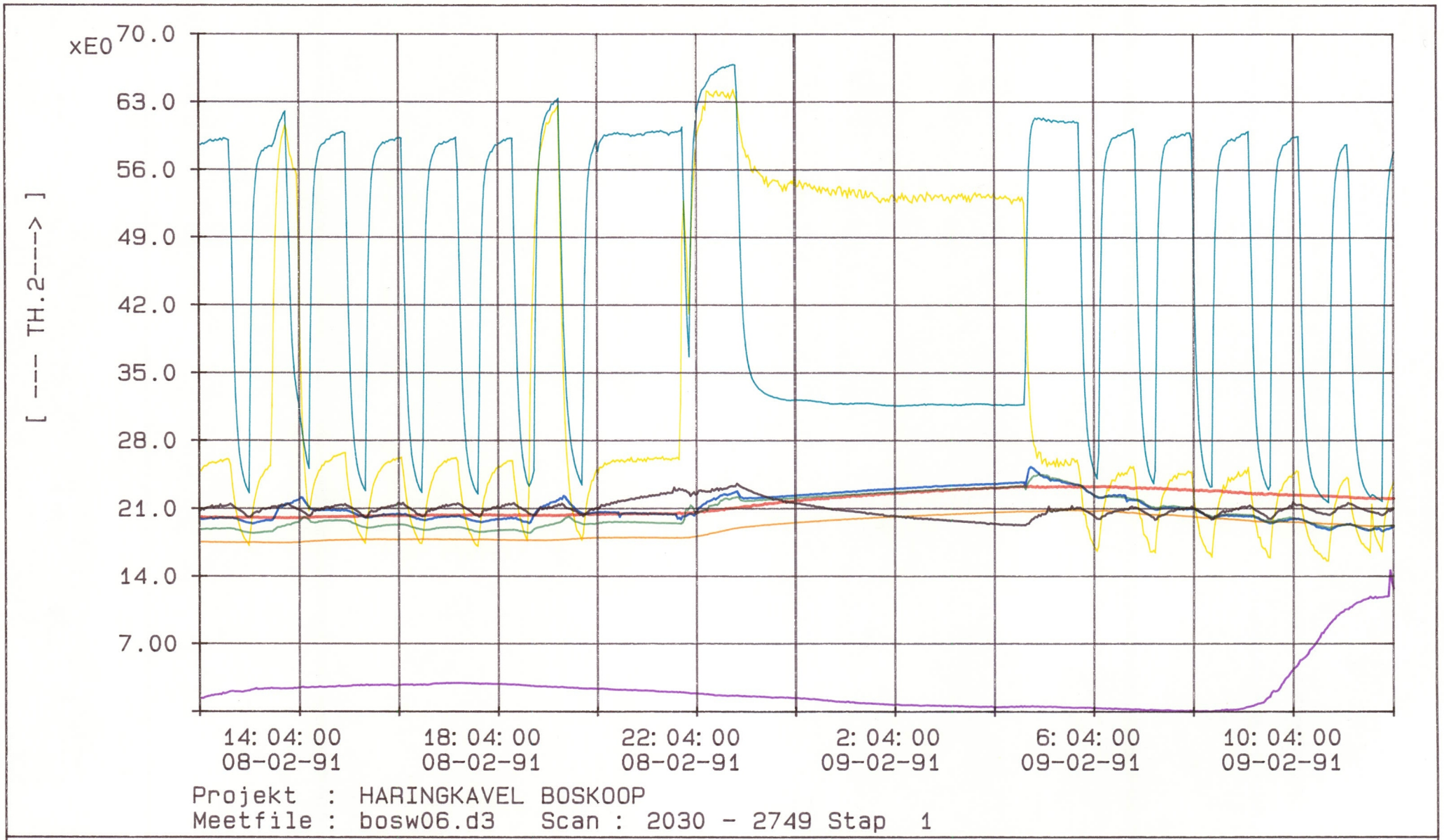


Fig 5.23: Vertrek- en inblaastemperaturen woning 40c, nacht van 8 op 9 februari 1991

Bijlage 7 Rapportage energiegebruiksberekeningen met het TCM-Heat rekenmodel door Woon/Energie

Energiegebruiksberekeningen Haringkavel te Boskoop

berekeningen m.b.v. TCM heat

in opdracht van:
TNO - Milieu en Energie
Laan v. Westenenk 501
7334 DT Apeldoorn
contactpersoon: dhr. ing. H. Schiphouwer

uitgevoerd door:
WoonlEnergie - bouwfysica
ir. Evert Vrins
Laus v.d. Bliek

Gouda, 16 jan 1992
rapportnummer 433

Inhoudsopgave

1. Inleiding

2. Opzet van de berekeningen
   2.1 Schematisering van het complex
   2.2 Toelichting op de invoergegevens

3. Bespreking resultaten energiegebruiken en temperaturen
   3.1. Berekende energiegebruiken
   3.2 Berekende binnentemperaturen
   3.3. Analyse projectgebonden situatie
   3.4. Vertaling naar referentiesituatie

Literatuur

Bijlagen:

1 Resultaten energiegebruiksberekeningen m.b.v. TCM Heat

1 Inleiding

Het project Haringkavel te Boskoop omvat een aantal experimenten. Dat betreft het bouwen op een kleine lokatie met behulp van houtskeletbouw, en bouwfysische experimenten.
Door het toepassen van een glasoverkapte ruimte tussen twee kleine flatgebouwen ontstaat er een geluidreductie van de drukke provinciale weg en de Gouwe. Daardoor kunnen de geluidwerende maatregelen op aan de aanliggende gevels worden beperkt. De glasoverkapte ruimte heeft voorts een energetisch effect. Voor de installatie is de keuze een geïntegreerd toestel voor ruimteverwarming, ventilatie en warmtapwater bereiding. Deze keuze staat in relatie met de houtskeletbouw (weinig massa) en de glasoverkapte ruimte (aanzuigen lucht uit de glasoverkapte ruimte).
Door TNO Milieu en Energie wordt het project energetisch geëvalueerd. Daarvoor is uitgebreid gemeten aan het complex. Ten behoeve van deze evaluatie van het project Haringkavel te Boskoop is behoefte aan ondersteunende berekeningen met behulp van het programma TCM Heat. Met name de verschillen tussen de woningen aan de Zuidkade en de Gouwekade met betrekking tot het energiegebruik en de temperaturen in de slaapkamers zijn van belang.

Dit is het verslag van deze ondersteunende energiegebruiksberekeningen. In hoofdstuk 2 wordt de schematisering van het complex in temperatuur zones beschreven. Tevens wordt de invoer van het programma toegelicht. In hoofdstuk drie is een toelichting gegeven op de resultaten van de berekeningen.

2 Opzet van de berekeningen

Het doel van de berekeningen met TCM heat is het ondersteunen van het uitgebreide meetprogramma dat wordt uitgevoerd door TNO Milieu en Energie afd. Warmte en Koudetechniek. Met name de verschillen in energiegebruik en temperatuur in de slaapkamers aan de Zuidkade en de Gouwekade zijn van belang.

Deze rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de berekeningen met behulp van het programma TCM Heat ten behoeve van het project Haringkavel te Boskoop. Er is reeds uitgebreid gemeten aan het complex door TNO - WKT. Hier worden alleen de berekeningen met behulp van TCM Heat gerapporteerd.

TCM Heat is een rekenprogramma op PC op basis van een stationaire warmtebalans met berekende maandelijkse correctiefactoren voor dynamisch gedrag.

Berekeningsvarianten

Er is één standaardberekening uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van een gemiddeld energiegebruik door bewonersgedrag en een ventilatievoud voor de binnenruimte van drie.
Er zijn varianten doorgerekend waarbij het stookgedrag van de bewoners is gevarieerd.
Ook zijn varianten doorgerekend met een ventilatievoud van 1, 1,5, 2, 3 en van 4 voor de binnenstraat.
Om het effect van de binnenstraat goed te kunnen inschatten is ook een berekening gemaakt zonder binnenstraat.

2.1 Schematisering van het complex

Voor de energiegebruiksberekeningen worden alleen de woningen die liggen aan de glasoverkapte ruimte beschouwd. Dat zijn alle woningen boven het parkeerdek.
De woningen hebben een tweezone luchtverwarmingssysteem. Het ligt voor de hand om deze temperatuurzones als zonering aan te houden. Om het onderscheid tussen de woningen aan de Zuidkade en aan de Gouwekade duidelijk te krijgen dient een zone-indeling gemaakt te worden tussen de ruimten aan de Zuidkade en de binnenstraat en tussen de Gouwekade en de glasoverkapte binnenstraat. Dat zijn dus vier temperatuurzones in de woning. Daarnaast dient de serre aan beide zijden van het complex in aparte temperatuurzones te worden opgenomen en ook de glasoverkapte binnenstraat. Op deze wijze uitgevoerd moeten er ruimten uit verschillende zones van het luchtverwarmingssysteem in één temperatuurzone worden opgenomen. Op zich is dit geen probleem. De temperaturenverschillen tussen de verschillende ruimten in de woning zijn niet groot. Echter de invoer van de installatiekenmerken geeft een probleem. De situatie woonkamerzone verwarmd en slaapkamerzone onverwarmd is niet te berekenen. Deze is echter erg belangrijk in verband met de warme slaapkamers. De luchtverwarmingsinstallatie geeft veel warmte af aan de slaapkamerzone zonder dat er warmtevraag is. Door terugwinning van warmte uit de rookgassen (ook van het warm tapwater) en door het koelen van de ventilatoren in de Combiduct wordt permanent warmte in de slaapkamerzone gebracht. Deze slaapzone heeft dus een extra interne bron.

Bijkomend probleem is het beperkt aantal temperatuurzones dat in TCM Heat kan worden ingevoerd. Om dit probleem te omzeilen is besloten het complex in twee delen te berekenen. Eén deel is de Gouwekade zijde en het andere deel de Zuidkadezijde. Deze scheiding wordt gerealiseerd door een blinde muur op te trekken met een oneindige warmteweerstand. De temperatuur in de binnenstraat is achteraf te controleren. De temperatuur moet in beide berekeningen gelijk zijn.

De parkeergarage en de vliering onder de kap op de woningen worden opgenomen door een gereduceerde U-waarde te berekenen.

Er is gekozen voor de volgende zonering:

	berekening 1 Gouwekadezijde	berekening 2 Zuidkadezijde
zone 1	serre	serre
zone 2	woonkamer/keuken	woonkamer/keuken
zone 3	slaapkamer Gouwezijde	slaapkamer Zuidkadezijde
zone 4	slaapk binnenstraatzijde, badk, wc	slaapk binnenstraatzijde, badk, wc
zone 5	glasoverkapte binnenstraat	glasoverkapte binnenstraat

Tabel 2.1.1 zone-indeling in het complex

2.2 Toelichting op de invoergegevens

Invoer woninggegevens

Bij het vaststellen van de invoer van de berekeningen is voor zover mogelijk gebruik gemaakt van meetwaarden zoals vastgesteld tijdens de evaluatie van dit project. Indien geen meetwaarden beschikbaar zijn is gebruik gemaakt van de gegevens, beschreven in "Energetische Evaluatie E'novatieprojecten" [1]. Daar is van afgeweken als aannemelijk is dat de waarden in dit project anders zijn.

De U-waarden zijn bepaald aan de hand van bestektekeningen van architectenbureau v.d. Breggen [2] en bepaald met ISSO - publicatie 6 [3].

De luchtdoorlatendheid van de woningen is gemeten. Deze waarde is volgens de meetrapportage "testmetingen Haringkavel" [4]: q_v (10) = 30 dm^3/s. Met behulp van NEN 2687 "Ventilatie van woongebouwen" [6] is deze waarde omgerekend tot de natuurlijke infiltratie voor deze woningen. De natuurlijke infiltratie is gezien het ventilatie(tocht)patroon door de woning voor 50% toegedeeld aan de voordeur. De andere helft is gelijkmatig verdeeld over de ruimten die aan de gevels liggen. Ten behoeve van de mechanische ventilatie van de woningen is gebruik gemaakt van de meetgegevens [4]. Voor de verdeling over de verschillende ventilatie standen is gebruik gemaakt van de Energetische Evaluatieprocedure Enovatieprojecten [1]. De verwarmingsstanden zijn percentueel verdeeld over het aantal branduren uitgaande van een gasverbruik van 400 m^3 aardgas op deellast met een gemiddelde van 50% vollast. Dat is 1200 branduren, grofweg 25 % van de tijd in het stookseizoen. De kookstand is 1 uur per dag in bedrijf. Dat is ruim 4 % van de tijd. De opgenomen ventilatiedebieten zijn gegeven in tabel 2.2.1.

De toevoerlucht voor de slaapkamerzone in de woningen is lucht uit de glasoverkapte binnenstraat. De toevoerlucht naar de slaapkamerzone direct dan wel via de luchtverhitter wordt naar de woonkamer/keukenzone en voor een deel afgezogen in de badkamer en het toilet.

van zone	naar zone	warmtevraag niet [m³/h]	warmtevraag wel [m³/h]	kook stand [m³/h]	tijdgemiddeld [m³/h]
5 binnenstraat	3 slaapkamer buitengevel	60	60	85	61
5 binnenstraat	4 slaapkamer binnengevel	78	78	108	80
3 slaapkamer buitengevel	4 slaapkamer binnengevel	60	60	85	61
4 slaapkamer binnengevel	2 woonkamer/keuken	92	177	92	114
4 slaapkamer binnengevel	buiten via badk/toilet	79	79	77	79
2 woonkamer/keuken	buiten via keukenafvoer	82	82	150	83
2 woonkamer/keuken	4 slaapkamer binnengevel	17	95	-30	34

Tabel 2.2.2. Toevoer ventilatielucht in verschillende zones door de Combiduct

Invoer bewonersgegevens

De bewonersgegevens zijn direct overgenomen uit de Energetische Evaluatieprocedure E'novatieprojecten [1]. Het gemiddeld aantal inwoners per woning (2) is in het complex lager dan het landelijk gemiddelde (2,5). Er is daarom voor een aantal gegevens die afhankelijk zijn van het aantal inwoners in de woning een reductie gehanteerd tot 80% van de opgegeven waarde.

De temperatuur in de woning voor de standaardberekening en de afwijkende berekeningen laag en hoog energiegebruik zijn gegeven in tabel 2.2.3.

	woonkamer/keuken zone 2		slaapkamer zone 3		slaapkamer /hal/bad/wc zone 4	
	T [°C]	Qi [W]	T [°C]	Qi [W]	T [°C]	Qi [W]
gemiddeld bewonersgedrag	19,1	228	16,8	65	16,8	91
laag energiegebruik	17,6	322	0	80	0	111
hoog energiegebruik	20,6	149	19,4	45	20,6	63

tabel 2.2.3.Thermostaattemperatuur en interne bronnen als gevolg van bewonersgedrag

Invoer installatiegegevens

Het rendement van de luchtverwarmingsinstallaties wordt berekend uit de opgegeven belasting en nominaal vermogen. Er is als volgt te werk gegaan. De belasting van de ketel is 6,06 kW. Het nominaal vermogen is tweemaal 2,1 kW (bovenwaarde). Daarnaast wordt door rookgaskoeling nog eens 400 W toegevoegd aan het vermogen op vollast. Totaal geleverde vermogen is dus 4,6 kW. Het rendement is 76%. Het gebruiksrendement is berekend volgens de procedure zoals aangegeven in "Energetische Evaluatieprocedure E'novatieprojecten", ir. A. Poel, NCIV, Ede 1991 en bedraagt 63%.

Omdat het toestel in de keuken hangt komen de ketelverliezen (3,5% van het aardgasverbruik) voor 100% in de keuken terecht. Deze verliezen zijn als interne bron ingevoerd. Dat geld ook voor de leidingverliezen. Ongeveer 5 % van het luchtdebiet naar zone 1 komt door lekkage rechtstreeks terecht als bron in zone 2 (2,5% van het aardgasverbruik). De stilstandverliezen bedragen 2,5% van het aardgasverbruik. Daarvan komt via warmteterugwinning 65% retour.
Voor het rendement van de warmte terugwin-unit is 65% opgenomen. Met de lucht van de warmte terugwin-unit komen ook de warmteverliezen van de ventilatoren rechtstreeks in de woning. Deze zijn ook als interne bron opgenomen. Dat is 60 W voor de afvoerventilator, 60 W voor de toevoerventilator naar de slaapzones die permanent draait naar de woonzone 60 W op laagstand en 120 W bij warmtevraag (25% van de tijd) voor de recirculatieventilator.
Door warmteterugwinning op rookgassen als gevolg van warm tapwaterbereiding tenslotte komt een deel van de rookgasverliezen terug in de woning. Hiervoor is het totale verlies voor 60 % als interne bron in de woning opgenomen. Dat geldt ook voor de waakvlamverliezen in de winter in totaal 200 W.

Resumerend: uitgaande van een gasverbruik van 700 m^3 voor de ruimteverwarming worden de volgende interne bronnen ingevoerd:

	woonkamer/keuken (zone 2) [W]	slaapzone (zone 3) [W]	slaapzone (met hal/bad/wc) (zone 4) [W]
ketelverliezen	47		
leidingverliezen			34
stilstandverliezen		7	13
waakvlam		66	134
ventilatorwarmte	75	40	80
rookgaskoeling warm tapwater		21	43
totaal	**62**	**101**	**237**

tabel 2.2.4.Interne bronnen als gevolg van ruimteverwarming, ventilatie en warm tapwaterbereiding

De temperatuur van de aangezogen lucht is warmer dan de buitenlucht. Het verschil is ongeveer 3,5 °C. Omdat er één temperatuur kan worden opgenomen in het programma is een omrekening uitgevoerd op het rendement van de WTW - installatie. De gemiddelde temperatuur van de afgezogen lucht uit de keuken, badkamer en toilet is 18 °C. De standaard buitentemperatuur in TCM - Heat is 5,6 °C. Een verschil van 12,4 °C. De aangezogen lucht voor de WTW is gemiddeld 3,5 °C warmer is dan de buitenlucht. Er is daarom met een reductiefactor op het WTW - rendement gerekend. Voor de berekeningsvarianten met een laag en een hoog energiegebruik gelden andere waarden. De waarden zijn gegeven in tabel 2.2.5.

	afzuiging [°C]	binnenstraat [°C]	reductie [-]	rendement [-]
gemiddeld bewonersgedrag	19,1	8,7	0,75	0,45
laag energiegebruik	17,6	8,7	0,72	0,43
hoog energiegebruik	20,6	8,7	0,77	0,46

tabel 2.2.5.Ingevoerd rendement WTW na reductie als gevolg van hogere aanzuigtemperatuur

3. Bespreking resultaten energiegebruiken en temperaturen

3.1. Berekende energiegebruiken

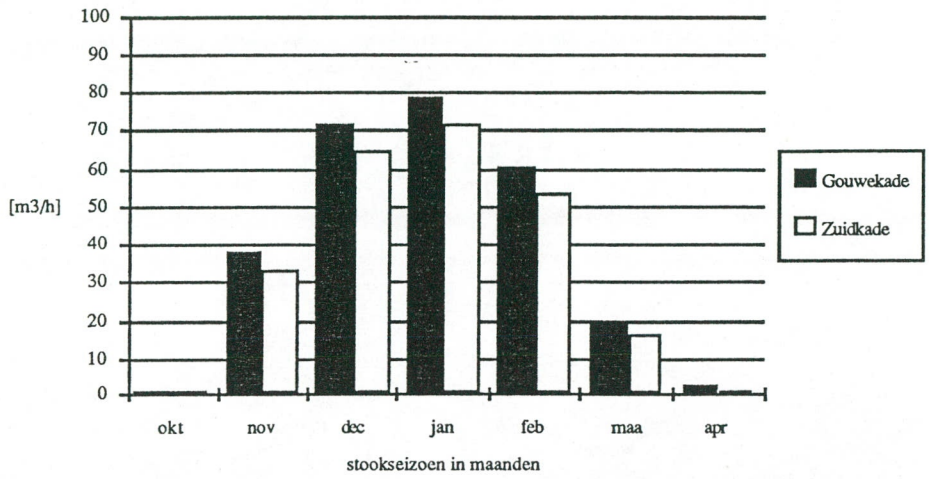
De berekeningen zijn gemaakt met TCM Heat, versie 3.3 voor het totale complex zowel zonder als met glasoverkapte binnenruimte. De resultaten van de berekeningen zijn gegeven in tabel 3.1.1 voor de gemiddelde woning.

	gasverbruik			
ruimteverwarming				
	zonder binnenstraat		met binnenstraat ventilatievoud n=3	
hele flat	16624	[m^3 a]	9038	[m^3 a]
gemiddeld per woning	416	[m^3 a]	226	[m^3 a]
waakvlam in stookseizoen benutbaar	84	[m^3 a]	84	[m^3 a]
waakvlam buiten stookseizoen onbenutbaar	66	[m^3 a]	66	[m^3 a]
warm tapwater				
tapwater	200	[m^3 a]	200	[m^3 a]
waakvlam in stookseizoen benutbaar	84	[m^3 a]	84	[m^3 a]
waakvlam buiten stookseizoen onbenutbaar	66	[m^3 a]	66	[m^3 a]
koken	40	[m^3 a]	40	[m^3 a]
Totaal aan aardgas	**956**	**[m^3 a]**	**766**	**[m^3 a]**
electra				
verwarming en ventilatie per woning	1100	kWh	1100	kWh

Tabel 3.1.1. Totale berekende energiegebruiken m.b.v. TCM Heat

De uitvoer van de berekening geeft de maandelijkse gasverbruiken voor ruimteverwarming. De spreiding over het stookseizoen is gegeven in figuur 3.1.2. In deze figuur is alleen het gasverbruik opgenomen ten behoeve van verwarming door het branden van de ketel. Daarnaast wordt er veel gas verbruikt in het toestel door de twee waakvlammen en de geyser. De warmte daarvan wordt voor een deel permanent als interne bron naar zone 3 en 4 getransporteerd met de

ingeblazen lucht.



Figuur 3.1.2. Berekend maandelijks gasverbruik in woning ten behoeve van ruimteverwarming

3.2. Berekende binnentemperaturen

Uit de analyse van de evaluatiegegevens blijkt dat de slaapkamers aan de Zuidkade (westzijde) warmer zijn dan aan de Gouwekade (oostzijde).

De temperaturen in de verschillende ruimte zijn berekend met behulp van TCM Heat. In onderstaande tabel 3.2.1 zijn de resultaten gegeven.

maandelijks gemiddelde temperaturen in °C.

maand	serre		woonk/keuken		slaapk bu		slaapk bi		buiten	binnenstraat
	west	oost	west	oost	west	oost	west	oost		
oktober	17,9	17,5	21,8	21,0	23,2	22,3	23,0	22,6	11,2	15,0
november	10,8	10,7	18,1	17,9	23,2	22,3	23,0	22,6	6,0	8,5
december	8,2	7,9	17,4	17,3	16,4	16,0	16,4	16,4	3,4	5,6
januari	7,6	7,6	17,3	17,2	16,1	15,8	16,1	16,2	2,5	5,0
februari	8,9	8,9	17,5	17,3	16,5	16,1	16,4	16,4	2,7	6,0
maart	14,3	14,5	19,2	18,6	19,2	18,5	18,9	18,7	5,6	10,8
april	20,2	19,4	22,2	20,8	23,7	22,5	23,0	22,4	8,0	15,0

Tabel 3.2.1. Berekende maandelijks gemiddelde temperaturen in de woningen en de binnenruimte; ventilatievoud in de binnenstraat n = 3.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de slaapkamers aan de Zuidkade (westzijde) warmer zijn dan aan de Gouwekade. Hoewel rekening wordt gehouden met het dynamisch gedrag in de woningen zijn interne bronnen niet geconcentreerd over de dag op te nemen. Het gasverbruik voor ruimteverwarming is voor de woningen aan de oostzijde hoger dan aan de westzijde. Vanwege de interne bronnen die in perioden met warmtevraag in de woonzone worden toegevoerd naar de slaapzone kan daar de temperatuur oplopen.

3.3. Analyse projectgebonden situatie

De gevoeligheid voor het aangenomen bewonersgedrag is bestudeerd door variatie van het bewonersgedrag. Ook de gevoeligheid van het ventilatievoud van de glasoverkapte binnenstraat op het energiegebruik in de woningen en de temperatuur in de binnenstraat is bestudeerd door variatie van de ventilatievouden van de binnenstraat.

energiegebruik in woning ten behoeve van ruimteverwarming				
ruimteverwarming				
standaard hele flat			9038	[m^3 a]
standaard gemiddeld per woning (n=3)			226	[m^3 a]
berekening laag energiegebruik	62	[m^3 a]		
berekening hoog energiegebruik	498	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat n=1	175	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat n=1,5	193	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat n=2	205	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat n=4	240	[m^3 a]		

Tabel 3.3.1. Berekende gasverbruiken bij verschillende variaties op invoergegevens.

De woningen blijken voor wat betreft het energiegebruik vrij gevoelig voor wijziging van het bewonersgedrag. De interne bronnen in de woning zijn vrij groot door extra bronnen vanuit de installatie. De temperatuur in de woning zakt niet sterk als er niet wordt verwarmd. Deze woningen zijn bijna letterlijk op de waakvlammen warm te houden. Dat is duidelijk te zien bij het scenario waarin de woning een laag energiegebruik voor ruimteverwarming heeft. Het energiegebruik loopt dan terug tot 62 m^3 per jaar. De woning draait dan op de restwarmte van de opwekking van warm tapwater en de waakvlammen aan gas en op de electrische motoren van de ventilatoren in de Combiduct.

Het ventilatievoud in de binnenstraat heeft een effect op de temperatuur aldaar. Daarover meer in de volgende paragraaf. De effecten op de energiegebruiken ten behoeve van ruimteverwarming zijn echter niet zo groot. Dat is gegeven in tabel 3.3.1. Daar is voor verschillende ventilatievouden van de binnenstraat het gasverbruik gegeven.

De warmteterugwinning is voor het grootste deel verantwoordelijk voor de kleine verschillen die

optreden bij een wijziging van het ventilatievoud van de binnenstraat. De warmteterugwinning is een energiebesparingsoptie die in concurrerentie staat met de glasoverkapte binnenstraat.

electraverbruik

Het electraverbruik is hoog. Het verbruik van de ventilatoren in de combiduct is ruim 1100 kWh per jaar. Ter vergelijking, een individuele mechanische afzuiging verbruikt 300 kWh per jaar en een collectieve 220kWh per jaar. Bijna alle warmte die vrijkomt bij het draaien van de ventilatoren komt terug door het slim inbouwen van de ventilatoren in de ventilatiestroom.

3.4. Vertaling naar referentiesituatie

Extrapolatie van de gemeten en berekende gasverbruiken en de graaduren naar een volledig stookseizoen dient volgens NEN 5125 [5] gemaakt te worden door omrekening naar standaard stookseizoen van 2804 graaddagen.

