

**RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
BILTHOVEN**

Rapportnr. 609021002

Rapportage resultaten luchtonderzoek
Amsterdamseweg 38 e.o. te Arnhem

J.J.G. Kliest, H. van Ammers¹, F. Fortezza, H.P. Bos

augustus 1994

¹ Dienst Milieu en Openbare Werken, gemeente Arnhem.

Dit onderzoek is verricht met adhaesie van de Regionaal Inspecteur van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiene voor de provincie Gelderland en in opdracht van de gemeente Arnhem onder de projectnummers 118032.408 en 118032.411, alsmede van de Provincie Gelderland onder projectcode GE/030/31.

Verzendlijst

- 1-5 Regionale Inspecteur van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne - Gelderland
- 6 Hoofdinspecteur van Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne
- 7-17 Gemeente Arnhem, Dienst Milieu en Openbare Werken
- 18 Provincie Gelderland, Dienst Milieu en Water
- 19 drs. P.J. van den Hazel, GGD Arnhem
- 20 dr. J.M. Roels, DGM
- 21 ir. T. Fast, GGD Amsterdam
- 22 Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
- 23 Directie RIVM
- 24 dr.ir. G. de Mik
- 25 dr. R.M. van Aalst
- 26 dr. H.A. van 't Klooster
- 27 drs. H.J.Th. Bloemen
- 28 drs. A.K.D. Liem
- 29 dr. J.E.T. Moen
- 30 dr. J. Meulenbelt
- 31 drs. M. van Bruggen
- 32 dr. F.J.J. Brinkmann
- 33 dr.ir. E. Lebret
- 34 ir. R. van den Berg
- 35 dr.ir. F.A. Swartjes
- 36-39 Auteurs
- 40 Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
- 41 Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
- 42-43 Bibliotheek RIVM
- 44-65 Reserve

Inhoudsopgave

Verzendlijst	i
Inhoudsopgave	ii
Abstract	iii
Samenvatting	1
1. Inleiding	2
2. Doel van het onderzoek	2
3. Opzet en uitvoering van het onderzoek	3
3.1 Opzet van het onderzoek	3
3.1.1 woningselectie deelonderzoek 1	3
3.1.2 traceronderzoek	3
3.1.3 meting van het gehalte aan vluchtige organische verbindingen	4
3.1.4 indicatieve metingen met behulp van een fotoionisatiedetector	4
3.1.5 Problemen tijdens deelonderzoek 1	4
3.1.6 Doel en opzet deelonderzoek 2	5
3.2 Overzicht meetlokaties	5
3.3 Weersomstandigheden tijdens de metingen	5
4 Resultaten onderzoek	6
4.1 Resultaten van deelonderzoek 1	6
4.1.1 Bouriciusstraat 9	6
4.1.2 Brantsenstraat 2	8
4.1.3 Brantsenstraat 8	9
4.1.4 Sweerts de Landasstraat 83	9
4.1.5 Sweerts de Landasstraat 77	11
4.1.6 Sweerts de Landasstraat 47	12
4.2 Resultaten van deelonderzoek 2	13
5. Algemene bespreking van de onderzoeksresultaten	14
Bijlage 1. Procedure voor de meting met Photovac Portable Gaschromatograaf	16
Bijlage 2. Resultaten van metingen in referentiewoningen te Ede	18
Bijlage 3. Tabellen	19
Bijlage 4. Figuur 1 t/m 6	35
Literatuur	41
Figuur 1. Geografische weergave resultaten luchtmetingen	42

Abstract

In a number of dwellings in a residential area in Arnhem, close to a site with heavy industrial pollution, high concentrations of perchloroethylene and trichloroethylene were found in indoor air. It was assumed that the pollutants entered the dwellings through the crawl spaces, located underneath. Isolation of the crawl spaces by two layers of concrete and an damp-tight film however, did not help to mitigate the indoor concentrations of perchloroethylene and trichloroethylene.

An investigation was undertaken to shed some light on the transport mechanisms from soil to crawl space and from crawl space to indoor air.

As a first step, the concentrations of 45 volatile organic compounds, among which perchloroethylene and trichloroethylene, were assessed in five to six rooms in each of six dwellings.

Infiltration and exfiltration was assessed with a freon tracer. However, these tracer measurements proved to be incorrect.

In the second stage of the investigation, the concentration of perchloroethylene was measured in the living room and in the crawl space of 28 dwellings.

After these measurements it was concluded that in most dwellings the crawl space was still an important source of perchloroethylene, despite the isolation measures mentioned above. It was assumed that a convective flow of polluted air took place from the soil system, along the edges of the damp-tight film, into the crawl space.

The second stage of the investigation led us to assume that there was a clear geographic distinction between houses with and houses without raised concentrations of perchloroethylene.

Samenvatting

In een aantal woningen rond een terrein dat gelegen is tussen de Amsterdamseweg, de Brantsenstraat, de Bouriciusstraat en de Sweerts de Landasstraat te Arnhem komt een relatief hoge concentratie van met name perchlooretheen (per) en in mindere mate trichlooretheen (tri) voor. Oorzaak van de verontreiniging van de binnenlucht is een verontreiniging van de bodem met per- en trichlooretheen op het aangrenzende terrein. Ook na beveiligingsmaatregelen, waaronder isolatie van de onderzijde van de kruipruimtevloeren bleken de concentraties nog steeds verhoogd.

Het doel van dit onderzoek was om meer inzicht te geven in de wijze waarop de verontreiniging van de kruip- en woonruimten vanuit de bodem tot stand komt. Dit gegeven is van belang om vast te stellen op welke wijze de bijdrage van de bodemverontreiniging aan de verontreiniging van de binnenlucht effectief kan worden tegengegaan.

Dit rapport heeft betrekking op twee in dit kader uitgevoerde deelonderzoeken. Het eerste deelonderzoek betrof een onderzoek in zes woningen op de lokatie, waarbij in vijf à zes ruimten van de woning de concentraties van ondermeer perchlooretheen en trichlooretheen zijn gemeten. Tevens heeft oriënterend onderzoek plaatsgevonden in een aantal kelders en kruipruimten naar de mogelijke bronnen voor de verhoogde concentraties in deze ruimten.

Daarnaast is gepoogd om door middel van een tracermethode inzicht te verkrijgen in het patroon van luchtverplaatsingen in de woningen, om op deze wijze de bijdrage van de kruipruimtelucht aan de lucht in de woning te kunnen kwantificeren. Het traceronderzoek is echter als gevolg van redenen van analytische aard, mislukt.

Bij het tweede deelonderzoek zijn indicatieve metingen uitgevoerd van de concentratie aan per- en trichlooretheen in de kruip- en woonruimten van 28 woningen. Doel hiervan was om te bepalen in welke woningen vervolgonderzoek zinvol moest worden geacht.

Uit de resultaten van het eerste deelonderzoek blijkt dat het aannemelijk is, dat de kruipruimten nog steeds een belangrijke en wellicht zelfs de belangrijkste bron voor de in de verblijfsruimten optredende concentraties van perchlooretheen vormen. De isolerende maatregelen in kruipruimten blijken geen meetbaar effect te hebben gesorteerd op de concentratieniveaus van perchlooretheen.

Hoewel dit op grond van de uitgevoerde metingen niet kan worden bewezen lijkt het het meest waarschijnlijk, dat de concentraties in de kruipruimten vooral tot stand komen door een convectieve flux van perchlooretheen langs de afdichtingsranden van het isolatiemateriaal. De belangrijkste conclusie uit deelonderzoek 2 is dat er duidelijk te onderscheiden zones blijken te zijn met woningen die wel en woningen die niet een sterk verhoogd concentratieniveau in de kruipruimte kennen. Tussen de genoemde zones blijken scherpe grenzen te kunnen worden getrokken.

1. Inleiding

In een aantal woningen rond een terrein dat gelegen is tussen de Amsterdamseweg, de Brantsenstraat, de Bouriciusstraat en de Sweerts de Landasstraat te Arnhem komen blijkens een onderzoek van TAUW-infraconsult relatief hoge concentraties van met name perchlooretheen (per) en in mindere mate trichlooretheen (tri) voor. Oorzaak van de verontreiniging van de binnenlucht is een verontreiniging van de bodem met perchlooretheen op het voormalige industrieterrein. Deze is vermoedelijk veroorzaakt door de activiteiten van een natwas- en chemische wasserij. Ook na beveiligingsmaatregelen, waaronder isolatie van de onderzijde van de kruipruimtevloeren met een sandwichconstructie van aluminiumfolie tussen twee lagen zogenaamd belbeton, bleken bij onderzoek van TAUW dat in april 1993 is uitgevoerd, de concentraties nog steeds verhoogd. Eveneens is door TAUW vastgesteld, dat in de bodemlucht naast de woningen zeer hoge concentraties aan per voorkomen.

De bouw van de woningen in aanmerking genomen zijn er globaal drie mogelijke processen welke aan de in de verblijfsruimten voorkomende concentraties kunnen bijdragen.

1. In de eerste plaats is dit convectie van verontreinigde lucht uit de onderverdieping (kruipruimten, kelders en souterrains) naar de erboven gelegen verblijfsruimten. De kruipruimte zou op zijn beurt verontreinigd kunnen raken door toevoer van per uit de bodem via:
 - kieren en lekken in het foliebeton, dan wel in de niet geïsoleerde zijwanden
 - diffusie door het foliebeton of door de niet geïsoleerde zijwanden
 - diffusie door de bestaande betonnen ondergrond en muren, die in direct contact staan met de verontreinigde bodem
2. Een tweede mogelijkheid is dat perchlooretheen direct vanuit de bodem door de muren naar boven wordt getransporteerd en in de woonkamer uitdampt.
3. De derde mogelijkheid is, dat de gemeten verontreiniging in de woonkamer een gevolg is van nalevering vanuit materialen, welke in de loop der tijd vanuit de lucht verontreinigd zijn geraakt.

Van deze drie processen lijkt alleen de eerste relatief eenvoudig door middel van interventie (verhoging kruipruimteventilatie) te beheersen. Voor de tweede mogelijkheid bestaan op dit moment geen goede interventiemethoden. Voor het derde proces geldt, dat de voorraad eindig is en dat de concentratie in de tijd zal dalen.

2. Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek, dat is uitgevoerd door het RIVM, is vast te stellen welk deel van de concentraties in de leefruimten tot stand komt als gevolg van het eerste genoemde proces, dus in hoeverre de kruipruimte ook na de uitgevoerde beveiligingsmaatregelen nog bijdraagt aan de verontreiniging van de woonruimten en welk deel door de andere processen wordt veroorzaakt.

Op grond hiervan zou kunnen worden vastgesteld, welk rendement er kan worden verwacht van verdere beveiligingsmethoden, zoals een verhoging van de kruipruimteventilatie.

Daarnaast is gekeken naar de mogelijke herkomst van de perchlooretheen in kruipruimten en kelders.

3. Opzet en uitvoering van het onderzoek

3.1 Opzet van het onderzoek

In de woningen op de genoemde lokatie zijn twee onderzoeken uitgevoerd. Het eerste deelonderzoek, dat is uitgevoerd in zes woningen, betrof een uitgebreid onderzoek van de luchtconcentraties van tri- en perchlooretheen in vijf tot zes compartimenten per woning (zie par. 3.1.3), alsmede een traceronderzoek ter bepaling van de ventilatie en het luchttransport in de betreffende woningen (zie par. 3.1.2.).

Het tweede deelonderzoek, dat heeft plaatsgevonden in 28 woningen betrof een meting met behulp van een draagbare gaschromatograaf, waarmee de luchtconcentraties in een tweetal compartimenten per woning zijn gemeten.

3.1.1 woningsselectie deelonderzoek 1

In het eerste deelonderzoek zijn in totaal zes woningen onderzocht in twee groepen van drie. Selectie van de woningen heeft plaatsgevonden door de gemeente Arnhem, op grond van de resultaten van het eerdere, door TAUW uitgevoerde onderzoek.

3.1.2 traceronderzoek

Voor de bepaling van het patroon van luchtverplaatsingen binnen de woning is gebruik gemaakt van de tracermethode volgens het BNL/AIMS systeem (Bloemen et al)¹. Bij genoemd onderzoek naar deze methode door Bloemen et al. is gebleken, dat de freonen perfluordimethylcyclobutaan (DCB), perfluormethylcyclopentaan (MCP) en perfluormethylcyclohexaan (MCH) het meest geschikt zijn voor uitvoering van de methode. Deze freonen zijn daarom bij het onderzoek toegepast.

De tracerbron bestaat uit een glazen flesje met een teflon afsluitdop. Het flesje is gevuld met één van de bovengenoemde freonen. Het freon permeëert met een constante snelheid door de teflon afsluitdop. De gemiddelde flux wordt bepaald door de flesjes voorafgaand en na de meting te wegen met behulp van een analytische balans. Aan de hand van het gewichtsverlies kan dan de tijdsgemiddelde verdamping worden bepaald. Mogelijke extreme variaties in temperatuur kunnen de verdampingssnelheid beïnvloeden. Om deze reden wordt naast iedere tracerbron een min/max thermometer geplaatst.

