

# ATD-rør og ORSA-rør giver forskellige resultater for TVOC

Af Per Loll, Dansk Miljørådgivning (DMR) A/S og Maybrit Jannerup, Region Sjælland

Region Sjælland og DMR A/S har gennemført et udviklingsprojekt, hvor der er foretaget sammenlignende målinger af sum af flygtige forbindelser (TVOC), BTEX'er (benzen, toluen ethylbenzen og xylener), naphthalen og C9/C10-aromater opsamlet på hhv. ORSA-rør og ATD-Tenax-rør på en pulje af indeklimasager i Region Sjælland, i alt 10 sager med 90 målepunkter. Samplerne er ophængt parallelt i 'samme' målepositioner og er analyseret under regionens analyseaftale med Eurofins Danmark. Resultaterne er afrapporteret i /1/, og highlights gengives i det følgende.

Betegnelsen 'TVOC' (Total Volatile Organic Compounds) benyttes for summen af flygtige kulbrinter, uanset hvilket opsamlingsmedie eller hvilken analysemetode der er tale om.

## Baggrund

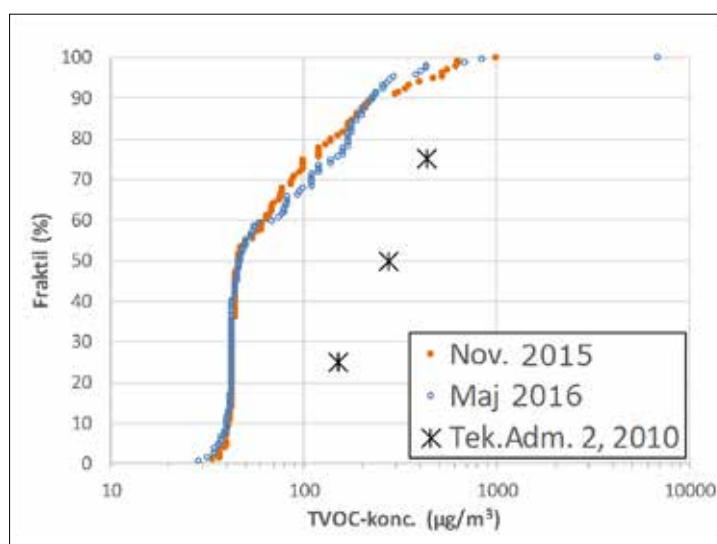
Region Midtjylland og DMR A/S har i 2015-2016 gennemført et omfattende nyt dansk studium af baggrunds niveauer for koncentrationer af oliekulbrinter (inkl. BTEX) i hhv. indeklima og udeluft /2/. Prøverne i dette studium er opsamlet passivt over 14 dage på ORSA-rør, og kvantificerer totalindholdet af kulbrinter i intervallet C6-C35, svarende til Miljøstyrelsens afdampningskriterium for sum af kulbrinter /3/. Passiv opsamling på ORSA-rør over ca. 14 dage er den opsamlingsmetode, der generelt benyttes til indeklimatemåling i den danske miljøbranche i dag, undtagen i særlige tilfælde.



I /2/ er der foretaget en sammenligning af de nye resultater med tidligere danske baggrunds niveauer (fra perioden 2000-2008) /4/, der er baseret på prøver opsamlet enten aktivt på kulrør (korttidsmålinger) eller passivt, typisk over 14 dage på ATD-rør af typen Tenax (C6-C18). Passiv opsamling på ATD-rør af typen Tenax (C6-C18) over 14 dage var den mest anvendte måde til opsamling af indeklima prøver frem til slutningen af 00'erne (ca. 2008-2009).

I /2/ er det konstateret, at de nye baggrunds niveauer for TVOC ligger betydeligt lavere end de 'gamle' niveauer fra /4/, jf. figur 1. Med et afdampningskriterium for TVOC på  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  betyder forskellen på de forventede baggrunds niveauer i uforurenedede boliger, at man går fra en forventning om, at 'størstedelen af uforurenedede boliger har et TVOC-niveau, der ligger **over** afdampningskriteriet' (jf. /4/), til at 'størstedelen af uforurenedede boliger har et TVOC-niveau, der ligger **under** afdampningskriteriet' (jf. /2/).

FIGUR 1 SAMMENSTILLING AF NYE OG GAMLE BAGGRUNDSNIVEAUER FOR TVOC I INDEKLIMAET, JF. /2/.



Én af de opstillede forklaringshypoteser for forskellen på de nye og de gamle baggrunds niveauer er, at der er forskel på det indhold, der kvantificeres, afhængigt af om prøverne opsamles og analyseres på ORSA-rør (C6-C35) eller ATD-Tenax-rør (C6-C18).