Berekende energiegebruiken

Bij vergelijking van de berekende gasverbruiken voor verwarming dient eerst naar een standaard stookseizoen van 2804 Gd te worden omgerekend. Het stookseizoen dat in de berekening met TCM Heat wordt gehanteerd is 2618 Gd. Dat is het zogenaamde TRY (Test Reference Year). De berekende waarden dienen ter vergelijking met het standaard stookseizoen van 2804 jaar ('64 - '65) te worden opgeschaald met een factor 1,15. De waarden zijn in tabel 3.4.1 gegeven. Met deze omrekening wordt een vergelijking met andere complexen bijvoorbeeld uit het E'novatieprogramma mogelijk.

In tabel 3.4.1. zijn de berekende waarden voor een standaardseizoen van 2804 graaddagen voor verwarming, warm tapwater en koken gegeven.

			gasverbruik in woning ten behoeve van ruimteverwarming	
ruimteverwarming				
hele flat			10394	[m^3 a]
gemiddeld per woning			260	[m^3 a]
berekening laag energiegebruik	71	[m^3 a]		
berekening hoog energiegebruik	573	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat 1	201	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat 1,5	222	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat 2	236	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat 3	260	[m^3 a]		
ventilatievoud binnenstraat 4	276	[m^3 a]		

Tabel 3.4.1. Berekende energiegebruiken gecorrigeerd naar referentiesituatie.

De berekende verschillen in energiegebruik tussen de oostgevel en de westgevel zijn in de orde van 10%. Aan de oostgevel is het gasverbruik voor ruimteverwarming ongeveer 30 m3 per stookseizoen hoger dan aan de westgevel. Hier zijn de gemiddelde waarde gegeven.

De gemeten gasverbruiken zijn bewerkt. De opgegeven meterstanden zijn maandelijkse gemiddelden voor het blok Zuidkade en het blok Gouwekade. Eerst zijn de meterstanden gesplitst door het maandelijk gasverbruik voor koken en warm tapwater af te trekken. Een deel van het warm tapwaterverbruik is benutbaar doordat de rookgassen worden gekoeld door de warmte terugwinunit. Dit benutbare deel is samengenomen met het benutbare deel van de waakvlamverliezen in het toestel. Zo ontstaat er een benutbaar gasverbruik voor ruimteverwarming dat permanent wordt aangeleverd. Daarnaast moet de ketel nog een deel bijstoken.

	gemeten [m^3 a]	berekend [m^3 a]
winterperiode		
ten behoeve van cv	315	260
benutbaar deel waakvlam, koken en warm tapwater	136	136
niet benutbaar deel waakvlam, koken en warm tapwater	235	235
zomerperiode		
waakvlam, koken en warm tapwater	208	266
Totaal aardgasverbruik	**890**	**897**

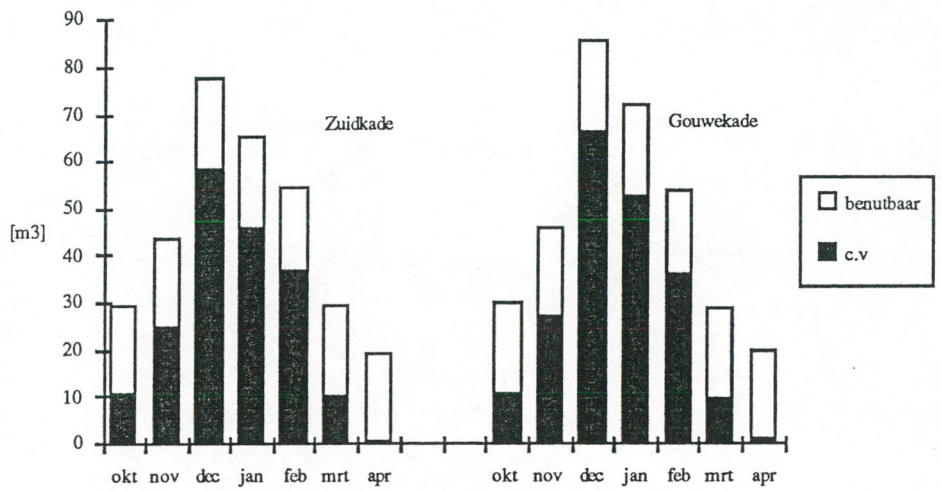
Tabel 3.4.2. Gemeten aardgasverbruik, gecorrigeerd naar referentiesituatie okt 1989 - okt 1990

Het gemeten en het berekende gasverbruik van de woning liggen dicht bij elkaar. De verschillen bedragen minder dan 10%. Dat is binnen de rekennauwkeurigheid. Het bewonersgedrag kan daarom niet veel afwijken van het standaard bewonersgedrag dat in de berekening is ingevoerd. Dat is te controleren door de berekende maandgemiddelde temperaturen te vergelijken met de gemeten waarden.

Het onbenutbaar deel van de totale gasverbruiken in het toestel is aanzienlijk. In totaal bijna 450 m^3 aardgas per jaar gebruikt los van verwarming. Voor koken en warm tapwater wordt slechts 240 m^3 aardgas per jaar gebruikt. Ruim 132 m^3 aardgas per jaar wordt dus verspild door waakvlammen. Het benutbare deel is ruim 168 m^3 aardgas per jaar. Daarnaast is een deel van de benutbare energie in principe overbodig, omdat de woning daardoor te warm wordt. De bewoner vraagt vaak niet om warmte. Geschat wordt dat het gasverbruik voor ruimteverwarming door het toepassen van een electronische ontsteking in plaats van waakvlammen met ongeveer 200 m^3 aardgas per jaar kan afnemen.

Er is een opsplitsing gemaakt in een deel benutbaar voor ruimteverwarming en een deel onbenutbaar voor ruimteverwarming. Ook is er een opsplitsing gemaakt voor de maandelijkse verbruiken aan Zuidkadezijde en Gouwekadezijde. Deze waarden zijn gegeven in figuur 3.4.3.

Wat opvalt is het gasverbruik in de eerste en de laatste maand van het stookseizoen. In deze periode is er een permanente levering van het benutbare deel van de waakvlamverliezen en de rookgaskoeling van het warm tapwater. Daarnaast wordt de ventilatorenergie nog toegevoerd naar de woning. De levering van energie is groter dan de vraag. Dat blijkt ook uit de temperaturen die in de woning optreden in deze maanden. Zie daarvoor tabel 3.1.2.



Figuur 3.4.3.Opsplitsing gasverbruik ten behoeve van ruimteverwarming in het stookseizoen

Literatuur

1 Poel, ir. A en H. Eydems, Energetische Evaluatieprocedure E'novatieprojecten, NCIV, Ede 1991.

2 Bestektekeningen Architectenburo v.d. Breggen dd. 19 januari 1988.

3 ISSO - publicatie 6; U- en R-waarden van bouwkundige constructies, ISSO, Rotterdam herziene uitgave 1987.

4 NVN 5125; "Energiegebruik in gebouwen, verwarming van woningen" NNI, Delft 1987.

5 Vrins, ir. E en L. v.d. Bliek, Testmetingen Haringkavel, WoonlEnergie, Gouda 1989.

6 NEN 2687 "Luchtdoorlatendheid van woningen, eisen", NNI, Delft 1987.

Bijlage 1 Resultaten berekeningen energiegebruiken m.b.v. TCM Heat

Bijlage 8 Rapportage luchtkwaliteitsonderzoek door MT-TNO, afdeling Binnenmilieu

Nederlandse organisatie
voor toegepast
natuurwetenschappelijk
onderzoek

TNO-rapport

Hoofdgroep Maatschappelijke
Technologie TNO

Postbus 217
2600 AE Delft
Schoemakerstraat 97
2628 VK Delft

Telefax 015 - 61 68 12
Telex 38071 zptno nl
Telefoon 015 - 69 69 00

Rapport nr. : R 90/253a

Auteurs : Ir. J.F. van der Wal
A.M.M. Moons
R. Steenlage

ONDERZOEK NAAR DE LUCHTKWALITEIT IN NIEUWBOUWWONINGEN OP DE HARINGKAVEL TE BOSKOOP

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

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

© TNO

Datum : oktober 1990

Opdracht nr. : 21562

Opdrachtgever : NOVEM

Met medewerking van : P. Bareman
W. van Dijk

Onderdeel 3 van het meet- en evaluatieproject "Haringkavel" te Boskoop, gecoördineerd door de afdeling Warmte- en Koudetechniek MT-TNO

INHOUD **Blz.**

SAMENVATTING 4

1. INLEIDING 5

2. KENMERKEN VAN DE WONINGEN 6

3. TOETSINGSCRITERIA 8

4. MOTIVERING VAN DE KEUZE VAN DE GEMETEN LUCHTVERONTREINIGENDE COMPONENTEN 10
   4.1 Opzet van het onderzoek naar de luchtkwaliteit 10

5. MEETMETHODEN 12

6. DE ONDERZOCHTE WONINGEN 14

7. UITKOMSTEN VAN DE METINGEN 15

8. TOETSING VAN DE RESULTATEN AAN CRITERIA 19
   8.1 Stikstofdioxide (NO_2) 19
   8.2 Deeltjes (stof) 20
   8.3 Koolmonoxide 21
   8.4 Kooldioxide 21
   8.5 Temperatuur en relatieve vochtigheid 22
   8.6 Ventilatie 23

9. CONCLUSIES 24

10. EVALUATIE LUCHTKWALITEITSONDERZOEK IN ENERGIEZUINIGE WONINGEN EN AANBEVELINGEN 25
   10.1 Stikstofdioxide 25
   10.2 Zwevend stof 25
   10.3 Koolmonoxide 26
   10.4 Kooldioxide 26
   10.5 Formaldehyde 26
   10.6 Vluchtige organische verbindingen 27

11. REFERENTIES 28

BIJLAGE 1: Temperatuur en relatieve vochtigheid geregistreerd door het KNMI-station Valkenburg 30
BIJLAGE 2: Gemiddelde windsnelheid geregistreerd door het KNMI-station Valkenburg 31
BIJLAGE 3: Formulier dat tijdens de metingen dagelijks werd ingevuld 32
BIJLAGE 4: Bewonersgedrag gedurende de onderzoekperiode 33
BIJLAGE 5: Registraties van de metingen in woonkamers 34

SAMENVATTING

Er werd een onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit in nieuwbouwwoningen van het project "Haringkavel" te Boskoop. Doel van het onderzoek was vast te stellen of de luchtkwaliteit in deze in meerdere opzichten bijzondere woningen aan gezondheidskundige richtwaarden voldoet. De componenten kooldioxide (CO_2), koolmonoxide (CO), stikstofdioxide (NO_2) en deeltjesvormige verontreinigingen (stof) werden gemeten gedurende perioden van 48 uur in 7 woningen. De temperatuur en de relatieve vochtigheid werden tevens gemeten. Metingen werden ook in het atrium uitgevoerd. Het bewonersgedrag werd door de bewoners tijdens de meetperiode in een dagboek bijgehouden.
Bij toetsing van de gemeten concentraties aan de richtwaarden kan worden vastgesteld dat de overschrijdingskans

- voor NO_2 gering is in het atrium en verwaarloosbaar is in de woningen;
- voor stof verwaarloosbaar is indien in de woning niet wordt gerookt, doch groot is als er wel wordt gerookt;
- voor CO verwaarloosbaar is;
- voor CO_2 in een aantal gevallen niet verwaarloosbaar is, met name als de bewoners de ventilatievoorzieningen niet adequaat gebruiken en de windsnelheid laag is.

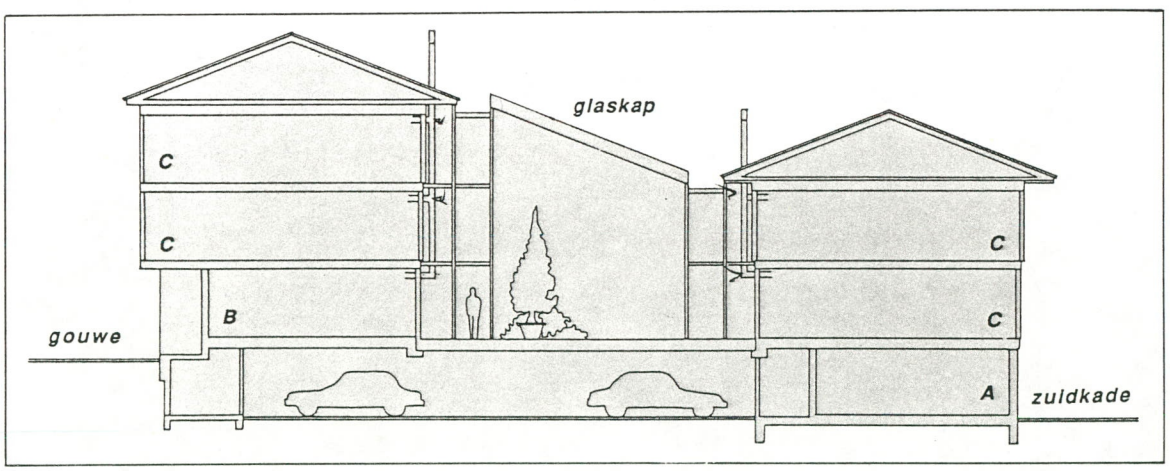
Het absolute vochtgehalte van de lucht is in de woning en het atrium vrijwel gelijk aan dat van de buitenlucht.
Er worden aanbevelingen gedaan voor onderzoek in toekomstige projecten.

1. INLEIDING

In het praktijkexperiment "Haringkavel" te Boskoop zijn nieuwbouwwoningen gerealiseerd waarbij de oplossing voor drie probleemstellingen in één ontwerp is geïntegreerd: bouwen op een beperkt oppervlak, een hoge geluidsbelasting en energiezuinigheid. Deze problematiek is aangepakt met drie principe-oplossingen: gebruik van de houtskeletbouwmethode, overkapping van het binnengebied en toepassing van een energiezuinige luchtverwarmingsinstallatie.
In bewoonde woningen zijn vele bronnen van verontreiniging. Het bijzondere van dit project is dat de aan de woningen toegevoerde lucht niet rechtsstreeks van buiten wordt betrokken, maar via de overdekte binnenstraat. Deze binnenstraat of atrium kan worden verontreinigd door lucht afkomstig uit de woningen, de parkeergarage en de buitenlucht (bij kortsluiting tussen de rookgasafvoer en aanzuigventilator in het dak van de binnenstraat).
Het doel van het onderhavige onderzoek is vast te stellen of de luchtkwaliteit aan richtwaarden voor de gezondheid van personen voldoet.
Er werden een aantal relevante componenten in de bewoonde woningen gemeten, die worden getoetst aan criteria die gelden voor de binnenlucht.

2. KENMERKEN VAN DE WONINGEN

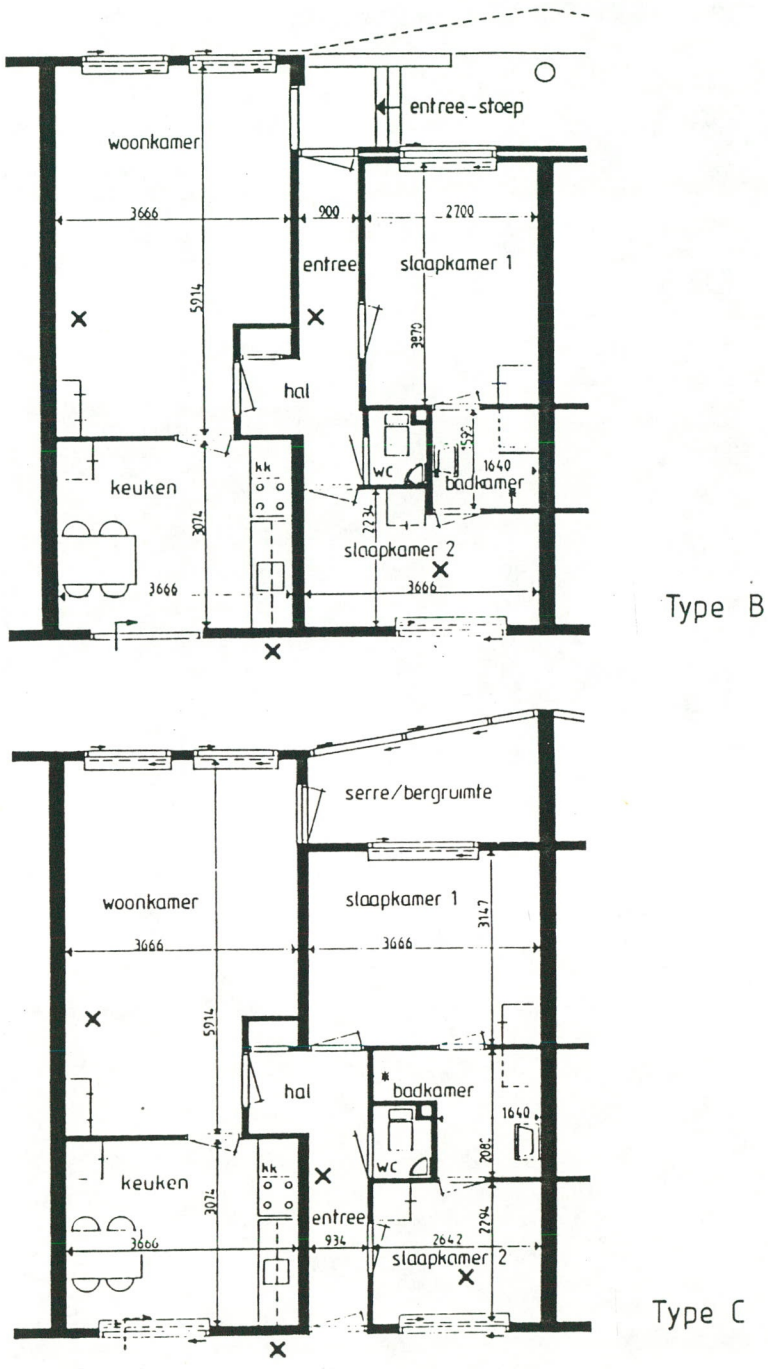
De Haringkavel is ingeklemd tussen de rivier de Gouwe en de Zuidkade te Boskoop en is bebouwd met 47 gestapelde woningen. De voorgevels zijn aan beide zijden gesitueerd, zodat er een binnengebied ontstaan is tussen de twee bouwstroken van 67 meter lang en 12 meter breed. Deze binnenruimte of atrium is overdekt met een glaskap (figuur 1). De bovenwoningen zijn via galerijen in het binnengebied ontsloten. De installaties voor verwarming en ventilatie van de woningen krijgen lucht via het binnengebied. De verwarming en ventilatie van de woningen vindt plaats door het Combiduct-systeem van Stork. De installatie is geplaatst in de keuken en zorgt voor de toe- en afvoer van ventilatielucht, warmteterugwinning, luchtverwarming en warm tapwater via de gasgestookte geiser. Geïntegreerd is een motorloze wasemkap aangebracht voor afvoer van kooklucht via een filter. Het systeem heeft twee wat betreft temperatuur apart regelbare zones; de thermostaten zijn geplaatst in de woonkamer en de hoofdslaapkamer. De verse vertilatielucht van buiten wordt naar de slaapkamer gevoerd (zône 1). De recirculatielucht wordt uit de hal aangezogen en naar de woonkamerzône toegevoerd. (zône 2).



Figuur 1 *Zijaanzicht van het complex Haringkavel.*

Zoals aangegeven in figuur 1 zijn er drie verschillende woningtypen A, B en C (1); er wordt nog een vierde type D onderscheiden, die een vergrote woonkamer heeft en overigens identiek is aan type C. Woningtype A zijn de begane grondwoningen aan de Zuidkade. Deze zijn voorzien van een conventioneel verwarmingssysteem met radiatoren-

verwarming. Deze woningen worden in het kader van het praktijkexperimetn niet onderzocht. In figuur 2 worden de plattegronden van de woningtypen B en C weergegeven.



Figuur 2 *Plattegrond van woningtypen B en C.*

3. TOETSINGSCRITERIA

De toetsingscriteria die worden gehanteerd voor de gemeten componenten zijn ontleend aan "Zorgen voor Morgen" (2) waar de volgende criteria voor het "gezonde binnenmilieu" vermeld zijn. Onder "gezond" wordt bij niet-carcinogene stoffen verstaan concentraties onder de humane "no adverse effect level", bij carcinogene stoffen concentraties onder het niveau van het maximaal aanvaardbaar en onvermijdbaar risico (10^{-6} per jaar).
Ovrschrijding van het criterium zegt niets over de ernst van effecten op de volksgezondheid. De referentiewaarden voor een "gezond binnenmilieu" zijn zoveel mogelijk ontleend aan gepubliceerde gezondheidskundige beoordelingen vaan stoffen door de overheid. Voor enkele stoffen die niet recent in Nederland zijn beoordeeld is de waarde uit de WHO Air Quality Guidelines overgenomen. Voor de buitenlucht gelden strengere normen die geformuleerd zijn vanuit een andere doelstelling.
Om deze redenen zijn deze strengere normen niet voor het binnenmilieu gehanteerd.
Er worden de volgende criteria vermeld:

- Koolmonoxide (CO): 10 mg/m^3 (9 ppm); 8 uur gemiddelde (Gezondheidsraad, 1975).
- Stikstofdioxide (NO_2): 150 µg/m^3 (80 ppb); 24 uur gemiddelde (Gezondheidsraad, 1979).
- Zwevende deeltjes (PM10): 140 µg/m^3; 24 uur gemiddelde (RIVM, 1987).
- Kooldioxide (CO_2): 1200 ppm.

PM10 betekent deeltjes ≤10 µm dat wil zeggen thoracaal stof. Het betreft de deeltjes die de keelholte en het strottehoofd passeren, de thorax (borstkas) bereiken en vervolgens verder in het luchtwegsysteem worden neergeslagen.
Met de beschikbare monsterapparaten kunnen óf deeltjes ≤ ca. 5 µm (respirabele fractie) óf ≤ ca. 30 µm (totaal inadembare fractie) worden bemonsterd. Gekozen is voor het laatste. De meetresultaten kunnen mogelijk een overschatting van de thoracale fractie PM10 geven. Dit is het geval als er veel zwevend textielstof of huidschilfers van bijv. kooivogels aanwezig zijn (3). Uit eerder onderzoek in bewoonde woningen is echter gebleken dat er in de meeste gevallen weinig verschil bestaat tussen de totaal inadembare deeltjesconcentratie en de respirabele deeltjesconcentratie (4).
Ook is bij eerder onderzoek gebleken, dat de grenswaarde van 140 µg/m^3 meestal wordt overschreden indien er door in de woning verblijvende personen wordt gerookt (4,5). Dit geldt voor vrijwel alle typen woningen. Toetsing aan het criterium voor PM10 zal alleen geschieden voor woningen waar niet gerookt wordt.

In de aanbieding stond als criterium voor zwevend stof 70 $\mu g/m^3$ vermeld. Deze waarde is afkomstig van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en is in feite een norm voor de buitenlucht. Ten tijde van de aanbieding was "Zorgen voor Morgen" nog niet beschikbaar.

Als toetsingscriterium voor CO_2 wordt een waarde van 1200 ppm gehanteerd (5). Deze CO_2-concentratie is geen maat voor de gezondheid maar voor de "frisheid" van de lucht. Uit vele onderzoeken is gebleken dat, wanneer ten gevolge van de aanwezigheid van personen, de CO_2-concentratie boven deze waarde stijgt (afkomstig van uitademingslucht), de lucht als "onfris" en "bedompt" wordt gekwalificeerd. De richtlijnen voor minimale ventilatie in woningen en kantoren zijn op deze waarde gebaseerd.

4. MOTIVERING VAN DE KEUZE VAN DE GEMETEN LUCHTVERONTREINIGENDE COMPONENTEN

De keuze van de gemeten componenten is gebaseerd op te verwachten mogelijke overschrijdingen van gezondheidskundige richtwaarden.

Kooldioxide (CO_2)
Kooldioxide (CO_2) wordt in woningen geproduceerd door gastoestellen (fornuis, geiser, CV-ketel) en personen (in uitademingslucht). De grenswaarde van 1200 ppm wordt in woningen vaak overschreden bij onvoldoende ventilatie van de vertrekken waarin personen verblijven. Overdag is de grootste kans op overschrijding in de woonkamer en de keuken, 's nachts in de slaapkamers. In de buitenlucht bevindt zich in woongebieden 340-450 ppm CO_2. Deze kan in de binnenstraat hoger zijn door penetratie van rookgassen van verbrandingstoestellen en uitlaatgassen van de parkeergarage en uitstroming via geopende ramen van vertrekken grenzend aan het atrium.

Koolmonoxide (CO) en stikstofdioxide (NO_2)
Deze gassen ontstaan bij verbrandingsprocessen. De belangrijkste bronnen in de woning zijn stookinstallaties (CV-ketel), gastoestellen (geiser, fornuis), het roken van tabak en buitenlucht (verkeer). Het is niet uitgesloten dat rookgassen en uitlaatgassen van de parkeergarage via de binnenstraat de woningen kunnen binnendringen.

Deeltjesvormige verontreinigingen
Deeltjesvormige verontreinigingen kunnen voorkomen in de vaste fase (stof) of de vloeibare fase (nevel). De belangrijkste bronnen van zeer fijne (respirabele) deeltjes (kleiner dan 5 µm) in woningen zijn tabaksrook en rook en olienevel bij activiteiten in de keuken. Textielvezels en huidschilfers van bijv. kooivogels hebben grotere afmetingen.

4.1 Opzet van het onderzoek naar de luchtkwaliteit

De volgende componenten werden gedurende twee etmalen in zeven woningen gemeten als gemiddelden over de periode waarvoor het toetsingscriterium geldt:

Kooldioxide (CO_2) : continu
Koolmonoxide (CO) : als gemiddelde over 8 uur

Stikstofdioxide (NO_2) : als gemiddelde over 24 uur
Deeltjes (stof) : als gemiddelde over 24 uur

Er werd op 5 plaatsen gemeten:

- bij de aanzuigopening gelegen aan het atrium;
- in de woonkamer;
- in de hal;
- in de slaapkamer gelegen aan het atrium;
- op een referentiepunt in het atrium (tijdens de metingen in alle woningen).

De monsterneming vond plaats op een hoogte van ca. 1,50 m (ademhoogte) met uitzondering van de aanzuigopening van de aanzuigopening die op ca. 2 m hoogte lag. De meetplaatsen zijn aangegeven in Figuur 2.
Het bewonersgedrag tijdens de meetperiode werd door de bewoners in een dagboek bijgehouden. Het bleek tijdens de metingen dat de slaapkamer gelegen aan het atrium niet altijd als slaapkamer werd gebruikt. Slechts in twee woningen was dit het geval. In de overige woningen werd deze slaapkamer (niet de grootste slaapkamer!) veelal als opslagruimte benut.
De temperatuur en de relatieve vochtigheid werden gelijktijdig op alle meetplaatsen tevens continu gemeten. De gegevens kunnen worden gebruikt ten behoeve van het onderdeel Energiegebruik door de afdeling Warmte- en koudetechniek MT-TNO.Tevens kan uit de gegevens worden afgeleid in hoeverre in de woning geproduceerd vocht wordt afgevoerd.