Na permeatie verspreidt de tracer zich in de kruipruimte en middels het convectief transport van lucht ook naar andere ruimten van de woning. Omdat dit proces tijd nodig heeft om te stabiliseren wordt na het plaatsen van de bronnen tenminste twee dagen gewacht met het plaatsen van de bemonsteringsbuizen.

Herbemonstering vindt plaats met behulp van een passieve monstername middels een tracerbemonsteringsbuis. Deze buis bestaat uit roestvrijstaal en is voorzien van nikkelen zeefjes. De buis is gevuld met 420 mg 20/40 MESH Carbotrap.

Per woning zijn in drie kruipruimten of kelders tracerbronnen geplaatst. Herbemonstering van de verspreide tracers heeft plaatsgevonden in elk van deze kruipruimten of kelders en in 2 à 3 leefruimten per woning.

3.1.3 meting van het gehalte aan vluchtige organische verbindingen

In dezelfde ruimten waarin de tracerherbemonstering heeft plaatsgevonden is door middel van actieve monsternamen over actief-kool het gehalte aan tri- en perchlooretheen en een veertigtal andere vluchtige organische verbindingen bepaald. De bemonsteringsduur bedroeg een week.

3.1.4 indicatieve metingen met behulp van een fotoionisatiedetector

In een aantal kruipruimten en kelders zijn indicatieve metingen verricht met behulp van een draagbare fotoionisatie detector van het merk Photovac: een zogenaamde TIP. Met dit apparaat zijn specifiek concentraties te meten van fotoionisatie-gevoelige componenten. Het is niet mogelijk om met de fotoionisatiedetector specifiek op een bepaalde component te meten. Alle mogelijk aanwezige verontreinigingen, waarvoor de detector gevoelig is dragen bij aan het signaal, zodat men voorzichtig dient te zijn bij de omrekening van het signaal naar concentraties voor een specifieke component.

De detectiegrens van het apparaat voor perchlooretheen bedraagt ca $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In de geïsoleerde kruipruimten zijn systematisch de randen van de afdichting bemeten.

Daarnaast zijn metingen verricht in krimpseuren in het belbeton.

In kelders is gemeten bij plinten en gaten in wanden en vloeren. Tevens zijn metingen verricht in de nabijheid van in kelders aanwezige rioolbuizen, bij toiletafvoerbuizen en in toiletten voorbij het waterslot.

3.1.5 Problemen tijdens deelonderzoek 1

Aan de hand van de resultaten van het traceronderzoek diende te worden bepaald welk deel van een verontreiniging in de woon- en verblijfsruimten afkomstig is uit de kruipruimten en/of kelders en wat de lucht in- en exfiltratie in de kruipruimten is. Op deze wijze zou in principe de bronsterkte van de emissies in de kruipruimten kunnen worden bepaald.

Bij de analyse van de tracermeetbuizen zijn problemen opgetreden van analytische aard. Als gevolg hiervan bleken de analyseresultaten uiteindelijk onvoldoende betrouwbaar. Het bleek niet mogelijk de betreffende apparatuur binnen de onderzoeksperiode weer operationeel te krijgen. Op grond hiervan is in overleg met de opdrachtgever besloten af te zien van een herhaling van het traceronderzoek.

De resultaten die uit het overige onderzoek naar voren waren gekomen bleken niettemin bruikbaar bij de besluitvorming. Zij zijn reeds in concept gerapporteerd in september 1993.

3.1.6 Doel en opzet deelonderzoek 2

Doel van het tweede deelonderzoek was om snel uit een relatief groot aantal woningen die woningen te selecteren waarin een meer uitgebreid luchtonderzoek met behulp van actief kool bemonstering, zinvol moest worden geacht.

Het onderzoek is uitgevoerd in samenhang met een onderzoek van TAUW-infraconsult, waarbij middels screenende metingen met behulp van een fotoionisatiedetector inzicht werd verkregen in de herkomst van de in de kruipruimte aanwezige verbindingen. Dit laatste onderzoek was nodig om vast te stellen of middels verdergaande isolatie van de kruipruimten, dan wel middels een geforceerde ventilatie een verlaging van de concentraties in de woonruimten te bereiken zou zijn.

Bij het onderzoek is in 28 woningen, de lucht van één kruip- en één woonruimte per woning onderzocht op het gehalte aan perchlooretheen.

De monsters zijn genomen middels het vullen van een tedlar luchtzak. Analyse vond onmiddellijk na de monstername plaats met behulp van een Photovac draagbare gaschromatograaf. De procedure voor de meting met genoemd apparaat is als bijlage 1 aan dit rapport toegevoegd.

De boven beschreven meting met de portable gaschromatograaf dient te worden gezien als indicatief. Omdat de monsternameduur noodzakelijkerwijs kort is (ca 10 seconden) is de representativiteit voor langere termijn gemiddelde blootstellingen minder groot dan die van de weekgemiddelde concentratiemetingen.

Daarnaast geldt, dat calibratie van het instrument is uitgevoerd met een calibratiegas met een concentratie van ongeveer $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ perchlooretheen. Met name bij concentratieniveaus die aanzienlijk hoger zijn dan het genoemde calibratieniveau is een onnauwkeurigheid in de kwantificering niet uitgesloten.

De meetresultaten zijn met name gebruikt bij de selectie van woningen voor verdergaand onderzoek met behulp van langere termijn gemiddelde monstername met behulp van bemonstering over actief kool.

3.2 Overzicht meetlokaties

In fig 1 t/m 6 zijn de plattegronden gegeven van de 6 in deelonderzoek 1 onderzochte woningen. (bijlage 4).

Van de woningen welke zijn onderzocht in deelonderzoek 2 zijn de adressen in tabel 7 weergegeven

3.3 Weersomstandigheden tijdens de metingen

De metingen tijdens deelonderzoek 1 zijn uitgevoerd in juni 1993. Tijdens de metingen was het overwegend droog, zonnig en warm. Doel van de metingen was, zoals gezegd het vaststellen van de bijdrage vanuit kruipruimten en kelders aan de verontreiniging in woon- en gebruiksruimten. De meting van de absolute concentratie van de verontreiniging in de woon- en verblijfsruimten was in dit kader van minder belang. Er is daarom aan de bewoners niet gevraagd om op een speciale wijze te ventileren. De weersomstandigheden in aanmerking genomen kan er derhalve van worden uitgegaan, dat de ventilatie in woonruimten boven het jaargemiddelde zal zijn geweest. De resultaten van de metingen in woon- en verblijfsruimten kunnen daarom niet worden gezien als representatief voor de jaargemiddelde concentraties in

de bemeten woningen.

Ook tijdens de metingen gedurende het tweede deelonderzoek waren de weersomstandigheden in het algemeen goed. In dit geval is echter vooraf aan de bewoners gevraagd om in de tijd voorafgaand aan de metingen zo beperkt mogelijk te ventileren.

Representativiteit van de gevonden waarden voor de jaargemiddelde concentratie is hiermee niet gewaarborgd, aangezien de concentratie van een groot aantal factoren afhankelijk kan zijn. Wel is de kans dat als gevolg van een bovengemiddelde ventilatie de concentraties worden onderschat op deze wijze klein.

4 Resultaten onderzoeken

4.1 Resultaten van deelonderzoek 1

De resultaten van deelonderzoek 1 zullen per woning worden weergegeven.

Perchloorethyleen is, blijkens eerder onderzoek op de lokatie veruit de belangrijkste bodemverontreinigende component. De meetresultaten voor deze verbinding zullen daarom apart worden weergegeven en besproken. Daarnaast zullen de concentraties van de ca 40 componenten welke bij de meting routinematig worden geïdentificeerd en gekwantificeerd worden weergegeven en besproken. De resultaten van deze metingen zullen worden vergeleken met de resultaten van achtergrondmetingen in kruip- en woonruimten in woningen in Ede, welke bij eerder onderzoek van de Landbouwhogeschool en het RIVM zijn uitgevoerd. (zie bijlage 2).

De resultaten van de weekgemiddelde metingen zoals die zijn uitgevoerd door het RIVM zijn voor wat betreft het gehalte aan perchlooretheen weergegeven in de tabellen 1a t/m 6a. In deze tabellen zijn ook, voorzover beschikbaar, de resultaten van vroegere metingen van TAUW-infraconsult. Deze metingen betreffen in tegenstelling tot de RIVM-metingen 48-uurs gemiddelden. Alle tabellen zijn opgenomen in bijlage 3 van dit rapport.

4.1.1 Bouriciusstraat 9

In deze woning zijn de tracerbronnen geplaatst in een kruipruimte welke met foliebeton was geïsoleerd, in een kelder, welke als opslag/hobby ruimte werd gebruikt (in de tabel aangegeven als "kelder") en in een wijnkelder annex opslagruimte ("wijn- en opslagkelder"). Beide kelders beschikten over een betonnen ondergrond. In deze drie ruimten zijn ook tracerbemonsteringsbuizen aangebracht en zijn is met behulp van actief-koolbuizen bemonsterd. Voorts zijn tracerbemonsterings- en actief-koolbuizen aangebracht in de woonkamer en in een slaapkamer op de eerste verdieping.

De resultaten van de metingen op perchlooretheen zijn weergegeven in tabel 1a. In tabel 1b zijn de resultaten opgenomen van de meting van de overige vluchtige organische verbindingen.

Bespreking resultaten metingen perchlooretheen

Uit de resultaten van de actief kool metingen blijkt, dat de kruipruimtelucht duidelijk verhoogde concentraties aan perchlooretheen bevat. De concentraties in de kruipruimtelucht zijn aanzienlijk hoger dan die in de lucht van beide kelders.

De concentratie in de woonkamer en slaapkamer zijn duidelijk lager. Hierbij dient te worden aangetekend, dat de weersomstandigheden tijdens de metingen zodanig waren, dat er meer dan gemiddeld zal zijn geventileerd.

De concentratie in de lucht in de kruipruimte is lager dan bij de metingen die in de woning zijn uitgevoerd door TAUW voor en na de isolatie.

Hoewel de tijdens de laatste meetperiode gemeten waarde lager is, kan hier niet uit worden afgeleid, dat de afdichting effect heeft gehad. Beide gemeten waarden liggen in dezelfde orde van grootte.

De concentratie in de lucht van de woonruimte is wel duidelijk lager, dan bij voorgaande metingen. Hierbij kan echter zeker ook de bovengemiddelde ventilatie, als gevolg van de weersomstandigheden een rol hebben gespeeld.

Bespreking resultaten metingen overige vluchtige organische verbindingen

Voor de overige gemeten VOC's geldt, dat vooral het gehalte aan trichlooretheen in de lucht van de verschillende bementen ruimten verhoogd is. De concentratie in de lucht van de kruipruimte is daarbij duidelijk verhoogd ten opzichte van die in de overige bementen ruimten en ten opzichte van de normaal voorkomende concentratie. Evenals perchlooretheen is deze component naar alle waarschijnlijkheid afkomstig uit de bodem. Voor de overige verbindingen geldt dat de concentraties in kruipruimte, kelders en verblijfsruimten in dezelfde orde van grootte liggen. Voor de concentraties in de verblijfsruimten geldt, dat deze in dezelfde orde van grootte liggen als de gemiddelde concentraties in de woonruimten in referentiewoningen in Ede (zie bijlage 2).

De concentraties in de kruipruimte en de beide kelders zijn voor de meeste componenten hoger dan die welke bij de metingen in kruipruimten van referentiewoningen zijn vastgesteld. De meest aannemelijke verklaring hiervoor is, dat de bementen referentiewoningen niet representatief zijn voor de woningen in Arnhem. De kruipruimtelucht van de referentiewoningen wordt waarschijnlijk sterker verdund met relatief schone buitenlucht, dan in de woningen in Arnhem. De referentiewoningen bezaten alle een kruipruimte welke aan beide zijden van de woning werd geventileerd.

De kruipruimte onder de woning aan de Bouriciusstraat had slechts aan een zijde ventilatieopeningen naar de buitenlucht.

De concentraties in de kruipruimte en de naastgelegen kelder blijken met uitzondering van de concentraties van tri- en perchlooretheen en in mindere mate toluen, vrijwel identiek hetgeen lijkt te wijzen op een goede onderlinge luchtuitwisseling.

De lichte verhoging van toluen in de kruipruimte ten opzichte van de naastgelegen kelder valt niet goed te verklaren.

4.1.2 Brantsenstraat 2

In de woning aan de Brantsenstraat 2 zijn tracerbronnen geplaatst in een kelder en in twee geïsoleerde kruipruimten.

De bemonstering van de tracer- en actiefkoolbuizen vond plaats in genoemde ruimten alsmede in de woonkamer op de begane grond en in een slaapkamer op de eerste verdieping. De resultaten van de metingen op perchlooretheen zijn weergegeven in tabel 2a. In tabel 2b staan de resultaten weergegeven van de metingen op de andere vluchtige organische verbindingen.

Bespreking resultaten metingen perchlooretheen

Zowel in de beide kruipruimten als in de kelder zijn de concentraties van perchlooretheen sterk verhoogd.

