



# VRAAGBAAK: VOORSTEL PARAMETER PASSIEF ROKEN IN HET KADER VAN BIMI BESLUIT

De Brouwere Katleen

Januari, 2018





## INHOUD

<b>Inhoud</b>	<b>4</b>
<b>HOOFDSTUK 1. vraagstelling en plan van aanpak</b>	<b>6</b>
1.1 Vraagstelling	6
1.2 Plan van aanpak:	6
<b>HOOFDSTUK 2. analyse</b>	<b>7</b>
2.1 onderzoek welke parameter(s) geschikt en specifiek zijn om ETS Te meten	7
2.1.1 literatuuronderzoek	7
2.1.2 Besluit	9
2.2 opstellen van een GAW voor de geselecteerde parameter	9
2.2.1 literatuuronderzoek	9
2.2.2 Besluit:	13
2.3 referentiewaarden ETS en merkers voor ETS in woningen en publiek toegankelijke gebouwen	13
2.4 onderscheidend vermogen tussen passief roken '(second hand smoke)' en quaternaire stroom '(third hand smoke) blootstelling aan tabaksrook?	21
2.5 Pragmatisch voorstel advieswaarde nicotine in binnenlucht	22
2.6 Besluit – voorstel BIMi parameter ETS	23
<b>Referenties</b>	<b>24</b>



## HOOFDSTUK 1. VRAAGSTELLING EN PLAN VAN AANPAK

---

### 1.1 VRAAGSTELLING

Onderstaande vraag op 8 december 2017 ontvangen (gesteld door Sofie Vandenbroeck):

“We willen passief roken opnemen in het binnenmilieubesluit. Net zoals alle andere parameters is hiervoor een diepteanalyse nodig om de GAW te bepalen. Gekoppeld aan de GAW is er de bepaling van de aanbevolen meetmethode.

We weten dat nicotine een veel gebruikte indicatorstof is, maar willen wel zeker een stof die gezondheidskundig iets kan zeggen. Bedoeling is om een waarde te hebben waarmee het risico van het hele mengsel tabaksrook in kaart gebracht kan worden. Heeft het zin om een chronische waarde op te nemen of gaat het hier enkel om korte blootstelling?

Aanvullend willen we vragen om na te gaan of er achtergrondwaarden beschikbaar zijn in de literatuur, voor woningen en publiek toegankelijke gebouwen. Horecazaken vallen onder publiek toegankelijke gebouwen, maar aangezien daar soms ook rookkamers aanwezig zijn, zal er meer blootstelling zijn. Deze houden we dus best als een aparte categorie binnen de publiek toegankelijke gebouwen. Hiermee willen we nagaan of het mogelijk is om, door de GAW te vergelijken met de achtergrondwaarde, te bepalen of er binnen gerookt wordt of niet. Kan je dan afhankelijk van de mate van de overschrijding gaan bepalen of er bv invloed is van het roken in een aanpalende ruimte? We zouden ook willen weten, of het mogelijk is om na metingen, te bepalen wat de invloed is van de quaternaire blootstelling in verhouding met de omgevingstabaksrook. Is het dus mogelijk om te bepalen of hetgeen gemeten is afkomstig is van het binnen roken of afkomstig is van bv. Kledij”

### 1.2 PLAN VAN AANPAK:

We voorzien de volgende stappen om tot een onderbouwd antwoord te komen:

- Onderzoeken welke parameter(s) geschikt en specifiek zijn om ETS te meten
- Opstellen van een GAW voor de geselecteerde parameter
- Vergelijking met achtergrondwaardes in woningen en publiek toegankelijke gebouwen (met aandacht voor de aanwezigheid van een napalende rookkamer)
- Onderscheidend vermogen tussen niveaus voor primair, secundair, tertiair en quaternaire blootstelling?

Gezien het kort tijdsbestek van de vraag, zullen we ons beperken tot de analyse van enkele overzichtsrapporten (o.a. RIVM, 2014, WHO, 2010), en een beperkte analyse van literatuur indien die overzichtsrapporten niet de nodige informatie bevatten; er is geen tijd voor een doorgedreven wetenschappelijke analyse (dit zou nodig zijn om de meest recente en volledige kennis te hebben).

---

## HOOFDSTUK 2. ANALYSE

---

### 2.1 ONDERZOEK WELKE PARAMETER(S) GESCHIKT EN SPECIFIEK ZIJN OM ETS TE METEN

#### 2.1.1 LITERATUURONDERZOEK

Het roken van tabak is wereldwijd een belangrijke vermijdbare oorzaak van verschillende ziekten en sterfte. De risico's voor de gezondheid van het roken van tabak beperken zich niet tot de roker zelf. De omstander wordt onvrijwillig blootgesteld aan omgevingstabaksrook (ETS, 'environmental tobacco smoke' of SHS 'second hand smoke'), wat men ook wel passief roken noemt (RIVM, 2014).

Omgevingstabaksrook omvat de combinatie van rook afkomstig van een brandende sigaret en de rook die uitgedemd wordt door rokers. Omgevingstabaksrook bevat dezelfde componenten als de tabaksrook en is een complex mengsel van meer dan 4000 componenten. Hiervan zijn er meer dan 40 bekende en verdachte carcinogenen zoals 4-aminobifenylnyl, 2-naftylamine, benzeen, nikkel en een aantal polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAH/PAK) en N-nitrosaminen. De rook bestaat tevens uit een aantal irriterende stoffen zoals ammonia, stikstofoxiden, zwaveldioxide en diverse aldehyden. Daarnaast bevat het cardiovasculair gevaarlijke stoffen zoals koolmonoxide, nicotine en enkele PAKs (RIVM, 2014).

De meeste van de componenten aanwezig in ETS zijn echter geen praktische merkers voor ETS omdat er naast ETS ook nog andere bronnen aanwezig zijn in het binnenmilieu, en dus is het meten van deze componenten niet voldoende specifiek voor ETS.

Volgens WHO (2010) zijn de meest gebruikte merkers voor detectie en concentratie bepaling van ETS 1) nicotine in de gasfase, en 2) 'respirable suspended particle' (RSP) mass. Nicotine heeft het voordeel dat het – in tegenstelling tot de meeste componenten uit het ETS mengsel – wel roken als unieke bron heeft.

