



Vlaanderen
is omgeving



Invloed van houtkachels op kwaliteit van de binnenlucht en humane biomonitoring metingen.

LNE/OL201600055/M&G - 2020/HEALTH/R/2229

 **Eindrapp2020/**

**DEPARTEMENT
OMGEVING**

omgevingvlaanderen.be

Samenvatting

Beperkte kennis over de invloed van kachelgebruik op de binnenlucht en op onze gezondheid

Ongeveer 85% van onze tijd brengen we door in gebouwen waarvan een groot deel in onze woning. Onze woning is een belangrijk deel van onze leefomgeving. Ze geeft ons bescherming en comfort. Het binnenmilieu is ook heel belangrijk voor onze gezondheid. In een deel van de Vlaamse woningen wordt de houtkachel gebruikt als hoofdverwarming, als bijverwarming of als sfeerelement. Dat houtkachels vervuilende stoffen uitstoten is al langer gekend. In welke mate houtkachels de kwaliteit van de binnenlucht en de gezondheid van de bewoners beïnvloeden, werd minder vaak onderzocht. Deze studie is de eerste studie in Vlaanderen waarbij gelijktijdig stalen werden genomen van de binnenlucht en van de bewoners (urine, ademlucht) bij gebruik van houtkachels. De resultaten van deze studie zijn dan ook een eerste verkenning. Dit onderzoek werd uitgevoerd door VITO en het PIH, in opdracht van de Vlaamse overheid, Departement Omgeving.

Tussen januari en mei 2019 vond een meetcampagne plaats bij 12 jongeren

Aan 12 jongeren die eerder ook deelnamen aan de humane-biomonitoringstudie van het Steunpunt Milieu en Gezondheid 2016-2020 werd gevraagd om gedurende 1 week elke dag de kachel te laten branden. Tijdens die week werd de kwaliteit van de binnenlucht gemeten en op het einde van de week werd een urinestaal en een ademstaal gevraagd. De resultaten in urine en ademlucht kunnen vergeleken worden met de stalen die eerder werden afgenomen door het Steunpunt Milieu en Gezondheid in een periode waarin de kachel niet gebruikt werd.

De weekgemiddelde resultaten in binnenlucht zijn vergelijkbaar met de meetresultaten in andere woningen in Vlaanderen

Bij alle 12 deelnemers zijn de weekgemiddelde resultaten van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), vluchtige organische stoffen (VOS's), roetdeeltjes (BC of black carbon), fijnstof (PM_{2,5}), koolstofmonoxide (CO) en de temperatuur en de vochtigheid van de binnenlucht in de week van dit onderzoek, met gebruik van de kachel, vergelijkbaar met de meetresultaten in andere woningen in Vlaanderen die reeds eerder onderzocht werden, ongeacht er een kachel brandde of niet.

Bij gebruik van de kachel zijn kortstondige pieken in de binnenlucht zichtbaar.

Het verloop van sommige metingen over een dag toont wel een duidelijke invloed van kachelgebruik op de binnenlucht. Uit de gegevens van de dagboeken van de deelnemers blijkt dat bij het aanmaken van de kachel een kortstondige piek in roetdeeltjes zichtbaar is, de grootte hiervan verschilt van dag tot dag. We weten dat veel factoren hierbij een rol spelen, zoals de wijze van aanmaken van de kachel, de trek van de schouw, en ook de houtsoort. In sommige gevallen overschreed ook de CO-waarde kortstondig de interventiewaarde van het Vlaams binnenmilieubesluit, maar de gemiddelde gehalten per dag bleven wel onder deze interventiewaarde.

De blootstellingsmerkers in urine zijn vergelijkbaar met en zonder kachelgebruik

In urine kunnen we merkers meten die ons vertellen in welke mate we blootgesteld werden aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen of PAK's. Deze PAK's ontstaan bij verbrandingsprocessen

en komen in ons lichaam terecht via verschillende bronnen (vb. kachels, verkeer, voeding, roken, kaarsen, ...). Omdat PAK's ook van verkeer kunnen komen, werd in urine ook een merker gemeten voor blootstelling aan de verkeerscomponent benzeen. De gemiddelde gehalten in urine van alle 12 deelnemers samen waren in de periode met kachelgebruik vergelijkbaar met deze in de periode zonder kachelgebruik. Voor al deze stoffen geldt: hoe lager het resultaat, hoe beter.

Er zijn kleine veranderingen zichtbaar in de gezondheidsmetingen

Om na te gaan of het gebruik van de kachel een effect kan hebben op de gezondheid werden enkele gezondheidsmetingen uitgevoerd zoals een merker in ademlucht voor ontsteking van de luchtwegen (stikstofdioxide of NO) en een merker in urine voor herstelbare schade in onze lichaamscellen (8-oxo-2'-deoxyguanosine). De resultaten van alle 12 deelnemers samen tonen een lichte toename van NO in de ademlucht en een lichte daling van de merker voor herstelbare cel schade in de periode met kachelgebruik vergeleken met de periode zonder kachelgebruik. Wat ook een rol kan spelen bij de verschillen in meetwaarden tussen beide periodes zijn veranderingen in meteorologische condities (luchttemperatuur, vochtigheid, zonnestraling), andere voeding, contact met (passief) roken, ziektekiemen, enz. Voor NO in ademlucht is er een richtwaarde beschikbaar. Dit is de normale waarde bij gezonde jongeren. Hogere waarden kunnen wijzen op ontsteking van de luchtwegen, maar kunnen ook een gevolg zijn van bepaald voedsel op de dag van het onderzoek of de dag voordien (zoals sla, spinazie, chocolade, koffie, e.a.). Bijna alle deelnemers hebben een NO-metwaarde onder deze richtwaarde. De merker voor herstelbare schade in de lichaamscellen is enkel nuttig op groepsniveau en kan niet voor individuele deelnemers geïnterpreteerd worden.

Het is nog onduidelijk of de metingen in binnenlucht ook zichtbaar zijn in het lichaam.

Een vergelijking tussen de merkers voor blootstelling in urine en de overeenkomstige stoffen in binnenlucht toonde geen duidelijke patronen tussen beide. Bij de gezondheidsmetingen zijn er mogelijke aanwijzingen voor hogere meetwaarden voor de gezondheidsmetingen bij hogere gehalten aan vervuilende stoffen in het binnenmilieu, maar de resultaten waren niet duidelijk genoeg. Verder onderzoek op een grotere groep deelnemers is nodig om hier uitspraken over te kunnen doen.

|

Dit rapport bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Overheid.

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever

Peter Cabus
Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel
vpo.omgeving@vlaanderen.be
www.omgevingvlaanderen.be

Auteurs

Ann Colles – VITO
Elly Den Hond – Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH)



Carmen Franken – Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH)
Borislav Lazarov – VITO
Maarten Spruyt - VITO
Marianne Stranger – VITO
Lot Verbeke – VITO

Depotnummer

[Enkel bij gedrukte publicaties]

ISBN-nummer

[Enkel bij gedrukte publicaties]

Wijze van citeren

[Bij voorkeur volgens APA]



LIJST VAN AFKORTINGEN

AML	Algemeen Medisch Laboratorium
BC	Black Carbon
BMI	Body mass index
CO	koolstofmonoxide
CO ₂	koolstofdioxide
eNO	Exhaled NO of stikstofoxide in de ademlucht
FLEHS	Flemish Environment and Health Study
HBM	Humane biomonitoring
IAQ	Indoor Air Quality
PAKs	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
PM _{2,5}	Fijn stof deeltjes (particulate matter) met een diameter kleiner dan 2,5 µm
RV	Relatieve vochtigheid
T	temperatuur
VOS	Vluchtige organische stoffen
VPO	Vlaams Planbureau voor Omgeving
STP	Steunpunt
B(a)P	Benzo(a)pyreen
TVOS	Totale Hoeveelheid Vluchtige Organische Stoffen



1. INLEIDING

Deze pilootstudie is een project in opdracht van het Vlaams Planbureau voor Omgeving (VPO) van het Departement Omgeving van de Vlaamse overheid en sluit aan binnen het thema “Eco-gedrag” dat als één van de drie hoofdthema’s werd gekozen voor het 4^{de} humane biomonitoring (HBM) programma van het Steunpunt Milieu en Gezondheid.

1.1 4^{DE} CYCLUS HUMANE BIOMONITORING VAN HET STEUNPUNT MILIEU EN GEZONDHEID

Sinds 2001 onderzoekt het Steunpunt Milieu en Gezondheid (STP) in opdracht van de Vlaamse overheid de aanwezigheid en de effecten van milieuvervuilende stoffen in de mens via humane biomonitoring (HBM). Er werden reeds drie cycli afgerond en in 2016 is een vierde cyclus opgestart. Binnen de huidige cyclus wordt er dieper ingegaan op drie thema’s: ecologisch gedrag of eco-gedrag, ruimtegebruik en nieuwe stoffen.

Het thema “eco-gedrag” focust enerzijds op biologische voeding en anderzijds op een gezond binnenmilieu. Voor het deel “binnenmilieu” werd de doelstelling als volgt gedefinieerd:

Ongeveer 85% van onze tijd brengen we door in gebouwen waarvan een groot deel in onze woning. Onze woning is een belangrijk element van onze leefomgeving. Ze geeft ons bescherming en comfort. Het binnenmilieu is echter ook heel belangrijk voor onze gezondheid. Het recente woononderzoek in 2013 (Wonen in Vlaanderen anno 2013, De bevindingen van het Groot Woononderzoek in Vlaanderen gebundeld, Steunpunt Wonen, maart 2015) toonde aan dat de woonkwaliteit in Vlaanderen nog zeer variabel is, zowel beoordeeld op technische aspecten als de subjectief gerapporteerde woonkwaliteit.

De algemene, overkoepelende doelstelling van het thema “gezond binnenmilieu” is om wetenschappelijk informatie aan te reiken over de **impact van de kwaliteit van het binnenmilieu op de aanwezigheid van schadelijke stoffen in het lichaam van de bewoners** en na te gaan of er een associatie is met **nadelige effecten op de gezondheid meetbaar via HBM**.

De selectie van binnenmilieuaspecten die de kwaliteit van het binnenmilieu in het algemeen goed karakteriseren en die relevant zijn om te onderzoeken met humane biomonitoring werd gebaseerd op (i) informatie uit de wetenschappelijke literatuur over HBM in relatie met binnenmilieu, (ii) gegevens uit vorige HBM-campagnes in Vlaanderen, (iii) gegevens uit studies die de kwaliteit van het binnenmilieu en de luchtkwaliteit in woningen en gebouwen in Vlaanderen bestudeerden, (iv) input bekomen via een overleg met stakeholders en (v) kennis over nieuwe polluenten die via HBM gemeten kunnen worden en die in het binnenmilieu kunnen voorkomen.

De algemene doelstelling van het thema binnenmilieu werd verder verfijnd aan de hand van de hieronder geformuleerde concrete onderzoeksvragen:

- Is de **aanwezigheid van verbrandingsbronnen in huis** geassocieerd met hogere gehalten aan blootstellingsmerkers/meer ongunstige gezondheidsparameters?



- De deelnemer woont in een stedelijke omgeving (gedefinieerd als gemeenten met een bevolkingsdichtheid >600 inwoners/km²). Dit criterium beoogt de invloed van verkeersuitstoot op de metingen te beperken.

Wanneer al deze criteria in rekening werden gebracht, kwamen slechts 11 jongeren in aanmerking voor deelname aan deze studie. Daarom werd op basis van een prioritering een aantal exclusiecriteria versoepeld. Volgende criteria werden weggelaten:

- Wonen in stedelijke omgeving (reden: de focus van het onderzoek ligt op binnenlucht en kachelgebruik, eerder dan de buitenomgeving)
- De woning van de deelnemer heeft een gasfornuis (we wensen een representatief beeld te krijgen, en daarom behoren woningen met gasfornuis bij de populatie, consistent dampkagebruik zal de impact van een gasfornuis beperken)
- De woning van de deelnemer heeft een mechanisch ventilatiesysteem (we wensen een representatief beeld te krijgen, en daarom behoren woningen met ventilatiesysteem bij de populatie)
- De deelnemer heeft 3 dagen voor de onderzoeksdag van het Steunpunt Milieu en Gezondheid gefrituurde voeding gegeten. Wat verstoring van de biomerkers voor PAK's betreft, is consumptie van gegrilde voeding belangrijker dan gefrituurde voeding.

Rekening houdend met de overblijvende criteria kwamen 33 jongeren van het 4^{de} Steunpunt Milieu en Gezondheid in aanmerking voor deze studie, waarvan 16 FLEHS 4-jongeren en 17 FLEHS 1-jongeren.

Deze 33 jongeren werden aangeschreven en uitgenodigd om deel te nemen aan deze studie.

3.3 REKRUTERING

De 33 deelnemers uit het vierde Steunpunt die in aanmerking kwamen om deel te nemen aan het pilootproject werden geïnformeerd over het pilootproject door middel van een informatiebrief (*bijlage 1*). Indien zij akkoord gaan om deel te nemen aan het pilootproject, wordt hen gevraagd een nieuw toestemmingsformulier (*bijlage 1*) te ondertekenen.

De uitnodigingsbrieven werden verzonden op 11 oktober 2018 door medewerkers van het Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH). Op 26 oktober 2018 werd door het PIH een herinnering uitgestuurd.

Er werd van 12 deelnemers een toestemmingsformulier ontvangen. Alle deelnemers werden telefonisch op de hoogte gebracht van hun deelname aan de studie.

3.4 ONDERZOEKSPROTOCOL

De studie is gebaseerd op gepaarde metingen, namelijk: metingen bij dezelfde personen in een periode waarin geen houtkachels worden gebruikt (lente of zomer) en in een periode waarin houtkachels worden gebruikt (herfst of winter).



3.5 METINGEN

3.5.1 Metingen van parameters binnenluchtkwaliteit

Tabel 1: Overzicht van de componenten die in de binnenlucht gemeten worden en het overeenkomstig meettoestel.

Componenten Binnenluchtmetingen (IAQ)	Meettoestel	Tijdsresolutie; eenheid
vluchtige organische stoffen (VOS's)	Radiello passieve sampler	7-daagse gemiddelde concentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs)	PDMS-Tenax patroon met klein pompje	3-daagse gemiddelde concentratie [ng/m^3]
fijnstof ($\text{PM}_{2,5}$)	MS&T area sampler (Harvard type)	3-daagse gemiddelde concentratie [ng/m^3]
black carbon (BC)	Microaethalometer	7 dagen, minuutsresolutie, uitgedrukt in 5 minuutsgemiddelde concentratie [ng/m^3]
koolstofmonoxide (CO)	Honeywell of equivalent (continue logger)	7 dagen, minuutsresolutie [mg/m^3]
koolstofdioxide (CO_2)	Catec climabox of equivalent	7 dagen, minuutsresolutie [ppm]
relatieve vochtigheid (RV)	(continue logger)	7 dagen, minuutsresolutie [%]
Temperatuur (T)		7 dagen, minuutsresolutie [$^{\circ}\text{C}$]
Totale hoeveelheid vluchtige organische stoffen (TVOS)	Indoor@Box	7 dagen, 3-minuutsresolutie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM1, PM2.5, PM10		7 dagen, 3-minuutsresolutie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
koolstofdioxide (CO_2)		7 dagen, 3-minuutsresolutie [ppm]
relatieve vochtigheid (RV)		7 dagen, 3-minuutsresolutie [%]
Temperatuur (T)		7 dagen, 3-minuutsresolutie [$^{\circ}\text{C}$]
Stikstofdioxide (NO_2)		7 dagen, 3-minuutsresolutie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Koolstofmonoxide (CO)		7 dagen, 3-minuutsresolutie [mg/m^3]



fijnstof (PM _{2,5})	<u>Blootstellingsmerkers:</u> 1-OH-pyreen, , 2-naftol, som 2- en 3-OH-fluoreen, 2-OH-phenantreen, 3-OH-phenantreen, 4-OH-phenantreen, som 1- en 9-OH-phenanthreen, t,t'-muconzuur <u>Effectmerkers:</u> 8-hydroxy-deoxyguanosine, NO
black carbon (BC)	<u>Blootstellingsmerkers:</u> 1-OH-pyreen, , 2-naftol, som 2- en 3-OH-fluoreen, 2-OH-phenantreen, 3-OH-phenantreen, 4-OH-phenantreen, som 1- en 9-OH-phenanthreen, t,t'-muconzuur <u>Effectmerkers:</u> 8-hydroxy-deoxyguanosine, NO
koolstofdioxide (CO ₂)	<u>Effectmerkers:</u> 8-hydroxy-deoxyguanosine, NO
koolstofmonoxide (CO)	<u>Effectmerkers:</u> 8-hydroxy-deoxyguanosine, NO
relatieve vochtigheid (RV)	<u>Effectmerkers:</u> NO, 8-hydroxy-deoxyguanosine,
Temperatuur (T)	<u>Effectmerkers:</u> 8-hydroxy-deoxyguanosine, NO

- ✓ *Kunnen de gegevens uit de vragenlijsten de waargenomen veranderingen in IAQ- en/of HBM-metingen weergeven?*

Op groepsniveau:

- voor de vragen uit de verschillende vragenlijsten werd descriptief nagegaan of verschillen in antwoorden zichtbaar zijn als verschillen in IAQ- of HBM-resultaten.

Op individueel niveau:

- voor elk van de deelnemers werd descriptief nagegaan of de activiteiten uit de logboekjes zichtbaar zijn in het tijds patroon van de IAQ-metingen met de sensorbox.
- voor elk van de deelnemers werd descriptief nagegaan of de activiteiten uit de logboekjes zichtbaar zijn in de resultaten van de korte termijn biomerkers (t,t'-muconzuur, 1-OH-pyreen, 2-naftol, som 2- en 3-OH-fluoreen, 2-OH-phenantreen, 3-OH-phenantreen, 4-OH-phenantreen, som 1- en 9-OH-phenanthreen, 8-hydroxy-deoxyguanosine, NO)
- voor elk van de deelnemers werd descriptief nagegaan of veranderingen in antwoorden tussen de periode zonder kachelgebruik en met kachelgebruik ook zichtbaar zijn in veranderingen in biomerkerresultaten tussen beide periodes.

De kwaliteitsbewaking tijdens de pre-analytische, de analytische en de post-analytische fase gebeurde conform de bepalingen in het ethisch dossier van het Steunpunt Milieu en Gezondheid (Referentie: B300201732753)

4. RESULTATEN

4.1 REKRUTERING EN VELDWERK

Er werden 33 uitnodigingsbrieven verstuurd, waarvan er 13 ingevulde en ondertekende toestemmingsformulieren werden ontvangen. Eén deelnemer haakte kort voor de geplande veldwerkweek nog af. Dit is een respons van 36%.

Het veldwerk vond plaats tussen 30 januari 2019 en 2 mei 2019. Met de beschikbare apparatuur konden de metingen van het binnenmilieu telkens bij drie deelnemers tegelijk worden uitgevoerd. De inplanning van de meetweken werd afgestemd op de beschikbaarheid van de deelnemers.

4.2 BESCHRIJVING STUDIEPOPULATIE

Een beschrijving van de studiepopulatie is weergegeven in Tabel 3.

De studiepopulatie bestond uit iets meer jongens dan meisjes. De meeste deelnemers volgden een ASO-opleiding. Er waren geen deelnemers bij die woonden in een appartement. De woningen van de deelnemers waren zowel oudere als nieuwe woningen. Eén woning is uitgerust met een mechanisch ventilatiesysteem type C. De meerderheid van de deelnemers woonden in een landelijke omgeving. De meeste deelnemers gebruiken de kachel als bijverwarming. Alle deelnemers stoken gedroogd hout, bij enkele aangevuld met vers hout, briketten of papier.

In de periode zonder kachelgebruik is er bij geen enkele deelnemer gerookt in de woning, heeft geen enkele deelnemer gerookt tijdens de 3 dagen voor het urinestaal, heeft geen enkele deelnemer gegrilde voeding gegeten en heeft de helft van de deelnemers gefrituurde voeding gegeten.

In de periode met kachelgebruik is er één deelnemer waarbij in de woning elektronische sigaretten worden gerookt en één deelnemer die drie dagen voor het urinestaal sigaretten heeft gerookt.

De helft van de deelnemers heeft een open keuken, een vierde kookt op gas en de helft van de deelnemers geeft aan dat er motorvoertuigen geparkeerd zijn in de woning (garage).

Tabel 3: Overzicht van de kenmerken van de studiepopulatie, relevant voor de uitgevoerde metingen.

	Periode zonder kachel	Periode met kachel
Totaal aantal deelnemers (n)	12	12
Persoonskenmerken		
Geslacht		
Meisjes	5 (42%)	
Jongens	7 (58%)	
Leeftijd (jaren, gemiddeld)	14,88 jaar	



		Periode zonder kachel	Periode met kachel
Opleiding jongere	ASO	8 (66.67%)	
	TSO	4 (33.33%)	
	BSO	0 (0%)	
	KSO	0 (0%)	
Aantal gezinsleden		5,083	
Kenmerken woning			
Type woning	Huis	12 (100%)	
	Appartement gelijkvloers	0 (0%)	
	Appartement verdieping	0 (0%)	
Bouwjaar woning	Voor 1960	1 – 8.33%	
	1960-1980	2 – 16.67%	
	1981-2000	5 – 41.67%	
	2001-2006	2 – 16.67%	
	Na 2006	2 – 16.67%	
Isolatiegraad woning	Passief, nulenergie of BEN-woning	0 (0%)	
	Nieuwbouw na 2006	2 (17%)	
	Andere	9 (75%)	
	Missing	1 (8%)	
Woonomgeving*	Landelijk	9 (75%)	
	Verstedelijkt	3 (25%)	
	Stedelijk	0 (0%)	
Kenmerken kachel			
Type kachel	Houtpellets	0 (0%)	0 (0%)
	Mazoutkachel/stookoliekachel	0 (0%)	0 (0%)
	Gaskachel	0 (0%)	0 (0%)
	Houtkachel	10 (83%)	10 (83%)
	Open haard	2 (17%)	1 (8%)
	Kolenkachel	0 (0%)	0 (0%)
	Andere	0 (0%)	1 (8%)
Hoe vaak gebruikt u deze kachel?	Als hoofdverwarming	1 (8%)	2 (17%)
	Bijverwarming in winter, herfst of lente	8 (67%)	8 (67%)
	Bijverwarming op koude dagen	2 (17%)	2 (17%)
	Enkel voor de gezelligheid	1 (8%)	0 (0%)
	Zelden of nooit	0 (0%)	0 (0%)
Wat wordt er in de kachel gestookt?			



	Periode zonder kachel	Periode met kachel
Gedroogd en gekleefd hout	12 (100%)	12 (100%)
Vers gekapt hout	0 (0%)	2 (17%)
Briketten	1 (8%)	1 (8%)
Andere	0 (0%)	2 (17%)
3 dagen voor de staalname in een ruimte met brandende kachel?		
Nee	12 (100%)	3 (25%)
Ja	0 (0%)	9 (75%)
Ik weet het niet	0 (0%)	0 (0%)
Rookgeur van buiten		
Nee, geen klachten	6 (50%)	6 (50%)
Ja, 1x per maand of minder	5 (42%)	3 (25%)
Regelmatig in bepaalde seizoenen	1 (8%)	2 (17%)
Regelmatig heel jaar door	0 (0%)	0 (0%)
Missing	0 (0%)	1 (8%)
Rookgeur tijdens de meetperiode (som aantal uren tijdens 7 dagen)		
0		4 (33%)
2		1 (8%)
5		1 (8%)
7		1 (8%)
12		1 (8%)
Missing		4 (33%)
Andere verbrandingsbronnen		
Motorvoertuigen in de woning		
Nee	5 (42%)	5 (42%)
In de garage	7 (58%)	6 (50%)
In de inkomhal	0 (0%)	0 (0%)
In een andere ruimte	0 (0%)	0 (0%)
Missing	0 (0%)	1 (8%)
Roken in de woning		
Nooit	12 (100%)	9 (75%)
Vroeger, nu niet meer	0 (0%)	0 (0%)
Minder dan wekelijks	0 (0%)	0 (0%)
Één keer per week	0 (0%)	0 (0%)
Meerder keren per week	0 (0%)	0 (0%)
Dagelijks	0 (0%)	1 (8%)
Missing	0 (0%)	2 (17%)
Wat wordt er gerookt?		
Tabak	0 (0%)	0 (0%)
Elektronische sigaretten	0 (0%)	1 (8%)
andere	0 (0%)	0 (0%)
Werd er binnen gerookt tijdens de metingen?		



	Periode zonder kachel	Periode met kachel
Onder de dampkap In de woonkamer In de slaapkamer Elders Nee		0 (0%) 1 (8%) 0 (0%) 0 (0%) 11 (92%)
Deelnemer gerookt 3 dagen voor de staalname? Nee ja	12 (100%) 0 (0%)	11 (92%) 1 (8%)
Aantal uren in ruimte waar gerookt werd 3 dagen voor de staalname	1,42	1,25
Gesloten keuken? Ja nee		6 (50%) 6 (50%)
Type kookfornuis Gas Elektriciteit/inductie Andere		3 (25%) 9 (75%) 0 (0%)
Ventileren en verluchten		
Ventilatiesysteem B, C of D? Nee Ja, maar soms uit Ja, altijd aan Ik weet het niet		11 (92%) 0 (0%) 1 (8%) 0 (0%)
Ventilatieroosters in ramen/deuren? Nee Ja, soms dicht Ja, altijd open Ik weet het niet	11 (92%) 0 (0%) 1 (8%) 0 (0%)	11 (92%) 1 (8%) 0 (0%) 0 (0%)
Vorbijje maand verlucht? Nooit Minder dan dagelijks Dagelijks kortstondig Dagelijks langdurig Ramen kunnen niet open	0 (0%) 0 (0%) 1 (8%) 11 (92%) 0 (0%)	0 (0%) 0 (0%) 8 (67%) 4 (33%) 0 (0%)
Ramen open tijdens de metingen? Ramen kunnen niet open Zeer zelden Dagelijks kortstondig Vaak open		1 (8%) 8 (67%) 2 (17%) 1 (8%)
Materialen in de woning		
Vorbijje 12 maanden verbouwingswerken? Ja	5 (17%)	2 (17%)



	Periode zonder kachel	Periode met kachel
Nee	7 (58%)	10 (8%)
Ik weet het niet	0 (0%)	0 (0%)
Vloerbedekking woon- of slaapkamer		
PVC-vloer	1 (8%)	0 (0%)
tapijt	1 (8%)	0 (0%)
Verkeer		
Aantal minuten te voet of per fiets in druk verkeer 3 dagen voor staalname	57,05 minuten	129,58 minuten
Voeding		
3 dagen voor de staalname gegrilde voeding gegeten		
Nee	12 (100%)	12 (100%)
ja	0 (0%)	0 (0%)
3 dagen voor de staalname gefrituurde voeding gegeten		
Nee	6 (50%)	4 (33%)
ja	6 (50%)	8 (67%)

*Volgens de defintie in het Ruimterapport Vlaanderen: <https://www.vlaanderen.be/publicaties/ruimterapport-vlaanderen-rura-een-ruimtelijke-analyse-van-vlaanderen-2018>



4.3 METINGEN KWALITEIT BINNENMILIEU

4.3.1 Descriptieve analyse van de binnenluchtkwaliteit gebruik van houtkachels

Tabel 4 Overzicht van de luchtkwaliteitsmetingen in de 12 bestudeerde woningen

Persoon			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Compound		Enheid												
pentaan		µg/m³	1,17	6,2	1,94	8,2	0,88	2,19	1,89	1,37	1,20	3,3	1,53	0,93
aceton		µg/m³	9,8	8,1	14,7	6,3	6,4	12,4	12,5	12,8	9,2	10,1	8,1	5,8
trans-1,2-dichlooretheen		µg/m³	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
hexaan		µg/m³	0,71	1,01	1,76	2,17	< 0,15	2,16	0,32	0,59	1,03	2,92	0,36	0,38
1,1-dichloorethaan		µg/m³	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
vinylacetaat		µg/m³	< 0,15	< 0,15	0,150	< 0,15	< 0,15	0,176	< 0,15	0,47	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
cis-1,2-dichlooretheen		µg/m³	0,58	1,27	8,4	1,88	0,39	1,09	11,1	1,16	2,83	1,02	0,41	< 0,15
trichloormethaan		µg/m³	< 0,15	< 0,15	0,186	0,121	< 0,15	0,199	< 0,15	0,204	0,43	1,48	< 0,15	< 0,15
1,1,1-trichloorethaan		µg/m³	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
cyclohexaan		µg/m³	0,63	< 0,15	12,7	1,00	< 0,15	1,61	0,33	1,41	6,6	2,56	0,43	0,261
tetrachloormethaan		µg/m³	0,33	0,31	0,39	0,38	0,36	0,36	0,35	0,36	0,30	0,37	0,34	0,252
heptaan		µg/m³	0,51	0,81	8,2	2,24	0,44	4,6	0,88	0,80	5,6	4,1	0,97	0,41
1,2-dichloorethaan		µg/m³	0,49	0,176	0,172	0,138	0,121	< 0,15	0,115	0,217	0,30	0,159	0,119	0,168
benzeen		µg/m³	0,53	1,47	0,84	1,39	0,78	0,88	0,76	0,52	1,75	2,00	0,83	0,64
trichlooretheen		µg/m³	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
n-octaan		µg/m³	< 0,15	0,54	6,0	1,46	1,06	< 0,15	< 0,15	8,0	2,48	< 0,15	< 0,15	< 0,15
tolueen		µg/m³	5,5	6,6	3,1	12,7	1,11	5,0	1,45	1,48	5,6	11,3	1,46	0,77
1,1,2-trichloorethaan		µg/m³	< 0,15	< 0,15	0,169	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,209	< 0,15	< 0,15
n-butylacetaat		µg/m³	0,65	0,49	3,4	< 0,15	< 0,15	2,54	0,84	5,3	1,99	0,99	1,17	1,03
tetrachlooretheen		µg/m³	5,0	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,44	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
n-nonaan		µg/m³	< 0,15	< 0,15	12,4	1,84	1,72	< 0,15	0,86	1,71	11,5	3,6	0,77	< 0,15
chlorobenzeen		µg/m³	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
ethylbenzeen		µg/m³	0,248	0,95	1,62	2,42	0,41	0,53	0,240	0,31	2,92	2,62	0,46	0,41
m+p-xyleen		µg/m³	0,54	2,59	5,2	7,1	1,02	1,54	0,73	0,77	11,5	8,4	0,89	0,55
o-xyleen		µg/m³	0,233	0,90	2,30	2,91	0,43	0,57	0,33	0,276	4,5	1,84	0,34	0,238
styreen		µg/m³	< 0,15	< 0,15	0,252	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,193	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
alfa-pineen		µg/m³	6,1	11,1	4,0	4,7	0,85	1,31	1,64	3,2	1,36	3,6	4,7	0,71
cumeen		µg/m³	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	1,02	< 0,15	< 0,15	< 0,15
n-decaan		µg/m³	< 0,15	0,68	7,6	0,77	< 0,15	0,94	5,1	5,7	2,63	1,14	< 0,15	< 0,15
1,3,5-trimethylbenzeen		µg/m³	< 0,15	0,155	0,62	0,44	< 0,15	0,180	< 0,15	0,228	0,68	0,54	< 0,15	< 0,15
1,2,4-trimethylbenzeen		µg/m³	0,294	1,39	2,87	3,4	0,72	1,29	0,77	1,43	3,1	3,5	0,60	0,264
3-careen		µg/m³	3,2	3,7	2,79	0,95	0,65	< 0,15	0,74	2,54	< 0,15	0,81	1,71	< 0,15
limoneen		µg/m³	36	50	46	20,1	50	9,3	19,3	14,2	9,2	60	194	2,82
1,2,3-trimethylbenzeen		µg/m³	< 0,15	< 0,15	0,71	0,72	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,98	1,03	< 0,15	< 0,15
1,4-dichloorbenzeen		µg/m³	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
p-diethylbenzeen		µg/m³	< 0,15	0,189	0,45	0,39	0,244	< 0,15	< 0,15	0,37	0,53	0,74	< 0,15	< 0,15
1,2-dichloorbenzeen		µg/m³	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
TVOC		µg/m³	112	165	514	156	119	103	147	108	224	280	234	43
Naftaleen		ng/m³	-	91	1,95	118	24,0	43	0,103	54	693	53	15,8	54
Acenaftyleen		ng/m³	-	3,9	63	1,50	1,31	1,82	3,0	1,24	91,95	2,55	0,85	3,3
Acenafteen		ng/m³	-	3,5	27,1	2,88	1,00	1,08	0,71	0,68	3,64	0,96	0,186	0,72
Fluoreen		ng/m³	-	2,39	1,54	2,38	3,9	2,23	3,1	2,95	11,32	3,6	4,7	1,90
Fenanthreen		ng/m³	-	< 0,01	< 0,01	9,0	5,2	< 0,01	< 0,01	4,7	< 0,01	9,7	4,1	4,2
Antraceen		ng/m³	-	8,2	3,7	0,84	0,53	5,4	8,3	0,58	23,75	1,33	0,90	< 0,2
Fluorantheen		ng/m³	-	2,61	0,82	1,88	0,56	1,07	0,87	0,68	2,63	1,17	0,287	1,42
Pyreen		ng/m³	-	1,66	0,81	1,04	0,97	0,56	0,70	0,50	2,47	0,82	0,92	1,15
Benzo(a)antraceen		ng/m³	-	0,243	0,54	0,40	0,196	0,210	0,35	0,234	0,316	0,31	0,172	0,41
Chryseen		ng/m³	-	0,36	0,65	0,44	0,34	0,36	0,46	0,35	0,49	0,51	0,287	0,53
Benzo(b)fluorantene		ng/m³	-	< 0,3	0,75	0,53	0,290	0,38	0,45	0,43	2,79	0,76	< 0,3	0,46
Benzo(a)pyreen		ng/m³	-	< 0,02	0,057	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,041	< 0,02	< 0,02
Benzo(g,h,i)peryleen		ng/m³	-	0,97	2,09	2,14	1,20	1,74	0,95	1,90	1,33	1,95	0,84	0,87
Temperatuur	Binnen	°C	21,1	22,5	21,1	24,0	18,3	23,4	19,6	22,2	22,3	20,5	18,4	22,5
RV	Binnen	%	46	43	45	30	53	39	44	43	48	42	50	33
CO2	Binnen	ppm	628	882	1229	504	709	791	1094	1011	898	1014	1052	577
CO		mg/m³	0,67	1,01	1,08	0,66	0,92	0,75	0,77	0,76	1,27	-	0,66	-
PM2,5	wo + do + vr	µg/m³	10,0	5,8	8,6	12,1	9,5	12,9	8,5	17,2	15,5	8,3	8,4	8,3
	zo + ma + di	µg/m³	14,4	6,6	11,5	8,5	17,4	10,1	8,7	8,9	12,5	5,3	7,2	5,3
	Gemiddelde	µg/m³	12,2	6,2	10,0	10,3	13,4	11,5	8,6	13,0	14,0	6,8	7,8	6,8
BC	3 dagen	ng/m³	503	405	887	951	532	1017	1297	1040	945	1277	877	970
	7 dagen	ng/m³	569	565	751	613	693	1022	1234	733	966	1250	810	693
	Gemiddelde	ng/m³	536	485	819	782	612	1020	1265	886	956	1264	843	832

fluorantheen, pyreen, benzo(a)antracene, chryseen, benzo(b)fluorantene, benzo(a)pyreen, benzo(g,h,i)peryleen werden gekwantificeerd.

→ Metingen van koolstofmonoxide

De concentraties van CO werden gemeten door middel van meettoestellen met een koolstofmonoxide-specifieke elektrochemische detectiecel. De metingen werden uitgevoerd met een tijdsresolutie van 1 minuut. Alle CO-meetinstrumenten werden voor de aanvang van de campagne gekalibreerd onder laboratoriumomstandigheden, door aanbieden van verschillende gekende CO-concentraties aan de toestellen, representatief voor binnenconcentraties.

→ Metingen van PM2.5

Fijn stof, PM2.5, werd gemonsterd door middel van Harvard-type MS&T area samplers (Air Diagnostics USA) op een teflonmembraan filter. Aan een aanzuigdebiet van 10 l/min, werd gedurende telkens 3 dagen bemonsterd, om overbelading van de filter te vermijden. Vervolgens werden de stalen gravimetrisch geanalyseerd, om massaconcentraties te bepalen. Elke gerapporteerde weekgemiddelde concentratie is bijgevolg het gemiddelde van 2 achtereenvolgende metingen.

4.3.2 De binnenluchtkwaliteit bij gebruik van houtkachels ten opzichte van klachtenvrije woningen

Figuur 2 toont een vergelijking van de gemeten concentraties ten opzichte van 'klachtenvrije woningen'. Klachtenvrije woningen zijn hierbij gedefinieerd als alle woningen in Vlaanderen, waarin de binnenlucht bepaald werd in het kader van een breed scala aan binnenmilieustudies, met als gemeenschappelijk kenmerk dat de woningen klachtenvrij waren. Deze populatie van 484 woningen bevat ook woningen met kachelgebruik. Omdat we echter geen informatie hebben over het gebruik van de kachel tijdens de metingen, hebben we ook deze woningen opgenomen in de populatie van 'klachtenvrije woningen', waarin bewoners geen klachten over binnenmilieu, incl. geurhinder, gemeld hebben. Volgende data van de respectievelijke studies werden dus meegenomen:

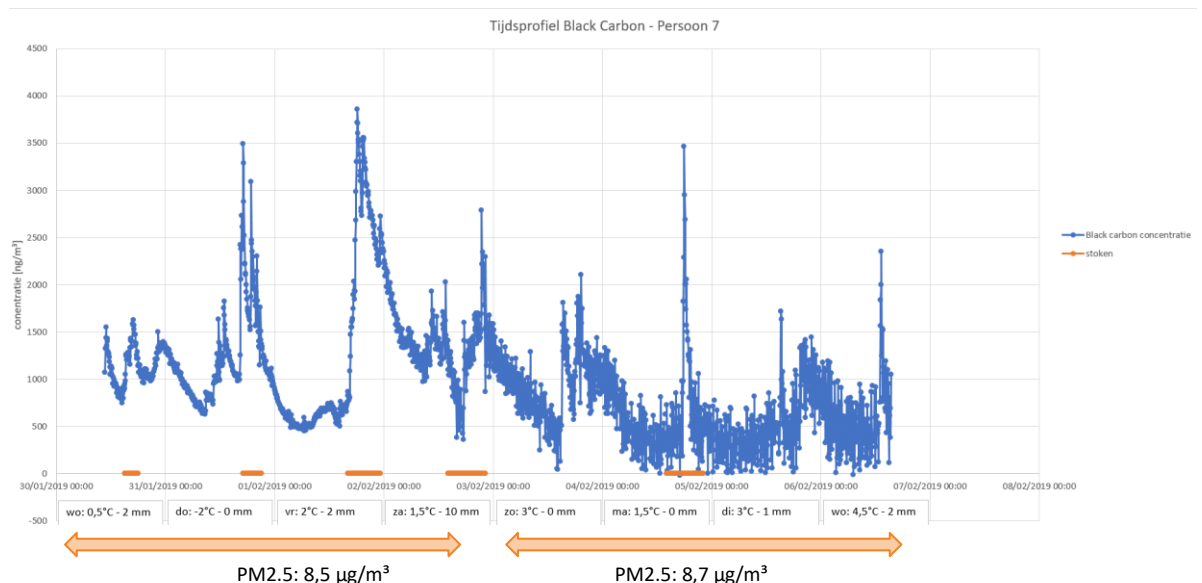
- de Surveillance naar Klachtenvrije woningen (2008-2012, AZG Vlaamse Overheid): focus op 'de gemiddelde woning'
- woningen uit de Clean Air Low Energy studie (Clean Air Low Energy, LNE 2012): focus op nieuwbouw woningen, minstens 6 maanden in gebruik
- woningen uit de Renovair studie (Renovair, LNE 2016): focus op gerenoveerde woningen voor renovatie (dus equivalent met traditionele woningen) en woningen minstens 6 maanden na renovatie.

We beschikken niet voor alle woningen over informatie van alle gemeten componenten (bv. voor PM2.5), in dat geval is de populatie waaraan gespiegeld wordt beperkt tot de data waarover we beschikken; onderaan de tabel wordt telkens aangeduid hoeveel lokaties deel uitmaakten van de populatie.

Figuur 7 CO tijdsprofiel bij persoon 6

→ **Individuele analyse van het binnenmilieu bij persoon 7**

Bij deze persoon is de weekgemiddelde BC-concentratie (1265 ng/m^3) de hoogst gemeten waarde van de dataset, tijdens de 7 dagen van de meetperiode. De kachel werd 18h gebruikt, en er werden geen klachten van geurhinder gemeld. Hoewel in deze woning de hoogste gemiddelde concentratie werd gemeten, zijn de pieken van BC, die gemeten werden gedurende de meetweek, minder hoog dan deze van persoon 6 (bijna 4000 ng/m^3 t.o.v. bijna 6000 ng/m^3). Dit wordt geïllustreerd in Figuur 8. De $\text{PM}_{2.5}$ concentraties in deze woning zijn niet de hoogste van de dataset, hetwelk mogelijks te verklaren is door de partikelgrootte die gedetecteerd wordt d.m.v. de aethalometers, die groter is dan enkel $\text{PM}_{2.5}$.



Figuur 8 Black carbon tijdsprofiel gedurende 7 dagen, met aanduiding van kachelgebruik persoon 7

Ook in Figuur 8 komen de piekwaarden van BC overeen met het aanmaken van de kachel, en ook hier kunnen verschillen gezien worden in de grootte van de BC piekconcentratie bij het aanmaken. Pieken die waargenomen worden op andere tijdstippen hebben mogelijks andere bronnen, die data zijn echter niet bevraagd in het dagboek. Indien ze niet van binnenbronnen afkomstig zijn, zijn ze mogelijks afkomstig van de buitenlucht (niet bemeten). De pieken tijdens het stoken, zijn mogelijks gevolg van het bijvullen van hout, waarbij de deur van de kachel geopend wordt; ook deze info werd echter niet verzameld. Ook voor deze deelnemer werd de stookintensiteit berekend, als de procentuele toename van de binnentemperatuur tijdens stoken ten opzichte van de buitentemperatuur, en ten opzichte van de 24h-gemiddelde binnentemperatuur. Dit wordt getoond in Tabel 6. Uit de tabel blijkt dat de hoogste procentuele temperatuurstoename binnen plaatsvond op dag 3 en dag 6, de twee dagen wanneer de hoogste BC pieken aangetroffen werden tijdens de meetweek.

Tabel 6 Temperatuur binnen en buiten, persoon 7

Persoon 3: Het BC-tijdsprofiel toont een piek bij het aanmaken van de kachel, doch niet elke keer. Hoofdzakelijk bij het tweede en het laatste stookevent wordt een hoge piek waargenomen tot 3000 ng/m³. Deze pieken worden niet teruggevonden in TVOS, NO₂, CO₂ of CO-tijdsprofielen. De BC pieken zijn wel op te merken in zowel PM1, PM2.5 als PM10. De hoogste BC-piek manifesteert zich hoofdzakelijk in hogere PM1 en PM2.5 waarden en niet zozeer in PM10. Merk op dat de tijd van aanmaken van de kachel soms niet exact overeenstemt met de start van de piek. Dit is mogelijks het gevolg van de gevraagde tijdsresolutie in het dagboekje (tijdsresolutie van 1 uur). De hoogste pieken van PM1 bereiken concentraties van 100 µg/m³.