### Tidligere sammenligninger

I et tidligere studium, publiceret i 2012, er der foretaget en sammenligning af TVOC-indholdet kvantificeret på hhv. ORSA-rør og ATD-Tenax, /5/. Heri er der skitseret to delstudier, hvor det ene generelt viste højere indhold af TVOC på ORSA-rør end på ATD-rør (12 af 17 målinger i udeluft). Det andet studium viste højere indhold af TVOC på ATD-rør end på ORSA-rør (12 af 14 målinger i indeklima og udeluft).

På tidspunktet for studiet i /5/ fik man kvantificeret prøveindholdet af kulbrinter i intervallet C6-C25 på ORSA-rør mod den nuværende analyse, hvor C6-C35 kvantificeres. Der er ikke sket ændringer for ATD-Tenax (C6-C18) i den mellemliggende periode.

I /5/ blev det vurderet, at eventuelle mindre forskelle i de kvantificerede indhold af benzen ikke var systematiske og generelt lå inden for  $\pm 25\%$ .

## Eurofins' anbefaling

Eurofins anbefaler på deres hjemmeside anvendelse af ORSA-rør til passiv opsamling af oliekulbrinter (C6-C25) fremfor ATD-rør (C6-C18) /6/.

## Undersøgelsen

Den nye sammenlignende undersøgelse er gennemført på en indeklimapulje i Region Sjælland med 10 lokaliteter, hvor der var planlagt gennemførelse af indeklimamålinger for oliekulbrinter på ORSA-rør i 80 indeklimapunkter og 10 udereferencepunkter, i alt 90 målepunkter. I udviklingsprojektet er der foretaget en parallel ophængning af ATD-Tenax-rør i 'samme' målepunkter, 2 ATD-rør pr. prøvepunkt. I hvert af de 90 prøvepunkter har der således været ophængt 1 stk. ORSA-rør og 2 stk. ATD-rør.

Samplerne har været ophængt i sidste halvdel af november 2016, og opsamlingsperioden har generelt været ca. 14 dage, under hensyntagen til praktiske forhold omkring planlægning og muligheder for adgang til lokaliteterne. For en enkelt lokalitet har opsamlingsperioden af praktiske hensyn derfor kun været 9 dage. Som udgangspunkt er både ORSA-rør og ATD-rør analyseret for sum af flygtige forbindelser (TVOC), BTEX'er, naphthalen og C9/C10-aromater.

Afhængig af resultaterne af forudgående undersøgelser på indeklimapuljen er BTEXN (benzen, toluen ethylbenzen, xylener og naphthalen) fravalgt som analyseparametre for indeklimamålingerne på 5 af lokaliteterne (30 indeklimapunkter og 5 udeluftpunkter). På disse lokaliteter er prøverne således kun analyseret for indhold af TVOC og C9/C10-aromater.

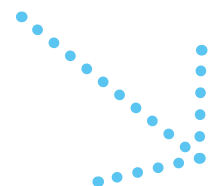
## Overordnede resultater

Ved at sammenholde antallet af overskridelser af Miljøstyrelsens afdampningskriterier (Antal > ADK) og de konstaterede koncentrationsniveauer på såvel ORSA-rør og ATD-rør med Miljøstyrelsens afdampningskriterier (ADK) for hver(t) stof/stofgruppe kan det konstateres, at TVOC og benzen er de i miljømæssig sammenhæng mest relevante stoffer. Således er der for disse stofgrupper/stoffer konstateret en relativ høj andel overskridelser af ADK og/eller relativt høje koncentrationsniveauer (se nedenfor).

I modsætning hertil er der for toluen og naphthalen ikke konstateret overskridelser af ADK, og den højeste koncentration er på mindre end 20 % af ADK for toluen og på ca. 3 % af ADK for naphthalen. For sum af ethylbenzen/xylener samt for sum af C9/C10-aromater er der konstateret overskridelse af ADK i ét målepunkt med maksimale indhold svarende til ca. 2-3 gange ADK.

I det følgende fokuseres der således på TVOC og benzen, som også erfaringsmæssigt vil være de risikodrivende forureningskomponenter på oliesager, jf. /2/. Øvrige resultater fremgår af /1/.

Opsummerende statistik for hhv. ORSA- og ATD-resultater er præsenteret i tabellen på næste side.





TABEL 1 OPSUMMERENDE STATISTIK FOR ANALYSERESULTATER.

| ORSA-rør                            | TVOC (C6-C35) | Benzen | ATD-rør                             | TVOC (C6-C18) | Benzen |
|-------------------------------------|---------------|--------|-------------------------------------|---------------|--------|
| DG [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]     | 43            | 0,1    | DG [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]     | 80            | 0,2    |
| ADK [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]    | 100           | 0,13   | ADK [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]    | 100           | 0,13   |
| Antal analyser                      | 90            | 55     | Antal analyser                      | 90            | 90     |
| Antal ND                            | 42            | 0      | Antal ND                            | 24            | 0      |
| Antal > ADK                         | 26            | 54     | Antal > ADK                         | 57            | 90     |
| Maks [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]   | 440           | 6,2    | Maks [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]   | 1.100         | 6,5    |
| Middel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | 135           | 0,91   | Middel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | 292           | 0,99   |
| Median [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | 125           | 0,78   | Median [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | 195           | 0,83   |

DG = Detektionsgrænse v/14 dages opsamlingstid.