5. MEETMETHODEN

1. *Kooldioxide (CO_2)*

De CO_2-concentratie werd met een specifieke monitor (Horiba) continu in de tijd geregistreerd. De lucht wordt door een cel geleid waarin infraroodstraling, met een brede golflengte, wordt gestraald. De detector detecteert de geabsorbeerde infrarode straling bij golflengten die specifiek zijn voor CO_2 (NDIR = non dispersive infrared detection).
Met behulp van een ijklijn wordt de concentratie berekend.

2. *Koolmonoxide (CO)*

De CO-concentratie werd eveneens bepaald met een specifieke monitor berustend op meting van geabsorbeerde infrarode straling, nu specifiek voor CO (UNOR). Ook dit apparaat werkt continu registrerend; uit de geregistreerde signalen wordt het gemiddelde over perioden van 8 uur berekend.

3. *Stikstofdioxide (NO_2)*

De NO_2-concentratie werd bepaald door lucht te leiden door een adsorptiebuisje gevuld met kiezelguhr geïmpregneerd met triethanolamine (SKC), waaraan NO_2 wordt geadsorbeerd. Na de monsterneming werden de buisjes geëxtraheerd met een oplossing van triethanolamine en n-butanol in water. Het NO_2-gehalte in de oplossing werd vervolgens colorimetrisch bepaald volgens de methode van Griess-Salzmann (6).

4. *Deeltjesvormige verontreinigingen (stof)*

De stofconcentratie werd bepaald door lucht over een periode van 24h te leiden door een filterhouder met een glasvezelfilter. Het debiet bedroeg 2 l/min; de grootte van de aanzuigopening 6 mm; de luchtsnelheid in de aanzuigopening is derhalve 1,25 m/s. Op deze wijze worden deeltjes met een aërodynamische diameter tot ca. 30 µm afgevangen. De hoeveelheid verzameld stof werd bepaald door weging van het filter voor en na de monsterneming in een geklimatiseerde ruimte (20°C; 60% RV); deling door het doorgezogen volume lucht levert de stofconcentratie in mg/m^3 of $\mu g/m^3$.

5. *Temperatuur*

De temperatuur werd in de tijd gevolgd met een thermistor (Vaisala).

6. *Relatieve vochtigheid*

De relatieve vochtigheid werd in de tijd gevolgd met een probe met een zogenaamde "thin film humidity sensor".
De elektrische signalen van de CO_2-, CO-, temperatuur- en RV-meters werden vastgelegd met behulp van een datalogger (Grant Squirrel 1201). Met behulp van het uitwerkprogramma werden de signalen vertaald in de eenheden van de gemeten grootheden (HP 9816 microcomputer) en afgedrukt met behulp van een plotter.

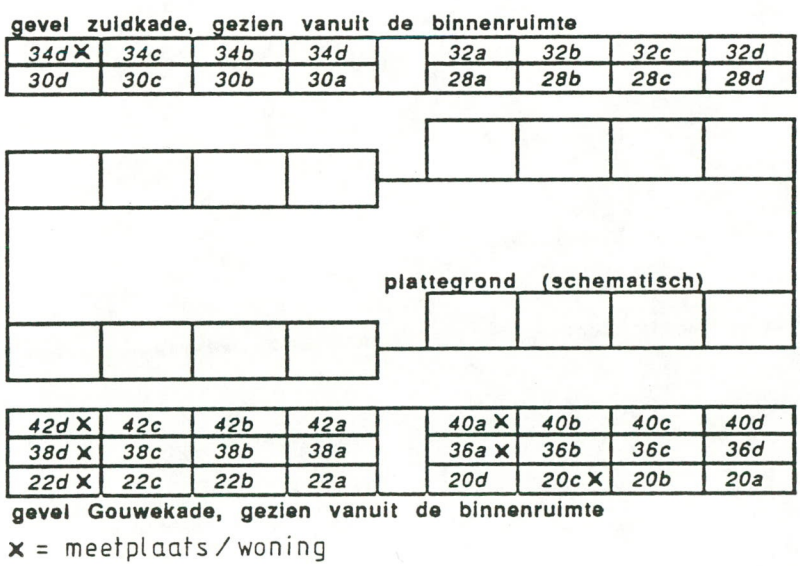
6. DE ONDERZOCHTE WONINGEN

Er werden drie woningen van het type C, het meest voorkomende type geselecteerd; twee woningen van het type B en twee woningen van het type D, wat in feite een C-woning met een vergrote woonkamer is. De metingen werden uitgevoerd volgens onderstaand schema.

Tabel 1 *Meetschema.*

Datum	Adres	Type
30 en 31-01-1990	Zuidkade 34D	C
02 en 03-02-1990	Zuidkade 38D	C
06 en 07-02-1990	Zuidkade 42D	C
09 en 10-02-1990	Zuidkade 36A	D
13 en 14-02-1990	Zuidkade 40A	D
16 en 17-02-1990	Zuidkade 20C	B
20 en 21-02-1990	Zuidkade 22D	B

In figuur 3 wordt het aanzicht van het project vanaf de Gouwekade en de Zuidkade met huisnummers schematisch weergegeven. De onderzochte woningen en de meetplaats in het atrium zijn hierin aangegeven.



Figuur 3: *Plattegrond van het project Haringkavel met meetplaatsen.*

7. UITKOMSTEN VAN DE METINGEN

De uitkomsten van de metingen worden samengevat in de tabellen 2 t/m 7. De geregistreerde CO_2-concentraties, temperatuur en relatieve vochtigheid worden weergegeven in bijlage 4.

Tabel 2 *Uitkomsten van de NO_2-concentratiebepalingen in $\mu g/m^3$.*

Datum	Adres	µg NO_2/m^3 lucht (24 uurgemiddelde)				
(1990)	(Zuidkade)	woonk.	hal	slaapk.	toevoer	atrium (ref.)
30-01	34D	56	32	32	39	51
31-01	34D	73	49	116	57	57
02-02	38D	40	43	41	45	65
03-02	38D	73	44	32	37	52
06-02	42D	61	64	54	87	69
07-02	42D	54	52	28	*)	*)
09-02	36A	56	66	59	57	135
10-02	36A	47	68	62	75	142
13-02	40A	58	67	63	32	105
14-02	40A	68	56	52	53	67
16-02	20C	50	61	41	92	181
17-02	20C	56	72	68	74	139
20-02	22D	39	67	65	173	128
21-02	22D	37	67	86	59	98

*) Storing door kortsluiting

Tabel 3 *Uitkomsten van deeltjesconcentratiebepalingen in $\mu g/m^3$.*

Datum	Adres	µg stof/m^3 lucht (24 uurgemiddelde)				
(1990)	(Zuidkade)	woonk.	hal	slaapk.	toevoer	atrium (ref.)
30-01[1)]	34D	230	180	95	30	25
31-01[1)]	34D	150	125	80	35	25
02-02	38D	30	30	10	60	85
03-02	38D	35	25	15	20	20
06-02	42D	50	25	40	60	10
07-02	42D	30	50	25	--[2)]	--[2)]
09-02	36A	30	25	10	35	20
10-02	36A	25	30	45	40	30
13-02[1)]	40A	130	80	15	25	25
14-02[1)]	40A	85	65	15	35	25
16-02	20C	45	50	30	60	55
17-02	20C	45	50	30	60	55
20-02	22D	30	45	30	50	45
21-02	22D	30	40	35	110	40

1) In deze woningen werd gerookt
2) Storing door kortsluiting

Tabel 4 *Uitkomsten van de gemiddelde (laagste-hoogste) CO_2-concentratiemetingen in ppm.*

Datum (1990)	Adres (Zuidkade)	Gemiddelde (laagste-hoogste) CO_2-concentratie (ppm)				
		woonk.	hal	slaapk.	toevoer	atrium (ref.)
30-01	34D	460 (360-620)	490 (360-670)	460 (350-820)	350 (330-380)	390 (370-410)
31-01	34D	480 (330-930)	490 (350-970)	470 (340-900)	360 (340-520)	400 (370-430)
02-02	38D	580 (320-1160)	430 (370-840)	350 (330-400)	310 (290-370)	390 (370-420)
03-02	38D	630 (400-1220)	460 (360-750)	340 (310-420)	310 (290-380)	400 (370-450)
06-02	42D	680 (340-1580)	510 (350-790)	560 (400-1050)	400 (380-590)	410 (390-720)
07-02	42D	640 (380-1070)	480 (340-780)	560 (340-1310)	*)	*)
09-02	36A	580 (390-1070)	450 (380-610)	390 (370-440)	440 (420-470)	370 (350-390)
10-02	36A	530 (400-980)	440 (370-610)	390 (370-460)	440 (420-470)	370 (350-390)
13-02	40A	550 (380-960)	410 (300-690)	390 (370-430)	410 (380-480)	420 (400-440)
14-02	40A	520 (390-830)	390 (300-600)	380 (350-420)	410 (380-440)	420 (400-440)
16-02	20C	600 (430-910)	440 (330-660)	440 (370-560)	380 (325-460)	450 (410-520)
17-02	20C	640 (420-1280)	470 (330-910)	450 (370-700)	390 (370-430)	450 (425-500)
20-02	22D	650 (430-1130)	480 (330-800)	460 (370-640)	420 (390-440)	410 (390-440)
21-02	22D	610 (380-940)	450 (290-670)	440 (350-570)	420 (400-460)	420 (400-440)

*) Storing door kortsluiting (stroomuitval)

Tabel 5 *Uitkomsten van de gemiddelde (laagste-hoogste) temperatuurmetingen in °C.*

Datum (1990)	Adres (Zuidkade)	Gemiddelde (laagste-hoogste) temperatuur (°C)				
		woonk.	hal	slaapk.	toevoer	atrium (ref.)
30-01	34D	20 (17,5-21,5)	19,5 (18-20,5)	20 (18,5-21)	9,5 (7,5-11,5)	9,5 (8-12)
31-01	34D	20 (18,5-22)	19,5 (19-21)	20 (19,5-21)	11,5 (10,5-12,5)	11,5 (10,5-12)
02-02	38D	20 (17,5-22,5)	18,5 (17-20)	19,5 (18,5-20)	9,5 (8,5-12)	10 (9-12,5)
03-02	38D	19,5 (18-20)	19 (18-20)	19,5 (19-20)	8,5 (8-9,5)	9 (8-10)
06-02	42D	17,5 (15,5-21,5)	18 (16,5-19,5)	18 (12,5-21)	10 (6,5-16)	10 (6,5-14,5)
07-02	42D	18 (16,5-20,5)	18,5 (17-19,5)	19,5 (16,5-22,5)	11,5 (10-13,5)	*)
09-02	36A	20 (18,5-21,5)	20 (18,5-21,5)	20 (19-21)	10 (7,5-15,5)	10 (8-14,5)
10-02	36A	20 (18,5-21,5)	20 (18,5-21)	20 (19-20,5)	8,5 (6,5-10,5)	8,5 (8,5-10,5)
13-02	40A	20 (17,5-22)	20 (17,5-22)	19,5 (17-21)	8 (5,5-12)	8 (6-12,5)
14-02	40A	20 (18-21,5)	20 (18-21,5)	20 (18-21,5)	9 (7,5-11,5)	9,5 (8-11)
16-02	20C	18,5 (16-26)	18,5 (16-26)	18,5 (16-26)	6 (3,5-12,5)	7 (4-13)
17-02	20C	18,5 (16-20,5)	18,5 (16-20,5)	18,5 (16-20,5)	6 (3-10)	6,5 (3,5-10)
20-02	22D	20 (18-23)	20 (18-23)	20 (18-23)	14 (12-18)	15 (12-18,5)
21-02	22D	19,5 (18-21)	19,5 (18-21)	19,5 (18-21)	13 (10-15,5)	13,5 (11-17,5

*) Storing door kortsluiting

Tabel 6 *Uitkomsten van de gemiddelde (laagste-hoogste) relatieve vochtigheidsmetingen in %.*

Datum (1990)	Adres (Zuidkade)	Gemiddelde (laagste-hoogste) R.V., %				
		woonk.	hal	slaapk.	toevoer	atrium (ref.)
30-01	34D	41 (38-44)	38 (35-42)	39 (36-43)	71 (67-75)	70 (66-73)
31-01	34D	43 (40-48)	40 (38-45)	41 (38-44)	65 (59-75)	67 (60-76)
02-02	38D	42 (38-46)	38 (33-45)	37 (34-40)	70 (59-81)	69 (59-79)
03-02	38D	44 (40-51)	37 (35-46)	37 (35-39)	77 (71-86)	76 (70-85)
06-02	42D	47 (43-55)	41 (38-48)	41 (35-48)	67 (53-76)	67 (55-74)
07-02	42D	52 (49-57)	46 (40-55)	45 (39-52)	77 (69-88)	*)
09-02	36A	43 (41-49)	34 (31-39)	35 (33-36)	67 (53-76)	68 (55-76)
10-02	36A	41 (39-43)	32 (28-38)	32 (28-39)	70 (49-88)	70 (50-88)
13-02	40A	34 (31-41)	34 (31-41)	29 (26-39)	67 (48-89)	68 (47-89)
14-02	40A	35 (33-42)	35 (33-42)	30 (28-39)	64 (55-75)	63 (58-74)
16-02	20C	37 (25-40)	37 (25-40)	37 (25-40)	66 (45-74)	64 (45-72)
17-02	20C	38 (34-45)	38 (34-45)	38 (34-45)	79 (70-88)	78 (68-88)
20-02	22D	50 (45-53)	50 (45-54)	50 (45-54)	75 (65-84)	74 (64-82)
21-02	22D	51 (45-55)	51 (45-55)	51 (45-55)	70 (46-83)	68 (44-81)

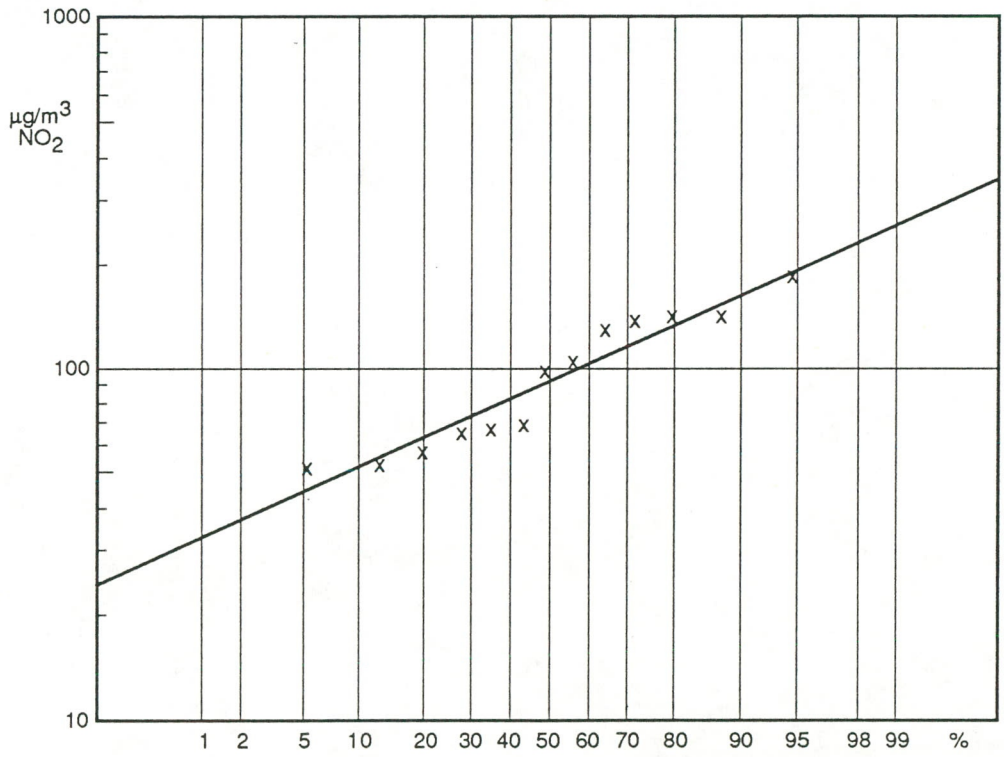
*) Storing door kortsluiting

De koolmonoxideconcentraties werden bepaald als 8-uurgemiddelen. (Perioden 0-8 uur, 8-16 uur en 16-24 uur.)
Voor alle woningen, dagen, meetplaatsen en perioden gold dat de 8-uurgemiddelde CO-concentraties ≤ 1 ppm waren.

8. TOETSING VAN DE RESULTATEN AAN CRITERIA

8.1 Stikstofdioxide NO_2

Uit tabel 2 blijkt dat het criterium van 150 $\mu g/m^3$ (24 -uurgemiddelde) éénmaal werd overschreden in de toevoerlucht en het atrium; *in* de woning echter niet.
Concentraties vertonen in de tijd bij benadering een logarithmisch normale verdeling. Deze verdeling wordt gekenmerkt door het geometrisch gemiddelde of de mediaan (GM = **g**eometric **m**ean) en de geometrische standaardafwijking (GSD = **g**eometric **s**tandard **d**eviation). In figuur 4 wordt een voorbeeld gegeven van een verdelingscurve op logarithmisch normaal waarschijnlijkheidspapier; indien de verdeling lognormaal is vormen de punten een rechte lijn.



Figuur 4 *Cumulatieve frequentieverdeling van NO_2-concentraties (24h gem.) in woonkamer.*

Per meetpunt werden GM, GSD en het rekenkundig gemiddelde (AM = **a**rithmetic **m**ean) berekend. Tevens werd de overschrijdingskans van het toetsingscriterium geschat. Deze worden samengevat in tabel 7.

Tabel 7 *NO_2-concentraties (24h gemiddelden).*

Grootheid	Woon-kamer	Hal	Slaap-kamer	Toevoer	Atrium
GM (µg/m^3)	54	56	53	61	91
GSD	1,24	1,26	1,49	1,57	1,55
AM (µg/m^3)	55	58	57	68	99
n (aantal metingen)	14	14	14	13	13
ov. kans, % van 150 µg/m^3	<1	<1	ca. 1	ca. 2	ca. 20

Het blijkt dat de hoogste NO_2-concentraties in het atrium optreden, waar een overschrijdingskans van ca. 20% bestaat. In de woningen is deze kans te verwaarlozen.
Hieruit kan worden afgeleid dat de verliezen door absorptie aan bouwmaterialen tijdens het binnendringen in de woningen een grotere rol spelen dan de bijdrage van de bronnen in de woningen.
De (geringe) verhoging in het atrium wordt mogelijk veroorzaakt door transport van lucht via de toegangsdeur naar de garage. Het meetpunt bevond zich niet ver van deze deur. De NO_2-concentratie in de toevoerlucht van de woningen - de meeste waren hoger gelegen - was weer lager.

8.2 Deeltjes (stof)

Uit de resultaten vermeld in tabel 3 blijkt dat het roken een grote invloed heeft op de deeltjesconcentratie. In vertrekken waar wordt gerookt wordt het toetsingscriterium van 140 µg/m^3 vrijwel steeds overschreden. Dit is ook gebleken uit andere onderzoekingen in woningen (3,4). Het criterium wordt getoetst onder uitsluiting van de invloed van roken, dus met uitsluiting van de woningen Zuidkade 34D en Zuidkade 40A.
In tabel 8 wordt het resultaat samengevat.

Tabel 8 *Stofconcentraties in woningen waar niet wordt gerookt.*

Grootheid	Woon-kamer	Hal	Slaap-kamer	Toevoer	Atrium
GM (µg/m^3)	34	35	25	42	30
GSD	1,26	1,36	1,65	1,57	1,63
AM (µg/m^3)	35	37	27	47	34
n	10	10	10	13	13
ov. kans, % van 140 µg/m^3	<1	<1	<1	ca. 1	<1
AM (µg/m^3) in woningen met rokers (n=4)	150	115	50		

Het blijkt dat de overschrijdingskans is te verwaarlozen in woningen waar niet wordt gerookt.
In woningen waar wel wordt gerookt is de overschrijdingskans aanzienlijk.

8.3 Koolmonoxide

Het toetsingscriterium voor CO is 9 ppm (8-uurgemiddelde). In geen enkel geval werden concentraties hoger dan 1 ppm als 8-uurgemiddelde gevonden (in de woonkamers ≤ 1 ppm periode 16-24 uur, overige tijdstippen en meetplaatsen < 1 ppm; hoogste gemeten momentane concentratie 3 ppm in woonkamer nr. 40A).
Dit betekent dat de overschrijdingskans is te verwaarlozen.

8.4 Kooldioxide

De hygiënische grenswaarde van 1200 ppm CO_2 werd in een aantal gevallen overschreden. Deze waren:

- Zuidkade 38D; 03-02, 's middags ca. 1200 ppm in de woonkamer gedurende ca. 15 min.
- Zuidkade 42D; 06-02, 's avonds > 1200 ppm (maximum 1580 ppm) in woonkamer ca. 1 uur.
- Zuidkade 42D; 07-02, 's avonds rond 23 uur piek van 1300 ppm in de slaapkamer.
- Zuidkade 20C; 17-02, 's avonds 21-23 uur ca. 1200 ppm in de woonkamer.

Opgemerkt wordt dat van de onderzochte slaapkamers er slechts twee als zodanig werden gebruikt, namelijk op Zuidkade 34D en Zuidkade 42D. In de slaapkamer van één van deze twee - Zuidkade 42D - vond overschrijding plaats. Naar de andere slaapkamers kon transport van lucht afkomstig van bewoonde ruimten alleen via de hal plaatsvinden.
De CO_2-concentraties waren veel lager, en ook lager dan die van de aangrenzende hal. Van een aanzienlijke bijdrage vanuit het atrium blijkt uit de metingen niets.

Gedurende al deze perioden stond de luchtunit in de woning in de laagstand en werd door de bewoners niet geventileerd door het openen van ramen (zie bijlage 3). Overschrijding zou waarschijnlijk te voorkomen zijn door de luchtunit in de hoog (dag-) stand te zetten.

8.5 Temperatuur en relatieve vochtigheid

Alhoewel niet tot de opdracht behorend werden de temperatuur en de relatieve vochtigheid ook gemeten op alle meetplaatsen. De resultaten kunnen worden gebruikt ten behoeve van het onderdeel Energiegebruik door de afdeling Warmte- en Koudetechniek MT-TNO. In bijlage 1 worden de temperatuur en de relatieve vochtigheid geregistreerd door het dichtstbijzijnde KNMI weerstation (Valkenburg) vermeld.
Uit de gegevens vermeld in tabel 5, tabel 6 en bijlage 1 kan worden afgeleid dat het absolute vochtgehalte (in g H_2O/kg lucht) in het atrium, de slaapkamer en de hal steeds vrijwel gelijk was aan dat in de buitenlucht. In de woonkamers was deze in geringe mate verhoogd met maximaal 0,6 g/kg.

Tabel 9 *Absoluut vochtgehalte in g H_2O/kg lucht.*

	Valkenburg KNMI	Atrium	Woon-kamer	Slaap-kamer	Hal
Aantal dagen (n)	14	13	14	14	14
Gemiddelde (x)	3,1	3,0	3,3	3,1	3,2
Standaardafwijking (s)	0,3	0,4	0,2	0,25	0,2
Bereik (laagste en hoogste 24-uursgemiddelde	2,7-3,8	2,5-3,8	3,0-3,7	2,7-3,4	2,9-3,5

8.6 Ventilatie

Ventilatieberekeningen werden niet uitgevoerd. Er werden ook geen metingen uitgevoerd die als invoergegevens nodig zijn voor het MT-TNO ventilatierekenprogramma, zoals luchtdebieten van mechanisch aan- en afgevoerde luchtvolumestromen en luchtdichtheden van de woningschil. Er kunnen slechts enkele algemene opmerkingen worden gemaakt.
De periode gedurende welke de luchtkwaliteitsmetingen werden uitgevoerd werd gekenmerkt door veel wind en zelfs enkele stormen (zie bijlage 2 Gemiddelde windsnelheid geregistreerd door het KNMI weerstation Valkenburg). Dit leidde op 7 februari tijdens een storm tot een storing in de meetapparatuur in het atrium door kortsluiting, ontstaan bij lekkage door het glazen dak.
Uit bijlage 3: "Bewonersgedrag" kan worden afgeleid dat er tijdens harde wind ook niet werd geventileerd door het openen van ramen. Op de 5 dagen dat dit wel op enig tijdstip gebeurde varieerde de (24 uur)gemiddelde windsnelheid van 5-7,5 m/s. Op de overige 9 dagen dat in het geheel niet door de bewoners werd geventileerd varieerde de (24 uur)gemiddelde windsnelheid van 7-12,5 m/s. Het blijkt dus dat de bewoners hun ventilatiegedrag aanpassen aan de heersende windsterkte. Ondanks de relatief hoge windsnelheden is de ventilatie in de woningen mede als gevolg van de luchtdichtheid van de woningen waarschijnlijk niet extreem hoog geweest. De meetresultaten zijn dan toch redelijk representatief voor een gemiddelde wintersituatie. Om de ventilatie tijdens de metingen te kennen zijn berekeningen nodig door middel van het MT-TNO ventilatierekenprogramma, alsmede de meting van een aantal invoergegevens, zie het begin van deze paragraaf.

9. CONCLUSIES

Bij toetsing van de gemeten concentraties van luchtverontreinigende componenten aan gezondheidskundige richtwaarden wordt geconcludeerd dat de overschrijdingskans

- voor NO_2 gering is in het atrium en verwaarloosbaar is in de woningen;
- voor stof verwaarloosbaar is indien er in de woning niet wordt gerookt, doch groot als er wel wordt gerookt;
- voor CO verwaarloosbaar is;
- de gemeten CO_2-concentraties overschrijden is in een aantal gevallen de hygiënische grenswaarde, met name indien de bewoners de ventilatievoorzieningen niet adequaat gebruiken en de windsnelheid laag is.

Het absolute vochtgehalte in de lucht is in de woning en het atrium vrijwel gelijk aan dat in de buitenlucht, hetgeen betekent dat het in de woningen geproduceerde vocht goed wordt afgevoerd.

10. EVALUATIE LUCHTKWALITEITSONDERZOEK IN ENERGIEZUINIGE WONINGEN, EN AANBEVELINGEN

Nu er luchtkwaliteitsonderzoek in drie energiezuinige woningprojecten door TNO in opdracht van NOVEM is uitgevoerd, wordt een evaluatie hiervan nuttig geacht met het oog op projecten in de toekomst. Dit wordt in de volgende paragrafen gedaan, waarbij ook onderzoek in andere Nederlandse woningen en nationale en internationale ontwikkelingen in beschouwing worden genomen. De discussie vindt per component plaats.