Ook RIVM (2014) bespreekt de mogelijkheid om fijn stof te gebruiken als merker voor ETS. Fijn stof is immers veel eenvoudiger en directer te meten. Echter, de beperking dat fijn stof specifiek is voor ETS (zeker in geval waar andere verbrandingsbronnen zoals koken en branden van kaarsen aanwezig zijn) is een te grote belemmering om deze te gebruiken als parameter voor ETS. Daarom wordt fijn stof of RSP niet verder meegenomen in deze analyse voor een geschikte parameter voor ETS in de context van het BiMi besluit.

Volgens RIVM (2014) zijn de meest gebruikte markers voor ETS, nicotine en een verbrandingsproduct van nicotine, nl. 3-ethenylpyridine (3-EP). Nicotine is de beste indicatorstof voor omgevingstabaksrook, omdat deze stof vrijwel alleen vrijkomt bij het roken van tabak. Om uit te sluiten dat e-sigaretten of andere nicotinebronnen aanwezig zijn of waren, kan gebruik worden gemaakt van 3-ethenylpyridine (tabel 1). 3-ethenylpyridine is niet aanwezig in e-sigaretten (Schripp 2012) omdat bij dampen er geen verbrandingsreactie plaatsvindt.

Tabak specifieke nitrosaminen (TSNA) zoals Nitrosamine 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK) zijn potente carcinogenen die aanwezig zijn in tabaksrook. NNK wordt gevormd door nitrosatie van nicotine. 4- methylnitrosamino-1-(3-pyridyl)-1-butanol (NNAL) is een metaboliet van

NNK. NNK is gebruikt in enkele studies als marker voor ETS (Brunnemann, Cox, & Hoffmann, 1992). TSNA worden regelmatig gebruikt als biomarker (in urine) om de blootstelling aan ETS van horecamedewerkers te bepalen. Er zijn echter weinig gegevens over de concentraties van NNK of andere tabak-specifieke nitrosaminen in de binnenlucht na het roken van tabak. De bruikbaarheid van deze componenten als ETS markers is nog onvoldoende getest (Apelberg et al., 2013).

Naast het gebruik van analytische technieken voor het meten van chemische componenten als benadering voor ETS, wordt ook gebruik gemaakt van **organoleptische waarnemingen en waarnemingen aan de hand van elektronische detectiemethodes (e-nose)**.

### **Organoleptische metingen:**

Naast de visuele waarneming van brandende sigaretten en rokende personen valt vaak ook de aanwezigheid van blauwachtige rook op in ruimten waar gerookt wordt. De rook die vrijkomt bij het smeulen van een sigaret ziet er blauw uit, maar als de rook uitgedemd wordt is hij wit van kleur (Glass, 2012). De kleur van de rook is echter niet specifiek voor tabaksrook (RIVM, 2014).

Naast de visuele waarneming van tabaksrook wordt vaak ook de geur als typerend beschouwd. Uitgebreid onderzoek laat zien dat na blootstelling aan een chemische stof de waargenomen geur intensiteit, de mate van irritatie en de gerapporteerde gezondheidseffecten worden beïnvloed door vooringenomenheid en psychologische staat. Vele factoren beïnvloeden het waarnemende vermogen om chemische geuren te herkennen en detecteren, zoals etnische achtergrond, geslacht, leeftijd en medische condities (Greenberg, Curtis, & Vearrier, 2013).

De methode van zintuigelijke waarnemingen heeft als voordeel dat het een zeer snelle en goedkope methode is. Het nadeel is echter dat de methode niet kwantitatief en subjectief is, en bovendien vaak niet voldoende gevoelig om lage concentraties ETS vast te stellen.

Organoleptische waarnemingen gebruikt worden om te beoordelen of de Nederlandse tabakswet wordt overtreden. Voor zover bekend worden er nog geen inspecties uitgevoerd waarbij ook chemisch analytische metingen een rol spelen. (RIVM, 2014).

Het gebruik van een combinatie van organoleptische metingen en chemische analyses wordt door RIVM (2014) als een potentieel waardevol instrument aanzien. Bijvoorbeeld in gevallen waar de visuele aanwezigheid van brandende sigaretten niet wordt aangetoond en ook op basis van geurwaarneming twijfel bestaat of gerookt is. Of in situaties waar van lekkage van ETS uit de rookruimte naar de rookvrije ruimte aanzienlijk is. Ook bij ernstigere overtredingen biedt een chemisch analytische meting meerwaarde. Indien proces-verbaal opgemaakt wordt geeft deze informatie extra bewijsmateriaal. (RIVM, 2014)

### **Gebruik van elektronische detectiemethodes (e-nose):**

De elektronische neus (E-nose) is een nieuwe technologie voor geurevaluatie en het nabootsen van het menselijke reukvermogen. De elektronische neus analyseert gas monsters door ze over een reeks van sensoren of elektrodes te leiden. Elke elektrode reageert op bepaalde stoffen door de elektrische weerstand op een karakteristieke manier te veranderen. Het combineren van de signalen van de elektroden geeft een "geur-print" van de chemische stoffen in het mengsel die in de software wordt opgeslagen en die de e-neus kan leren herkennen en vergelijken met zijn opgeslagen gegevens.

Aangetoond is dat een E-nose in staat is geurveranderingen tijdens het droogproces van tabaksbladeren te detecteren (Ding et al., 2013). De E-nose kan ook diverse tabaksoorten



onderscheiden, maar wordt nog niet gebruikt om de intensiteit van schadelijke stoffen in tabaksrook te detecteren (Brudzewski, Osowski, & Golembiecka, 2012). De detectielimiet van de E-nose ten opzichte van die van de mens ten aanzien van tabakslucht is niet bekend. Voordelen van deze methode zijn de korte bemonsteringstijd en de directe elektronische beschikbaarheid van de gegevens. De keerzijde is dat de kosten van deze methode wat hoger liggen (RIVM, 2014). Bovendien zijn er nog niet voldoende gegevens beschikbaar betreffende referentiewaardes voor ETS gemeten a.h.v. de E-nose. Kortom, op langer termijn kan dit een beloftevolle techniek zijn, maar op korte termijn is de bepaling en evaluatie van ETS aan de hand van de e-nose nog niet bruikbaar. Het is immers momenteel nog onduidelijk of de e-nose ook voldoende gevoelig en specifiek reageert voor de detectie van ETS, niet alleen tijdens maar ook na episodes waarin gerookt werd.

