

## RAPPORT VEDRØRENDE MÅLING AF UDSÆTTELSE FOR ULTRAFINE PARTIKLER BLANDT ANSATTE I DSB



# Indhold

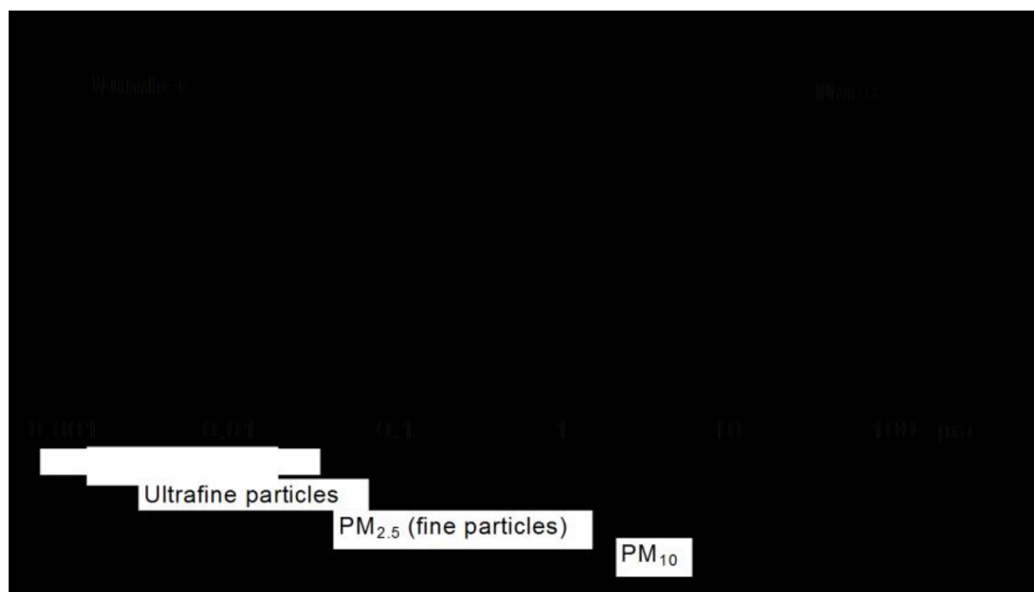
Baggrund .....	2
Metode .....	2
Resumé af resultater .....	4
Vurdering af UFP udsættelse i forhold til i andre miljøer .....	6
Mulige sundhedskonsekvenser af udsættelse for UFP fra dieseludstødning .....	7
Samlet konklusion .....	8
BILAG .....	11
ENHED/OMRÅDE HVOR MÅLINGERNE BLEV UDFØRT: .....	11
1 VEDLIGEHOLD: .....	11
1.1 VEDLIGEHOLD - Lokomotiv-værksted OBV: .....	11
1.2 VEDLIGEHOLD - MR/MQ -værksted – Fredericia: .....	15
1.3 VEDLIGEHOLD - Motor værksted/TEST Århus: .....	17
2. OPERATION .....	19
2.1. OPERATION-Togførere MR: .....	19
2.2. OPERATION-Togførere ME/DD .....	22
2.3. OPERATION-Togførere ME/DD: .....	25
2.4. OPERATION-Lokoførere Næstved: .....	29
2.5. OPERATION-Lokoførere Kalundborg: .....	34
2.6. OPERATION-Perron KH managere: .....	38
2.7. KOMERCIEL - Perron KH kiosk: .....	40
2.8. OPERATION- Østerport catering: .....	41
2.9. OPERATION-Perroner Århus: .....	42
2.10. OPERATION-Århus P-risten: .....	43
2.11. OPERATION-Belvedere- klargøring: .....	45
2.12. OPERATION-Belvedere – lokoførere: .....	48

## Baggrund

Arbejdsmiljøafdelingen i DSB, har anmodet KU om at foretage en række luftkvalitetsmålinger, for at undersøge de ansattes udsættelse for forurening med ultrafine partikler (UFP) fra togenes dieseludstødning. Der er især personalet, der arbejder med eller i de MR og ME lokomotiver og de trukne tog eller på perronerne, som har været i fokus.

## Metode

For at undersøge graden af eksponering indenfor forskellige faggrupper, blev det foretaget personbårne partikelmålinger over en almindelig arbejdsdag blandt udvalgte medarbejdere i DSB. De indgående faggrupper og arbejdsområderne blev udvalgt i samarbejde med Arbejdsmiljøafdelingen, de faglige organisationer og ledelsen i DSB (Arbejdsmiljørådet). Medarbejdere på de udvalgte områder blev via de lokale repræsentanter tilbudt at medvirke til målingerne på helt frivillig basis. Målingerne blev gennemført i perioden 11/9/2014-20/11/2014 og projektet fik arbejdstitlen "UFP med DSB". Målingerne blev foretaget med NanoTracer fra Philips Aerasense, som kontinuerligt måler antal af meget små partikler (mellem 10 og 300 nm i diameter) per  $\text{cm}^3$  i luften. Målingerne omfatter helt overvejende UFP (defineret ved diameter under 100 nm), da det drejer sig om dieselpartikler der helt overvejende er mellem 10 og 100 nm i diameter (Figur 1). Det vil også sige at resultaterne må forventes at være tilsvarende for andre håndholdte måleapparater som TSI3007 og DiscMini med 10 nm som nedre grænse, mens P-Trak, der måler fra 20 nm størrelse, formentligt vil vise lidt lavere tal.



Figur 1. Fordeling af partikler mht. antal (number) og vægt (mass) i forhold til størrelse i et gaderum. Det store antal mellem 10 og 100 nm stammer fra dieseludstødning, mens den store masse omkring 10  $\mu\text{m}$  er støv og slidpartikler.

De måleapparater, der er brugt her, er grundigt validerede i forhold til større stationære måleapparater i forbindelse med at de tidligere er brugt i en række videnskabelige undersøgelser, der er offentliggjort i anerkendte internationale tidsskrifter. Det omfatter bl.a. en tilsvarende undersøgelse af udsættelse for UFP blandt ansatte i Københavns Lufthavn.



Figur 2. Billeder af NanoTracer fra Philips Aerasense

Måleapparaterne kunne sættes fast med et bælte (se Figur 2) om livet og under målingerne skulle deltagerne blot udføre deres arbejde som de ellers ville have gjort.

Det blev anvendt 2 til 4 måleapparater per gang, dvs. 2 til 4 deltagere fra samme eller eventuelt forskellige faggruppe per gang/dag. Hver person blev udstyret med en partikelmåler, som de skulle gå med i løbet af arbejdsdagen over en periode på 6 til 8 timer. Det blev udført målinger over 2 eller 3 dage indenfor hver faggruppe, blandt lokoførere, togførere, perronmanagere og salgspersonale fra perronen, klargøring folk og håndværkere fra lokomotiv- og motorværkstederne.

Det skal bemærkes at målingerne er gennemført uden nogen overvågning af deltagerne.

Måleinstrumenterne blev afleveret i forvejen til en kontaktperson fra hver arbejdsplads, som har været ansvarlig for rekruttering af medarbejdere, der ønskede at gennemføre de personbårne partikelmålinger over en almindelig arbejdsdag. Det betyder også, at der ikke indgår kendskab til alle arbejdssituationer i rapporten og nogle målinger dækker kun dele af arbejdsdagen. Det har også været situationer hvor måleinstrumenterne løb tør for batteri og skulle oplades, hvorfor der kan være korte/afbrudte målinger i løbet af en arbejdsdag. Nogle målinger blev f. eks. foretaget for at ”teste” en arbejdssituation på nogle arbejdspladser (Skydebrograven- Lokomotiv værksted OBV), derfor kan man, i nogle tilfælde, ikke generalisere at sådan er arbejdssituationen for en almindelig dag.