De gemeten waarden liggen in dezelfde orde van grootte als de metingen van TAUW, welke zijn uitgevoerd voor en na het aanbrengen van de isolatie, met dien verstande dat de meetwaarde van $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ onwaarschijnlijk lijkt in het licht van de tezelfder tijd in de woonkamer waargenomen concentratie. Ook in deze woning is de concentratie in de woonkamer lager dan bij voorgaande metingen. Ook hier zal echter de verhoogde ventilatie a.g.v. de weersomstandigheden een belangrijke rol hebben gespeeld.

Overige vluchtige organische verbindingen

Voor de overige gemeten VOC's geldt, dat het gehalte aan trichlooretheen in de verschillende bemenen ruimten verhoogd is. De concentratie van deze component in de beide bemenen kruipruimten is daarbij duidelijk verhoogd ten opzichte van die in de leefruimten en ten opzichte van de normaal voorkomende concentratie. Net als perchlooretheen is deze component afkomstig uit de bodem.

Voor vrijwel alle overige componenten geldt, dat de concentraties in de kantoorruimte het hoogst zijn, hetgeen wijst op een herkomst uit bronnen in de kantoorruimte. Overigens verschillen de concentraties weinig van normaal in woningen voorkomende concentraties. (zie bijlage 2). De concentraties in de kruipruimte zijn voor veel verbindingen enigszins hoger dan in referentiekruipruimten (zie bijlage 2). De meest aannemelijke verklaring hiervoor is dat de betreffende kruipruimten minder met buitenlucht en meer met binnenlucht worden geventileerd.

4.1.3 Brantsenstraat 8

In de woning aan de Brantsenstraat 8 zijn de tracerbronnen geplaatst in een geïsoleerde kruipruimte en in een naastgelegen kelder. Tussen kruipruimte en kelder bevindt zich een open verbinding. De monsternamen over de actief koolbuizen en de herbemonstering van de tracerbronnen heeft plaatsgevonden in de genoemde ruimten alsmede in een werkruimte en een lichtdrukruimte ("berging") op de begane grond en een slaapkamer op de eerste verdieping. De resultaten van de metingen op perchlooretheen zijn weergegeven in tabel 3a. In tabel 3b zijn de resultaten opgenomen van de meting van de overige vluchtige organische verbindingen.

Bespreking resultaten metingen perchlooretheen

De concentratie van perchlooretheen in de kruipruimte blijkt sterk verhoogd en is vergelijkbaar met de door TAUW gemeten concentratie vóór het aanbrengen van de isolatie. De concentratie is duidelijk hoger dan de meting van TAUW na maatregelen. Ook in de kelder, de woonkamer, de "keuken" en in mindere mate de slaapkamer is de perchlooretheenconcentratie verhoogd.

Overige vluchtige organische verbindingen

Voor de overige gemeten VOC's geldt, dat de gehalten aan trichlooretheen en toluen in de verschillende bemeeten ruimten verhoogd zijn. Voor trichlooretheen geldt dat de concentratie in de kruipruimte duidelijk hoger is dan die in de overige bemeeten ruimten en dan de gemiddelde concentratie in referentiekruipruimten. Net als perchlooretheen is deze component afkomstig uit de bodem. Voor toluen geldt, dat de hoogste concentratie is gemeten in een werkruimte ("berging") op de begane grond, welke wordt gebruikt voor ondermeer lichtdrukken. Samenhang van de verhoogde toluenconcentratie met deze activiteiten zou een oorzaak van de verhoogde toluenconcentratie kunnen zijn.

De overige concentraties verschillen weinig van normaal in woningen voorkomende concentraties. (zie bijlage 2). De concentraties in de kruipruimte zijn voor veel verbindingen enigszins hoger dan in referentiekruipruimten (zie bijlage 2). De meest aannemelijke verklaring hiervoor is dat de betreffende kruipruimten minder met buitenlucht en meer met binnenlucht worden geventileerd.

4.1.4 Sweerts de Landasstraat 83

In de woning aan de Sweerts de Landasstraat 83 is gemeten in een geïsoleerde kruipruimte, een kelder en twee kantooruimten, waarvan één op de begane grond en één op de eerste verdieping. De resultaten van de metingen op perchlooretheen staan weergegeven in tabel 4a. De resultaten van de metingen van de overige VOC's zijn weergegeven in tabel 4b.

Bespreking resultaten metingen perchlooretheen

Uit de resultaten, welke zijn weergegeven in tabel 4a blijkt, dat de concentraties van perchlooretheen in de kruipruimte en kelder sterk verhoogd zijn. De concentratie in de kruipruimte is hoger dan de door TAUW gemeten waarde na het aanbrengen van de isolerende laag. Ook de concentratie op de eerste verdieping blijkt sterk verhoogd en hoger dan de in de kantooruimte op de begane grond gemeten concentratie.

Over de bijdrage vanuit de kruipruimten en kelders aan de concentraties van perchlooretheen

in de verblijfsruimten op de begane grond en hoger kan alleen aan de hand van de tracergegevens een kwantitatieve uitspraak worden gedaan. Op grond van de concentratieverhoudingen kan wel worden gesteld, dat de kruipruimte ook na de isolerende maatregelen vermoedelijk een belangrijke bron is gebleven voor de concentraties in de kantoorruimte op de begane grond. De concentratie op de eerste verdieping is echter niet zondermeer verklaarbaar.

Overige vluchtige organische verbindingen

Voor de overige gemeten VOC's geldt, dat het gehalte aan trichlooretheen in de verschillende bemeeten ruimten verhoogd is. Voor trichlooretheen geldt dat de concentratie in de kruipruimte duidelijk hoger is dan die in de overige bemeeten ruimten en dan de normaal voorkomende concentratie. Net als perchlooretheen is deze component afkomstig uit de bodem. De concentraties van de overige VOC's verschillen niet significant van de resultaten van de metingen in referentiewoningen. Ook de resultaten in de kruipruimte komen goed met het gemiddelde referentiebeeld overeen.

Resultaten van de metingen met behulp van de foto-ionisatiedetector

In de woning zijn de kruipruimte en twee kelderruimten met behulp van de TIP-fotoionisatiedetector onderzocht.

De kelders, welke als opslagruimte worden gebruikt bevinden zich naast de kruipruimte welke zich onder de gehele lengte van de woning bevindt van de voor- tot de achterzijde. De vloer van de kruipruimte is geïsoleerd met foliebeton, de randen zijn afgedicht met PUR-isolatieschuim.

In de kelder bleek een licht verhoogd signaal meetbaar nabij de in deze kelder aanwezige rioolpijp. De gemiddelde concentratie bedroeg hier circa 0.2 ppm. Met de in paragraaf 3.1.4 gegeven beperkingen kan dit worden gelijk worden gesteld aan ca 1400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ perchlooretheen. Lokaal werden bij de rioolpijp maximale waarden gemeten van 0.8-2 ppm. Het is niet duidelijk of deze lichte verhoging aan perchlooretheen toe te schrijven is. Ook bij een uit de betonnen vloer stekende pijp werd een duidelijk verhoogde concentratie waargenomen. Het is mogelijk dat deze pijp als een toevoerkanaal fungeerde voor de verontreinigingen die zich onder de betonnen vloer bevonden. Hieraan heeft echter geen verder onderzoek plaatsgevonden

In de kruipruimte zijn met behulp van de TIP metingen verricht langs de gehele rand van de kruipruimte met name langs de afdichting met PUR-schuim. Tevens zijn metingen verricht in krimpseuren in het belbeton, voorzover deze breed genoeg waren om de aanzuigopening van de TIP toe te laten. Met name langs de randen van het belbeton werden verhoogde concentraties gemeten. Dit betrof vooral de zijwanden en de achterwand aan de tuinzijde. Aan de straatzijde werd geen verhoogd signaal waargenomen. De gemiddelde concentratie aan de randen bedroeg 0.4 tot 5.6 ppm (ca 2800- ca 37200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Maximaal werden waarden gevonden tot ca 20 ppm (ca 140000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

In het belbeton in deze kruipruimte komen diverse krimpseuren in het belbeton voor. In één relatief brede scheur werd een verhoogd signaal waargenomen. In enkele kleinere scheuren werd geen signaal waargenomen, dat ten opzichte van de gemiddelde concentratie in de kruipruimte verhoogd was. Ook direct boven het belbeton werden geen verhoogde concentraties waargenomen. Het is echter niet mogelijk om op basis hiervan diffusief transport door het belbeton uit te sluiten. Hiervoor is de detectiegrens van de TIP foto-ionisatiedetector te hoog.

In de woning is voorts gemeten in een toilet op de begane grond, om te bezien of een bijdrage

via de rioolaansluiting een bijdrage zou kunnen leveren. Hierbij werd zowel aan een afvoerpijp als nabij het waterslot gemeten. Bij de mantel van de afvoerpijp werd een licht verhoogd signaal gemeten. Nabij het waterslot werden geen verhoogde concentraties waargenomen.

Bespreking resultaten foto-ionisatiedetector-onderzoek

Met behulp van de uitgevoerde metingen met de fotoionisatiedetector kan slechts een indicatie worden verkregen van de momentane concentratie van perchlooretheen. Over de flux van de verontreinigingen, dat wil zeggen de hoeveelheid verontreiniging die per tijdseenheid langs de PUR-afdichting en de krimp scheuren in de kruipruimte terecht kan komen, kan op basis van de TIP-metingen geen uitspraak worden gedaan.

Toch lijken de metingen in de kruipruimte er op te wijzen, dat met name langs de randen van het beton transport van perchlooretheen kan plaatsvinden. Ook via bredere krimp scheuren lijkt transport mogelijk.

In de kelder blijkt met name het eerder genoemde pijpgat een "lek".

4.1.5 Sweerts de Landasstraat 77

In de woning aan de Sweerts de Landasstraat 77 is gemeten in een geïsoleerde kruipruimte, in een naastgelegen kelder, in een kelder aan de voorzijde van de woning, in de bovengelegen woonkamer en in een woonkamer gelegen aan de achterzijde van de woning.

De resultaten van de metingen op perchlooretheen zijn weergegeven in tabel 5a. De resultaten van de metingen van de overige VOC's zijn weergegeven in tabel 5b.

Bespreking resultaten metingen perchlooretheen

De concentraties in de lucht van de kruipruimte en de beide kelders blijken sterk verhoogd. Ook de concentratie van perchlooretheen in de kamer aan de voorzijde van de woning blijkt verhoogd. De concentratie in deze kamer benadert de TCL-waarde. Aangezien in de meetperiode de te verwachten ventilatie bovengemiddeld is geweest, is niet uit te sluiten, dat de jaargemiddelde concentratie voor perchlooretheen de TCL-waarde overschrijdt. Ook de bemeeten kelder is overigens te beschouwen als een verblijfsruimte. Deze is echter niet als zodanig in gebruik.

De concentratie in de geïsoleerde kruipruimte blijkt in dezelfde orde van grootte als de door TAUW gemeten waarden voor en na isolatie. Ook de concentratie in de naast deze kruipruimte gelegen kelder is sterk verhoogd.

De concentratie aan perchlooretheen in de woonkamer aan de achterzijde van de woning is te beschouwen als verhoogd. Mogelijk mede als gevolg van een meer dan gemiddelde ventilatie wordt het TCL -niveau in deze ruimte niet overschreden.

Overige vluchtige organische verbindingen

Voor de overige gemeten VOC's geldt, dat het gehalte aan trichlooretheen in de verschillende bemeeten ruimten verhoogd is. Voor deze verbinding geldt dat de concentraties in de kruipruimte en de beide kelderruimten duidelijk hoger zijn dan die in de overige bemeeten ruimten en dan de normaal voorkomende concentratie. Net als perchlooretheen is deze component afkomstig uit de bodem. Voor de andere verbindingen geldt dat de concentraties van een aantal alkanen en gemethyleerde benzenen in de kamer aan de achterzijde van de woning verhoogd zijn ten opzichte van die in de andere bemeeten ruimten en dan de gemiddelde referentiewaarden (zie bijlage 2). Dit zou kunnen samenhangen met de activiteiten van de bewoner als beeldend kunstenaar.

Resultaten van de metingen met de foto-ionisatiedetector

In de kruipruimte is met de TIP foto-ionisatiedetector gemeten langs de afdichtingsranden van het foliebeton.

Langs de gehele afdichtingsrand werd een verhoogd signaal gemeten. De gemiddelde gemeten waarden varieerden van 3.3 tot 5.1 ppm. Rekening houdend met de in par 3.1.4 genoemde beperkingen kan dit ongeveer gelijk worden gesteld aan 23000 tot resp. 35700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Maximaal werd ca. 20 ppm (ca 140000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemeten bij een gat in de muur van de kruipruimte.

Ook in de naast de kruipruimte gelegen kelder werden duidelijk verhoogde waarden gemeten, variërend van 0.5 tot 3.3 ppm (ca 3500- ca 23000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Deze verhoogde waarden treden vooral op bij plinten en gaten in de muur.

In de kelder aan de voorzijde van de woning werden sterk verhoogde waarden gemeten variërend van 4 tot 12 ppm (ca 28000-ca 84000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Een maximale concentratie van 122 ppm (ca 850000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) werd gemeten bij een gat in de muur nabij een wastafel.