### 2.1.2 BESLUIT

Als samenvatting wordt in onderstaande tabel een overzicht gegeven van de meest courante en bruikbare parameters om ETS vast te stellen en te meten:

methode	parameter	Opmerking
Organoleptische waarneming	Aanwezigheid van ETS	Niet kwantitatief, en vaak subjectief Snel en goedkoop Wereldwijd meest gebruikt bij inspecties tabakswetgeving
Chemisch analyse	Concentratie nicotine in lucht/gasfase	Kwantitatief, en objectief Veel gebruikte indicator voor ETS Specifiek voor roken en ETS
Chemisch analyse	Concentratie 3-Ethenylpyridine in lucht/gasfase (3-EP)	Kwantitatief, en objectief Tabak specifiek, pyrolyse product van nicotine Gas fase Detectieniveau is lager dan dat van nicotine

Een pragmatische aanpak bij het controleren op aanwezigheid van ETS zou kunnen inhouden dat er in eerste instantie gebruik gemaakt wordt van organoleptische waarneming. Indien deze positief zijn, dienen er geen verdere (duurdere) chemische analyses uitgevoerd te worden. Bij twijfelgevallen of betwistingen kan de chemische analyse van nicotine of 3-EP in de lucht gebruikt worden. Of dan wel nicotine of 3-EP dient geanalyseerd te worden hangt dan af van de vraagstelling m.b.t. tabaksrook versus e-sigaretten, en van het gewenst detectieniveau.

## 2.2 OPSTELLEN VAN EEN GAW VOOR DE GESELECTEERDE PARAMETER

### 2.2.1 LITERATUURONDERZOEK

Voor het opstellen van een GAW voor ETS werden gezondheidskundige advieswaarden voor ETS (en 2 merkers, nl. nicotine en 3-EP) uit bronnen vermeld in het protocol GAW opgezocht.

Als eerste stap werd de classificatie m.b.t. carcinogeniteit onderzocht

Tabel 1: classificatie van carcinogeniteit voor ETS volgens IARC, US EPA, EU-GHS en NTP

Agentschap	Datum	Classificatie	Bron/hyperlink
IARC	2012	Group 1 voor 'Tobacco smoke, second-hand' carcinogenic to humans	<a href="http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php">http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php</a> (Sup 7,92,100F)
US EPA	1992	Group A known human carcinogen	<a href="https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/secondhand-tobacco-smoke-and-smoke-free-homes">https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/secondhand-tobacco-smoke-and-smoke-free-homes</a>
EU-CLP	CLP00 <sup>1</sup>	Niet relevant (ETS komt niet voor in ECHA database vermits deze database betrekking heeft op chemische stoffen gebruikt in industrie)	
NTP	14th RoC (2016) <sup>2</sup>	Known to be human carcinogen voor 'Environmental Tobacco Smoke'	<a href="http://ntp.niehs.nih.gov/pubhealth/roc/index-1.html">http://ntp.niehs.nih.gov/pubhealth/roc/index-1.html</a>

Conclusie: consistentie over de verschillende instanties dat omgevingstabaksrook als carcinogeen beschouwd wordt; dus GAW afleiden zodanig dat rekening gehouden wordt met:

- Carcinogene effecten;
- Niet-carcinogene effecten.

In onderstaande tekst wordt opgelijst in welke bronnen GAWs of eenheidsrisico's voor ETS, nicotine of 3-EP werden gezocht en gevonden (gecombineerde zoektocht voor carcinogene en niet-carcinogene effecten)

### Primaire bronnen

WHO:

[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/74732/E71922.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf)

[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf)

[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0009/128169/e94535.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf?ua=1)

[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0015/123063/AQG2ndEd\\_5\\_9PAH.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0015/123063/AQG2ndEd_5_9PAH.pdf)

<sup>1</sup> 2008

<sup>2</sup> 3 November 2016

US EPA IRIS, Reference Concentration (RfC) en inhalatie eenheidsrisico :

<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/respiratory-health-effects-passive-smoking-lung-cancer-and-other-disorders>

ATSDR, Cancer effect Level (CEL):

[https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/pdfs/atsdr\\_mrls.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/pdfs/atsdr_mrls.pdf)

### **Secundaire bronnen**

US-EPA / Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for Superfund (PPRTV):

<https://hhpprtv.ornl.gov/quickview/pprtv.php> (niet van toepassing voor ETS)

Cal EPA OEHHA (Reference Exposure Level (REL) en unit risks):

<http://oehha.ca.gov/air/general-info/oehha-acute-8-hour-and-chronic-reference-exposure-level-rel-summary>

<https://oehha.ca.gov/air/environmental-tobacco-smoke-ets>

ANSES Valeurs toxicologiques de reference (VTR):

<https://www.anses.fr/fr/content/valeurs-toxicologiques-de-r%C3%A9f%C3%A9rence-vtr>

<https://www.anses.fr/fr/content/liste-des-valeurs-toxicologiques-de-r%C3%A9f%C3%A9rence-vtr-construites-par-l%E2%80%99anses>

Health Canada, Air Quality Guideline (AQG):

<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/index-eng.php>

<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/hbct-jact/index-eng.php#TC05>

<http://www.tera.org/iter/HCP1supportdoc.pdf>

### **Tertiaire bronnen**

Duitsland, Richtwerte I en II (RWI, RWII):

<http://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/commissions-working-groups/german-committee-on-indoor-guide-values> : ETS komt niet aan bod

Anses, Valeurs toxicologiques de référence d'Air Intérieur (VTR):

<https://www.anses.fr/fr/lexique/vgai-valeurs-guides-de-lair-int%C3%A9rieur> ETS komt nie aan bod

Index Project : [http://ec.europa.eu/health/ph\\_projects/2002/pollution/fp\\_pollution\\_2002\\_exs\\_02.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2002/pollution/fp_pollution_2002_exs_02.pdf) (

ETS behoorde niet de de scope van het INDEX rapport.

Resultaat van de analyse van primaire, secundaire en tertiaire bronnen:

WHO (2005) is de enige instantie die eenheidsrisico afgeleid voor ETS.