10.1 Stikstofdioxide

De belangrijkste bronnen van NO_2 zijn de buitenlucht en in de woning afvoerloze gastoestellen, met name in de keuken. De keukengeiser blijkt een grotere invloed te hebben op de NO_2-concentraties dan het kooktoestel (4). De kans op overschrijding van het criterium is zeer groot bij aanwezigheid van een afvoerloze geiser in de keuken. Dit is ook elders in Nederland geconstateerd (8). Hoewel afvoerloze geisers nog steeds niet zijn verboden in Nederland, worden zij in nieuwe woningen nauwelijks meer geïnstalleerd. Bij renovatie dient men attent op afvoerloze geisers te blijven; het verdient dan aanbeveling deze van een afvoer te voorzien, zoals tijdens en na het onderzoek in Den Bosch is gebeurd.
Ook in woningen met een geiser in de keuken met een afvoer is de overschrijdingskans van het criterium niet te verwaarlozen. De kans op overschrijding ten gevolge van het verkeer is klein (9).
Het meten van NO_2-concentraties in nieuwe projekten wordt aanbevolen.

10.2 Zwevend stof

Uit onderzoek in Nederland en andere landen blijkt dat de totale persoonlijke blootstelling aan zwevend stof grotendeels wordt bepaald door de niveau's in de woningen, welke op hun beurt in belangrijke mate worden bepaald door het rookgedrag. Ten opzichte van de buitenlucht (20 - 70 $\mu g/m^3$) zijn in woningen zonder rokers de concentraties fijn stof ongeveer gelijk of iets lager. In woningen waarin wordt gerookt zijn zij enkele tientallen tot honderden $\mu g/m^3$ hoger. In de woningen van de drie onderzochte projecten werd het criterium van 140 $\mu g/m^3$ vrijwel steeds overschreden als er werd gerookt. Piek-

concentraties kunnen oplopen tot 1000 $\mu g/m^3$ en hoger. Andere bronnen in de woning zijn kookactiviteiten (olienevel bij bakken en braden).
Overwogen kan worden de meting van stofconcentraties voortaan achterwege te laten omdat de kans op overschrijding van het criterium in woningen zonder rokers zeer klein is en de huidige ventilatienormen niet toereikend zijn voor woningen met rokers.

10.3 Koolmonoxide

De belangrijkste bronnen van CO in de woning zijn evenals voor NO2 afvoerloze gasapparaten. De verhoging van de CO-concentraties ten opzichte van de buitenlucht (0 - 5 ppm) was bij de drie onderzochte projecten gering (0 - 2 ppm). Lebret (8) heeft in veel gevallen veel hogere CO-concentraties gevonden: ten opzichte van de buitenlucht enkele ppm tot enkele tientallen ppm hoger. In extreme gevallen (weinig ventilatie in de keuken) werd meer dan 50 ppm CO gevonden.
Aanbevolen wordt, om dezelfde redenen als voor NO_2, de CO-concentratie te meten in de nieuwe projecten.

10.4 Kooldioxide

Kooldioxide is een duidelijke indicator voor de ventilatie in bewoonde ruimten. In natuurlijk geventileerde gerenoveerde woningen in Rotterdam werd de hygiënische grenswaarde vrijwel steeds overschreden: in de slaapkamers werd tot 2400 ppm, in de woonkamer tot 2600 ppm en in de keuken tot 4000 ppm bereikt. Echter, ook in woningen met gebalanceerde ventilatie van alle drie projecten kwamen overschrijdingen voor. Deels werden deze veroorzaakt doordat de bewoners de ventilatievoorzieningen onvoldoende benutten, deels omdat het ontwerp niet voldeed aan de ventilatienorm (slaapkamers Den Bosch).
Aanbevolen wordt ook bij volgende projecten de CO_2-concentraties te bepalen.

10.5 Formaldehyde

In woningen zijn vele bronnen van formaldehyde. Bronnen kunnen zijn bouwmaterialen, inrichtingsmaterialen, consumentenartikelen en verbrandingsproducten (waaronder tabaksrook). In Rotterdam werden geen, in Den Bosch wel overschrijdingen van de grenswaarde

van 120 $\mu g.m^3$ geconstateerd; in Boskoop is de formaldehydeconcentratie niet gemeten. De overschrijding in Den Bosch werd mede toegeschreven aan het isolatiemateriaal. Roken levert ook een bijdrage.
Om een nieuwbouw- of renovatieproject te kunnen beoordelen zijn voornamelijk de bouwmaterialen van belang. Om de bijdrage hiervan aan de formaldehydeconcentratie te kunnen vaststellen wordt aanbevolen deze te meten voordat de woning wordt opgeleverd.
Door de herhaling na oplevering en in gebruikneming kan de bijdrage van andere bronnen worden vastgesteld. De invloed van het roken moet dan worden uitgesloten.
Bij selectie van bouwmaterialen kan de emissie van formaldehyde uit materialen in een proefruimte worden bepaald. Hiervoor zijn gestandiseerde methoden en richtlijnen beschikbaar (10,11)

10.6 Vluchtige organische verbindingen

In iedere woning zijn vele bronnen van vluchtige organische verbindingen (VOC = volatile organic chemicals) aanwezig.
Veel voorkomende verbindingen zijn alkanen, aromaten, terpenen, esters, alcoholen, gechloreerde koolwaterstoffen; bronnen zijn bouwmaterialen, inrichtingsmaterialen, consumentenartikelen, schoonmaakmiddelen, tabaksrook, chemisch gereinigde kleding, enz.
Om de bijdrage van de woning vast te kunnen stellen dienen de concentraties voor de oplevering te worden gemeten. De bijdrage van de bewoners is sterk afhankelijk van de inrichting en het bewonersgedrag.
Grenswaarden, richtwaarden of toetsingscriteria ontbreken nog vrijwel geheel. Tijdens het internationale symposium "Indoor Air '90" in Toronto werden door verschillende toonaangevende onderzoekers voorzetten gedaan voor criteria, die onderling sterk verschilden. Ook voor de emissie van VOC uit materialen ontbreken criteria. Wel wordt momenteel hard gewerkt aan de beschrijving van testprotocollen (12,13)
Aanbevolen wordt om in ieder geval VOC-concentraties te bepalen vòòr de oplevering.

11. REFERENTIES

1. Engelen, M., H. Corbee
Praktijkexperiment Haringkavel te Boskoop, Proces en resultaten
Deel 1: Van iniatief tot eerste paal
Deel 2: Van eerste paal tot oplevering
Rapporten Woonenergie, Gouda

2. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene
Zorgen voor Morgen - Nationale Milieuverkenning 1985-2010.
Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan den Rijn, 1988.

3. Holst, P.A.J., J.F. van der Wal
Stofconcentraties in woningen van vogelhouders.
T. Soc. Gezondheidsz. 63 (1985), 1022-1025.

4. Wal, J.F. van der e.a.
Onderzoek naar de binnenluchtkwaliteit van gerenoveerde woningen te 's Hertogenbosch.
MT-TNO rapport R 88/235c (1989).

5. Wal, J.F. van der, A.M.M. Moons, H.J.M. Cornelissen
Oriënterend onderzoek naar de binnenluchtkwaliteit van gerenoveerde woningen in Rotterdam.
MT-TNO rapport R 86/307 (1987).
Klimaatbeheersing 17 (1988), 5, 177-185.

6. Bouwman, H.B.
Onderzoek naar de toelaatbare minimum verse luchttoevoer per persoon in gebouwen.
IMG-TNO rapport C 470, januari 1981.

7. Willey, M.A., C.S. McCammon, L.J. Doemeny
A solid sorbent personal sampler method for the simultaneous collection of nitrogen dioxide and nitric oxide in air.
Am. Ind. Hyg. Ass. J. 38 (1977), 358-363.

8. Lebret, E.
Air pollution in Dutch homes - an exploratory study in environmental epidemiology
Thesis, Wageningen, 1985

9. Brunekreef, B. e.a.
Stikstofdioxide en tabaksrook in de binnenlucht
Publicatiereeks lucht, 60, Ministerie VROM, Leidschendam

10. CEN-report CR 213, prepared by Technical Committee CENITC 91,
Brussels, May 1988

11. Formaldehyde emission from wood based materials. Guideline for the determination of steady state concentration in test chambers.
Commission of the European Communities, Report no 2 European Concerted Action Indoor Air Quality and in impact on man, COST Project 613, April 1989

12. Indoor Air '90
Precedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, 29 July - 3 August 1990

13. Guideline for the characterization of volatile organic compounds emission from indoor materials and products using small test chambers.
Commission of the European Communities, Draft Report no 8 European Concerted Action Indoor Air Quality and in impact on man, COST Project 613, 1990

14. Tichenor, B.A.
Indoor Air Sources: using small environmental test chamber to characterize organic emission from indoor materials and products
EPA-Report 600 18-89-074, 1989

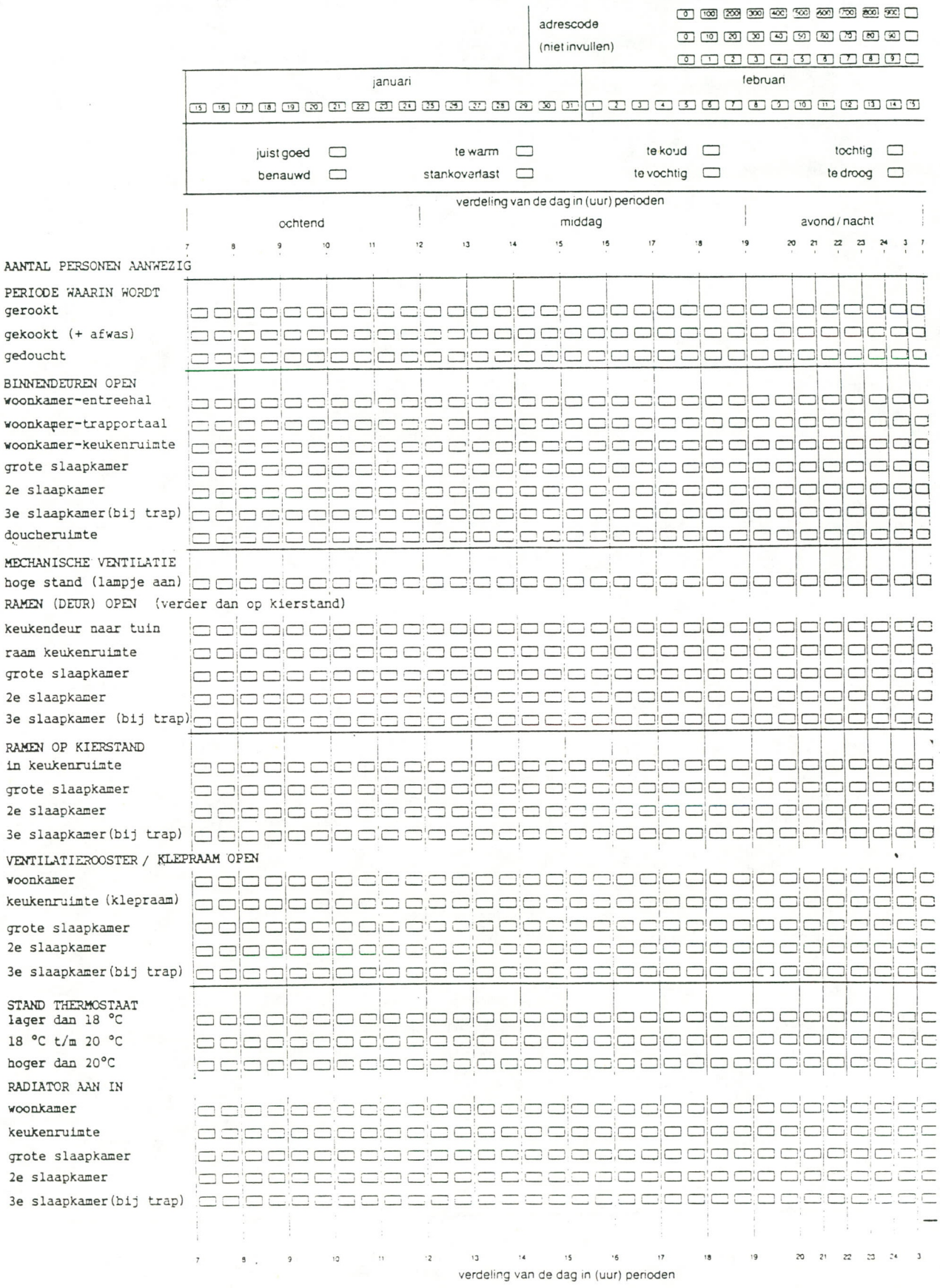
BIJLAGE 1: Temperatuur en relatieve vochtigheid geregistreerd door het KNMI-station Valkenburg

Datum (1990)	Gemiddelde temperatuur op 1,5 m in °C					Gemid. R.V. %
	0-24	0-6	6-12	12-18	18-24	0-24
30-01	8,1	6,2	7,2	9,3	9,8	83
31-01	9,8	10,2	10,3	10,6	8,3	79
02-02	7,1	7,2	7,5	6,9	6,9	84
03-02	6,6	6,4	6,1	7,3	6,8	89
06-02	8,0	3,8	6,4	10,8	10,9	83
07-02	10,3	9,0	9,4	10,8	12,0	88
09-02	7,3	6,7	7,5	8,2	6,9	86
10-02	6,2	4,6	5,4	6,8	8,0	85
13-02	5,9	4,7	5,8	5,2	7,8	83
14-02	6,6	7,2	6,7	6,7	5,9	80
16-02	3,7	3,7	5,0	5,1	1,0	84
17-02	5,0	-0,2	2,9	7,9	9,5	94
20-02	13,1	11,3	12,5	14,9	13,7	85
21-02	9,7	10,6	11,1	9,1	7,9	86

BIJLAGE 2: Gemiddelde windsnelheid geregistreerd door het KNMI-station Valkenburg

Datum (1990)	Gemiddelde windsnelheid, m/s				
	0-24	0-6	6-12	12-18	18-24
30-01	9,5	8	9,5	9,5	11
31-01	10,5	12,5	11	10,5	8
02-02	10	10,5	9,5	10	9,5
03-02	8	8	7	10,5	12
06-02	6	4,5	5	6,5	9
07-02	12,5	9,5	14	13	13
09-02	7	7,5	7	7,5	6,5
10-02	7	5,5	6,5	7,5	8,5
13-02	9	10	8	7	11
14-02	10	16	12,5	8	3,5
16-02	5	6	6	6	2,5
17-02	5,5	2,5	5,5	7	7,5
20-02	8	9	8	7,5	7
21-02	7,5	6	8,5	11	5,5

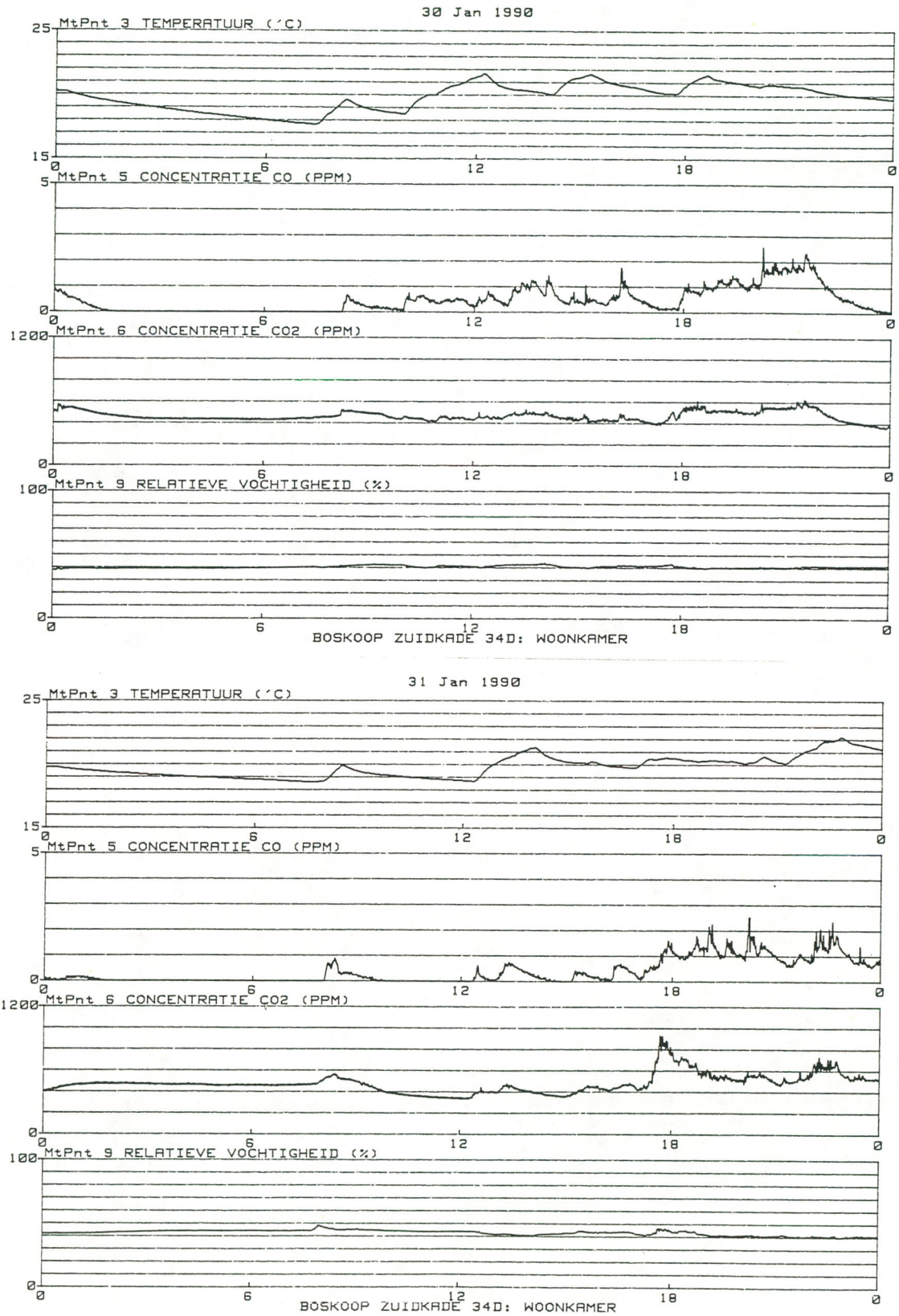
BIJLAGE 3: Formulier dat tijdens de metingen dagelijks werd ingevuld



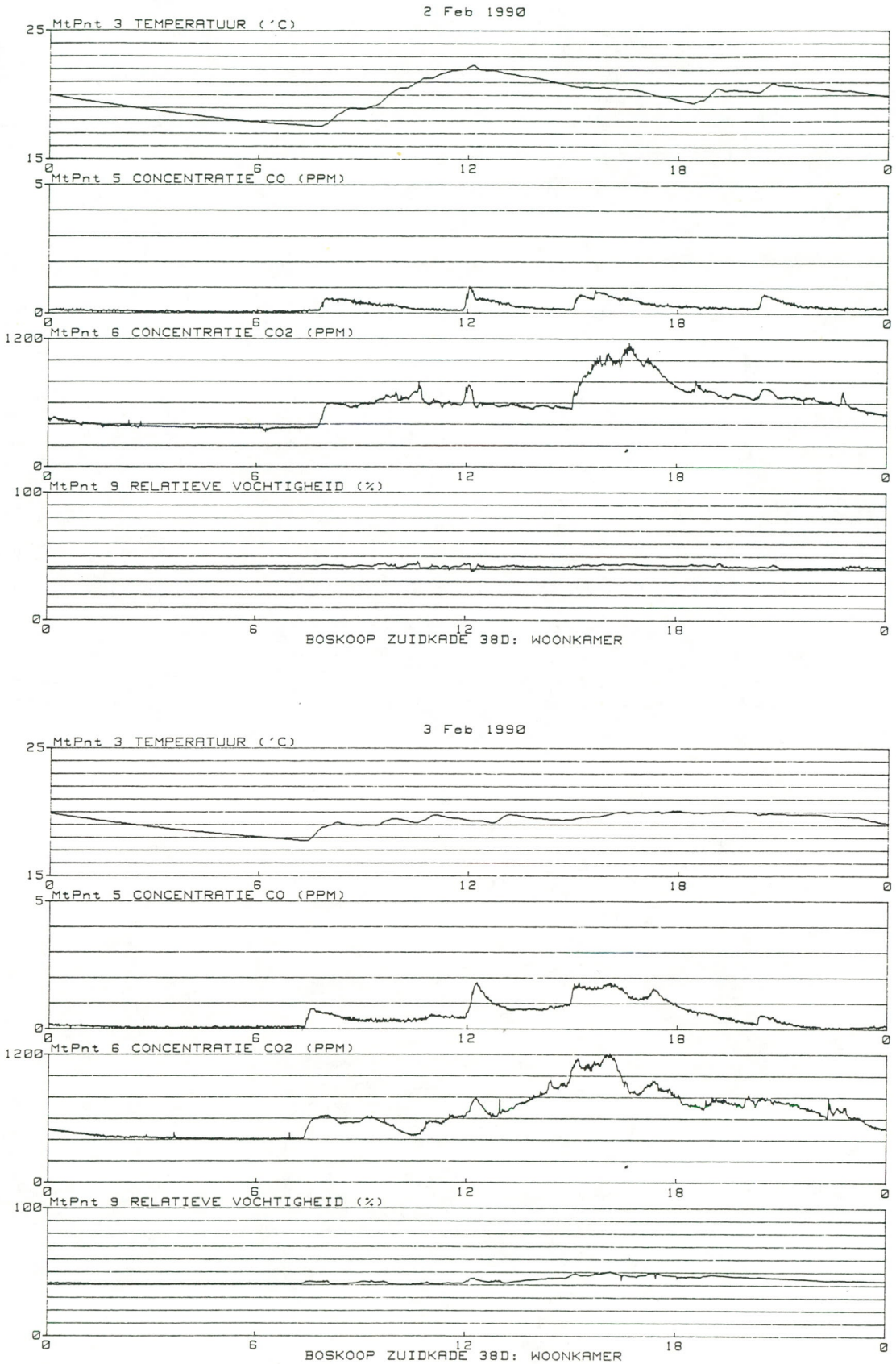
BIJLAGE 4: Bewonersgedrag gedurende de onderzoekperiode

Datum (1990)	Adres (Zuidkade)	Aantal personen aanwezig	Periode ged. welke werd gerookt uur/etmaal	Periode ventilator in hoog-stand uur/etmaal	Periode opening ventilatie-openingen uur/etmaal
30-01	34D	2	10,5	0	0
31-01	34D	2	8	0	0
02-02	38D	2	0	0	0
03-02	38D	2	0	0	0
06-02	42D	2	0	0	1 raam serre
07-02	42D	2	0	0	0
09-02	36A	1-3	0	2,5	1 raam serre
10-02	36A	1	0	1	0
13-02	40A	1-4	5	0,5	0
14-02	40A	1-4	4,5	5	0
16-02	20C	1-2	0	2	1,5 raam grote slaapkamer
17-02	20C	0-4	0	0	1,5 raam grote slaapkamer
20-02	22D	1-4	0	24	0
21-02	22D	0-2	0	5,5	4 raam grote slaapkamer

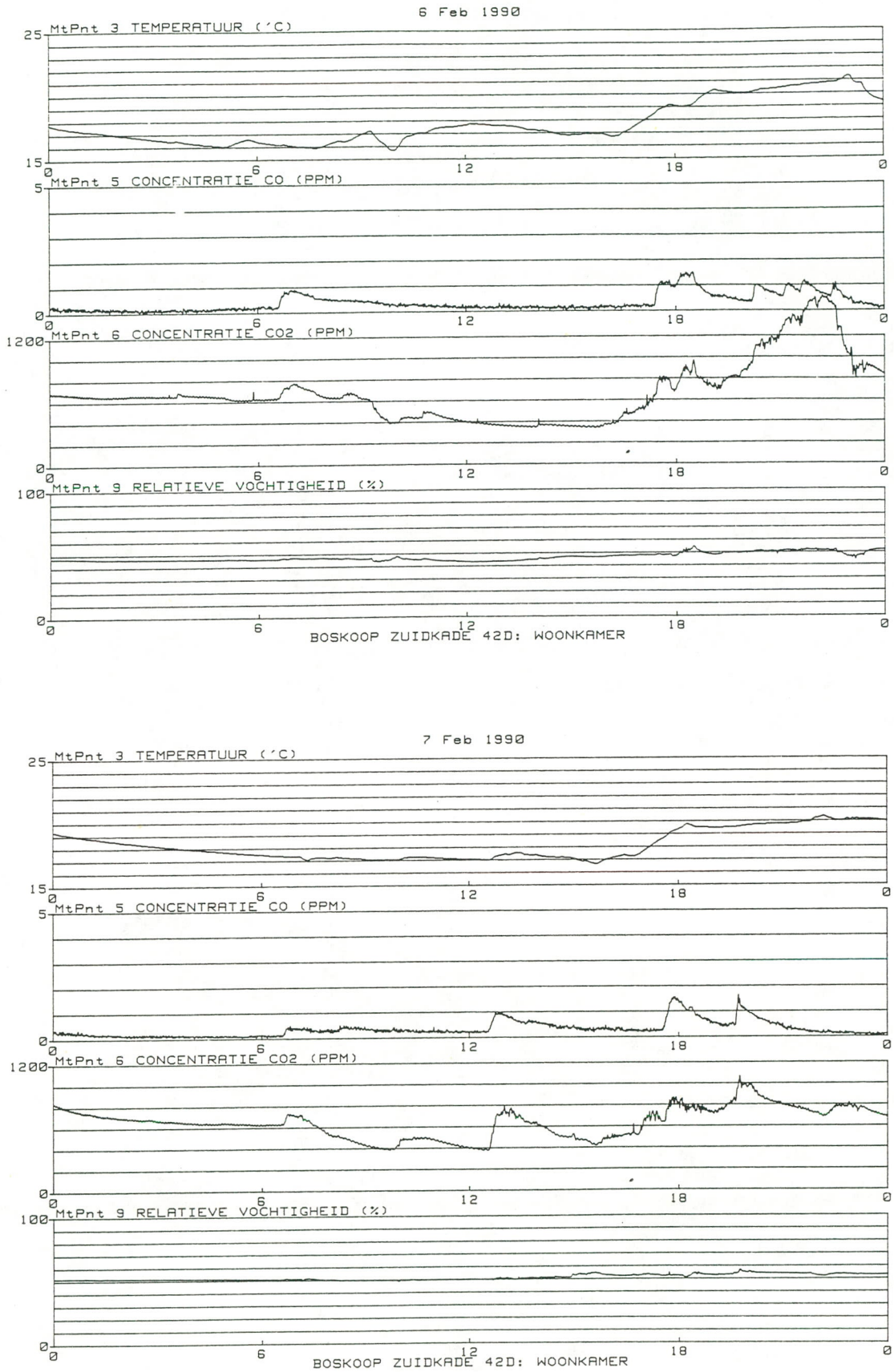
BIJLAGE 5: Registratie van de metingen in de woonkamers