Bespreking resultaten van de TIP foto-ionisatiedetector-metingen

Uit de resultaten van de actief kool-metingen (par. 4.5.1) blijkt, dat de concentratie in de kruipruimte niet in positieve zin is beïnvloed door de isolerende maatregelen. Daarnaast geldt, dat ook de kelder aan de voorzijde van de woning sterk gecontamineerd blijkt te zijn.

De TIP-fotoionisatie metingen lijken erop te wijzen dat net als in de woning aan de Sweerts de Landasstraat 83, de verontreiniging in de kruipruimte vooral tot stand komt middels lekken langs de afdichtingsranden van het foliebeton en via gaten in zijmuren van de kruipruimte. Wel dient bij het trekken van conclusies rekening te worden gehouden met de par. 4.4.4 genoemde beperkingen van de metingen met de TIP.

In de kelder aan de voorzijde van de woning lijken vooral het gat in de muur nabij de wastafel en wijkende plinten belangrijke potentiële lekken. Ook in de andere kelderruimten lijkt via wijkende plinten perchlooretheen in de kelderlucht te kunnen terechtkomen. Ook een bijdrage vanuit de kruipruimte aan de concentraties in de lucht van de kelderruimten lijkt echter mogelijk.

4.1.6 Sweerts de Landasstraat 47

In de woning aan de Sweerts de Landasstraat 47 is gemeten in een kelderruimte, welke in gebruik is als garage, in een naastgelegen kelderruimte welke als verblijfsruimte was ingericht, in een fietsenkelder, in een woonkamer op de begane grond en op een plaats op de eerste verdieping. In de betreffende woning zijn geen maatregelen genomen.

De resultaten van de metingen op perchlooretheen staan weergegeven in tabel 6a. De resultaten van de metingen van de overige VOC's zijn weergegeven in tabel 6b.

Bespreking resultaten metingen perchlooretheen

Uit de resultaten blijkt dat de concentraties van perchlooretheen in de in het souterrain gelegen vertrekken alle duidelijk verhoogd zijn. De concentraties zijn echter aanzienlijk lager dan bij twee eerder door TAUW uitgevoerde metingen in het fietsenhok.

Overige vluchtige organische verbindingen

De concentratie van trichlooretheen in de in het souterrain gelegen ruimten blijken hoger dan die in de overige bementen ruimten en dan de gemiddelde concentraties in referentiewoningen (zie bijlage 2). Deze verbinding is net als perchlooretheen vermoedelijk afkomstig uit de bodem. Voor een aantal alkanen en gemethyleerde benzenen blijken de concentraties met name in de garage/kelderruimte verhoogd ten opzichte van de gemiddelde referentiewaarden (zie bijlage 2). Een mogelijke verklaring hiervoor is het gebruik van de ruimte als garage. Ook de opslag van verf en schoonmaak-middelen in de ruimte kan aan de verhoging van de concentraties hebben bijgedragen. Opvallend is de verhoogde concentratie aan tetrachloormethaan.

Ook hiervoor lijkt de bron in de eerste plaats gezocht te moeten worden in het gebruik of de opslag van de betreffende stof (een schoonmaak/ontvettingsmiddel) in de kelder.

Resultaten van de metingen met de foto-ionisatiedetector

Met de fotoionisatiedetector is gemeten in de beide kelderruimten en in het fietsenhok. In de kelderruimten bleek lokaal bij wijkende plinten een verhoogd signaal meetbaar. Hierbij werden gemiddelde waarden van 0.1 tot 1.0 ppm ($680\text{-}6800\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) waargenomen. Bij een wijkende plint nabij een deur werd echter een waarde gemeten van maximaal ca 40 ppm ($274000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dit lijkt dus een belangrijk lek. In de fietsenkelder werd met name een verhoogde waarde gemeten in een meterput. De gemiddelde concentratie hierin bedroeg ca 0.6 ppm ($4100\ \mu\text{g}/\text{m}^3$). Noch bij een in de kelder aanwezig toilet, noch bij een doucheputje werden duidelijk verhoogde concentraties gemeten.

Bespreking resultaten foto-ionisatiedetector-metingen

Er lijken aanwijzingen dat een aantal duidelijk aanwijsbare lekken in de kelderruimten duidelijk bijdragen aan de gemeten concentratiewaarden.

4.2 Resultaten van deelonderzoek 2.

De resultaten van de metingen tijdens deelonderzoek 2, alsmede de adressen en de ruimten waarin gemeten is zijn vermeld in tabel 7. Gemeten is in het merendeel van de woningen liggende tussen Sweerts de Landasstraat 33-85, Bouriciusstraat 3-19, Brantsenstraat 2-24 en de Amsterdamseweg 40-50.

In de Sweerts de Landasstraat blijkt in de woningen met nrs 33 en 47 geen perchlooretheen in concentraties boven de detectiegrens van $280\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor te komen. In de kruipruimte van Sweerts de Landasstraat 55 wordt een concentratie gevonden die ongeveer op de detectiegrens van de meting ligt. Bij de hogere oneven huisnummers van de Sweerts de Landasstraat zijn de gemeten concentraties duidelijk verhoogd, met zeer sterke verhogingen in de kelder van Sweerts de Landasstraat 77, de woon- en kruipruimten van Sweerts de Landasstraat 79 en 85 en de kruipruimte van Sweerts de Landasstraat 83. Ook in de woon- en kruipruimten van de woningen aan de Bouriciusstraat 3, en 9 worden nog

duidelijk verhoogde concentraties aan perchlooretheen gevonden. Een vrij scherpe scheiding lijkt er te liggen bij Bouriciusstraat 11. In deze woning en de daarnaast gelegen woningen met een hoger huisnummer worden geen concentraties boven de detectiegrens van $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$ waargenomen. Ook in de woningen aan de Brantsenstraat 24-20 blijken noch in de kruipruimte, noch in de woonruimte concentraties boven de detectiegrens van $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aanwezig. In de woningen aan de Brantsenstraat 16/18 en 14 ligt de concentratie in de kruipruimte ongeveer op detectieniveau. Op de nummers 2, 6 en 8 is er echter weer sprake van een duidelijk verhoogde concentratie, met name in kelders en kruipruimten. Brantsenstraat 4 springt er enigszins uit, omdat in deze woning, in tegenstelling tot de beide buurwoningen geen concentratie wordt aangetroffen boven het detectieniveau. Bij de woningen aan de Amsterdamseweg kennen vooral de woningen met nr 50 en 46 sterk verhoogde concentraties in de kruipruimte, terwijl in de woning op nr. 50 ook in de woonkamer sterk verhoogde concentraties voorkomen.

Een en ander levert ruimtelijk gezien een vrij consistent beeld. waarbij er aan twee tegenoverliggende zijden van het terrein sprake is van duidelijke concentratieverhogingen, terwijl de verontreiniging van de woningen buiten deze zones beperkt lijkt. Opvallend is de relatief scherpe scheiding die er bestaat tussen de concentraties in de lucht van woningen die wel en van woningen die niet in de boven aangegeven verontreinigde zones liggen.

5. Algemene bespreking van de onderzoeksresultaten

Hoewel de resultaten van de tracermetingen niet ter beschikking zijn gekomen, kunnen aan de hand van het onderzoek enige conclusies worden getrokken.

In de eerste plaats blijkt het aannemelijk, dat de kruipruimten nog steeds een belangrijke en wellicht zelfs de belangrijkste bron voor de in de verblijfsruimten optredende concentraties van perchlooretheen vormen. De isolerende maatregelen in kruipruimten blijken geen meetbaar effect te hebben gesorteerd op de concentratieniveaus van perchlooretheen.

Hoewel dit op grond van de uitgevoerde metingen niet kan worden bewezen lijkt het het meest waarschijnlijk, dat de concentraties in de kruipruimten vooral tot stand komen door een convectieve flux van perchlooretheen langs de afdichtingsranden. Een bijdrage door de muren kan echter evenmin worden uitgesloten.

In ruimten met een betonnen ondergrond, zoals kelders, lijkt de perchlooretheen vooral via lekken te infiltreren. Dit soort lekken kunnen zich bevinden bij wijkende plinten, pijpen en gaten in muren en bodem.

Wanneer de concentratieverhouding tussen tri- en perchlooretheen in de lucht van de verschillende compartimenten wordt berekend valt op dat deze binnen één woning in het algemeen vrij constant is. Tussen woningen komt echter een duidelijk verschil voor in de concentratieverhouding. Dit geeft aan, dat de bijdragen vanuit het bodemsysteem voor beide componenten aan de concentraties in de lucht van de bemeten woningen verschilt.

De bij het onderzoek gemeten concentraties in de verblijfsruimten op begane grond en hoger, overschrijden in geen enkel geval de Toelaatbare Concentratie in Lucht (TCL) van perchlooretheen van $2500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De metingen zijn echter uitgevoerd onder zomerse omstandigheden. De ventilatie zal dus hoger zijn geweest dan gemiddeld en het concentratieniveau lager. Overschrijding van het TCL niveau kan dus niet in alle gevallen worden uitgesloten. Voor een van de bemeten ruimten aan de Sweerts de Landasstraat 77 is overschrijding van het TCL-niveau zelfs zeer waarschijnlijk. De resultaten van de metingen van de overige vluchtige organische verbindingen wijzen erop

dat de concentraties in de kruipruimten ook voor verbindingen die vermoedelijk niet als verontreiniging in het bodemsysteem aanwezig zijn, in het algemeen hoger zijn dan veelal in kruipruimten wordt gevonden. Dit kan duiden op een lagere ventilatie met buitenlucht, of anders gesteld een hogere luchtinfiltratie vanuit andere vertrekken/ruimten in de woning. Een en ander zou het gevolg kunnen zijn van het feit, dat veel van de betrokken kruipruimten zich slechts onder een deel van de woning uitstrekken en vaak slechts één buitenmuur met ventilatieopeningen kennen.

Het feit, dat de concentraties in de kruipruimte onder de woning aan de Sweerts de Landasstraat 83 wel op referentieniveau zijn en de betreffende kruipruimte als enige van de bemeeten kruipruimten meerdere en tegenoverliggende buitenmuren met ventilatieopeningen kent, lijkt hiervan een bevestiging.

De belangrijkste conclusie die uit deelonderzoek 2 valt te trekken, is dat er duidelijk te onderscheiden zones blijken te zijn met woningen die wel en woningen die niet een sterk verhoogd concentratieniveau in de kruipruimte kennen. Tussen de genoemde zones blijken scherpe grenzen te kunnen worden getrokken. In een aantal woningen werden sterk verhoogde concentraties aan perchlooretheen gevonden. Bij de interpretatie dient echter te worden betrokken, dat de metingen, als gevolg van een korte monsternameduur, moeten worden gezien als een momentopname en niet als representatief voor een langtijdsgemiddelde blootstelling. Tevens is niet uitgesloten dat met name sterk verhoogde concentraties onnauwkeurig worden gekwantificeerd (zie par. 3.1.6).

Bijlage 1. Procedure voor de meting met Photovac Portable Gaschromatograaf.

1 INLEIDING

1.1 Doel en toepassingsgebied

Met de Photovac 10S70 gaschromatograaf worden luchtmonsters kwalitatief en kwantitatief geanalyseerd.

De identificatie en kwantificering van componenten berust op een éénpunscalibratie van de retentietijd en de hoeveelheid.

De resultaten van de metingen zijn op grond daarvan kwalitatief minder dan die van stationaire laboratoriumapparatuur, waarbij meerpunscalibraties mogelijk zijn.

Op grond van de veelal korte bemonsteringsduur zijn de metingen te beschouwen als momentane metingen.

Het apparaat leent zich op grond van deze eigenschappen met name voor verkennende metingen, waarbij geen hoge eisen worden gesteld aan de kwaliteit van de meetresultaten.

1.2 Principe

Door middel van gaschromatografie worden de verschillende componenten in een gasvormig monster op een daartoe geschikte kolom gescheiden.

De te onderzoeken luchtmonsters worden middels een interne pomp direct, dus zonder voorconcentratiestappen op de kolom gebracht. Detectie van de gescheiden componenten vindt in de Photovac 10S70 plaats door fotoionisatie.

De detectieondergrens is afhankelijk van de te meten component en de meetomstandigheden. Voor veel vluchtige koolwaterstoffen ligt de detectieondergrens onder normale meetomstandigheden in de range van 10-100 ppb.

2 REAGENTIA EN HULPMIDDELEN

2.1 Reagentia

- Kalibratiegas, nodig voor kalibratie van de Photovac 10S70.

De te gebruiken kalibratiegassen worden geleverd in een aangegeven concentratie aan te bepalen component in lucht, gegarandeerd tot 12 maanden na produktiedatum, fabr. Scott Specialty Gases.

- Zuivere lucht, nodig als draaggas.

De te gebruiken lucht wordt geleverd in cilinders van 10 l, met een zuiverheid ..., fabr. Hoek Loos.