Persoon 4: BC is globaal verhoogd de eerste 3 dagen, met een piek bij het 4^e stookevent (van 3000 ng/m³). TVOS, en CO₂ vertonen geen vergelijkbaar profiel, doch NO₂ toont een piek tijdens hetzelfde 4^e stookevent en kortstondige pieken van CO tot 1,5 mg/m³ komen hoofdzakelijk voor tijdens het kachelgebruik. Het globaal hoge beeld van BC tijdens de eerste dagen wordt ook teruggevonden in het tijdsprofiel van PM-fracties. Vergelijking van de verschillende PM-fracties doet vermoeden dat de hoge PM10 piek bij het einde van de meting het resultaat is van een andere activiteit dan stoken (omdat ze niet teruggevonden wordt in de andere PM-fracties). De hoogste PM1 piek bereikte een concentratie van 14 µg/m³.

Persoon 5: Het BC-profiel toont dagelijks een piek bij het aanmaken van de kachel. Tijdens het stoken worden TVOS-pieken opgemerkt, waarbij de hoogste overeenkomen met deze van BC. NO₂ toont geen vergelijkbare trend. CO₂ lijkt tijdens het stoken telkens verhoogd, en CO bereikt pieken tot 10 mg/m³, doch is niet proportioneel met BC (hoogste CO-piek wanneer laagste BC gemeten werd). De hoogste PM-fracties komen gelijktijdig voor met de BC-concentraties. De hoogste PM1 piek bereikte een concentratie van 30 µg/m³.

Persoon 6: De hoogste BC-piek (bijna 6000 ng/m³) kan teruggevonden worden in TVOS, niet in CO of CO₂. PM-fracties toonden een profiel dat weinig overeenstemming met het BC-profiel vertoonde.

Persoon 7: Hierbij werd de indoor@box niet ingezet.

Persoon 8: Pieken in het BC-profiel (hoogste tot 7500 ng/m³) stemmen hoofdzakelijk overeen kachelgebruik en worden teruggevonden in het TVOS en NO₂-profiel. Ook CO₂ vertoont een goede overeenstemming met stookactiviteiten bij deze persoon; de associatie met CO is minder zichtbaar. PM-fracties tonen een vergelijkbaar profiel met BC. De hoogste PM1 piek in deze woning is 35 µg/m³. Er worden zowel voor BC als voor PM ook pieken aangetroffen van dezelfde grootteorde als tijdens het gerapporteerde kachelgebruik, doch afkomstig van andere activiteiten.

Persoon 9: BC toont pieken tijdens gerapporteerd kachelgebruik van vergelijkbare grootteorde als de andere personen, met uitzondering van een piek die 40000 ng/m³ (40 µg/m³) bereikt en gelijktijdig met het aanmaken van de kachel valt (4^e stookevent). Dezelfde piek wordt ook aangetroffen in de verschillende PM-fracties, waarbij de maximale PM1 concentratie 310 µg/m³ is (eveneens aanzienlijk hoger dan bij de andere personen of andere events van kachelgebruik). Dezelfde piek (van BC en PM) wordt niet even duidelijk teruggevonden in TVOS, NO₂, CO of CO₂.

Persoon 10: Hierbij werd de indoor@box niet ingezet.

Persoon 11: Hierbij werd de indoor@box niet ingezet.

Persoon 12: Hierbij werd de indoor@box niet ingezet..

4.5 METINGEN BIOMERKERS IN DE MENS

4.5.1 Invloed van houtkachel op de biomerkers

In deze paragraaf worden de resultaten gegeven om volgende onderzoeksvraag te beantwoorden:

Hoe en in welke mate beïnvloedt het gebruik van houtkachels de biomerkers voor blootstelling en gezondheidseffecten in de humane matrix?

Tabel 8 geeft de beschrijvende statistiek weer van de biomerkers bepaald in de groep van 12 deelnemers aan deze studie, zowel voor de periode zonder gebruik van de kachel als voor de periode met gebruik van de kachel. Deze groepsresultaten werden ook gevisualiseerd in boxplots.

De bespreking van de resultaten blijft beschrijvend omdat de beperkte steekproef geen statistische testen toelaat. Ook wordt er in de resultaten geen rekening gehouden met andere factoren die van invloed kunnen zijn voor verschillen tussen beide meetperiodes zoals seizoensvariatie, variatie in dieet, buitenluchtkwaliteit, e.a.

Verdunning van de urine:

De resultaten voor het soortelijk gewicht van de urine en het creatininegehalte van de urine (Figuur 12) zijn vergelijkbaar in beide periodes. De mediaan van de creatininegehalten ligt iets hoger in de periode met kachelgebruik, maar de spreiding is in beide periodes vergelijkbaar. Bij jongeren is soortelijk gewicht van de urine een betere maat voor de verdunning van de urine dan creatinine omdat het creatininegehalte ook verband houdt met spiermassa en dus beïnvloed wordt door bijvoorbeeld sporten of door periodes van lichaamsgroei, wat in deze leeftijdscategorie een relevante invloed kan hebben.

Benzeenmerker:

De resultaten voor de benzeenmerker *t,t'*-muconzuur zijn vergelijkbaar in beide periodes (Figuur 12), met een iets grotere spreiding in de periode met kachelgebruik.

PAKs-merkers:

Voor de PAKs-merkers zijn de resultaten voor de merkers 1-OH-pyreen, 2-naphtol, 2-OH-phenanthreen en 3-OH-phenanthreen vergelijkbaar in beide periodes (Figuur 13). Enkel voor de som van 1- en 9-OH-phenanthreen en som van 2- en 3-OH-fluoreen) worden iets lagere gehalten waargenomen in de periode met kachelgebruik dan in de periode zonder kachelgebruik. De resultaten van 4-OH-phenanthreen lagen bij de meerderheid van de deelnemers onder de kwantificatiegrens en worden niet verder meegenomen in de interpretatie.

Inflammatie luchtwegen:

Bij de metingen van NO in uitgeademde lucht liggen de resultaten voor de periode met kachelgebruik hoger dan voor de periode zonder kachelgebruik (Figuur 14). Dit wijst op meer ontstekingsreacties in de periode met kachelgebruik. Omdat er ook in andere seizoenen gemeten is, kan dit op basis van deze resultaten niet met zekerheid worden toegeschreven aan het gebruik van de kachel.

Herstelbare DNA-schade:

Voor 8-OH-deoxyguanosine is er een trend tot lagere resultaten in de periode met kachelgebruik, hoewel de mediaan vergelijkbaar is in beide periodes (Figuur 14). Dit kan wijzen op een lagere activiteit in het DNA-herstelproces voor de periode met kachelgebruik.

Vitaliteit:

De vitaliteitscores zijn in beide periodes vergelijkbaar, met wel een iets lagere mediaan in de periode met kachelgebruik (Figuur 14). Voor deze vitaliteitscore werd in België in 2013 de drempelwaarde voor een optimale vitale energie vastgelegd op 78,3. In de periode zonder kachelgebruik hadden 4 deelnemers (33%) een vitaliteitscore boven deze drempelwaarde (Tabel 9), in de periode met kachelgebruik geen enkele deelnemer.

Astma en allergie:

Voor de vragen rond astma en hooikoorts zijn er tussen beide periodes 1 of 2 personen die verschillen vertonen.

Ontstekingen:

Voor de vragen rond ontstekingen zijn er geen verschillen tussen beide periodes.

Andere gezondheidsvragen:

Voor de andere gezondheidsvragen in de vragenlijsten is er weinig verschil tussen de antwoorden in de periode zonder kachelgebruik en de periode met kachelgebruik (Tabel 9). Er zijn telkens maar 1 of 2 deelnemers die naar een andere antwoordcategorie verschuiven (in percentages uitgedrukt lijkt dit meer).

Er zijn een paar vragen waar er grotere verschuivingen worden waargenomen. Bij het voorkomen van **geheugenproblemen tijdens de voorbije 3 maanden** antwoordden 5 deelnemers (42%) ‘weinig’ in de periode zonder kachelgebruik, terwijl deze antwoordcategorie 0 deelnemers telt in de periode met kachelgebruik. In de periode met kachelgebruik is er toename in de antwoordcategorie ‘nooit’ met 4 deelnemers en in de categorie ‘soms’ met 1 deelnemer.

Bij het voorkomen van **vermoeidheid de voorbije 3 maanden** zijn er in de periode met kachelgebruik 4 deelnemers minder in de categorie ‘soms’ en 1 deelnemer minder in de categorie ‘nooit’, maar ook 2 deelnemers meer in de categorie ‘weinig’ en 3 deelnemers meer in de categorie ‘vaak’ dan in de periode zonder kachelgebruik.

Bij het voorkomen van **slaapproblemen tijdens de voorbije week** zijn er in de periode met kachelgebruik 3 deelnemers minder in de categorie ‘helemaal niet’ en 1 deelnemer minder in de categorie ‘nogal’ en zijn er 4 deelnemers meer in de categorie ‘een beetje’ dan in de periode zonder kachelgebruik.

De figuren in Bijlage 1 geven voor elk van de deelnemers de veranderingen weer in de verschillende biomerkers tussen de periode zonder en de periode met kachel. Hierbij zijn veranderingen die gunstig zijn voor de gezondheid in grijs weergegeven en veranderingen die ongunstig zijn in blauw. Er zijn echter 2 deelnemers die een opeenstapeling vertonen van contacten met verstorende factoren zoals contact met verf of lijm, contact met koelmiddel, contact met bleekwater, gebruik van haarlak, consumptie van gegrilde voeding. Eén van beide blijkt ook een roker te zijn. De resultaten van beide deelnemers worden daarom niet in rekening genomen bij het bekijken van mogelijke visuele trends of patronen. In de figuren in Bijlage 1 zijn de resultaten van beide deelnemers in een lichtere kleur weergegeven.



Uit de figuren met de individuele resultaten blijkt:

- *Meer gunstige dan ongunstige veranderingen:* voor de PAKs-merkers 1-OH-pyreen, 2-naftol, 2-OH-phenanthreen, 3-OH-phenanthreen, som 1-9-OH-phenanthreen en som 2-3-OH-fluoreen
- *Evenveel gunstige als ongunstige veranderingen:* voor de benzeenmerker *t,t'*-muconzuur en voor de effectmerkers *NO* in ademlucht en *8-OH-deoxyguanosine*
- *Meer ongunstige dan gunstige veranderingen:* voor de vitaliteitscore

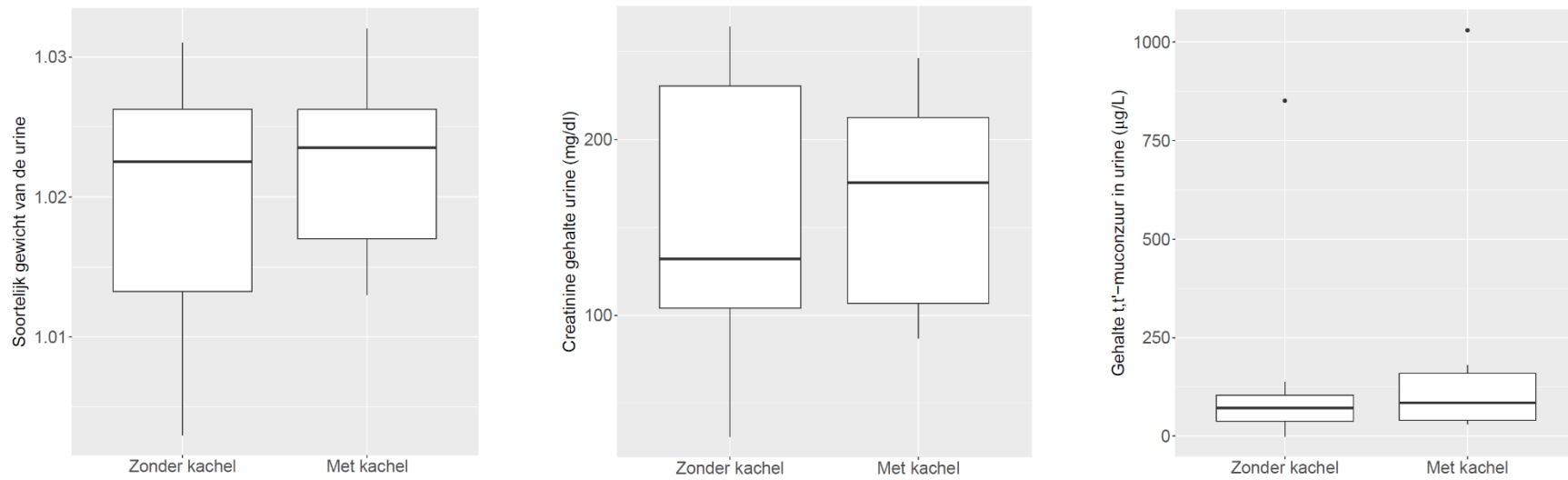


Tabel 8: Beschrijvende statistiek continue biomerkers gemeten bij 14-15 jarige jongeren in een periode zonder en een periode met gebruik van de kachel.

Biomerker	n	eenheid	LOQ	Zonder kachelgebruik			Met kachelgebruik		
				%<LOQ	P50	P25-P75	%<LOQ	P50	P25-P75
Merkers individuele variatie									
Creatininegehalte urine	11	mg/dL	4,2	0	132,0	104,0-230,5	0	175,5	106,8-212,5
Soortelijk gewicht urine	12				1,02	1,01-1,03	0	1,02	1,02-1,03
Blootstellingsmerkers									
1-OH-pyreen in urine	12	µg/L	0,015	0	0,065	0,03-0,1	0	0,05	0,04-0,075
2-naftol in urine (2-OH-Nap)	12	µg/L	0,15	0	1,93	1,06-6,35	0	2,67	1,03-4,53
2-OH-Phenantreen in urine	12	µg/L	0,015	0	0,050	0,030-0,080	0	0,055	0,038-0,073
3-OH-Phenantreen in urine	12	µg/L	0,014	0	0,060	0,038-0,083	0	0,050	0,040-0,073
4-OH-Phenantreen in urine	12	µg/L	0,014	92	<LOQ	<LOQ	92	<LOQ	<LOQ
Som 1+9-OH Phenantreen in urine	12	µg/L	0,031	0	0,120	0,078-0,150	0	0,080	0,060-0,115
Som 2+3-OH-Fluoreen in urine	12	µg/L	0,03	0	0,130	0,098-0,180	0	0,090	0,080-0,143
T,t-muconzuur in urine	12	µg/L	3	8	72	37-104	0	85	40-160
Effectmerkers									
8-hydroxy-deoxyguanosine in urine	12	µg/L	0,5	8	14,2	9,3-20,7	0	13,8	6,4-16,3
NO in ademlucht	12	ppb	5	33	6,5	<LOQ-19	8	17	9-25
Vitaliteitscore			nvt	nvt	62,5	54,7-81,3	nvt	56,3	54,7-75,0
Algemene gezondheid			nvt	nvt			nvt		

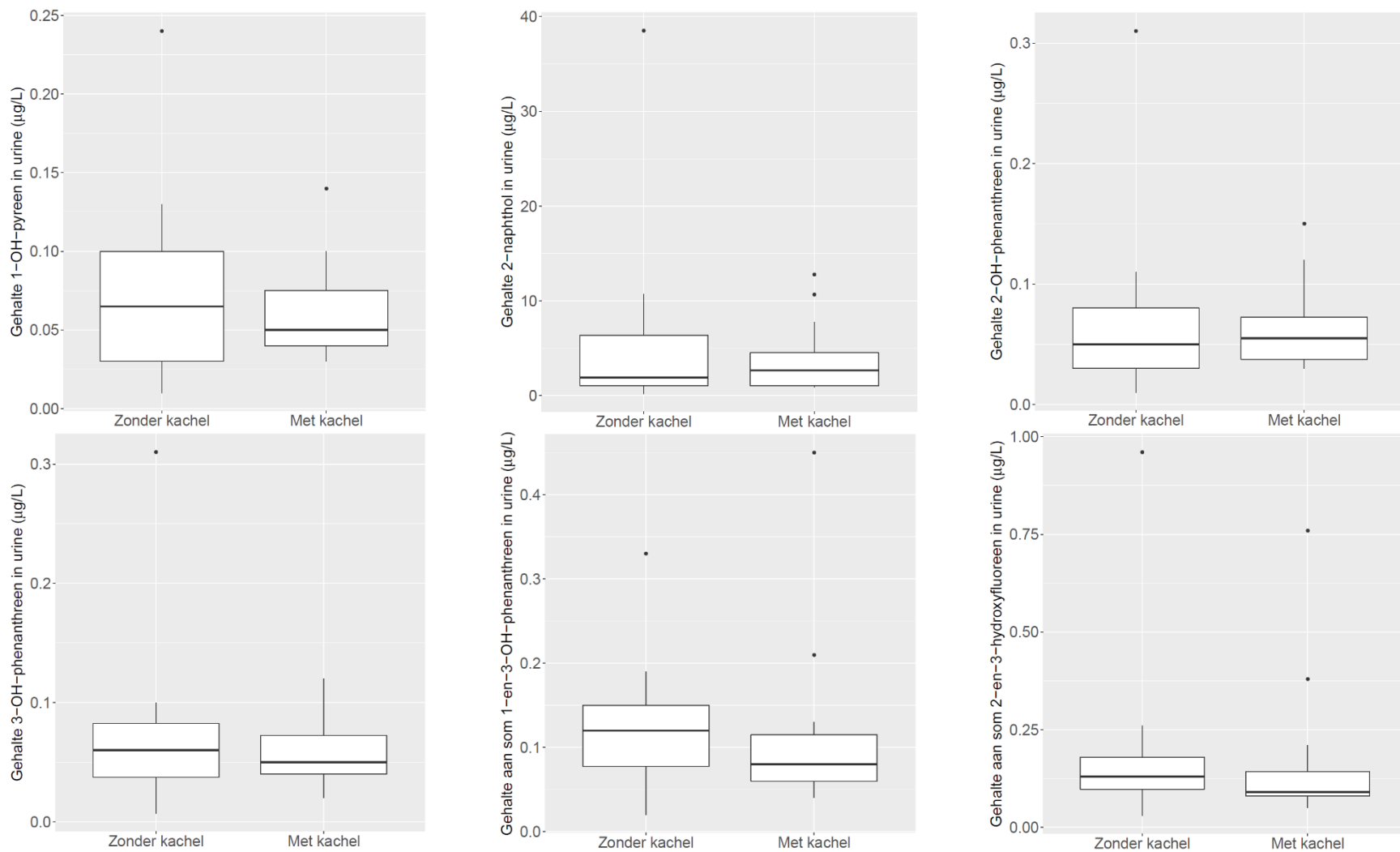
P50 = 50^{ste} percentiel of mediaan, P25 = 25^{ste} percentiel, P75 = 75^{ste} percentiel, LOQ = limit of quantification





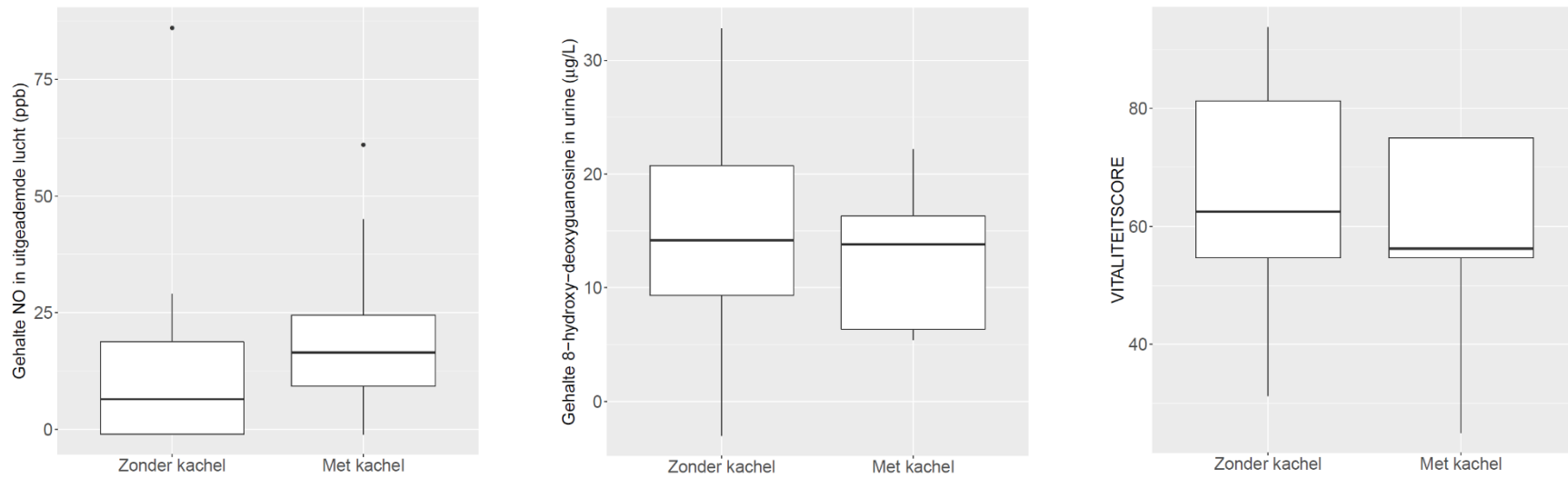
Figuur 12: Boxplots voor soortelijk gewicht van de urine en voor de gehalten aan creatinine (mg/dL) en t, t'-muconzuur (µg/L) in urine voor de periode zonder kachelgebruik en de periode met kachelgebruik.





Figuur 13: Boxplots voor de gehalten aan de PAKs-merkers in urine (µg/L) voor de periode zonder kachelgebruik en de periode met kachelgebruik.





Figuur 14: Boxplots voor NO in de uitgeademde lucht (ppb), 8-hydroxy-deoxyguanosine in urine (µg/L) en de vitaliteitscore voor de periode zonder kachelgebruik en de periode met kachelgebruik.



Tabel 9: Beschrijvende statistiek categorische biomerkers bepaald bij 14-15 jarige jongeren in een periode zonder en een periode met gebruik van de kachel, uitgedrukt in % deelnemers met tussen haakjes het verschil in aantal deelnemers.

Effectmerker	N	eenheid	Periode zonder kachel	Periode met kachel
Astma, diagnose arts	12	%	0	0
Astma, nu	12	%	17	17
Astma, ooit	12	%	17	33
Hooikoorts, diagnose arts	12	%	0	8 (+1)
Hooikoorts, ooit	12	%	0	33 (+4)
Eczeem	12	%	8	8
Beklemming borstkas	12	%	17	8 (-1)
Kortademigheid	12	%	8	17 (+1)
Keelontsteking voorbije jaar	12	%	33	33
Oorontsteking voorbije jaar	12	%	0	0
Bronchitis voorbije jaar	12	%	17	17
Longontsteking voorbije jaar	12	%	0	0
Laryngitis of strottenhoofdontsteking voorbije jaar	12	%	0	0
Problemen met de ogen voorbije 3 maanden	12	%		
Nooit			50	50
Weinig			33	33
Soms			17	17
Vaak			0	0
Problemen met de neus voorbije 3 maanden	12	%		
Nooit			17	17
Weinig			17	25 (+1)
Soms			50	58 (+1)
Vaak			17	0 (-2)
Problemen met de keel voorbije 3 maanden	12	%		
Nooit			33	17 (-2)
Weinig			42	58 (+2)
Soms			25	25
Vaak			0	0
Hoofdpijn voorbije 3 maanden	12	%		
Nooit			33	42 (+1)
Weinig			42	42
Soms			25	17 (-1)
Vaak			0	0
Geheugenproblemen voorbije 3 maanden	12	%		
Nooit			58	92 (+4)
Weinig			42	0 (-5)
Soms			0	8 (+1)
Vaak			0	0
Duizeligheid voorbije 3 maanden	12	%		
Nooit			42	50 (+1)
Weinig			42	25 (-2)



Effectmerker	N	eenheid	Periode zonder kachel	Periode met kachel
Soms			8	25 (+2)
Vaak			8	0 (-1)
Vermoeid voorbij 3 maanden	12	%		
Nooit			33	25 (-1)
Weinig			17	33 (+2)
Soms			50	17 (-4)
Vaak			0	25 (+3)
Zwaar hoofd voorbij 3 maanden	12	%		
Nooit			50	42 (-1)
Weinig			25	42 (+2)
Soms			17	17
Vaak			8	0 (-1)
Stress voorbij 3 maanden	12	%		
Nooit			17	17
Meestal niet			0	8 (+1)
Soms			58	50 (-1)
Meestal een beetje			0	17 (+2)
Meestal wel			25	0 (-3)
Meestal veel			0	8 (+1)
Altijd veel			0	0
Optimale vitale energie (Vlaanderen)	12	%	33	0 (-4)
Optimale vitale energie (STP)	12	%	33	0 (-4)
Algemene gezondheidstoestand	12	%		
Zeer goed			33	33
Goed			58	50 (-1)
Redelijk			8	17 (+1)
Slecht			0	0
Zeer slecht			0	0
Ziek geweest voorbij 14 dagen	12	%	17	25 (+1)
Afgelopen week slaapproblemen	12	%		
Helemaal niet			58	33 (-3)
Een beetje			25	58 (+4)
Nogal			8	0 (-1)
Tamelijk veel			8	8
Heel erg			0	0
Gedrag laatste 6 maanden	12	%		
Bijna nergens zin in			8	17 (+1)
Voel me niet zo lekker			8	17 (+1)
Slaap niet zo goed			33	25 (-1)
Denk vaak dat iets gaat mislukken			25	17 (-1)
Denk vaak dat andere jongeren mij niet leuk vinden			17	17
Denk vooral aan vervelende dingen die gaan gebeuren			8	17 (+1)
Denk wel eens dat het later niet goed met mij zal gaan			25	17 (-1)
Denk vaak dat het door mij komt als er iets vervelend gebeurt			25	17 (-1)





- Aantal uren contact met E-sigaretten gedurende 7 dagen voor het urinestaal (som)

Vragenlijst jongere recente blootstelling

- Heb je de voorbije 3 dagen gerookt? Antwoordmogelijkheden: nee (0); ja (1)
- Indien ja, hoeveel sigaretten heb je de voorbije 3 dagen in totaal gerookt? Aantal
- Hoeveel uren ben je de voorbije 3 dagen in een ruimte geweest waar gerookt werd? Uren

Hoewel niet-roker een voorwaarde was voor deelname aan de studie, is er in de studiepopulatie één deelnemer die rookt. Uit de gegevens van de dagboekjes blijkt dat slechts drie deelnemers tijdens de meetweek in contact kwamen met sigarettenrook. Daarnaast is er ook één deelnemer die elektronische sigaretten rookt. Deze kleine aantallen laten niet toe om naar visuele trends te kijken in verband met roken en biomerkerresultaten.

→ **Invloed van motorvoertuigen in de woning**

Wanneer er motorvoertuigen (auto, bromfiets) of toestellen met een verbrandingsmotor (grasmachine) aanwezig zijn in een ruimte in de woning, zoals een garage, kan er contact zijn met de uitlaatgassen. Dit werd bevraagd aan de hand van volgende vraag:

Vragenlijst ouders

- Zijn er motorvoertuigen of materiaal met een verbrandingsmotor geparkeerd in een garage of een andere ruimte in uw woning? Antwoordmogelijkheden: nee (0); garage (1), inkomhal (2); andere (3).

De beschrijvende resultaten zijn weergegeven in bijlage 2 (Figuur 44 tot en met Figuur 48). Er zijn 6 deelnemers die aangeven dat er motorvoertuigen of materiaal met een verbrandingsmotor aanwezig zijn in de woning, namelijk in de garage. Uit deze gegevens blijkt dat bij deze deelnemers iets hogere gehalten aan 1-OH-pyreen worden waargenomen dan bij deelnemers waarbij geen verbrandingsmotoren in de woning aanwezig zijn. Voor de overige blootstellingsmerkers zijn de resultaten van beide groepen vergelijkbaar. Er is ook een trend tot hogere waarden voor NO in de ademlucht bij deze deelnemers. De resultaten van 8-OH-deoxyguanosine zijn vergelijkbaar.

Ook werden in woningen waar voertuigen geparkeerd zijn in een garage in de woning hogere gehalten aan ethylbenzeen, m+p-xyleen, o-xyleen en limoneen in de binnenlucht waargenomen (Figuur 49).

→ **Invloed van contact met uitlaatgassen**

De invloed van contact met uitlaatgassen van verkeer op de biemerkers werd onderzocht aan de hand van volgende vragen:

Vragenlijst jongeren recente blootstelling

- Hoeveel minuten heb je de voorbije 3 dagen gefietst of ben je te voet gegaan langs straten met druk verkeer?

Dagboekjes jongeren:



Er wordt een patroon tot hogere gehalten aan 8-OH-deoxyguanosine waargenomen bij hogere binnenluchtwaarden voor:

- De VOS's TVOS (Figuur 93), cyclohexaan (Figuur 93), heptaan (Figuur 93), aceton (Figuur 94), tetrachloormethaan (Figuur 94), alfa-pineen (Figuur 95), n-decaan (Figuur 95) en 3-careen (Figuur 96)
- CO₂ en PM_{2,5} (Figuur 96)
- Relatieve vochtigheid (Figuur 90)



hebben in een garage in de woning. Het zou kunnen dat deze PAKs-merkers gevoeliger zijn voor verkeersgerelateerde blootstelling, maar dit zou bij een grotere studiepopulatie moeten bevestigd worden. Wanneer we afstand tot de weg als proxy voor verkeersblootstelling op de woonplaats beschouwen, dan worden bij toenemende afstand tussen de woning en de weg lagere gehalten waargenomen van benzeen, TVOS's, aceton en black carbon. In woningen waar voertuigen geparkeerd zijn in een garage in de woning werden ook hogere gehalten aan ethylbenzeen, m+p-xyleen, o-xyleen en limoneen in de binnenlucht waargenomen.

Daarnaast lijken de blootstellingsmerkers voor PAKs ook invloed te ondervinden van specifieke individuele blootstelling aan bepaalde producten zoals sigarettenrook, luchtverfrissers en producten die binnenhuis gebruikt worden zoals insecticiden, bleekmiddel, verf of lijm en sprays. Door de beperkte omvang van de studiepopulatie kunnen hier geen algemene uitspraken over gedaan worden en kan dit best verder onderzocht worden in een grotere studiepopulatie.



6. AANBEVELINGEN

Aanbevelingen i.v.m. de praktische organisatie van studies naar stookgedrag

- Het opnemen van IAQ-metingen in een grotere studiepopulatie (Cfr. 200 – 600 deelnemers in de FLEHS-studies) lijkt weinig haalbaar met de huidige toestellen. Knelpunten zijn dan vooral:
 - o De tijd nodig om de toestellen op te stellen (hierdoor konden maximum 3 deelnemers per dag bezocht worden) → mogelijke oplossing zou kunnen bestaan uit de Indoor@Box
 - o Het aantal beschikbare toestellen (om grotere aantallen deelnemers gelijktijdig te kunnen bemonsteren zijn er meer toestellen nodig)
- Op individueel niveau leveren de IAQ gegevens een aanzienlijke hoeveelheid informatie met betrekking tot het stookgedrag en de impact hiervan op IAQ. Toestellen die concentraties registreren over een langere tijd, met hoge tijdsresolutie, leveren hierbij meer informatie dan toestellen die een gemiddelde concentratie leveren.
- Simultane buitenmetingen zijn noodzakelijk, in het bijzonder voor stoffen met gekende buitenbronnen zoals benzeen. D.i. ook in overeenstemming in de ISO 16000-1 standaard.
- Vragenlijsten: Een bevraging in dagboekvorm kan een verfijning betekenen van de vragenlijst over recente blootstelling.
 - o Voordelen:
 - Eventuele moeilijkheden met herinneren (wat heb ik de afgelopen 3 dagen gedaan/gegeten?) worden kleiner omdat deelnemers elke dag moeten aankruisen welke activiteiten van toepassing waren.
 - Accurater inschatting van aantallen (vb. aantal minuten in het verkeer de voorbij 3 dagen)
 - o Nadelen:
 - Weinig controle over het al dan niet invullen en door wie.
 - De vragenlijst voor recente blootstelling wordt nu ook gebruikt voor gevoelige vragen over bijvoorbeeld roken of drugsgebruik die de deelnemers dan kunnen invullen zonder het bijzijn van hun ouders.
 - ➔ Beide nadelen zou eventueel kunnen opgevangen worden door te werken met elektronische dagboekjes via een website of smartphone app.

6.1 VERDER ONDERZOEK

6.1.1 HBM-resultaten

Associaties met biomerkers bekijken in een grotere studiepopulatie waarbij andere mogelijk versturende factoren (zoals vb. seizoen, buitenluchtkwaliteit, e.d.) ook in rekening kunnen worden gebracht.

- Specifiek voor kachelgebruik
 - o de associaties met effectmerkers zoals NO in uitgeademde lucht, DNA-schade en vitaliteit.



- de associaties met blootstellingsmerkers zoals 2-naftol en 2-OH-phenanthreen
- Andere mogelijk determinanten van variabiliteit in blootstelling
 - associaties tussen PAKs-merkers (o.a. 1-OH-pyreen, 2-naftol, de som van 1- en 9-OH-phenanthreen) en variabelen i.v.m. verkeersuitstoot
 - associaties tussen PAKs-merkers en variabelen met betrekking tot productengebruik.

6.1.2 IAQ-resultaten

- Een nog accurater dagboek kan nog betere informatie leveren over kachelgebruik. Momenteel is informatie over kachelgebruik gekend op uurniveau, nog beter zou zijn deze informatie te hebben op het exacte tijdstip (bvb exacte tijdstip van aansteken van de kachel, bijvullen,...)
- Gedetailleerde informatie over verluchten is moeilijk te verzamelen met vragenlijsten, het 'aantal uur verluchten' werd door de meeste deelnemers aangeduid met score '0' voor elk uur van de dag.
- Simultane buitenmetingen kunnen waarschijnlijk een duidelijker beeld geven over de impact van de buitenomgeving tov het kachelgebruik



LITERATUURLIJST

Lazarov B., Swinnen R., Spruyt M., Goelen E., Stranger M., Desmet G., Wauters E.. Optimisation steps of an innovative air sampling method for semi volatile organic compounds; in: Atmospheric Environment 79 (2013) 780-786

Gustavson P., Ostman C., Sallsten G. Indoor levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in homes with and without wood burning for heating. In: Environmental Science 42 (2008) 5074-5080.

BIJLAGE 1: INFORMATIEBRIEF EN TOESTEMMINGSFORMULIER

Invloed van kachels op binnenlucht en op ons lichaam

Beste deelnemer en ouders,

Jullie nemen deel aan het onderzoek van het Steunpunt Milieu en Gezondheid, waarvoor veel dank! Het Steunpunt Milieu en Gezondheid onderzoekt welke vervuulende stoffen er in ons lichaam zitten en of deze stoffen de gezondheid verstoren. We hebben de mogelijkheid om dit onderzoek uit te breiden en meer te weten te komen over blootstelling aan kachels, die één van de bronnen zijn van vervuulende stoffen. Voor dit bijkomend onderzoek zoeken we ook de medewerking van jongeren en hun ouders die deelnemen aan het onderzoek van het Steunpunt Milieu en Gezondheid. Meer specifiek zoeken we deelnemers die een houtkachel bezitten, niet roken en geen mechanisch ventilatiesysteem hebben in de woning. Jullie komen in aanmerking om deel te nemen aan dit extra onderzoek.

Welke invloed heeft het branden van een kachel op de binnenlucht en op ons lichaam?

Deze vraag staat centraal in dit extra onderzoek. Bij 14 deelnemers die thuis een houtkachel hebben willen we nagaan hoe de binnenlucht en de metingen in het lichaam veranderen nadat één week elke dag de kachel werd gebruikt.

Metingen in binnenlucht: hoe en wat?

We spreken met 14 deelnemers één week af waarin de kachel elke dag wordt aangestoken. Gedurende die week worden er in de woonkamer toestellen geplaatst die de lucht in de woonkamer verzamelen. In de luchtstalen wordt dan de aanwezigheid van vervuulende stoffen gemeten die kunnen vrijkomen bij het branden van een kachel. Ook meten we de luchtvochtigheid en de temperatuur van de binnenlucht.

Metingen in het lichaam: hoe en wat?

Op het einde van de week waarin de binnenlucht werd verzameld, vragen we ook een urinestaal, een meting in uitgeademde lucht en een vragenlijst in te vullen. Zo meten we welke en hoeveel stoffen er in je lichaam zitten na het branden van de kachel en de invloed op je gezondheid.

Deelnemen aan dit onderzoek kan zo!

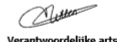
Je wil graag deelnemen aan dit onderzoek? Fijn! Lees dan zeker eerst de informatie in bijlage over het praktische verloop van de studie. Om te laten weten dat je wil deelnemen, volg je deze stappen:

- Onderteken zelf het toestemmingsformulier in bijlage
- Laat ook je ouders dit toestemmingsformulier ondertekenen
- Stuur één exemplaar op met bijgevoegde omslag. Het andere exemplaar mag je zelf houden.

Heel erg bedankt voor je bijdrage aan dit onderzoek!

Met vriendelijke groeten,

Verantwoordelijke onderzoeker
Marianne Stranger
VITO
Boerebang 200
2400 Mol


 Verantwoordelijke arts
Dr. Vera Nelen
PIH
Kromenburgerstraat 45
2000 Antwerpen

1

Praktische informatie over het onderzoek

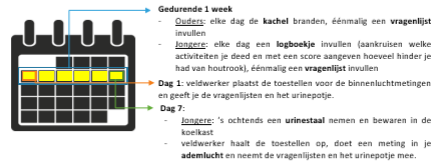
Waar en wanneer?

Het onderzoek zal doorgaan in de koude periode van het jaar, wanneer de kachel wordt aangestoken. Tussen eind oktober 2018 en eind februari 2019 vragen we je om gedurende één week elke dag de kachel aan te steken. We zorgen ervoor dat dit niet tijdens de examens valt. Alle metingen en staalfnames vinden plaats bij jou thuis.

Binnenluchtmetingen gedurende 1 week

Aan het begin van die week worden de toestellen voor de binnenluchtmetingen door onze veldwerker geïnstalleerd in de kamer waar de houtkachel staat. Tijdens de volledige week nemen deze toestellen stalen van de binnenlucht. Aan het einde van die week komt onze veldwerker de toestellen terug ophalen. Het tijdstip voor het plaatsen en ophalen van de toestellen wordt met jullie afgesproken. Onze veldwerker moet dan wel beschikken over jullie contactgegevens (adres, telefoonnummer, e-mailadres). Deze kunnen jullie invullen op het toestemmingsformulier.

Hoe verloopt de studie?



De vragenlijsten krijgen jullie op papier. Ze geven ons informatie over de gezondheid van de deelnemende jongere en over factoren die een invloed kunnen hebben op de meetwaarden.

Wat krijg je van ons?

Je krijgt 20 euro als het onderzoek helemaal klaar is!

Wil je graag jouw resultaten weten? We sturen ze op!

Hoeveel kost het jou?

Niets! Jouw deelname aan de studie is gratis. Je betaalt geen enkel onderzoek.

Heeft het onderzoek risico's voor jou?

Het is helemaal veilig om adem of urine te laten nemen. Alle ingezette toestellen zijn ontwikkeld voor binnenluchtmetingen, en zijn dus zo compact mogelijk en (bijna) geluidloos, om jullie zo beperkt mogelijk te hinderen. Jullie hoeven geen handelingen uit te voeren bij de meettoestellen.

Wil je meer weten?

Contacteer dan de verantwoordelijke onderzoeker: Marianne Stranger: marianne.stranger@vito.be of 014/33.69.52.

2

Extra informatie over het onderzoek

Mag iedereen meedoen aan het onderzoek?

Nee, niet iedereen. We zoeken jongeren die deelnemen aan het grote humane biomonitoring onderzoek van het Steunpunt Milieu en Gezondheid die thuis een houtkachel hebben, waar thuis niet gerookt wordt en die geen ventilatiesysteem hebben. Uit de jongeren die willen deelnemen aan deze kachelstudie kiezen we 14 deelnemers. Het hangt af van je woonplaats, in welke kamer de houtkachel staat, hoe groot die kamer is, hoeveel deelnemers er al zijn, ... Als we je kiezen om mee te doen, dan hoor je dat via onze veldwerker.

Mag je stoppen met het onderzoek?

Ja, je kan op elk moment beslissen om te stoppen. Stuur ons gewoon een brief of een e-mail. Je kan ook vragen dat we jouw urine vernietigen. We onderzoeken ze dan niet meer. De metingen die we al uitvoerden, blijven wél deel van de studie. Maar als je dat echt wil, verwijderen we ook je resultaten.

Wat met je privacy? Hoe gaan we om met jouw resultaten?

We beschouwen je privacy als zeer belangrijk. We verwerken je gegevens conform de nieuwe Europese privacywetgeving¹ (meer info: <https://vito.be/nl/privacyverklaring>). Enkel de studiearts en veldwerker zien je naam en adres. Zij vervangen je naam en adres door een code. Alle andere onderzoekers zien alleen die code. Persoonlijke resultaten maken we niet openbaar en we sturen ze enkel naar jou en je ouders. Als we de resultaten van het onderzoek publiceren, dan vermelden we je naam en adres nergens.

We verwerken voor deze studie volgende gegevens: gegevens over de luchtkwaliteit in jullie woning, gegevens genoteerd in het logboekje, jullie antwoorden op de vragenlijsten, gegevens afgeleid uit de adem- en urinestalen. Deze gegevens worden louter verwerkt voor wetenschappelijk onderzoek over de mogelijke invloed van houtkachels op de binnenluchtkwaliteit en op het lichaam.

Enkel de partners van dit project, zijnde VITO, PIH en het Vlaams Planbureau voor Omgeving hebben toegang tot deze gegevens. Eventuele verwerkers, die in onze opdracht bepaalde analyses of andere verwerkingen zouden uitvoeren, hebben slechts tijdelijk toegang en dit specifiek voor deze verwerking. We kunnen deze gegevens bewaren voor eventuele andere studies, maar zoals al aangegeven kan je je toestemming te allen tijde terugtrekken voor verdere studies.

Wat gebeurt er met het overschot van je urine?

Wat er overblijft van jouw staal na de metingen bewaren we in een 'biobank'. Misschien gebruiken we ze later voor andere onderzoeken over milieu en gezondheid. Die nieuwe onderzoeken doen we niet zomaar. We vragen altijd eerst toestemming aan een ethische commissie.

¹ Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) of General Data Protection Regulation (GDPR) Verordening (EU) 2016/679 van het Europees Parlement en de Raad van 27 april 2016 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=nl>

3

Mag je informatie vragen over het onderzoek?

Jij en je ouders hebben het recht om aan de studiearts te vragen welke gegevens we over jou verzamelden voor de studie, en wat de bedoeling ervan is. Jullie hebben ook het recht om je persoonlijke gegevens in te kijken, op te vragen, te laten verbeteren of te laten schrappen. Die rechten heb je volgens de wet². We informeren je wanneer er belangrijke veranderingen in de procedures, de risico's of de voordelen van de studie zouden zijn.

Ben je verzekerd?

Ondervind je schade door de studie? Dan vergoedt de verzekering van de onderzoekers jou voor die schade, volgens de Belgische wet. Je hoeft hiervoor geen fout te tonen. Jij of je ouders kunnen hiervoor altijd de verzekeraar dagvaarden in België.

² Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) of General Data Protection Regulation (GDPR) Verordening (EU) 2016/679 van het Europees Parlement en de Raad van 27 april 2016 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=nl>

4

**INVLOED VAN KACHELS OP BINNENLUCHT EN HET LICHAAM
TOESTEMMINGSFORMULIER**

**GELIEVE DIT DOCUMENT IN TE VULLEN EN TERUG TE BEZORGEN IN BIJGEOEGDE
BRIEFOMSLAG**

Ik wil deelnemen aan de studie (kruis aan):

- Ik en mijn ouders hebben de informatiebrief en het toestemmingsformulier gelezen. We stemmen in met de verwerking van de persoonsgegevens zoals uitgelegd in de informatiebrief. We begrijpen de mogelijke risico's en voordelen van deze studie. Wij nemen vrijwillig deel aan deze studie.
- Ik en mijn ouders geven toestemming om onze contactgegevens (naam, adres, telefoonnummer en e-mailadres) door te geven aan de veldwerkers van VITO die de meettoestellen komen plaatsen en ophalen.