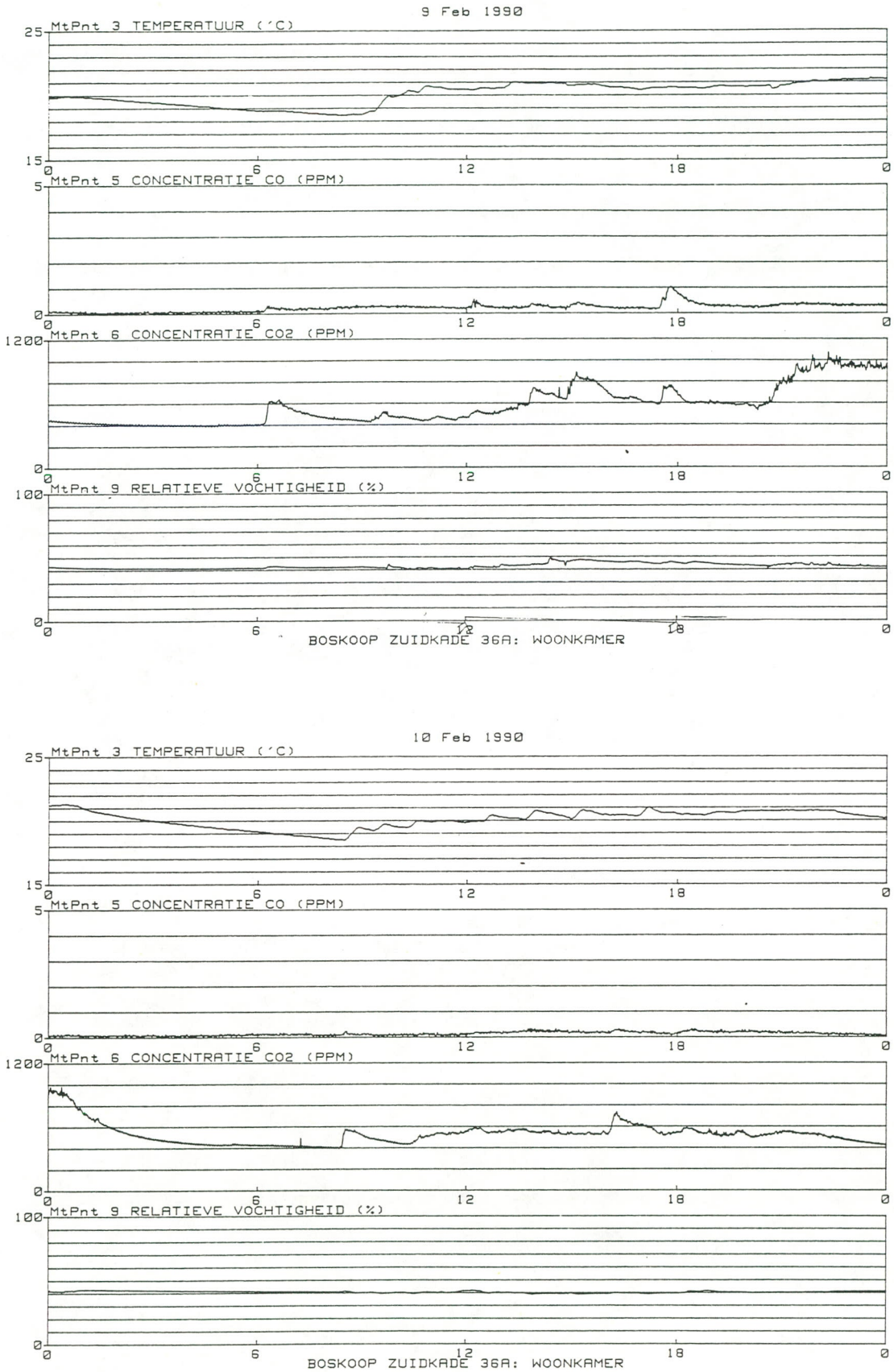
Figuur 5.1 *Woonkamer Zuidkade 34D.*



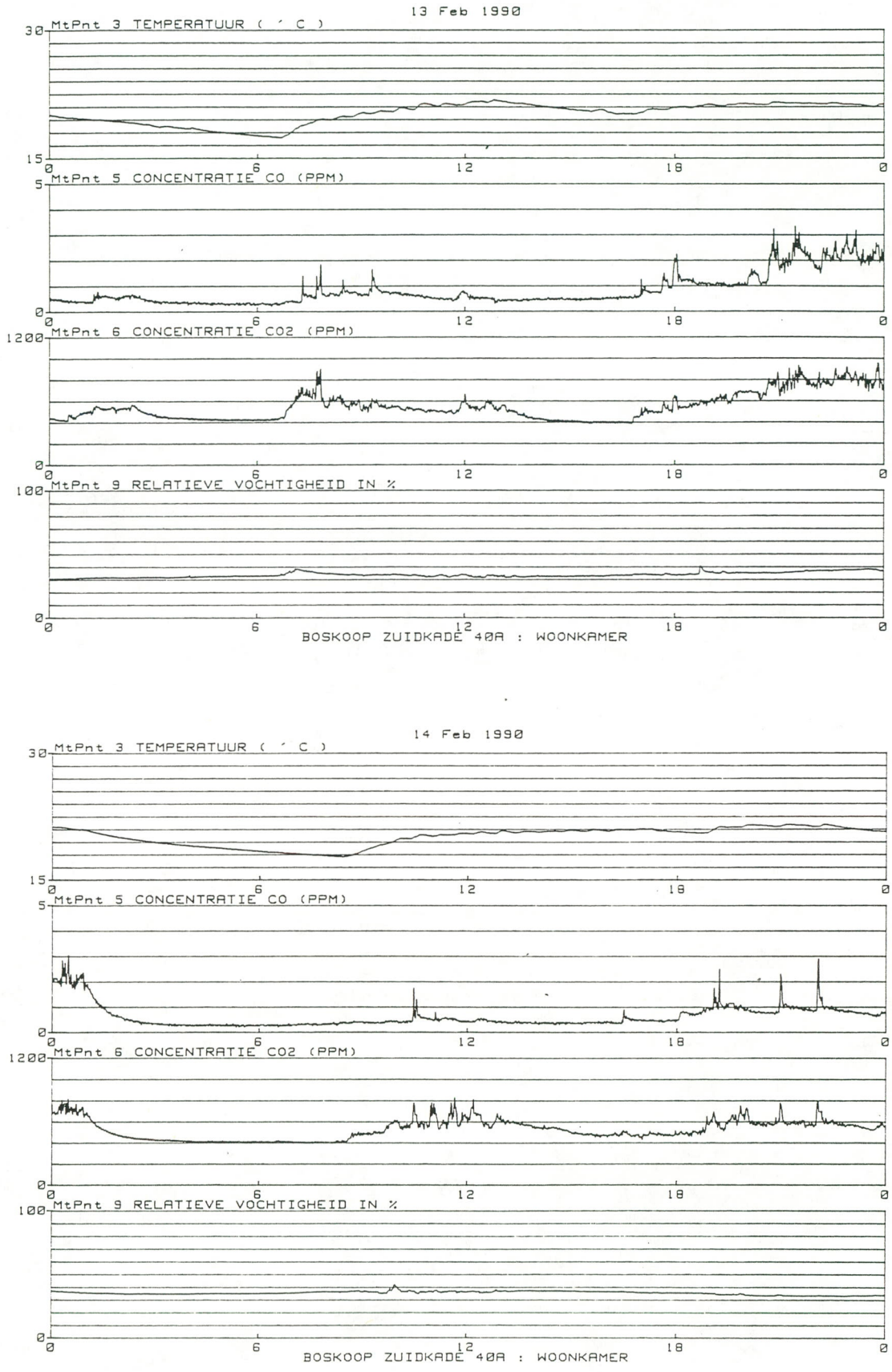
Figuur 5.2 *Woonkamer Zuidkade 38D.*



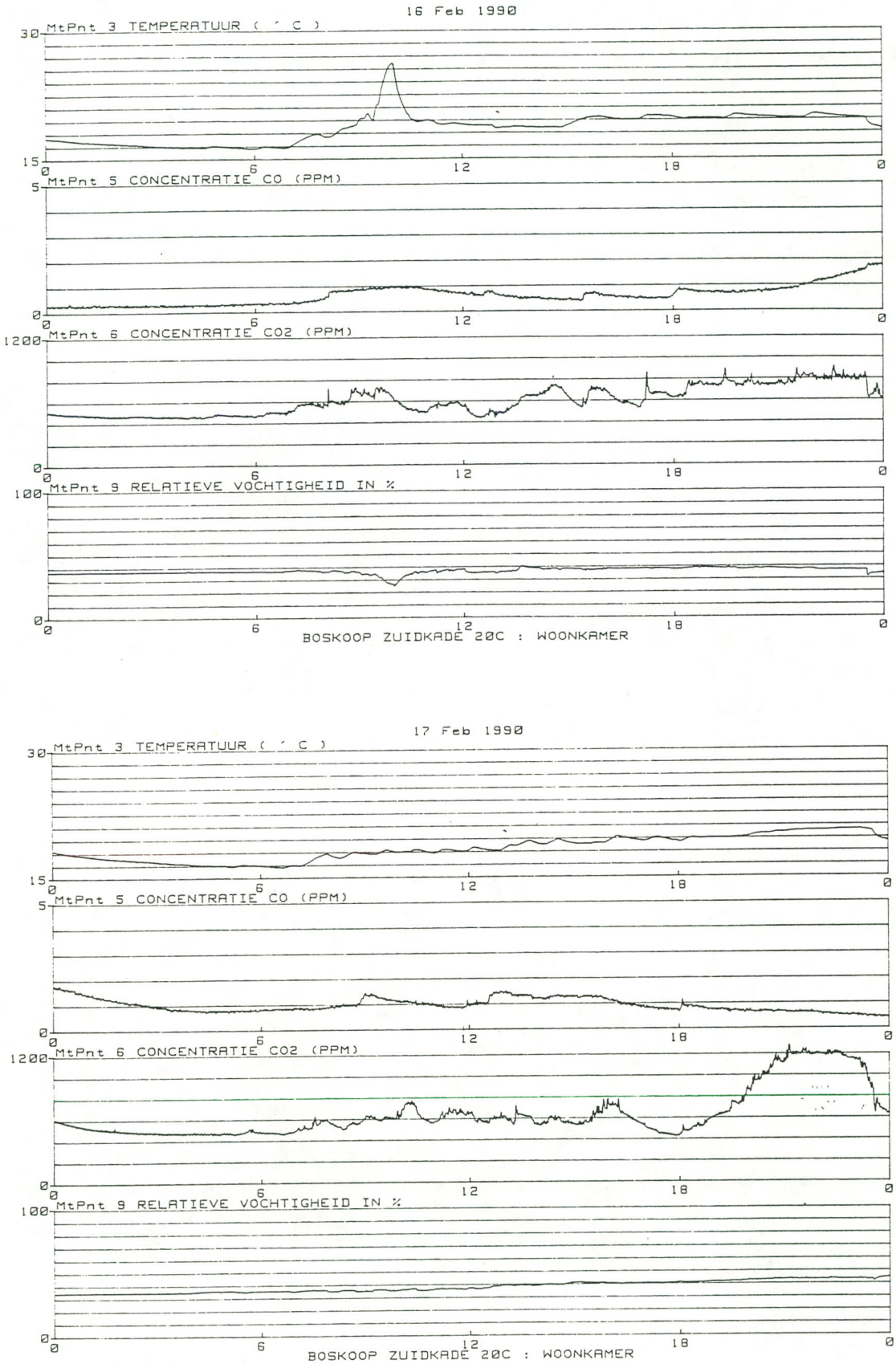
Figuur 5.3 *Woonkamer Zuidkade 42D.*



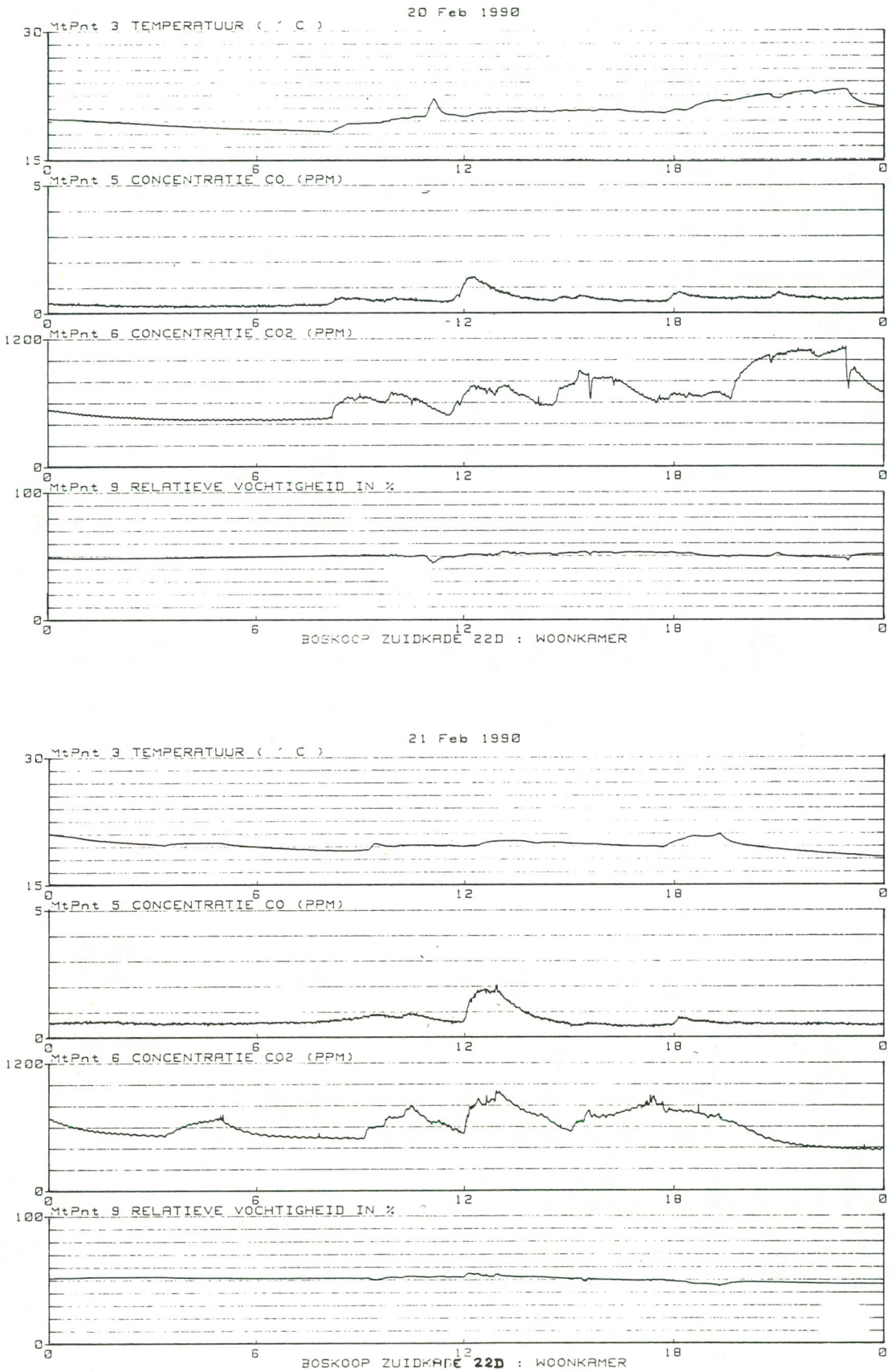
Figuur 5.4 *Woonkamer Zuidkade 36A.*



Figuur 5.5 *Woonkamer Zuidkade 40A.*



Figuur 5.6 *Woonkamer Zuidkade 20C.*



Figuur 5.7 Woonkamer Zuidkade 22D.

Bijlage 9 Rapportage bewonersonderzoek door NIPG-TNO

TNO-Gezondheidsonderzoek

Nederlands Instituut voor
Praeventieve Gezondheidszorg TNO

Wassenaarseweg 56
2333 AL Leiden
Postbus 124
2300 AC Leiden

Fax 071 - 17 63 82
Telefoon 071 - 18 11 81

TNO-rapport

WOONERVARINGEN IN HARINGKAVEL

De evaluatie door de bewoners van een bouwkundig- en installatietechnisch praktijkexperiment in Boskoop

NIPG-publikatienummer
91.066

Oktober 1991

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, 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 Onderzoeksopdrachten aan TNO', dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

J.E.F. van Dongen

Nederlandse organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

TNO-Gezondheidsonderzoek stelt zich ten doel bij te dragen aan de verbetering van preventie en behandeling van ziekten en afwijkingen door het toepasbaar maken van kennis op medisch biologisch, psychosociaal en epidemiologisch gebied ten behoeve van de volksgezondheid en de gezondheidszorg.

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

INHOUD pagina

SAMENVATTING i

1. INLEIDING 1

1.1 Achtergronden 1
1.2 Doelstelling van onderdeel bewonersonderzoek 1
1.3 Methode van onderzoek 1

2. RESULTATEN 3

2.1 Het groepsgesprek van november 1989 3

2.1.1 Algemeen 3
2.1.2 De algemene woonervaring 3
2.1.3 Het verwarmingssysteem 4
2.1.4 De ventilatie 5
2.1.5 De binnenluchtkwaliteit 5
2.1.6 De koeling 5
2.1.7 Geluidhinder 6
2.1.8 Diversen 6

2.2 Het groepsgesprek van 11 maart 1991 7

2.2.1 Algemeen 7
2.2.2 De algemene woonervaring 7
2.2.3 Het verwarmingssysteem 8

2.2.3.1 Storingen 10

2.2.4 De ventilatie 11
2.2.5 De binnenluchtkwaliteit 12
2.2.6 De koeling 13
2.2.7 Geluidhinder 13

2.2.7.1 Trillingen 14

2.2.8 Diversen 15
2.2.9 De voorlichting 16

2.2.9.1 De voorlichtings-/verjaarskalender 16

3. CONCLUSIES 18

BIJLAGEN 21

1. Vragenlijst Haringkavel 25
2. Leidraad bij het groepsgesprek Haringkavel, Boskoop 37

SAMENVATTING

In opdracht van de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu B.V. (NOVEM) en in het kader van de evaluatie van het nieuwbouw woningencomplex Haringkavel te Boskoop (dat ondermeer wordt gekenmerkt door de toepassing van houtskeletbouw, luchtverwarming en een overdekte binnenruimte), is door het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg (NIPG-TNO) een deelonderzoek verricht naar de wijze waarop de bewoners hun woning(complex) in het algemeen en de aangebrachte verwarming- en ventilatievoorzieningen in het bijzonder ervaren en hoe ze er mee omgaan. Door middel van twee groepsgesprekken (in november 1989 en maart 1991) en een schriftelijke enquête is de informatie vergaard.

Gebleken is dat de kwaliteit van de woningen en de binnenruimte (het atrium) in het algemeen als zeer positief wordt ervaren. Dit geldt ook voor de toegepaste luchtverwarmings- en ventilatiesystemen, ofschoon wel sprake is geweest van storingen. Deze hingen voornamelijk samen met inregel- en aanlegfouten en door vervuiling van filters in de installaties door onvoldoende technisch onderhoud.

Het grootste probleem in de woningen werd veroorzaakt door de accumulatie van warmte in de woningen op warme zomerdagen vanwege het ontbreken van zonwering aan de buitenzijde van de gevel. In het stookseizoen werden door veel bewoners de slaapkamers als te warm ervaren.

De verspreide voorlichtings-/verjaarskalender is, niet alleen voor een eenduidige voorlichting aan de bewoners, maar ook ten behoeve van onderhoudsmonteurs, een onontbeerlijk en hoog gewaardeerd instrument gebleken.

1. INLEIDING

1.1 Achtergronden

In april 1989 is in Boskoop het woningbouwcomplex Haringkavel in gebruik genomen. Bij het ontwerp van dit nieuwbouwproject was men gebonden aan een drietal condities: er was sprake van een krappe bouwlocatie en een hoge geluidbelasting en het realiseren van energiezuinigheid was vereist.
Deze problematiek is aangepakt door middel van drie principe-oplossingen: gebruik van de houtskeletbouw-methode, overkapping van het binnengebied tussen de gebouwen en toepassing van een energiezuinige luchtverwarmingsinstallatie.

1.2 Doelstelling van onderdeel bewonersonderzoek

Als één van de onderdelen van onderzoek ter evaluatie van dit "praktijkexperiment Haringkavel" is in opdracht van de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu B.V. (NOVEM) door het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg (NIPG-TNO) onderzoek verricht naar de wijze waarop de bewoners hun woning(complex) in het algemeen en de aangebrachte verwarming- en ventilatievoorzieningen in het bijzonder ervaren en hoe ze er mee omgaan.

1.3 Methode van onderzoek

Op 27 november 1989 en op 11 maart 1991 zijn groepsgesprekken gevoerd met respectievelijk 7 en 8 bewoners. Deze bewoners zijn willekeurig gekozen op basis van de situering van de woning (gevel Zuidkade, die is georiënteerd op het zuidwesten; gevel Gouwezijde op het noordoosten) en type installatie (combiduct, combiduct met turbostand en multiduct). Twee bewoners die aan het eerste gesprek hebben deelgenomen zijn ook aanwezig geweest bij het tweede gesprek.
De groepsgesprekken stonden onder leiding van een gespreksleidster van het kwalitatieve marktonderzoeksbureau Analyse BV te Amstelveen en de gesprekken werden gevoerd aan de hand van een leidraad met een groot aantal aan-

dachtspunten (zie bijlage 2).
De gesprekken werden via een intern TV circuit "achter de schermen" door de onderzoeker gevolgd, waarbij het mogelijk was te interveniëren als dit wenselijk werd geacht.
Tevens is begin maart 1991 een vragenlijst gestuurd naar de adressen van alle 40 woningen, die zijn voorzien van een combiduct of multiduct verwarmings- en ventilatiesysteem. 35 van deze vragenlijsten zijn ingevuld geretourneerd. De non-respons deed zich alleen voor in woningen met de gevel aan de Zuidkade. Bijlage 1 bevat de vragenlijst, ingevuld met de totaaltellingen (in percentages).
Op verzoek van Woon/Energie Gouda zijn in deze vragenlijst een aantal vragen opgenomen over het gebruik, de inhoud en de vorm van de voorlichtings-/verjaarskalender die huis aan huis is verspreid. In paragraaf 2.2.9.1 zal speciaal worden ingegaan op de beantwoording van de vragen die betrekking hebben op deze kalender en op de informatie die door middel van deze kalender is verstrekt.
De andere bevindingen uit de schriftelijke enquête zijn, waar dit relevant wordt geacht, verwerkt bij de hiervolgende beschrijving van de resultaten naar aanleiding van het groepsgesprek van 11 maart 1991.

2. RESULTATEN

2.1 Het groepsgesprek van november 1989

2.1.1 Algemeen

De bevindingen uit het eerste groepsgesprek (dat is gevoerd op een moment nadat de eerste ervaring is opgedaan met buitentemperaturen van rond het vriespunt) zullen hier slechts globaal worden aangegeven.
Een reden hiervoor is dat de toen gemelde ervaringen voor een deel samenhingen met "kinderziektes" aan de installaties die inmiddels zijn verholpen.
Voorts kan worden aangenomen dat meer waarde kan worden gehecht aan de meer "gevestigde" bevindingen uit het tweede groepsgesprek, die zijn gebaseerd op de ervaringen na twee warme zomers, een zachte winter en een winter met in februari een episode met matige tot strenge vorst.
Met betrekking tot de "kinderziektes" dient te worden opgemerkt, dat deze veelal betrekking hadden op inregel- en installatiefouten, fouten die te maken hadden met het onvoldoende en niet eensluidend inzicht hebben in het beoogde principe van werking van het verwarmingssysteem bij de monteurs en onderhoudsmensen en het niet goed uittesten op de feitelijke werking. Daardoor duurde het lange tijd voordat problemen werkelijk waren verholpen.

2.1.2 De algemene woonervaring

De overheersende mening was dat de woning zeer plezierig is. De bewoners stellen vooral de ruimte (de grote keuken), het mooie uitzicht, de veiligheid en het gemak van gelijkvloersheid op prijs.
Het overdekte binnengebied wordt als zeer geschikt ervaren om er te vertoeven.
Er werden rapportcijfers gegeven in de orde van 8 à 9 (op een schaal van 0-10).
Eén respondent scoorde duidelijk lager vanwege het (nog niet) goed functioneren van de verwarming. (Uit het tweede groepsgesprek bleek dat sprake zou zijn geweest van een verwisseling bij de aansluiting van verschillende buizen, waar-

door de woonkamerthermostaat werkte voor de slaapkamer en de slaapkamer-thermostaat voor de woonkamer).

2.1.3 Het verwarmingssysteem

Behalve bij het bovenstaande geval van de aansluit-fout was men op basis van de eerste ervaringen tevreden over de verwarming. Storingen werden snel verholpen. Wel was er onduidelijkheid hoe de verwarming van de badkamer wordt gestuurd: via de thermostaat in de woonkamer of die van de slaapkamer. Volgens de verjaarskalender en in de meeste woningen was dat ook zo, zou dit moeten gebeuren via de woonkamerthermostaat. Opgemerkt werd dat een installateur of monteur gezegd had dat dit niet klopte en dat het juist via de slaapkamerthermostaat moest gaan. De betrokkenen in het groepsgesprek spraken hun voorkeur uit voor een regeling via de woonkamer.
Door de monteurs werden ook tegenstrijdige adviezen gegeven over het gebruik van de driestandenschakelaar. Hierbij gaat het speciaal om het gebruik van de nachtstand dan wel zomerstand buiten het stookseizoen ten behoeve van de ventilatie (zie verder de paragrafen 2.1.4 en 2.2.9.1).
Het luchtverwarmingssysteem heeft volgens de respondenten het voordeel dat radiatoren ontbreken "die je telkens schoon moet maken", of "die veel plaats innemen". Wel wordt soms de stralingswarmte gemist, ofschoon het warmen van de voeten ook wel lukt met de warme luchtstroom uit het lage inblaasrooster in de woonkamer.
Sommige respondenten vonden het bij de inblaasroosters en afzuigkanalen wel extra stoffig.