ADK = Miljøstyrelsens afdampningskriterium.

ND = Non Detect (= indhold under detektionsgrænsen).

i.m. = interferens på målingen.

### TVOC

Som det fremgår af tabel 1, så er detektionsgrænsen (DG) for TVOC på ORSA-rør (~43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) lavere end på ATD-rør (~80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). På trods heraf er der et højere antal resultater under detektionsgrænsen (Antal ND) for ORSA-analyserne end for ATD-analyserne. Dertil er såvel den maksimale koncentration som middelkoncentrationen og mediankoncentrationen lavere for TVOC-analyserne på ORSA-rør end på ATD-rør.

Begge dele giver en indledende indikation på, at der for TVOC-analyser på ORSA-rør ses lavere koncentrationsniveauer end på ATD-rør.

### Benzen

For benzen ses der ikke nogle tydelige tendenser til, at der er forskel på resultaterne fra hhv. ORSA- og ATD-rør. Antallet af NDs og de observerede koncentrationsniveauer er således nogenlunde samstemmende.

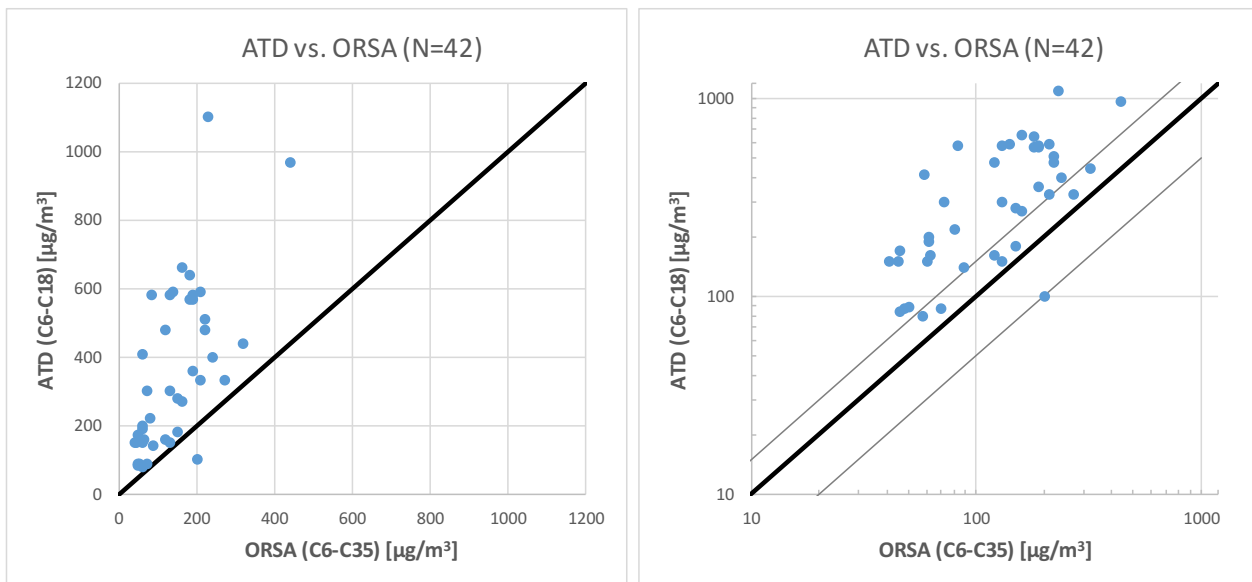
## Sammenligning for TVOC

I nedenstående figurer er TVOC-indholdet (sum af flygtige kulbrinter) på ATD-rør (C6-C18) plottet mod TVOC-indholdet på ORSA-rør (C6-C35) fra de samhørende målepositioner. Det venstre plot er lineært (med primær visuel vægt på høje koncentrationer), mens det højre plot viser samme data i et log-log-plot (med primær visuel vægt på lave koncentrationer).