Ik wens mijn persoonlijke resultaten van de metingen te ontvangen (kruis 1 vakje aan):

- Ja, ik wens persoonlijke resultaten te ontvangen op mijn thuisadres. Bij adreswijziging zal ik mijn nieuwe adres doorgeven aan het onderzoeksteam.
- Neen, ik wens geen persoonlijke resultaten te ontvangen.

Handtekening verantwoordelijke arts (Dr. Vera Nelen)
Datum: 1 september 2018

Handtekening ouder(s)

Handtekening deelnemende jongere

Datum/...../.....

Datum/...../.....

zie ommezijde

5

GELIEVE VOLGENDE GEGEVENS IN TE VULLEN:

GEGEVENS VAN DE JONGERE:

Naam en voornaam: _____
Adres: _____

Telefoonnummer: _____
E-mail: _____

GEGEVENS VAN DE OUDER(S):

Naam en voornaam: _____
Telefoonnummer: _____
E-mail: _____
In welke kamer staat de houtkachel? _____
Hoe groot is deze kamer ongeveer? Breedte (meter): _____ Lengte (meter): _____
Hoeveel tijd brengt de deelnemer in deze kamer door, gemiddeld per week? _____

6

**INVLOED VAN KACHELS OP BINNENLUCHT EN HET LICHAAM
TOESTEMMINGSFORMULIER**

DIT DOCUMENT IS VOOR U BESTEMD

Ik wil deelnemen aan de humane biomonitoring (kruis aan):

- Ik en mijn ouders hebben de informatiebrief en het toestemmingsformulier gelezen. We stemmen in met de verwerking van de persoonsgegevens zoals uitgelegd in de informatiebrief. We begrijpen de mogelijke risico's en voordelen van deze studie. Wij nemen vrijwillig deel aan deze studie.
- Ik en mijn ouders geven toestemming om onze contactgegevens (naam, adres, telefoonnummer en e-mailadres) door te geven aan de veldwerkers van VITO die de meettoestellen komen plaatsen en ophalen.

Ik wens mijn persoonlijke resultaten van de metingen te ontvangen (kruis 1 vakje aan):

- Ja, ik wens persoonlijke resultaten te ontvangen op mijn thuisadres. Bij adreswijziging zal ik mijn nieuwe adres doorgeven aan het onderzoeksteam.
- Neen, ik wens geen persoonlijke resultaten te ontvangen.

Handtekening verantwoordelijke arts (Dr. Vera Nelen)
Datum: 1 september 2018

Handtekening ouder(s)

Handtekening deelnemende jongere

Datum/...../.....

Datum/...../.....

zie ommezijde

7

GELIEVE VOLGENDE GEGEVENS IN TE VULLEN:

GEGEVENS VAN DE JONGERE:

Naam en voornaam: _____
Adres: _____

Telefoonnummer: _____
E-mail: _____

GEGEVENS VAN DE OUDER(S):

Naam en voornaam: _____
Telefoonnummer: _____
E-mail: _____
In welke kamer staat de houtkachel? _____
Hoe groot is deze kamer ongeveer? Breedte (meter): _____ Lengte (meter): _____
Hoeveel tijd brengt de deelnemer in deze kamer door, gemiddeld per week? _____

8

BIJLAGE 2: VRAGENLIJSTEN VOOR VELDWERK

Pilootproject "Invloed van houtkachels op IAQ en HBM-metingen"



INVLOED VAN KACHELS OP BINNENLUCHT EN OP ONS LICHAAM

VRAGENLIJST

Beste deelnemer, beste ouders,

Wij danken jullie van harte dat jullie wil meewerken aan dit onderzoek.

In bijlage vinden jullie 3 korte vragenlijsten:

- Een vragenlijst voor de ouders (6 pagina's)
- Een vragenlijst voor de jongere die deelneemt (4 pagina's)
- Een logboekje voor de jongere (1 pagina per dag)

Daarnaast is er nog een vragenlijst voor de jongere met vragen over recente blootstelling (3 pagina's). Deze brengt onze veldwerker mee als de meettoestellen en het urinestaal worden opgehaald

Waarom stellen we jullie deze vragen?

De vragenlijsten geven informatie over de gezondheid van de deelnemer

De lucht in onze woningen kan een invloed hebben op onze gezondheid. Een droge lucht kan bijvoorbeeld onze slijmvliezen irriteren, maar ook vervuilde stoffen in de lucht kunnen onze gezondheid beïnvloeden. De vragenlijsten bevatten enkele vragen over de gezondheid van de deelnemer.

De vragenlijsten helpen om de meetresultaten beter te begrijpen

De vragenlijst geeft ons ook informatie over een aantal factoren die de meetresultaten kunnen beïnvloeden. Bijvoorbeeld hoe er gestookt wordt, klusjes tijdens de metingen, poetsen, geurkaarsen, enz.

We willen onze vragenlijsten verbeteren voor toekomstige studies

In deze studie willen we ook nagaan welk soort vraagstelling de beste verklaring kan geven voor de meetresultaten die we waarnemen. Hierdoor kunnen we onze vragenlijsten verbeteren voor toekomstige studies.

Al jullie antwoorden worden gecodeerd verwerkt. De naam van uw zoon of dochter, of uw adres zal in geen enkel rapport of publicatie vermeld worden.

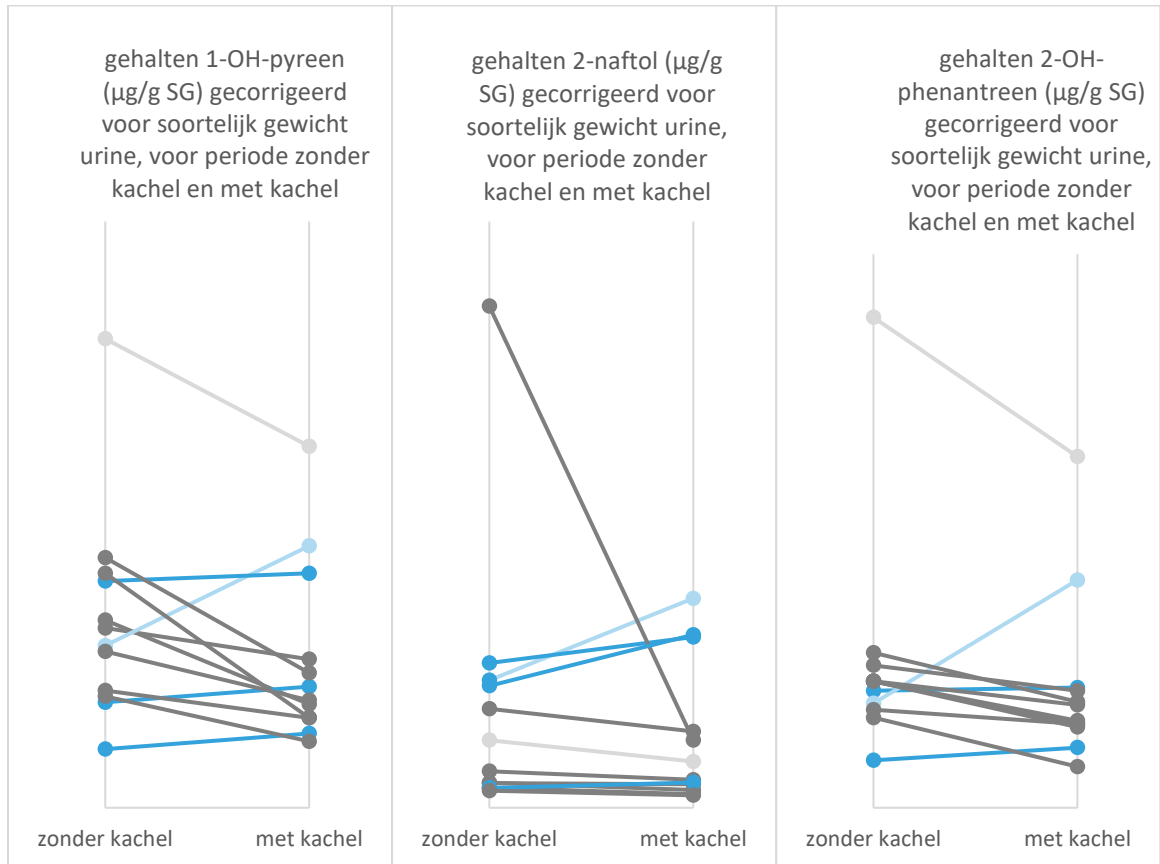
Het is belangrijk dat alle vragenlijsten worden ingevuld, om de beloning van 20 euro te verkrijgen.

Voor bijkomende informatie kan u contact opnemen met de studieverantwoordelijke Marianne Stranger: marianne.stranger@vito.be of 014/33.69.52.

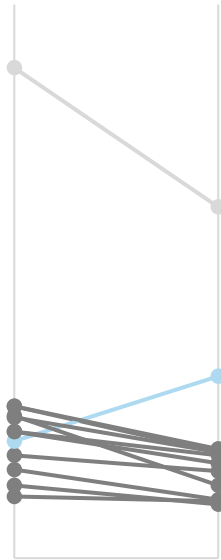
VEEL SUCCES MET HET INVULLEN VAN DE VRAGENLIJSTEN
HARTELIJK DANK VOOR UW MEDEWERKING

BIJLAGE 3: VERANDERING IN BIOMERKERS ZONDER EN MET KACHELGEBRUIK

nadelig in blauw, gunstig in grijs

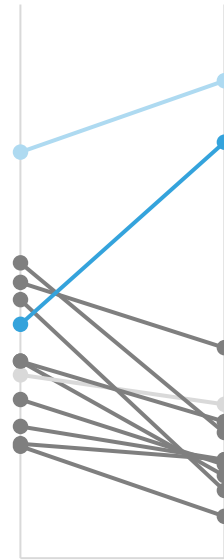


gehalten 3-OH-phenantreen ($\mu\text{g/g SG}$)
gecorrigeerd voor
soortelijk gewicht urine,
voor periode zonder
kachel en met kachel



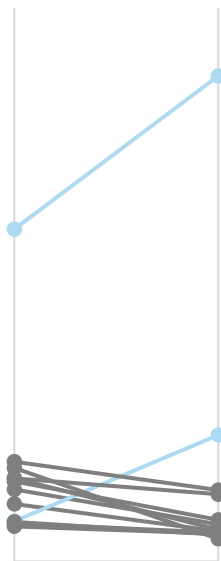
zonder kachel met kachel

gehalten som 1-en 9-OH-phenantreen ($\mu\text{g/g SG}$)
gecorrigeerd voor
soortelijk gewicht urine,
voor periode zonder
kachel en met kachel



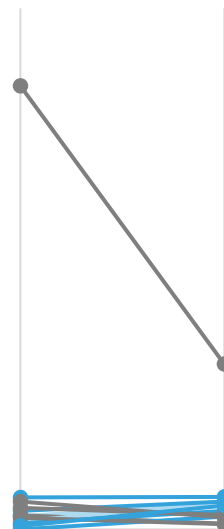
zonder kachel met kachel

gehalten som 2-en 3-OH-fluoreen ($\mu\text{g/g SG}$)
gecorrigeerd voor
soortelijk gewicht urine,
voor periode zonder
kachel en met kachel

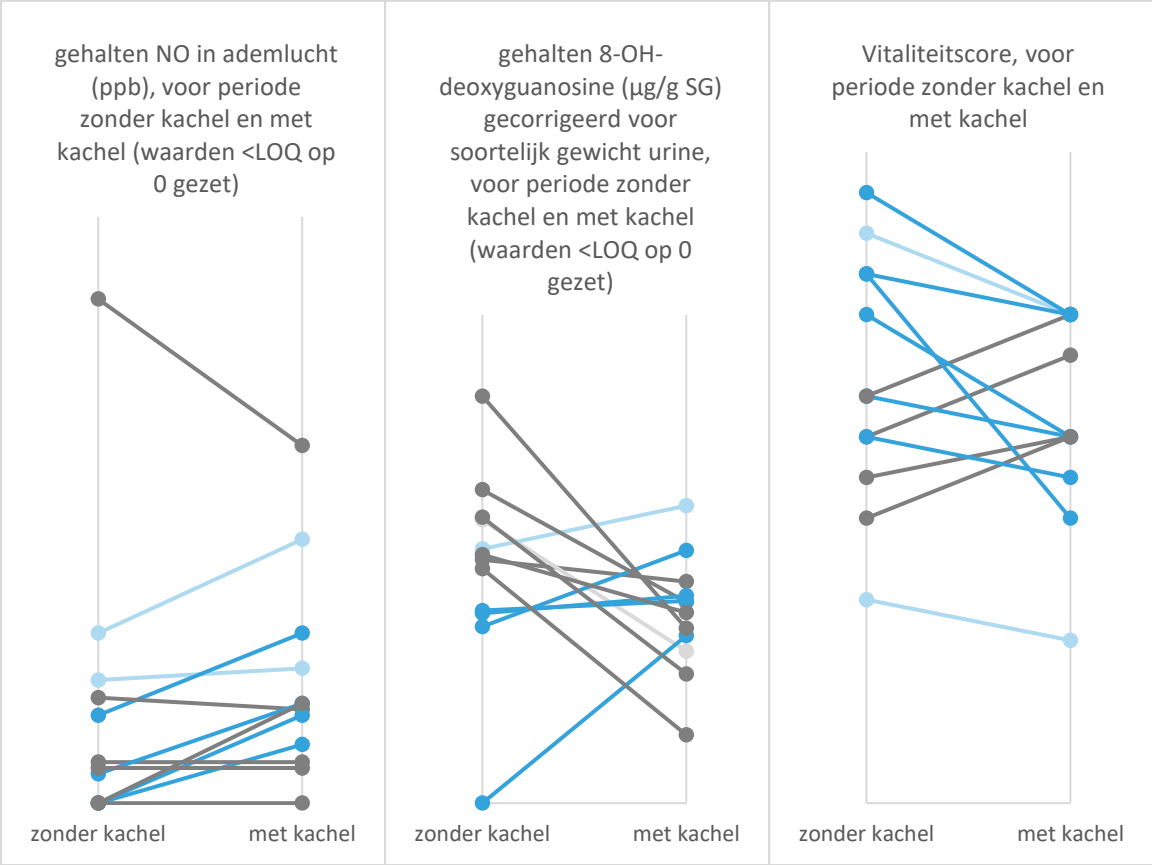


zonder kachel met kachel

gehalten t,t'-muconzuur ($\mu\text{g/g SG}$) gecorrigeerd
voor soortelijk gewicht
urine, voor periode zonder
kachel en met kachel
(waarden <LOQ op 0
gezet)



zonder kachel met kachel

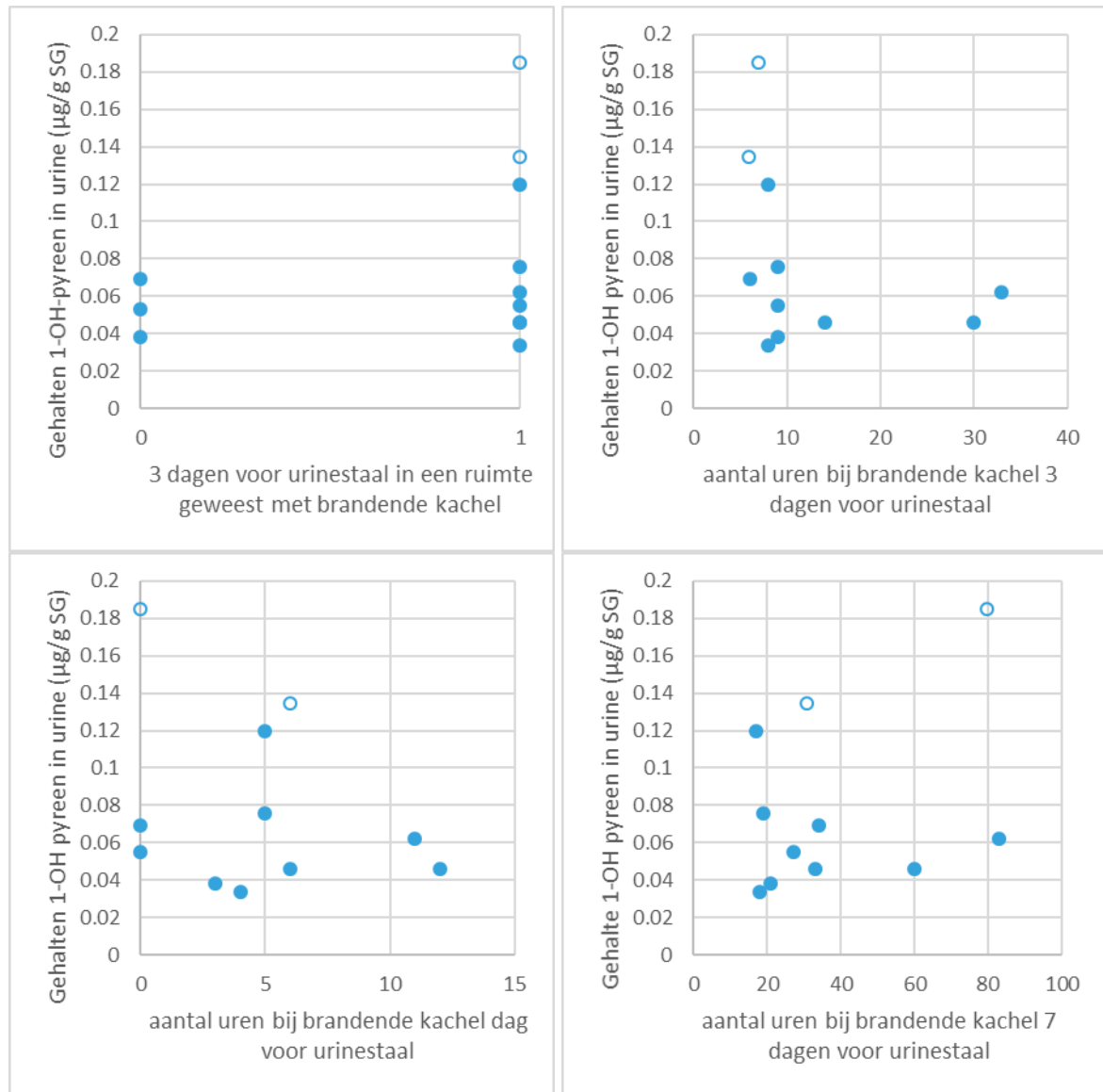


BIJLAGE 4: TIJDSEVOLUTIONIES VAN POLLUENTEN IN DE WONINGEN

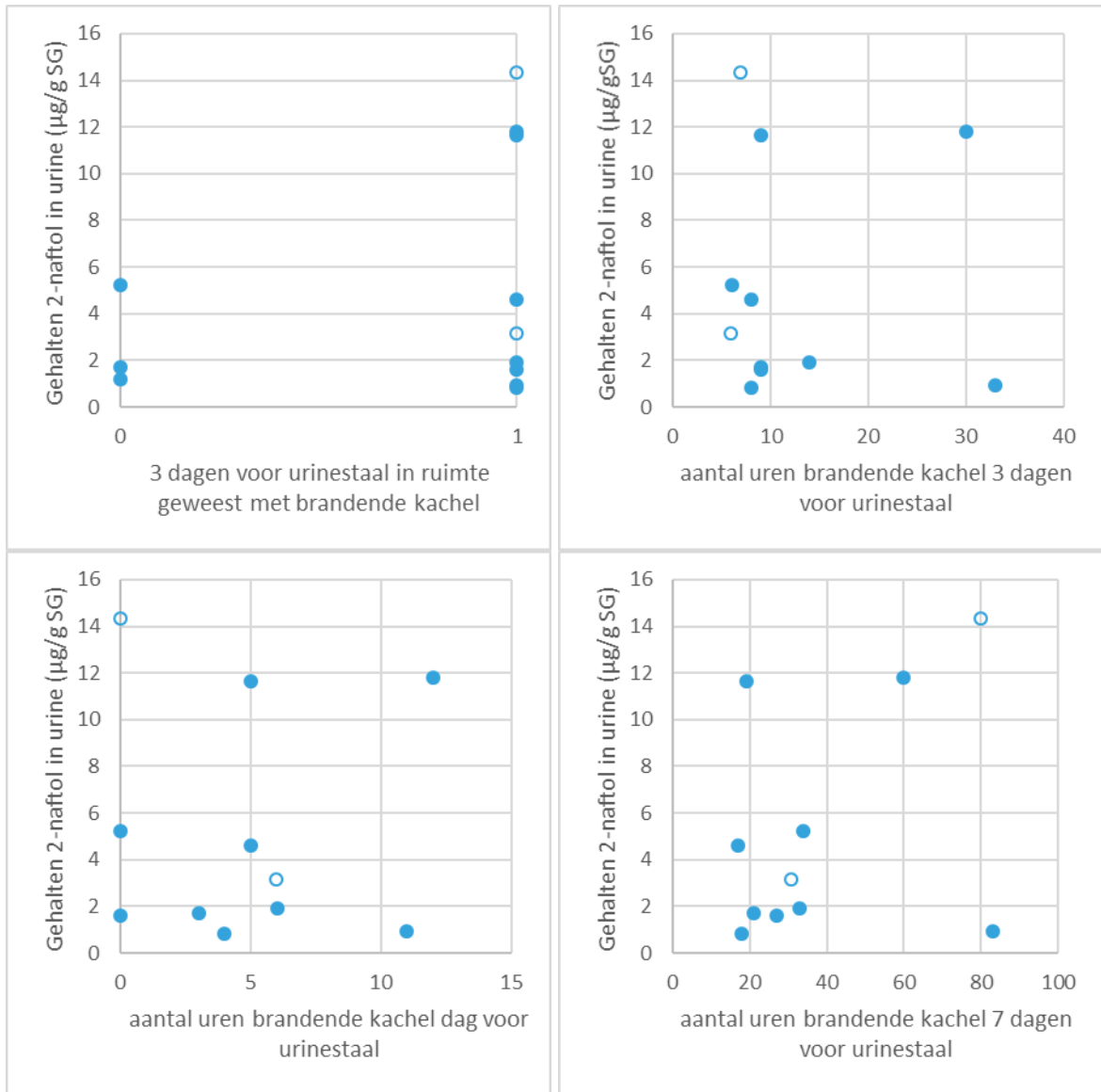
Zie apart pdf-document.

BIJLAGE 5: SCATTERPLOTS VRAGENLIJSTGEGEVENS EN BIOMERKERDATA

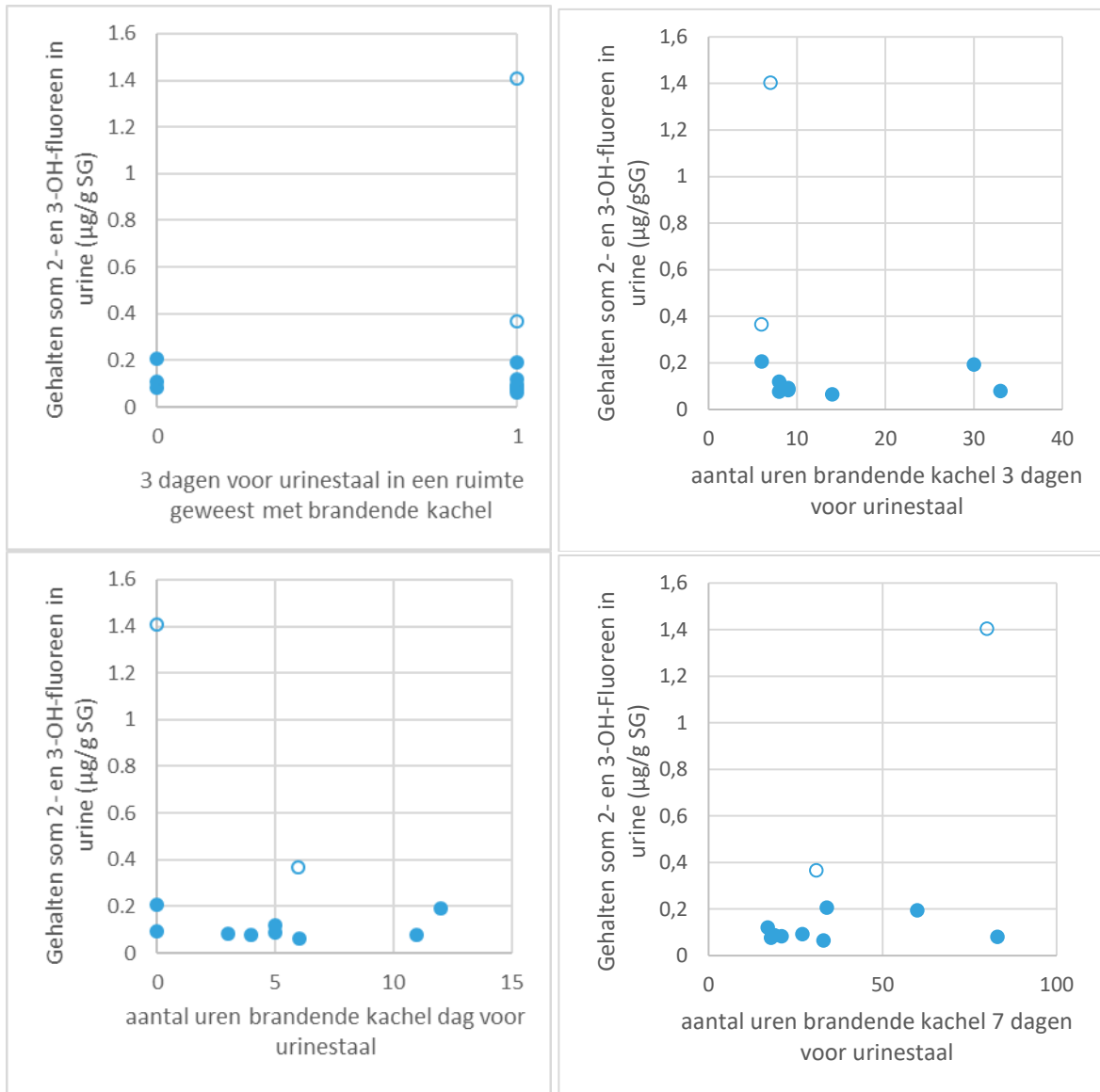
→ Invloed van de kachel



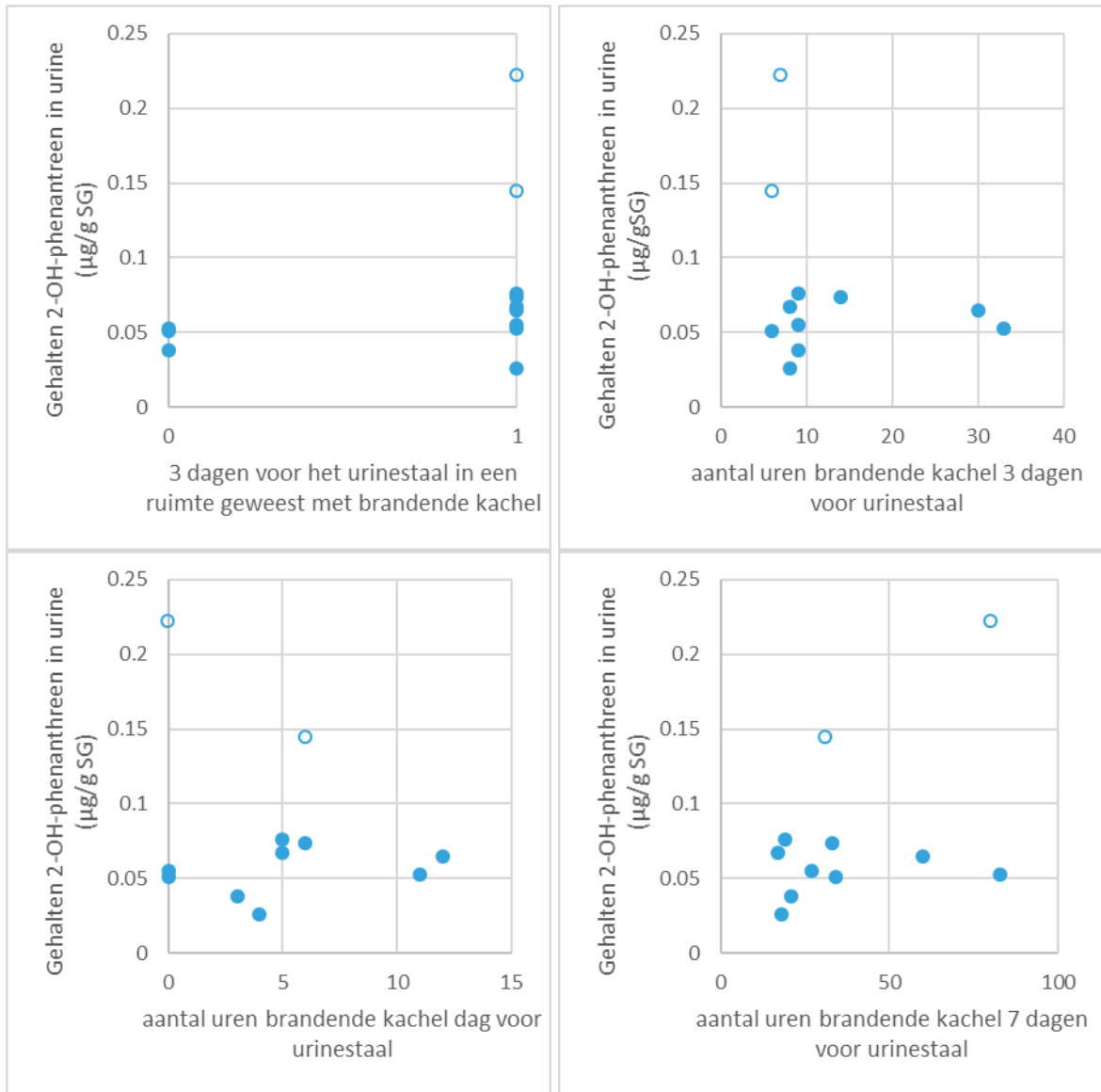
Figuur 15: Verandering in de gehalten 1-OH-pyreen ($\mu\text{g/g SG}$) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van het kachelgebruik.



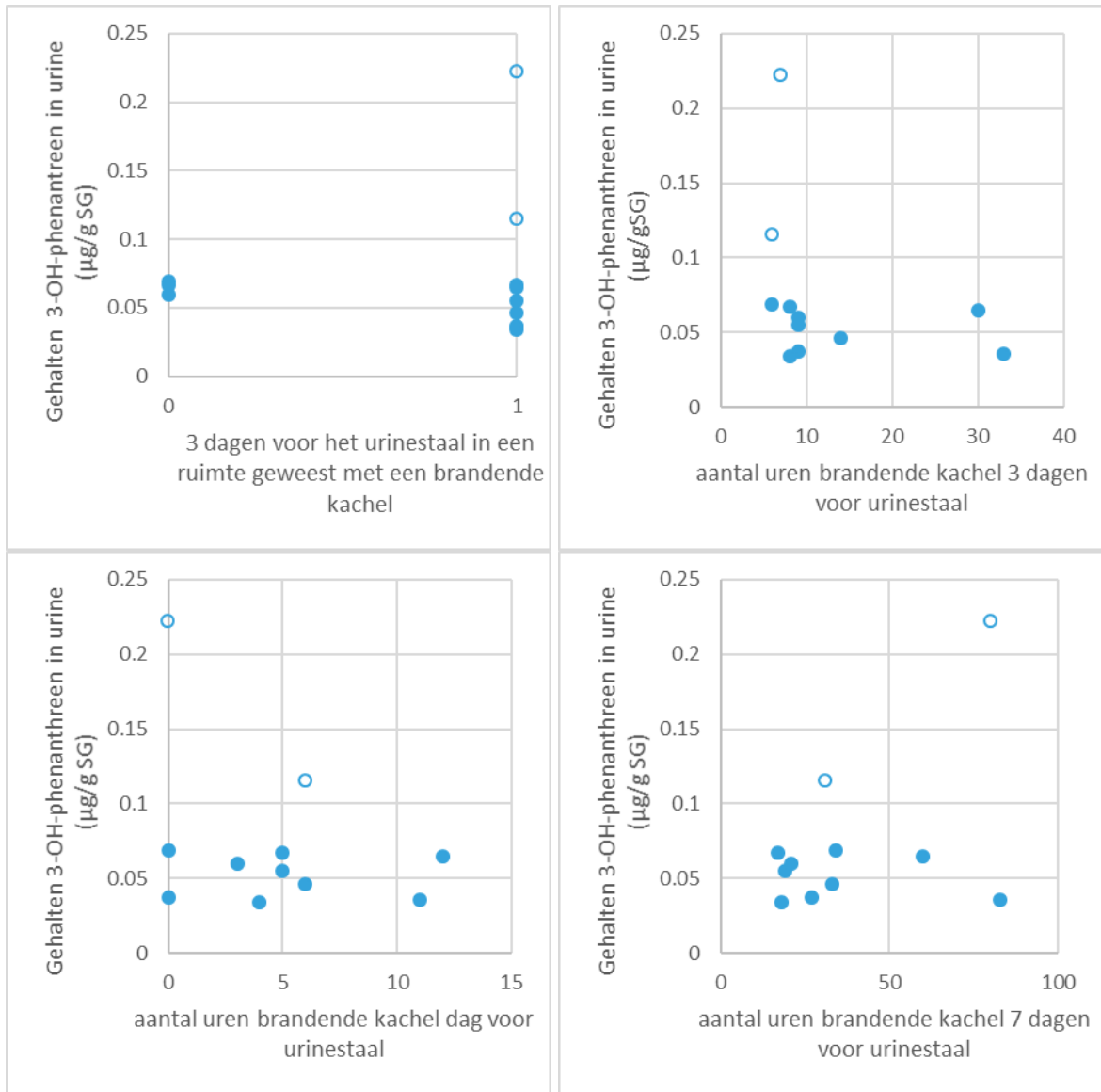
Figuur 16: Verandering in de gehalten 2-naftol (µg/g SG) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van het kachelgebruik.



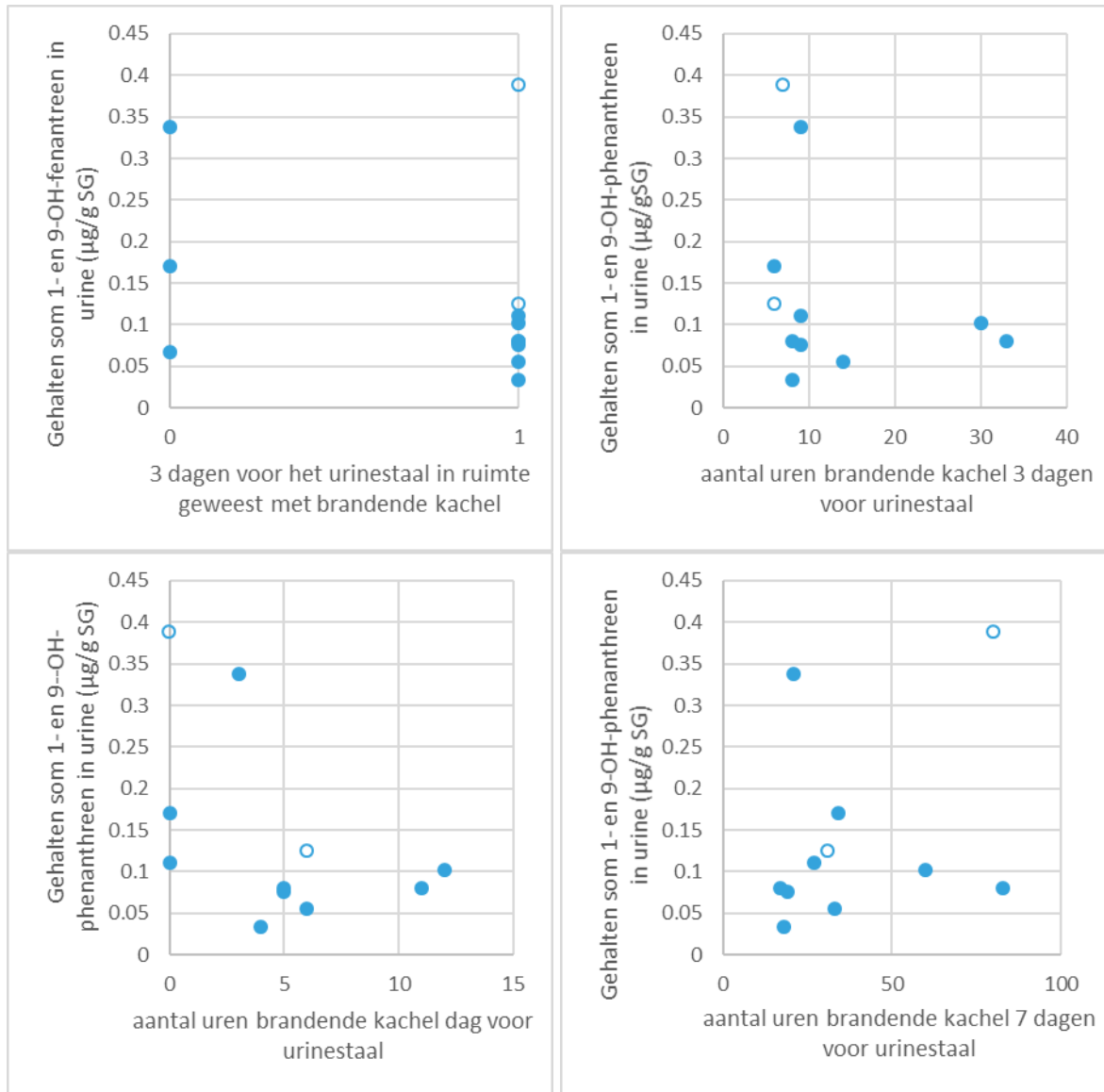
Figuur 17: Verandering in de gehalten aan de som van 2- en 3-OH-fluoreen ($\mu\text{g/g SG}$) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van het kachelgebruik



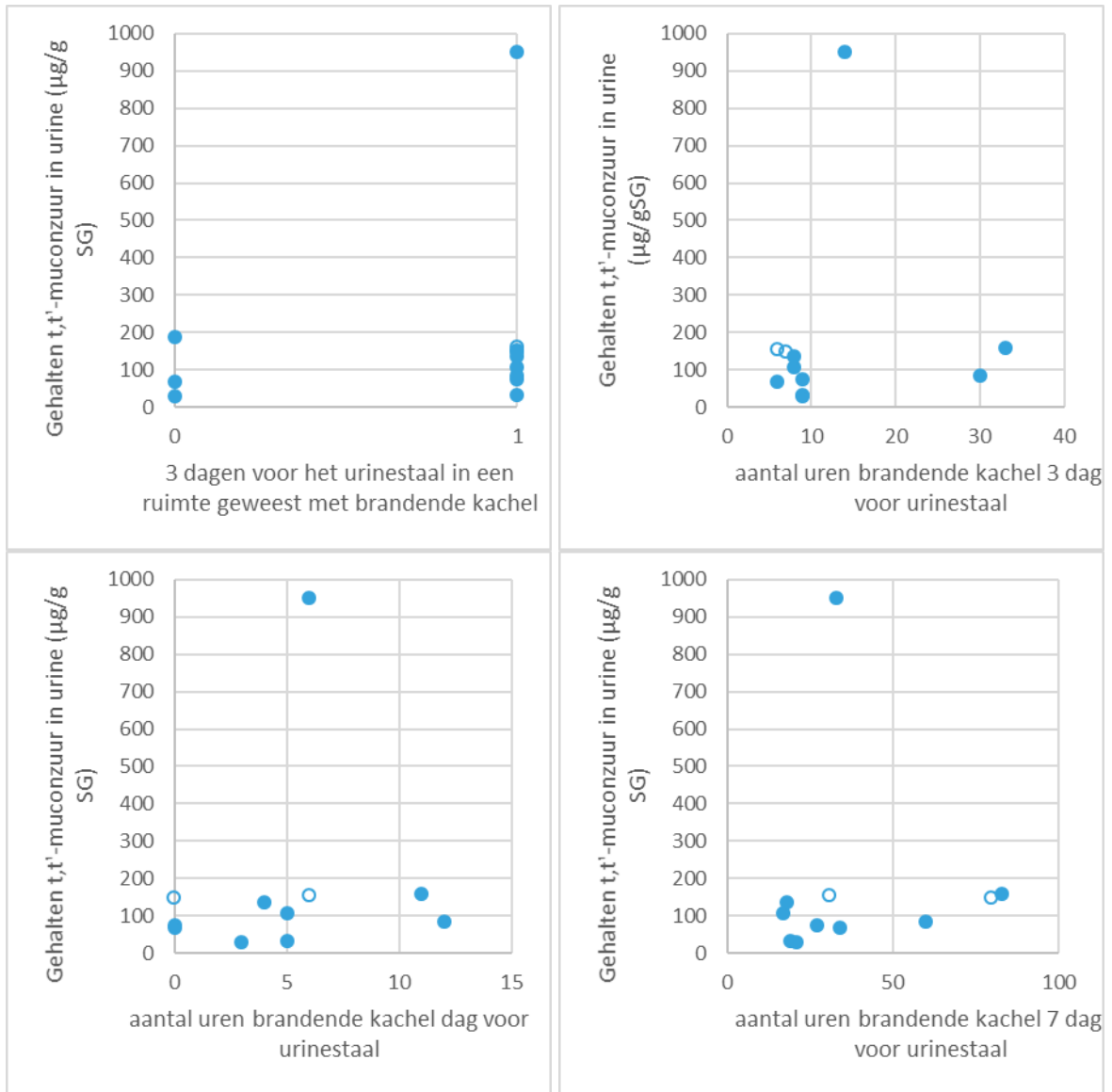
Figuur 18: Verandering in de gehalten aan 2-fenanthreen ($\mu\text{g/g SG}$) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van het kachelgebruik



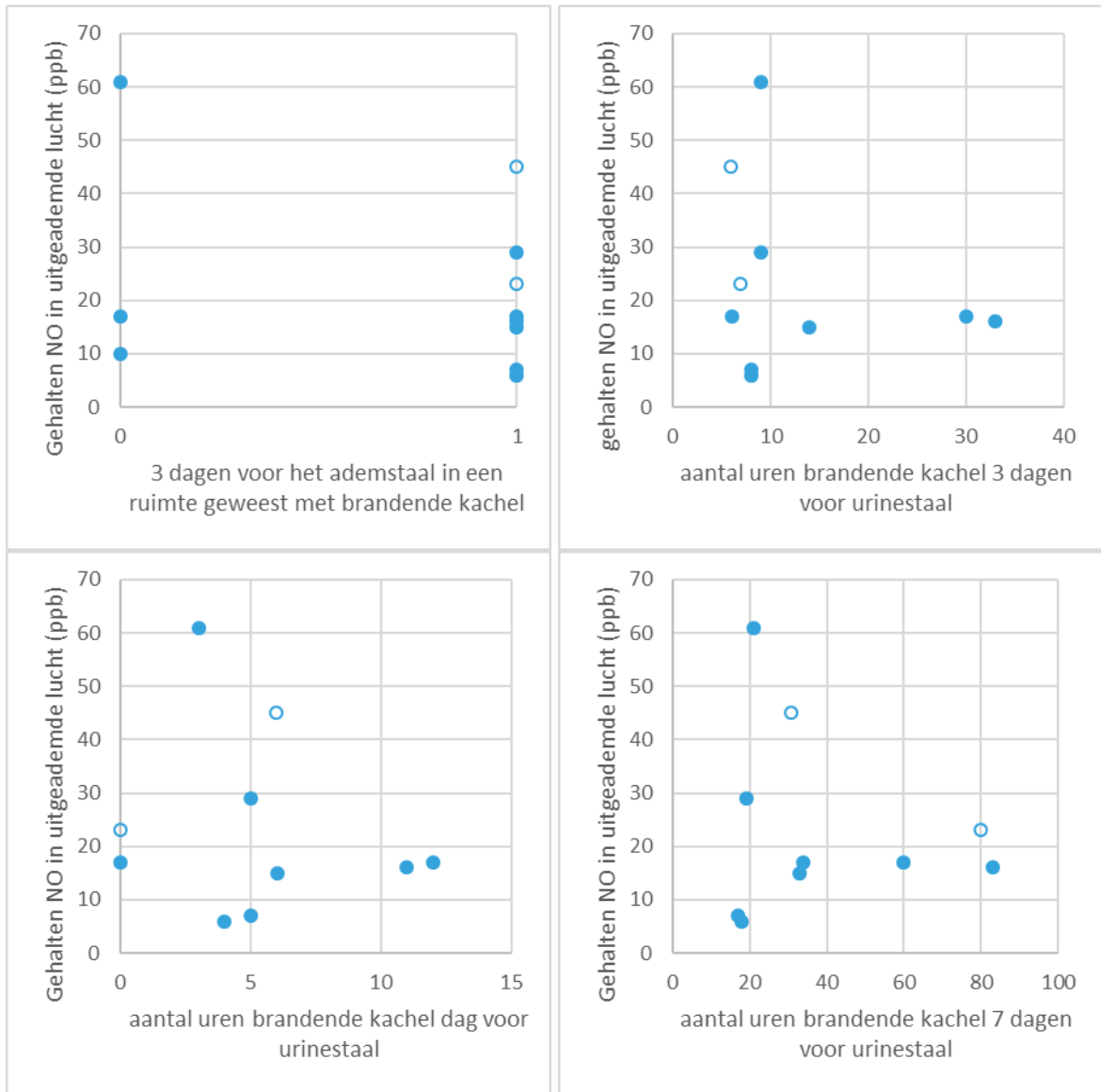
Figuur 19: Verandering in de gehalten aan 3-OH-phenanthreen ($\mu\text{g/g SG}$) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van het kachelgebruik