2.1.4 De ventilatie

Over het ventilatiesysteem in de woningen werden weinig klachten geuit. Wel vonden twee van de zeven respondenten dat de afzuigkap boven het fornuis niet echt goed werkte. Zoals hierboven reeds is aangegeven werd met het oog op de ventilatie van de woning buiten het stookseizoen en bij langdurige afwezigheid verschillend geadviseerd over de driestandenschakelaar. Een monteur adviseerde (anders dan aangegeven wordt op de verjaarskalender) ook 's zomers de nachtstand aan te houden met de thermostaat op 17-18 graden. Anders moet er een schuifraam op een kier open blijven, hetgeen uit veiligheidsoogpunt alleen mogelijk is op de bovenverdiepingen.
Hoewel het schuifraamsysteem als handig werd ervaren voor de creatie van een luchtstroom, bleek dat in sommige woningen de ramen erg moeilijk open gaan.

2.1.5 De binnenluchtkwaliteit

In de overdekte centrale binnenruimte werden etensluchten geroken. Het afplakken van de afvoerbuizen zou volgens een aantal bewoners niet helpen, wel het dichthouden van de keukendeuren op de begane grond. Een respondent (woonachtig in een hoekwoning) rook ook etensluchten van (beneden)buren in de slaapkamer en doucheruimte. (Bij het tweede groepsgesprek werd geen gewag meer gemaakt van etensluchten van buren, zie paragraaf 2.2.5).

2.1.6 De koeling

De te hoge binnentemperaturen in de zomer blijken het grootste probleem in de woningen te vormen. Daarbij hadden een paar bewoners soms het gevoel te weinig verse lucht te krijgen. Hoe hoger men woont, des te meer problemen werden hierbij ondervonden. Het ontbreken van een zonwering aan de buitenkant van de gevel werd, naast het feit dat sprake was van een warme zomer, genoemd als hoofdoorzaak. Daarnaast wordt vooral aan de gevelzijde aan de Zuidkade de serre 's zomers veel te warm. Een schuifpui, in plaats van de te openen ramen wordt node gemist. De woningen op de begane grond aan de

Gouwezijde ondervinden het minst dit probleem. Daar is sprake van een gunstiger bezonning en een "tuindeur" die open kan worden gezet.
Bij warm weer wordt de zonwering op de binnenruimte als aangenaam ervaren. Aan de andere kant blijkt wel dat de vaste planten er door tocht niet gedijen.

2.1.7 Geluidhinder

De respondenten gaven te kennen in de woonkamer weinig te horen van de geluiden van de installatie. Wel hoorde men het aanslaan, maar dit werd niet als hinderlijk ervaren. Opgemerkt werd dat minder geluidemissie plaatsvindt als het systeem schoon is. (Tijdens het tweede groepsgesprek zal de relevantie van deze opmerking blijken; zie paragraaf 2.2.3.1).
Daarnaast wordt in alle woningen waar men te maken heeft met bovenburen het kraken gehoord van het lopen op "los liggende" vloerplaten, vooral op het grensgebied tussen de woonkamer en de keuken. Men raakt er wel aan gewend, maar erg plezierig vindt men het niet. Dit geldt ook voor degenen die de loopgeluiden veroorzaken, omdat ze er rekening mee moeten houden dat ze door hun geloop wellicht hinder veroorzaken bij de benedenburen.
De luchtgeluidisolatie tussen de woningen wordt als zeer goed ervaren.

2.1.8 Diversen

Naast bovengenoemde zaken werden nog een aantal opmerkingen gemaakt over een aantal andere aspecten van de woningen. Samengevat hadden deze betrekking op:

- slechte vluchtmogelijkheden bij brand;
- het profiel van de houten trappen op het binnenterrein is lastig bij het lopen op hoge hakken en ook bij het lopen op de tenen; "je moet je voeten echt optillen";
- de inkijk in de keukens;
- te weinig daglicht in (overigens niet alle) keukens;
- het ingewikkeld of moeilijk schoonmaken van ramen;
- het hek van de garage gaat niet open als de stroom uitvalt;

- er is te veel tropisch hardhout toegepast;
- een stortkoker voor huisvuil ontbreekt;
- het ontbreken van een lift ten behoeve van gehandicapten;
- te laag plafond in het halletje;
- condens aan de binnenkant van serre-ramen;
- een niet goed aflopende douchevloer;
- kierende voordeuren.

Tenslotte heeft men enige kritiek op de behandeling van klachten in het kader van de tweede oplevering.

2.2 Het groepsgesprek van 11 maart 1991

2.2.1 Algemeen

Het tweede groepsgesprek geeft een indruk van de ervaringen die betrekking hebben op een woonduur van bijna twee jaar. Twee van de acht in het groepsgesprek participerende bewoners wonen aan de Zuidkade (de straatzijde), met een geveloriëntatie op het zuidwesten. Beide woningen zijn voorzien van een combiduct. De overige zes woningen hebben uitzicht op de Gouwe. Het betreft twee woningen op de begane grond (combiduct met turbo voorziening), drie bovenwoningen met combiduct en één bovenwoning met multiduct.
Waar dit aanleiding geeft zullen de bevindingen uit het groepsgesprek worden vergeleken met de resultaten van de schriftelijke enquête (zie bijlage 1).
Tenslotte zij opgemerkt dat sinds de oplevering van de woningen (april 1989) nog niemand is verhuisd.

2.2.2 De algemene woonervaring

De positieve algemene woonervaring die uit het eerste gesprek reeds bleek, werd in het tweede gesprek bevestigd. De plezierige kanten van de woning overheersen volgens de bewoners veruit enkele negatieve aspecten. Sommige respondenten kenschetsen hun woning als heerlijk, perfect of als ideaal. Expliciet als plezierig

worden genoemd: het uitzicht, de gelijkvloersheid, de gezelligheid, de ruimte, de goede luchtgeluidisolatie, de verwarming en warmteregeling en de luchtafzuiging.
Ook de overdekte binnenruimte wordt zeer positief beoordeeld. Zij vergemakkelijkt het sociale contact en wordt gebruikt als ontmoetingsplaats, om te biljarten, feestjes te houden en om verkoeling te vinden op hete zomerdagen, wanneer het in huis te warm wordt.
De "rapportcijfers" over de woning varieerden bij de betrokkenen in het groepsgesprek van 7,5 tot 9.
(Van de 35 geënquêteerden gaven er drie het cijfer 6; gemiddeld scoorde men echter 7,6.

2.2.3 Het verwarmingssysteem

Ofschoon tot vlak voor het voeren van het groepsgesprek sprake is geweest van storingen in het verwarmingssysteem, was het verwarmen van de woning geen probleem. Dit wordt bevestigd door de enquêteresultaten. Het verwarmings- en ventilatiesysteem wordt algemeen als goed tot ideaal ervaren. De opwarmsnelheid vond men voldoende tot erg snel. Ook tijdens de koude periode in februari '91 werd in de woningen waar versnelde opwarming mogelijk is met een "turbo"-regeling, hiervan nauwelijks of geen gebruik gemaakt.
Uit de invulling van de vragenlijst blijkt dat men in de woonkamer tijdens de koude winterperiode de thermostaat gemiddeld 1 tot 2 graden hoger zette. In de slaapkamer was, als men dit al deed (in tweederde van de woningen stond de thermostaat nooit hoger dan 15°C), het verschil minder groot.
In woningen waar de verwarmingsinstallatie door een storing uitviel, bleek, naar werd gezegd, de afkoelsnelheid zo laag te zijn, dat bij buitentemperaturen van onder het vriespunt na zo'n acht uur na het begin van de storing het binnenshuis nog 17 à 18 °C was. (Overigens, uit de invulling van de vragenlijst blijkt dat er toch ook woningen zijn waar men de isolatie van de buitenmuur onvoldoende vindt, leidend tot een sneller dan gewenste afkoeling van de woonkamer of een koude vloer).
Opmerkelijk is dat door bijna alle respondenten de slaapkamers door de kleine temperatuursverschillen in de woning als te warm worden ervaren. Van de ver-

warming in deze kamers werd ook tijdens de koudste periode zelden gebruik gemaakt. 's Winters wordt de slaapkamerdeur veelal dicht gehouden om te voorkómen dat de slaapkamer te warm wordt. Uit de schriftelijke enquête blijkt dat in een kwart van de woningen ook 's winters een slaapkamerraam (naar de serre) continu open staat. Alleen bij de zeer lage buitentemperaturen in februari was, volgens de betrokkenen in het groepsgesprek, de nachtstand van de slaapkamerthermostaat voldoende om de slaapkamer echt te koelen. (In een ingevulde vragenlijst is de opmerking gemaakt dat men het jammer vindt dat op één thermostaat beide slaapkamers worden verwarmd, hetgeen als energieverspilling wordt ervaren).

De inregelfouten waarvan bij het eerste groepsgesprek nog sprake was, zijn verholpen, ofschoon het bijna een jaar heeft geduurd voordat de installatie werkte zoals ze moest werken. Volgens de betreffende respondent had dit te maken met het feit dat de onderhoudsfirma de storing niet kon vinden, maar dit niet wilde toegeven. Uiteindelijk heeft de fabrikant de reparatie verricht. Sprake zou zijn geweest van een verwisseling bij de aansluiting van verschillende buizen.

Daarnaast vindt in een enkele woning de verwarming van de badruimte waarschijnlijk toch nog plaats via de slaapkamerthermostaat. Tijdens de groepsdiscussie bleek dat bij de bewoners de voorkeur unaniem uitging naar de verwarming van de badkamer via de woonkamerthermostaat. In meerderheid zei men ook dat de regeling ook zo behoorde te zijn.

Als de verwarming aanslaat merkt men in het begin iets van een koude luchtstroom, maar dit wordt niet als hinderlijk ervaren.

Bij de ramen treedt in geringe mate koude straling op, maar ook dit werd door de betrokkenen in het groepsgesprek niet als storend ervaren. (Uit de vragenlijst bleek dat 20% van de geënquêteerden hiermee weleens problemen ondervond; het meest was dit het geval in de woonkamer en serre op de hoogste verdieping aan de Gouwezijde).

Bij koud weer wordt in een aantal woningen een tochtstroom onder de deur van gang naar woonkamer waargenomen, maar de hinder hierdoor is beperkt: men trekt sloffen aan.

Wel werd hinder ondervonden van een tochtstroom bij de voordeur als gevolg van het kromtrekken van de voordeur dan wel voordeurkozijnen. Ook de achterdeur in de woningen op de begane grond aan de Gouwezijde sluit slecht af. Hetzij door de bewoners zelf, hetzij door de woningbouwvereniging is (of zou) het

een en ander (worden) verholpen. Volgens sommige respondenten zou de oorzaak van het krom trekken zijn dat de aangebrachte voordeuren in feite binnendeuren zijn.
Dat blijkens de beantwoording van de vragenlijst, tijdens de koude winter episode een derde van de geënquêteerden vaak of soms problemen ondervond met tocht of een koude luchtstroom hangt deels met de slecht sluitende voordeur, deels met een koude luchtstroom uit de inblaasventielen en deels met kou uit de serre via de deur naar de woonkamer samen.

2.2.3.1 Storingen

Ondanks de in het algemeen positieve beoordeling van het verwarmingssysteem, hebben de bewoners tot kort (een week) voor het groepsgesprek toch te maken gehad met serieuze storingen in het systeem. Deze storingen hadden te maken met een ernstige vervuiling van filters in het systeem, hetgeen te wijten was aan tekortschietend onderhoud door het installatie-onderhoudsbedrijf. Terwijl het schoonmaken van de filters contractueel twee keer per jaar zou moeten plaatsvinden, was dit volgens de bewoners, sinds ze er woonden, nog nooit of slechts één tot twee keer gebeurd. Het onderhoudsbedrijf wijtte dit aan een te grote werkdruk en reorganisatie problemen. Volgens de respondenten is opnieuw de toezegging gedaan dat het schoonmaken voortaan twee keer per jaar zou gebeuren.
Een indicator voor de vervuiling van de filters was een sterk toegenomen geluidemissie waardoor hinder werd ondervonden: "als een fluittoon; net luchtalarm". (Uit de resultaten van de enquête bleek dat 25 - 30 % van de bewoners vaak of soms lawaai problemen ondervond).
Andere indicatoren waren het uitvallen van de warmwatervoorziening vanwege, door de vervuiling, onvoldoende luchttoevoer (door de afzuigkap uit te trekken werd het probleem enigszins "opgelost". Problemen met onvoldoende warm water doen (of deden) zich ook voor bij het douchen), alsmede vervuiling door vettige aanslag bij de inblaasventielen en op de sponningen van de deuren (ook in woningen waarin niet wordt gerookt) en het optreden van stank in de woningen: "je proefde het helemaal".
De bewoners hadden de ervaring dat de onderhoudsfirma wel snel reageerde als

de verwarming of de warmwatervoorziening daadwerkelijk was uitgevallen, maar te traag reageerde op de geluidhinderklachten.
Ten tijde van het groepsgesprek waren bovenstaande problemen evenwel verholpen en spraken de respondenten het vertrouwen uit dat ze definitief waren opgelost.
Tenslotte zij opgemerkt dat uit de enquête blijkt dat ongeveer de helft van de respondenten elk kwartaal trouw de wasemkap schoonmaakt. Bij zo'n 20 % lijkt hier niet veel van terecht te komen.

2.2.4 De ventilatie

Met betrekking tot de ventilatie werden weinig problemen gemeld. (Dit werd bevestigd door de resultaten uit de ingevulde vragenlijst. Eén respondent vond dat het ventilatiesysteem beter over de woning verdeeld had moeten zijn; iemand anders meldt dat de wasemkap weleens spontaan in de hoge stand springt).
Opgemerkt werd dat de badkamer tien minuten na het gebruik van de douche al was opgedroogd. Volgens één van de participanten in het groepsgesprek bleven etensluchten tamelijk lang hangen; de anderen vonden het wegtrekken van deze luchten en tabaksrook juist opmerkelijk snel gebeuren: "de biefstukken vliegen de pan uit als je niet oplet". (Het enquêteresultaat wijst op een niet optimale afvoer in circa 20 % van de woningen).
Met betrekking tot de afzuigkap zijn een aantal opmerkingen gemaakt die niet direct te maken hebben met de afzuigcapaciteit. Hij heeft te scherpe randen, wat lastig is bij het schoonmaken van het filter: "je moet er de tijd voor nemen, dan gaat het goed"; er zit een zwart rubberen plaat in de kap die slijtageverschijnselen vertoont: "wat te doen als hij vervangen moet worden?" Tenslotte vindt men de wasemkap te laag zitten: "een man heeft hem uitgevonden, die nog nooit eten gekookt heeft. Je stoot je hoofd eraan en je kan de pannen die achteraan staan op het fornuis niet zien".
De meeste respondenten houden de deur van de keuken naar de kamer open of hebben de deur er helemaal uitgehaald.
Zoals bij het eerste groepsgesprek al bleek, hebben vrij veel bewoners te maken met problemen bij het openen en sluiten van de ramen in de serre, omdat het frame scheef zit of verzakt is. Een aantal mensen krijgen de ramen helemaal niet

meer open en problemen treden ook op bij het schoonmaken in verband met het niet meer kunnen verwijderen van de strip in het midden van het raam.

2.2.5 De binnenluchtkwaliteit

Bij gesloten ramen werd de ingeblazen lucht (afgezien van de situatie bij zwaar verontreinigde filters) als voldoende vers beoordeeld. Wel was in een aantal woningen sprake van rioollucht in de badkamer en in de gang.
Anders dan tijdens het eerste groepsgesprek, was er is geen sprake meer van keukengeuren in de binnenruimte of van buren. Het afplakken van de afvoerbuizen lijkt dus te hebben geholpen. Verder heeft men de gewoonte ontwikkeld bij het koken de voordeur dicht te houden. Van etensluchten was alleen nog sprake in de garageruimte, waar de afzuigkanalen van de type A woningen langs de Zuidkade op uit komen (woningen die overigens niet in het onderzoek zijn betrokken). Hinder hierdoor werd echter niet ondervonden.
(Uit de enquête blijkt dat een kwart van de respondenten vaak of soms problemen ondervond met stank vanuit de binnenruimte. Een verklaring voor het verschil met wat tijdens het groepsgesprek te berde werd gebracht is niet duidelijk aan te geven. Wellicht spelen de problemen met kookgeur uit het verleden nog door of heeft het ook te maken met de kookgeur in de garageruimte).
Tijdens het groepsgesprek was men unaniem van mening dat de planten meer water nodig hadden dan in de vorige woning het geval was. (Uit de enquête blijkt dat meer mensen in de winter problemen hadden met wat te droge lucht wordt genoemd: in een derde van de woningen was dit het geval).
Bij het groepsgesprek vond één respondent de lucht te droog en last werd ondervonden van slijmvliezen. (In februari 1990 werd in de woning van deze respondent een normale relatieve vochtigheid gemeten (50 %), waarbij het absolute vochtgehalte overeen kwam met dat van buiten; wel werd een te hoge NO_2 concentratie (173 μg/m3) in de toevoerlucht vanuit de binnenruimte gemeten, waarschijnlijk afkomstig door transport van lucht via de toegangsdeur vanuit de binnenruimte naar de garage)*.

---

* WAL, J.F. VAN DER, A.M.M. MOONS & R. STEENLAGE. Onderzoek naar de luchtkwaliteit in nieuwbouwwoningen op de Haringkavel te Boskoop. MT-TNO rapport nr. R90/253. Delft, 1990.

Een andere respondent, bij wie de filters in het verwarmingssysteem nog nooit waren schoongemaakt, had met name 's nachts last van een droge keel (bij de metingen die zijn gerapporteerd was sprake van een te hoge CO_2-concentratie (tot 1580 ppm) in diens woning, hetgeen werd toegeschreven aan een te lage stand van de ventilator) (zie voetnoot op blz. 12).
De overige betrokkenen in het groepsgesprek hadden geen opmerkingen over de binnenluchtkwaliteit. Afgezien van de eerder genoemde vervuiling van de filters en bij de inblaasventielen en van stofbronnen buiten, doen zich in de woningen geen speciale stofproblemen voor.

2.2.6 De koeling

De problemen met de hoge temperaturen bij warm weer in vooral de bovenwoningen, waarvan reeds gewag werd gemaakt bij het eerste groepsgesprek, werden bevestigd in het tweede gesprek en door de enquêteresultaten (met problemen in bijna de helft van de woningen).
Als oplossing werd het installeren van een airconditioning-unit gesuggereerd. 's Zomers wordt zoveel mogelijk gekoeld door het tegen elkaar open zetten van de ramen en deuren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de relatieve koelte in de binnenruimte, die voorzien is van een volgens de respondenten uitstekend werkende zonwering. Dat de zonwering zo goed werkt hangt ook samen met de wijze waarop deze, samen met het gebruik van ramen in de binnenruimte, wordt geregeld door één van de bewoners, die de taak op zich heeft genomen hiervoor zorg te dragen.
In de woningen zelf wordt de zonwering als slecht ervaren. De wens wordt uitgesproken zonwering aan de buitengevel te installeren, maar dit zou niet mogelijk zijn vanwege het gewicht van zo'n voorziening. Een respondent heeft goede ervaringen met een met smalle luxaflex tussen de schuiframen.
Het ontbreken van een schuifpui in de serre wordt betreurd.

2.2.7 Geluidhinder

Zoals hiervoor reeds is aangeven, is in verband met de vervuiling door achter-

stallig onderhoud van de filters van de verwarmingsinstallatie, op vrij grote schaal geluidhinder ondervonden.
Over het algemeen was men van mening dat de combiduct installatie toch meer geluid produceerde dan van te voren werd gezegd. Anderzijds moet worden geconstateerd, dat terwijl vanwege het geluid speciaal een muur was aangebracht tussen de woonkamer en keuken, in de praktijk de deur naar de keuken overwegend open staat of helemaal verwijderd is.
De participanten in het groepsgesprek zeggen aan de normale geluidemissie, bij een schone installatie, te wennen.
Eén van de respondenten merkte op dat er een soort geluiddemper, in de vorm van een spinneweb, in de handel zou zijn die het geluid absorbeert en die in de kanalen van de combiduct zou kunnen worden geplaatst.
Voor wat betreft andere bronnen van geluid werd, evenals tijdens het eerste groepsgesprek, de gehorigheid van de plafonds genoemd. Dit wordt geweten aan los liggende vloerplaten die contactgeluiden door het lopen makkelijk overdragen. Zeer te spreken is men over de goede luchtgeluidisolatie. De piano van de buurman wordt niet gehoord.

Opmerkelijk is een bron van mogelijke geluidhinder in de toekomst. Geconstateerd is dat of de ijzeren trap- en gallerijstellage op het binnengebied op sommige plaatsen tegen de woningen aan komt te staan. Dit proces zal leiden tot contactgeluidoverdracht. Er is al een keer een stuk van de ijzeren construktie afgezaagd.
Degenen die langs de Zuidkade wonen ondervinden vooral bij warm weer, als ramen zijn geopend, hinder van het wegverkeer, al zegt men wel er aan te wennen. De klinkerbestrating zou vervangen moeten worden door asfalt.

2.2.7.1 Trillingen

Een speciaal verschijnsel dat zich in de woningen voordoet is het trillen, veroorzaakt door vrachtauto's en autobussen en door afremmende of vaart makende schepen op de Gouwe. Gezegd wordt dat het niet als storend wordt ervaren, maar dat bezoekers zich er telkens over verbazen. De trillingen zetten zich ook door in de "zwevende" vloeren.

(De resultaten van de enquête wijzen erop dat men in een derde van de woningen hierdoor toch vaak of soms problemen ondervindt).

2.2.8 Diversen

Behalve bovenstaande aspecten werden nog een aantal andere zaken genoemd die ter volmaking van het wooncomplex van belang zijn om te weten. Voor een deel zijn ze reeds aan de orde gesteld tijdens het eerste groepsgesprek. Hierbij zijn ook een aantal opmerkingen meegenomen die in opgestuurde vragenlijsten zijn vermeld.

- In strijd met de afspraak heeft nooit een tweede oplevering van de woningen plaatsgevonden;
- Veel bewoners ondervinden problemen met het schoonmaken van de schuiframen: "je handen gaan kapot met dat scherpe lijstje en dat 16 maal schuiven. Heb je een raam schoon, dan zitten er weer vingers op".
- Vanwege inkijk wordt luxaflex ook toegepast in de keukenruimte, die daardoor nog donkerder wordt dan zij al is. Bij de wasemkap moet altijd het licht aan;
- Sommige lichtschakelaars (in kamer en badkamer) zijn bestemd voor twee lichtpunten. Sommigen vinden dit niet wenselijk en draaien om die reden een lamp los;
- De waterafvoer in de badkamer deugt in sommige woningen niet en het opstandje van de douche wordt te laag gevonden;
- De rand van het balkon (in de serre) zit precies op ooghoogte als je in een stoel zit;
- De kleine slaapkamer is te klein. Een normaal bed blokkeert altijd de deur;
- De cementen trap bij de hoofdentree van het gebouw wordt bij regen glad vanwege slechte afwatering en lekkages. Ook de stoep wordt glad;
- Bij de buitentrappen moeten leuningen worden aangebracht;
- Hoewel men geen problemen ervaart met de garageruimte, moet een goede oplossing worden gezocht voor als de elektriciteit uitvalt en daardoor het hek niet open kan. Zowel van binnen-, als van buitenaf wil men bij zo'n situatie het hek met de hand open kunnen maken;
- De nooduitgangen in de garage verzakken;

- Er zou een voetpad doorgetrokken worden;
- De vraag is gesteld waarom aan de ene kant sprake is van een trap en aan de andere kant van een glooiing;
- Voorzieningen moeten worden gemaakt om met een wandelwagen of rolstoel naar boven te kunnen komen. Het ontbreken van een liftvoorziening wordt als een ernstig probleem ervaren. Iemand die op de bovenetages woont en gehandicapt raakt komt dan danig in de problemen. Omgekeerd kunnen gehandicapte bezoekers niet of bijna niet boven komen.

2.2.9 De voorlichting

Over de voorlichting was de mening verdeeld. Vooral in het begin is de voorlichting als onvoldoende en als verwarrend ervaren. Dit hangt samen met het reeds aangegeven ontbreken van eenduidigheid van opvattingen en kennis over de aangebrachte voorzieningen.

2.2.9.1 De voorlichtings-/verjaarskalender

De door Woon/Energie Gouda uitgebrachte voorlichtings-/verjaarskalender wordt als zeer positief ervaren. Van de participanten in het groepsgesprekken zegt iedereen er wat aan gehad te hebben, juist vanwege de stapsgewijze beschrijving. De kalender heeft ook gediend ter instructie van mensen van de onderhoudsfirma. (Uit de enquête blijkt dat hij in zo'n 20 % van de woningen als "scheidsrechter" heeft gediend. Uit de enquête bleek overigens ook dat één respondent de kalender niet ontvangen had).
Van de 34 respondenten die de kalender hebben ontvangen zeggen 27 (=79%) ervan gebruik te hebben gemaakt en 21 (=62%) deden dit ten tijde van de enquête nog steeds. In 7 van de 34 woningen (20 %) wordt de kalender ook als verjaarskalender gebruikt.
Zo'n 90 % van degenen die gebruik hebben gemaakt van de kalender vond de instructies en de adviezen duidelijk en praktisch iedereen zei deze doorgaans op te volgen.
Aan de hand van de beantwoording van de "examenvragen" over het gebruik van

de driestandendenschakelaar (Vraag 14) bleek overigens alleen de "foute" beantwoording bij de vraag naar hoe te handelen als men 's zomers met ramen dicht wil slapen (vr. 14d), verklaard te kunnen worden door het niet gebruiken van de kalender.

Rest toch de tegenstrijdigheid tussen enerzijds de bijna unaniem positieve beantwoording van de vraag of de adviezen duidelijk zijn en doorgaans worden opgevolgd en anderzijds de beantwoording van de "examenvragen". Alleen wat te doen in de situatie met het 's zomers slapen met dichte ramen lijkt echt goed overgekomen te zijn.

Voor wat betreft het ventileren tijdens de zomervakantie kan het advies dat gegeven is door een monteur en dat vermeld is in paragraaf 2.1.4 een rol hebben gespeeld.

De geconstateerde discrepantie zou dus wellicht kunnen samenhangen met een afwijkende advisering door andere personen, maar ook de proefondervindelijke ervaring van de bewoners zou hier een rol kunnen spelen. Of misschien is de specifieke instructie met betrekking tot het gebruik van de driestandenschakelaar toch niet duidelijk genoeg.

3. CONCLUSIES

Het blijkt dat de kwaliteit van de woning en de overdekte binnenruimte (het atrium) in het algemeen als zeer positief wordt ervaren. Dit geldt ook voor de sociale aspecten van het wonen in het complex Haringkavel.
De plezierige kanten van de woning overheersen volgens de bewoners veruit enkele negatieve aspecten. Dit geldt ook voor de toegepaste luchtverwarmings- en ventilatiesystemen. De opwarmsnelheid wordt als hoog ervaren, de afkoelsnelheid overwegend laag. Ook met gesloten ramen vindt men de kwaliteit van de binnenlucht goed. Tabaksrook en kookgeur zijn overwegend snel verdwenen, de douche is snel droog.