Andere instanties (US EPA, ATSDR, OEHHA) hebben ook zeer uitgebreide studies en review gepubliceerd i.v.m. de wetenschappelijke evidentie betreffende de relatie tussen longkanker (+ andere effecten) en passief roken, maar geen enkele van deze heeft geen RfC of unit risk afgeleid voor ETS, noch voor nicotine of 3-EP. Voornaamste argument van de meeste instanties om geen advieswaarde af te leiden is dat er geen veilige drempel bestaat waar beneden er geen risico is.

Instantie	Benaming	Waarde	Stof
<b>WHO (2000)</b>	Eenheidsrisico voor kanker bij levenslange blootstelling aan ETS	$1.10^{-3}$ in een woning waar één persoon rookt	BaP

De manier waarop het WHO eenheidsrisico voor ETS is uitgedrukt (kans van  $1.10^{-3}$  in een woning waar één persoon rookt bij levenslange blootstelling) bemoeilijkt de vertaling naar een binnenmilieuconcentratie die overeenkomt met een extra risico op kanker van  $1.10^{-6}$  (dit is het risico niveau dat algemeen gehanteerd wordt voor carcinogene stoffen voor het afleiden van een binnenmilieu GAW).

Ook in het rapport van RIVM (2009) werd gereflecteerd over welke maxima kunnen gehanteerd worden om concentraties ETS, nicotine of 3-EP gezondheidskundig af te toetsen. RIVM (2009) kwam ongeveer tot dezelfde conclusie als wij op basis van het protocol GAW: "Aangezien er vanuit gezondheidsoogpunt geen veilig niveau voor omgevingsrook te geven is, kan er alleen een norm opgesteld worden die gebaseerd is op een gezondheidsrisico dat aanvaardbaar geacht wordt. Er zal dan dus een keuze gemaakt moeten worden welke mate van ziektelast en mortaliteit als gevolg van weglekkende omgevingstabaksrook aanvaardbaar geacht wordt. Vervolgens kan, op basis van dit aanvaardbaar geachte risico, het bijbehorende aanvaardbare niveau voor omgevingstabaksrook worden afgeleid. Het invoeren van een bepaalde toegestane maximumconcentratie zwerfrook zal dus gepaard gaan met het accepteren van een bepaald gezondheidsrisico (RIVM, 2009).

Verder kwam RIVM (2009) ook tot de conclusie dat er geen richtlijnen of normen voor een toelaatbaar niveau van omgevingstabaksrook bestaan in binnen- of buitenland. Deze kunnen ook niet eenvoudig opgesteld worden. Veilige niveaus voor omgevingstabaksrook zijn er niet.

De enige aanvulling die we kunnen maken zijn de Noorse waarden richtwaarden voor algemeen rookvrije omgevingen ( $1.0 \mu\text{g nicotine/m}^3$ ) en de richtwaarde voor rookvrije zones in restaurants waar roken toegelaten is in rokerszones ( $10 \mu\text{g nicotine/m}^3$ ) (Becker et al., 2000). We konden echter geen gezondheidskundige onderbouwing van deze waardes terugvinden. Vermoedelijk gaat het om pragmatische richtwaarden.

RIVM (2009) bespreekt ook de mogelijkheid van het gebruik van een merkerstof voor het opstellen van een richtlijn of norm voor ETS (bvb. nicotine of 3-EP). RIVM (2009) stelt echter in vraag of deze merkerstoffen daarmee een representatief beeld geven van de toxicologisch relevante stoffen van ETS, vermits er nog zeer weinig bekend over de relaties van de hoeveelheden van verschillende stoffen in

omgevingstabaksrook. Dit is dus een bijkomende moeilijkheid om een gezondheidskundig advies of richtwaarde voor ETS op te stellen.

### 2.2.2 BESLUIT

De meeste instanties hanteren geen richtlijn voor ETS; enerzijds omwille van de complexiteit van het mengsel, maar vooral omwille van het feit dat er geen veilige hoeveelheid ETS bestaat.

Vertaald naar metingen uitgevoerd aan de hand van organoleptische waarnemingen, betekent dit dat 'afwezigheid van ETS' een gepaste gezondheidskundige richtlijn is.

De vertaling van deze richtwaarde ('afwezigheid van ETS') of het eenheidsrisico van WHO (risico  $1.10^{-3}$  per rokende persoon in de woning) naar metingen uitgevoerd aan de hand van chemische analyses is wat moeilijker. In theorie zou kunnen berekend worden welke concentratie ETS (bvb. in vorm van merker nicotine) overeenkomt met de aanwezigheid van 1 roker, en deze concentratie delen door 1000 (omrekening van risiconiveau  $1.10^{-3}$  → naar risiconiveau  $1.10^{-6}$ ; dit risiconiveau wordt immers gehanteerd als richtwaarde GAW volgens protocol GAW voor carcinogene stoffen).

Echter, het is maar de vraag of deze concentratie ETS of nicotine te onderscheiden zijn van concentraties nicotine in woningen waar geen SHS maar wel THS voorkomt, en of het concentratieniveau boven de detectielimiet voor nicotine valt.

Bovendien geeft de doorvertaling van eenheidsrisico voor ETS ( $1.10^{-3}$  per roker in de woning) naar een kwantitatieve maat (concentratie nicotine/ $m^3$ ) misschien een vals beeld van nauwkeurigheid; immers, het eenheidsrisico van WHO moet eerder aanzien worden als een semi-kwantitatief getal.

methode	Parameter	Voorstel GAW
Organoleptische waarneming	Aanwezigheid van ETS	Afwezigheid ETS
Chemisch analyse	Concentratie nicotine in lucht/gasfase	Er kan geen gezondheidskundige advieswaarde voor nicotine (als merker voor ETS) opgesteld worden  Pragmatisch voorgestelde richtwaarde (in plaats van GAW): zie 2.5
Chemisch analyse	Concentratie 3-Ethenylpyridine in lucht/gasfase (3-EP)	Er kan geen gezondheidskundige advieswaarde 3-EP (als merker voor ETS) opgesteld worden

### 2.3 REFERENTIEWAARDEN VOOR ETS MERKERS IN WONINGEN EN PUBLIEK TOEGANKELIJKE GEBOUWEN

De concentratie ETS (en merkers voor ETS) gemeten in woningen waar gerookt wordt, zijn uiteraard sterk variabel in functie van het aantal rokers, het aantal sigaretten dat gerookt wordt, de verluchting in de woning, en het tijdstip waarop de metingen gebeuren (in relatie tot het moment waarop gerookt

wordt). Ook de meetmethode (passief of actief), en voornamelijk de tijdsduur waarop de meetmethode slaat<sup>3</sup> kan een invloed hebben op de resultaten. Dit blijkt ook uit resultaten gerapporteerd in onderstaande tabel.