Gabriela Karottki var ansvarlig for planlægning og udførelse af målingerne sammen med de involverede organisationer i DSB, og for data analyse, rapportering og tolkning af resultaterne sammen med Steffen Loft. DSB har finansieret løn til Gabriela Karottki og udgifter til analyseudstyr i forbindelse med måleprojektet.

## Resumé af resultater

I tabeller og grafer (bagest) vises antal UFP per  $\text{cm}^3$  over tid målt med disse NanoTracers i de forskellige arbejdsområder inddelt i VEDLIGEHOOLD 1-3 og OPERATION inddelt i togførere, lokomotivførere, perronrelaterede medarbejdere og klargøringspersonel. Som et kort resume af resultaterne kan det ses at:

1. Samlet set er de højest eksponerede togførerne:
  - som kører i MR-togsæt på strækningen Næstved–Roskilde-Roskilde-Næstved, med en gennemsnitlig koncentration af UFP på  $110.000 \text{ UFP/cm}^3$  over de 6 arbejdsdage hvor målinger foregik.
  - som kører i dobbeltdækkervogne trukket af ME-lokomotiver på strækningen København/Østerport-Holbæk, København-Nykøbing Falster og København-Kalundborg, dvs. på de strækninger hvor ME lokomotivet er placeret forrest. På disse strækninger ligger koncentrationen på hhv.  $100.000$  og  $150.000 \text{ UFP/cm}^3$  over de målte arbejdsdage.
2. I værkstederne, er håndværkerne fra Motor værkstedet i Århus og i Fredericia, udsat for en gennemsnitlig koncentration på  $50.000 \text{ UFP/cm}^3$ .
3. På perronerne er perronmanagere fra Århus og KH, udsat for en gennemsnitlig koncentration på hhv.  $40.000$  og  $50.000 \text{ UFP/cm}^3$  gennem arbejdsdagen, mens catering personalet fra Østerport er udsat for ca.  $45.000 \text{ UFP/cm}^3$  gennem arbejdsdagen.
4. Blandt lokomotivførerne er dem fra Næstved på turen Næ-Ro-Næ mest udsat, med en koncentration på  $35.000 \text{ UFP/cm}^3$  og dem der kører lokomotivet til/fra Belvedere i KH, med en gennemsnitskoncentration på  $30.000 \text{ UFP/cm}^3$ .

Som referencemåling er der foretaget 2 målinger på H.C. Andersens Boulevard i 2 på hinanden følgende dage (4. og 5. december), på hhv. 50 minutter om eftermiddagen og 30 minutter om morgenen, og gennemsnitskoncentrationen lå på hhv.  $39.000 \text{ UFP/cm}^3$  og  $46.500 \text{ UFP/cm}^3$ . Det skal bemærkes at, på måledagene var vejret relativt koldt og nær vindstille, hvilket medfører at forureningen bliver i gaderummet og der derfor er væsentligt højere gadekoncentrationer af UFP end ved mere vind og eller varme.

I nedenstående Tabel 1 er en oversigt over de gennemsnitsværdier af samtlige målinger blandt de indgående faggrupper. For flere detaljer henvises til oversigt i Tabel 2 og yderligere for de enkelte måleserier i bilaget bagest.

Tabel 1.						
Enhed/ Område	Arbejdsplads	Faggruppe + Ca. antal ansatte	Arbejdsopgaver	Gennemsnitsværdi UFP/cm3	Tid målt per arbejdsdag	Antal ansatte som gik med måleudstyret
Vedligehold	Motor værksted TEST Århus	Håndværker 34/2*	Opstart af MR test af MR	<b>50.000</b>	<b>2 - 3.5 timer</b>	<b>4</b>
Vedligehold	Lokomotiv-værksted OBV	Håndværker Knap 100	Elektriker, Smed: Lok. Eftersyn+reparation Små reparationer +TE Skift af luftfiltre	<b>20.000</b>	<b>5-6 timer</b>	<b>4</b>
			Skydebrograven	<b>178.000 (betinget af spidsværdier)</b>	<b>7 timer</b>	<b>1-?</b>
Vedligehold	MR/MQ-værksted, Fredericia	Håndværker 60	???	<b>50.000</b>	<b>5-7 timer</b>	<b>4</b>
Operation (Lokoførere)	ME + dobbeltdæk	Lokofører 450	Tur- KB-KH-KB	<b>11.000/23.000*</b>	<b>5-7 timer</b>	<b>6</b>
			Forsyning/parkering i KB	<b>23.000</b>	<b>5-6 timer</b>	
	MR/Næstved	Lokofører 450	Tur- Næ-Ro-Næ	<b>35.000</b>	<b>3-7 timer</b>	<b>4 eller 5</b>
Operation (Togførere)	MR/Næstved	Togfører 300	Tur- Næ-Ro-Næ-Ro-Næ MR lokomotiv	<b>110.000</b>	<b>5 timer</b>	<b>6 eller 7</b>
	ME + DD	Togfører 300	Tur- NF-KH-HK-KH-NF ME/DD lokomotiv	<b>150.000</b>	<b>7-8 timer</b>	<b>3</b>
			Tur-KB-KØ-HK-KH-KB ME/DD lokomotiv	<b>100.000</b>	<b>7-8 timer</b>	<b>4</b>
Operation/ Kommerciel	Perroner KH	Perronmanager 15 +  Salg10/2** ad gangen	KH perron	<b>50.000</b>	<b>3-7 timer</b>	<b>2</b>
			KH, kiosk	<b>23.000 (spor 7-8)</b> <b>10.000 (spor 11-12)</b>	<b>7/31 timer</b> <b>6/33 timer</b>	<b>-</b>
			Øst. catering Spor 3/4	<b>45.000</b>	<b>7 timer</b>	
Operation	Perroner Århus	Perronmanager 10	Perroner Århus	<b>40.000</b>	<b>3-4.5 timer</b>	<b>3</b>
Operation	Belvedere	Klargøring 50	Rangering	<b>20.000/30.000*</b>	<b>3.5-7 timer</b>	<b>4</b>
Operation	Belvedere	Lokofører 300/lille del af deres tur	Rangering	<b>30.000</b>	<b>6-8 timer</b>	<b>3</b>
Operation	P-rist i Århus	Lokofører 40		<b>13.000</b>	<b>2-3 timer</b>	<b>2</b>
Reference måling	IC4 togsæt IC3		KH-KB	<b>500-5.000</b>	<b>2 timer</b>	
			Ro-KH	<b>5.000-15.000</b>	<b>1.5 timer</b>	
Reference måling	H.C. Andersens Boulevard		Fodgænger	<b>43.000</b>		
Reference måling	Københavns Lufthavn		Bagageportører	<b>37.000</b>		

## Vurdering af UFP udsættelse i forhold til i andre miljøer

Nedenfor sammenlignes de målte værdier for UFP for udsatte ansatte i DSB med koncentrationer målt i andre miljøer. For de undersøgte DSB-ansatte var gennemsnitskoncentrationer for en arbejdsdag på mellem 10-13.000 UFP/cm<sup>3</sup> for de mindst udsatte som fx kioskansatte og nogle lokoførere, 20.000 UFP/cm<sup>3</sup> for dem der arbejder på lokomotiv værkstedet OBV i København, 30.000 UFP/cm<sup>3</sup> for dem der klargører/rangerer togsæt i Belvedere, 35.000 UFP/cm<sup>3</sup> for lokomotivførerne fra Næstved, 40.000 UFP/cm<sup>3</sup> for perronmanagere i Århus, 45.000 UFP/cm<sup>3</sup> for cateringspersonalet på Østerport, 50.000 UFP/cm<sup>3</sup> for håndværkerne fra motorværkstederne i Århus og Fredericia, samt for perronmanagere fra KH, og mellem 100.000 og 150.000 UFP/cm<sup>3</sup> for togførerne, med 200.000 UFP/cm<sup>3</sup> for de mest udsatte togførere.