Wel is spräke geweest van "kinderziektes" en storingen. Het optreden van deze tekortkomingen zijn goeddeels te wijten aan inregel- en aanlegfouten (voor wat betreft de regeling van de verwarming van de badkamer bestaat nog steeds geen eensluidendheid) en aan het achterstallig technisch onderhoud en reiniging van filters in de installaties als gevolg van onvoldoende kennis(overdracht) en logistieke problemen. Dit leidde tot een sterk toegenomen geluidemissie en het in een aantal woningen uitvallen van de verwarming en/of de warmwater-voorziening, alsmede een toenemende vervuiling bij de inblaasventielen en stankoverlast. Ten tijde van het tweede groepsgesprek hadden de bewoners er een goed vertrouwen in dat deze problemen definitief waren opgelost.
De afzuigkap in de keuken voldoet eveneens, ofschoon de zuigkracht in een deel van de woningen wellicht beter kan en er nog enkele ergonomische problemen aan kleven.

Het grootste probleem in de woningen wordt veroorzaakt door de accumulatie van warmte in de woningen op warme zomerdagen vanwege het ontbreken van zonwering aan de buitenzijde van de gevel. Terwijl in de binnenruimte nog enige verkoeling was te vinden, was het tegendeel het geval in de serres, vooral die aan de zuid-west zijde.
In het stookseizoen worden de slaapkamers, ook bij het niet gebruiken van de verwarming, veelal als te warm ervaren. Anderzijds vormde de slechte kierdichting bij de voordeur de voornaamste oorzaak van klachten over een koude luchtstroming.

Terwijl de luchtgeluidisolatie als goed wordt ervaren, is wel sprake van problemen van loopgeluiden op "los liggende" vloerplaten. De ijzeren constructie in de binnenruimte neigt in toenemende mate in contact te komen met de gevels. Ook het gebruik van de (schuif)ramen lijkt in toenemende mate problemen op te leveren.
Voorts zijn de woningen onderhevig aan trillingen, veroorzaakt door zwaar verkeer en schepen.

Het verdient aanbeveling ook de opmerkingen, die zijn gemaakt ten aanzien van aspecten die buiten het kader van dit onderzoek vallen, met de daartoe bestemde instanties zoals de woningbouwvereniging (en de architect) op te nemen. Door de bewoners wordt een hoge prioriteit toegekend aan leuningen bij en het profiel van de buitentrappen en aan een liftvoorziening voor gehandicapten.

Tenslotte kan met betrekking tot de voorlichting aan de bewoners worden geconcludeerd, dat deze aan het begin nogal verwarrend is ervaren door tegenstrijdige advisering. Gebleken is evenwel dat de verspreide voorlichtings-/verjaarskalender een onontbeerlijk en hoog gewaardeerd instrument is geweest en nog vormt, niet alleen voor de bewoners, maar ook voor de onderhoudsmonteurs. Wel moet worden geconstateerd dat de op de kalender aangegeven instructies voor het gebruik van de driestandenschakelaar niet eenduidig worden opgevolgd. Dit zou wellicht kunnen samenhangen met een onduidelijke instructie of afwijkende advisering door andere personen, maar ook de proefondervindelijke ervaring van de bewoners zou hier een rol kunnen spelen.

Bijlage 10 Haringkavelkalender door Woon/Energie

HARINGKAVELKALENDER

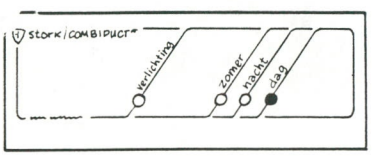
VERWARMEN

De Combiduct (en ook de Multiduct) is een systeem van luchtverwarming. Geen kachel, geen radiatoren maar warme lucht zorgt voor uw verwarming. Die warme lucht komt via de zogenaamde inblaasventielen in de verschillende vertrekken binnen. Het is even wennen, maar daarna is bedienen vrij eenvoudig.

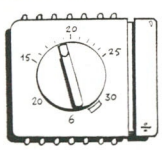


Winter, overdag

1. Driestandenschakelaar op 'Dag'



2. Thermostaten op gewenste temperatuur (18 - 20° woonkamer, 15 - 17° slaapkamers) De warme lucht komt uit de inblaasventielen.

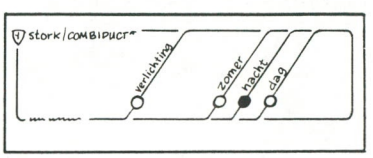


JANUARI	FEBRUARI
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	
31	



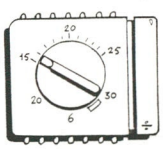
Winter, nacht

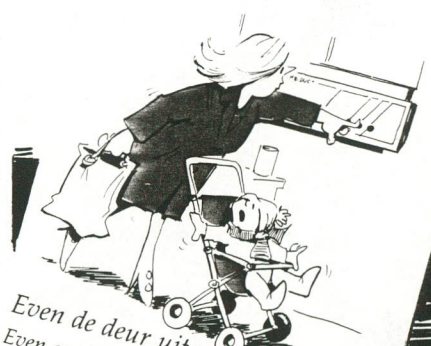
1. Driestandenschakelaar op 'Nacht'



2. Thermostaat in de woonkamer (nu nachtthermostaat) 3° lager dan overdag

In uw slaapkamer wordt frisse lucht ingeblazen.





Even de deur uit

Even een paar uurtjes weg? Boodschappen doen of bij de buurvrouw op de koffie bijvoorbeeld: zet de Combiduct in de NACHTstand.

VERWARMEN

1. Hoe kan ik de verwarming regelen?

Om de warmte te regelen heeft u de volgende knoppen:

1.Driestandenschakelaar aan het toestel in de keuken. Deze heeft de standen '**DAG**', '**NACHT**'en '**ZOMER**'.

2.Ruimtethermostaten:

- In de woonkamer voor verwarming van woonkamer, keuken en douche.
- In de hoofdslaapkamer voor verwarming van de slaapkamers.

Hiermee regelt u de gewenste temperaturen.

3.Turboknop, deze zit naast de thermostaat in de woonkamer (alleen in type B, zie vraag 49)

2. Hoe gebruik ik de driestandenschakelaar?

Deze schakelaar is de belangrijkste.

In de winter zet u deze overdag op 'DAG' en 's nachts op 'NACHT'.

In de zomer zet u de Combiduct overdag én 's nachts in de ZOMERstand. Als u met de ramen dicht slaapt en zeker wilt zijn van voldoende frisse lucht, dan in de 'NACHT'stand.

3. Hoe werkt de Combiduct in elke stand?

DAG stand: De Combiduct is volledig in bedrijf, dus de beide ventilatoren voor verwarmen draaien en de branders zijn in bedrijf. De afvoerventilator draait ook. De gewenste temperaturen regelt u met de thermostaten.

NACHT stand: De Combiduct staat 'stand by'. Dat betekent dat de ventilatoren en brander alleen in bedrijf komen als er warmte gevraagd wordt, dus als de temperatuur lager wordt dan wat u met de kamerthermostaat heeft ingesteld. Daarom is de nachtstand een geschikte stand om ook overdag energiezuinig te stoken in voor- en naseizoen en als u even weg bent overdag.

In de nachtstand wordt er verse lucht in de slaapkamer ingeblazen. De afvoerventilator draait.

ZOMER stand: Alléén de afvoerventilator draait. De thermostaten hebben geen funktie. Voor verse lucht moet u zelf zorgen door ramen te openen.

4. Hoe ontsteek ik de verwarming?

Onderstaande tekst komt uit het bedieningsvoorschrift van de fabrikant.

1. Zet beide thermostaten in de laagste stand.
2. Zet de driestandenschakelaar op de dagstand.
3. De electriciteit van de kast inschakelen, (controleer of de stop in de groepenkast is ingeschakeld).
4. De gaskraan van de kast openen.
5. De gasknop luchtverhitter indrukken en ingedrukt houden.
6. De ontsteker luchtverhitter enige malen indrukken tot u door het onderste kijkgat ziet dat de waakvlam brandt.
7. De gasknop luchtverhitter ca 30 seconden ingedrukt houden.
8. De gasknop luchtverhitter loslaten en door het onderste kijkgat controleren of de waakvlam is blijven branden. De verwarming is nu klaar voor gebruik. Als de waakvlam niet is blijven branden, na 5 minuten punt 5 t/m 8 herhalen.
Wanneer de waakvlam uitgaat dient u altijd enige minuten te wachten voordat u opnieuw begint met de ontstekingsprocedure.

In het bedieningsvoorschrift kunt u het nog uitgebreider bekijken. Waar de knoppen en kijkglaasjes voor zijn, is op de combiduct aangegeven met een sticker en op het vijfde blad van deze kalender.

5. Wat moet ik doen bij storing?

Onderstaande tekst komt uit het bedieningsvoorschrift van de fabrikant.

U kunt zelf bij storingen de volgende punten controleren:
1. Zit de steker in het stopcontact en is de zekering in de meterkast in orde? (NB op Haringkavel kunt u de steker niet vinden: deze zit links bovenin de kast)
2. Branden de waakvlammen van de verwarming en de geiser? Zoniet, verricht dan de daartoe bestemde handelingen.
3. Staat de driestandenschakelaar in de gewenste stand?
4. Staan de drie thermostaten in de gewenste stand?
5. Is de stopkraan in de koudwaterleiding bij de kast geopend?
Indien na bovenstaande controle de storing niet is opgeheven, dient u uw installateur te waarschuwen.

Unica, storingstelefoonnummer 038- 211288

De bediening in schema

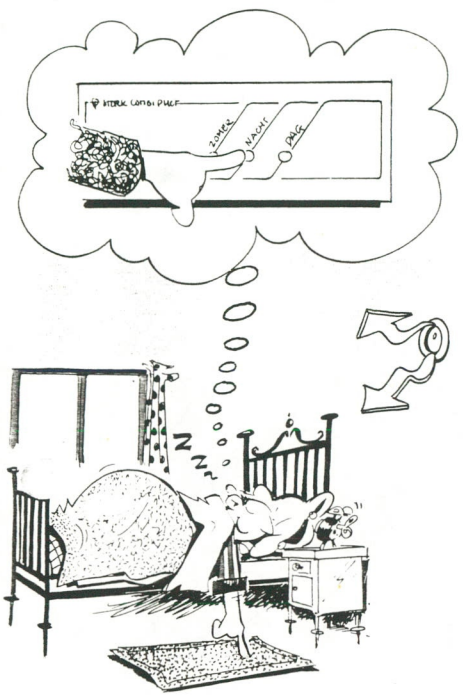
	WINTER		ZOMER		VOOR/NAJAAR	
	overdag	's nachts	overdag	's nachts	overdag	's nachts
Driestanden schakelaar	'DAG'	'NACHT'	'ZOMER'	'ZOMER'/ 'NACHT'*	'NACHT'	'ZOMER'/ 'NACHT'*
Thermostaten						
Woonkamer	18-21°C	3°C lager			18-21°C	3°C lager
Slaapkamer	15-17°C					

* zie vraag 3.

HARINGKAVELKALENDER

VENTILEREN

Behalve voor verwarmen zorgt de Combiduct ook voor een permanente 'gebalanceerde' ventilatie van uw woning. In de DAG en NACHTstand wordt er steeds automatisch geventileerd. Ramen open zetten is dan niet nodig. Pas in de ZOMERstand moet u zelf voor verse lucht zorgen door een raam open te zetten.



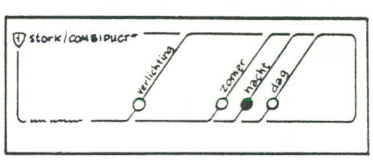
Slapen...

1. **met open raam**
   Zet dan de Combiduct in de ZOMERstand
2. **met het raam dicht**
   Zet de Combiduct in de NACHTstand. Er wordt dan frisse lucht de slaapkamer ingeblazen.

	MAART	APRIL
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		

Koud voor- en najaar

Is het nog koud, maar niet kouder dan 15°, dan kunt u de driestandenschakelaar op NACHT zetten, ook overdag. U spaart dan energie en het wordt toch warm genoeg. Zeker als de zon schijnt.





Veel rook

Hebt u veel visite en hangt er veel rook? Als u de wasemkap open zet, wordt via alle afzuigopeningen (dus via keuken, WC, badkamer en de wasemkap) extra lucht afgezogen.



VENTILEREN

6.Wat gebeurt er in welke stand?

ZOMERstand: alleen afvoer van vervuilde lucht

NACHTstand: afvoer van vervuilde lucht en toevoer van verse lucht naar de slaapkamers.

DAGstand: toevoer van verse, verwarmde lucht naar de woonkamer en slaapkamer en afvoer van vervuilde lucht via WC en douche.

Wasemkap open: extra afvoer van vervuilde lucht, ook in WC en douche. U hoort de ventilator dan harder draaien.

7.Kan ik toch ramen open zetten?

In de DAG- en NACHTstand wordt er steeds automatisch goed geventileerd. Ramen open kan goed, maar verbetert niets aan de ventilatie. Als het koud is en de zon schijnt niet dan verhoogt het uw gasrekening.

8. Wat moet ik doen als ik wil luchten?

Combiduct in de ZOMERstand en kort ramen open, bijvoorbeeld een kwartier.

9. Ik slaap graag met open raam, mag dat nog?

Natuurlijk. Zet in dat geval de Combiduct in de ZOMERstand 's nachts omdat u zelf voor de toevoer via het open raam zorgt. In de NACHTstand wordt er namelijk ook verse lucht ingeblazen. Dat hoeft niet als u uw raam open hebt.

10. Hoe staan zulke ramen op een kiertje?

Als u ruit C en ruit B (tekening) allebei opent, dan zorgt u voor indirecte ventilatie. Als u de schuif omhoog doet om de handgreep te blokkeren, dan kan een eventuele inbreker er niet in.



11. Waarom kan het keukenraam niet open?

Omdat de Combiduct alle ventilatie doet en omdat er dan kookluchtjes in het binnengbied zouden komen.

12. Waar is die spleet onder de deuren voor?

Deze onderrand zorgt ervoor dat de toe- en afvoer van lucht over de hele woning gelijkmatig kan plaatsvinden. Deze opening is belangrijk. Zorg ervoor dat er altijd minstens 2 cm vrij is onder de deur van hal naar woonkamer en 1 cm onder de overige deuren.

13. Tocht het dan niet over de vloer?

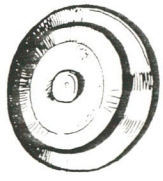
De luchtbeweging is zo langzaam dat u het niet als tocht kunt voelen. Tenminste als u een spleet van 2 cm vrij laat. Wordt de spleet kleiner, bv door hoogpolig tapijt, dan moet dezelfde hoeveelheid lucht door een kleinere opening. Dan zou u wel tocht kunnen gaan voelen.

14. Kan ik extra ventileren in badkamer en WC?

Dat kan alleen door de afzuigkap uit te trekken. Dan gaat namelijk de afvoerventilator op volle toeren draaien, dus er wordt dan ook meer in de badkamer en WC afgezogen. Bij de Multiduct kan dit via de standenschakelaar op de wasemkap.

15. Waaraan kun je zien of een opening voor toevoer of afvoer van lucht is?

Ze verschillen maar weinig van uiterlijk: de toevoerventielen hebben een dop in het midden. De afvoerventielen hebben een kleinere ronding in het midden. Afvoerventielen zitten in de badkamer boven de douche, in de WC bovenin, in de keuken rechts naast de Combiduct. Alle andere zijn toevoerventielen.



inlbazen

afzuigen



16. Kun je toe- en afvoerventielen ook voelen?

Houdt uw hand ervoor, of een vloeipapiertje of draadje (goed vasthouden). Als het ertegenaan plakt is het een afzuigventiel. Als het de kamer ingeblazen wordt is het een toevoerventiel. Denk er bij deze 'proef' wel aan dat de verwarming aan staat, dus de driestandenschakelaar op DAG.

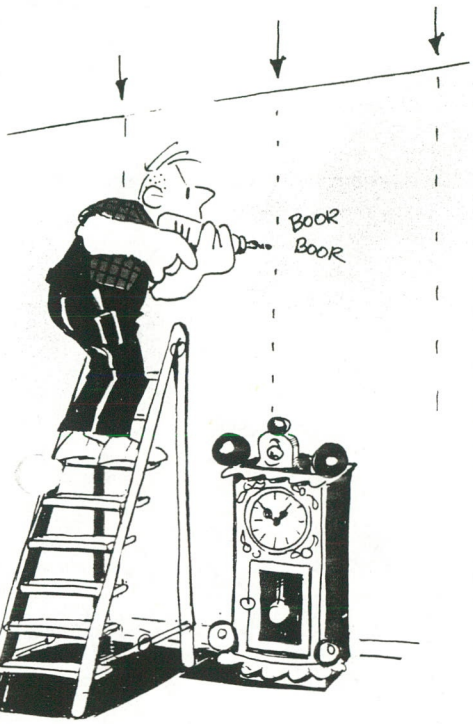
17. Waarvoor is het rooster in de gang in het plafond?

Hierdoor wordt de recirculatielucht aangezogen. Die lucht gaat weer naar de Combiduct, wordt zonodig verder opgewarmd en naar de woonkamer geblazen. Met een vloeipapiertje kunt u dat testen. Dit recirculeren gebeurt alleen in de DAGstand.

HARINGKAVELKALENDER

INRICHTEN

De woningen van Haringkavel, behalve de woningen op de begane grond naast de parkeergarage (type A), zijn gebouwd in houtskeletbouw. Voor u als bewoner betekent dit dat u met het ophangen van lampen en kasten en dergelijke extra voorzichtig moet zijn. Zomaar een spijkertje in de muur kan niet.

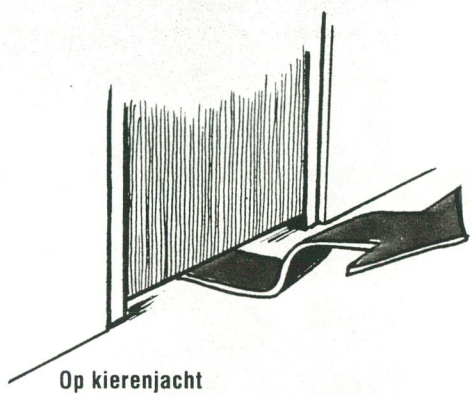


Friese staartklok

Wilt u iets zwaars ophangen, bijvoorbeeld een friese staartklok:

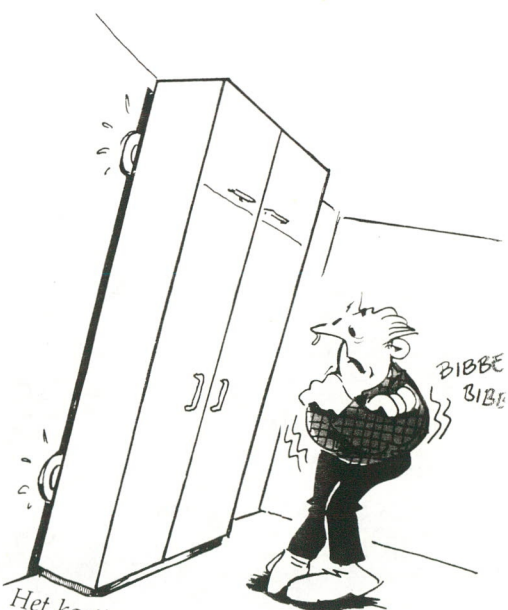
1. door te kloppen zoeken naar de stijlen en regels
2. m.b.v. houtschroeven de klok eraan ophangen.
   Een schilderijtje kan m.b.v. speciale pluggen in de gipsplaat.

MEI	JUNI
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	

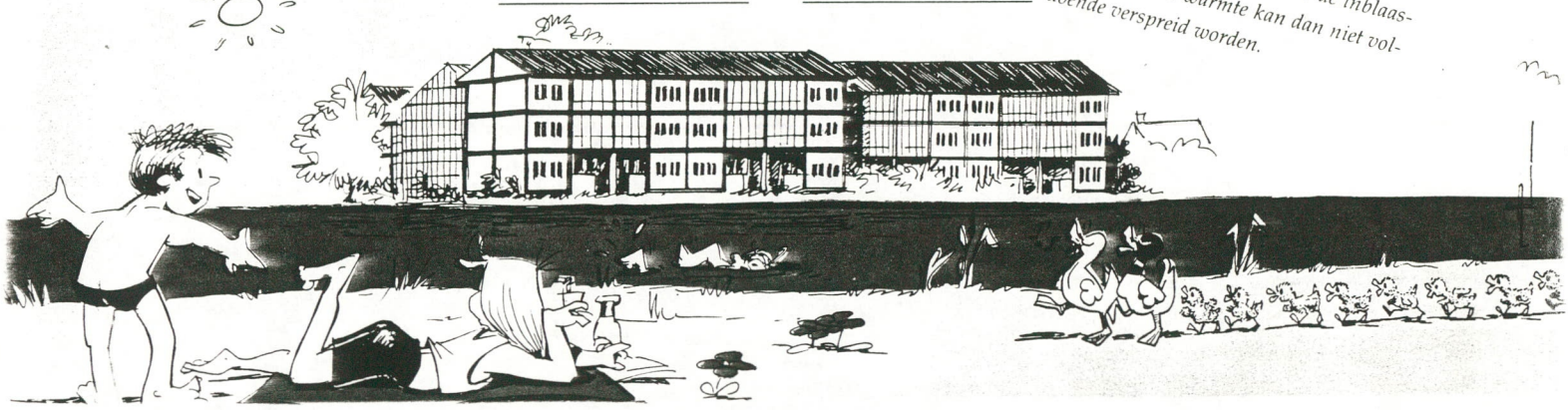


Op kierenjacht

Binnenshuis moet u dat vooral niet doen. Onder de deuren moet een spleet van 2 cm vrijblijven, dus geen hoogpolig tapijt leggen! Dit is voor de luchtcirculatie in verband met de Combiduct.



Het kastje en de muur...
Zet uw meubels niet pal voor de inblaasopeningen. De warmte kan dan niet voldoende verspreid worden.



INRICHTEN

18. Kan ik een wasdroger aansluiten?

Een gewone wasdroger mag niet omdat er geen afvoer op het systeem van de Combiduct aangesloten mag worden. Dus niet de kanalen ervoor gebruiken die voor aan- en afvoer van lucht voor de Combiduct zijn. Wilt u toch een wasdroger, dan kunt u een condensdroger aanschaffen. Daarbij is afvoer van lucht niet nodig.

19. Kan ik zomaar alles aan de wand ophangen?

Uw woning (behalve type A) is gebouwd in houtskeletbouw. Dat betekent dat ophangen anders gaat dan normaal. De wanden binnenin de woning zijn bekleed met gipsplaten van verschillende diktes. Deze platen zijn bevestigd op stijlen(verticaal) en regels (horizontaal) van hout. Aan die wanden kunt u op twee manieren iets bevestigen:

1.Op de stijlen en regels met houtschroeven. Deze kunt u vinden door tegen de wand te tikken, u hoort snel of u tegen een stijl of regel zit.

2.Op de gipsplaten met speciale pluggen.

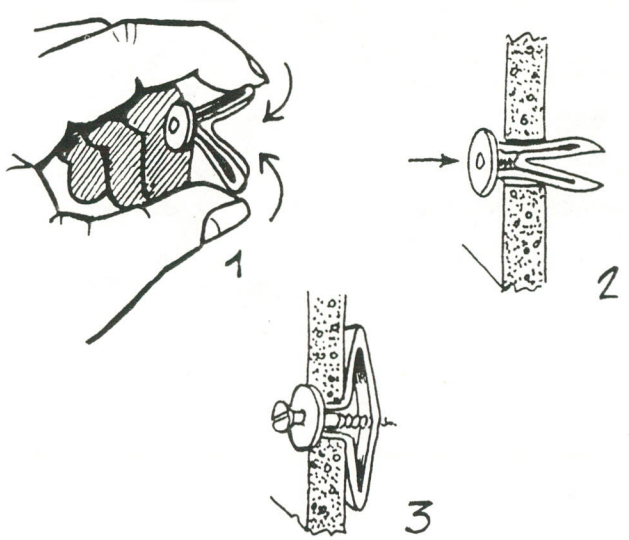
20. Welke soort pluggen kan ik gebruiken.?

Op de gipsplaten moet u pluggen van het merk Toggler (plaatje) gebruiken.

Deze pluggen zijn speciaal voor gipsplaten, er kan een aardig groot gewicht aan bevestigd worden. Welke plug u precies neemt is afhankelijk van:

- het voorwerp dat u ophangt (gewicht)
- de dikte van de gipsplaat.

Een overzichtje van de diktes van de gipsplaten in uw woning kunt u krijgen via de woningbouwvereniging. Dit is namelijk per soort wand verschillend.



21.Kan ik ook een zware boekenkast ophangen?

Zeer zware voorwerpen zoals staartklokken, kasten ed moeten aan de stijlen bevestigd worden met houtschroeven. Zware kasten kunt u met behulp van een hulpconstructie ophangen. Deze wordt dan eerst op de stijlen wordt gemonteerd.

22. Hoe kan ik gordijnrails bevestigen?

Beugels voor gordijnrail kunt u monteren tegen de wand met houtschroeven op ongeveer 3 cm vanaf het plafond. Als u lager dan 3 cm onder het plafond de gordijnrails wilt ophangen, dan kan dat ook weer met die Toggler pluggen.

23 Hoe moet ik een hanglamp bevestigen?

U kunt in het plafond net als in de wanden gewoon iets bevestigen, bijvoorbeeld lampen maar alleen met de speciale pluggen (Toggler). In het plafond kunt u geen gebruik maken van de regels, de meeste zijn van metaal. Uitzondering is het plafond op de bovenste verdieping: daar kunt u de houten rachels zoeken en benutten. Deze zitten om de 30 cm en zijn ook te vinden door te kloppen.

24. Kan ik elk soort vloerbedekking leggen?

Geen parket of plavuizen aanbrengen in verband met geluidsoverlast. Geen hoogpolig tapijt, omdat er onder de deuren een spleet moet blijven van 2 cm (hal-woonkamer) en 1 cm (overige deuren).

25. Hoe kan ik vloerbedekking bevestigen?

Op de houten vloeren de vloerbedekking niet lijmen maar bevestigen met 2 zijdig plakband. Gespannen vloerbedekking spannen op de plinten. (ev gemakkelijk te verwijderen lijm). In de vloeren (ook van type A) lopen leidingen. Daarom niet boren, spijkeren ed ook in verband met het doorbreken van de geluidsisolatie.