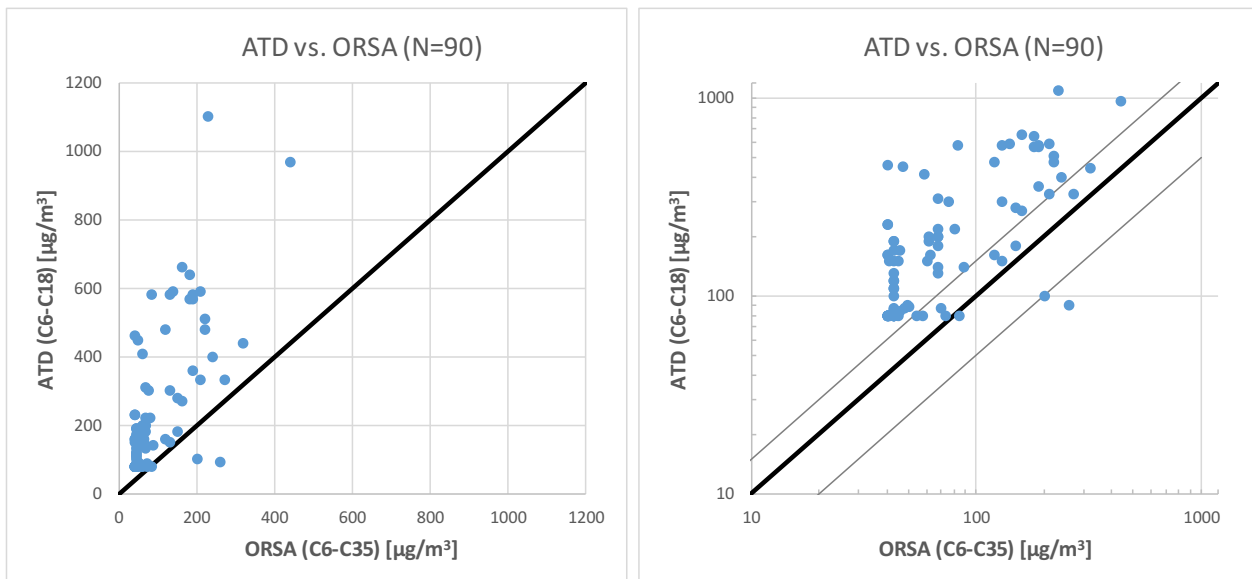
I plottene er der indtegnet en 1:1 fed sort linje for hurtig visuel afkodning af, om resultaterne er niveaumæssigt ens for de to analysetyper. I log-log-plottet er der endvidere indtegnet grå linjer, som indikerer  $\pm 50\%$ . Hvis datapunkterne samler sig omkring 1:1-linjen, og de ligger ligeligt fordelt omkring linjen i hele dataområdet, så er der ikke bias i datasættet. Hvis datapunkterne derimod har tendens til at samle sig over linjen (ATD > ORSA) eller under linjen (ATD < ORSA) er der bias i datasættet (= tendens til, at én analysetype giver højere eller lavere resultater end den anden).

Da der er forskel på detektionsgrænsen for de to analysetyper/opsamlingsmedier, hhv. ~43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på ORSA-rør og ~80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på ATD-rør, er der i figur 2 kun medtaget resultater, hvor indholdet på begge rør overstiger detektionsgrænsen, altså hvor der er opnået kvantitative resultater på begge rørtyper. Dermed inddrages resultaterne fra 42 målepunkter i plottene (N = 42).

FIGUR 2 TVOC FOR SAMHØRENDE MÅLEPUNKTER – ATD (C6-C18) VS. ORSA (C6-C35). NDS ER FRASORTERET.  
VENSTRE PLOT ER LINEÆRT; HØJRE PLOT ER LOG-LOG.



FIGUR 3 TVOC FOR SAMHØRENDE MÅLEPUNKTER – ATD (C6-C18) VS. ORSA (C6-C35). NDS ER VÆRDISAT TIL DETEKTIONSGRÆNSEN.  
VENSTRE PLOT ER LINEÆRT; HØJRE PLOT ER LOG-LOG.