In onderstaande tabel worden concentratieniveaus nicotine en 3-EP uit literatuur opgelijst voor verschillende omgevingen en condities. Merk hierbij op dat deze tabel niet gebaseerd is op een uitgebreide literatuurstudie, maar eerder op basis van een steekproef.

Desalniettemin, geeft deze beperkte literatuurstudie een inzicht in courante niveaus van nicotine en 3-EP in woningen en andere omgevingen.

De volgende zaken kunnen afgeleid worden uit de gegevens uit Tabel 2: overzicht van concentraties ETS (gemeten ahv merkers nicotine en 3-EP) in binnenlucht in verschillende omgevingen (vnl. verschil mbt rookstatus):

- gemiddelde nicotine concentraties gemeten aan de hand van passieve monitoring (1-7 dagen) **in woningen waar frequent gerookt** wordt ligt bijna in alle studies  $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . (uitzondering is de studie van Ballbe et al., 2014 in woningen waar 1 sigaretten/dag werd gerookt concentratie was  $0,44 \mu\text{g}$  nicotine/ $\text{m}^3$ ; de lange bemonsteringsduur (7 dagen) kan ook deels de lage concentratie verklaren. Concentraties stijgen als het aantal gerookte sigaretten per dag toeneemt.
- **In woningen waar occasioneel binnen gerookt wordt** liggen volgens WHO (2000) nicotine concentraties tussen  $0,1$  en  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- **In rookruimtes (publiek toegankelijke gebouwen)** liggen nicotine concentraties ook steeds  $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en veelal een stuk hoger (typisch getal:  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) voor passieve metingen. Voor metingen met actieve bemonstering lopen pieken (5 min sampling periode) op tot  $> 2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- In ruimtes waar niet binnen gerookt wordt (**rookvrije woningen en geheel rookvrije publiek toegankelijke ruimtes**), liggen de nicotine concentraties gemeten met passieve bemonstering steeds  $\ll 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  is een typische waarde voor rookvrije woningen; zie Ballbe et al. (2014)) (merk op: enkel bij actieve metingen (5 min) werd een piek gerapporteerd tot  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  -; eigen interpretatie: deze piek is mogelijks te wijten aan kortstondig verblijf van een persoon die THS met zijn meedroeg).
- In **rookvrije woningen waar voorheen rokers gewoond hebben**, zijn de nicotineconcentraties weliswaar significant hoger dan rookvrije woningen waar altijd niet-rokers hebben gewoon, maar de concentraties liggen ook voor deze woningen  $< 0,3 \mu\text{g}$  nicotine/ $\text{m}^3$ .
- In **rookvrije ruimtes in de nabijheid van rookzones** is de nicotine concentratie sterk variabel, gaande van achtergrondconcentraties tot niveaus van rokerswoningen. De verhoogde concentraties (gemiddeld  $7,7 \mu\text{g}$  nicotine/ $\text{m}^3$ ) - zijn te wijten aan lekstromen uit naburige omgevingen. Grote verschillen in concentraties tussen verschillende rookvrije ruimtes zijn te verklaren door verschillen in luchtafscheiding tussen rokerszone en rookvrije ruimte, ventilatie en luchtzuivering en de intensiteit van het gebruik van de rookzone (RIVM, 2014). In Noorwegen ligt de norm voor rookvrije ruimtes in de nabijheid van rookzones 10 maal hoger ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dan de norm voor geheel rookvrije ruimtes ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - (eigen interpretatie: waarschijnlijk omwille van haalbaarheid).
- Merk op dat metingen van nicotine veel vaker voorkomen in literatuur dan metingen van 3-EP. Omwille van beschikbaarheid van gegevens wordt de voorkeur gegeven aan nicotine als merker voor ETS bij parameter voor het BiMi besluit.

<sup>3</sup> actieve metingen bemonsteren een zeer korte periode (bvb 5 min) , terwijl actieve methodes doorgaans een periode van 1 dag tot een week hebben)



Tabel 2: overzicht van concentraties ETS (gemeten ahv merkers nicotine en 3-EP) in binnenlucht in verschillende omgevingen (vnl. verschil mbt rookstatus)

Omgeving (of andere)	Concentratie	Tijdsduur metingen/opmerkingen	Referentie
<b>Rokerswoningen</b>			
Woningen waar rokers frequent binnenroken	Nicotine: 1-10 µg/m <sup>3</sup>	Tijdsduur: niet vermeld Opm: acute en chronische effecten op gezondheid waargenomen bij deze concentraties	WHO (2000)
Rokerswoningen	Nicotine: gemiddeld: 2 – 6 µg/m <sup>3</sup> Maximum: 4 – 28 µg/m <sup>3</sup>	Gebaseerd op 6 studies geciteerd door US EPA (2006); totaliteit van 693 woningen	US EPA (2006)
Woning met rokers van conventionele sigaretten	Nicotine: gemiddeld 0.44 µg/m <sup>3</sup> bij roken van 1 sigaret/dag Nicotine: gemiddeld 1.16 µg/m <sup>3</sup> bij roken van 2-6 sigaretten /dag Nicotine: gemiddeld 1.44 µg/m <sup>3</sup> bij roken van > 7 sigaretten /dag	Passieve meting (7 daagse sampling periode)	Ballbe et al. (2014)
Woningen waar occasioneel binnen gerookt wordt	Nicotine: 0.1-1 µg/m <sup>3</sup>	Tijdsduur: niet vermeld Opm: ook in deze settings werden acute en chronische effecten op gezondheid waargenomen bij deze concentraties	WHO (2000)
rokerswoning	Nicotine: gemiddeld 1.86 µg/m <sup>3</sup>	Gerookt gedurende minstens 5/6 maanden, en minstens 7 sigaretten/week gerookt in de woning Passieve metingen (7 daagse sampling periode)	Matt et al. (2010)