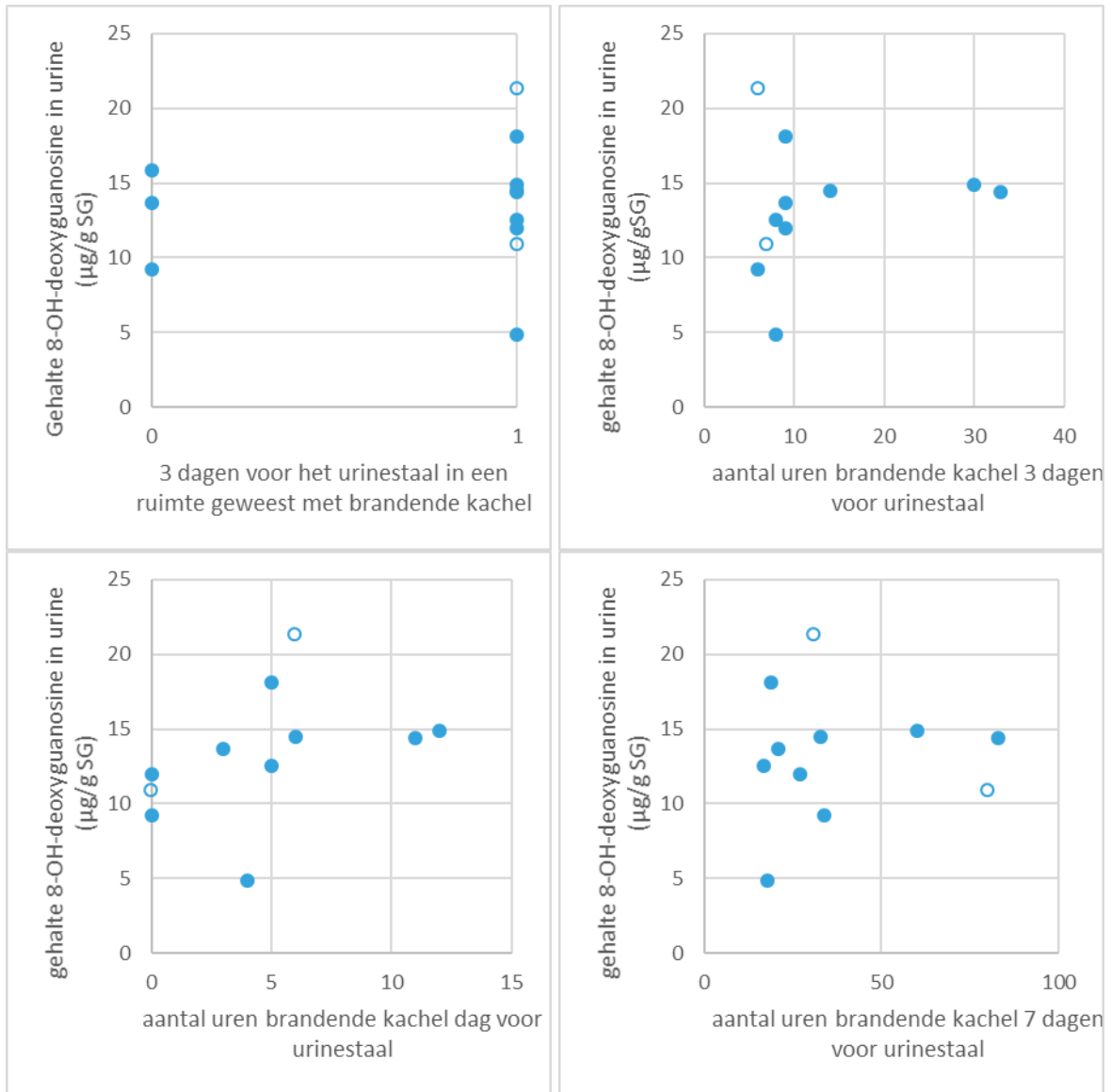
Figuur 20: Verandering in de gehalten aan de som van 1- en 9-OH-fenantheen (µg/g SG) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van het kachelgebruik



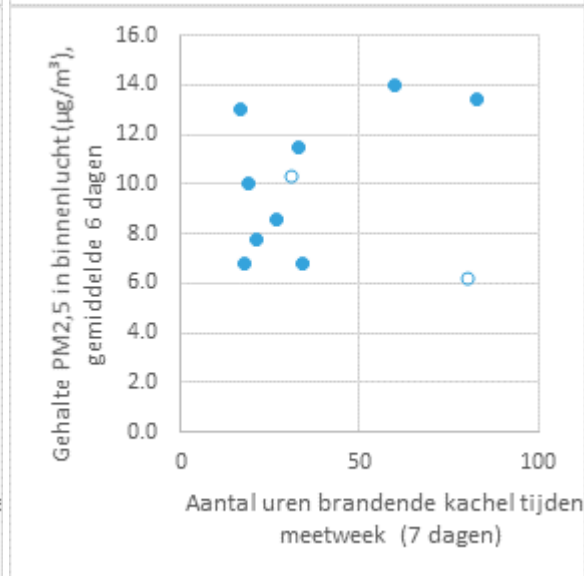
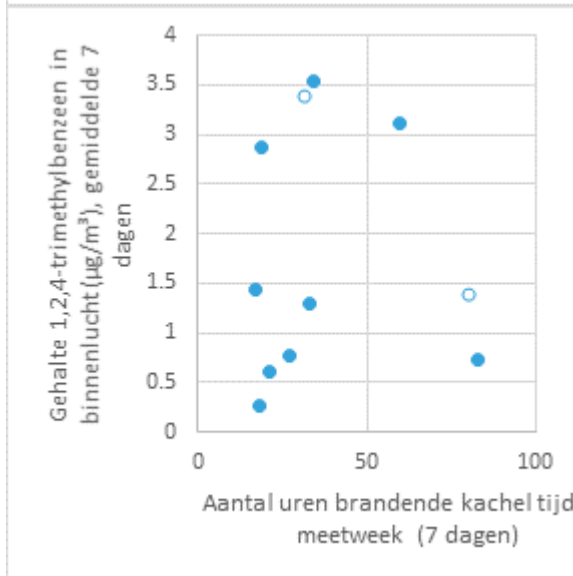
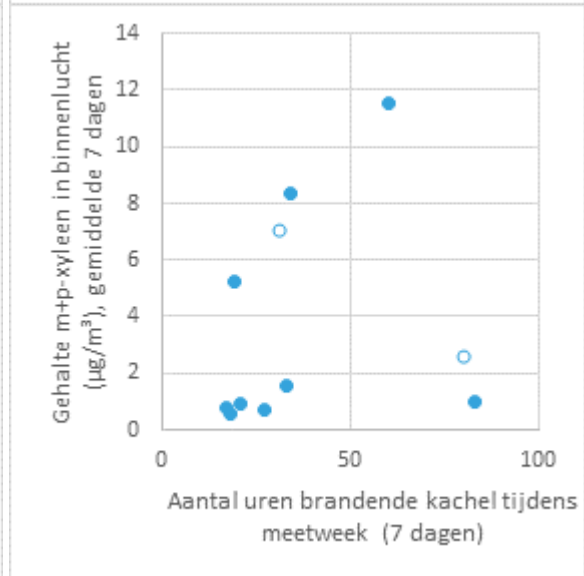
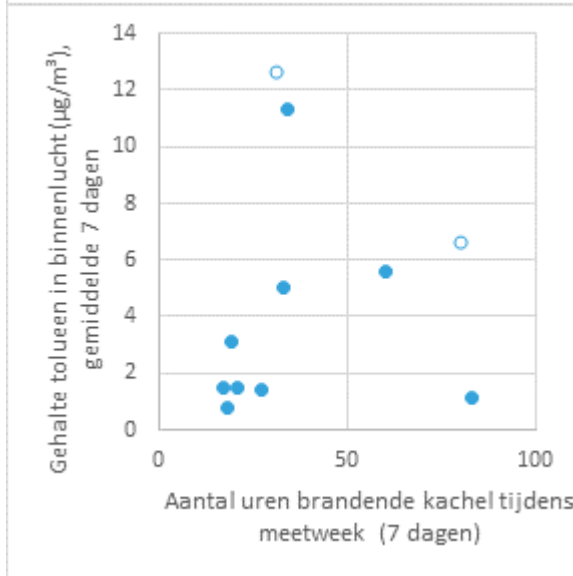
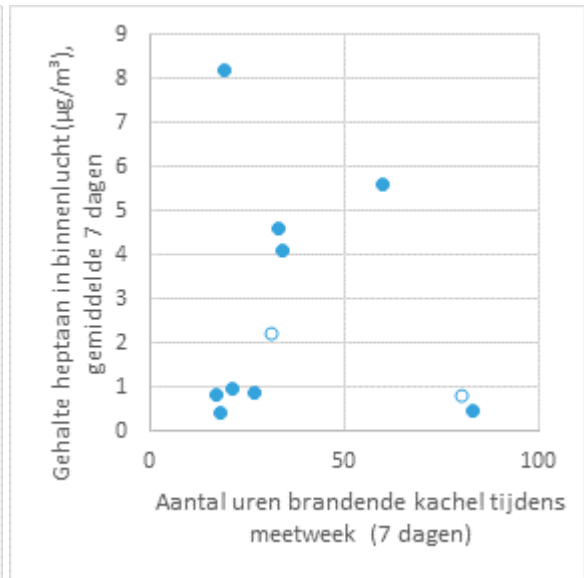
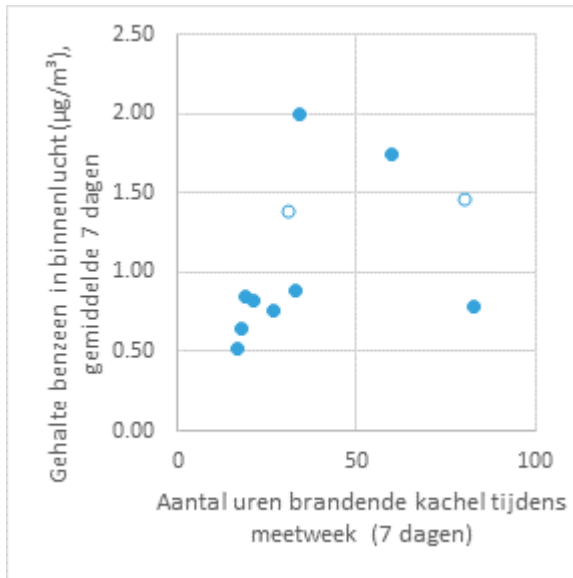
Figuur 21: Verandering in de gehalten aan t,t'-muconzuur (µg/g SG) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van het kachelgebruik



Figuur 22: Verandering in de gehalten aan NO in uitgeademde lucht (ppb), in functie van het kachelgebruik

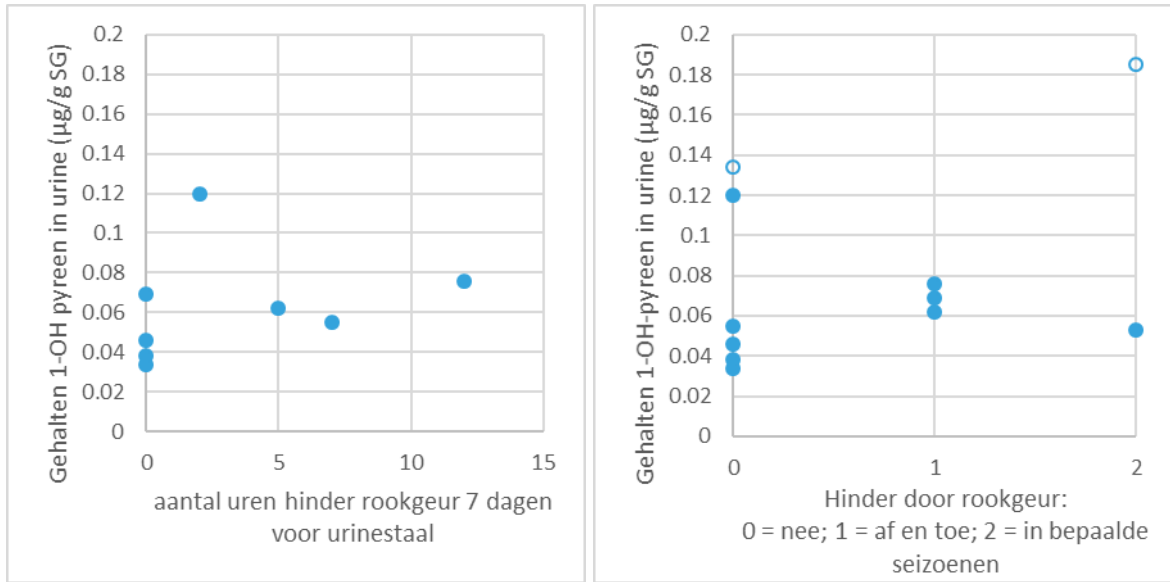


Figuur 23: Verandering in de gehalten aan 8-OH-deoxyguanosine in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van het kachelgebruik.

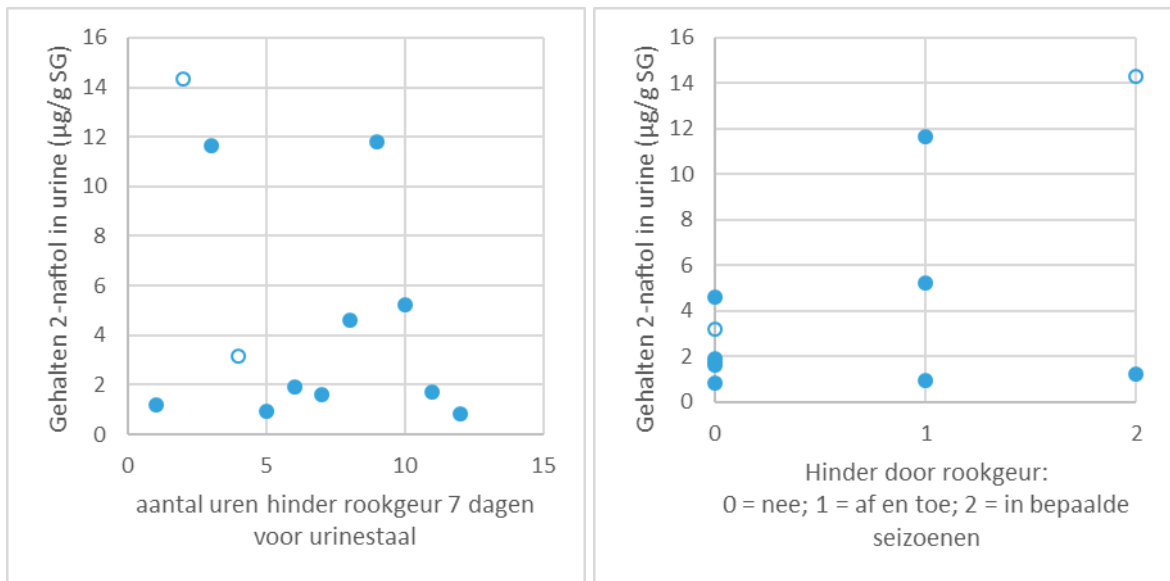


Figuur 24: Verandering in de gehalten benzeen, heptaan, toluen, m+p-xyleen, 1,2,4-trimethylbenzeen en PM2,5 in de binnenlucht ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), in functie van het kachelgebruik.

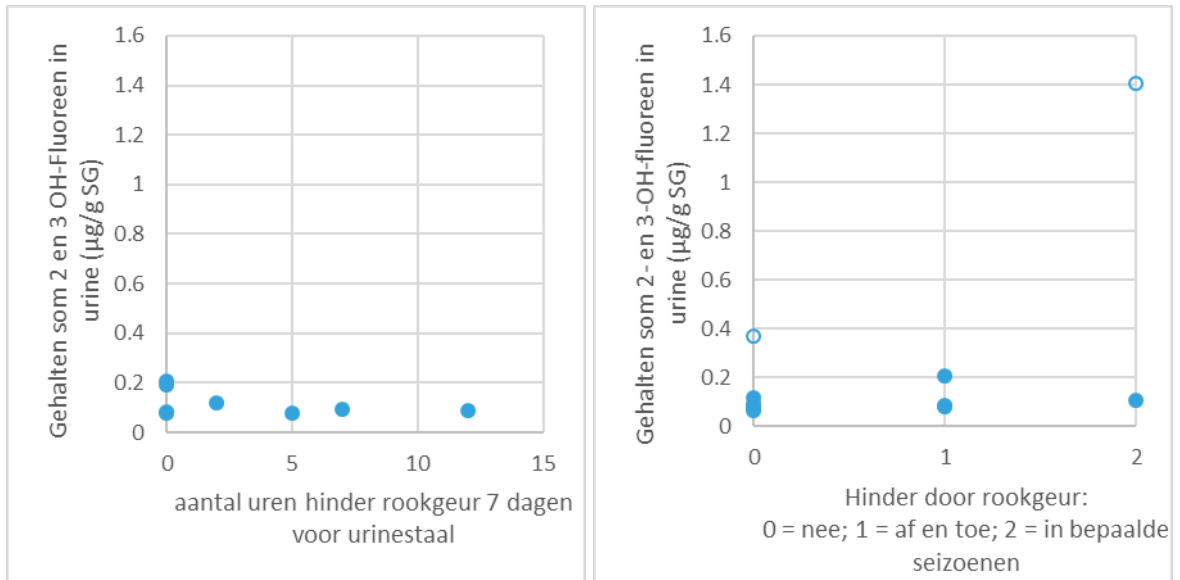
→ Invloed van rookgeur



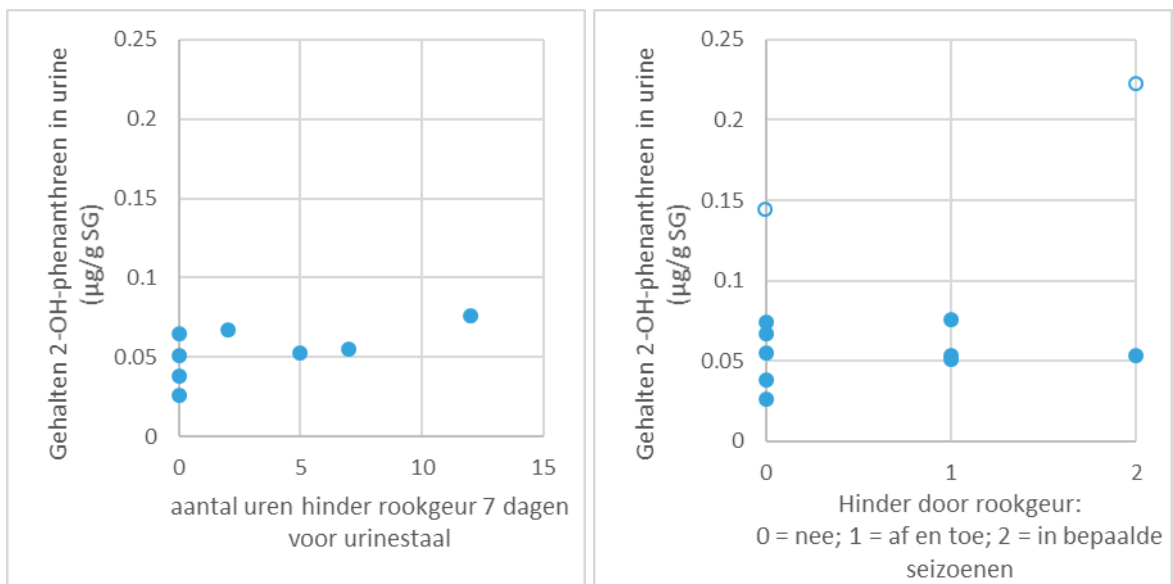
Figuur 25: Verandering in de gehalten 1-OH-pyreen in urine ($\mu\text{g}/\text{g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van aantal uren hinder door rookgeur



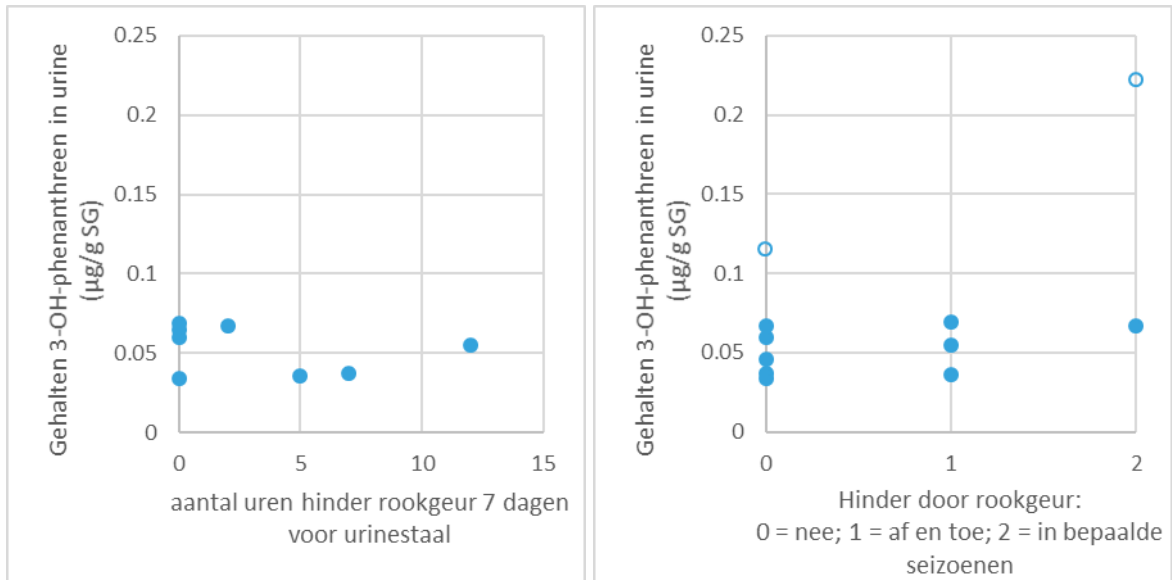
Figuur 26: Verandering in de gehalten 2-naftol in urine ($\mu\text{g}/\text{g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van aantal uren hinder door rookgeur



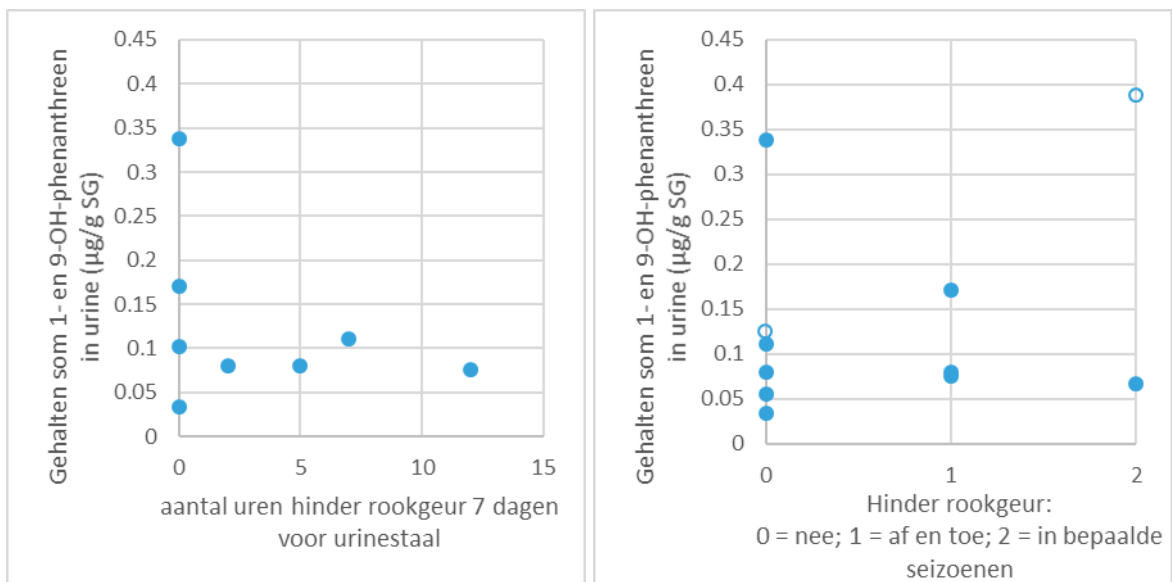
Figuur 27: Verandering in de gehalten 2-en 3- OH-fluoreen in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van aantal uren hinder door rookgeur



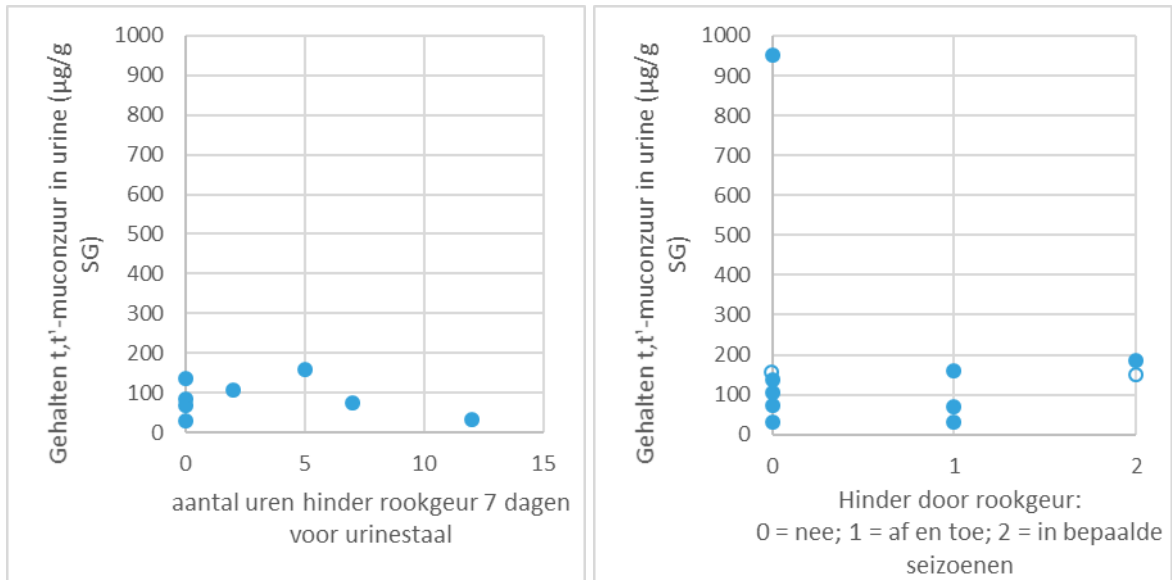
Figuur 28: Verandering in de gehalten aan 2-OH-fenantreen in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van aantal uren hinder door rookgeur



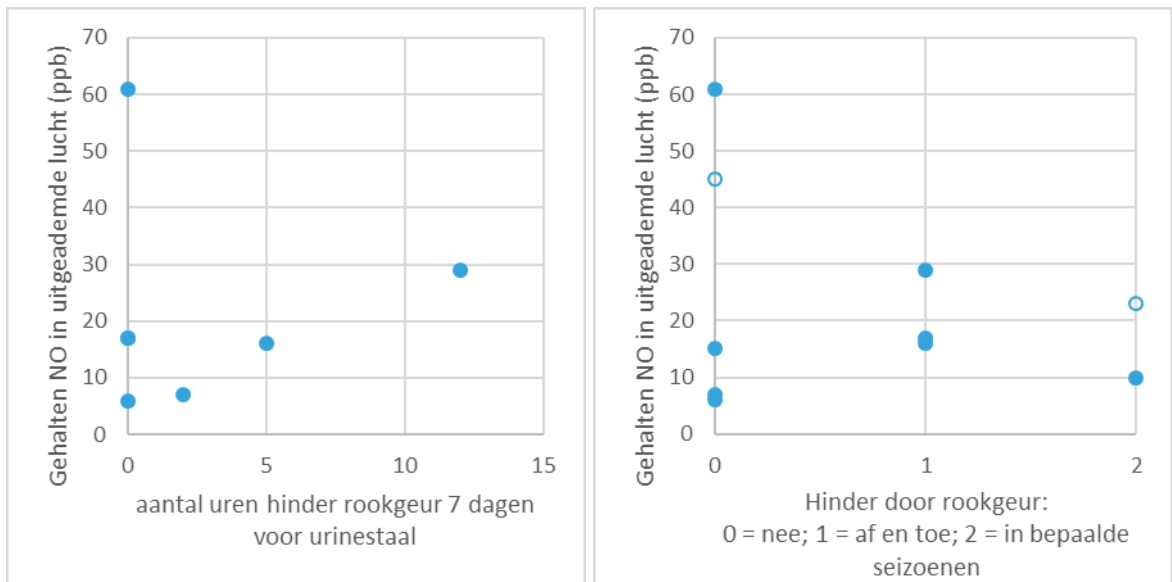
Figuur 29: Verandering in de gehalten aan 3-OH-fenantreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van aantal uren hinder door rookgeur



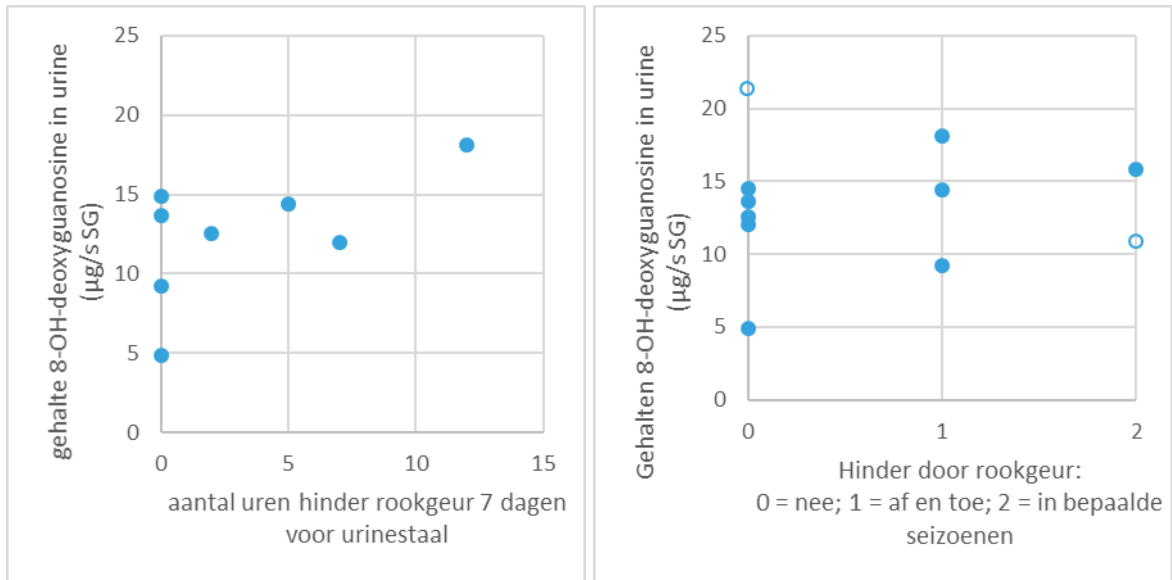
Figuur 30: Verandering in de gehalten aan de som van 1- en 9-OH-fenantreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van aantal uren hinder door rookgeur



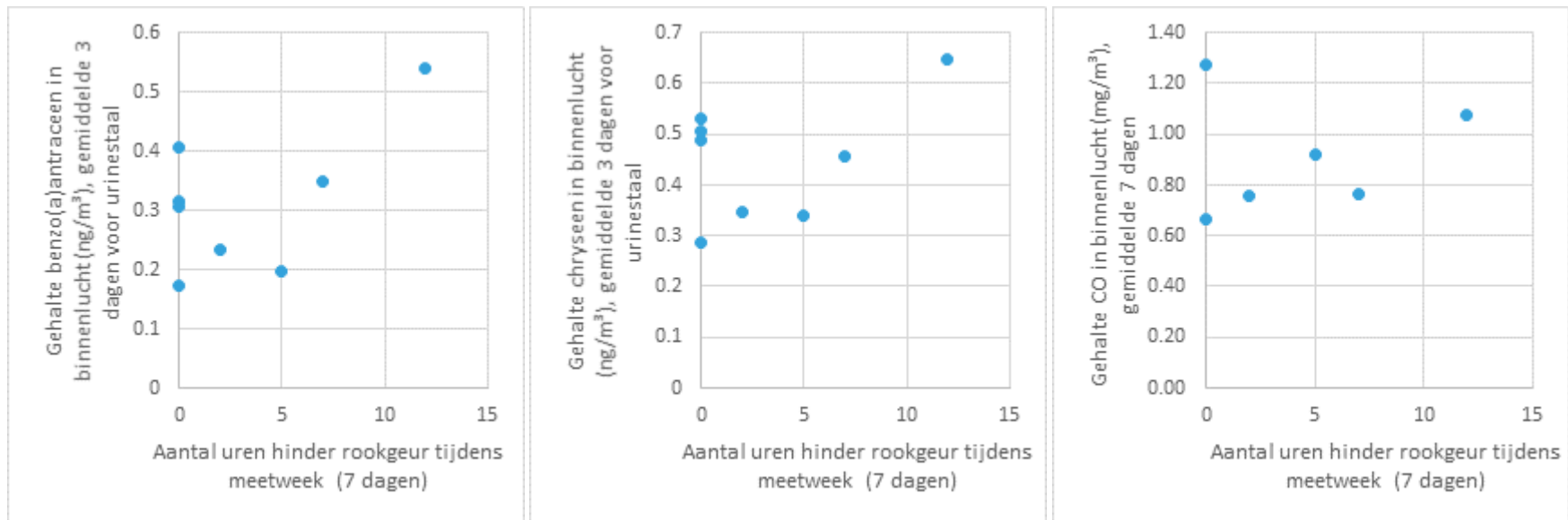
Figuur 31: Verandering in de gehalten aan t,t'-muonzuur in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van aantal uren hinder door rookgeur



Figuur 32: Verandering in de gehalten aan NO in uitgeademde lucht (ppb), in functie van aantal uren hinder door rookgeur

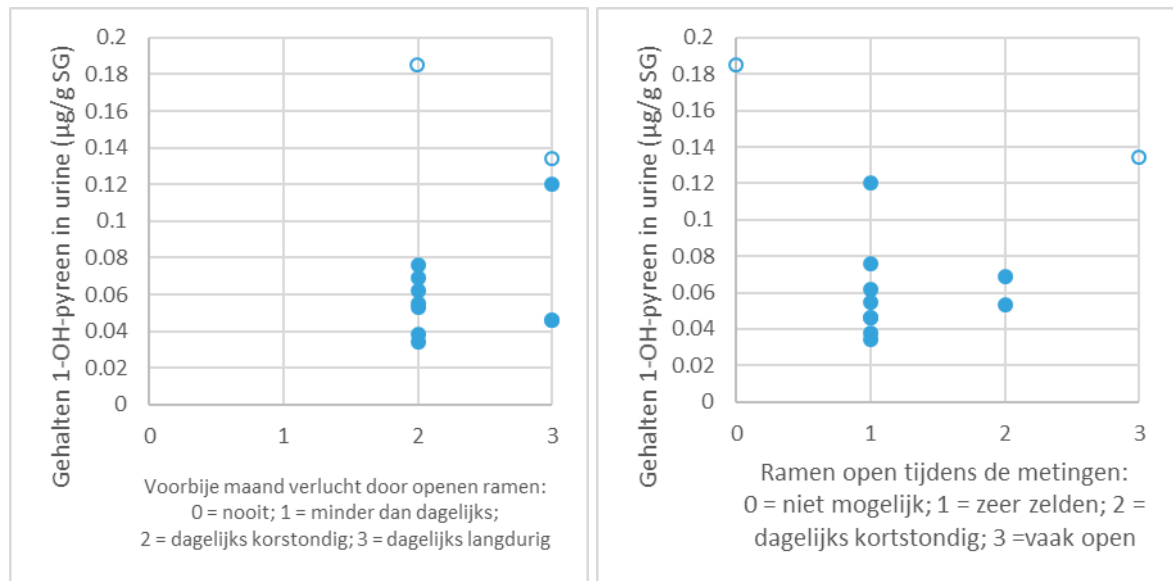


Figuur 33: Verandering in de gehalten 8-OH-deoxyguanosine in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van aantal uren hinder door rookgeur.

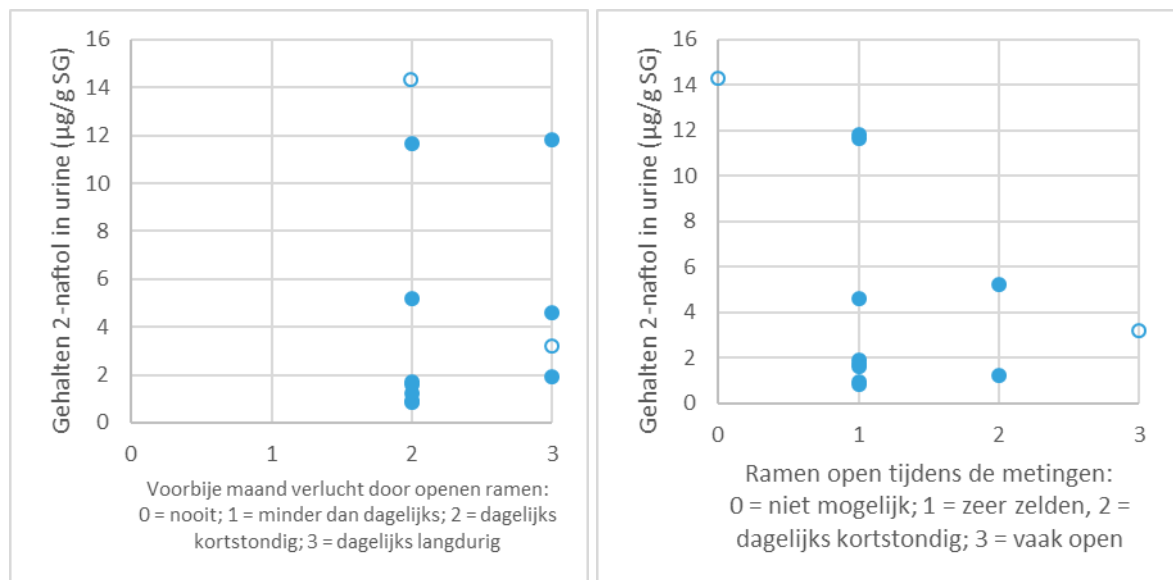


Figuur 34: Verandering in de gehalten benzo(a)antracene, chryseen (ng/m³) en CO (mg/m³) in de binnenlucht volgens het aantal uren hinder door rookgeur.