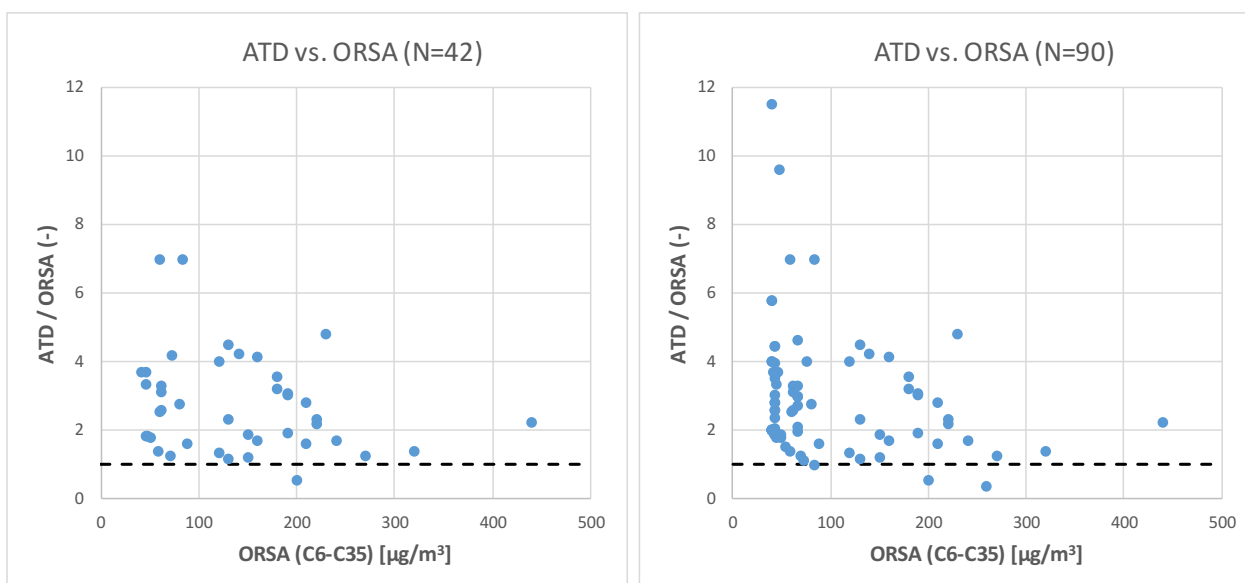


I figur 3 er samtlige resultater plottet, hvor resultater under detektionsgrænsen (NDs = non detects) er plottet som detektionsgrænsen (f.eks. er et resultat anført som <math><43 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> plottet ved en værdi på

Som det fremgår af omstående figurer, så er der en næsten entydig tendens til, at TVOC-indholdet på ATD-rør bliver kvantificeret højere end på ORSA-rør i parallelt opsamlede prøver fra samme målepunkter, datapunkterne ligger stort set kun over 1:1-linjen. Kun i to tilfælde er indholdet på ORSA-røret opgivet lavere end på ATD-røret. Dertil ses det af de højre delfigurer, at der i de fleste tilfælde er tale om, at indholdet på ATD-røret rapporteres mere end +50 % over indholdet på ORSA-røret fra den sam-hørende måleposition.

For at få en idé om, hvor meget højere indholdet i ATD-rørene rapporteres end på ORSA-rørene, viser nedenstående figur forholdet imellem TVOC-resultatet på ATD-rør og TVOC-indholdet på ORSA-rør (fra sam-hørende målepositioner). I det venstre plot er NDs frasorteret, og i det højre plot er NDs medtaget og værdisat til detektions-grænsen. Punkter, der ligger over den vandrette stiplede linje (et forhold imellem resultaterne på 1), har et højere rapporteret TVOC-indhold på ATD-rør end på ORSA-rør.

FIGUR 4 TVOC FOR SAMHØRENDE MÅLEPUNKTER – FORHOLD IMELLEML ATD (C6-C18) OG ORSA (C6-C35). I VENSTRE PLOT ER NDS FRASORTERET, OG I HØJRE PLOT ER NDS VÆRDISAT TIL DETEKTIONSGRÆNSEN.



På baggrund af værdierne i de to plots kan forholdet imellem resultaterne på de to parallelprøver opgøres til maksimalt 7 gange og hhv. 2,7 gange (middel) og 2,4 gange (median), når NDs frasorteres (venstre plot). Hvis NDs værdisættes til detektionsgræn-sen (højre plot), kan forholdet imellem resultaterne på de to parallelprøver opgøres til maksimalt 11,5 gange og hhv. 2,8 gange (middel) og 2,2 gange (median). Der ses desuden en tendens til, at større afvigelser imellem resultatet på parallelprøver fore- kommer ved lavere kulbrinteindhold end ved høje indhold.

På baggrund af ovenstående kan det altså opgøres, at resultatet på ATD-rør som middel-/medianbetragtning (dvs. i almindelighed) opgives til mellem ca. 2 og 3 gange indholdet på et parallelt ophængt ORSA-rør, og der ses større forskel på lave kulbrinte-niveauer (< ca. 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på ORSA-rør) end ved højere niveauer.

Såvel tendensmæssigt som størrelsesmæssigt underbygger resultaterne fra nærvæ- rende studie hypotesen fra /2/ - nemlig at forskellen imellem de nye og de gamle baggrunds-niveauer for TVOC formentlig kan forklares ved et brancheskifte i analyse- metoden for TVOC fra ATD-rør til ORSA-rør.