3 PROCEDURE

3.1 Vorbereiding

- Het draaggasreservoir wordt tot een inhoudsdruk van 2500 psi
- M.b.v. het naaldventiel aan de "aux out"-poort worden de flows van de "det out"-poort en de "aux out"-poort geregeld. Met behulp van een digital flowmeter worden de betreffende flows gecontroleerd.
- M.b.v. een naaldventiel worden beide flows gelijk afgeregeld op een waarde tussen 10 en 15 ml/min

3.2 Bediening

- Voor stationair gebruik wordt de Photovac 10S70 aan op een voedingsspanning van 220 V/50 Hz. Voor mobiele metingen wordt gebruik gemaakt van de ingebouwde accu.
- Gegevens en resultaten worden zowel direct geprint, als ook middels een seriele aansluiting in
- De meting vindt plaats via een vooraf ingeprogrammeerde meetmethode, Deze is afhankelijk van de te onderzoeken situatie.

3.3 Kalibratie

- Ten behoeve van de kalibratie wordt een gaszak gevuld met het voor de gewenste metingen geschikte kalibratiegas, en deze wordt aangesloten op de kalibratiepoort.
- Vervolgens wordt een kalibratieprogramma op de Photovac 10S70 uitgevoerd.
- De concentratiegegevens van het kalibratiegas worden ingevoerd.
- Tijdens de metingen worden met regelmatige tijdsintervallen al dan niet automatisch kalibratiemetingen uitgevoerd.

3.4 Metten

- Ten behoeve van de meting wordt een gaszak middels een pomp gevuld met het te onderzoeken gasvormige monster. Deze wordt aangesloten op de "probe in"-poort. Ook kan de de Photovac 10S70 direkt worden geplaatst op de lokatie waar de luchtbemonstering en -analyse moet plaatsvinden.
- Vervolgens wordt de meetprocedure uitgevoerd.
- De meetomstandigheden worden in het logboek Photovac genoteerd.
- identificatie en kwantificering van de te meten componenten vindt op grond van de kalibratiegegevens automatisch plaats.

Bijlage 2. resultaten van metingen in referentiewoningen te Ede ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ede referentiemeting	woonkamer20 woningen gemiddeld juni 1985	kruipruimte 20 woningen gemiddeld juni 1985	woonkamer 133 woningen gemiddeld winter 81/82
n-hexane	4	2	7
n-heptane	3	1	5
n-octane	4	0	5
n-nonane	4	0	18
n-decane	8	0	31
n-undecane	7	0	13
n-dodecane	5	0.2	5
n-tridecane	4	0.2	2
n-tetradecane	3	0.5	2
n-pentadecane	2	1.9	<0.3
benzene	5	0.4	10
toluene	37	1.7	55
ethylbenzene	3	1.2	5
i-propylbenzene	0.4	0	1
n-propylbenzene	1	0	2
n-butylbenzene	0.9	0	n.g.
o-xyleen(1,2 dimethylbenzeen)	2	0.1	21 (o,m,p-xyleen)
m/p-xyleen 1,3/1,4 dimethylbenzeen)	5	0.1	21 (o,m,p-xyleen)
1.2-ethylmethylbenzene	3	0.1	4
1.3-ethylmethylbenzene	1	0.3	8
1.4-ethylmethylbenzene	3	0.1	4
1.2.3-trimethylbenzene	1	0	2
1.2.4-trimethylbenzene	5	0.1	14
1.3.5-trimethylbenzene	1	0	4
naphthalene	2	0	1
1.1.1-trichloroethane	4	1	n.g.
1.1.2-trichloroethane	0	0	n.g.
1.2-dichloroethane	3	2.5	n.g.
1.2-dichloropropane	0	0	n.g.
chloroform	5	3.9	n.g.
tetrachloromethane	1	0.5	<4
trichloroethene	1	0.3	<1.5
chlorobenzene	0	0	<0.4
1.2-dichlorobenzene	0.3	0	n.g.
1.3-dichlorobenzene	0.2	0	<0.6
1.4-dichlorobenzene	9	0	7
1.2.3-trichlorobenzene	0	0	<0.8
1.2.4-trichlorobenzene	0	0	<0.8
1.3.5-trichlorobenzene	0	0	<0.8
limonene	14	0.2	38

n.g. = niet gemeten bij het betreffende onderzoek

Bijlage 3

Tabel 1a resultaten van de metingen op perchlooretheen
 adres: Bouriciusstraat 9
 meetperiode: 4-11 juni 1993

ruimte	concentratie perchlooretheen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	RIVM	TAUW voor maatregelen ^{*)}	TAUW na maatregelen ^{*)}
kruipruimte (geïsoleerd)	3300	6400	8300
wijn- en opslagkelder	362		
kelder	735		
woonkamer	238		1990
slaapkamer eerste verdieping	293		

*) maatregelen betroffen isolerende bodemaftichting van de zandvloer in de kruipruimte
 (dec '92 t/m/ feb '93)

Tabel 1b resultaten van de metingen van de overige VOC's.
 adres: Bouriciusstraat 9 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Bouriciusstraat 9	kruipr.	slaapkamer	woonkamer	voorraad- kelder	kelder
n-hexane	3,7	2,3	4	2,2	3,1
n-heptane	2,9	1,5	1,1	1,5	2,6
n-octane	2,3	1,7	1	0,8	2,1
n-nonane	1,8	0,8	0,5	0,8	2,3
n-decane	2,9	1,3	1	1,5	3,7
n-undecane	1,7	0,9	0,7	1	2,1
n-dodecane	0,6	0,3	0,2	0,4	0,6
n-tridecane	0,4	0,2	0,2	0	0,3
n-tetradecane	0,6	0,6	0,4	0	0,6
n-pentadecane	0,5	0,8	0,7	0	0,4
n-hexadecane	0,4	0,7	0,4	0	0
benzene	4,1	2,9	2,1	0	2,3
toluene	37	23	21,9	9,9	23,6
ethylbenzene	2,6	1,3	0,4	0	2,3
i-propylbenzene	0	0	0	0	0
n-propylbenzene	0,7	0,2	0,1	0	0,4
n-butylbenzene	0	0	0	0	0
1.2-dimethylbenzene	2,9	1,9	0,8	0,3	2,6
1.3-dimethylbenzene	6,5	3,1	1,8	1,9	7,3
1.4-dimethylbenzene	1	0,6	0,1	0	0,2
1.2-ethylmethylbenzene	0	0	0	0	0
1.3-ethylmethylbenzene	4,7	2,1	2,4	7,2	8,3
1.4-ethylmethylbenzene	1,8	0,7	0,5	0,9	2,2
1.2.3-trimethylbenzene	1,2	0	0,2	0	1
1.2.4-trimethylbenzene	5,8	2,5	2,6	6,9	9
1.3.5-trimethylbenzene	1	0,3	0	0	1,3
naphthalene	0,3	0,3	0,4	0	0,1
phenol	0	0	0	0	0
styrene	0	0,1	0	0	0
2-methylnaphthalene	0	0,2	0,2	0	0
1.1.1-trichloroethane	0	1,8	0,7	0	0
1.1.2-trichloroethane	0	0	0	0	0
1.2-dichloroethane	0,1	0,4	0	0	0
1.2-dichloropropane	0	0	0	0	0
chloroform	0	0	0	0	0
tetrachloromethane	0	0	0	0	0
trichloroethene	116,1	9,6	9,7	13,5	24,8
chlorobenzene	0	0	0	0	0

Bouriciusstraat 9	kruipr.	slaapkamer	woonkamer	voorraad- kelder	kelder
1.2-dichlorobenzene	4,6	2,4	3,3	0	9,6
1.3-dichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.4-dichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.2.3-trichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.2.4-trichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.3.5-trichlorobenzene	0	0	0	0	0
limonene	1,8	1,6	1,5	0,3	0,9

**Tabel 2a resultaten van de metingen op perchlooretheen
adres: Brantsenstraat 2**

ruimte	concentratie perchlooretheen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	RIVM	TAUW voor maatregelen	TAUW na maatregelen
kruipruimte (geïsoleerd) woonkamer	4104	4700	12
kruipruimte (geïsoleerd) keuken	6345		
kelder	2573*		
woonkamer	782	2200	3300
slaapkamer eerste verdieping	203		

*) minimale concentratie. Pomp heeft door stroomstoring gedurende deel van de meetperiode niet gefunctioneerd

Tabel 2b: resultaten van de metingen van de overige VOC's ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
adres: Brantsenstraat 2

Brantsenstraat 2	kruipruimte	kr. keuken	kelder	slaapkamer	kantoor
n-hexane	2,5	3,1	1,6	6,4	16
n-heptane	1,3	1,5	0,9	2,8	5,9
n-octane	5,3	1,7	0	1,8	6,4
n-nonane	7,2	10,6	2,7	6,7	16,9
n-decane	7,4	13,1	2	8,3	14,1
n-undecane	1,7	3,2	1,2	4,1	6
n-dodecane	0,5	0,7	0	1,9	2,7
n-tridecane	0	0,4	0	1,8	2,9
n-tetradecane	0	0,5	0	1,9	3,4
n-pentadecane	0	0	0	0,9	1,7
n-hexadecane	0	0	0	0,6	1
benzene	1,5	3,1	0	7,7	15,3
toluene	9,8	11,5	7,9	17	32,3
ethylbenzene	1,4	3,7	0,5	2,5	5,1
i-propylbenzene	0	0,2	0	0	0,3
n-propylbenzene	1,6	2	0,3	0,5	2,5
n-butylbenzene	0	0	0	0	0
1.2-dimethylbenzene	2,1	4,3	2	2,8	5,2
1.3-dimethylbenzene	4,4	11,5	2,5	6,7	18,5
1.4-dimethylbenzene	0,8	0	0	1,8	0
1.2-ethylmethylbenzene	0	0	0	0	4,4
1.3-ethylmethylbenzene	4,5	3,9	4,1	4	5,2
1.4-ethylmethylbenzene	1,8	2	0,9	1,2	2,6
1.2.3-trimethylbenzene	1,5	3,7	1,6	2,2	2,8
1.2.4-trimethylbenzene	5,7	6,2	4,8	5,5	7,4
1.3.5-trimethylbenzene	1,7	2,3	1,2	0,9	2,2
naphthalene	0	0,4	0	0	0
phenol	0	0	0	0	0
styrene	0,2	0,6	0,7	1,2	4,6
2-methylnaphthalene	0	0,3	0	0,6	1,1
1.1.1-trichloroethane	5,1	3,7	14	2,1	56
1.1.2-trichloroethane	0	0	0	0	0
1.2-dichloroethane	1,6	2,9	0	0	1
1.2-dichloropropane	0	0	0	0	0
chloroform	0	0	0	0	0
tetrachloromethane	0	0	0	0	16,7
trichloroethene	424	635,2	276,2	20,4	70

Brantsenstraat 2	kruipruimte	kr. keuken	kelder	slaapkamer	kantoor
chlorobenzene	0	0	0	0	0
1.2-dichlorobenzene	4,8	3,7	5,5	4,8	5,2
1.3-dichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.4-dichlorobenzene	2,6	2,9	0	1,8	0
1.2.3-trichlorobenzene	0	0	0	2,2	0,8
1.2.4-trichlorobenzene	0	0,8	0	5,1	1,9
1.3.5-trichlorobenzene	0	0	0	0	1,5
limonene	1,1	3,8	0,3	5,6	10,8

Tabel 3a resultaten van de metingen op perchlooretheen
adres: Brantsenstraat 8

ruimte	concentratie perchlooretheen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	RIVM	TAUW voor maatregelen	TAUW na maatregelen
kruipruimte (geïsoleerd)	1956	2100	600
kelder	832		
woonkamer	313	46	410
berging (lichtdrukruimte)	277		
slaapkamer eerste verdieping	63		

Tabel 3b: resultaten van de metingen van de overige VOC's ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Brantsenstraat 8

Brantsenstraat 8	kruipruimte	kelder	woonkamer	keuken	boven
n-hexane	4,9	2,1	14,8	10,6	4,7
n-heptane	1,8	1	4,6	8,2	2,7
n-octane	0,6	0	2,5	2,3	1,2
n-nonane	0	0	1	1,7	0,7
n-decane	0,6	1,2	2,1	3,3	1,5
n-undecane	0,7	1,2	1,7	2,9	1,2
n-dodecane	0	0	1,2	2,2	0,7
n-tridecane	0	0	0,8	1,4	0,6
n-tetradecane	0	0	1,9	2,1	1,6
n-pentadecane	0	0	2,2	2,7	1,9
n-hexadecane	0	0	2,1	2,6	1,9
benzene	1,1	0	3,8	5,3	3,4
toluene	110,3	14,2	98,8	223,1	31,8
ethylbenzene	1,5	0	2,6	3,8	1,9
i-propylbenzene	0	0	0	0	0
n-propylbenzene	0	0	0	0	0
n-butylbenzene	0	0	0	0	0
1,2-dimethylbenzene	2	0	2,5	3,4	1,6
1,3-dimethylbenzene	4,3	0,3	7,1	9,9	4,2
1,4-dimethylbenzene	0,7	0	1,9	2,4	1
1,2-ethylmethylbenzene	0	0	0	0	0
1,3-ethylmethylbenzene	3,8	4	3,5	4,6	3,1
1,4-ethylmethylbenzene	0,8	0	0,8	1,1	0,6
1,2,3-trimethylbenzene	0,1	0	0,6	0,9	0
1,2,4-trimethylbenzene	3,9	3,8	3,8	4,9	3,2
1,3,5-trimethylbenzene	0,4	0	0,2	0,3	0,1
naphthalene	0	0	0,2	1	0,8
phenol	0	0	0	0	0
styrene	0	0	0	0,5	0,9
2-methylnaphthalene	0	0	0,5	1	1,5
1,1,1-trichloroethane	1,9	0	7	7,2	2,2
1,1,2-trichloroethane	0	0	0	0	0
1,2-dichloroethane	3,7	0	6,7	4,4	0
1,2-dichloropropane	0	0	0	0	0
chloroform	0	0	0	0	0
tetrachloromethane	0	0	0	0	0
trichloroethene	128	69,8	24,8	26	9
chlorobenzene	0	0	0	0	0