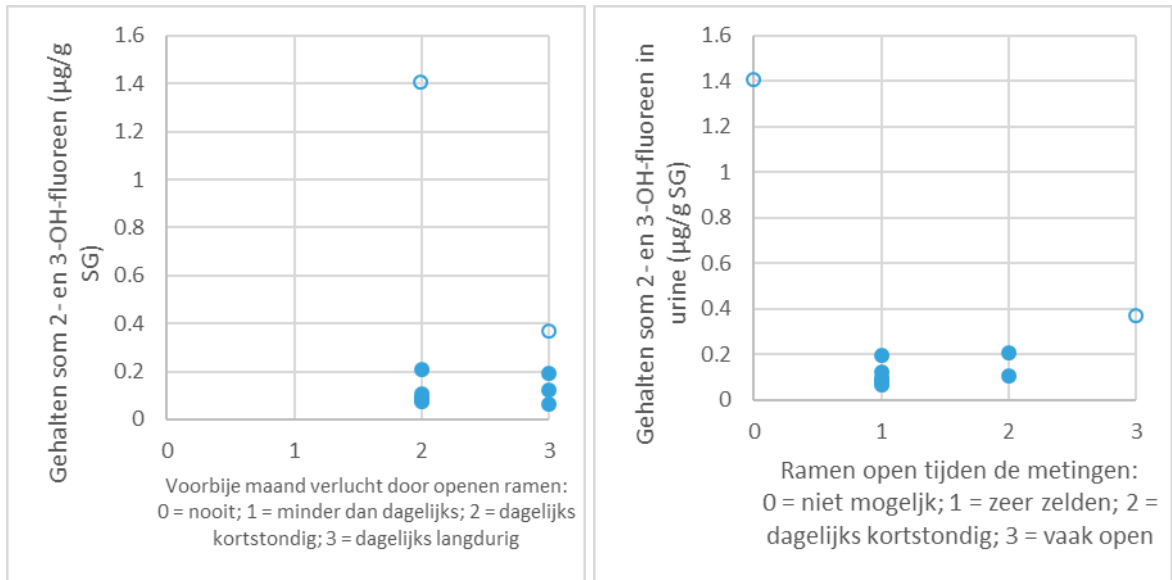
→ Invloed van verluchten



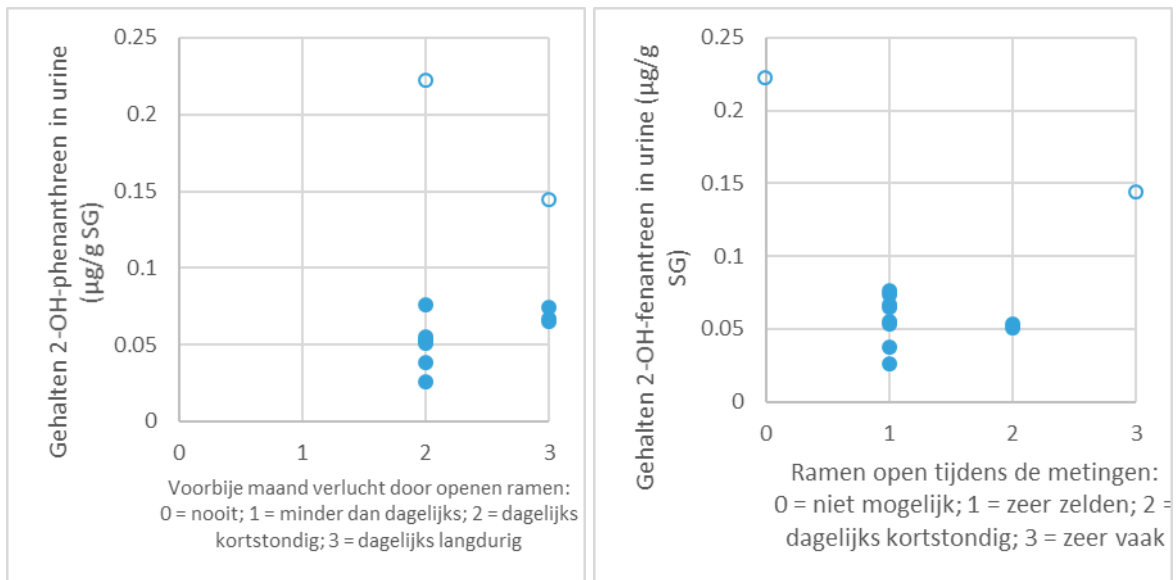
Figuur 35: Verandering van de gehalten 1-OH-pyreen in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van verluchten



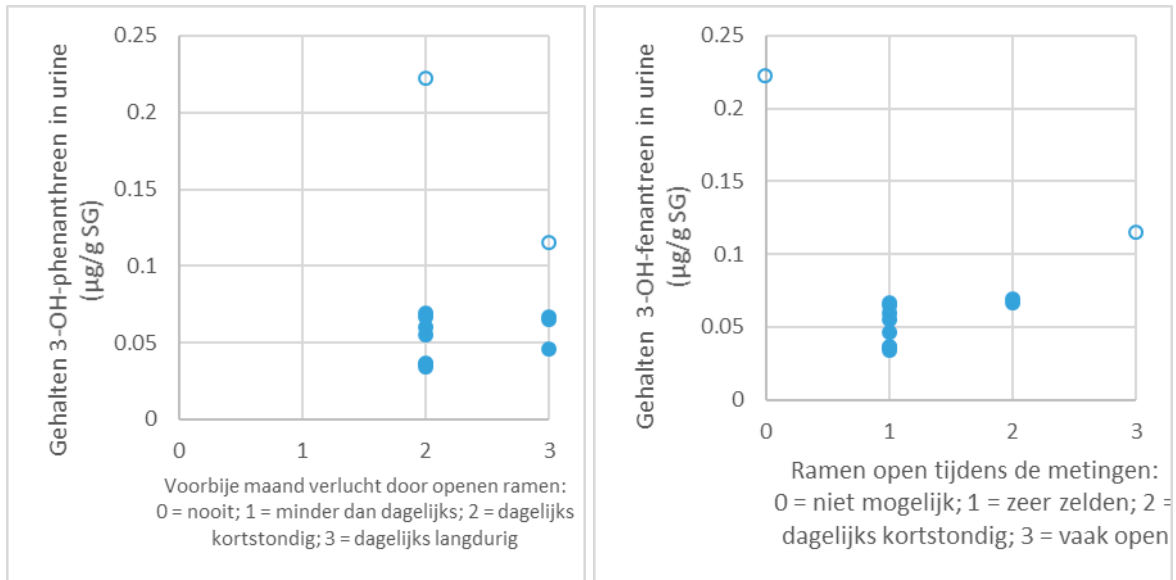
Figuur 36: Verandering van de gehalten 2-naftol in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van verluchten



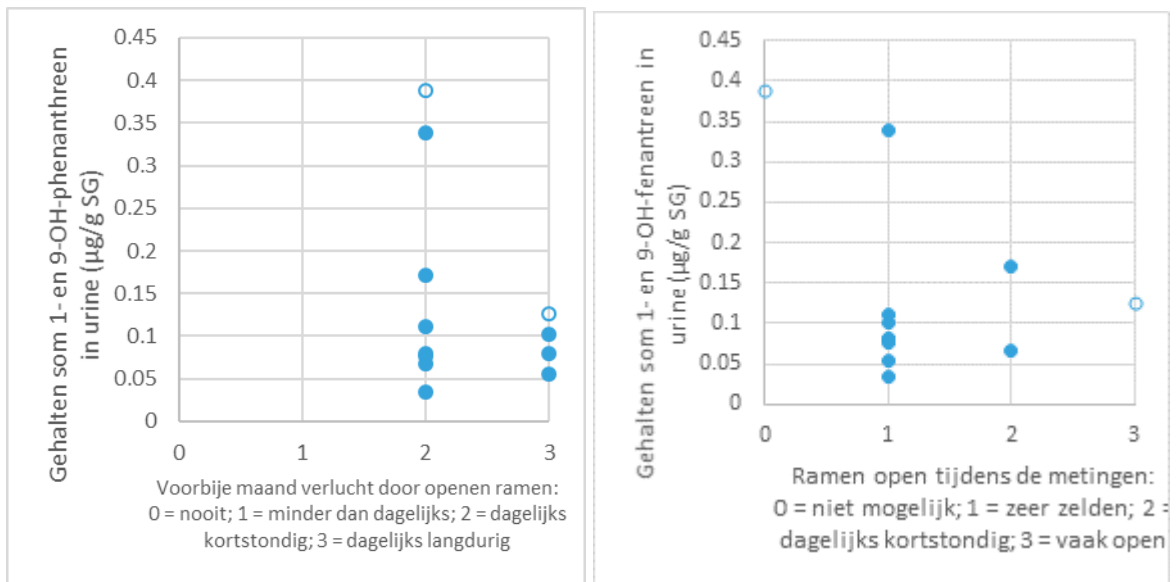
Figuur 37: Verandering van de gehalten aan som 2- en 3-OH-fluoreen in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van verluchten



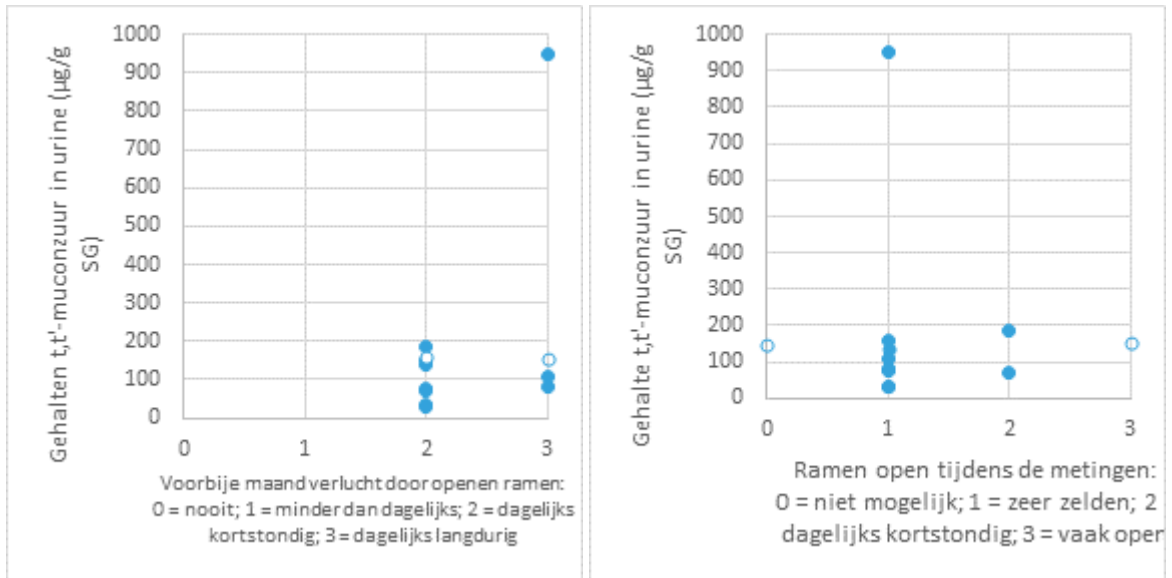
Figuur 38: Verandering van de gehalten 2-OH-fenanthreen in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van verluchten



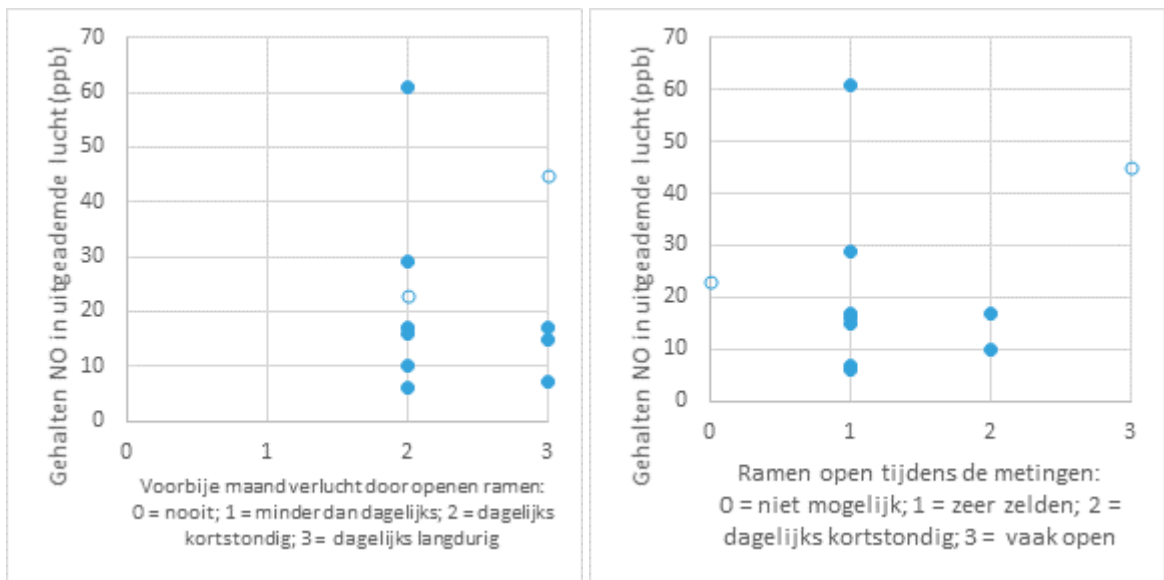
Figuur 39: Verandering van de gehalten 3-OH-fenanthreen in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van verluchten



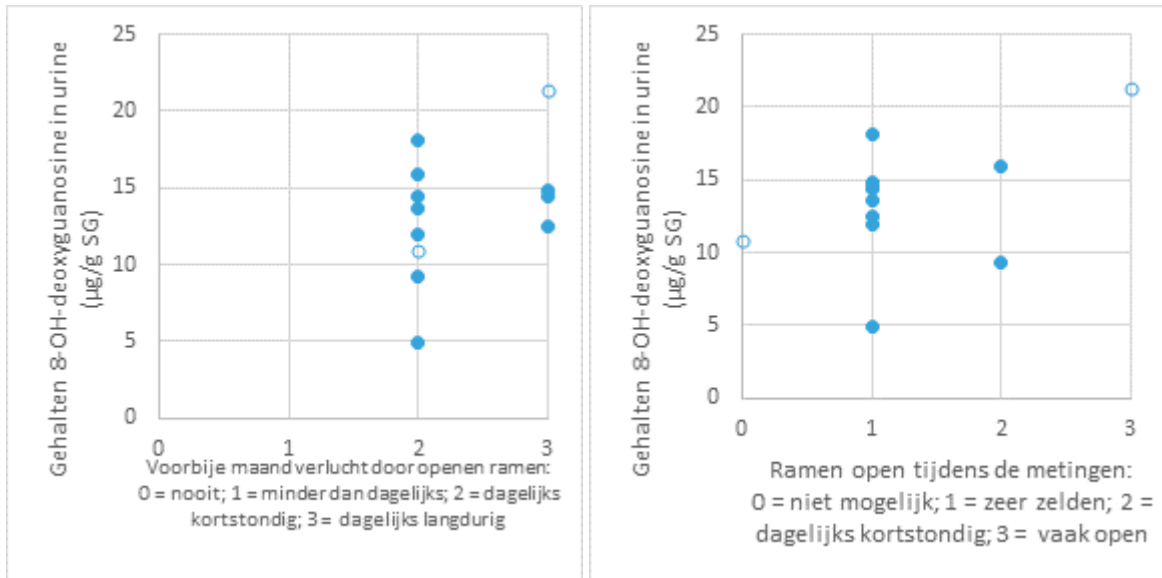
Figuur 40: Verandering van de gehalten som 1- en 9-OH-fenanthreen in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van verluchten



Figuur 41: Verandering van de gehalten t,t'-muconzuur in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine (SG), in functie van verluchten

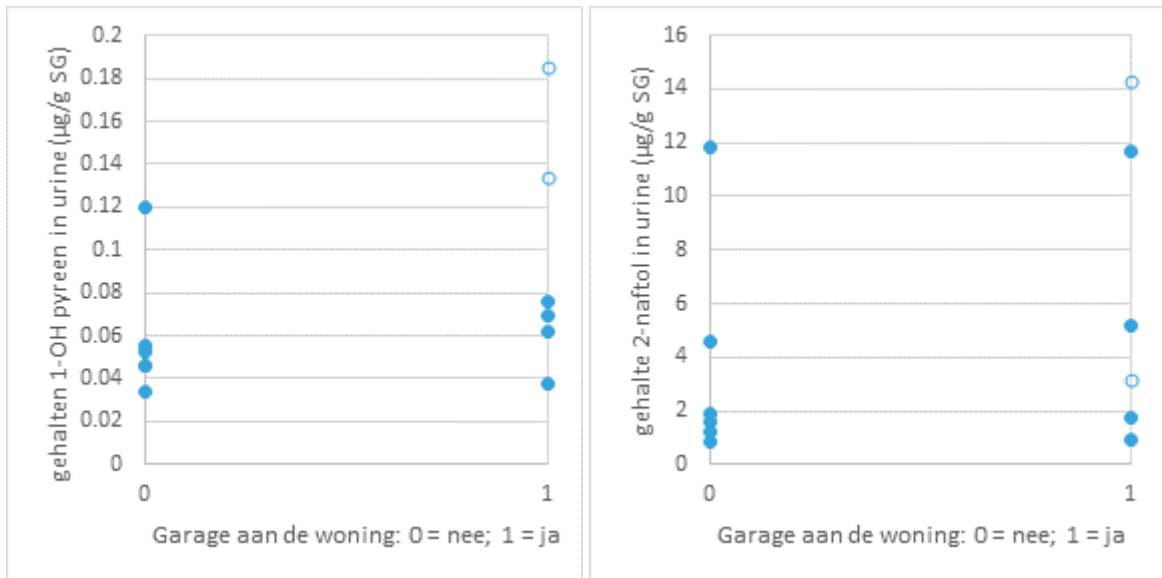


Figuur 42: Verandering van de gehalten NO in uitgeademde lucht (ppb), in functie van verluchten

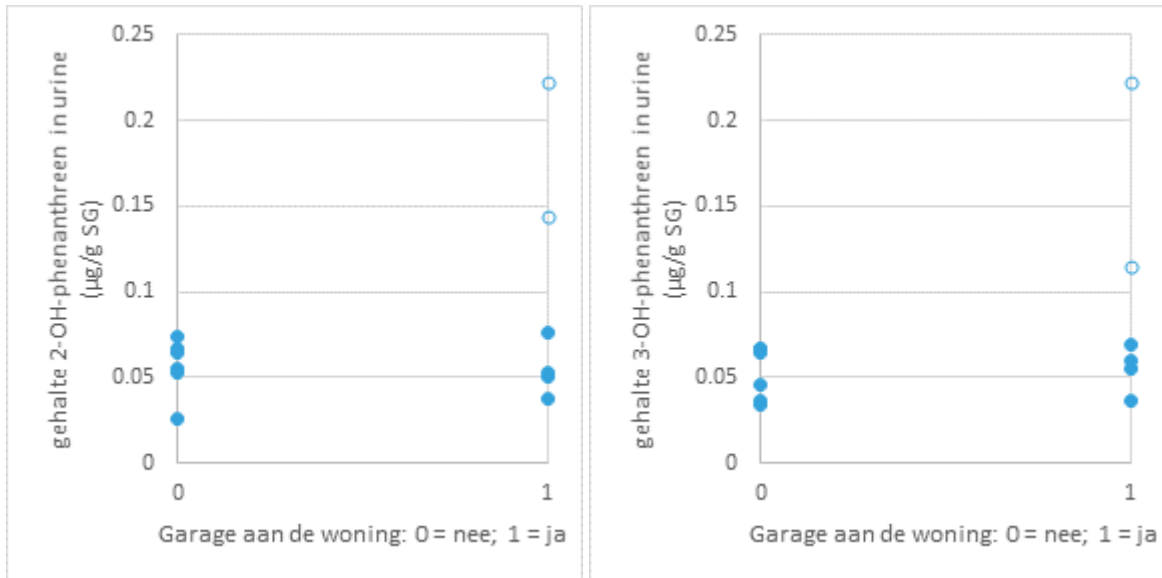


Figuur 43: Verandering van de gehalten 8-OH-deoxyguanosine in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van verluchten.

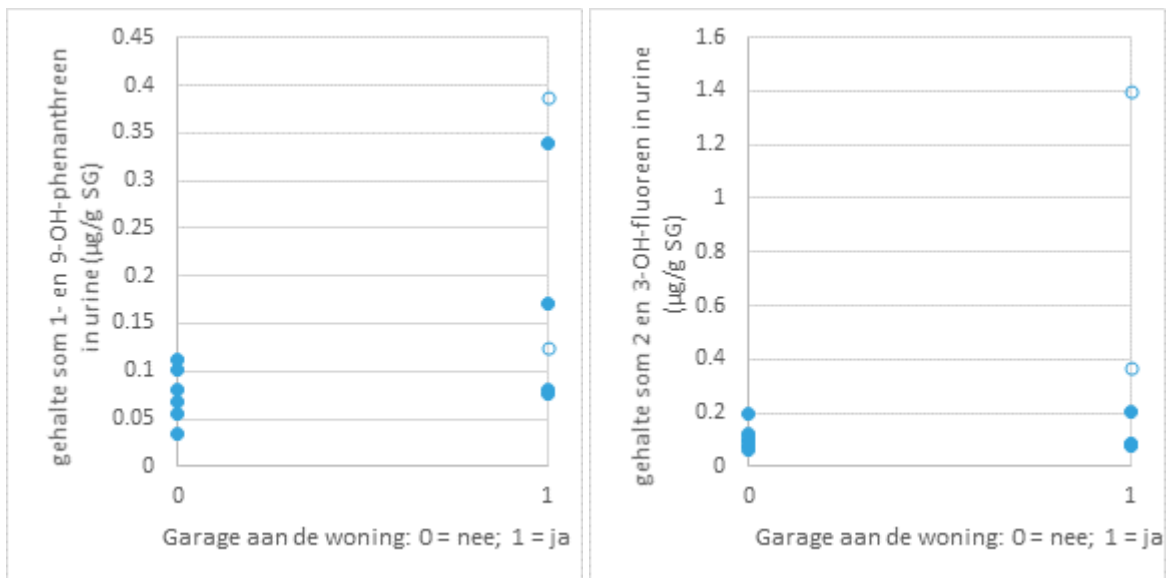
→ Invloed van motorvoertuigen in de woning



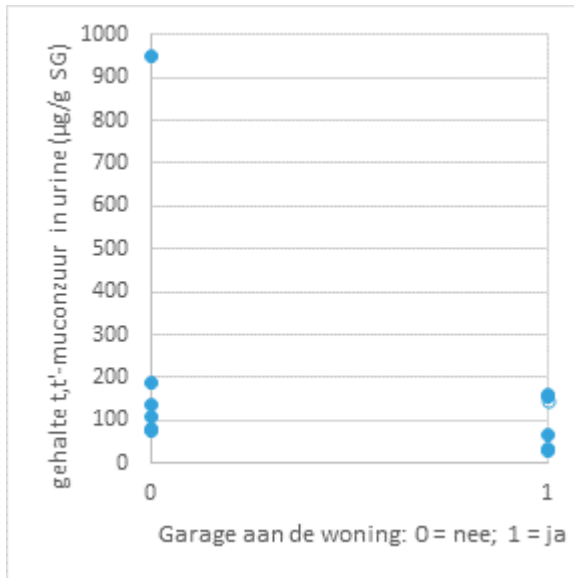
Figuur 44: Verandering in de gehalten 1-OH-pyreen en 2-naftol in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van aanwezigheid motorvoertuigen of materiaal met een verbrandingsmotor in de woning, namelijk garage.



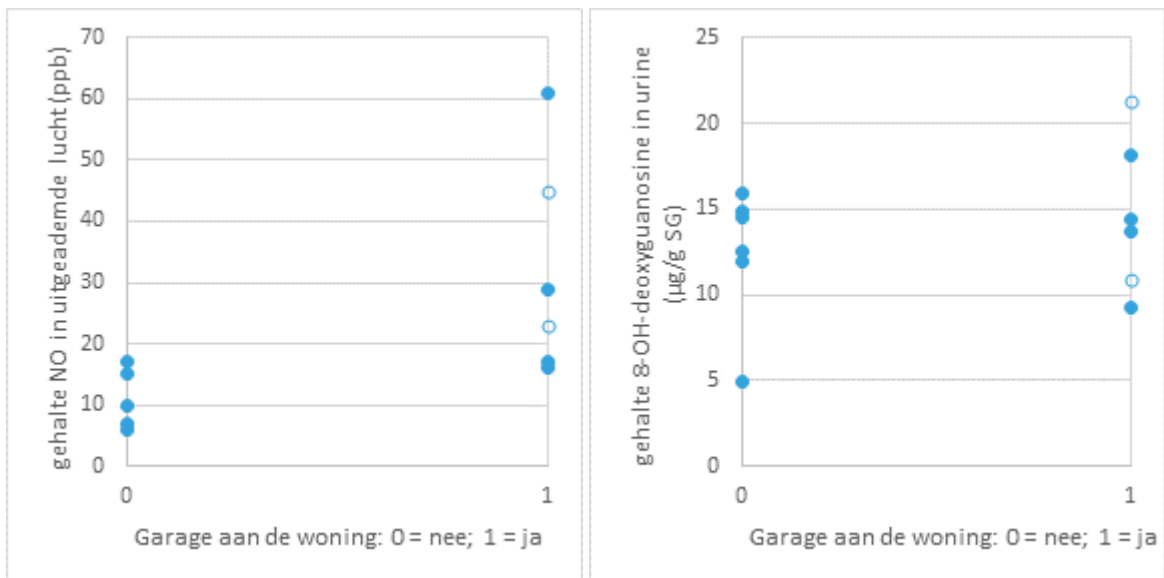
Figuur 45: Verandering in de gehalten 2-OH-phenanthreen en 3-OH-phenanthreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van aanwezigheid motorvoertuigen of materiaal met een verbrandingsmotor in de woning, namelijk garage.



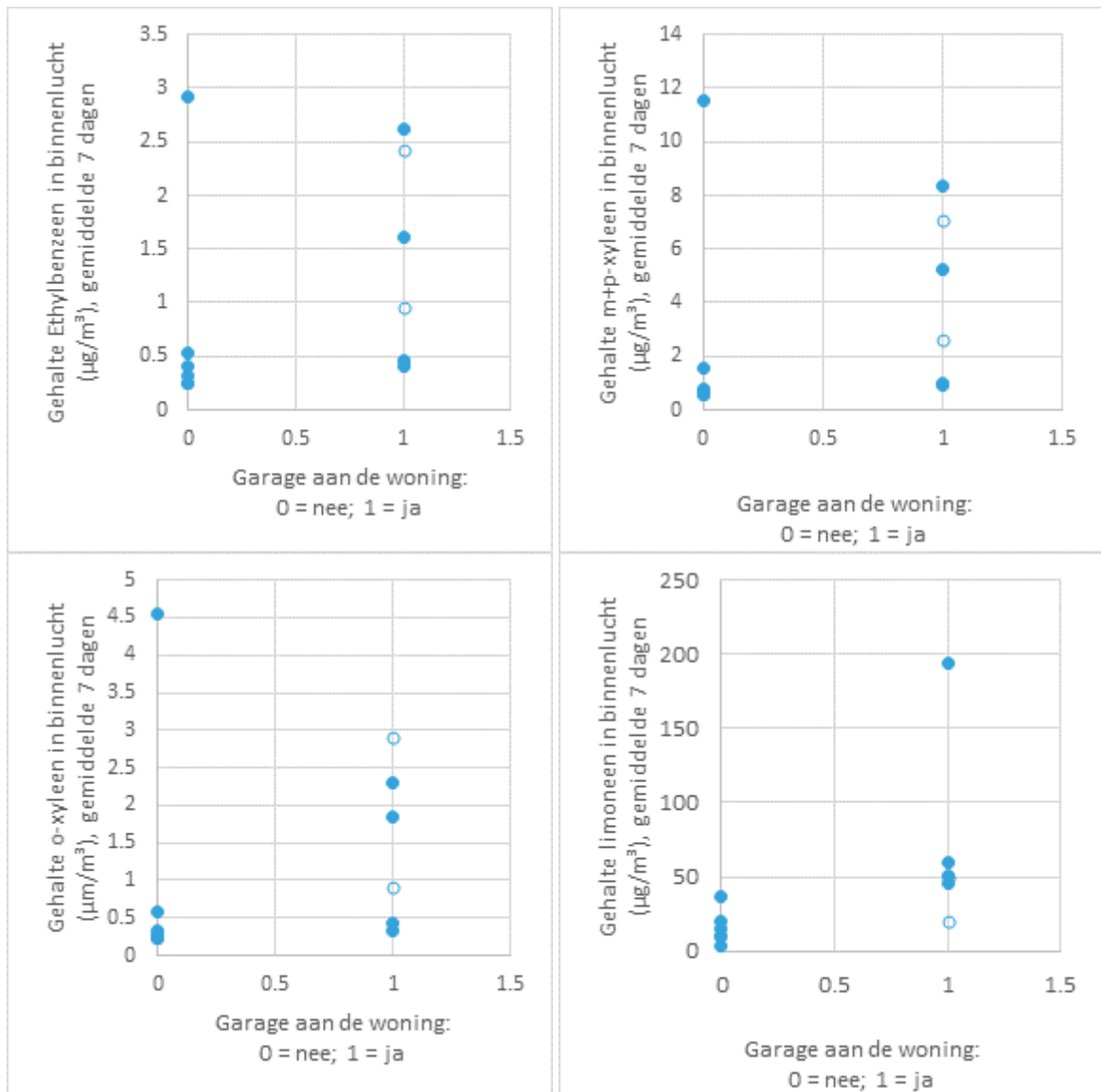
Figuur 46: Verandering in de gehalten som 1- en 9-OH-phenanthreen en som 3- en 3-OH-fluoreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van aanwezigheid motorvoertuigen of materiaal met een verbrandingsmotor in de woning, namelijk garage.



Figuur 47: Verandering in de gehalten som 2- en 3-fluoreen en t,t'-muconzuur in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van aanwezigheid motorvoertuigen of materiaal met een verbrandingsmotor in de woning, namelijk garage.

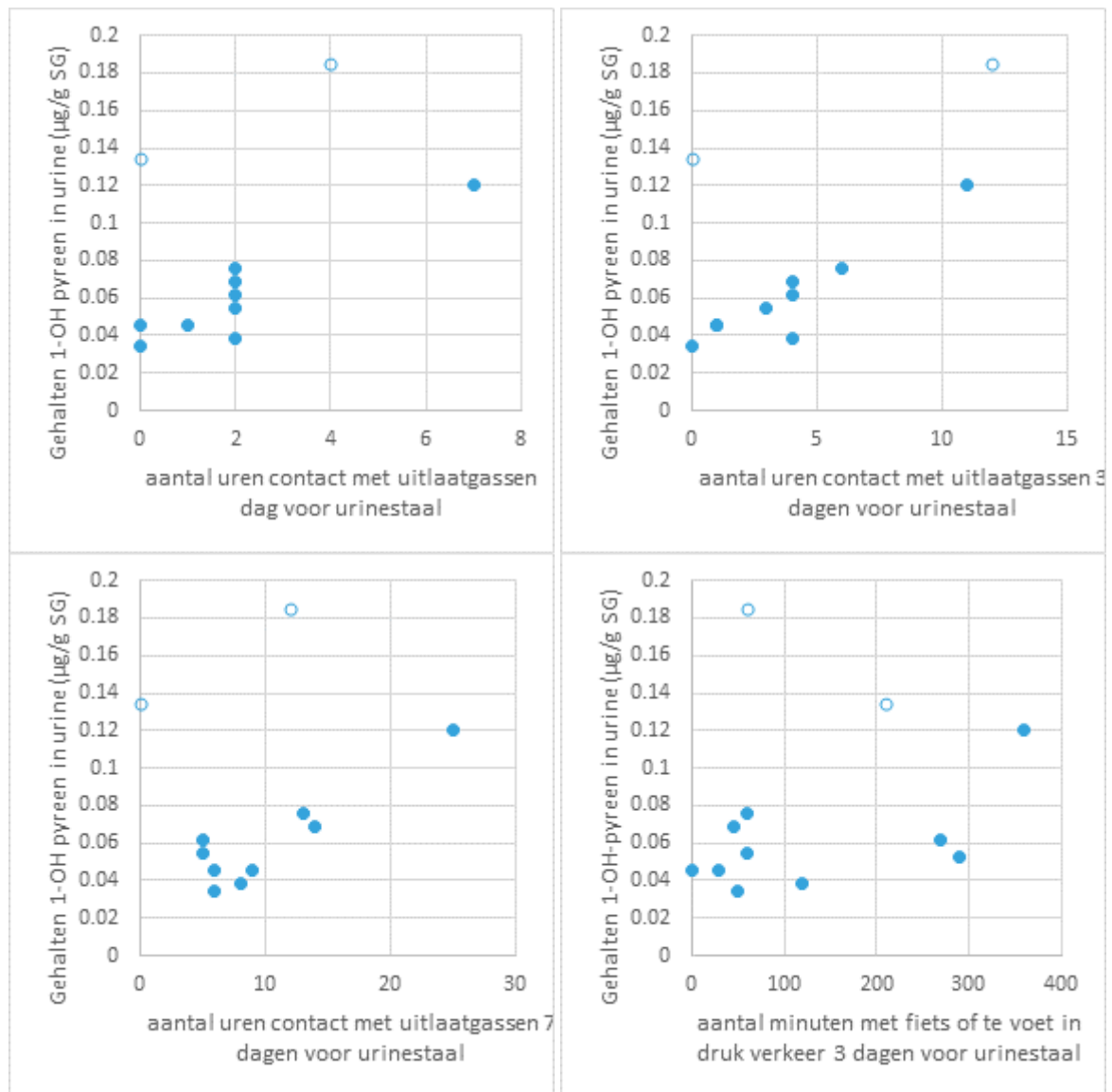


Figuur 48: Verandering in de gehalten NO in ademlucht (ppb) en 8-OH-deoxyguanosine in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van aanwezigheid motorvoertuigen of materiaal met een verbrandingsmotor in de woning, namelijk garage.

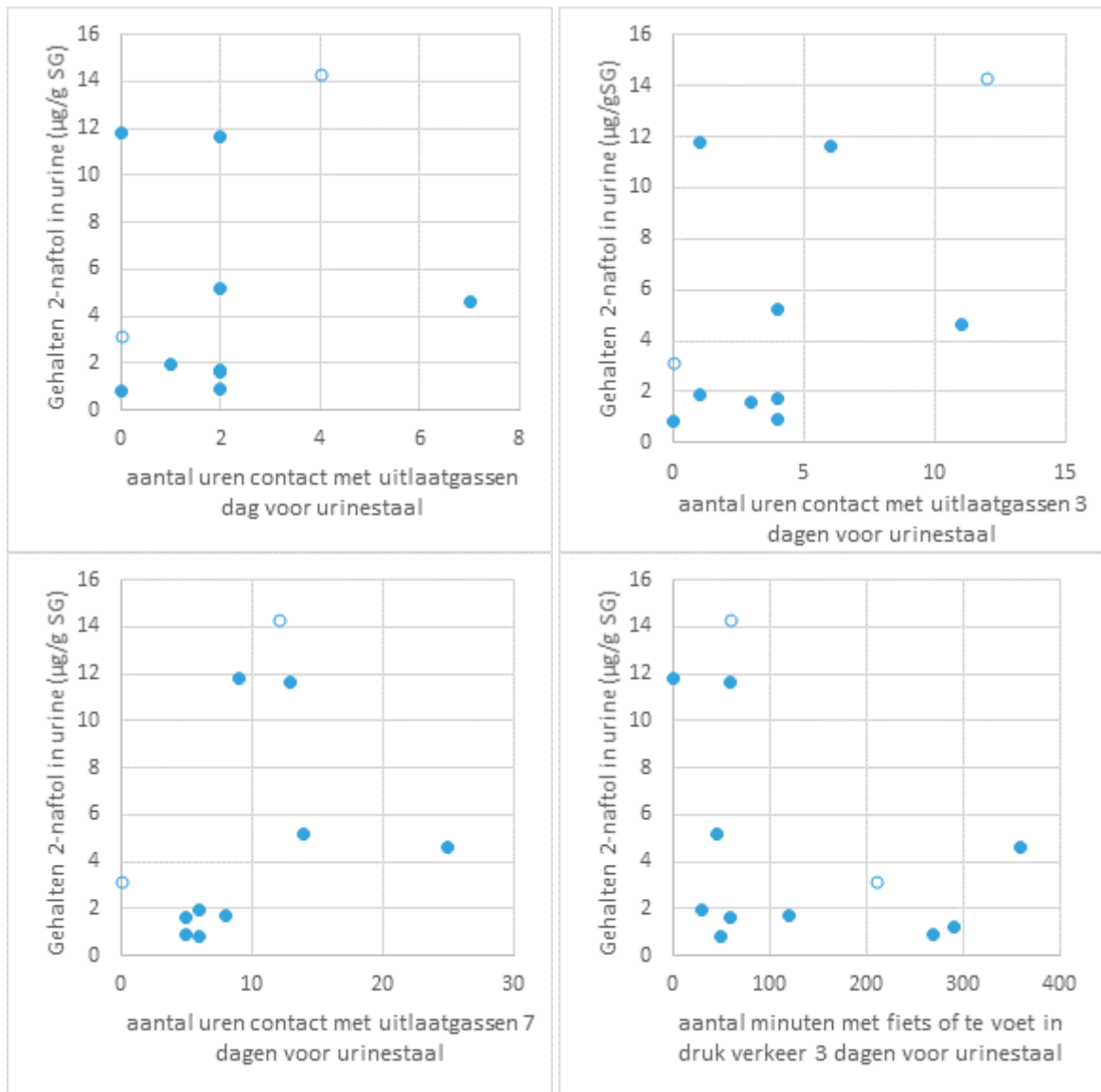


Figuur 49: Gehalten aan ethylbenzeen, m+p-xyleen, o-xyleen en limoneen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de binnenlucht in functie van aanwezigheid motorvoertuigen of materiaal met een verbrandingsmotor in de woning, namelijk garage.

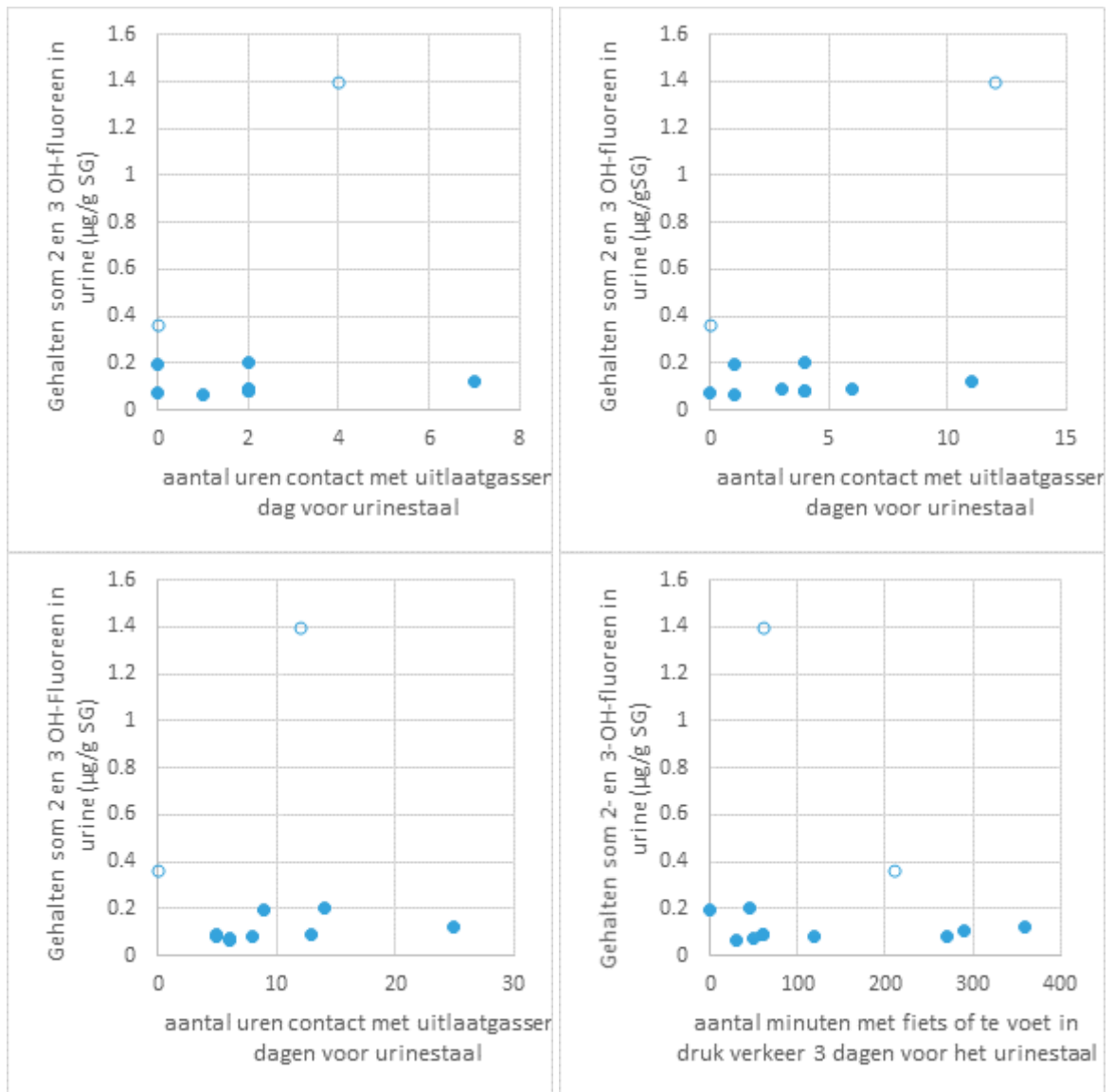
→ Invloed van contact met uitlaatgassen



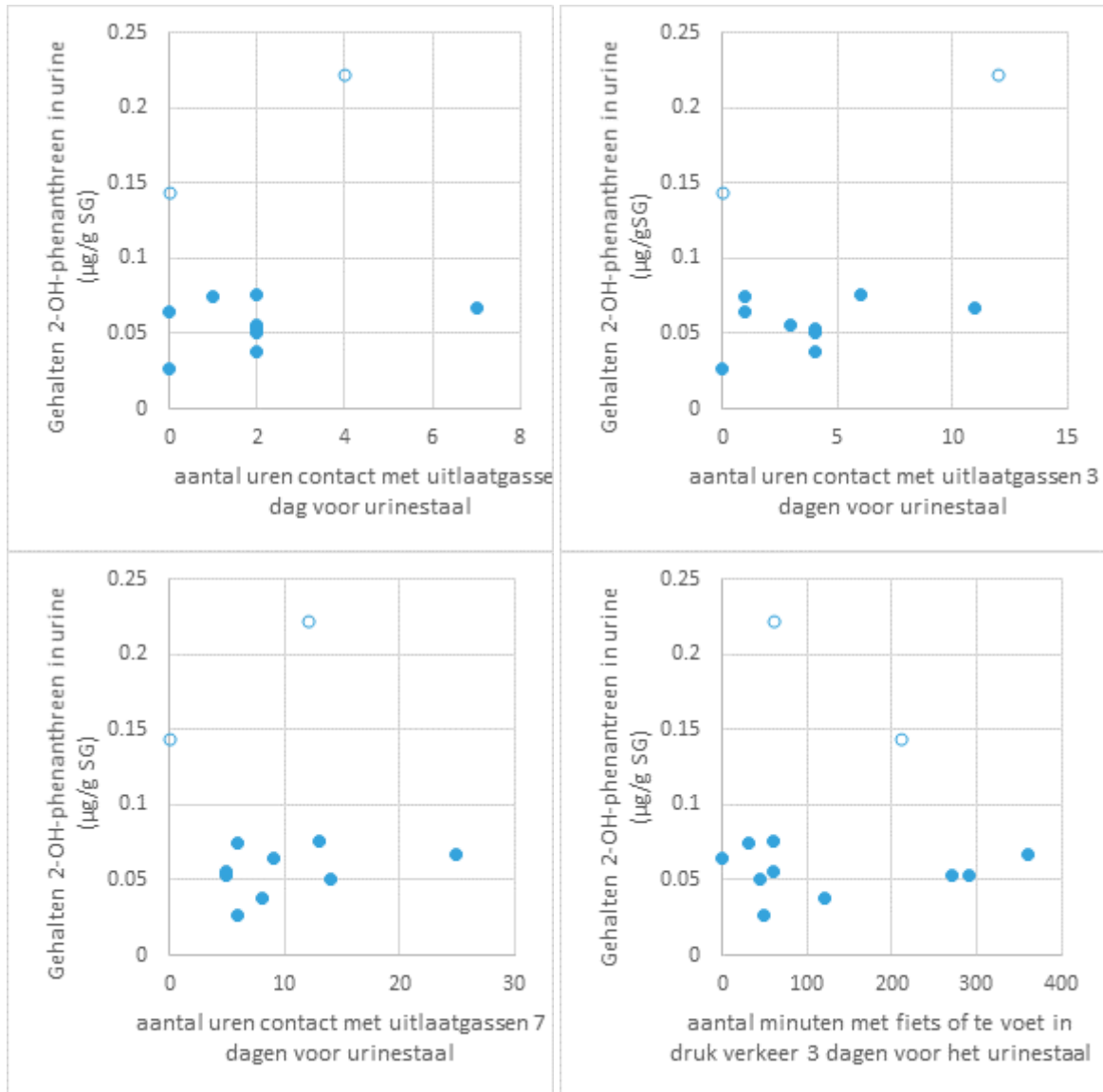
Figuur 50: Verandering van de gehalten 1-OH-pyreen ($\mu\text{g/g SG}$) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van contact met uitlaatgassen