Ved undersøgelsen af ansatte i Københavns Lufthavn var bagageportører udsat for i gennemsnit 37.000 UFP/cm<sup>3</sup> over en arbejdsdag, og det var 7 gange højere end det øvrige personale, der overvejende arbejdede indendørs. Bagageportørerne er helt overvejende udsat på forpladserne, hvor flyene holder, og der stammer kun en del af UFP fra dieselmotorer, mens resten er fra jetmotorer, hvor partiklerne menes at være mindre farlige. På stærkt trafikerede gadestrækninger er der i gennemsnit typisk 20.000-30.000 UFP/cm<sup>3</sup>, hvor størsteparten er fra dieseludstødning.

Dieseludstødningspartikler er typisk under 100 nm, dvs. UFP, og består af elementært kulstof med tjærestoffer og metaller. Udover antal partikler, som benyttet i måleprogrammet kan også måle udsættelse i masseenheder dvs. som vægt, dels som alle partikler under en vis størrelse fx 10 µm eller 2.5 µm, hvor man så taler om PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub>. Da dieselpartikler som anført mest består af kulstof kan man også måle mængden af elementært eller sort kulstof. PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> og sort kulstof har været målt stationært i kørende dobbeltdækkervogne trukket af ME/MR lokomotiver, men er ikke omfattet af måleprogrammet i nærværende rapport. Der er i enkelte tilfælde målt sort kulstof (som svarer nogenlunde til elementært kulstof) med stationære instrumenter i dobbeltdækkervogne trukket af ME og MR lokomotiver, hvor værdierne ligger på mellem 1 og 44 µg/m<sup>3</sup>, mens en enkeltstående tilsvarende måling på H.C. Andersens Boulevard var 1.7 µg/m<sup>3</sup>. I anden sammenhæng er der fra luften i Østersøgade ved en række gentagne målinger i vinterperioden fundet 3 µg/m<sup>3</sup> sort kulstof og 23.000 UFP/cm<sup>3</sup> i gennemsnit. Der er i dobbeltdækkervognene også målt masse af alle partikler mindre end 10 µm (PM<sub>10</sub>) under tilsvarende omstændigheder af med værdier mellem 18 og 100 µg/m<sup>3</sup>, hvor en stor andel af værdierne over ca. 20 µg/m<sup>3</sup> må formodes at være sod fra dieseludstødningen. De samtidige stationære målinger af UFP har været i den lave ende af det der i denne målekampagne er fundet hos togførerne.

## **Mulige sundhedskonsekvenser af udsættelse for UFP fra dieseludstødning**

Dieseludstødning, er af det mest autoritative organ på området, IARC, som er

Verdenssundhedsorganisationens (WHO) kræftagentur i Lyon, anerkendt som kræftfremkaldende.

Det byggede på undersøgelser af især minearbejdere, men støttet af undersøgelser af

transportchauffører og jernbanepersonel. Der er på basis af disse undersøgelser beregnet en

overrisiko for død af lungekræft på 0,1 % per år man erhvervsmæssigt har været udsat for  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

af elementært kulstof. Det svarer fx til 689 lungekræftsdødsfald blandt 10.000, der har været udsat

for  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 45 år. Øvrige helbredseffekter er mest knyttet til befolkningsundersøgelser, hvor

risikoen er knyttet til forurening ved bopælsadressen. Her er risikoen for tidlig død, mest af

hertekarsygdom, øget med ca. 6% per  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  af elementært kulstof ved bopælen igennem mange

år. Der er dog nogen usikkerhed med hensyn til særligt stærke effekter af elementært kulstof, og

hvis man blot regner som gennemsnitspartikler er risikoen vurderet til 0,6% per  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Grunden

til, at man mener, at der er særlige helbredseffekter af dieselpartikler, er deres meget lille størrelse

som giver en høj grad af afsætning også i de yderste dele af lungerne, hvorfra de vanskeligt fjernes,

Dieselpartikler har desuden en stor overflade og muligvis gennemtrængningskraft, der giver særlige

mulighed for at de giftige stoffer kan påvirke lunger og kredsløb. Der er alligevel ingen

grænseværdier for antal partikler, der også ville være en teknisk udfordring, eller særlige

grænseværdier for fx massen af dieselpartikler. Der arbejdes dog med en grænseværdi for sort/

elementært kulstof i udeluften.

Elementært eller sort kulstof kan ikke direkte oversættes til UFP som antal, og det er ligeledes

meget usikkert at oversætte antal UFP til sort kulstof eller sod. Der er dog en række undersøgelser

og rapporter med målinger af begge dele og omsætningsfaktorer der bruges til anbefalinger vedr.

regulering eller kontrol med UFP fra dieselmotorer. Her ligger det typisk på at for tunge køretøjer

svarer  $2.500 \text{ UFP}/\text{cm}^3$  til  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  partikelmasse, dog med spredning fra 400 til  $13.500 \text{ UFP}/\text{cm}^3$

afhængig af omstændigheder. De få samtidige stationære målinger der er gennemført i

dobbeltdækkervogne trukket af ME/MR lokomotiver stemme rimeligt overens med en sådan

omregning. Dvs. at den målte personlige gennemsnitseksposering for togførerne i ME/MR trukne

tog på  $100.000\text{-}150.000 \text{ UFP}/\text{cm}^3$  kan svare til  $40\text{-}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som masse af partikler eller lidt mindre

som elementært kulstof.



## **Samlet konklusion**

Samlet kan det siges at især togførerne på en arbejdsdag i ME- og MR-trukne regionaltoget udsættes for væsentligt højere koncentrationer af dieseludstødning end ved konstant ophold på meget trafikerede gadestrækninger eller ved arbejde som bagageportør i lufthavnen. Der er ikke nogen grænseværdi for UFP, men denne udsættelse må efter den bedst mulige videnskabelige vurdering øge risikoen for lungekræft, blærekræft og hjertekarsygdom. En væsentlig del af de øvrige undersøgte personalegrupper er udsat for UFP i et omfang, der mere svarer ophold på meget trafikerede gadestrækninger eller ved arbejde som bagageportør i lufthavnen. Det forekommer foreløbigt forbundet med for stor usikkerhed at forsøge at vurdere den øgede risiko knyttet til de forskellige personalegruppers udsættelse. Samtidige personbårne målinger af sort eller elementært kulstof og UFP antal blandt de mest udsatte personalegrupper kunne mindske usikkerheden ved en sådan vurdering. Det bemærkes i øvrigt at der er begrænsede kilder til rådighed til sundhedsvurderingen, og selve målingerne er behæftet med usikkerhed pga. det begrænsede antal og dækning af arbejdssituationer.

I nedenstående Tabel 2 er en oversigt over samtlige målinger blandt de indgående faggrupper med angivelse af enhed/område, arbejdsplads, arbejdsopgaver, måledage, måleresultater som gennemsnit og maksimalværdi, aktiviteter og bemærkninger.