Brantsenstraat 8	kruipruimte	kelder	woonkamer	keuken	boven
1.2-dichlorobenzene	0	0	5,1	6,1	4,3
1.3-dichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.4-dichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.2.3-trichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.2.4-trichlorobenzene	0	0	0	0	0
1.3.5-trichlorobenzene	0	0	0	0	0
limonene	0,8	0,3	1,1	2,3	5,5

**Tabel 4a resultaten van de metingen op perchlooretheen
adres: Sweerts de Landasstraat 83**

ruimte	concentratie perchlooretheen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	RIVM	TAUW voor maatregelen	TAUW na maatregelen
kruipruimte (geïsoleerd)	3916		2100
kelder	1377		
kantoorruimte	450		
boven	1422		

tabel 4b resultaten metingen overige VOC's ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
 adres: Sweerts de Landasstraat 83

Sweerts de Landasstraat 83	boven	kelder	kruipruimte	kantoor
n-hexane	2,6	0,9	1,3	1,0
n-heptane	3,9	0,6	0,8	2,0
n-octane	3,9	0,0	2,8	0,0
n-nonane	1,0	0,0	0,7	0,6
n-decane	2,2	0,4	1,2	0,9
n-undecane	1,2	0,0	0,8	0,5
n-dodecane	0,5	0,0	0,0	0,0
n-tridecane	0,5	0,0	0,0	0,0
n-tetradecane	1,4	0,0	0,0	0,6
n-pentadecane	1,4	3,0	0,0	0,6
n-hexadecane	1,2	0,0	0,0	0,5
benzene	3,3	0,0	0,0	0,0
toluene	20,6	1,3	3,4	3,9
ethylbenzene	0,5	0,0	0,1	0,0
i-propylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
n-propylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
n-butylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dimethylbenzene	0,6	0,0	0,3	0,0
1.3-dimethylbenzene	2,0	0,3	1,1	0,2
1.4-dimethylbenzene	0,1	0,0	0,0	0,0
1.2-ethylmethylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
1.3-ethylmethylbenzene	3,4	3,0	3,3	3,2
1.4-ethylmethylbenzene	0,6	0,0	0,5	0,0
1.2.3-trimethylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2.4-trimethylbenzene	3,7	2,6	3,2	2,9
1.3.5-trimethylbenzene	0,1	0,0	0,1	0,0
1.4-methyl-i-propylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
naphthalene	0,9	0,0	0,0	0,0
phenol	0,0	0,0	0,0	0,0
styrene	0,0	0,0	0,0	0,0
2-methylnaphthalene	0,6	0,0	0,0	0,0
1.1.1-trichloroethane	4,8	0,0	0,0	1,5
1.1.2-trichloroethane	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dichloroethane	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dichloropropane	0,0	0,0	0,0	0,0
chloroform	0,0	0,0	0,0	0,0
tetrachloromethane	0,0	0,0	0,0	0,0
trichloroethene	21,1	17,3	71,7	7,4
chlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dichlorobenzene	6,7	0,0	0,0	5,9
1.3-dichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
1.4-dichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2.3-trichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2.4-trichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
1.3.5-trichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0
limonene	5,8	0,0	0,1	0,2

Tabel 5a resultaten van de metingen op perchlooretheen
adres: Sweerts de Landasstraat 77

ruimte	concentratie perchlooretheen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	RIVM	TAUW voor maatregelen	TAUW na maatregelen
kruipruimte (geïsoleerd)	7017	5500	4100
kelder voor	10056		
woonkamer voor	2331		
kelder naast kruipruimte	4973		
woonkamer achter	558		

Tabel 5b resultaten van de metingen van de overige VOC's ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
 adres: Sweerts de Landasstraat 77

Sweerts de Landasstraat 77	kamer achterzijde	woonkamer voor	kruipruimte	kelder voor	kelder naast kruipruimte
n-hexane	4,6	3,6	1,6	1,7	1,0
n-heptane	3,7	1,4	1,1	1,3	0,6
n-octane	7,2	3,4	5,0	3,2	7,1
n-nonane	27,9	2,1	5,8	4,6	0,3
n-decane	84,1	6,0	14,8	11,6	2,0
n-undecane	46,1	5,2	6,2	2,3	0,7
n-dodecane	1,9	0,8	0,3	0,0	0,0
n-tridecane	1,1	0,5	0,0	0,0	0,0
n-tetradecane	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0
n-pentadecane	0,7	1,1	0,0	0,0	0,0
n-hexadecane	0,6	0,7	0,0	0,0	0,0
benzene	4,8	3,8	0,5	0,4	0,0
toluene	20,5	16,5	7,9	7,4	3,2
ethylbenzene	3,9	1,5	0,8	0,7	0,0
i-propylbenzene	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
n-propylbenzene	9,8	0,0	1,0	0,1	0,0
n-butylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dimethylbenzene	6,5	1,4	2,0	1,5	0,3
1.3-dimethylbenzene	10,1	3,7	3,3	3,0	0,7
1.4-dimethylbenzene	2,0	0,4	0,3	0,0	0,0
1.2-ethylmethylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.3-ethylmethylbenzene	14,3	4,1	4,8	4,1	3,4
1.4-ethylmethylbenzene	13,6	1,2	2,6	1,6	0,7
1.2.3-trimethylbenzene	17,7	2,4	3,8	0,0	1,5
1.2.4-trimethylbenzene	32,0	5,7	9,0	7,2	5,0
1.3.5-trimethylbenzene	12,8	1,1	2,5	1,6	1,4
naphthalene	1,9	0,9	0,0	0,0	0,0
phenol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
styrene	1,3	0,1	1,1	0,0	0,0
2-methylnaphthalene	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0
1.1.1-trichloroethane	4,6	0,0	1,9	0,0	0,0
1.1.2-trichloroethane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dichloroethane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dichloropropane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
chloroform	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
tetrachloromethane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sweerts de Landasstraat 77	kamer achterzijde	woonkamer voor	kruipruimte	kelder voor	kelder naast kruipruimte
trichloroethene	13,8	48,7	200,7	162,2	299,5
chlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dichlorobenzene	8,6	5,0	5,6	0,0	0,0
1.3-dichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.4-dichlorobenzene	5,2	0,0	3,1	0,0	0,0
1.2.3-trichlorobenzene	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0
1.2.4-trichlorobenzene	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
1.3.5-trichlorobenzene	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
limonene	8,8	5,6	2,6	4,5	0,1

Tabel 6a resultaten van de metingen op perchlooretheen
adres: Sweerts de Landasstraat 47

ruimte	concentratie perchlooretheen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	RIVM	TAUW voor maatregelen	TAUW tweede meting
kelder (garage)	589		
kelder (slaapkamer)	580		
fietsenhok	328	4700	6500
woonkamer	49		
boven	27		

Tabel 6b resultaten metingen overige VOC's ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
adres: Sweerts de Landasstraat 47

Sweerts de Landas- straat 47	fietsenhok	boven	woonkamer	kelder/ garage	slaapkamer/ kelder
n-hexane	2,6	2,0	1,9	20,9	6,9
n-heptane	9,6	6,6	1,2	418,5	66,7
n-octane	6,2	0,3	1,1	17,0	4,8
n-nonane	15,3	21,4	17,3	94,0	37,6
n-decane	13,7	29,4	32,8	100,8	41,1
n-undecane	5,9	12,2	13,3	39,9	14,2
n-dodecane	1,2	0,8	0,8	5,5	1,5
n-tridecane	0,0	0,3	0,0	2,2	0,7
n-tetradecane	0,5	0,6	0,3	1,7	1,2
n-pentadecane	2,3	0,6	0,4	1,2	0,8
n-hexadecane	0,0	0,6	0,3	0,0	0,7
benzene	0,8	1,4	0,3	8,1	5,7
toluene	7,9	12,2	10,9	93,2	29,2
ethylbenzene	1,2	0,4	0,1	11,8	3,8
i-propylbenzene	0,0	0,0	0,0	3,5	0,7
n-propylbenzene	1,6	2,1	2,1	13,6	4,7
n-butylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dimethylbenzene	3,5	2,2	1,4	18,8	6,0
1.3-dimethylbenzene	6,9	2,5	1,9	36,5	11,5
1.4-dimethylbenzene	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
1.2-ethylmethylbenzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.3-ethylmethylbenzene	5,8	5,4	5,3	13,8	7,5
1.4-ethylmethylbenzene	2,2	2,9	2,8	12,7	5,0
1.2.3-trimethylbenzene	2,5	3,5	3,1	14,7	5,5
1.2.4-trimethylbenzene	8,0	7,8	7,8	24,5	11,5
1.3.5-trimethylbenzene	1,5	2,4	2,1	11,5	4,4
naphthalene	0,3	0,0	0,4	3,2	1,4
phenol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
styrene	0,4	0,5	0,0	3,6	1,4
2-methylnaphthalene	0,0	0,5	0,0	1,7	0,6
1.1.1-trichloroethane	0,0	14,2	1,2	12,2	4,5
1.1.2-trichloroethane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2-dichloroethane	0,0	0,0	0,0	8,2	0,4
1.2-dichloropropane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
chloroform	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
tetrachloromethane	0,0	0,0	0,0	64,9	13,4
trichloroethene	27,3	6,0	1,9	236,3	66,9
chlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,8	0,3
1.2-dichlorobenzene	7,0	6,1	5,5	7,8	7,5

Sweerts de Landas- straat 47	fietsenhok	boven	woonkamer	kelder/ garage	slaapkamer/ kelder
1.3-dichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.4-dichlorobenzene	0,0	1,6	1,5	7,1	3,8
1.2.3-trichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0
1.2.4-trichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
1.3.5-trichlorobenzene	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0
limonene	5,4	5,9	7,4	13,9	21,1

Tabel 7 Resultaten van de oriënterende metingen met behulp van de Photovac portable gaschromatograaf in woon- en kruipruimten van 28 woningen

adres	ruimte	conc ppb	conc $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Amsterdamseweg 40	kelder	<40	<280
Amsterdamseweg 40	keuken	<40	<280
Amsterdamseweg 44	kelder	985	6756
Amsterdamseweg 44	woonruimte 1 ^e verd	<40	<280
Amsterdamseweg 46	kruipruimte	5147	35294
Amsterdamseweg 46	woonkamer	40	280
Amsterdamseweg 50	kruipruimte	8750	60000
Amsterdamseweg 50	woonkamer	2265	15529

Tabel 7 vervolg

adres	ruimte	conc ppb	conc µg/m ³
Brantsenstraat 2	kruipruimte	472	3237
Brantsenstraat 2	werkrimte	<40	<280
Brantsenstraat 2	kelder	1343	9209
Brantsenstraat 4	kruipruimte	<40	<280
Brantsenstraat 4	woonkamer	<40	<280
Brantsenstraat 6	woonkamer	<40	<280
Brantsenstraat 6	kruipruimte	759	5205
Brantsenstraat 8	werkrimte	171	1171
Brantsenstraat 8	kruipruimte	447	3064
Brantsenstraat 14	woonkamer	<40	<280
Brantsenstraat 14	kruipruimte	28	192
Brantsenstraat 16/18	kantoorruimte	<40	<280
Brantsenstraat 16/18	kruipruimte	22	149
Brantsenstraat 20	woonruimte	<40	<280
Brantsenstraat 20	kruipruimte	<40	<280
Brantsenstraat 22	kruipruimte	<40	<280
Brantsenstraat 22	woonkamer	<40	<280
Brantsenstraat 24	woonkamer	<40	<280
Brantsenstraat 24	kruipruimte	<40	<280

Tabel 7 vervolg

adres	ruimte	conc ppb	conc µg/m ³
Sweerts de l.str. 33	woonkamer	<40	<280
Sweerts de l.str. 33	kruipruimte	<40	<280
Sweerts de l.str. 47	kast gang	<40	<280
Sweerts de l.str. 47	kelder	<40	<280
Sweerts de l.str. 55	woonkamer	<40	<280
Sweerts de l.str. 55	kruipruimte	36	243
Sweerts de l.str. 61	kruipruimte winkel	170	1166
Sweerts de l.str. 65	bierkelder	820	5623
Sweerts de l.str. 65	disco	<40	<280
Sweerts de l.str. 77	kelder voor	6670	45737
Sweerts de l.str. 77	woonruimte	<40	<280
Sweerts de l.str. 77	kruipruimte	<40	<280
Sweerts de l.str. 77	woonkamer voor	920	6309
Sweerts de l.str. 79	woonkamer	2858	19598
Sweerts de l.str. 79	kruipruimte	5601	38407
Sweerts de l.str. 81	kruipruimte	574	3936
Sweerts de l.str. 81	kantoor	700	4800
Sweerts de l.str. 83	kruipruimte	4838	33176
Sweerts de l.str. 83	woonruimte	131	896
Sweerts de l.str. 85	woonkamer	1786	12247
Sweerts de l.str. 85	kruipruimte	3421	23458