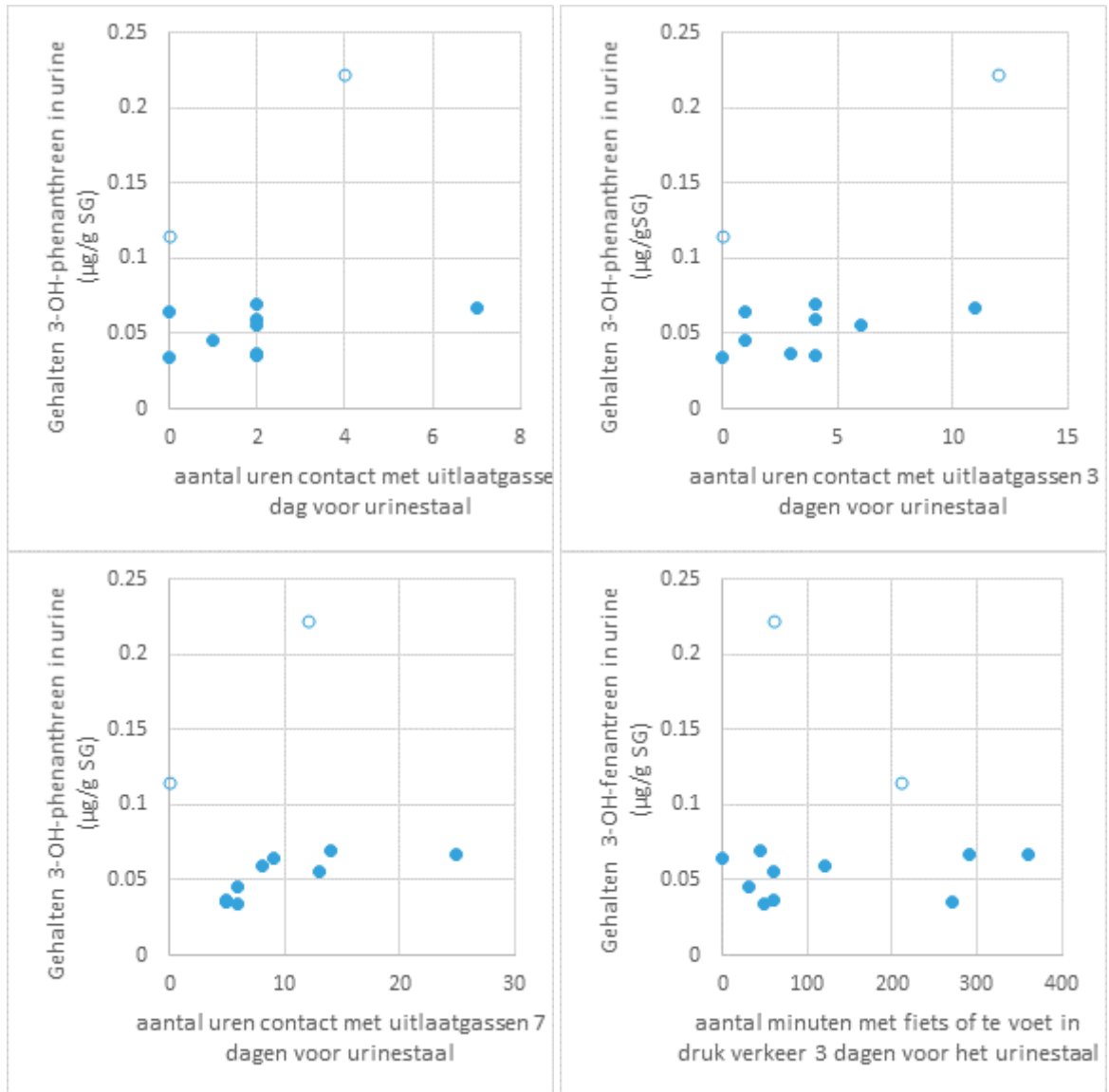
Figuur 51: Verandering van de gehalten 2-naftol (µg/g SG) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van contact met uitlaatgassen



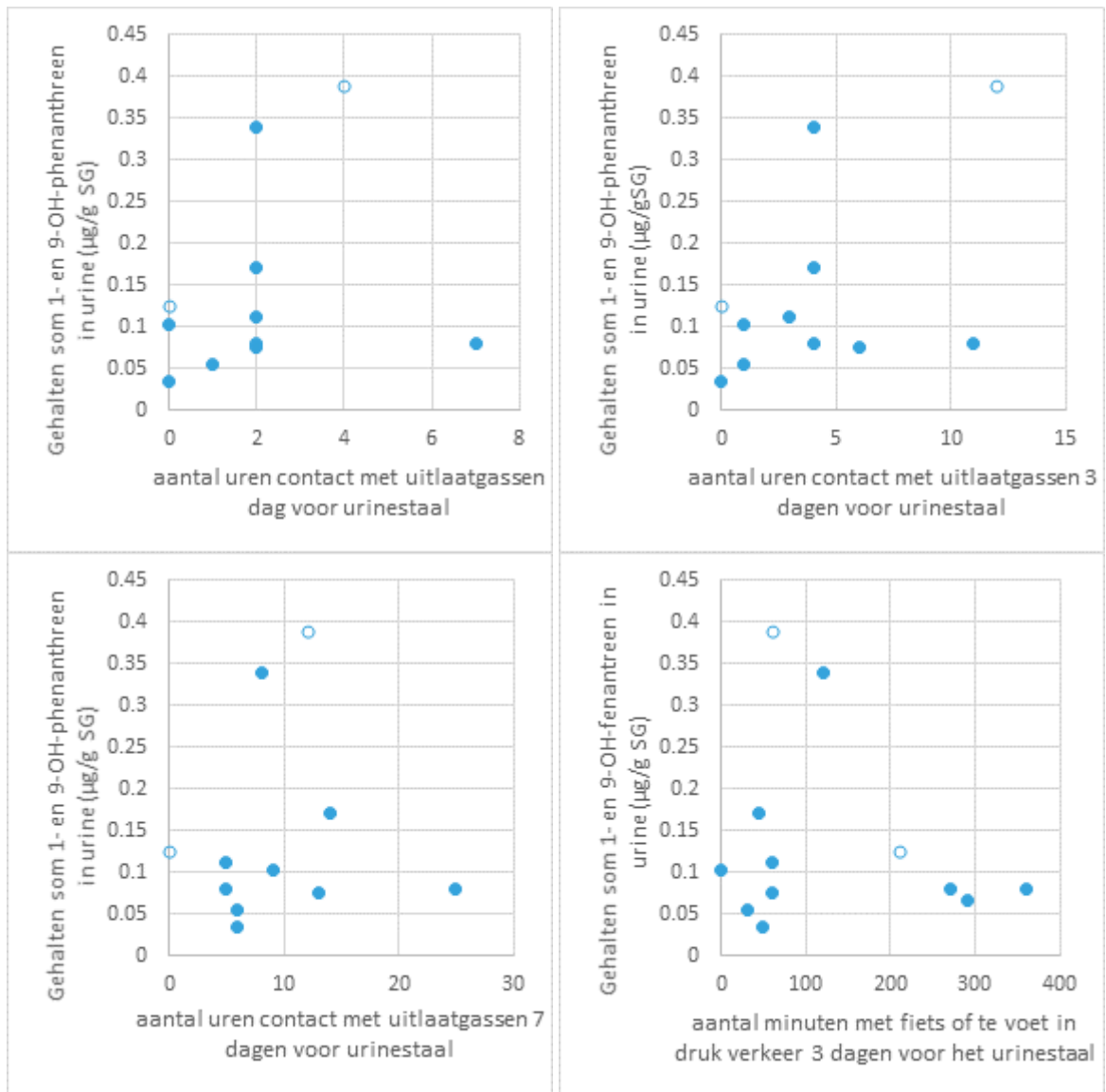
Figuur 52: Verandering van de gehalten aan de som van 2- en 3-OH-fluoreen ($\mu\text{g/g SG}$) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van contact met uitlaatgassen



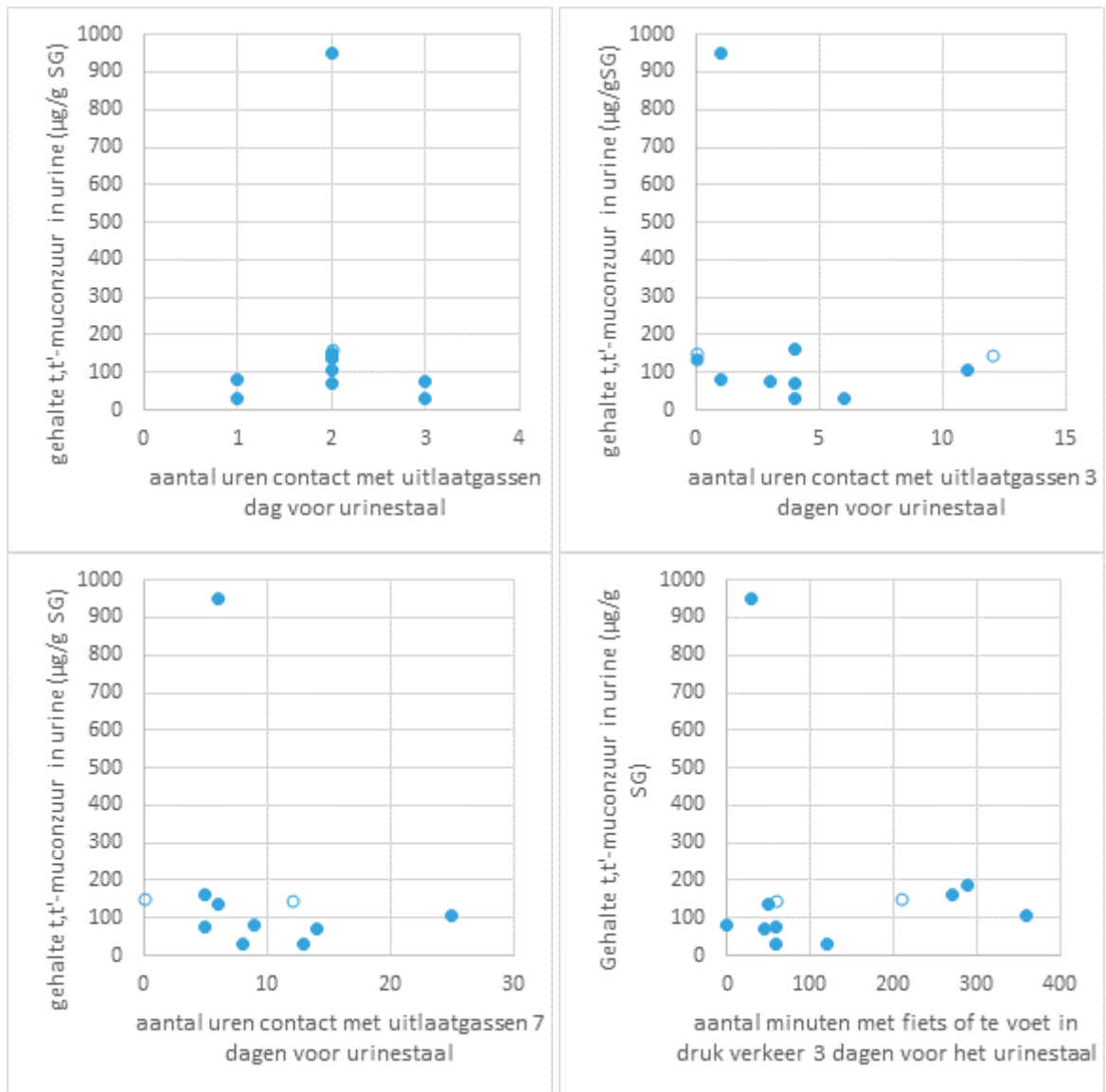
Figuur 53: Verandering van de gehalten 2-OH-fenanthreen ($\mu\text{g/g SG}$) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van contact met uitlaatgassen



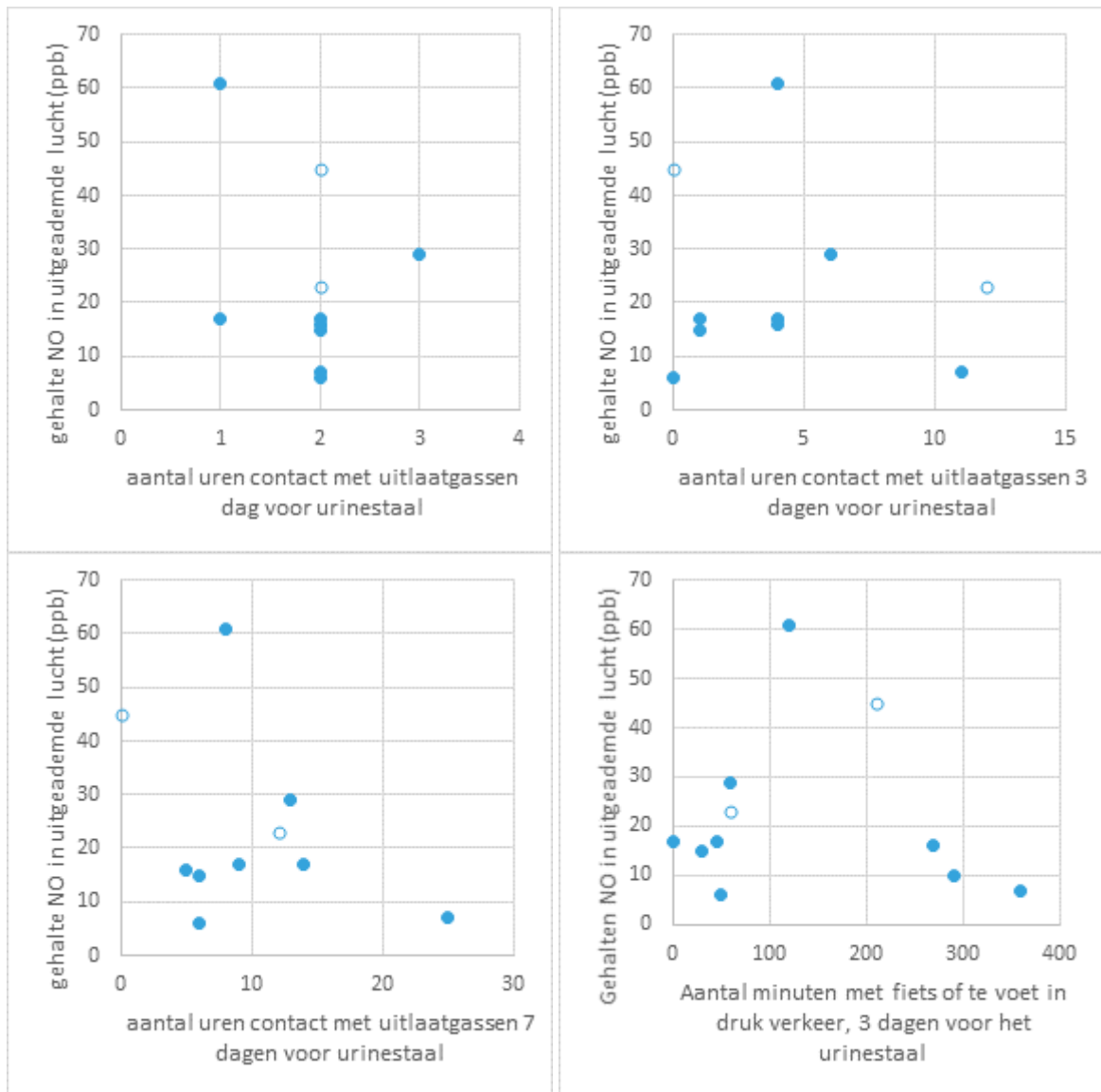
Figuur 54: Verandering van de gehalten 3-fenanthreen ($\mu\text{g/g SG}$) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van contact met uitlaatgassen



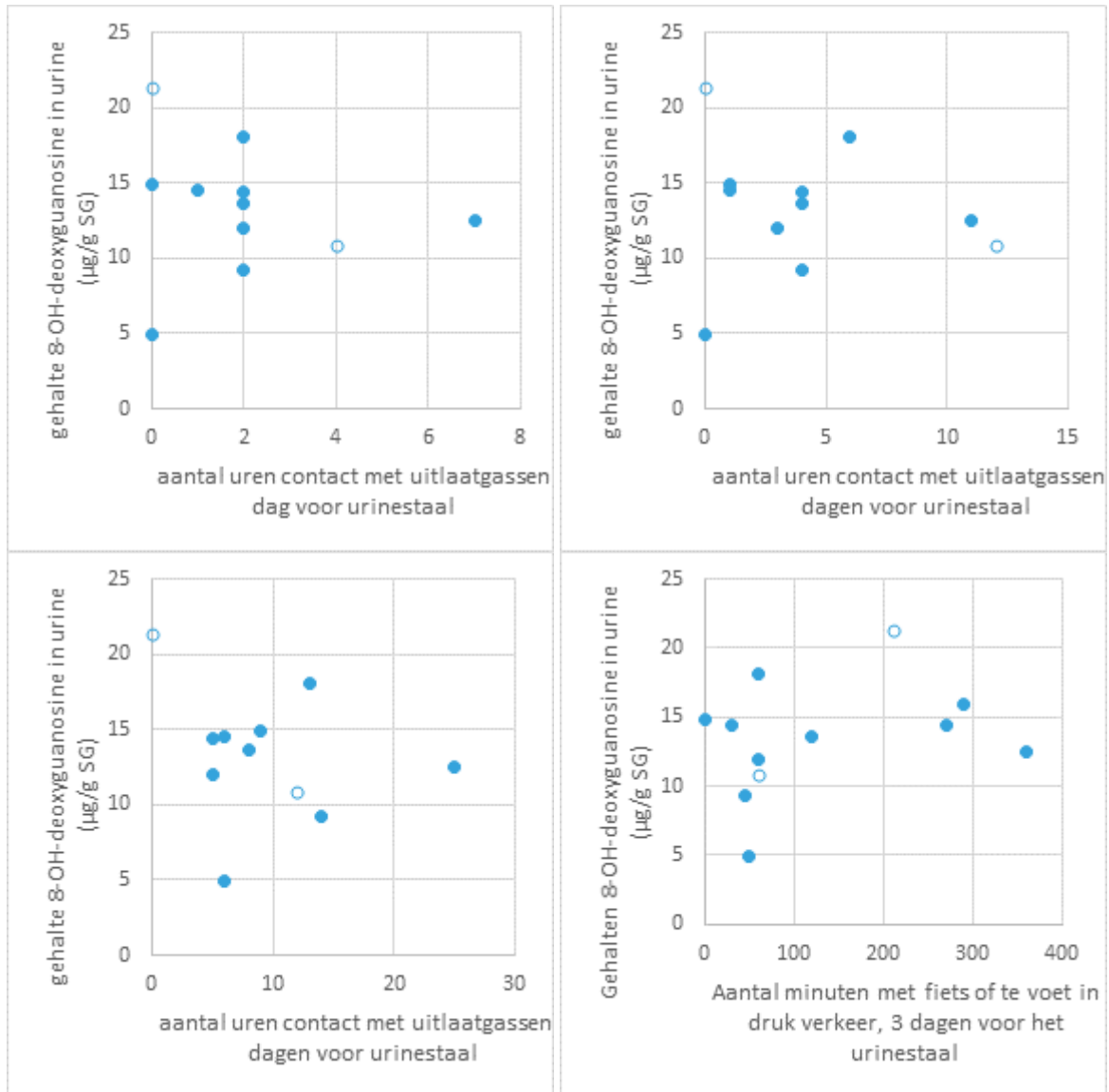
Figuur 55: Verandering van de gehalten aan som van 1- en 9-OH-fenanthreen (µg/g SG) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van contact met uitlaatgassen



Figuur 56: Veranderingen van de gehalten t,t'-muconzuur (µg/g SG) in urine, gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine, in functie van contact met uitlaatgassen

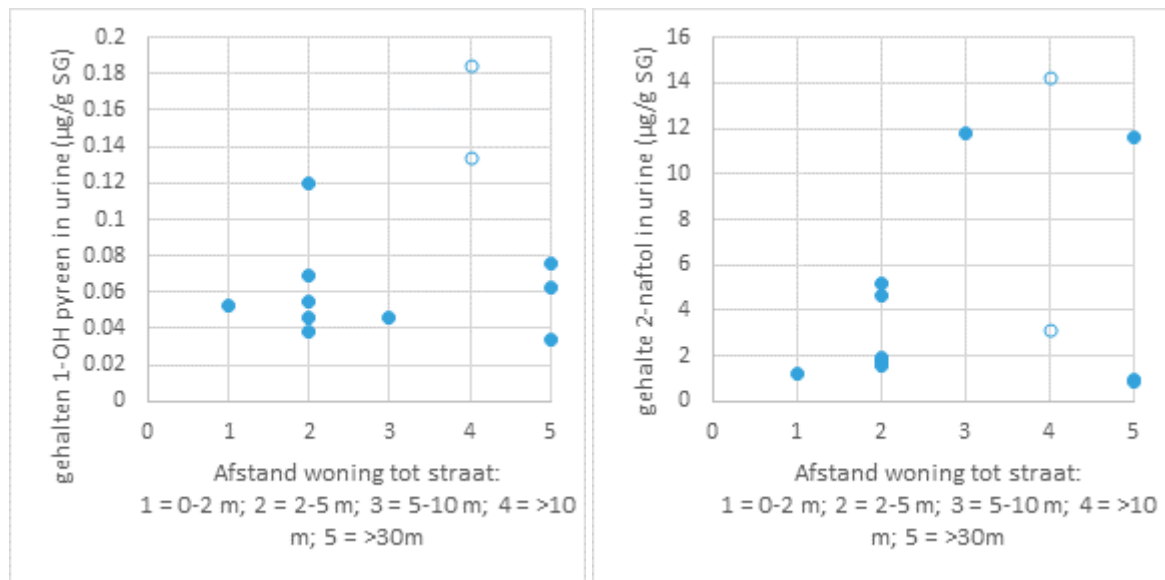


Figuur 57: Verandering van de gehalten NO in uitgeademde lucht (ppb), in functie van contact met uitlaatgassen.

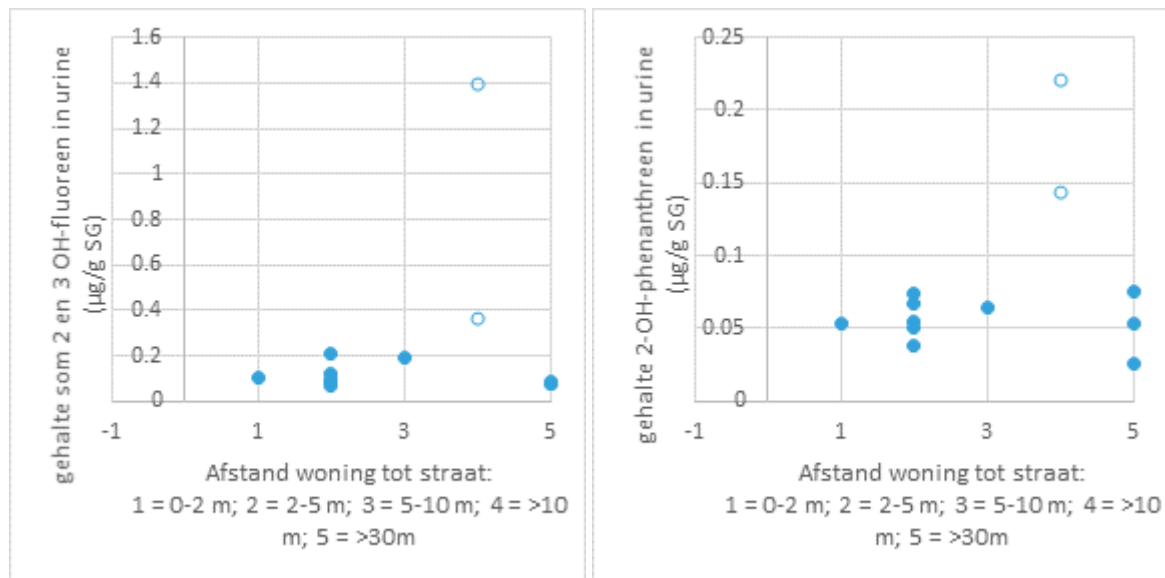


Figuur 58: Verandering van de gehalten 8-OH-deoxyguanosine in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine., in functie van contact met uitlaatgassen

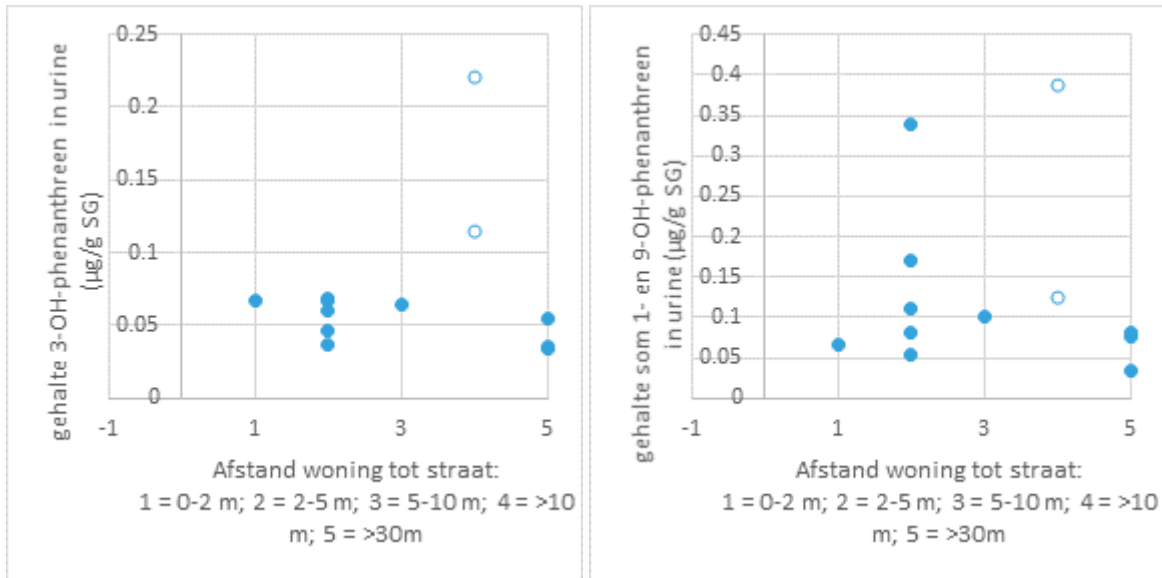
→ Invloed van afstand tot de weg



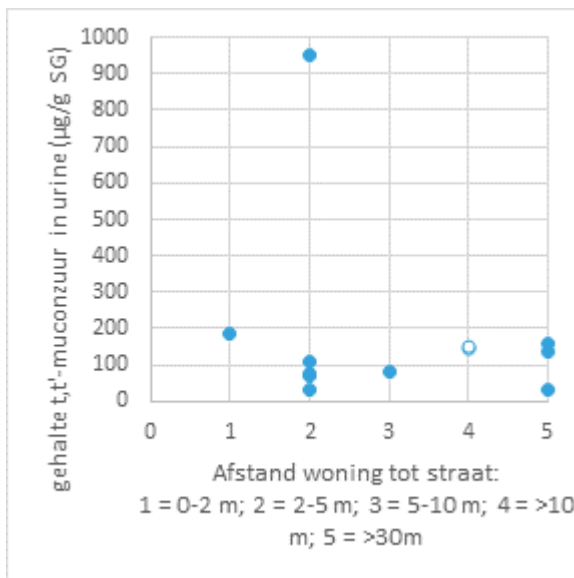
Figuur 59: Verandering in de gehalten 1-OH-pyreen en 2-naftol in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van afstand van de woning tot de straat.



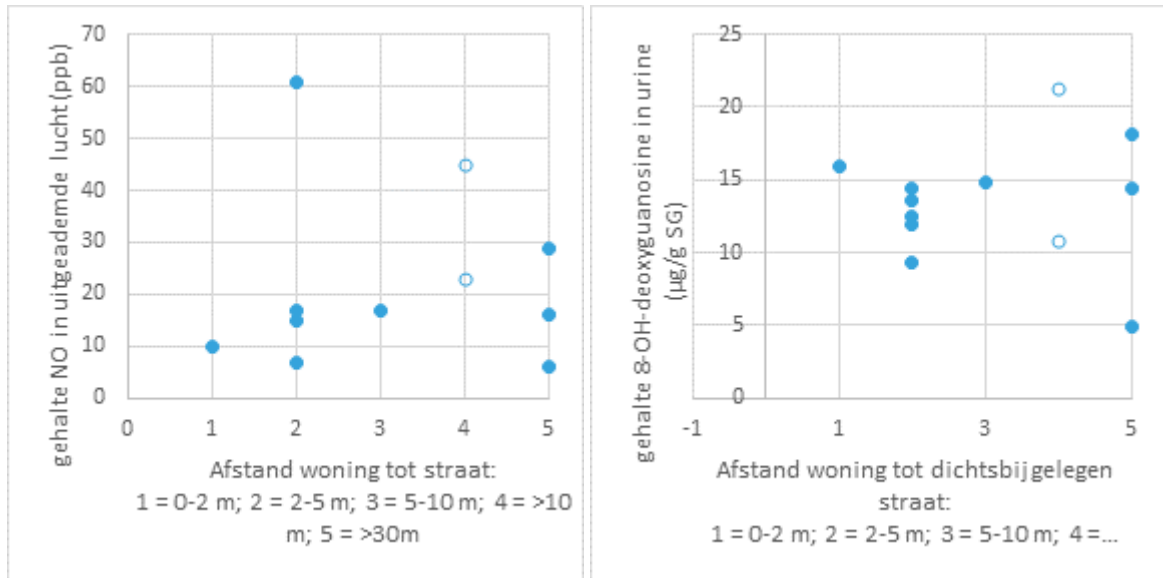
Figuur 60: Verandering in de gehalten aan de som van 2-en 3-OH-fluoreen en 2-OH-phenantreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van afstand van de woning tot de straat.



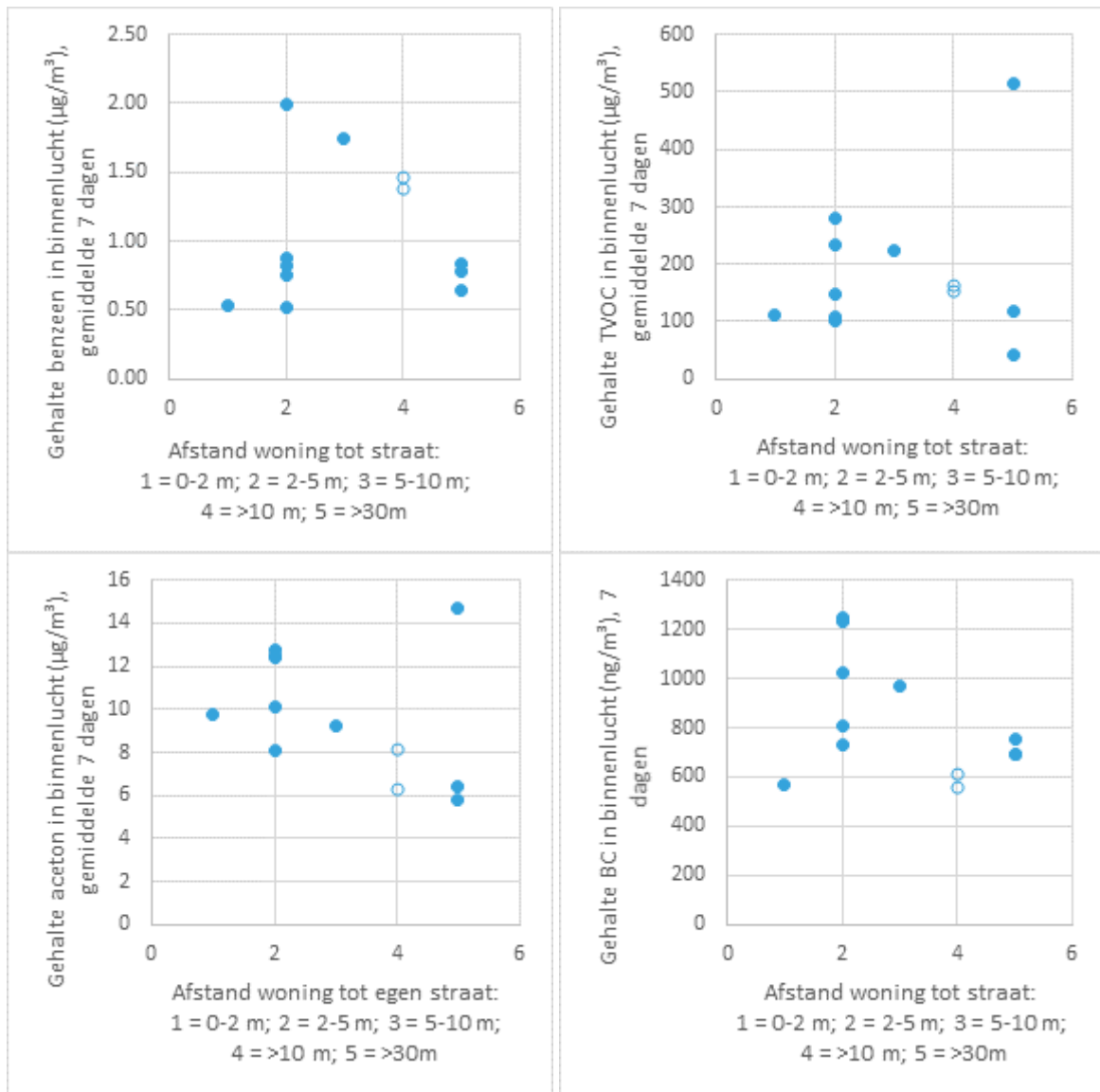
Figuur 61: Verandering in de gehalten 3-OH-phenanthreen en som 1- en 9-OH-phenanthreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van afstand van de woning tot de straat.



Figuur 62: Verandering in de gehalten aan t,t'-muconzuur in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van afstand van de woning tot de straat.

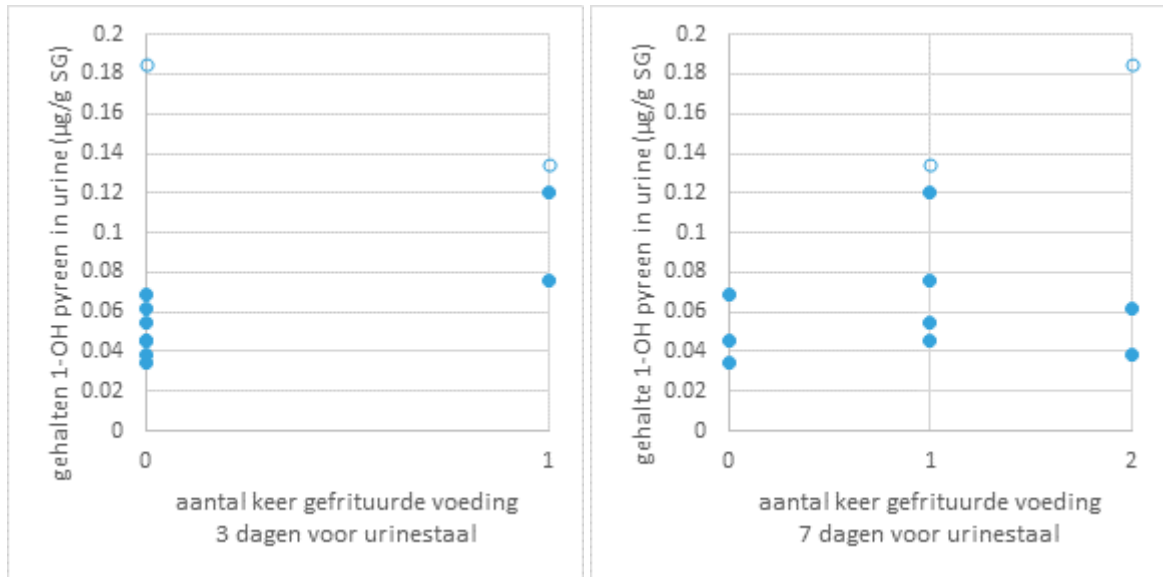


Figuur 63: Verandering in de gehalten aan NO in uitgeademde lucht (ppb) en 8-OH-deoxyguanosine in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van afstand van de woning tot de straat.

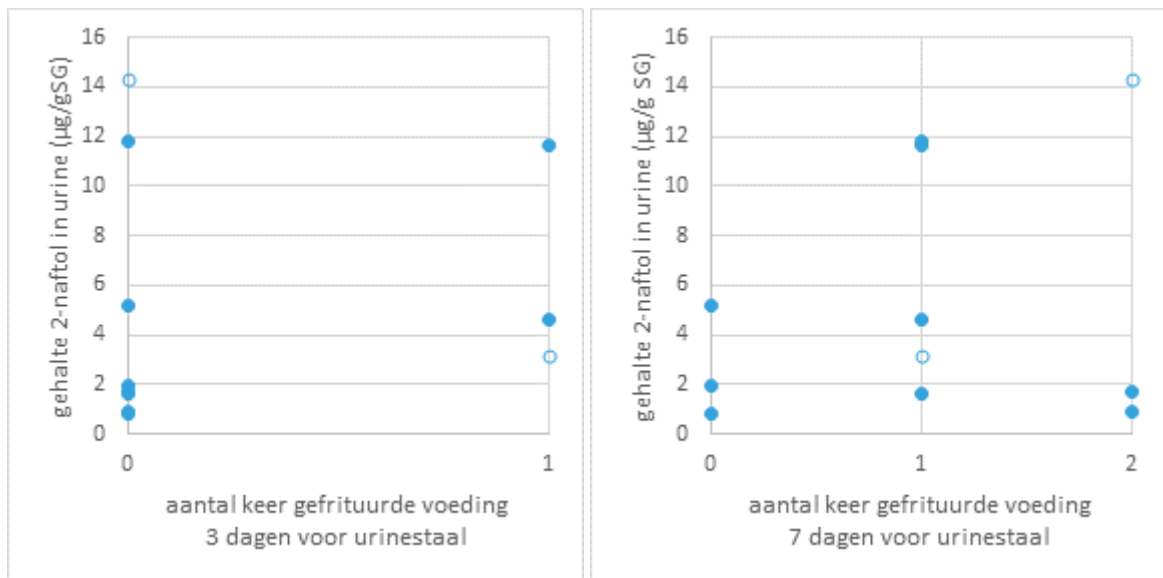


Figuur 64: Verandering in de gehalten aan benzeen, TVOS's, aceton ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en black carbon (ng/m^3) in de binnenlucht in functie van de afstand van de woning tot de straat.

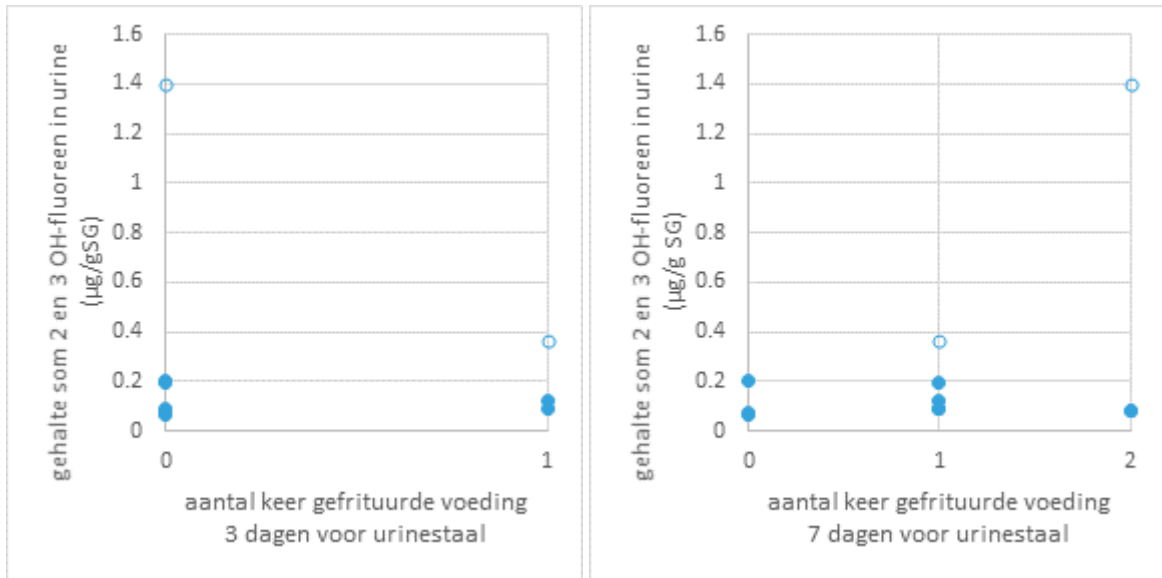
→ Invloed van consumptie gefrituurde voeding



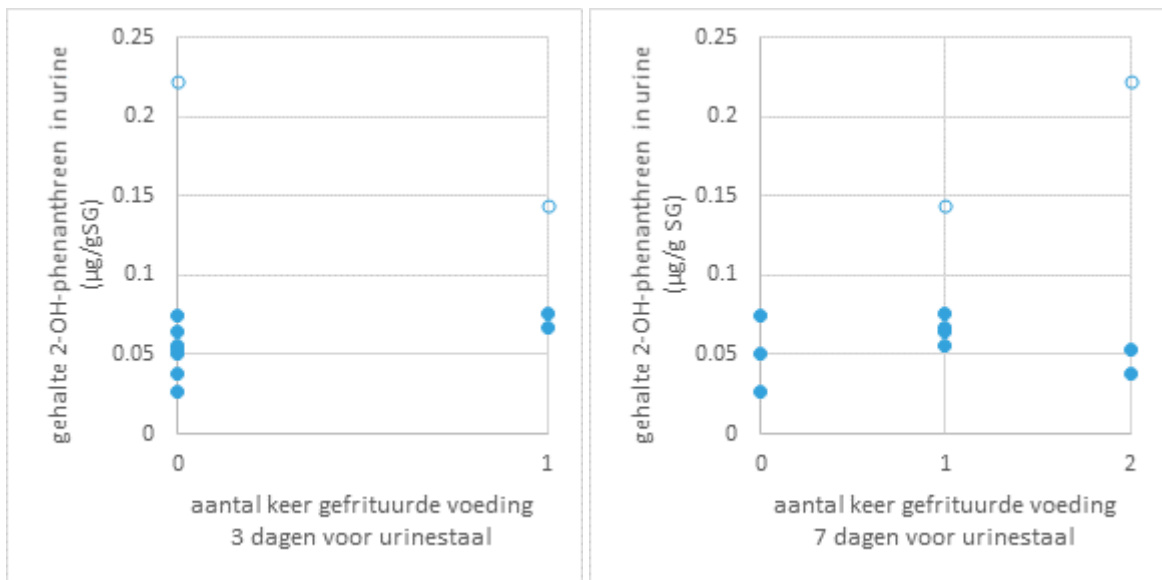
Figuur 65: Verandering van de gehalten 1-OH-pyreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van consumptie van gefrituurde voeding



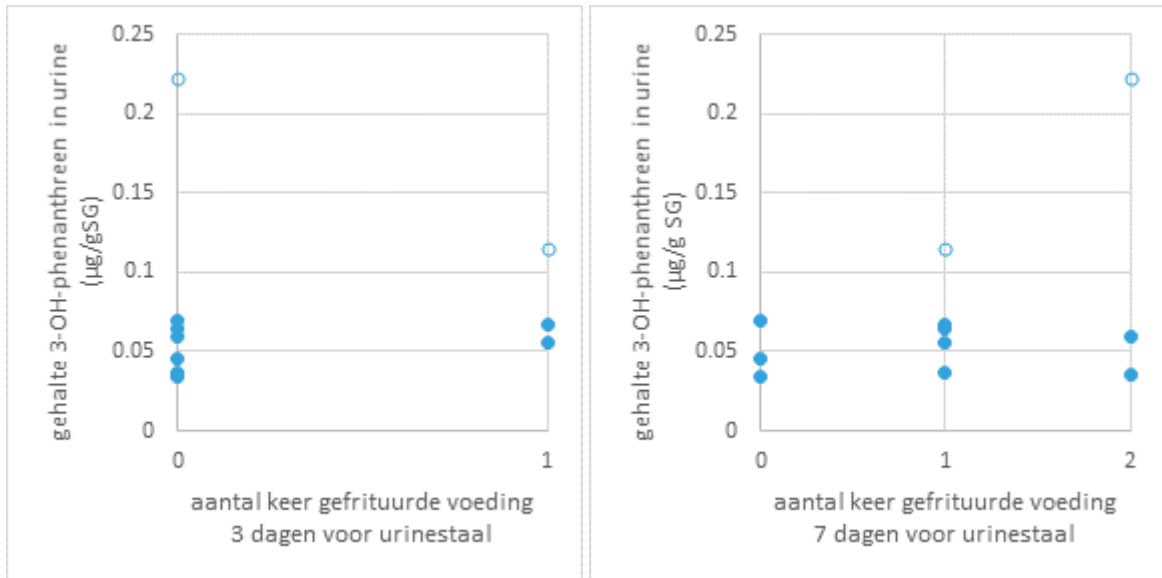
Figuur 66: Verandering van de gehalten 2-naftol in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van consumptie van gefrituurde voeding.