Tabel 2.								
Enhed/ område	Arbejdsplads	Faggruppe + Ca. antal ansatte	Måling dato 2014	Arbejdsopgaver	Gennemsnits- værdi UFP/cm <sup>3</sup>  (Range)	Maxværdi	Location og aktivitet	Bemærkning
Vedligehold	Motor værksted TEST Århus ( <a href="#">Side 17</a> )	Håndværker 34/2*	13/10-15/10	Opstart af MR test af MR	<b>50.000</b>  (2.300-64.000)	2mill.	værkstedet Testbænk Operatørrum/ testbænk	Motoren kører: 50.000-400.000
Vedligehold	Lokomotiv- værksted OBV ( <a href="#">Side 11</a> )	Håndværker Knap 100	11/9-14/9	Elektriker, Smed: Lok. Eftersyn+reparation Små reparationer +TE Skift af luftfiltre	<b>20.000</b>  (6.500-27.000)	1.6mill.	I hallen ved lokomotiv	Ved opstart motor: 1-1.5 mill Motoren kører: 25-200.000
			12/9	???	<b>178.000</b>	5mill./8 mill.	Skydebro- graven	
Vedligehold	MR/MQ- værksted, Fredericia ( <a href="#">Side 15</a> )	Håndværker 60	16-21/10	???	<b>50.000</b>  (16.800-66.000)	2mill. ved motor opstart	Værkstedet- ved motor opstart	Motoren kører: 50.000-200.000
Operation (Lokoførere)	ME + dobbeltdæk ( <a href="#">Side 34</a> )	Lokofører 450	Lokof- Kalundborg 6-10/10	Tur- KB-KH-KB	<b>11.000/23.000*</b>  (8.000-15.000/ 54.000*)	50.000 opstart KB 80.000 opstart Bev/KH *-Kun en dag-400.000 opstart i KB og Bev/KH Gennemsnit på 54.000		Høje koncentrationen ved opstart lok.(100.000) i forb med klargøring og rangering i depot Kalundborg;
				Forsyning/parkering i KB	<b>23.000</b>	500-600.000 UFP/cm <sup>3</sup> ved motor opstart (tæt på);		25-100.000 UFP/cm <sup>3</sup> kortvarigt-imens motor kører
	MR/ Næstved ( <a href="#">Side 29</a> )	Lokofører 450	29/9+1/10 Lokof- Næstved	Tur- Næ-Ro-Næ	<b>35.000</b>  (27.000-46.000)	8 mill. opstart		Høje koncentrationer ved opstart lok.(250.000- 500.000) i forb med klargøring(15.000-50.000) i depot Næ

Operation (Togførere)	MR/ Næstved ( <a href="#">Side 19</a> )	Togfører 300	22-26/9 +11-14/11	Tur- Næ-Ro-Næ-Ro-Næ MR lokomotiv	<b>110.000</b> (71.000-202.000)	8 mill.i NæN og Gadstrup		Høje koncentrationer ved afgang/ankomst fra/til stationer undervejs
	ME + DD ( <a href="#">Side 22</a> ; <a href="#">Side 25</a> )	Togfører 300	22-26/9	Tur- NF-KH-HK-KH-NF ME/DD lokomotiv	<b>150.000</b>	1-1.5 mill. opstart KH 5 mill. i HK	Perronen HK og KH-?	7.000-lokom. bagest 600.000-1mill. lokom.forrest (KH-HK og KH-NF)
			24/9 +10-14/11	Tur-KB-KØ-HK-KH-KB ME/DD lokomotiv	<b>100.000</b> (51.000-160.000)	600-1mill. opstart KØ 1-1.8 mill. opstart i KH	Perronen KØ og KH-?	10.000-bagest 200-800.000 lokom.forrest (KØ-HK og KH-KB)
Operation/ Kommerciel	Perroner KH ( <a href="#">Side 38</a> )  ( <a href="#">Side 40</a> )  ( <a href="#">Side 41</a> )	Perron- manager 15 +  Salg10/2** ad gangen	15/9-17/9 +	KH perron	<b>50.000</b> (33.000-80.000)	3.3 mill.-opstart lokom.- tæt på	Perron KH, spor 5/6	50.000-250.000 i forb. med togkørsel til/fra spor 5/6
			15/9-17/9 +	KH,kiosk	<b>23.000</b> (spor 7-8) (22-23.000) <b>10.000</b> (spor 11-12) (9-12.000)	600.000  500.000	Perron KH, spor 7/8  Perron KH spor 11/12	25.000-200.000 i forb. med togkørsel
			18/9-19/9	Øst.catering	<b>45.000</b> (24.000-80.000)	1.8 mill opstart lokom tæt på	Perron KØ, spor 3/4	50.000-200.000 i forb. med togkørsel til/fra spor 3/4
Operation	Perroner Århus ( <a href="#">Side 42</a> )	Perron- manager 10	12-13/10		<b>40.000</b> (17.000-70.000)	600.000 opstart lok-tæt på	Perron Århus spor 3/4-?	50.000-200.000 i forb. med togkørsel til/fra spor 3/4
Operation	Belvedere ( <a href="#">Side 45</a> )	Klargøring 50	29/9-3/10	rangering	<b>20.000/30.000*</b> (16.000-26.000 /97.000*)	500.000-opstart motor *-Kun en dag- en gennemsnit på 97.000- tograngist		25.000-100.000 i forb. med opgaver foretaget af tograngister
Operation	Belvedere ( <a href="#">Side 48</a> )	Lokofører30 0/lille del af deres tur	???	rangering	<b>30.000</b> (24.000-32.500)	1.4 mill.-opstart motor		30.000-50.000 i forb. med rangering 50-400.000 når motoren kører i tomgang (KØ,KH)
Operation	P-rist i Århus ( <a href="#">Side 43</a> )	Lokofører40	13-14/10		<b>13.000</b> (8.000-18.000)	1 mill. opstart motor		25.000-200.000 i forb. med togkørsel til/fra P-risten målt på kontor i vindue

## BILAG

### ENHED/OMRÅDE HVOR MÅLINGERNE BLEV UDFØRT:

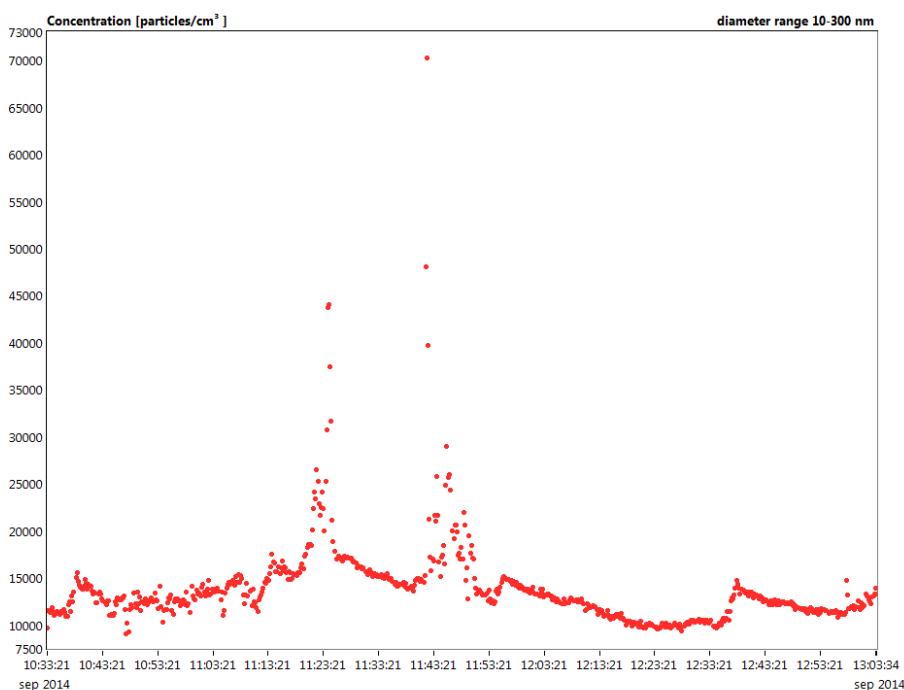
#### 1 VEDLIGEHOOLD:

##### 1.1 VEDLIGEHOOLD - Lokomotiv-værksted OBV:

Det blev brugt 4 målere over 4 dage: 11/9/2014 - 14/9/2014;

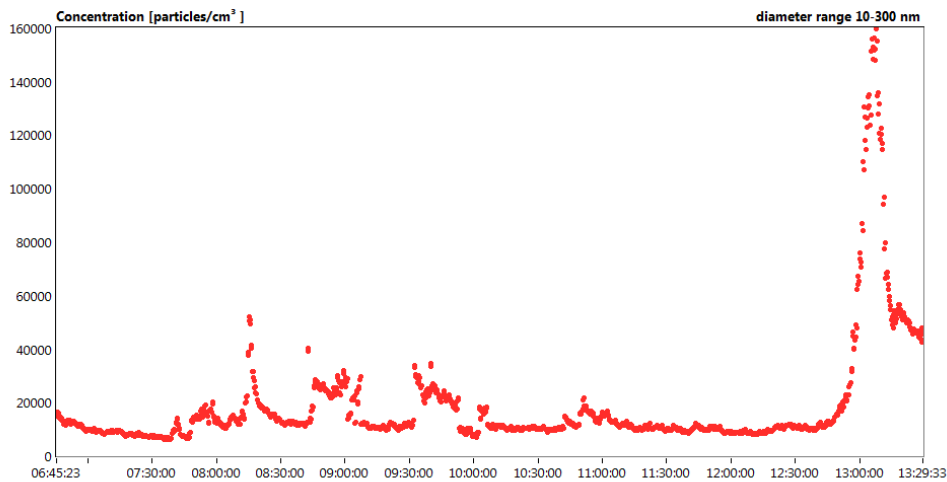
Gennemsnitværdier på 10-20.000 UFP (ultrafine partikler)/cm<sup>3</sup> i hallen over disse 4 dage; Høje værdier mens motoren kører (100-200.000 UFP/cm<sup>3</sup>) og spidsværdier ved motor opstart (over 1 mill. UFP/cm<sup>3</sup>).

**Elektrikers opgaver**- koncentrationen af partikler stiger fra 12.000 i hallen til 20-25.000 under udførelse af opgaven, med spidsværdier på 45.000 UFP/cm<sup>3</sup>, for 1-2 minutter (når motoren er tændt). Gennemsnit koncentrationen 13.700 UFP/ cm<sup>3</sup>, minimum værdi er 9.000 UFP/ cm<sup>3</sup> og max værdi er 70.000 UFP/ cm<sup>3</sup>.

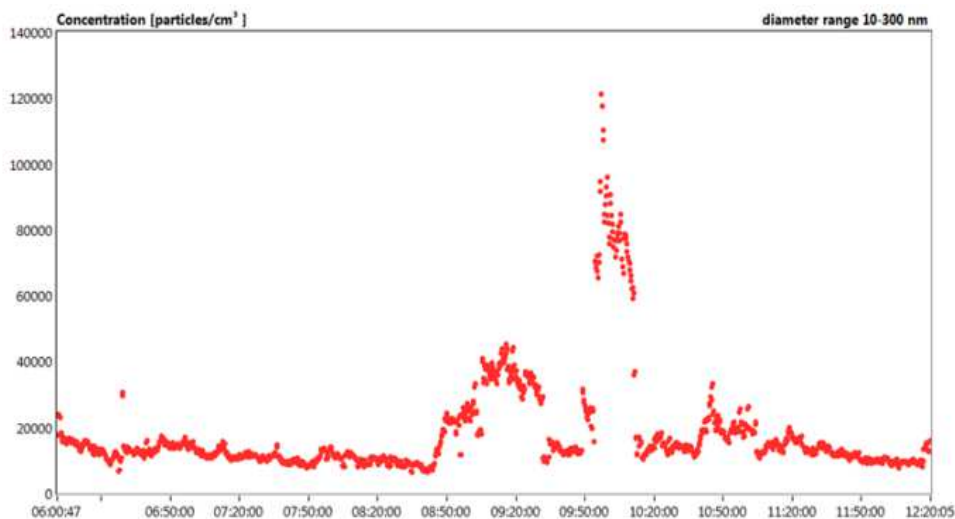


Figur 1. OBV- 11/9/2014: Elektriker går ind i toget mens motoren er tændt. Skalaen går fra 7.500 til 73.000 UFP/cm<sup>3</sup>.

- **Lokomotiv eftersyn og reparation i blindgangen** - koncentrationen af partikler stiger fra et gennemsnit på 10-12.000 UFP/ cm<sup>3</sup> til 25.000 eller 40.000
- Høje værdier- feks.160.000 og 120.000, mens motoren kører.  
Gennemsnit koncentrationen, over 6 timers målinger fra samme dag, målt med 2 apparater, er på 18.000 UFP/ cm<sup>3</sup>, minimum værdi er 6.000 UFP/ cm<sup>3</sup> og max værdi er 120.000/160.000 UFP/ cm<sup>3</sup>.

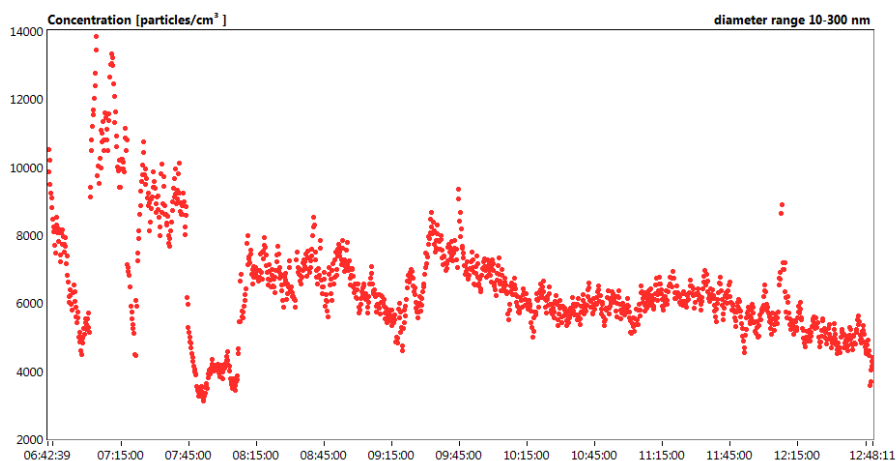


**Figur 2.** OBV, 12/9/2014: Smed- Eftersyn, Reparation i blindgangen. Skalaen går fra 20.000 til 160.000 UFP/cm<sup>3</sup>



**Figur 3.** OBV, 12/9/2014: Smed- Eftersyn på lokomotiv 1519. Skalaen går fra 20.000 til 140.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- **Små reparationer og TE (???)**-Gennemsnit koncentrationen 6.500 UFP/ cm<sup>3</sup>, minimum værdi er 3.000 UFP/ cm<sup>3</sup> og max værdi er 13.800 UFP/ cm<sup>3</sup>.