<b>Rookomgevingen (type gebouwen niet gespecificeerd, waarschijnlijk gaat het voornamelijk om rookruimtes in publiek toegankelijke gebouwen)</b>			
Rookomgeving	3-EP: 1.3-5.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen)	Vainiotalo et al., 2001; geciteerd in RIVM (2014)
Rookomgeving	3-EP: 0.01 – 9.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen)	Kuusimaki et al., 2007; geciteerd in RIVM (2014)
Rookruimte	Nicotine: 21.4 – 2154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 3-EP: 1.4 - 261 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Actieve bemonstering (bemonsteringstijd 5 min)	Opperhuizen, 2010; geciteerd in RIVM (2014)
Rookomgeving – disco/nightclub	Nicotine: 42.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddeld) 3-EP: 1.4-6.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddeld)	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen) Roken was nog toegelaten in horeca in de periode van deze studie	Hyvarinen et al., 2000
Rookomgeving – café	Nicotine: 8.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddeld) 3-EP: 1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddeld)	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen) Roken was nog toegelaten in horeca in de periode van deze studie	Hyvarinen et al., 2000
Rookomgeving – restaurant	Nicotine: 7.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddeld) 3-EP: 1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddeld)	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen) Roken was nog toegelaten in horeca in de periode van deze studie	Hyvarinen et al., 2000

Rookomgeving	Nicotine: 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddeld) 3-EP: 7.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddeld)	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen)	Black (2007), gecteerd in RIVM (2014)
Rookomgeving	Nicotine: 16 -250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen)	Hammond & Leaderer, 1987)
Rookomgeving in publieke gebouwen	Nicotine: gemiddeld: 1.83 (0.91 – 4.25) 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Passieve meting	Agbenyikey et al. (2010):
<b><i>Rookvrije ruimte (rookvrije zones in restaurants of andere omgeving waar roken toegelaten is in rokerszone; lekstroom van de rokerszone naar rookvrije ruimte kan verhoogde concentraties veroorzaken</i></b>			
Rookvrije ruimte	Nicotine: 2.1 – 27.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Nicotine: gemiddeld 4.8* - 7.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  3-EP: 0.4 – 9.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Actieve bemonstering (bemonsteringstijd 5 min)  Met rookvrije ruimte wordt bedoeld: rookvrije zones in restaurants of andere omgeving waar roken toegelaten is in rokerszone; lekstroom van de rokerszone naar rookvrije ruimte kan verhoogde concentraties veroorzaken  *gemiddelde indien elf horecagelegenheden waar de afzuiging niet effectief leek, uitgesloten wordt van de analyse	Opperhuizen, 2010; geciteerd in RIVM (2014)
<b><i>Geheel rookvrije ruimte (woningen en publiek toegankelijke gebouwen)</i></b>			
Geheel rookvrije omgeving	3-EP: 0.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen)	Vainiotalo et al., 2001; geciteerd in RIVM (2014)

Geheel rookvrije omgeving	3-EP: 0.04 – 0.09 µg/m <sup>3</sup>	Passieve bemonstering (tijdsduur: ½ - 2 dagen)	Kuusimaki et al., 2007; geciteerd in RIVM (2014)
Geheel rookvrije omgeving	Nicotine: 0.1 – 1 µg/m <sup>3</sup> 3-EP: 0.04 µg/m <sup>3</sup>	Actieve bemonstering (bemonsteringstijd 5 min)	Opperhuizen, 2010; geciteerd in RIVM (2014)
Rookvrije woningen (controle woningen in Ballbe et al., 2014)	Nicotine: gemiddeld 0.02 µg/m	Passieve meting (7 daagse sampling periode)	Ballbe et al. (2014)
Rookvrije woningen waar vroeger (> 100 dagen geleden rokers gewoond hebben (woningen in Matt et al., 2010)	Nicotine: gemiddeld 0.23 µg/m (95 <sup>ste</sup> percentiel 0.4 µg/m <sup>3</sup> )	Passieve meting	Matt et al. (2010)
Rookvrije omgeving in publieke gebouwen	Nicotine: gemiddeld: 0,03 (0.025– 0,036) µg/m <sup>3</sup>	Passieve meting	Agbenyikey et al. (2010):
<b>andere</b>			
Damp e-sigaretten	Nicotine: 0-6 µg/m <sup>3</sup> *	waarden geschat op basis van een grafiek uit RIVM (2014)	RIVM (2014)
Aanwezigheid ETS	Nicotine: > 0.05 µg/m <sup>3</sup> *	Zweden in haar IAQ richtlijnen dat een nicotine concentratie > 0.05 µg nicotine//m <sup>3</sup> indicatief is voor de aanwezigheid van ETS.	Sateri (2002)
Ruimte bemonsterd 24h nadat een sigaret gerookt werd in deze ruimte	0.27 µg/m <sup>3</sup> 3-EP	Puntmeting 24 h na branden van een sigaret	
Woning met rokers van e- sigaretten	Nicotine: gemiddeld 0.13 µg/m	Passieve meting (7 daagse sampling periode)	Ballbe et al. (2014)

---

Geurdrempel omgevingsrook	nicotine	in	Nicotine: 3-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	waarden geschat op basis van een grafiek uit RIVM (2014)	RIVM (2014)
------------------------------	----------	----	---	--	-------------

## 2.4 ONDERSCHIEDEND VERMOGEN TUSSEN PASSIEF ROKEN ('SECOND HAND SMOKE') EN QUATERNAIRE STROOM ('THIRD HAND SMOKE') BLOOTSTELLING AAN TABAKSROOK?

Er zijn drie soorten tabaksrook (bron: <https://www.gezondleven.be/themas/tabak/passief-roken/gevolgen-van-passief-roken>)

- primaire rook (hoofdstroomrook): wordt geïnhaled door de actieve roker
- secundaire rook (zijstroomrook): komt uit de sigaret
- tertiaire rook: wordt uitgeblazen door de roker.

Omgevingsrook (SHS) bestaat voornamelijk uit secundaire rook of zijstroomrook (85%) en tertiaire rook (15%).

Er is ook nog de quaternaire stroom of zgn. 'third-hand smoke', de cocktail van giftige stoffen die blijft hangen in zetels, kleding, stof, de vloer, de oppervlakte, ... lang nadat de sigaret gedoofd is.