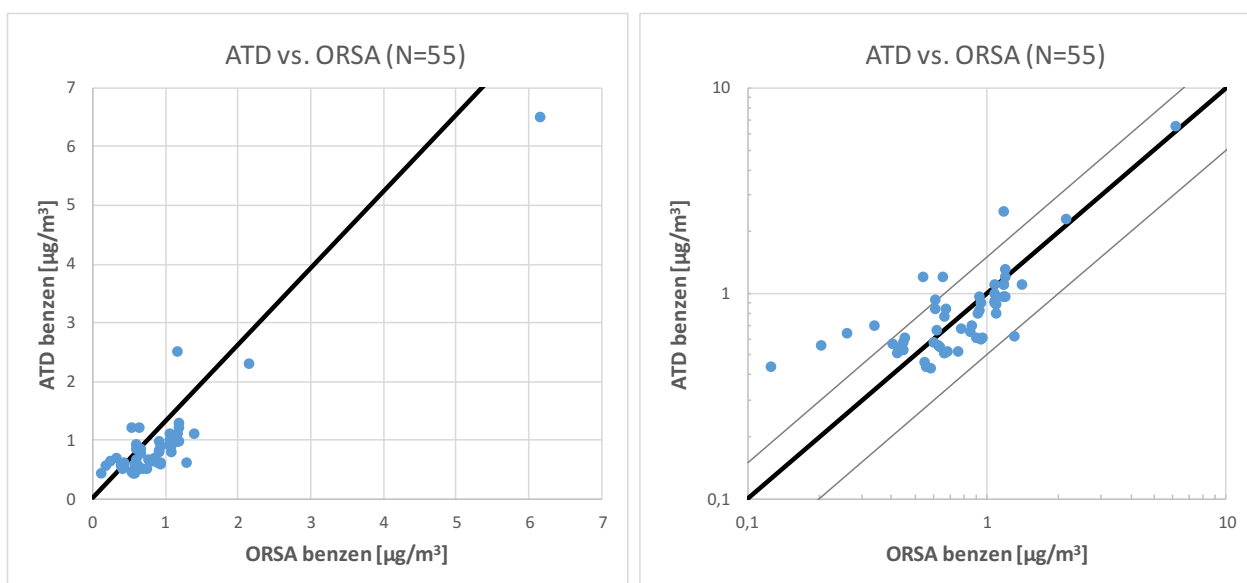
## Sammenligning for benzen

I figur 5 er benzen-indholdet på ATD-rør plottet mod indholdet på ORSA-rør fra samhørende målepositioner. Det venstre plot er lineært (med primær visuel vægt på høje koncentrationer), mens det højre plot viser samme data i et log-log-plot (med primær visuel vægt på lave koncentrationer).

I plottene er der indtegnet en 1:1 fed sort linje for hurtig visuel afkodning af, om resultaterne er niveaumæssigt ens for de to analysetyper. I log-log-plottet er der endvidere indtegnet grå linjer, som indikerer  $\pm 50\%$ . Hvis datapunkterne samler sig omkring 1:1-linjen, og de ligger ligeligt fordelt omkring linjen i hele dataområdet, så er der ikke bias i datasættet. Hvis datapunkterne derimod har tendens til at samle sig over linjen (ATD > ORSA) eller under linjen (ATD < ORSA) er der bias i datasættet (= tendens til, at én analysetype giver højere eller lavere resultater end den anden). En sådan bias kan evt. være afhængigt af koncentrationsområdet.

For benzen overstiger alle indhold detektionsgrænsen på begge rørtyper. I figur 5 er således inddraget resultater fra 55 målepunkter (N = 55).

FIGUR 5 BENZEN FOR SAMHØRENDE MÅLEPUNKTER, ATD VS. ORSA. VENSTRE PLOT ER LINEÆRT; HØJRE PLOT ER LOG-LOG.



Som det fremgår af figur 5, er der overordnet set god overensstemmelse imellem benzenniveauet bestemt på de to rørtyper, og langt de fleste punkter ligger inden for  $\pm 50\%$  linjerne. Der er måske en lille bias mod højere indhold på ATD-rørene ved lave koncentrationsniveauer ( $< 0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på ORSA-rørene), men selvom det rent visuelt ser markant ud (i det højre plot), så er vurderingen baseret på kun 4 punkter, og der kan være tale om tilfældigheder.

## Sammenfatning

I dette studium er det påvist, at der er forskel på de TVOC-niveauer, der kvantificeres på helt almindelige indeklimasager, afhængigt af om der benyttes ATD-Tenax eller ORSA-rør til 14 dages passive målinger i samhørende målepositioner.

Resultatet på ATD-rør er maksimalt op til 7-11,5 gange indholdet på et parallelt ophængt ORSA-rør og som middel-/medianbetragtning (dvs. i almindelighed) mellem ca. 2 og 3 gange indholdet på et parallelt ophængt ORSA-rør. Der ses større forskel på resultaterne ved lave kulbrenteniveauer (< ca. 200 µg/m<sup>3</sup> på ORSA-rør). Forskellen på målemetoderne vurderes i vidustrækning at kunne forklare den forskel på nye og gamle baggrundsværdier for TVOC, der er observeret i /2/.