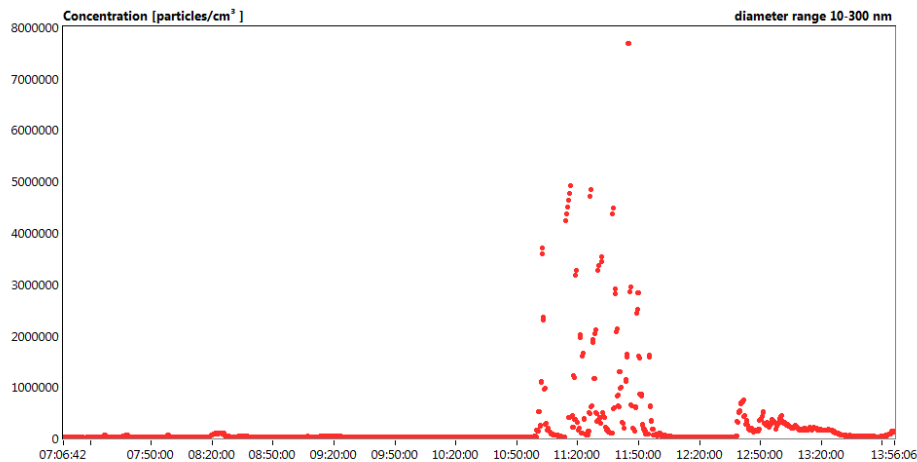


**Figur 4.** OBV, 14/9/2014: TE + små reparationer på lokomotiv 1536. Skalaen går fra 4.000 til 14.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- Skift af luftfiltre på lokomotiv koncentrationen stiger fra 10-15.000 i hallen til 50.000 UFP/m<sup>3</sup>

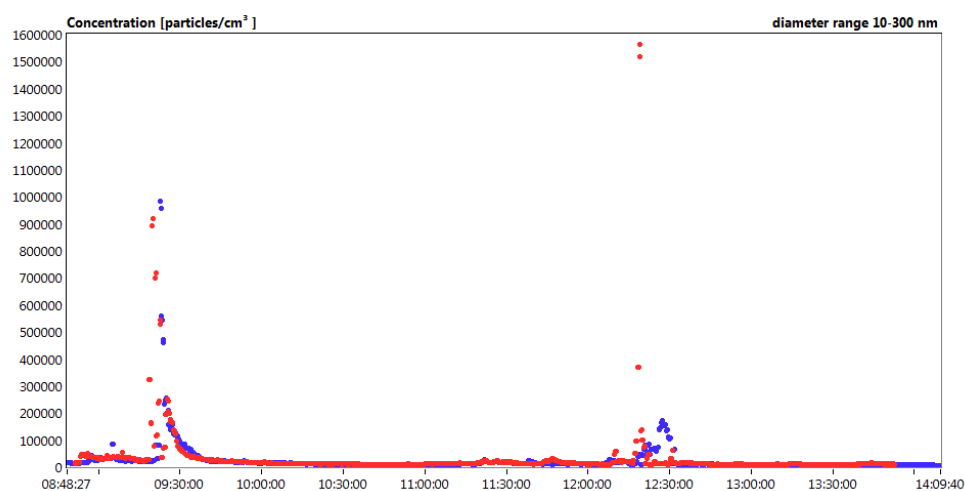


- Skydebrograven- et gennemsnit på 15-20.000 UFP/ cm<sup>3</sup> indtil motor opstart, som stiger over 1 million og når op til 5 millioner UFP/ m<sup>3</sup> i ca. 45 minutter, derefter falder til 15-20.000 igen.



**Figur 5.** OBV, 12/9/2014: Opstart motor (ca. kl. 11.00 til 11.50). Skalaen går fra 1 million til 8 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

- De højeste værdier blev målt hver gang motoren blev startet op på et lokomotiv (se billede ca. kl. 9.30 og ca. 12.30). Koncentration omkring 100.000 til 200.000 UFP/ cm<sup>3</sup> mens motoren kører, med spidsværdier på 1 million, i 2-4 minutter. (de 2 forskellige farver, viser at det blev målt med 2 forskellige målere på samme tidspunkt; de 2 målinger er analyseret samtidigt). Gennemsnit koncentrationen ca. 25.000 UFP/ cm<sup>3</sup>, minimum værdi er 5.000 UFP/ cm<sup>3</sup> og max værdi er 1.5 mill. UFP/ cm<sup>3</sup> ved motor opstart (tæt på).

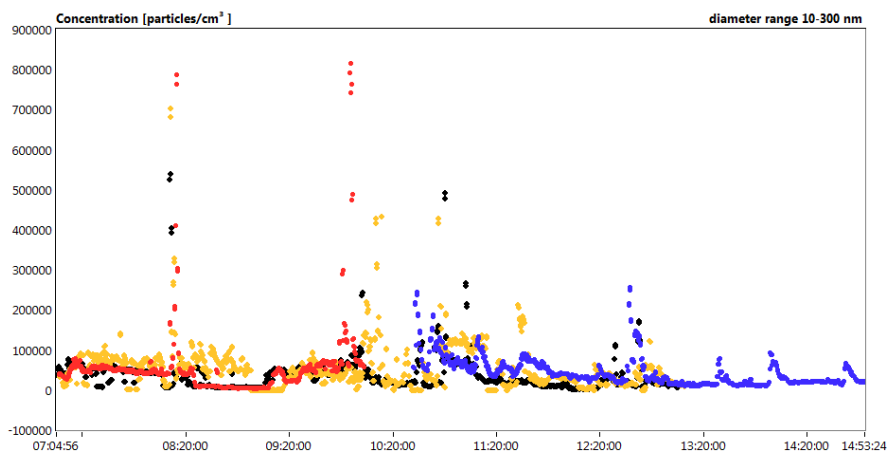


**Figur 6.** OBV, 11/9/2014: Opstart lokomotiv (kl. 9.30 og 12.30). Skalaen går fra 100.000 til 1.6 mill.UFP/cm<sup>3</sup>

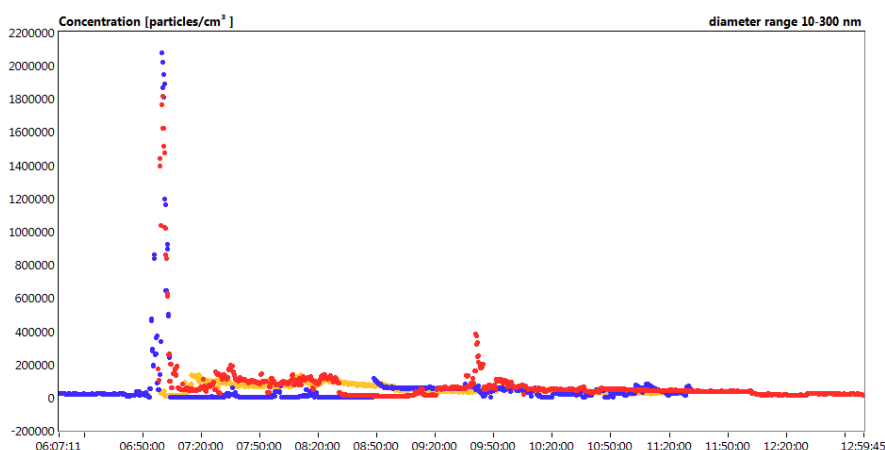
## 1.2 VEDLIGEHOOLD - MR/MQ -værksted – Fredericia:

Målt fra d. 16/10 til d. 21/10/2014. Gennemsnit på 50.000 UFP/ cm<sup>3</sup> på de 4 målte dage. Minimum værdier fra 1.000 til 10.000 UFP/ cm<sup>3</sup>, værdier på 100-200.000 mens motoren kører og spidsværdier ved motor opstart (fra 300.000 til op på 2 mill. UFP/cm<sup>3</sup>).