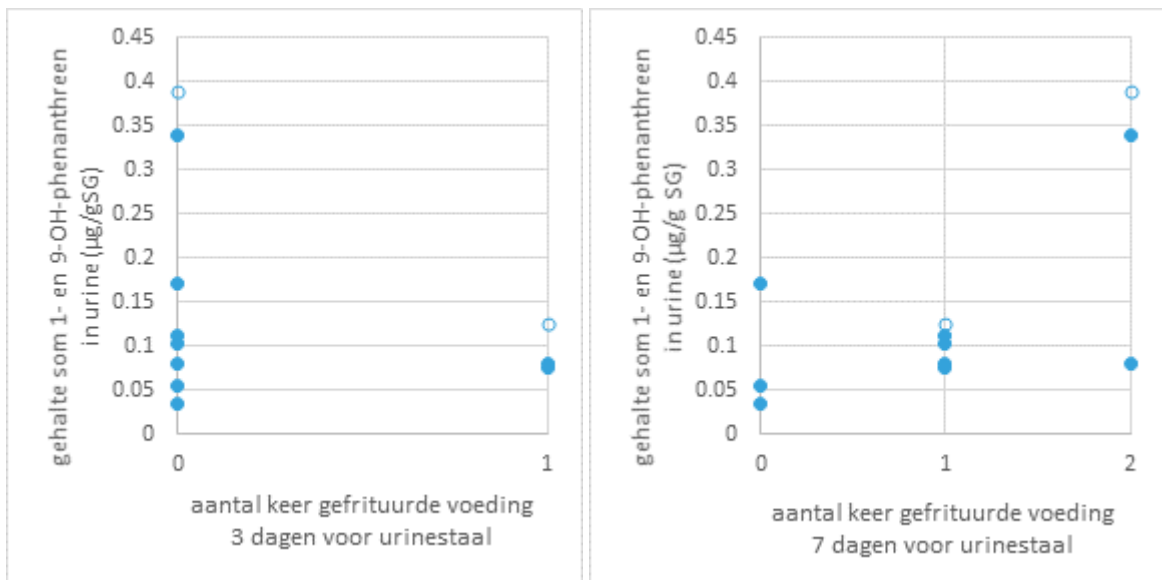
Figuur 67: Verandering van de gehalten som 2- en 3-fluoreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van consumptie van gefrituurde voeding.



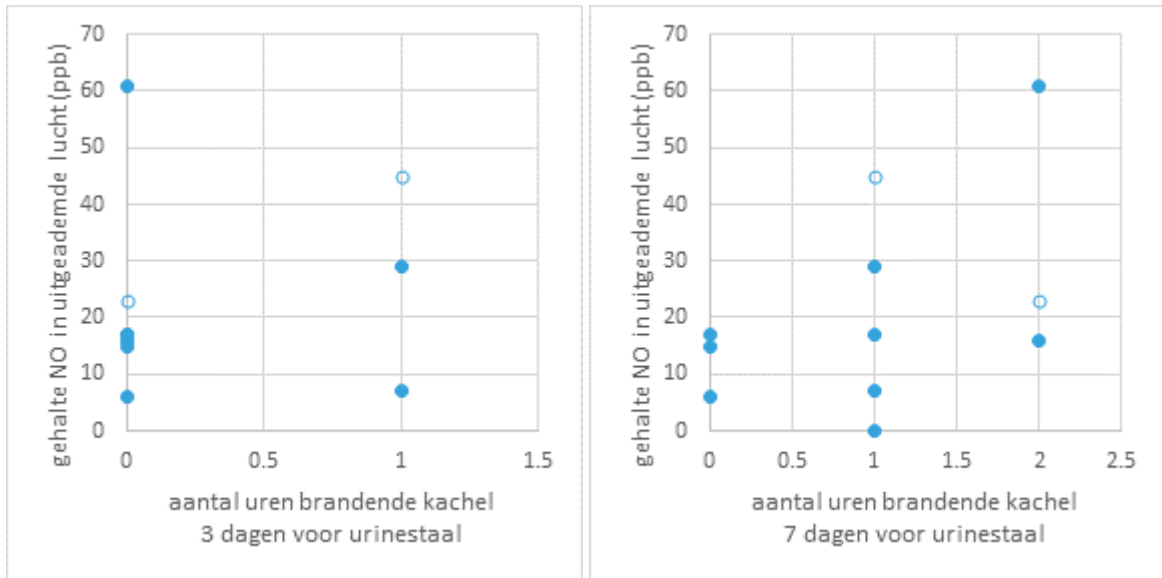
Figuur 68: Verandering van de gehalten 2-OH-phenanthreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van consumptie van gefrituurde voeding.



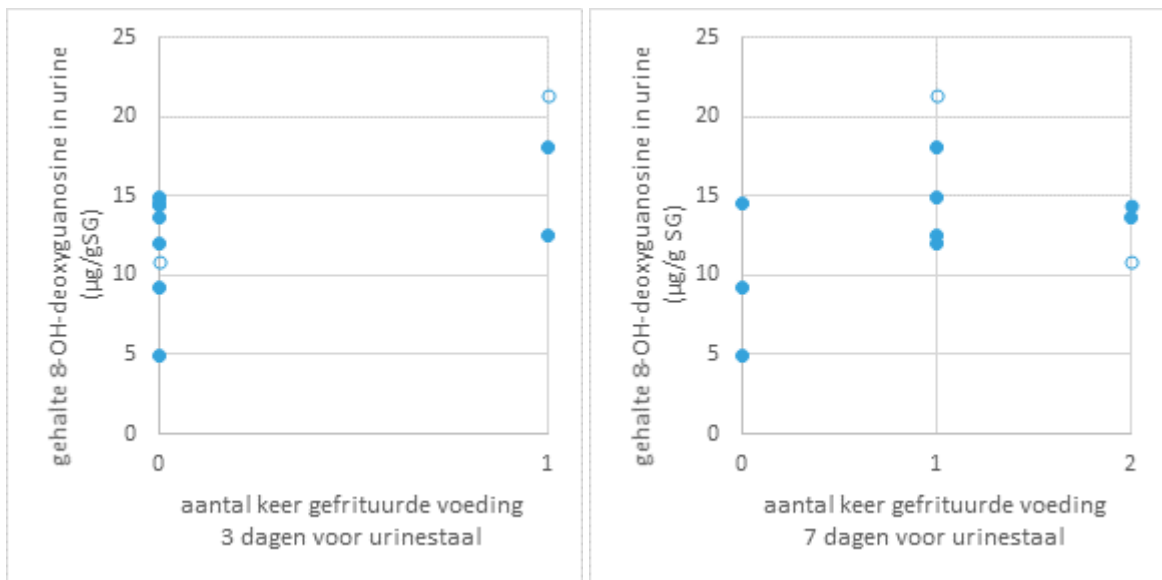
Figuur 69: Verandering van de gehalten 3-OH-phenanthreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van consumptie van gefrituurde voeding.



Figuur 70: Verandering van de gehalten som 1- en 9-OH-phenanthreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van consumptie van gefrituurde voeding.

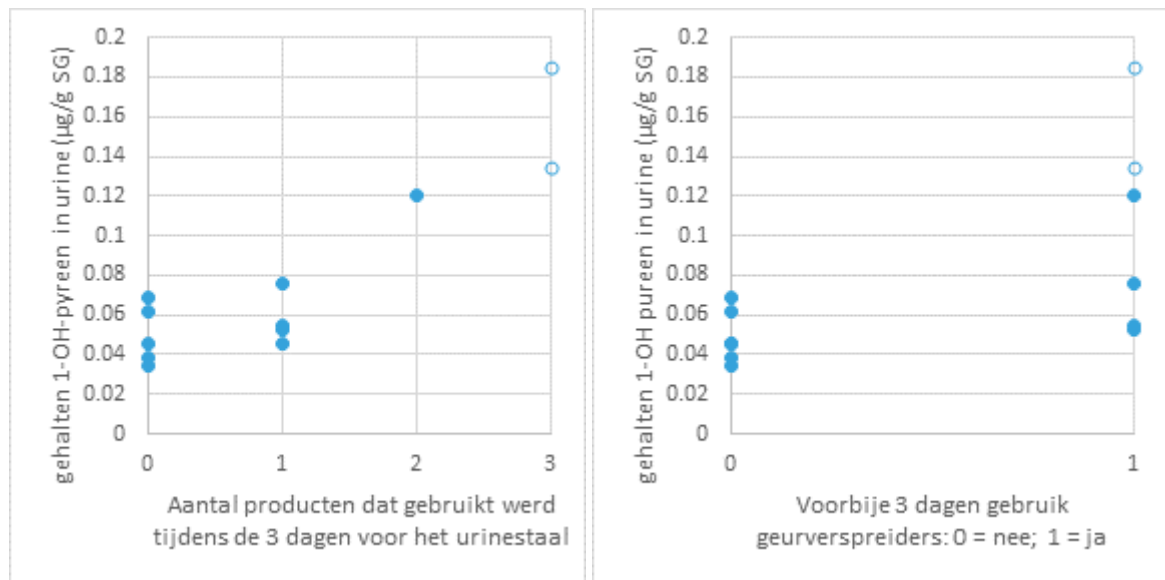


Figuur 71: Verandering van de gehalten NO in ademlucht (ppb), in functie van consumptie van gefrituurde voeding.

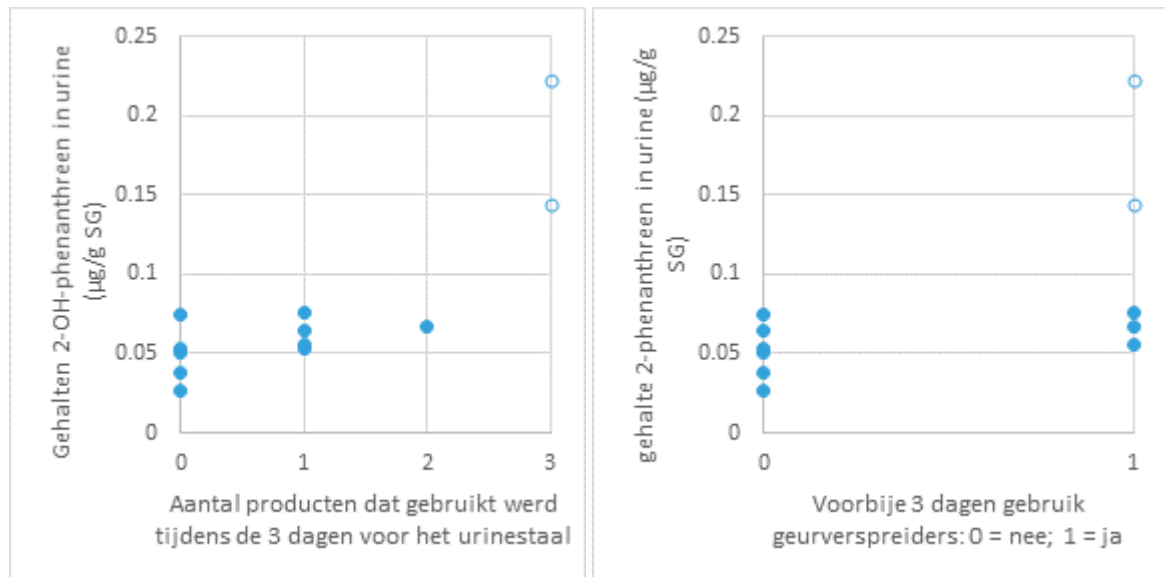


Figuur 72: Verandering in de gehalten 8-OH-deoxyguanosine in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van consumptie van gefrituurde voeding.

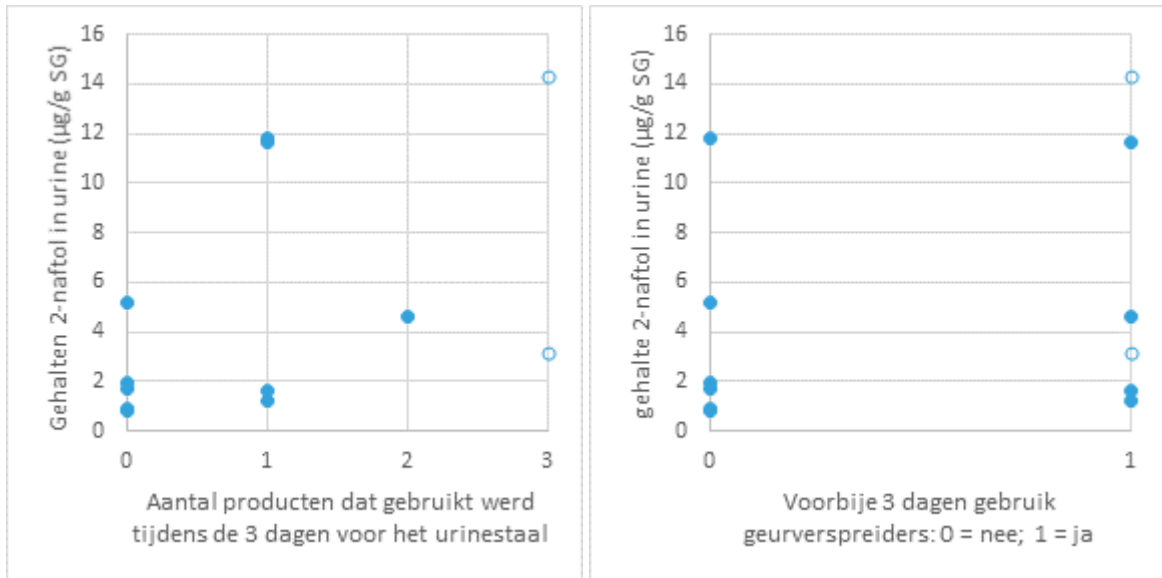
→ Invloed van gebruik van producten



Figuur 73: Verandering in de gehalten 1-OH-pyreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van het aantal producten dat gebruikt werd 3 dagen voor het urinestaal en van gebruik van geurverspreiders 3 dagen voor het urinestaal.

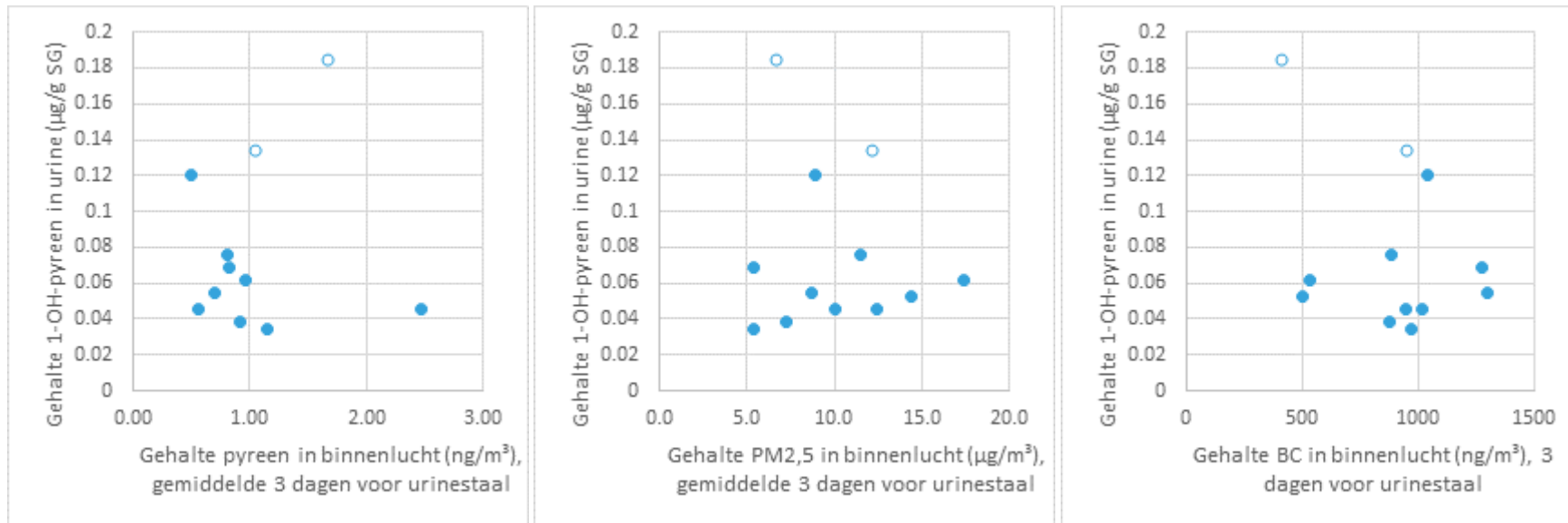


Figuur 74: Verandering in de gehalten 2-OH-phenanthreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van het aantal producten dat gebruikt werd 3 dagen voor het urinestaal en van gebruik van geurverspreiders 3 dagen voor het urinestaal.

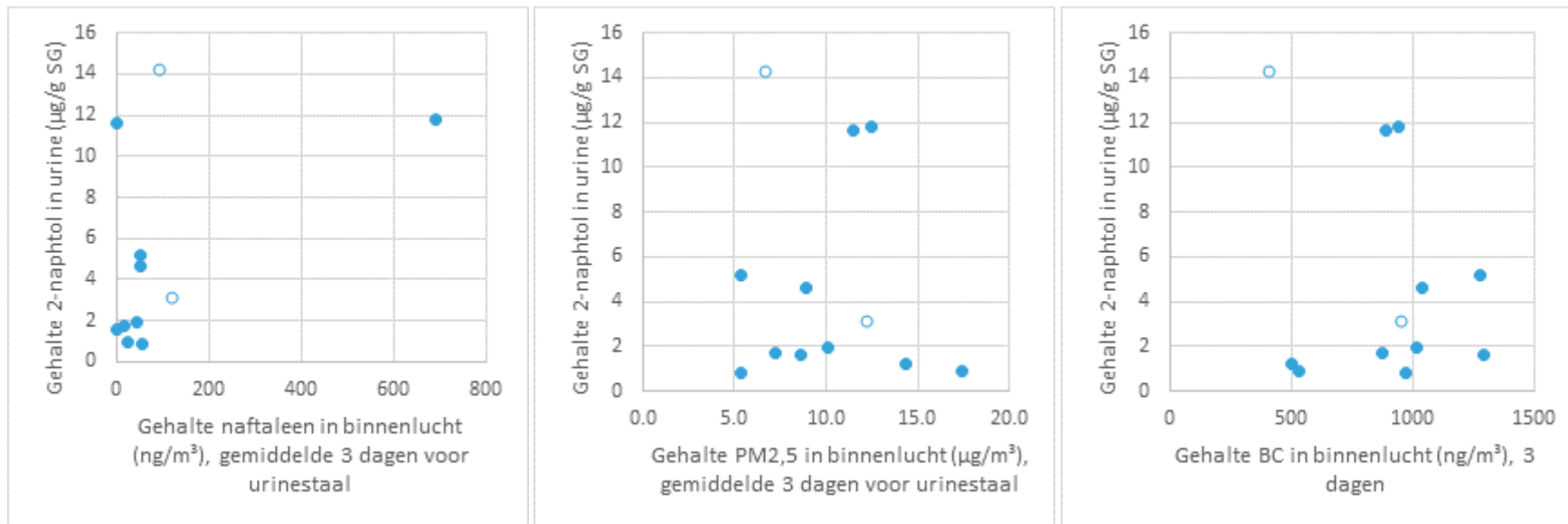


Figuur 75: Verandering in de gehalten 2-naftol in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, in functie van het aantal producten dat gebruikt werd 3 dagen voor het urinestaal en van gebruik van geurverspreiders 3 dagen voor het urinestaal..

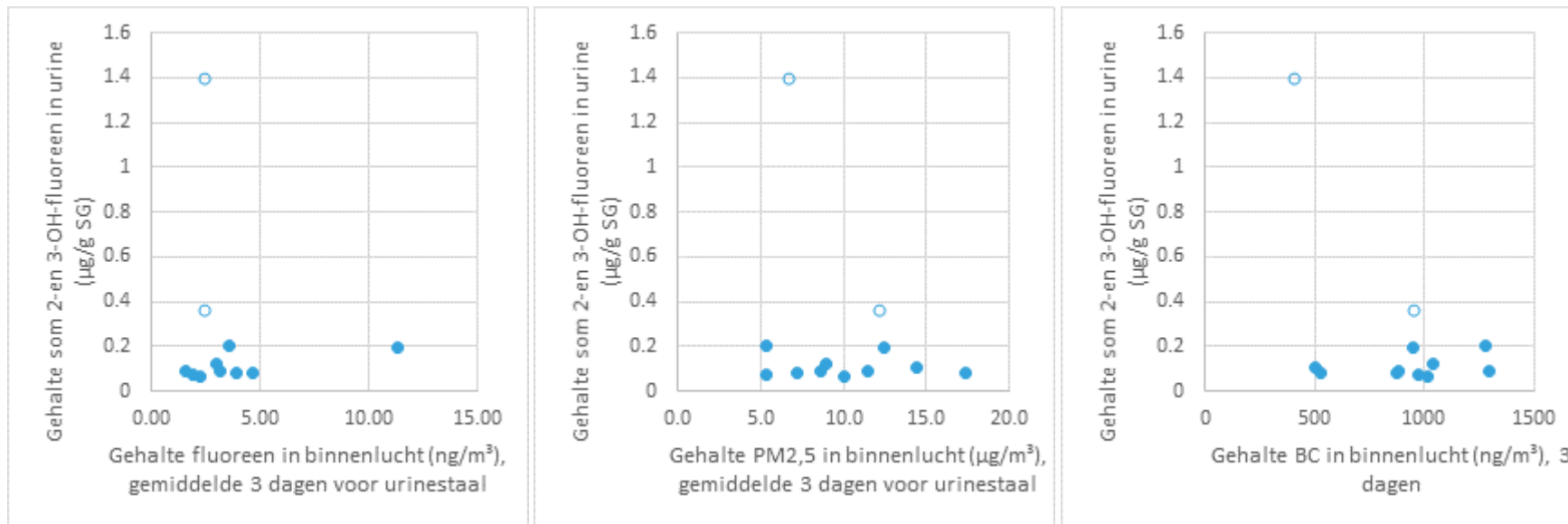
BIJLAGE 6: SCATTERPLOTS IAQ-METINGEN EN BIOMERKERDATA



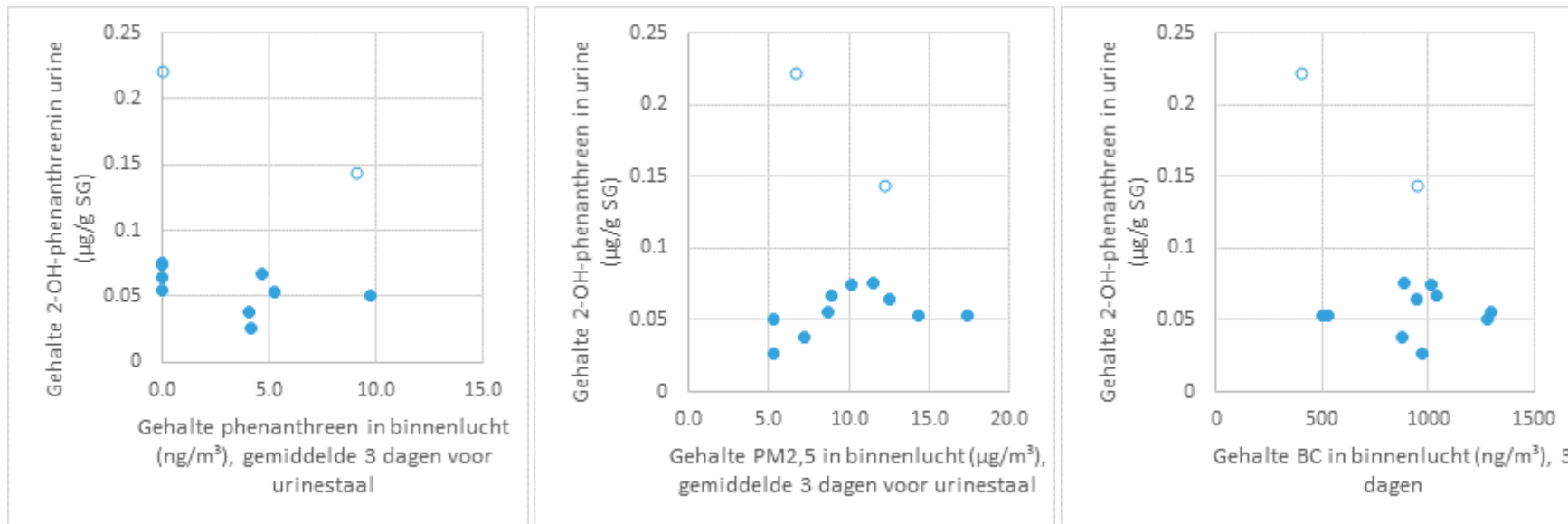
Figuur 76: Correlatie tussen de gehalten 1-OH-pyreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten pyreen (ng/m^3), $\text{PM}_{2,5}$ ($\mu\text{g/m}^3$) en black carbon (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



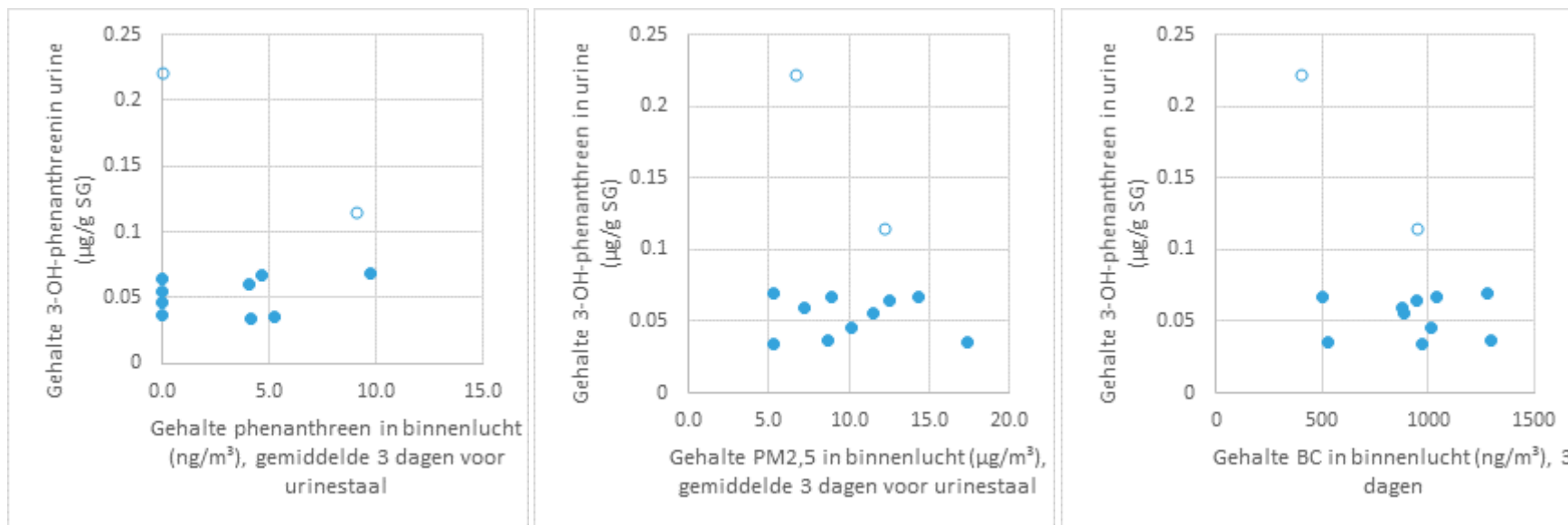
Figuur 77: Correlaties tussen de gehalten 2-naftol in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten naftaleen (ng/m^3), $\text{PM}_{2,5}$ ($\mu\text{g/m}^3$) en black carbon (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



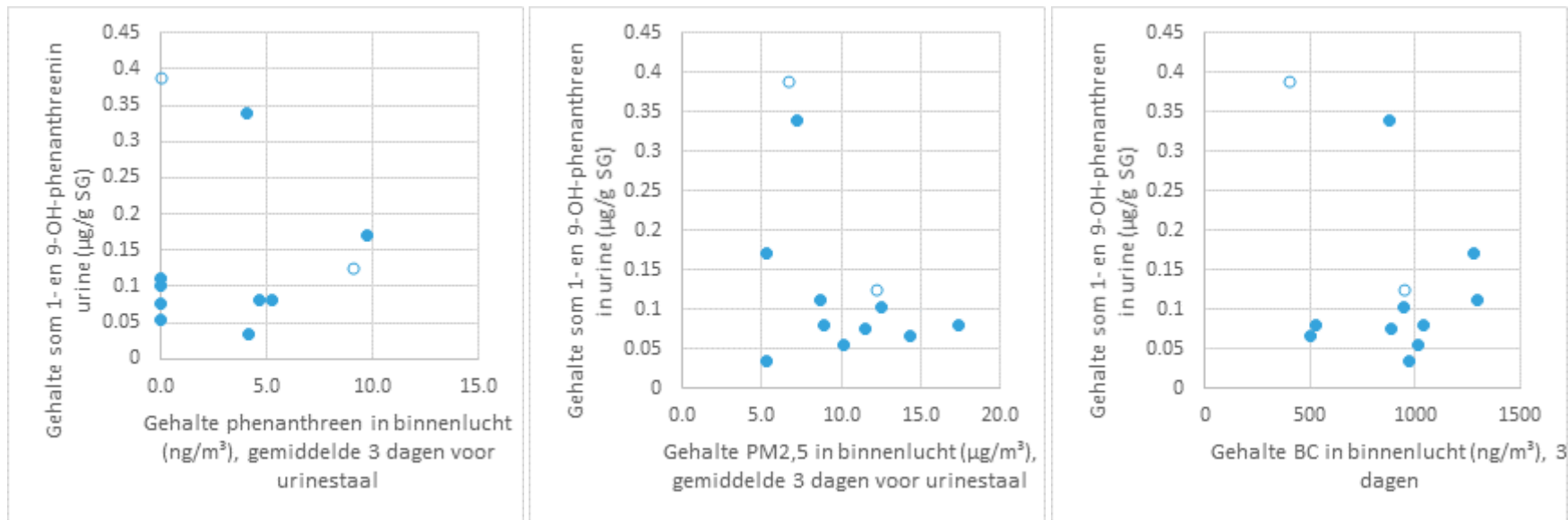
Figuur 78: Correlaties tussen de gehalten 2-en 3-OH-fluoreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten fluoreen (ng/m^3), PM_{2,5} ($\mu\text{g/m}^3$) en black carbon (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



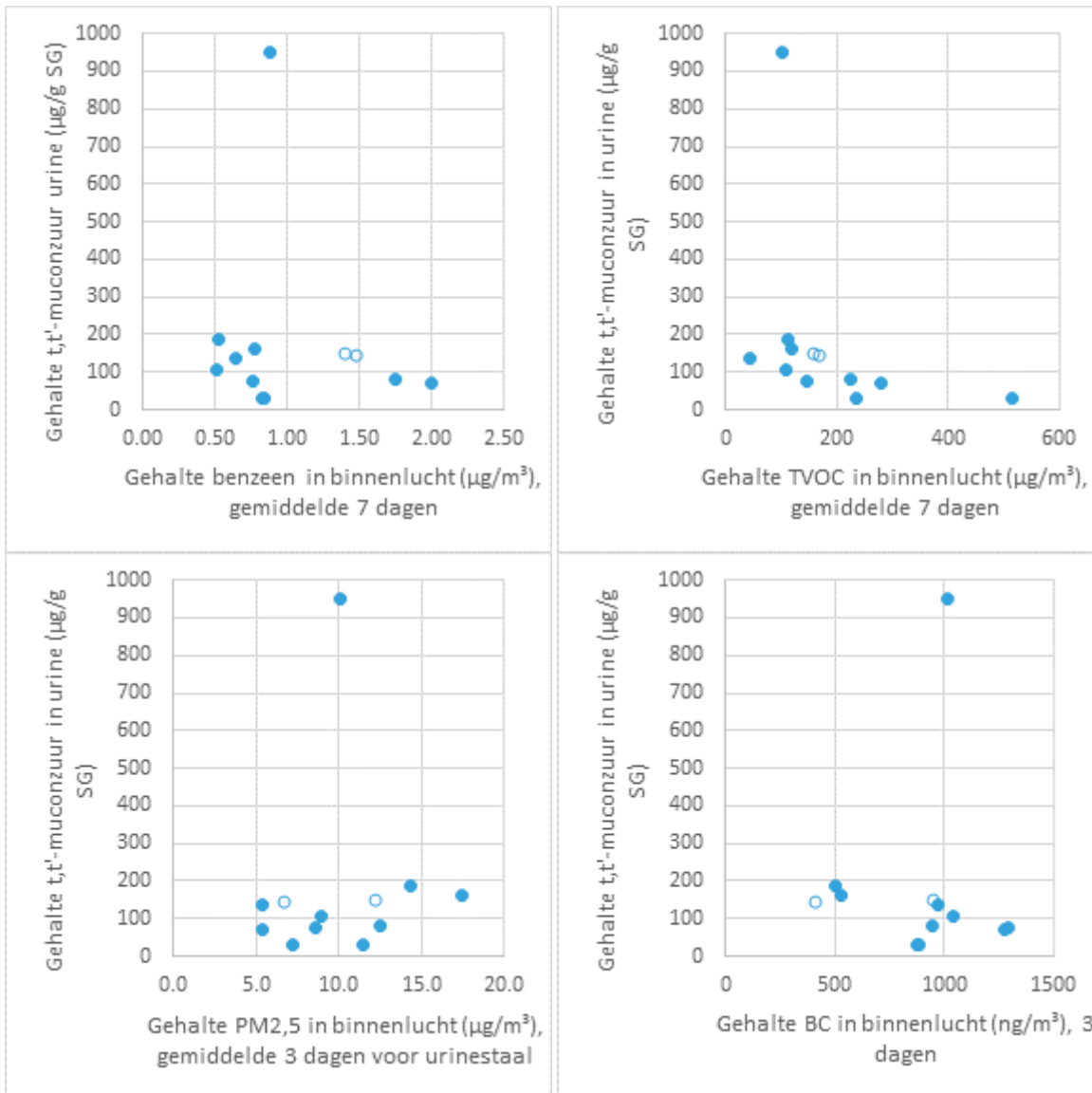
Figuur 79: Correlaties tussen de gehalten 2-OH-phenanthreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten phenanthreen (ng/m^3), PM2,5 ($\mu\text{g/m}^3$) en black carbon (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



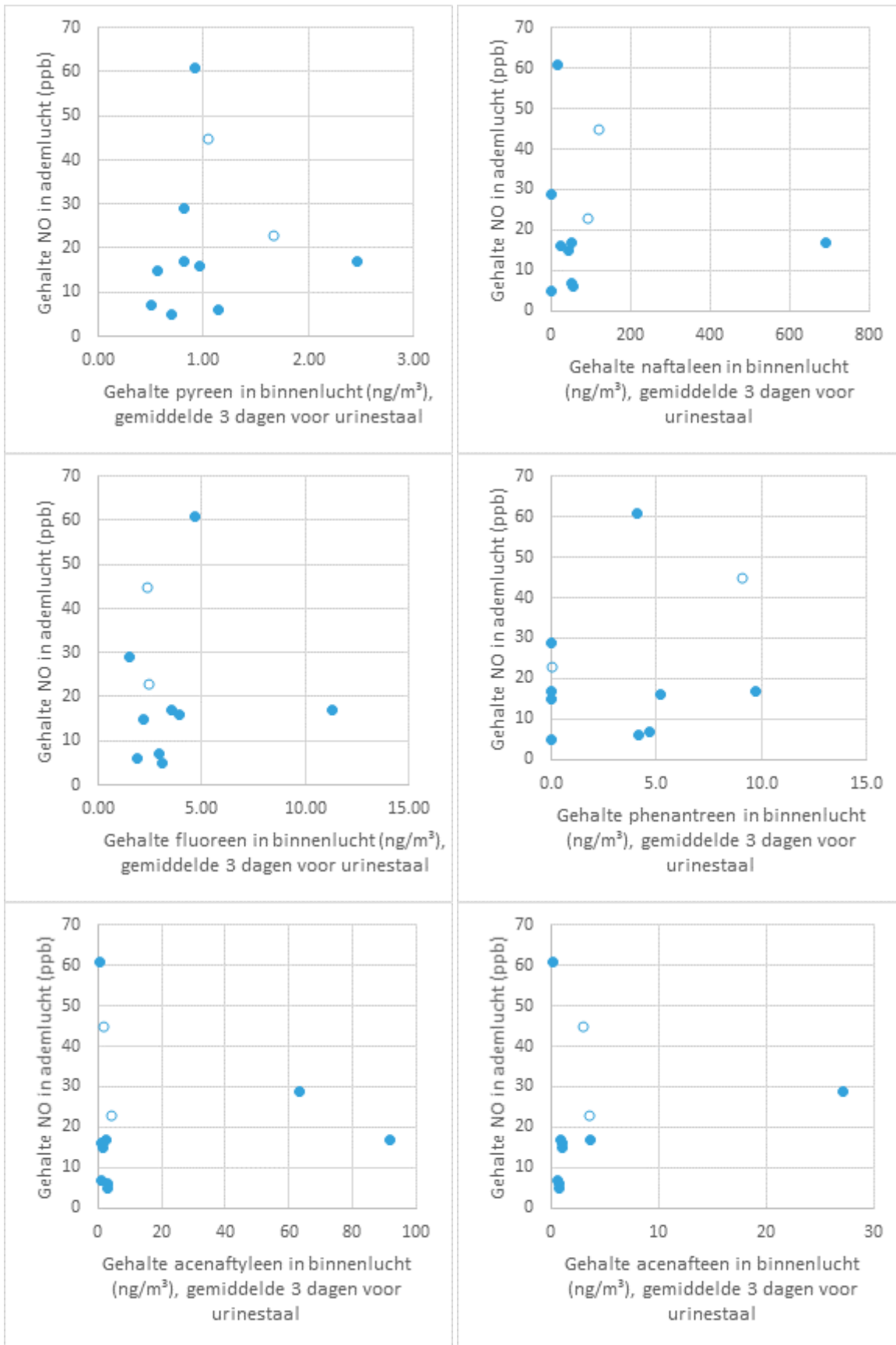
Figuur 80: Correlaties tussen de gehalten 3-OH-phenanthreen in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten phenanthreen (ng/m^3), PM2,5 ($\mu\text{g/m}^3$) en black carbon (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



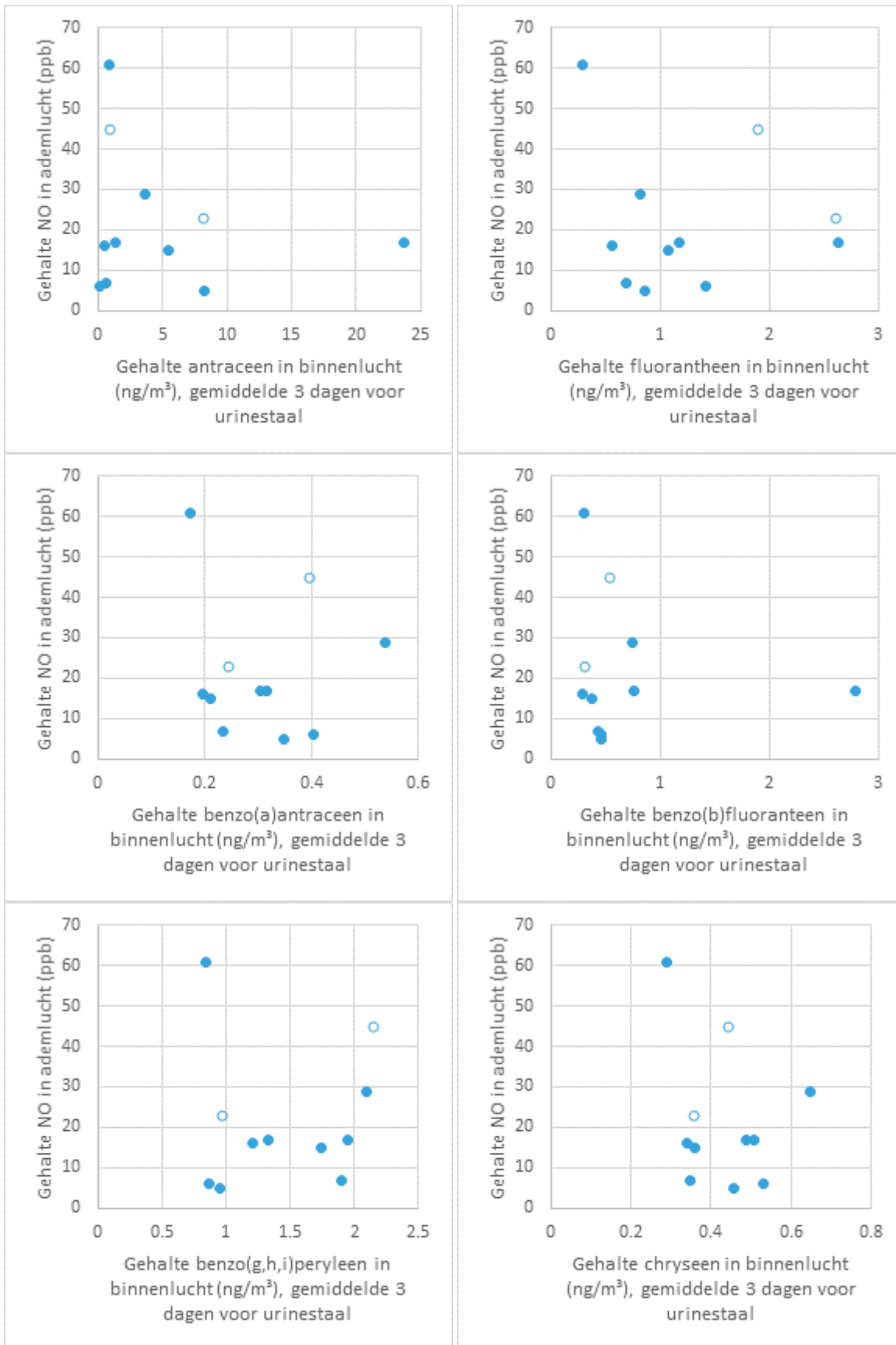
Figuur 81: Correlaties tussen de gehalten som 1- en 9-OH-phenanthreen in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten phenanthreen (ng/m³), PM2,5 (µg/m³) en black carbon (ng/m³) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