Tabel 7 vervolg

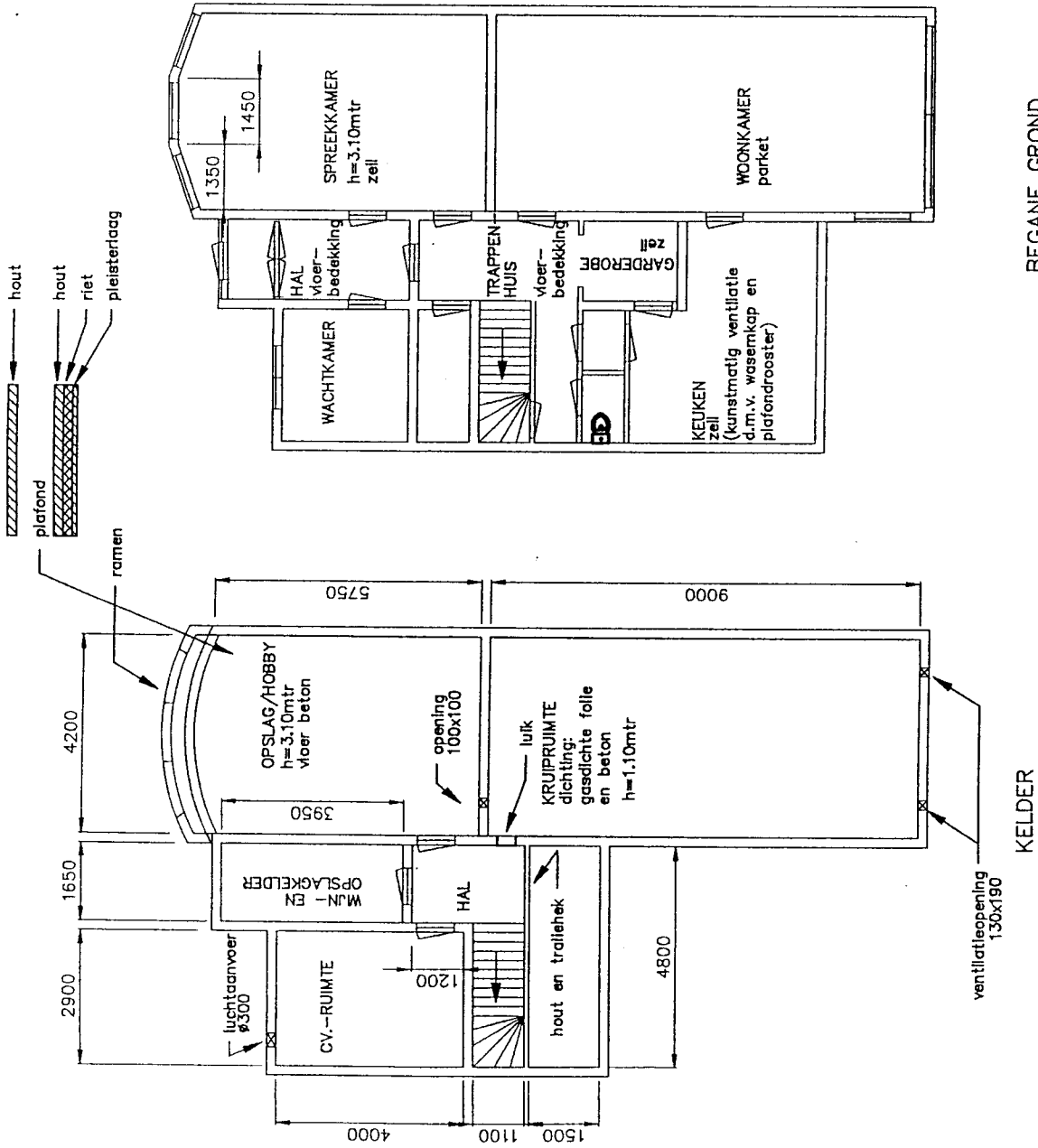
adres	ruimte	conc ppb	conc $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bouriciusstraat 3	woonkamer	738	5063
Bouriciusstraat 3	kruipruimte	2084	14289
Bouriciusstraat 5	woonkamer	519	3556
Bouriciusstraat 5	kruipruimte	3241	22222
Bouriciusstraat 9	woonkamer	<40	<280
Bouriciusstraat 9	kruipruimte	535	3665
Bouriciusstraat 11	woonruimte	<40	<280
Bouriciusstraat 11	kantoorruimte	<40	<280
Bouriciusstraat 11	kruipruimte	<40	<280
Bouriciusstraat 13	kruipruimte	<40	<280
Bouriciusstraat 13	woonruimte	<40	<280
Bouriciusstraat 17	kruipruimte	<40	<280
Bouriciusstraat 19	woonruimte	<40	<280
Bouriciusstraat 19	kruipruimte	<40	<280

figuur 1

Bijlage 4

35

WANDDIKTE KELDER ca 350 mm



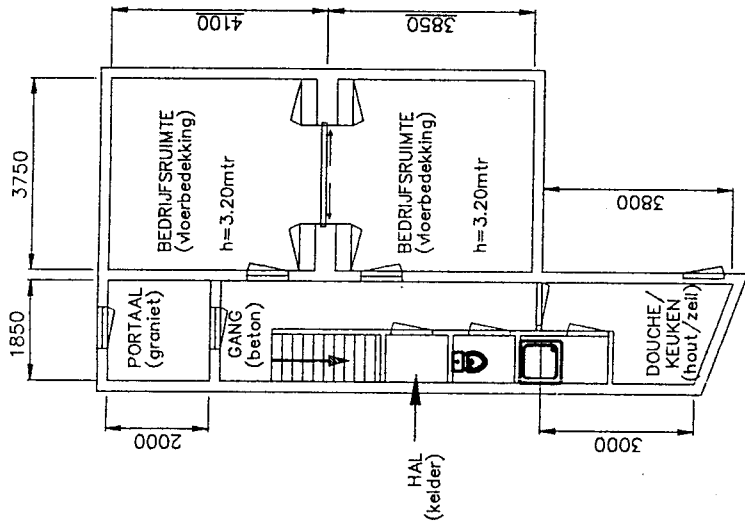
BEGANE GROND

KELDER

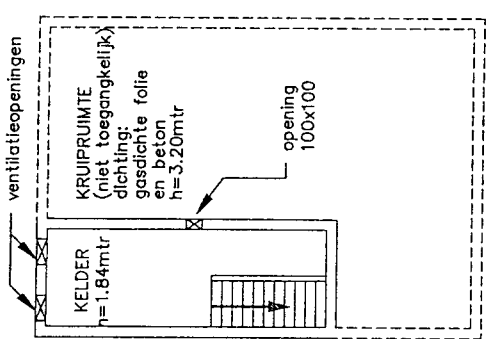
D									
C									
B									
A									
Opdrachtgever: Gemeente Arnhem									
Schied: 1:100 A3									
Project: LUCHTAFZUIGING KRUIPRUIMTEN									
Projectnr.: 3282708									
Onderdeel: PLATTE GROND WONING AAN DE BOURICIUSSTR 9									
Datum: 01-06-'93									
Tekeningsnr.: 3282708									
Tekenaar: g.f. van der Grinten									
Controleur: g.f. van der Grinten									
001									
TAUW Infra Consult b.v.									
Postbus 479, 7400 AL Deventer									

0420725

figuur 2



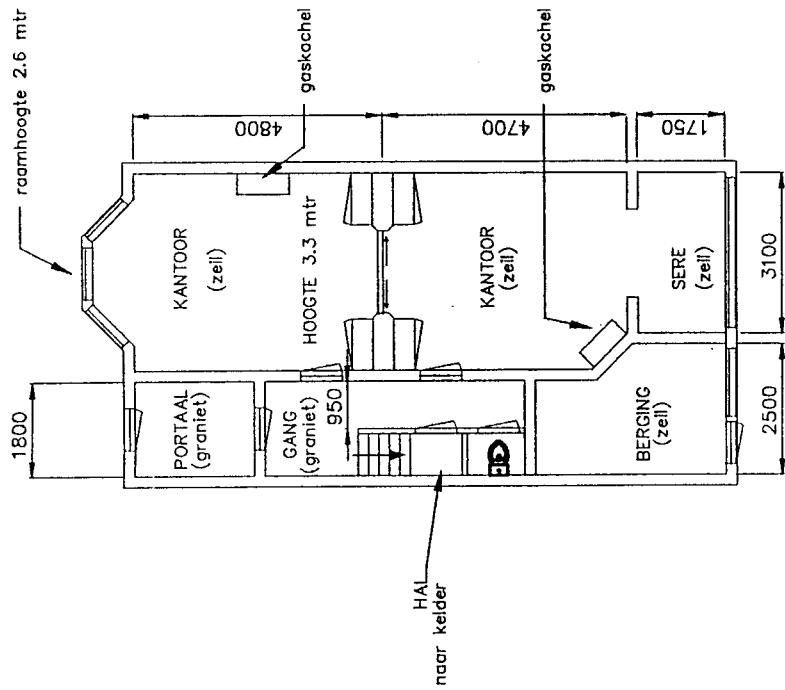
BEGANE GROND



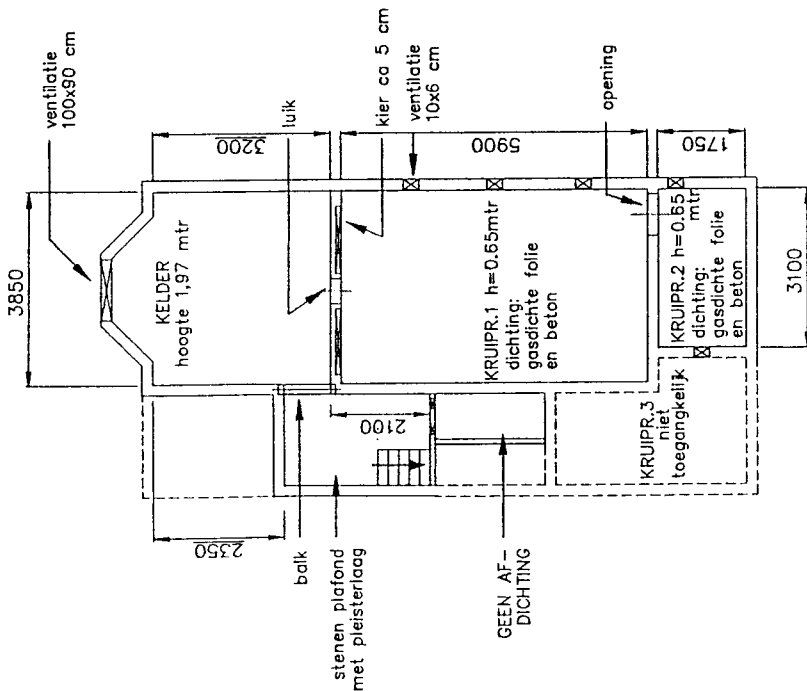
KELDER

MUURDIKTE ca. 210 mm


D									
C									
B									
A									
Wf. Datum: 02-08-93 Gec. Besch.: 3282708 Gec. 003 Gec. 003									
Opdrachtnummer: Gemeente Arnhem Project: LUCHTAFZUIGING KRUIPRUIMTEN Oorschrift: PLATTE GROND WONING AAN DE BRANTSSENSTR 2 Schaal: 1:100 Formaat: A3 Projectnr.: 3282708 Datum: 02-08-93 Gec.: 3282708 Gec.: 003 Gec.: 003									
TAUW Infra Consult b.v. Postbus 479, 7400 AL Deventer									