- Ved **opstart af motor**, ses det altid høje spidsværdier for 1-2 minutter (her på 800.000 og op til 2 millioner UFP/ cm<sup>3</sup>). Koncentrationen ligger på 50.000 -200.000 UFP/ cm<sup>3</sup>, når **motoren er tændt**, men falder hurtigt ned på 10.000-5.000 UFP/ cm<sup>3</sup> eller tæt på nul når motoren er slukket. Når man går under togsættet i værkstedet og toget er startet, stiger koncentrationen kortvarig til 200.000 UFP/cm<sup>3</sup>.



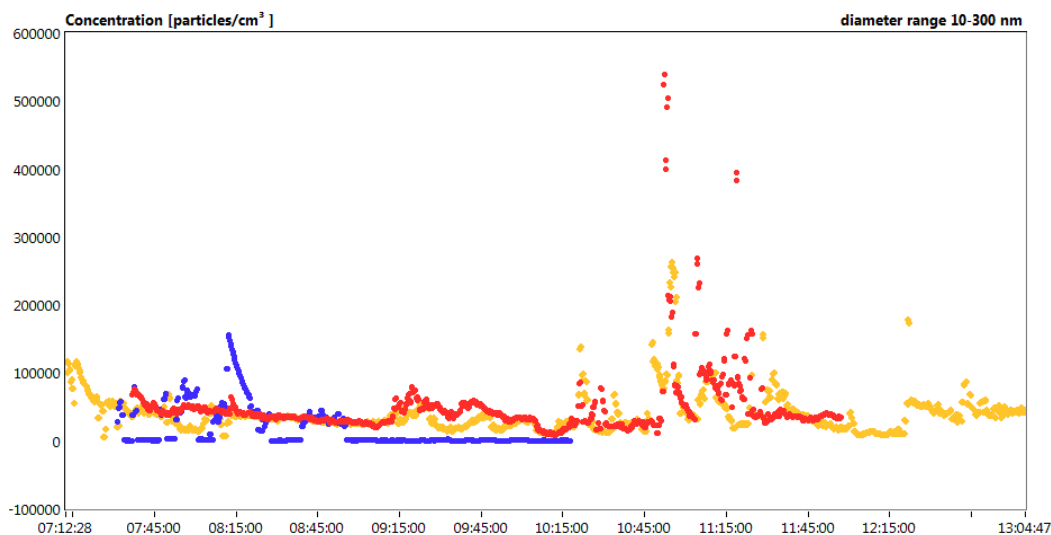
**Fig.1. Fredericia, 16/10/2014** med 3 målere, over 6 timer. Motor opstart ca. kl. 8.20 og kl. 10.00. Skalaen går fra 100.000 til 900.000 UFP/cm<sup>3</sup>



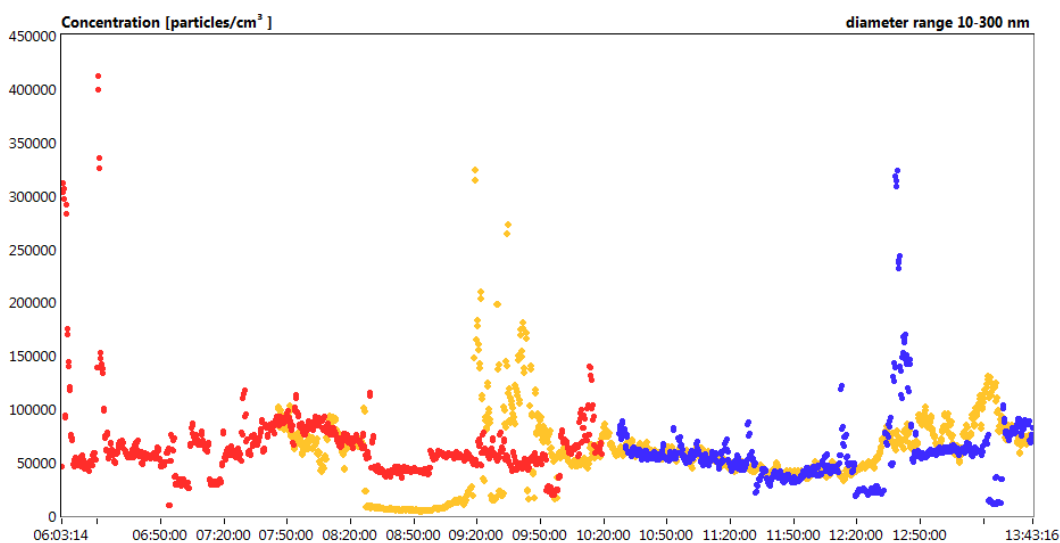
**Fig.2. Fredericia, 17/10/2014**, målt med 3 målere, over ca. 5 timer. Motor opstart ca..kl. 7.00 (høje målte koncentrationen hvis man er tæt på-blåt farve/måler 1, lidt lavere hvis man ikke er tæt på rødt farve/måler 2). Skalaen går fra 200.000 til 2.2 mill. UFP/cm<sup>3</sup>



- Ved svejsning (målt over 2 dage (20+21/10/2014), på spor 7), stiger værdierne på 50.000 op til 100.000 UFP/ cm<sup>3</sup>, med spidsværdier fra 300.000 til 550.000 UFP/ cm<sup>3</sup>, som kan skyldes motor opstart.



**Fig.3. Fredericia, 20/10/2014**, målt med 3 målere, over ca. 6 timer. Motor opstart ca.kl. 10.50 (høje målte koncentrationen hvis man er tæt på-rødt farve/måler 1, lidt lavere hvis man ikke er tæt på gult farve/måler2). Skalaen går fra 100.000 til 600.000 UFP/cm<sup>3</sup>



**Fig.4. Fredericia, 21/10/2014**, målt med 2 målere, over ca. 6 timer. Skalaen går fra 50.000 til 450.000 UFP/cm<sup>3</sup>

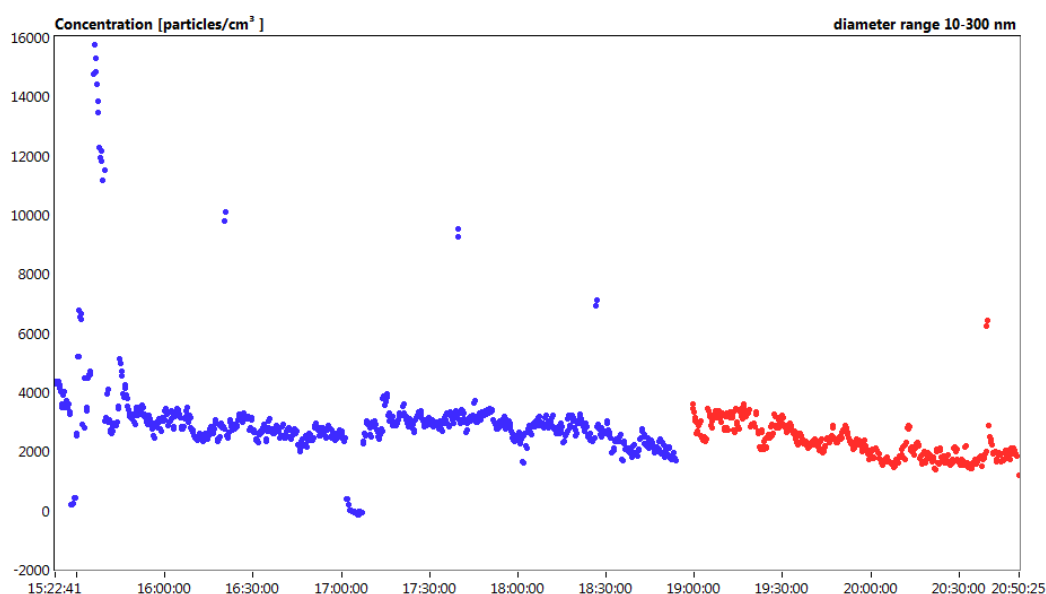
**Koncentrationen er højest når man er tættest på togsættet der kører, og falder meget hurtigt hvis man er lidt væk fra den (se graferne, som viser målinger fra de samme dage i hallen, med de 4 apparater).**

### 1.3 VEDLIGEHOOLD - Motor værksted/TEST Århus:

**Målt fra d. 13/10 til d. 15/10:** Gennemsnit på 3.000 UFP/cm<sup>3</sup> i hallen hvis ingen opgaver udføres, 50-400.000 mens motoren kører og spidsværdier på 2 mill. UFP/cm<sup>3</sup> ved motor opstart.