26. Kan er tochtstrip onder de deuren?

Nee, beslist niet. Zie vraag 12 en vraag 24. Als u wilt mag het wel onder de voordeur en de deur naar de serre, maar daar zit al een tochtstrip.

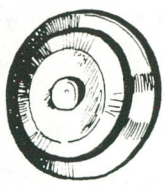
27. Hoe moet ik in de badkamer handdoekrekjes bevestigen?

Gaten boren in de vinyl wandbekleding is niet erg wenselijk. Als het toch nodig is, dan moet u rondom siliconenkit aanbrengen in verband met de waterdichtheid van de wand.

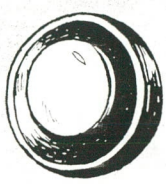
HARINGKAVELKALENDER

ONDERHOUDEN

Bij Haringkavel is het net als bij 'gewone' woningen: als huurder bent u verantwoordelijk voor het binnenonderhoud, de verhuurder voor het buitenwerk. Op deze pagina enkele tips voor het binnenwerk.



inblaasventiel



afzuigventiel

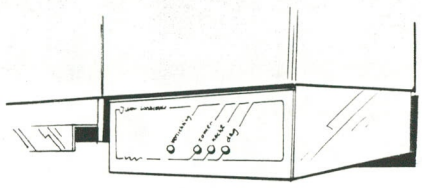
De ventielen

De inblaas- en afzuigventielen kunt u met een doekje met bijvoorbeeld afwasmiddel afnemen. U kunt ze er ook uithalen door ze voorzichtig eruit te trekken. Dan wel opletten dat ze weer op de oorspronkelijke plaats teruggezet worden (even nummeren bijvoorbeeld).





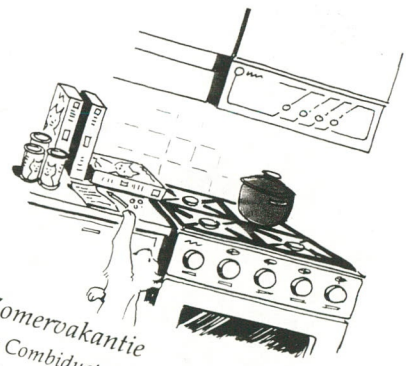
	JULI	AUGUSTUS
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		



De Combiduct

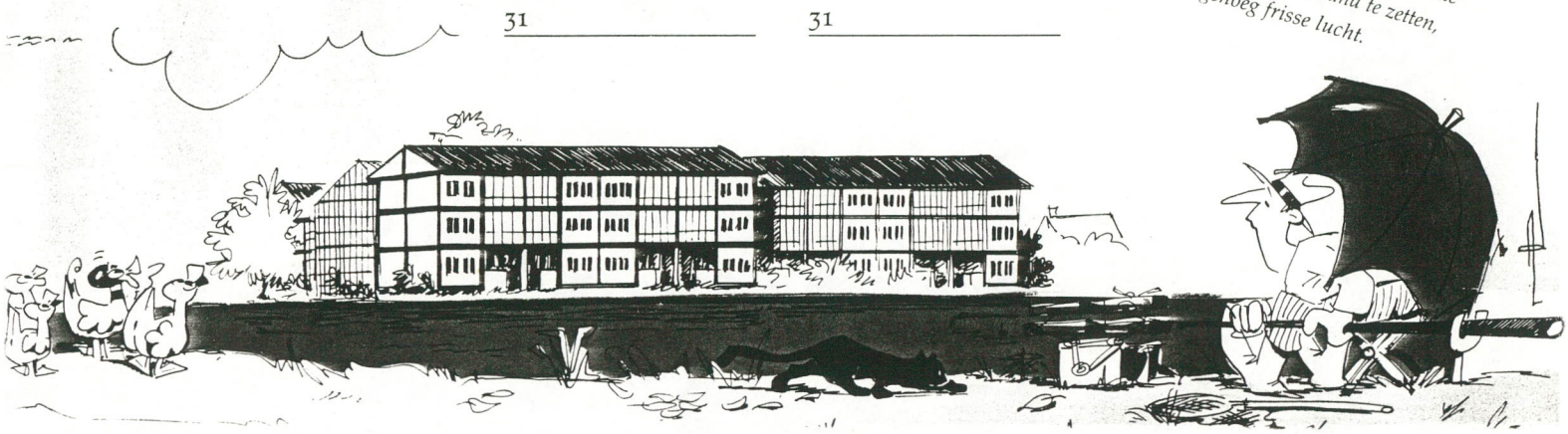
Aan de Combiduct hoeft u zelf niets te doen aan onderhoud. Hoe de wasemkap schoongemaakt kan worden leest u achterop deze bladzijde.

Als u storing hebt: Unica bellen (tel. 038 - 211288).



Zomervakantie

De Combiduct niet uitschakelen, maar in de 'ZOMER'stand zetten. Blijven er huisdieren in huis, dan is het verstandig om de Combiduct in de 'NACHT'stand te zetten, dan krijgen ze genoeg frisse lucht.



ONDERHOUDEN

28. Hoe kan ik die ventielen schoonhouden?

Met een doekje en schoonmaakmiddel kunt u ze afnemen. U kunt de ventielen er ook in z'n geheel uit halen, bijvoorbeeld als u wilt behangen of verven. Let er wel op dat u de goede ventielen in de goede openingen terug zet. Ze zijn allemaal verschillend afgesteld met het oog op de hoeveelheid lucht die in die ruimte aan- of afgevoerd moet worden.

29. Het wordt soms vuil rondom de ventielen , wat kan ik daaraan doen?

Dit vuil wordt veroorzaakt door een menging van de op zich schone warme lucht met stof in de kamer. Bij rokende mensen zal het ook meer vuil worden dan bijvoorbeeld bij niet rokers. U kunt het plafond/muur met een vochtige doek afnemen.

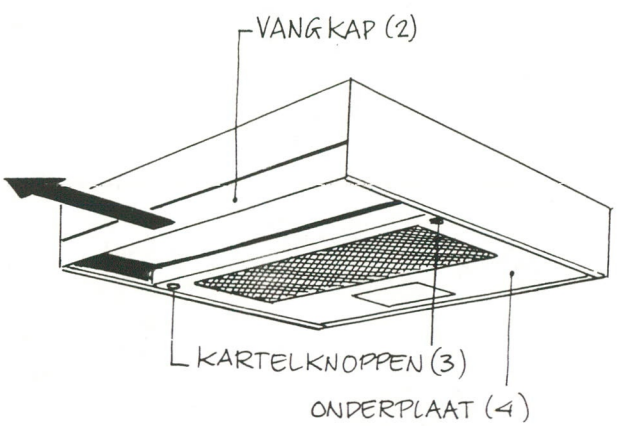
30. Moet ik zelf iets aan de Combiduct onder houden of nakijken?

Nee. Dat mag u zelfs niet volgens de garantiebepalingen. De woningbouwvereniging heeft een onderhoudscontract met de installateur, Unica. Uitzondering is de wasemkap.

31. Hoe kan ik de wasemkap schoonhouden?

In de wasemkap zit een vetvangfilter. Dit moet u ongeveer vier keer per jaar schoonmaken. Vaker mag ook als dat nodig is. Hoe dat moet leest u hieronder: (bron: Stork Ventilatoren)

1. Draai beide kartelknoppen (3) een slag los en schuif deze naar binnen.
2. Kantel de onderplaat (4) met daarin het vetvangfilter (5) uit de wasemkap.
3. Trek de vangkap helemaal naar voren totdat deze uit de nijlon lagers glijdt.
4. Vangkap reinigen met een neutrale zeepoplossing (bv afwasmiddel) en het vetvangfilter met borstel en neutrale zeepoplossing.
5. Montage in omgekeerde volgorde (eerste vangkap, dan onderplaat met vetvangfilter)
Voor het vervangen van de gloeilamp (6) dient eerst de schakelaar op de stand uit te worden geplaatst. Demonteer de onderplaat en vervang de kogellamp (40 Watt met mignon fitting E14).



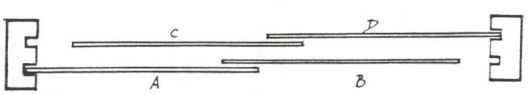
32. Mag ik het geel in de serre oververven?

Nee. Dit is het enige binnenschilderwerk dat u niet mag oververven. De woningbouwvereniging zal het onderhoud doen tegelijk met het buitenschilderwerk.

33. Hoe kan het plafond in de serre schoon gemaakt?

Met een zachte stoffer. Dit plafond is gemaakt van geluidwerend materiaal, om te voorkomen dat verkeerslawaai doordringt tot in uw huiskamer. Verven of afdekken geeft meer geluidsoverlast.

34. Hoe kan ik de schuiframen wassen?.



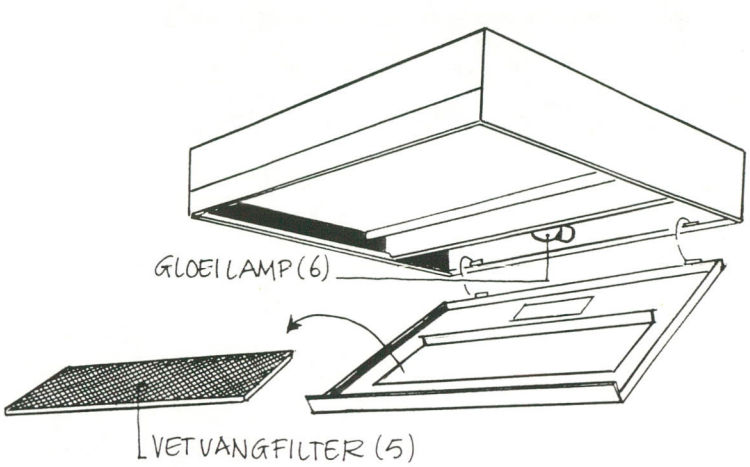
1. De korte handgreep kan worden verwijderd door deze iets omhoog te schuiven en daarna iets naar u toe te trekken. U kunt dan de greep naar beneden schuiven en wegnemen.
2. Nadat u de greep verwijderd heeft, kunt u de ruiten langs elkaar schuiven.
3. Voordat u met het wassen van de ramen begint, is het nodig eerst de groef in de onderkant schoon te zuigen.
4. Met het wassen van de ruiten tevens de kunststof profielen schoonmaken.
5. De greep weer terug plaatsen.
Als u de onderdorpel regelmatig schoon zuigt blijven de ramen soepel schuiven.

35. Hoe staan zulke ramen op een kiertje?

U kunt met deze ramen indirect ventileren door ruit C en B iets te openen. Vooral met harde wind op de gevel geeft dit minder tocht.

36. Mogen de ramen eruit?

Nee, ze zijn erg gevoelig voor breuk. Daarom wil de corporatie niet dat u ze eruit haalt.



HARINGKAVELKALENDER

ENERGIEZUINIG

Haringkavel is een experiment voor energiebesparing. Dat zit 'm in een combinatie van verschillende factoren: goede isolatie en kierdichting, de serre, de glaskap, waardoor maar één gevel bloot staat aan weer en wind én de Combiduct die de lucht aanzuigt uit het zonverwarmde binnengebied.

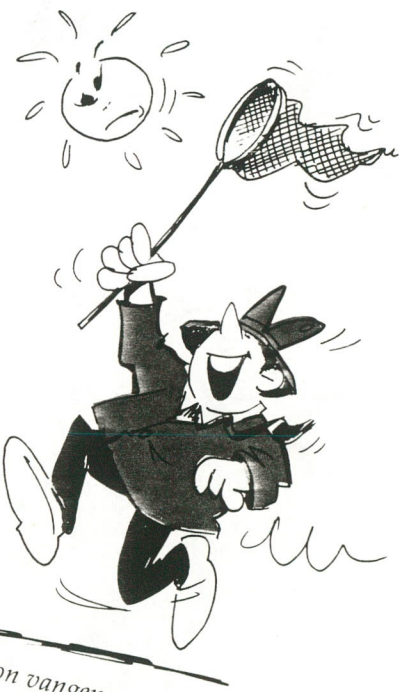


Zelf besparen door:

- dag/nacht zomerstand goed instellen
- maar 3°C nachtverlaging in de winter
- in stookseizoen geen ramen open
- zonnewarmte gebruiken
- bij het luchten de Combiduct op 'ZOMER'

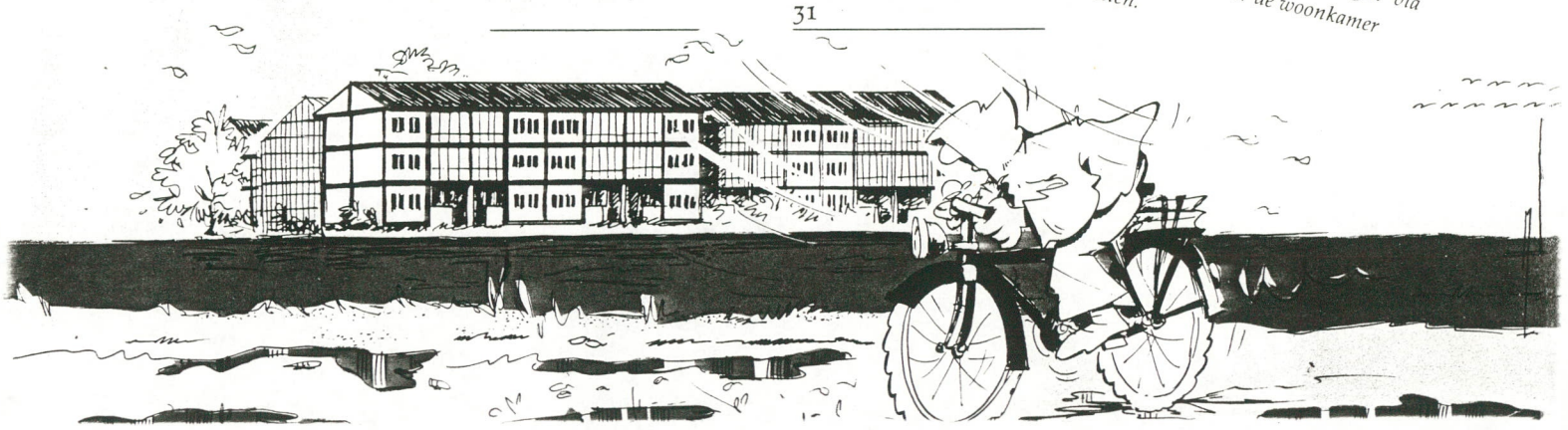
Volgens de berekeningen die gemaakt zijn vóór de bouw van Haringkavel, gaat u alles bij elkaar gemiddel F 100,- per maand betalen aan gas en licht.

SEPTEMBER	OKTOBER
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
	31



De zon vangen

Een manier van energie besparen is het opvangen van de gratis zonnewarmte. In voor- en najaar kunt u de zon 'vangen' via de serre en de deur naar de woonkamer open zetten.



ENERGIEZUINIG

37. Kan ik zelf ook iets doen om energie te te besparen?

Ja, door verstandig om te gaan met de Combiduct en de aanbevelingen uit deze gebruiksaanwijzing te volgen:

- instelling dag/nacht/zomerstand
- Turboknop* (*zie vraag 49) zo weinig mogelijk gebruiken
- aanbevolen temperatuur van 18 -21° C in de woonkamer en 15-17°C in de slaapkamers aanhouden
- 's nachts niet meer dan 3° nachtverlaging
- in het stookseizoen geen ramen open zetten
- bij het luchten de Combiduct op 'zomer'
- als de zon schijnt deze 'opvangen' en niet gelijk de gordijnen dicht doen.

38. Waarom mag de Combiduct 's nacht maar 3°C lager?

In een koude winter moet u extra opletten dat u 's nachts slechts 3°C en niet méér nachtverlaging toepast. Het kost namelijk meer energie en tijd om een koude woning op te warmen, dan om uw woning 's nachts op een beetje warme temperatuur te houden.

39. Kan ik de Combiduct gewoon uitzetten als ik op vakantie ga?

Dit kan in principe wel, maar het is niet aan te bevelen. Als u hem gewoon in de ZOMERstand zet wordt er toch nog iets geventileerd en is het niet zo muf als u terug komt.

40. Kan de Combiduct de hele zomer in de zomerstand?

Overdag wel, maar 's nachts doet u er verstandig aan de Combiduct op NACHT te zetten. Dan werken de toevoerventilatoren ook en hebt u frisse lucht op uw slaapkamer.

41. Kan ik zonwering in de serre aanbrengen?

Ja, maar niet gebruiken in het stookseizoen, omdat de zon gratis warmte levert.

WARM WATER

42. Is er altijd warm water beschikbaar?

Ja, als de waakvlam van de geiser aanstaat tenminste. (zie het kijkglaasje op de Combiduct) Belangrijk om te weten is het volgende: Een maal per 24 uur is er een paar seconden geen warm water. De Combiduct controleert dan zichzelf. Wilt u dit tijdstip beinvloeden, dan moet u op het tijdstip dat u schikt de stop waar de Combiduct op zit (in de meeste woningen de middelste van de drie stoppen) in de stoppenkast even eruit en erin doen. Vanaf dat moment doet ie het elke dag om die tijd.

43. Hoe moet ik de geiser ontsteken?

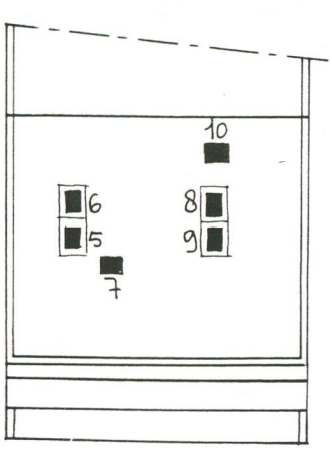
Deze tekst is afkomstig van het bedieningsvoorschrift van Stork. Let op dat u de gasregelknop voldoende lang ingedrukt houdt.

1. Controleer of alle warmwaterkranen in de woning gesloten zijn.
2. Open de stopkraan in de watertoevoerleiding bij de kast.
3. De gasregelknop van de geiser ingedrukt houden.
4. De ontsteker geiser enige malen indrukken tot u door het bovenste kijkgat ziet dat de waakvlam brandt.
5. De gasregelknop van de geiser ca 30 seconden ingedrukt houden.
6. De gasregelknop van de geiser loslaten en door het bovenste kijkgat controleren of de waakvlam is blijven branden. De geiser is nu klaar voor gebruik.
7. Als de waakvlam niet is blijven branden, na vijf minuten punt 3 t/m 6 herhalen. Als de waakvlam uitgaat dient u altijd enige minuten te wachten voordat u opnieuw begint met de ontstekingsprocedure.

Op uw toestel staat op een sticker welke knop de gasregelknop is en welke de ontsteker voor de geiser. Zie ook onderaan deze bladzijde.

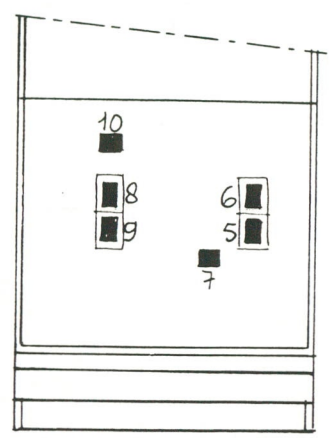
44. Wat moet ik doen als er geen warm water is?

Het kan dat de Combiduct aan zijn controlemoment bezig is. Zie vraag 42. Als het water na een paar seconden nog niet warm wordt, kunt u controleren of de waakvlam van de geiser het wel doet. Zo nee: ontsteken (zie vraag 43).



LINKER UITVOERING

5 - GASKNOP LUCHTVERHITTER
6 - PIEZO-ONTSTEKER LUCHTVERHITTER
7 - KYKGAT LUCHTVERHITTER
8 - GASKNOP GEISER
9 - PIEZO-ONTSTEKER GEISER
10 - KYKGAT GEISER



RECHTER UITVOERING

HARINGKAVELKALENDER

EXPERIMENT

Haringkavel is een experiment. Voordat de bouw startte, is er veel gerekend en gedacht over de verschillende oplossingen. Er komt een evaluatie, om te kijken of wat er berekend is ook klopt met de praktijk. U merkt dat vooral het eerste jaar. Verder heeft zo'n mooi gebouw natuurlijk altijd veel bekijks.



Metingen

In het eerste jaar zit dhr Schiphouwer van TNO in de woning Zuidkade 40c regelmatig z'n computer af te lezen. Van daaruit wordt in de omliggende woningen gemeten, hoe warm het wordt, hoeveel lucht erin en eruit gaat en hoeveel gas er verbruikt wordt. Ook in het binnengebied heeft hij voelers aangebracht om te meten hoe daar het temperatuurverloop is.

NOVEMBER	DECEMBER
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
	31

Interviews

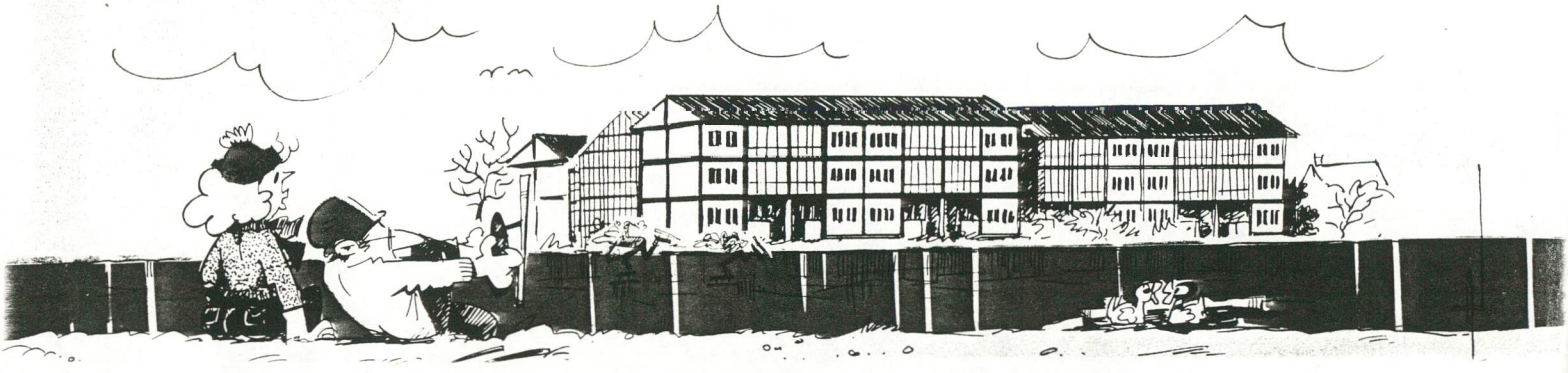
Naast technische metingen komt er een bewonersonderzoek. Het NIPG uit Leiden doet dat. Zij stellen de bewoners vragen over het wonen op de Haringkavel. Het gaat dan zowel over de woningen als over het binnengebied. Ook worden de meterstanden afgelezen om te weten hoeveel gas en electra er verbruikt wordt.
Van de resultaten van deze onderzoeken kunnen andere energiezuinige projecten weer leren.



Wintervakantie

1. *driestandenschakelaar op NACHT*
2. *thermostaat in woonkamer laag, bijvoorbeeld 15°C*
3. *schuiframen en deuren dicht, postbus-sleutel aan buren geven.*

prettige vakantie!



EXPERIMENT

45. Waarom is Haringkavel een experiment?

Haringkavel is een praktijkexperiment vanwege het bijzondere energiezuinige ervan en vanwege het feit dat het moeilijk is om op zo'n smalle lokatie te bouwen. Het experimentele zit 'm in de combinatie van een aantal zaken:

- de goede isolatie
- de serres, deze vangen de gratis zonnewarmte op en geven deze weer door aan uw woon kamer. In voor- en najaar scheelt dat aanzien lijk op uw stookkosten.
- de glaskap , deze vangt ook zon, en zorgt daarmee voor voorverwarmde lucht die uw woning ingezogen wordt en dankzij de glaskap staat er maar één gevel bloot aan weer en wind.
- de Combiduct, een energiezuinige verwarming.

Voor dit alles is berekend dat u alles bij elkaar gemiddeld *f*100,- per maand kwijt bent aan gas en electra. (*f*50,- gas en *f*50,- electra)

46. Wat merk ik van het experiment?

Allereerst uw lage energierekening, verder zult u in het eerste jaar te maken krijgen met metingen en evaluaties. Er moet namelijk getoetst worden of wat berekend is ook klopt met de praktijk. De metingen vinden hoofdzakelijk plaats vanuit de TNO woning, Zuidkade 40 c, en verder zullen er interviews met bewoners gehouden gaan worden.

47. Is die lucht die uit het binnengebied komt wel zo fris?

De Combiduct zuigt haar verse lucht aan uit het binnengebied. Voor de bouw van Haringkavel is uitvoerig berekend of aanzuigen uit het binnengebied kon. Een goede ventilatie van dat gebied zorgt ervoor dat de lucht voldoende fris is. Bovendien is de lucht al door de zon voorverwarmd. Mocht er brand komen in het binnengebied dan kan de rook niet de woningen ingezogen worden. Als beveiliging is er een rookdetector in de Combiduct opgenomen.

48. Waar is de rookdetector voor en wat gebeurt er als ie aan gaat?

De rookdetector zit links boven naast de Combiduct. U ziet deze niet. Hij is aangebracht omdat in geval van brand in het binnengebied veel rook en daarmee brand de woning ingezogen zou kunnen worden. Als dat zo is, dan gaat de Combiduct uit, alle funkties raken geblokkeerd. Bel Unica.

49. Waarvoor is die turboknop?

In woningtype B zit nog een bedieningsknop: de turboknop. Bij de berekeningen vooraf aan de bouw van Haringkavel is gebleken dat deze knop wellicht nodig is in dit woningtype.

De turboknop is bedoeld voor een versnelde opwarming van de woonkamer.In de andere woningtypen was deze knop niet nodig. Als u deze knop indrukt, warmt de woonkamer versneld op. Er komt dan warme lucht uit alle drie de inblaasopeningen in de woonkamer. Als de woonkamer op temperatuur is, schakelt de knop vanzelf terug.

Gebruik de turboknop alleen als het echt nodig is, de versnelde opwarming vraagt veel energie.

50. Hoe worden de ramen en ventilatoren en schermdoek in het binnengebied bediend?

In principe gaat dit automatisch: de ramen zijn met een tijdklok ingesteld, het schermdoek reageert op de zon. De ventilatoren worden met de hand bediend.

Als er iets niet goed gaat, dan kunt u contact opnemen met de huismeester.

Belangrijke telefoonnummers

Storingsnummer Unica:	038- 211288
Woningbouwvereniging Onze Woning:	01727- 14948

Deze kalender is gemaakt door WoonlEnergie als onderdeel van haar kennisoverdrachtactiviteiten voor het praktijkexperiment Haringkavel. Opdrachtgever was de NOVEM, Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu BV.
© NOVEM en WoonlEnergie Gouda, augustus '89.