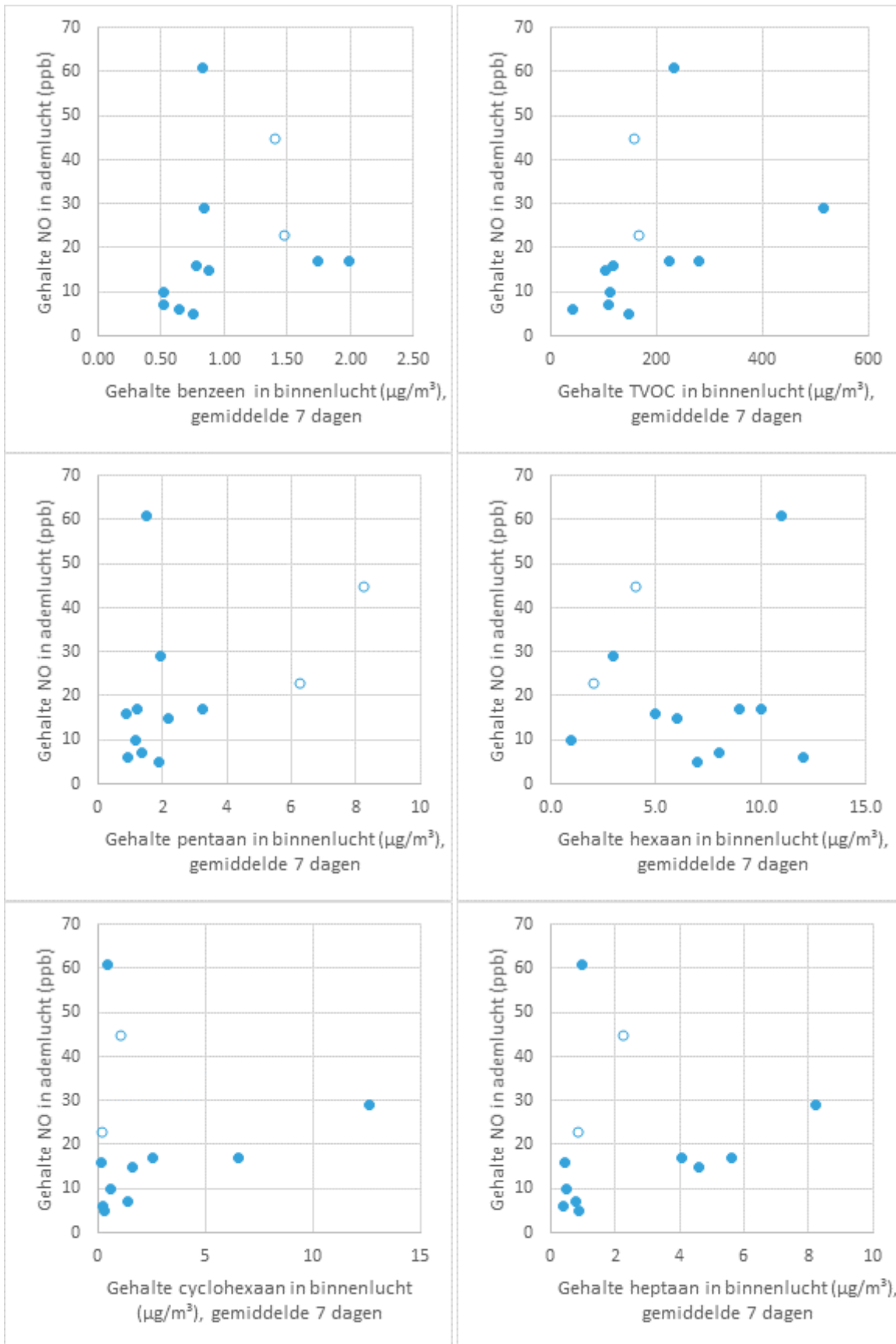
Figuur 82: Correlaties tussen de gehalten t,t'-muconzuur in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten benzeen en totale vluchtige organische stoffen (µg/m³) in de binnenlucht tijdens de meetweek, PM2,5 (µg/m³) en black carbon (ng/m³) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



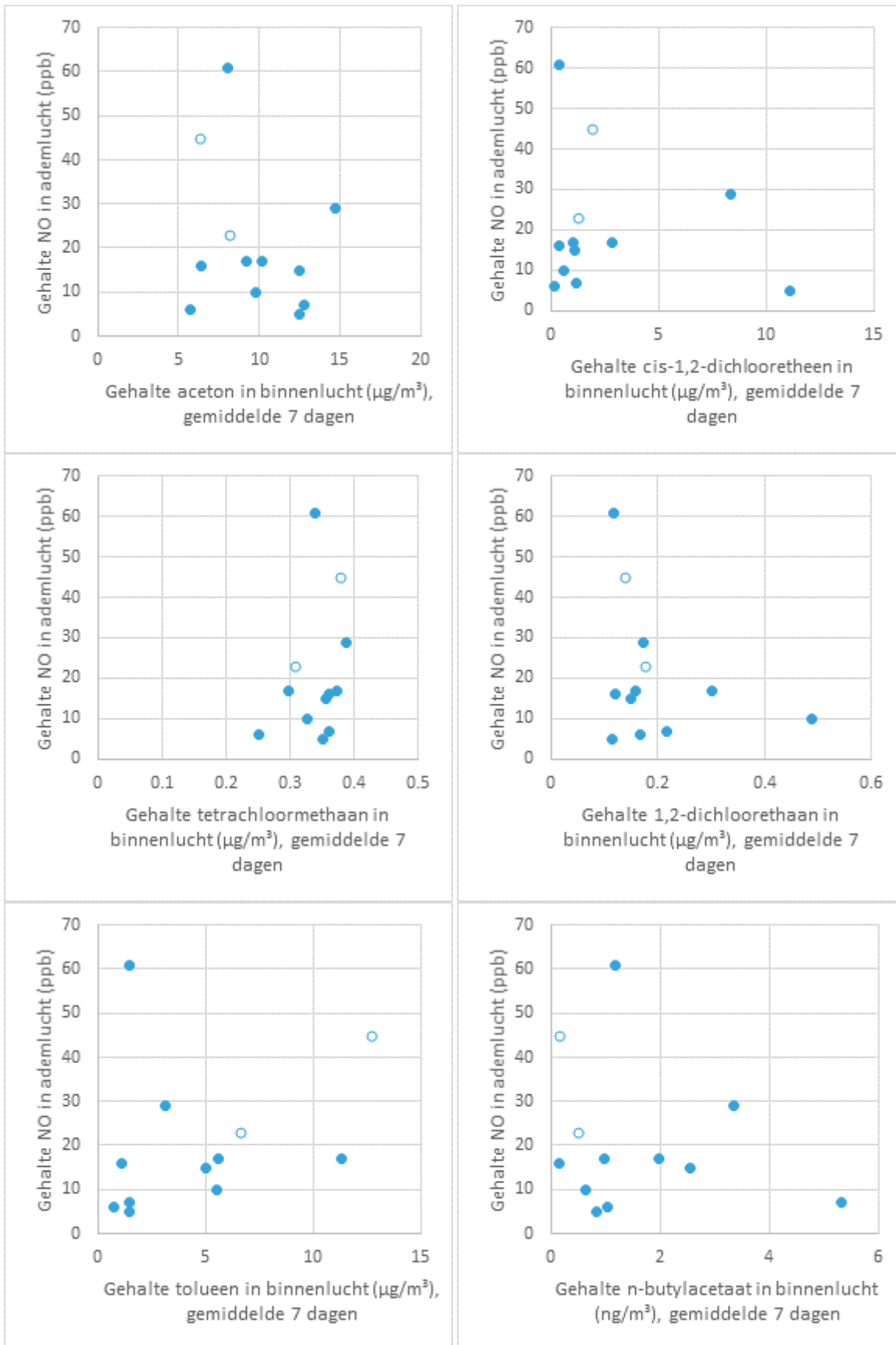
Figuur 83: Correlaties tussen de gehalten NO in ademlucht (ppb) en de gehalten pyreen, naftaleen, fluoreen, phenanthreen, acenaflyleen en acenafteen (ng/m³) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



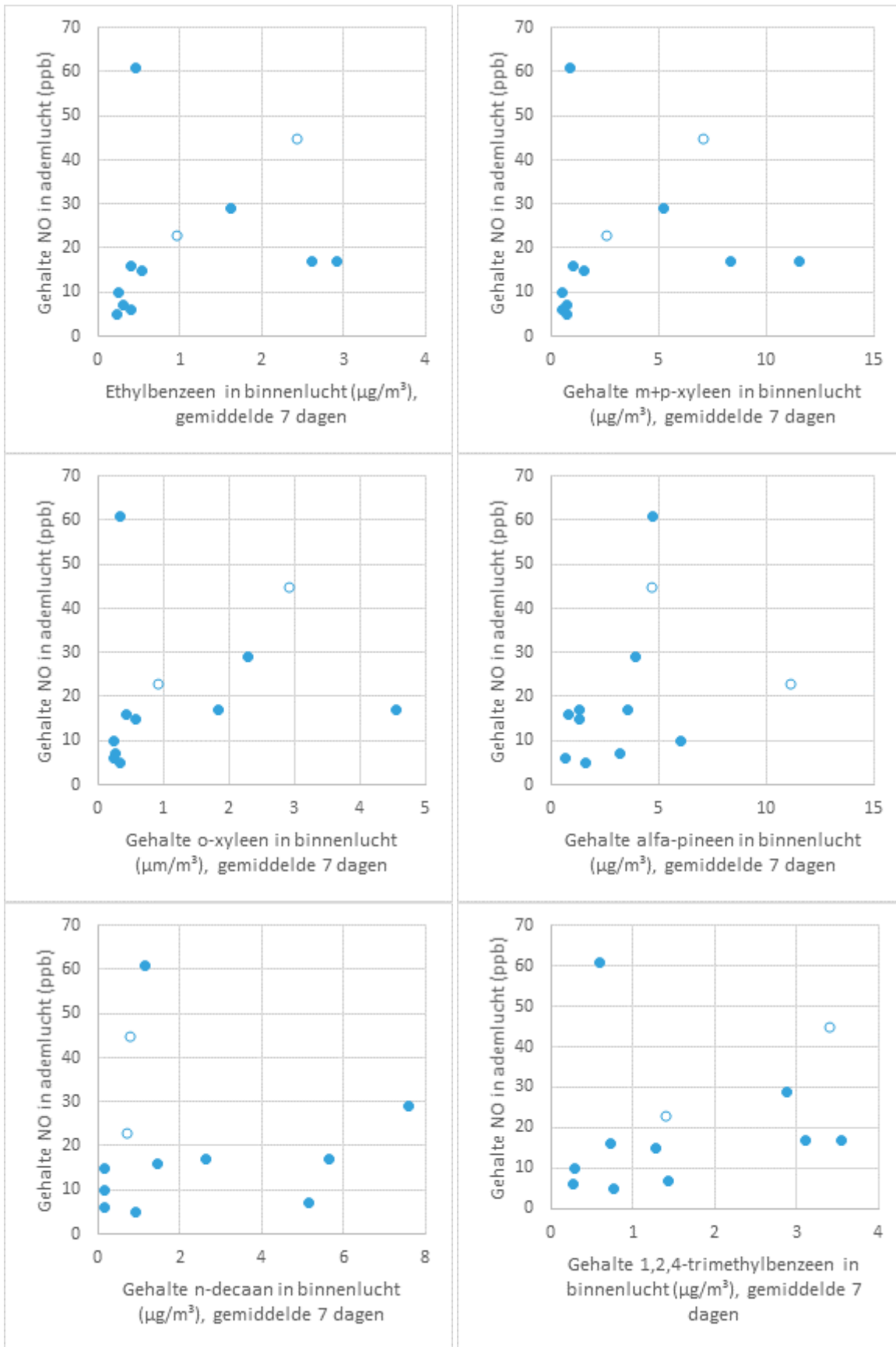
Figuur 84: Correlaties tussen de gehalten NO in ademlucht (ppb) en de gehalten antracenen, fluorantheen, benzo(a)antraceen, benzo(b)fluoranteen, benzo(g,h,i)peryleen en chryseen (ng/m³) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



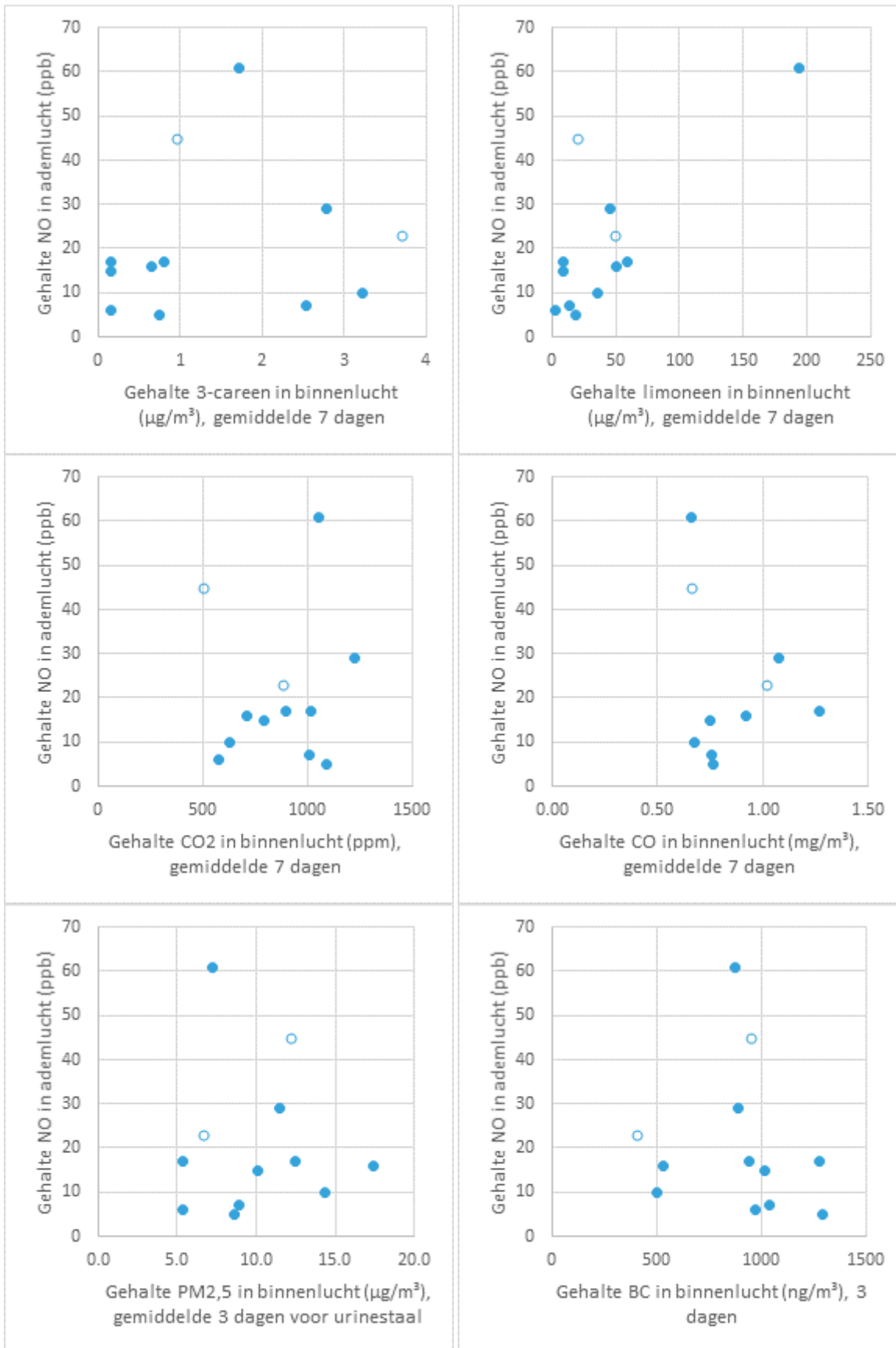
Figuur 85: Correlaties tussen de gehalten NO in ademlucht (ppb) en de gehalten benzeen, TVOS, pentaan, hexaan, cyclohexaan en heptaan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de binnenlucht tijdens de meetweek.



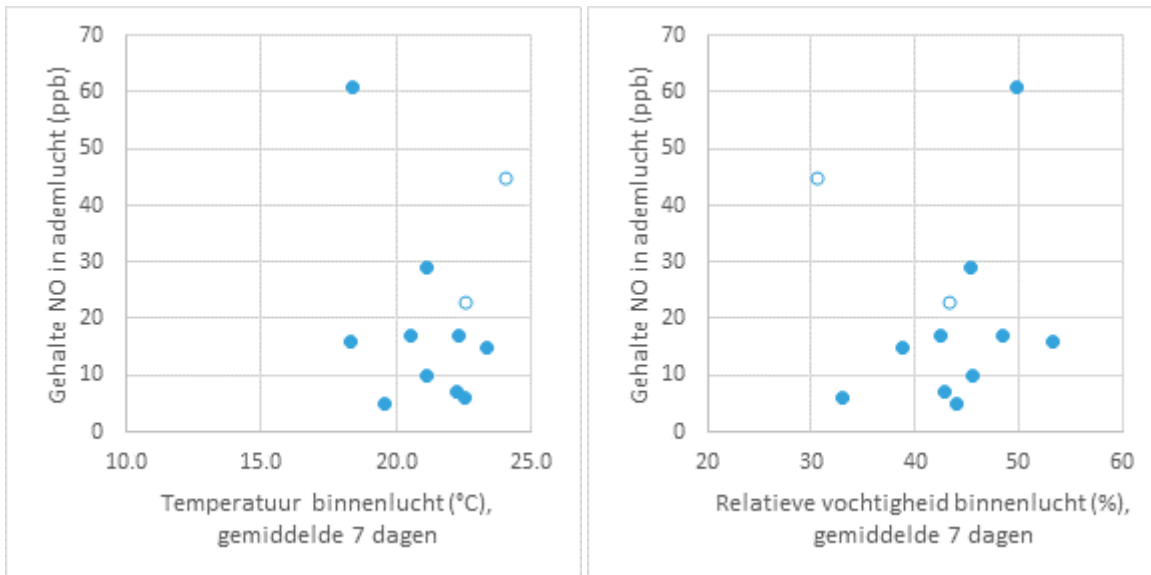
Figuur 86: Correlaties tussen de gehalten NO in ademlucht (ppb) en de gehalten aceton, cis-1,2-dichlooretheen, tetrachloormethaan, 1,2-dichloorethaan, toluen en n-butylacetaat ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de binnenlucht tijdens de meetweek.



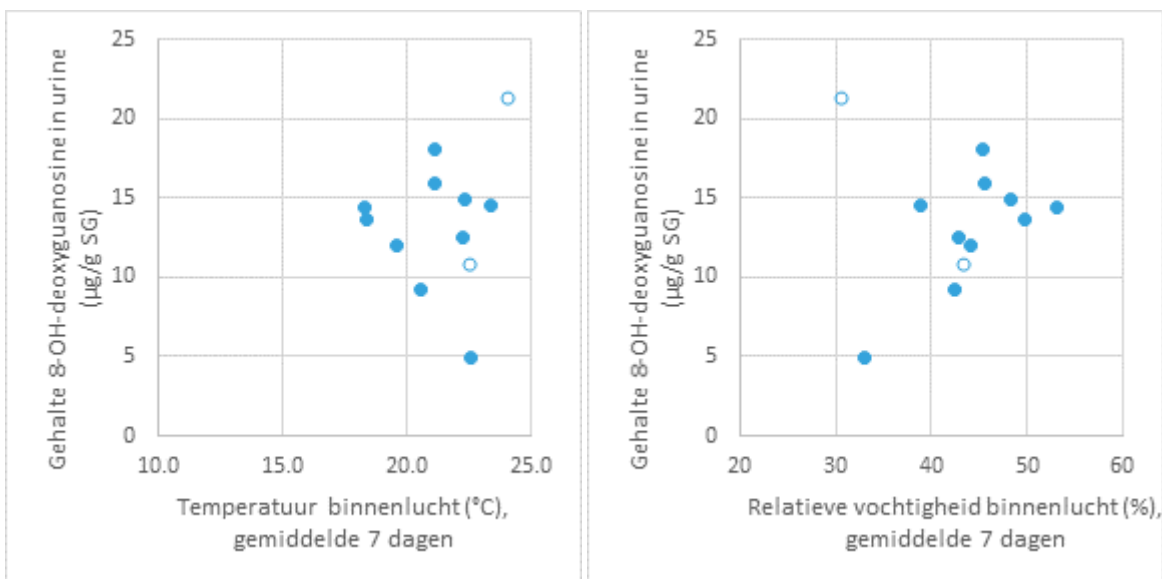
Figuur 87: Correlaties tussen de gehalten NO in ademlucht (ppb) en de gehalten ethylbenzeen, m+p-xyleen, o-xyleen, alfa-pineen, n-decaan en 1,2,4-trimethylbenzeen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de binnenlucht tijdens de meetweek.



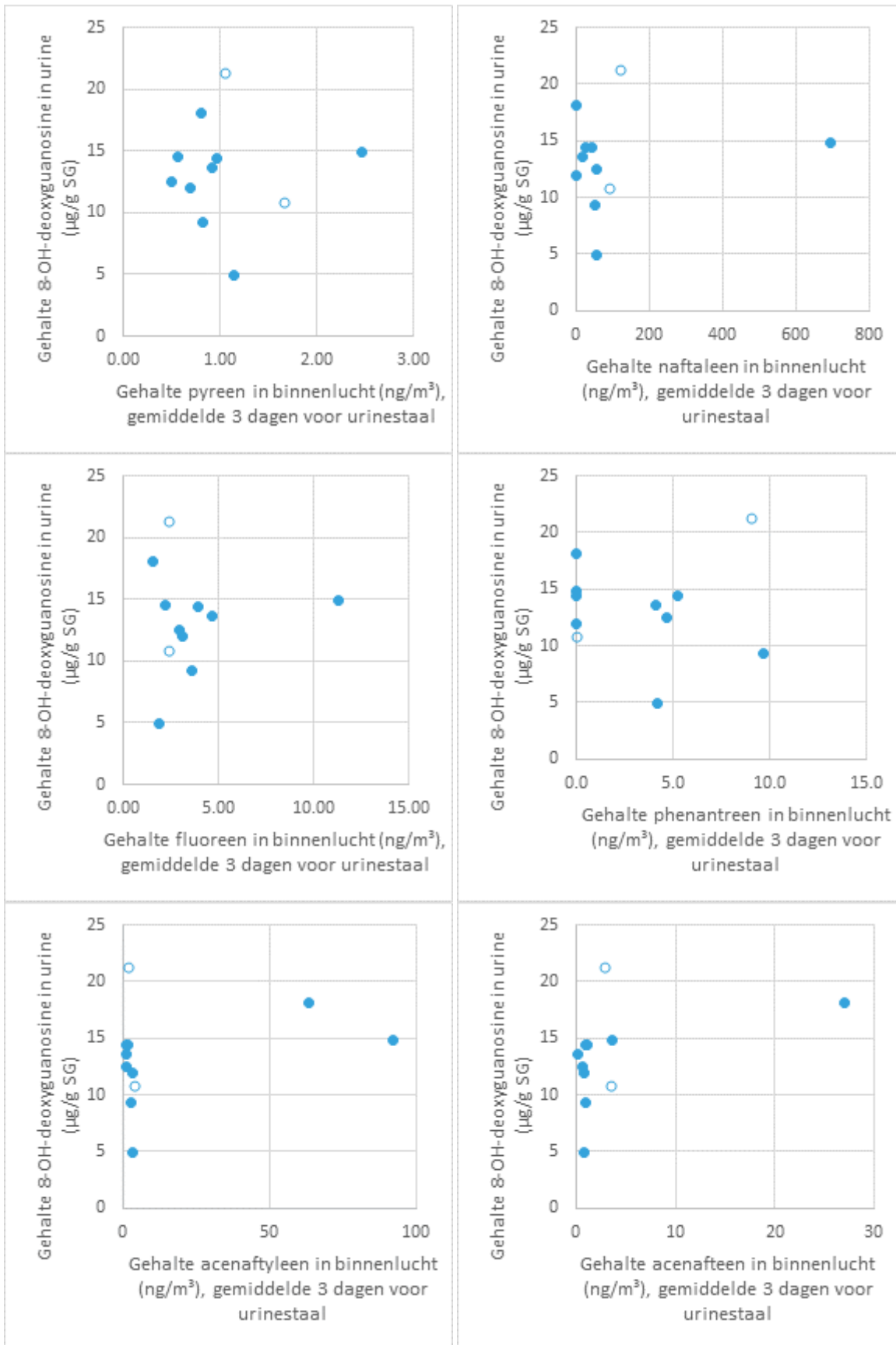
Figuur 88: Correlaties tussen de gehalten NO in ademlucht (ppb) en de gehalten 3-careen en limoneen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), CO₂ (ppm) en CO (mg/m^3) in de binnenlucht tijdens de meetweek en PM_{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en BC (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



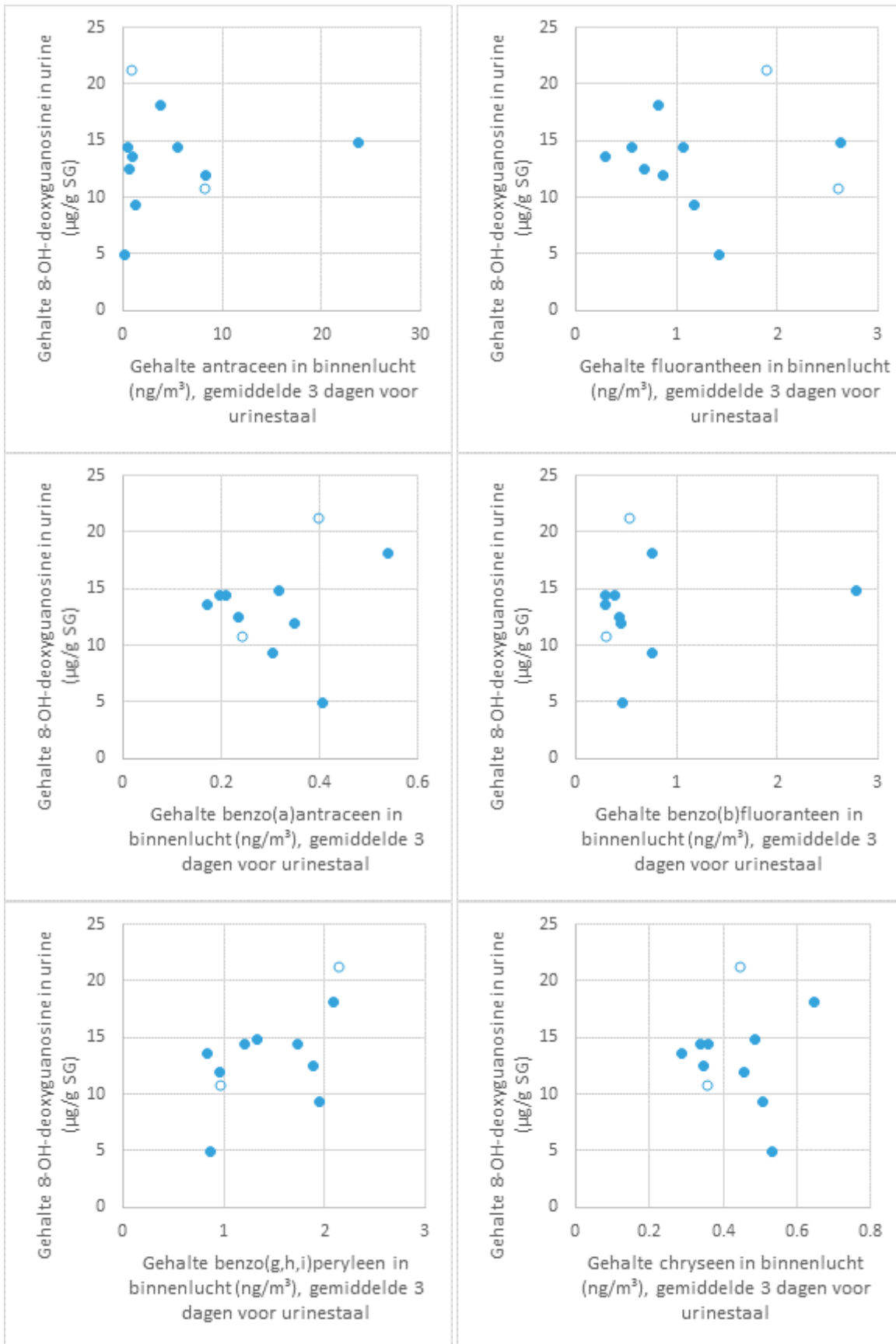
Figuur 89: Correlaties tussen de gehalten NO in ademlucht (ppb) en temperatuur (°C) en relatieve vochtigheid (%) van de binnenlucht tijdens de meetweek.



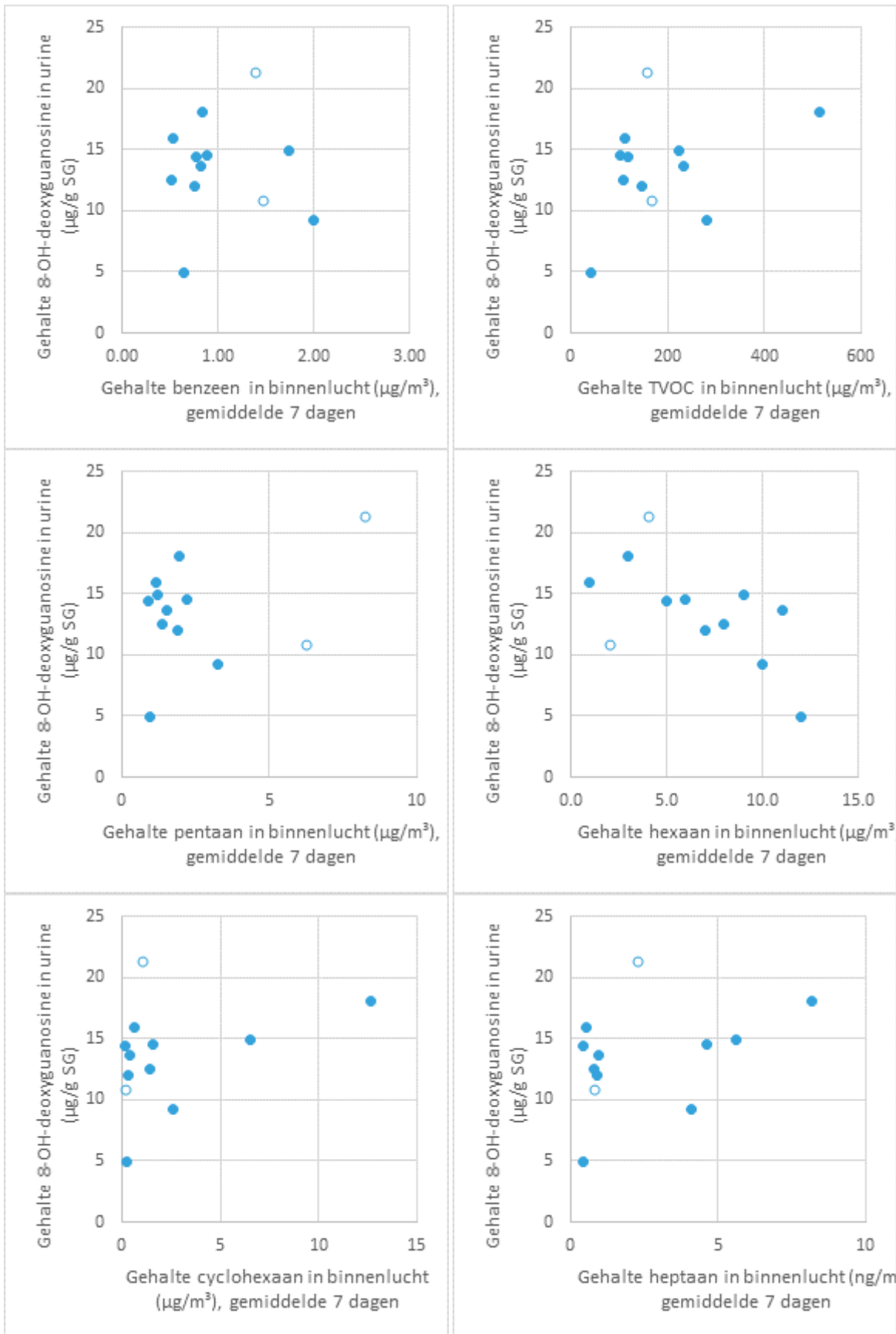
Figuur 90: Correlaties tussen de gehalten 8-OH-deoxyguanosine in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en temperatuur (°C) en relatieve vochtigheid (%) van de binnenlucht tijdens de meetweek.



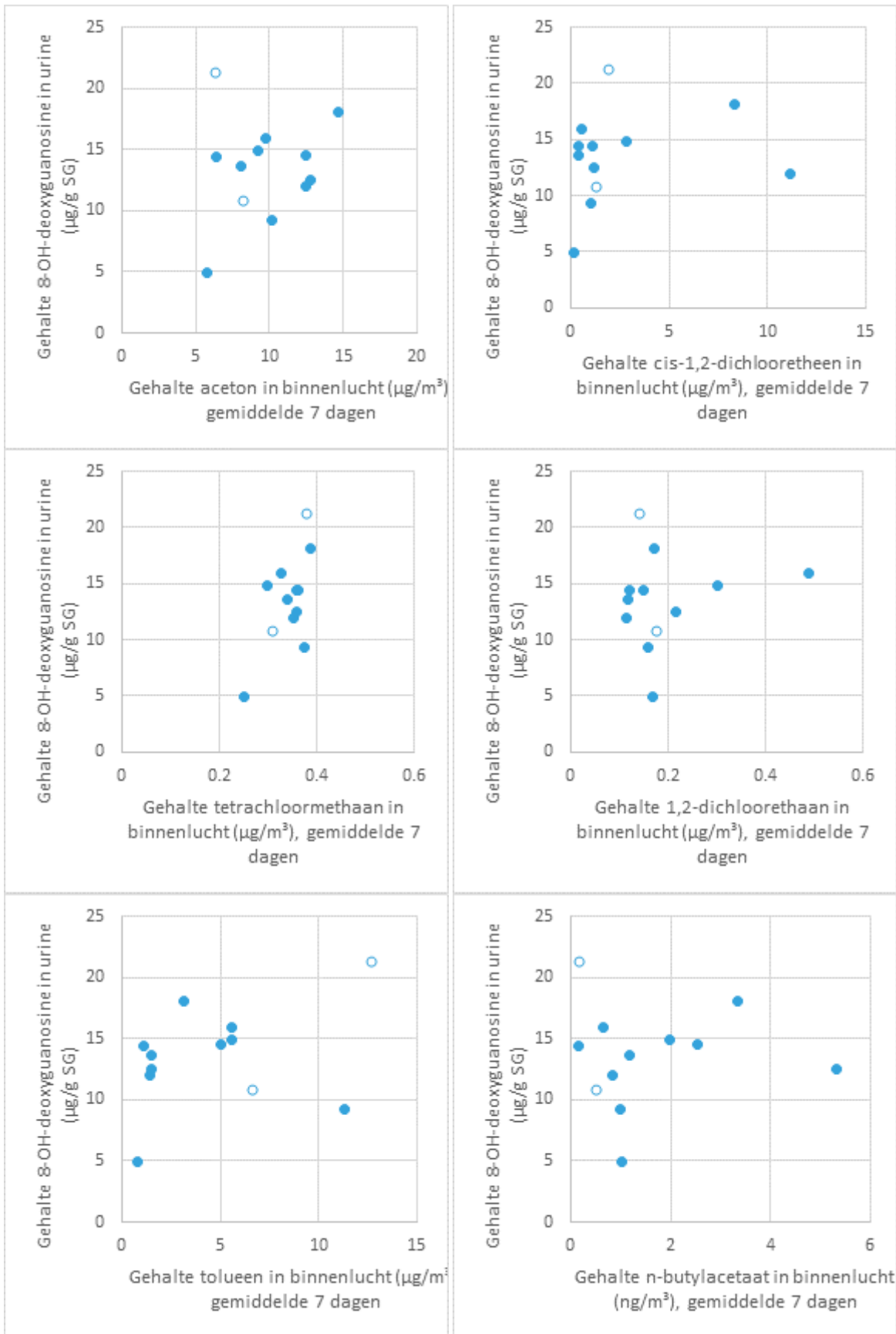
Figuur 91: Correlaties tussen de gehalten 8-OH-deoxyduanosine in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten pyreen, naftaleen, fluoreen, phenanthreen, acenafteyleen en acenafteen (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



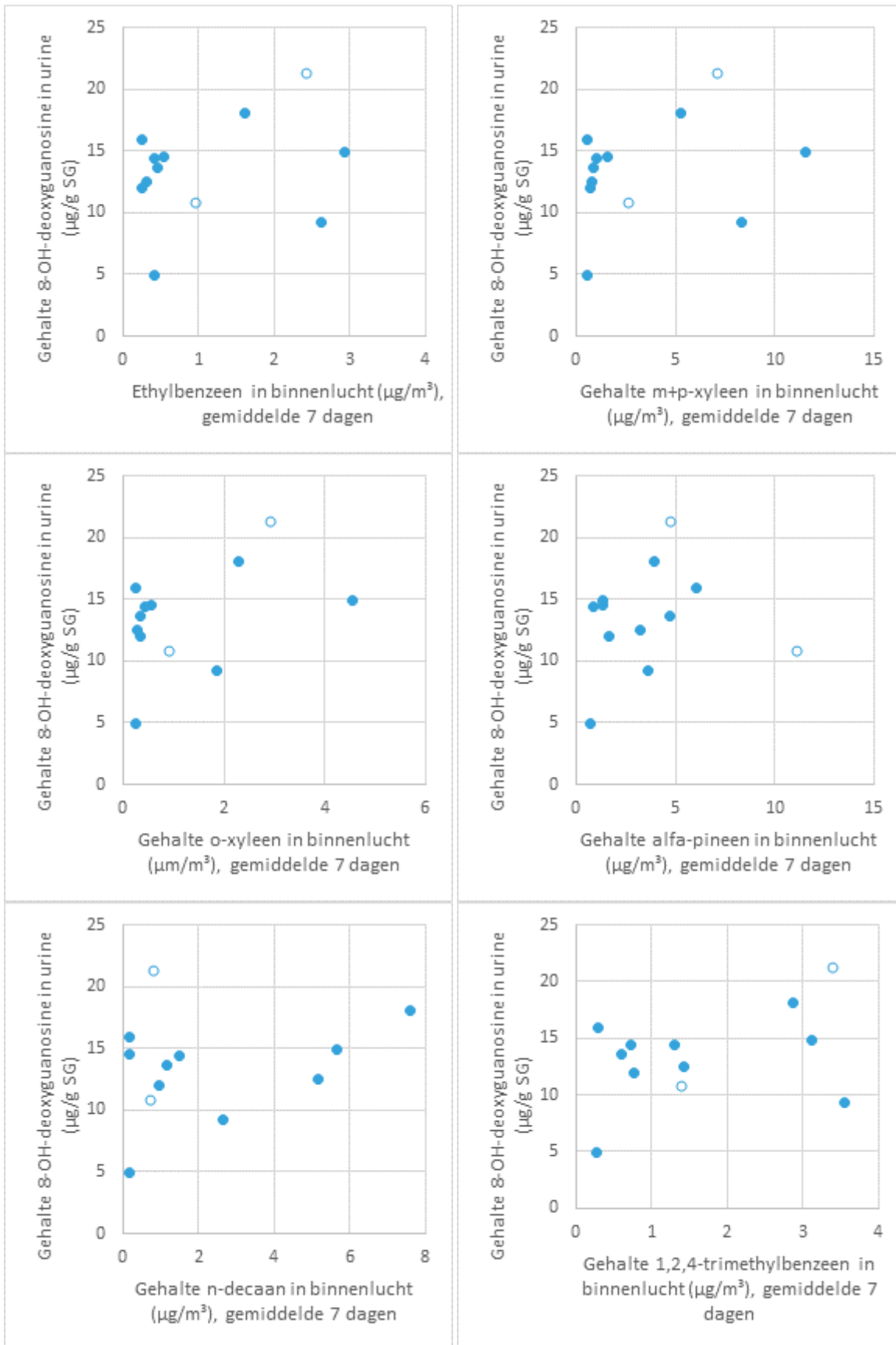
Figuur 92: Correlaties tussen de gehalten 8-OH-deoxydianosine in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten antracenen, fluorantheen, benzo(a)antracenen, benzo(b)fluoranteen, benzo(g,h,i)perylene en chryseen (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.



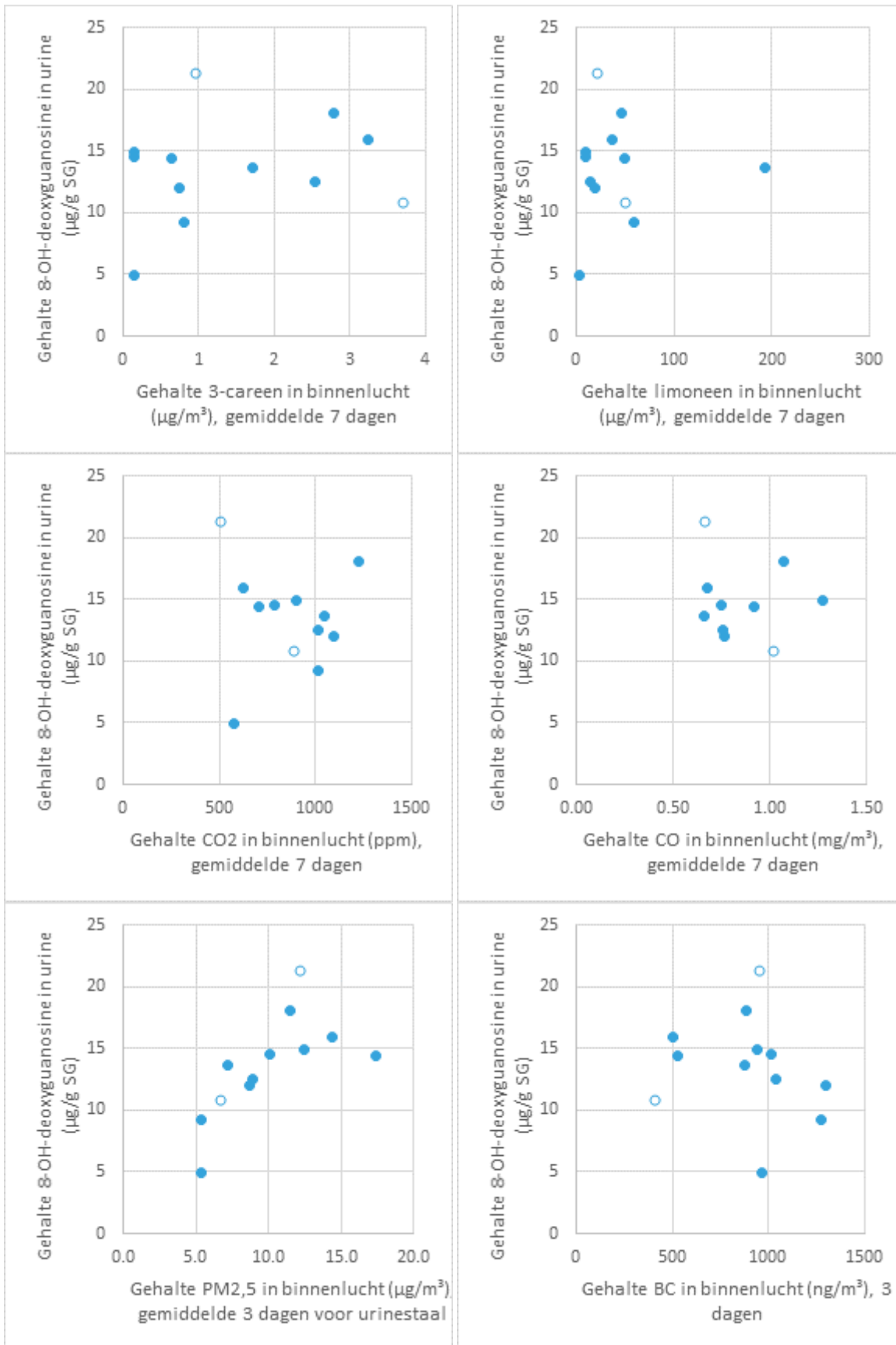
Figuur 93: Correlaties tussen de gehalten 8-OH-deoxyduanosine in urine (µg/g SG), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten benzeen, TVOS, pentaan, hexaan, cyclohexaan en heptaan (µg/m³) in de binnenlucht tijdens de meetweek.



Figuur 94: Correlaties tussen de gehalten 8-OH-deoxyduanosine in urine ($\mu\text{g/g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten acetone, cis-1,2-dichlooretheen, tetrachloormethaan, 1,2-dichloorethaan, toluene en n-butylacetaat ($\mu\text{g/m}^3$) in de binnenlucht tijdens de meetweek.



Figuur 95: Correlaties tussen de gehalten 8-OH-deoxyduanosine in urine ($\mu\text{g}/\text{g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten ethylbenzeen, m+p-xyleen, o-xyleen, alfa-pineen, n-decaan en 1,2,4-trimethylbenzeen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de binnenlucht tijdens de meetweek.



Figuur 96: Correlaties tussen de 8-OH-deoxyduanosine in urine ($\mu\text{g}/\text{g SG}$), gecorrigeerd voor soortelijk gewicht van de urine, en de gehalten 3-careen en limoneen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), CO_2 (ppm) en CO (mg/m^3) in de binnenlucht tijdens de meetweek en $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en BC (ng/m^3) in de binnenlucht 3 dagen voor het urinestaal.