TVOC-resultatet for ATD-rør opgøres som middel/median-betragtning til ca. 2-3 gange resultatet for ORSA-rør, maksimalt op til 11,5 gange.

For benzen er der observeret god overensstemmelse imellem niveauet bestemt på de to rørtyper, og langt de fleste punkter ligger inden for ±50 % og vurderes ikke at være afgørende i forhold til en risikovurdering, da de målte koncentrationer, undtaget i et enkelt tilfælde, ligger over Miljøstyrelsens afdampningskriterium på 0,13 µg/m<sup>3</sup>. Dette resultat er i overensstemmelse med tidligere vurderinger for benzen, jf. /2/ og /5/.

For benzen er der observeret god overensstemmelse imellem resultater på ATD og ORSA-rør. Forskellen ligger i langt de fleste tilfælde inden for ±50 %.

## Diskussion

### Hvilket TVOC-niveau er 'det rigtige'?

Forskellen på TVOC-koncentrationen er maksimalt 7-11,5 gange og er som middel-/medianbetragtning (dvs. i almindelighed) kvantificeret til, at indholdet på et ATD-rør opgives til mellem ca. 2 og 3 gange indholdet på et parallelt ophængt ORSA-rør. Tendensen til, at der ses højere TVOC-indhold på ATD-rør understreges af, at der er konstateret indhold under detektionsgrænsen i 42 af 90 ORSA-rør, mens der kun er konstateret indhold under detektionsgrænsen i 24 af 90 ATD-rør. Tilsvarende er der konstateret indhold over afdampningskriteriet på 57 af 90 ATD-rør mod 26 af 90 ORSA-rør.

Ovenstående tendenser er vel at mærke på trods af, at den opgivne detektionsgrænse for ATD-rør er højere end for ORSA-rør (ca. 80 µg/m<sup>3</sup> og 43 µg/m<sup>3</sup> for hhv. ATD- og ORSA-rør) og på trods af, at det for ATD-rør opgives, at der kvantificeres kulbrinter med kogepunkter i intervallet C6-C18 mod C6-C35 for ORSA-rør. Disse forhold burde – alt andet lige – betinge højere TVOC-indhold og højere andel af indhold over detektionsgrænsen på ORSA-rør end på ATD-rør.

Hvilket TVOC-indhold er så 'det rigtige'? Pt. er der, som analyseaftager, frit valg imellem de to analysetyper, og Miljøstyrelsens afdampningskriterium (C6-C35) på 100 µg/m<sup>3</sup> er uafhængigt af, om prøveopsamlingen er sket på ATD- eller ORSA-rør. Eurofins anbefaler på deres hjemmeside, at der anvendes ORSA-rør, jf. /6/. Direkte adspurgt, om gennemsnitsresultater for ATD-rør i størrelsesordenen 2-3 x resultatet for ORSA-rør (i parallelmålinger) har betydning for deres anbefaling om anvendelse af analysemetode, har Eurofins den 20. februar 2017 skrevet: '... vi har ikke yderligere kommentarer til vores anbefaling på hjemmesiden'.



På ATD-rør kvantificeres C6-C1, dvs. ikke et kulbrinteinterval, som svarer til Miljøstyrelsens afdampningskriterium (C6-C35), så det er objektivt set ikke sammenlignelige kulbrinteintervaller. De kvantificerede indhold på ATD-rørene er dog højere end på ORSA-rør, hvor kulbrinteintervallet svarer til Miljøstyrelsens kriterium (C6-C35).

ATD-rør kom først på markedet i Danmark, og med de konstaterede højere koncentrationer foranlediges man til tanken, at vi ved at anvende ATD-rør i forbindelse med en risikovurdering må være på den sikre side (givet valget imellem ATD- og ORSA-rør). Tilsvarende vil man umiddelbart tænke, at ORSA-rørene underestimerer TVOC-indholdet, da ens forventninger er baseret på tidligere brug af ATD-rør. Men hvis man forestiller sig en situation, hvor ORSA-rørene (C6-C35) i stedet var kommet på markedet 10 år før ATD-rørene (C6-C18), ville man ud fra samme logik tænke, at ATD-rørene leder til for høje resultater. Det kan derfor ikke ud fra undersøgelsens resultater fastlægges, hvilken koncentration der rent objektivt set er 'rigtigt', og Miljøstyrelsen er kontaktet med henblik på at forholde sig til, hvilken analysemetode der bedst matcher baggrunden for fastsættelsen af afdampningskriteriet for TVOC (C6-C35).