Deze term third-hand smoke of quaternaire blootstelling wordt gebruikt om resterende stoffen uit tabaksrook te beschrijven die op oppervlakten en in stof achterblijven na het roken van tabaksproducten. De resterende stoffen vormen lange termijn reservoirs en bronnen van tabaksrook contaminatie. In kleden en textiel accumuleren meer contaminanten dan op harde oppervlakten (Burton, 2011).

Er zijn weliswaar verschillen in samenstelling tussen de verschillende types rook. Bijvoorbeeld, secundaire rook heeft een lagere temperatuur, en omdat er een onvolledige verbranding is bevat deze rook meer schadelijke stoffen dan de primaire en tertiaire: 3x meer koolmonoxide (CO), 7x meer benzeen, 70x meer nitrosaminen en 100x meer ammoniak (Bron: GezondLeven).

Echter, er is tot op heden geen merker (of profiel van componenten of concentraties in SHS versus THS) beschikbaar in literatuur die het onderscheid kan maken tussen SHS en THS.

Wel zijn er recent enkele studies gepubliceerd die de aanwezigheid van THS aantonen (bvb. via desorptie- experimenten uit tapijten, muren en andere stoffen) (RIVM, 2014). Vaak wordt niet de nicotine concentratie in de lucht maar de nicotine concentratie op afgezet stof op oppervlaktes gebruikt om THS aan te tonen (Matt et al., 2011).

In de studie van Matt et al. (2011) werd THS onderzocht door door nicotineconcentraties op te volgen in woningen, in functie van bezetting door rokers versus niet-roker. In rookvrije woningen waar voorheen (ongeveer 100 dagen voor de metingen) rokers gewoond hebben, zijn de nicotineconcentraties significant hoger dan rookvrije woningen waar altijd niet-rokers hebben gewoond, maar de concentraties liggen ook voor deze woningen lager dan  $0.3 \mu\text{g nicotine}/\text{m}^3$ . Het effect was het meest uitgesproken op nicotine concentraties in stof en oppervlaktes (5-7 hogere nicotine concentraties in rookvrije woningen waar voorheen rokers gewoond hebben, versus rookvrije woningen waar voorheen ook niet-rokers woonden). Dit toont dat restanten van tabaksrook maandenlang in de woning aanwezig kunnen blijven.

Hoewel er geen specifieke merker is om het verschil tussen SHS en THS op te sporen, kunnen de concentratieniveaus in de lucht wel een indicatie geven of het om SHS gaat. Indien de nicotineconcentratie  $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  betreft het zeer waarschijnlijk SHS (alle metingen van THS  $< 0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Er is op basis van concentraties weliswaar geen onderscheid te maken in woningen die sterk vervuild zijn met THS (bvb.  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) versus woningen waar occasioneel gerookt wordt (SHS) ( $0,1 - 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicotine).

Er wordt opgemerkt dat er ook voor THS geen gezondheidkundig veilige waarden zijn. zeker voor kleine kinderen die hoger blootgesteld zijn aan afgezet huisstof en gecontamineerde oppervlaktes (zoals vloer en tapijten) kan THS nadelig zijn voor de gezondheid.

Op basis van een beperkte screening van de literatuur<sup>4</sup> vonden we geen studies die de concentratie nicotine (of andere merker ETS) onderzocht hebben bij personen die buiten gerookt hadden, en bij terugkeer naar de binnenomgeving mogelijks sporen van nicotine (of andere merker tabaksrook) mee naar binnen brachten. Evenmin werden hieromtrent gegevens gevonden in de documenten van WHO (2000) en RIVM (2014).

## 2.5 PRAGMATISCH VOORSTEL ADVIESWAARDE NICOTINE IN BINNENLUCHT

Het niet mogelijk is om voor ETS bepaald a.h.v. chemische analyses **een gezondheidkundige advieswaarde** op te stellen. Desalniettemin is het wenselijk om een pragmatisch instrument te hebben voor de aanwezigheid van SHS.

Hiervoor stellen we voor om concentratieniveaus voor te stellen die overeenstemmen met een de aan of afwezigheid van SHS (passief roken) en THS (quaternaire blootstelling):

Op basis van de gegevens in Tabel 2 worden de volgende niveaus voorgesteld:

- **Niveau 1:**  $<0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ : ruimtes (quasi) zonder ETS of THS
- **Niveau 2:**  $0,1 - 0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ : ruimtes met vermoedelijk THS de bron is van nicotine (hoewel SHS ten gevolge van occasioneel roken ook niet uitgesloten kan worden)
- **Niveau 3:**  $>0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ : ruimtes met vermoedelijk SHS als bron van nicotine

Deze concentraties slaan op metingen uitgevoerd aan de hand van passieve bemonstering gedurende een langere tijd (1- 7 dagen).

De bovengrens voor concentratieniveau 1 is gebaseerd op enerzijds de waarde Matt et al. (2010) naar voor schuift als cut-off voor het onderscheid tussen rokers en niet-rokers woningen, en anderzijds komt de grens tussen niveau 1 en 2 ( $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ook overeen met de laagste waarde van het interval ( $0,1 - 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) die volgens WHO (2000) een range is voor woningen waar occasioneel gerookt wordt (hieruit leiden we af dat WHO concentraties  $< 0,1 \mu\text{g}$  nicotine/ $\text{m}^3$  beschouwt als woningen waar zelden of nooit gerookt wordt).

De bovengrens van concentratieniveau 1 ( $0,1 \mu\text{g}$  nicotine/ $\text{m}^3$ ) kan beschouwd worden als een pragmatische benadering voor een gezondheidkundige richtwaarde voor nicotine in het binnenmilieu

Deze concentratie in de buurt van de waarde uit het Zweeds document van IAQ richtlijnen die de waarde van  $< 0,05 \mu\text{g}$  nicotine/ $\text{m}^3$  als indicatief beschouwt is voor de afwezigheid van ETS.

<sup>4</sup> Screening op WebOfScience keywords 'THS and textile' en 'Tobacco and textile'

Let wel dat de grenzen tussen de niveaus niet absoluut zijn, maar een indicatie geven voor het vermoeden van aan- of afwezigheid van ETS. Er wordt aangeraden steeds de vermoedelijke bron kwalitatief te onderzoeken (bvb. onderzoek naar historiek van de bewoning in functie van aanwezigheid rokers).