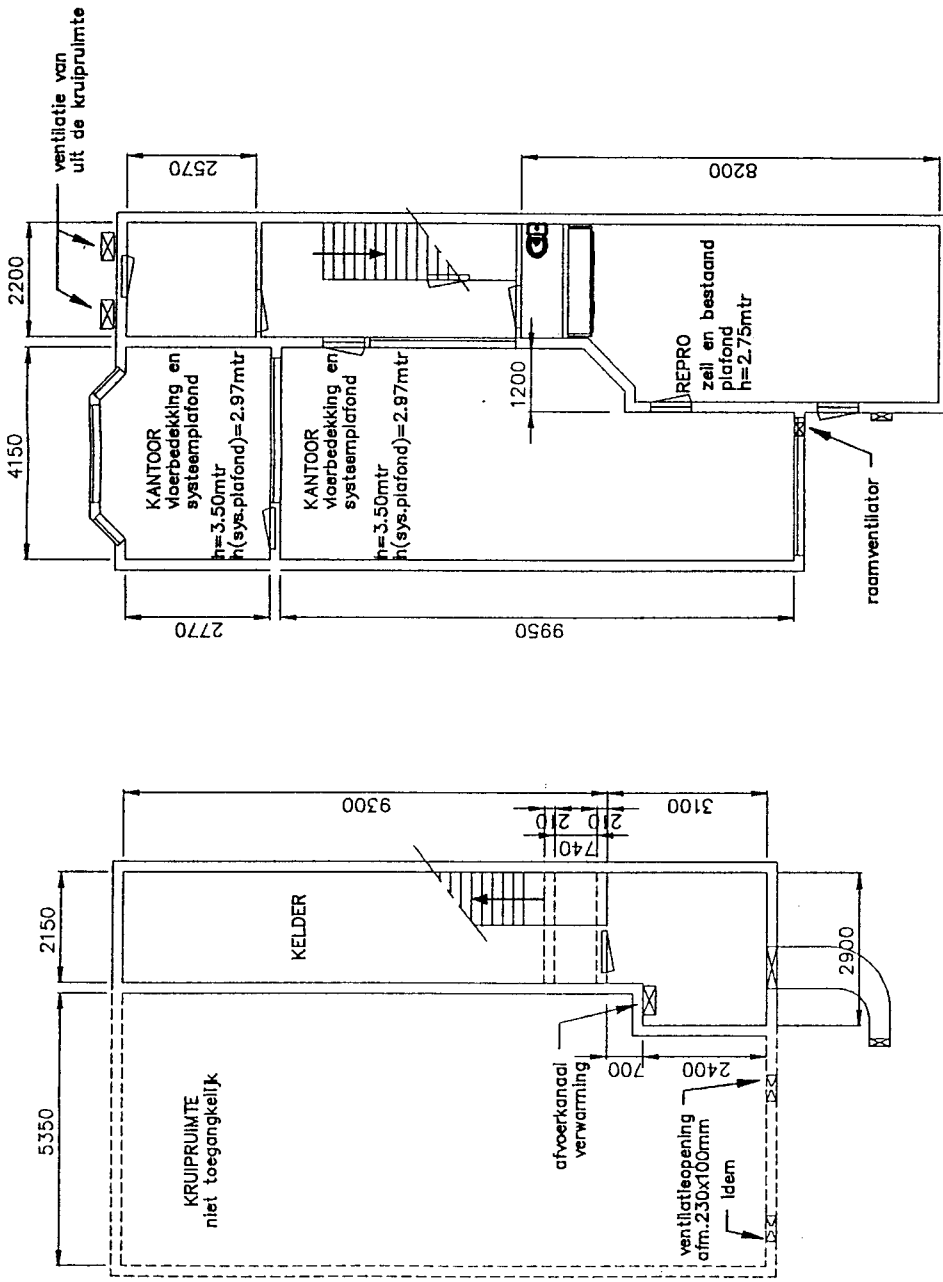
BEGANE GROND



KELDER

D	W.C.				
C					
B					
A					
0					
Ondersluiting		Schaal	Formaat	M:300	
Gemeente Arnhem		1:100	A3		
Project LUCHTAZIJUING KRUIPRUIMTEN		Projectnr.	3282708		
Ondersneel PLATTE GROND WONING AAN DE BRANTSENSTR 8		Datum	02-06-93	Tekeningnr.	3282708
		Ontk.	afzetting		
		Sec.			002
		Gevel			
 TAUW Infra Consult b.v. Postbus 479, 7400 AL Deventer					

figuur 4



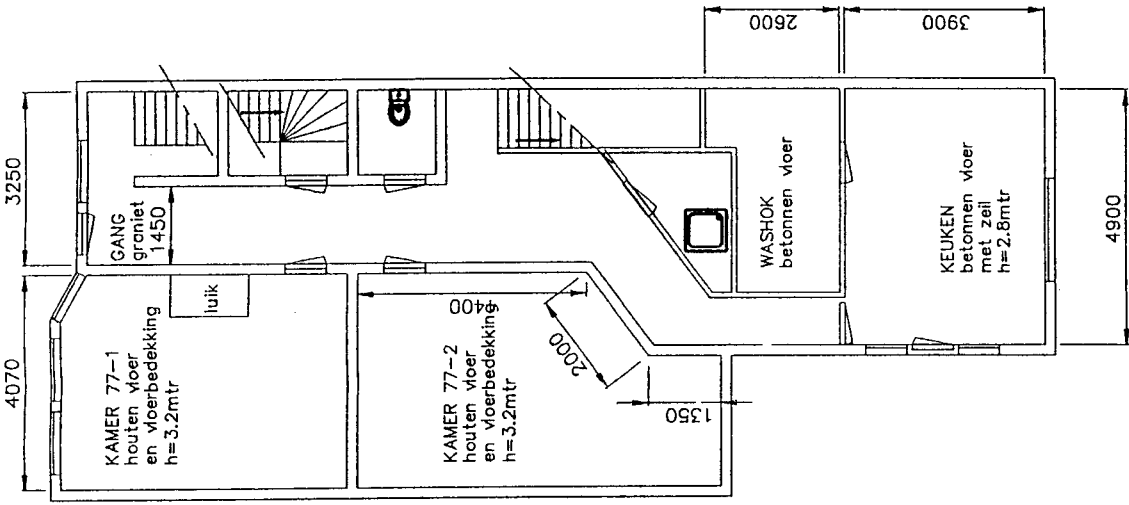
Uit									
D									
B									
A									
Opdrachtgever			Schied			Formaat		M102	
Gemeente Arnhem			1:100			A3			
Project			LUCHTAFZUIGING			3282708			
KRUIPRUIMTEN			3282708			02-06-'93		Tekeningsnr.	
PLATTE GROND WONING A.D.			SWEERTS DE LANDASSTR 83			3282708			
						006			

BEGANE GROND

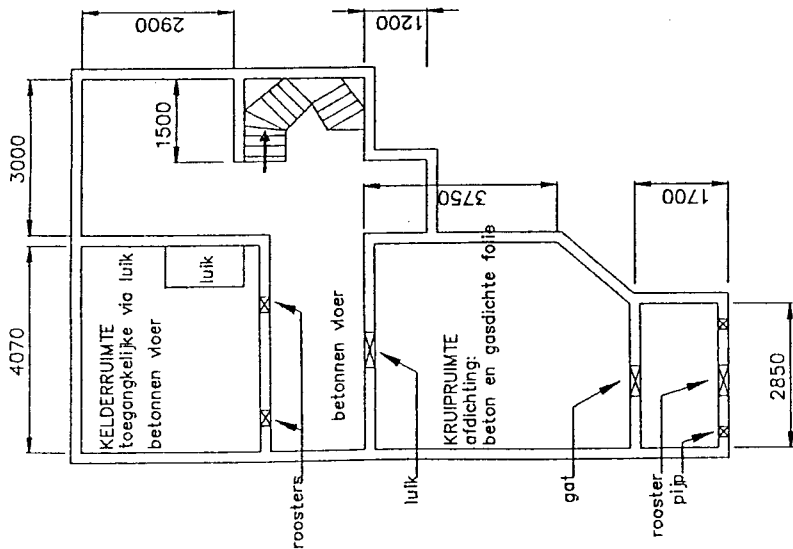
KELDER

TAUW Infra Consult b.v.
Postbus 479, 7400 AL Deventer

figuur 5

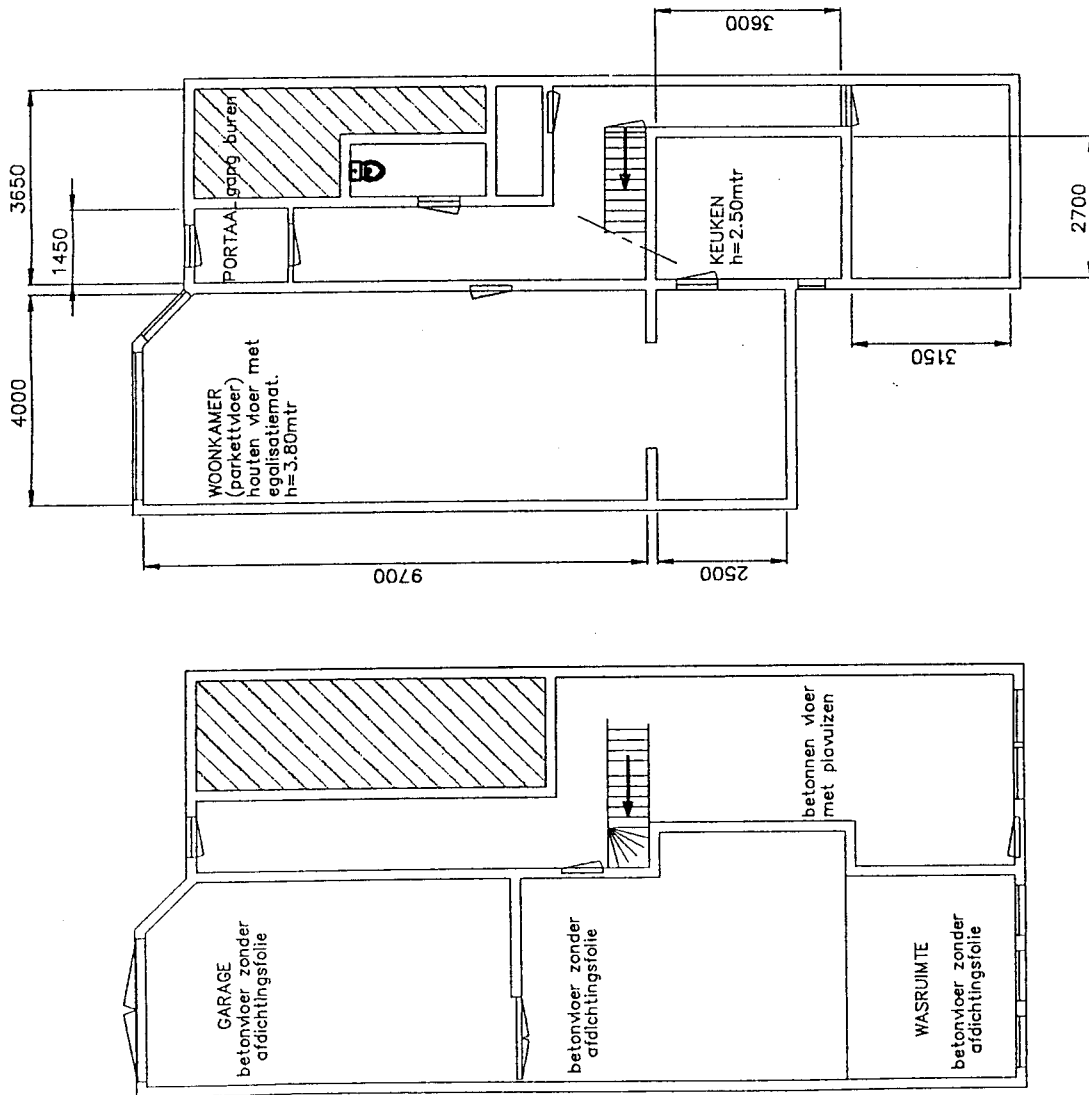


BEGANE GROND




KELDER

Uitg.					
D.					
C.					
B.					
A.					
Mbl.	Dez. 2001	Bev.	11/2001	Avd. dr. v.l.b.b.	U. v. v. v.
Opm.	Opmerkingen				
Schaal	1:100		Schaal	A3	
Project	LUCHTAFZUIGING KRUIPRUIMTEN		Projectnr.	3282708	
Onderaans.	PLATTE GROND WONING A.D. SWEERTS DE LANDASSIR 77	Best.	3282708	Tekeningnr.	005
TAUW Infra Consult b.v. Postbus 479, 7400 AL Deventer					
5235796					



BEGANE GROND

KELDER
h=2.20mtr

D											
C											
B											
A											
Mf.											
Opmerkingen											
Mf. Datum Getal. Co. Besch. Aard str. afb. Bldg.											
Opdrachtgever						Schied			Formaat		
Gemeente Arnhem						1:100			A3		
Project						LUCHTAFZUIGING					
KRUIPRUIMTEN						3282708					
Onderdeel						Datum			Maatst. n.		
PLATTE GROND WONING A.D.						03-06-93			3282708		
SWEERTS DE LANDASSR 47						Ged. 1/2/93			004		
Co.						Ged.			Ged.		
											
TAUW infra Consult b.v.											
Postbus 479, 7400 AL Deventer											
9330-311											

Literatuur

1. Bloemen, H.J.Th. et al. Ventilatievoud en uitwisseling van lucht in woningen. Ontwikkeling meetmethode en pilotstudy. GG&GD Amsterdam, RIVM Bilthoven, 1992
2. Vermeire, T.G. et al. (1991) Voorstel voor de humaan-toxicologische onderbouwing van C-(toetsings)waarden
RIVM rapportnr. 725201005

<280= concentratie woonruimte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (momentane meting)
 <280= concentratie kruipruimte/keider ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (momentane meting)
 238(danum)= resultaten woonruimte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (weekgemiddelde meting)