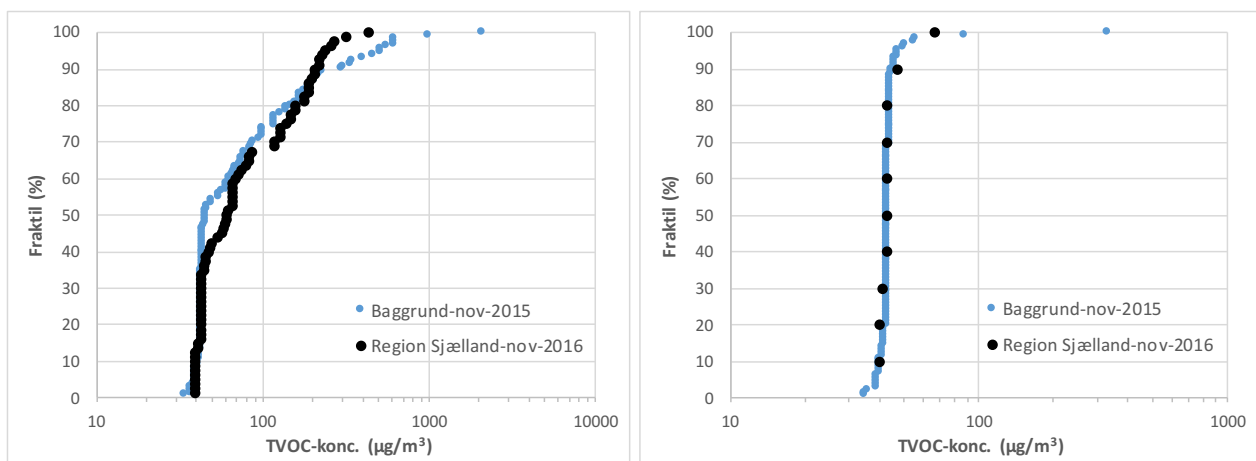
### TVOC-niveauer ift. baggrundsniveauerne, jf. /2/

Man kunne spørge sig selv, om ovenstående konklusioner mon er repræsentative for danske resultater i almindelighed. Er TVOC-niveauerne f.eks. sammenlignelige med niveauerne i /2/?

For at belyse dette er TVOC-værdierne fra de 10 sager i Region Sjælland plottet sammen med værdierne fra /2/, for hhv. indeklima- og udeluftmålinger (figur 6). Det er værd at bemærke, at der er tale om en sammenligning af evt. svagt forureningspåvirkede lokaliteter (Region Sjælland, nov. 2016) med værdier fra forventet uforurenede danske boliger (/2/ nov. 2015). NDs er i begge tilfælde værdisat til detektionsgrænsen.

Som det fremgår af figur 6 er der i både indeklima og udeluft tale om god niveau-mæssig overensstemmelse imellem TVOC-resultaterne fra nærværende studium og resultaterne fra baggrundsniveaustudiet, /2/. Der er således ingen grund til at tro, at resultaterne fra de 10 Region Sjælland-sager adskiller sig fra danske boliger i almindelighed, eller at den observerede forskel på TVOC-resultaterne for ATD- og ORSA-rør ikke skulle være generelt gældende, herunder ift. resultaterne i /2/.

FIGUR 6 SAMMENLIGNING AF INDEKLIMA- OG UDELUFTKONCENTRATIONER FOR TVOC I DETTE STUDIUM OG I /2/. RESULTATER FRA ORSA-RØR. NDS ER VÆRDISAT TIL DETEKTIONSGRÆNSEN.



## Referencer

- /1/ Indeklimamålinger med ORSA-rør og ATD-Tenax – Sammenligning for olie- kulbrinter. Region Sjælland, 20. februar 2017. Dansk Miljørådgivning A/S.
- /2/ Nye danske baggrunds niveauer for olie kulbrinter i udeluft og inde klima. P. Loll, P. Novrup og B. Hvidberg. Præsentation på ATV-møde 'Nyt om inde klima – undersøgelsesmetoder og risikovurdering'. 15. september 2016.
- /3/ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord og kvalitetskriterier for drikkevand. Opdateret juni 2015. Miljøstyrelsen.
- /4/ Prioriteringsniveauer for inde klimasager på kortlagte ejendomme. Teknik og Administration nr. 2, 2010. Videncenter for Jordforurening.
- /5/ Anvendelse af ATD- og ORSA-rør (passiv opsamling) til inde klima- og udeluft- målinger – Opnås overensstemmende resultater? J.A. Steen, H. Steffensen, C.T. Pedersen og P. Novrup. Jordforurening.info nr. 3, s. 8-12, 2012.
- /6/ Måling af inde klima og udeluft – Passiv opsamling (tilgået 21. april 2017). <http://www.eurofins.dk/miljoe/vores-ydelser/luft-og-stoej/arbejds miljoe-og-indeklima/passiv-opsamling-af-luft/>