Merk hierbij op dat deze waardes strenger zijn dan de Noorse richtwaarde ( $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) voor rookvrije ruimte. Echter, de onderbouwing van de Noorse richtwaarde is niet beschreven in de paper van Becker et al. (2000); vermoedelijk is de waarde eerder gebaseerd op pragmatische, haalbare waarde dan een gezondheidskundige aanpak.

## 2.6 BESLUIT – VOORSTEL BIMi PARAMETER ETS

methode	Parameter	Voorstel GAW
Organoleptische waarneming	Aanwezigheid van ETS	Afwezigheid ETS
Chemisch analyse	Concentratie nicotine in lucht/ gasfase	<p>Er <b>kan geen gezondheidskundige advieswaarde</b> voor nicotine (als merker voor ETS) opgesteld worden</p> <p><b>Pragmatisch voorgestelde concentratieniveaus:</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Niveau 1 (= richtwaarde):</b> <math>&lt;0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>: ruimtes (quasi) zonder ETS of THS</li> <li>- <b>Niveau 2:</b> <math>0,1 - 0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>: ruimtes met vermoedelijk THS de bron is van nicotine (hoewel SHS ten gevolge van occasioneel roken ook niet uitgesloten kan worden)</li> <li>- <b>Niveau 3:</b> <math>&gt;0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>: ruimtes met vermoedelijk SHS als bron van nicotine</li> </ul>

Merk hierbij ook op dat de parameter voor ETS in het BiMi besluit in combinatie dienen gezien te worden met andere BiMi parameters. ETS zal immers ook bijdragen tot concentraties van veel afzonderlijke componenten. Indien de concentratie van alle andere BiMi parameters beneden de richtwaarde of interventiewaarde ligt, is het onwaarschijnlijk dat ETS aanwezig is. Immers, indien ETS aanwezig is, is dit meestal de dominante bronnen van binnenmilieuverontreiniging.

## REFERENTIES

- Agbenyikey et al. (2010). Secondhand tobacco smoke exposure in selected public spaces (PM2.5 and nicotine) and non-smoking employees (hair nicotine) in Ghana. *Tobacco Control* 2011;20:107e111. doi:10.1136/tc.2010.036012
- Apelberg, B. J., Hepp, L. M., Avila-Tang, E., Gundel, L., Hammond, S. K., Hovell, M. F., . . . Breyse, P. N. (2013). Environmental monitoring of secondhand smoke exposure. *Tob Control*, 22(3), 147-155. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2011-050301
- Ballbe et al. (2014). Cigarettes vs e-cigarettes: passive exposure at home measured by means of airborne marker and biomarkers. *Environmental Research* 135: 76-80
- Becker et al., 2000. Guidelines for indoor air in Norway – a practical approach. *Pollution Atmosphérique* No 116 – Juin 2000. [http://lodel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/docannexe/file/3772/245\\_becher.pdf](http://lodel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/docannexe/file/3772/245_becher.pdf)
- Black D, G. I., Casstles H. (2007). Monitoring the exposure of hospitality workers to second-hand smoke: establishing a base-line in advance of the smoke free legislation. *Journal of Environmental Health Research*, 6(1).
- Brudzewski, K., Osowski, S., & Golembiecka, A. (2012). Differential electronic nose and support vector machine for fast recognition of tobacco. *Expert Systems with Applications*, 39(10), 9886-9891. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.163>
- Brunnemann, K. D., Cox, J. E., & Hoffmann, D. (1992). Analysis of tobaccospecific N-nitrosamines in indoor air. *Carcinogenesis*, 13(12), 2415-
- Ding, W., Zhu, Z., Zhang, C., Chen, X., Jiang, W., Liang, Y., . . . Tian, F. (2013). Detection of Smell Change of Flue-Cured Tobacco Based on an Electronic Nose. *Intelligent Automation & Soft Computing*, 19(2), 195-206. doi:10.1080/10798587.2013.787187
- Greenberg, M. I., Curtis, J. A., & Vearrier, D. (2013). The perception of odor is not a surrogate marker for chemical exposure: a review of factors influencing human odor perception. *Clin Toxicol (Phila)*, 51(2), 70-76. doi: 10.3109/15563650.2013.767908
- Hammond, S. K., & Leaderer, B. P. (1987). A diffusion monitor to measure exposure to passive smoking. *Environ Sci Technol*, 21(5), 494-497. doi:10.1021/es00159a012
- Hyvarinen, M. J., Rothberg, M., Kahkonen, E., Mielo, T., & Reijula, K. (2000). Nicotine and 3-ethenylpyridine concentrations as markers for environmental tobacco smoke in restaurants. *Indoor Air*, 10(2), 121- 125.
- Kuusimäki, L., Peltonen, K., & Vainiotalo, S. (2007). Assessment of environmental tobacco smoke exposure of Finnish restaurant workers, using 3-ethenylpyridine as marker. *Indoor Air*, 17(5), 394-403. doi: 10.1111/j.1600-0668.2007.00487.x
- Matt et al. (2011) . When smokers move out and nonsmokers move in: residential thirdhand smoke pollution and exposure. *Tob Control*. e1. doi:10.1136/tc.2010.037382.
- Opperhuizen, A. (2010). *Zwerfrok en Alternatieven voor Rookruimten*.
- RIVM, 2009. Handhaving van een rookvrij binnemilieu. Briefrapport 340600002/2009
- RIVM, 2014. Detectiemethoden ter ondersteuning bij de handhaving van het rookverbod. RIVM Briefrapport 090071001/2014
- Schripp et al. , 2012. Does e-cigarette consumption cause passive vaping? *Indoor Air*, Vol 23; Issue 1 p 25-31.
- US EPA 2006. The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke. A report of the surgeon general. 2006..
- Vainiotalo, S., Vaaranrinta, R., Tornaes, J., Aremo, N., Hase, T., & Peltonen, K. (2001). Passive monitoring method for 3-ethenylpyridine: a marker for environmental tobacco smoke. *Environ Sci Technol*, 35(9), 1818-1822.



WHO (2000). Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No 91.

WHO (2010) WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants. World Health Organization