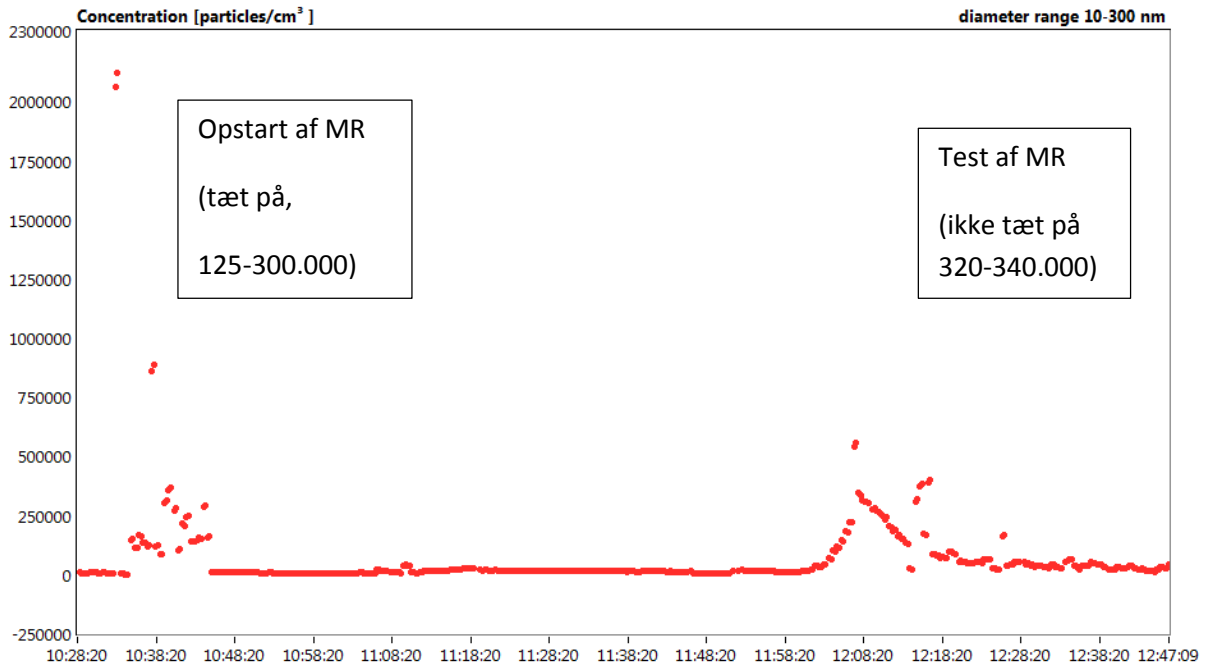
Koncentrationen er højest når man er tættest på, og falder meget hurtigt hvis man er lidt væk fra den (se graferne, som viser målinger fra den samme dag i værkstedet, målt med 2 apparater).

- Ikke så høje værdier om eftermiddag, gennemsnit på 2.500-3.000 UFP/cm<sup>3</sup>; de 12-16.000 UFP/cm<sup>3</sup>, er en fremprovokeret måling tæt på en motor med støvurenheder, som lige var kommet ud af toget og ind på værkstedet.

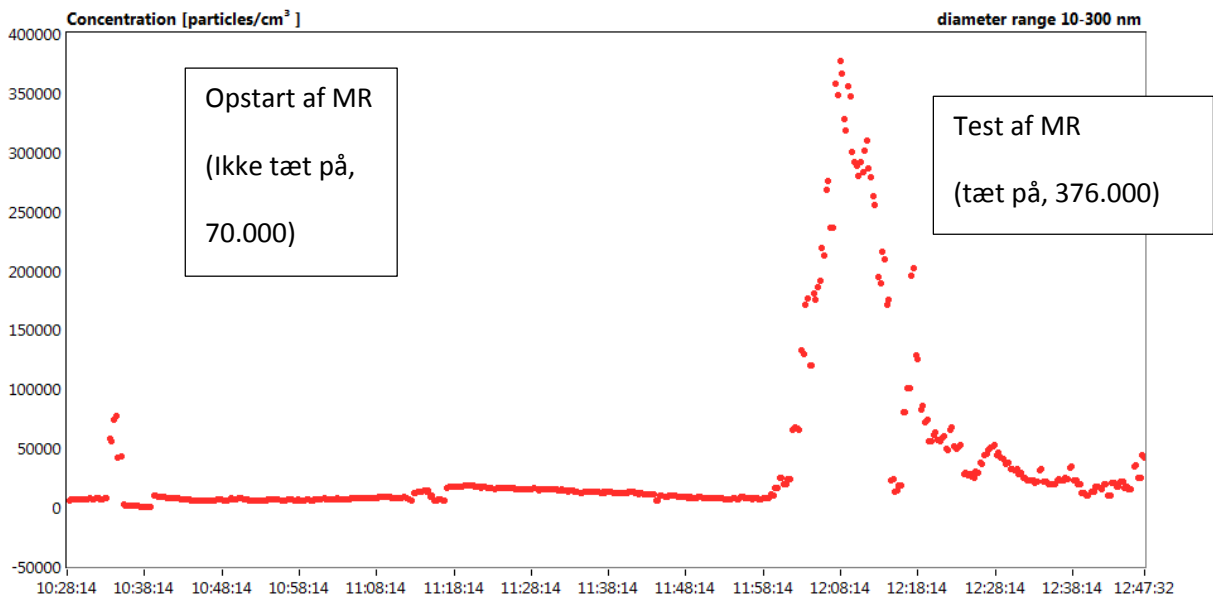


**Fig. 1.** Motorværksted/TEST i Århus, 13/10/2014, målt med 2 målere. Skalaen går fra 2.000 til 16.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- gennemsnit om formiddagen, fra 5-7.000 op til 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>, men den stiger meget i tilfælde af opstart af MR (med spidsværdier på 2.123.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som falder til omkring 250.000 mens motoren kører) eller test af MR (376.000 p/cm<sup>3</sup>) for 10 minutter.



**Fig. 2. Motorværksted/TEST i Århus, 15/10/2014, testbænk, gennemsnit 64.000 UFP/cm<sup>3</sup>. Skalaen går fra 250.000 til 2.3 mill. UFP/cm<sup>3</sup>**



**Fig. 3. Motorværksted/TEST i Århus, 15/10/2014, test af MR operatørrum/testbænk, gennemsnit 37.000 UFP/cm<sup>3</sup>. Skalaen går fra 50.000 til 400.000 UFP/cm<sup>3</sup>**

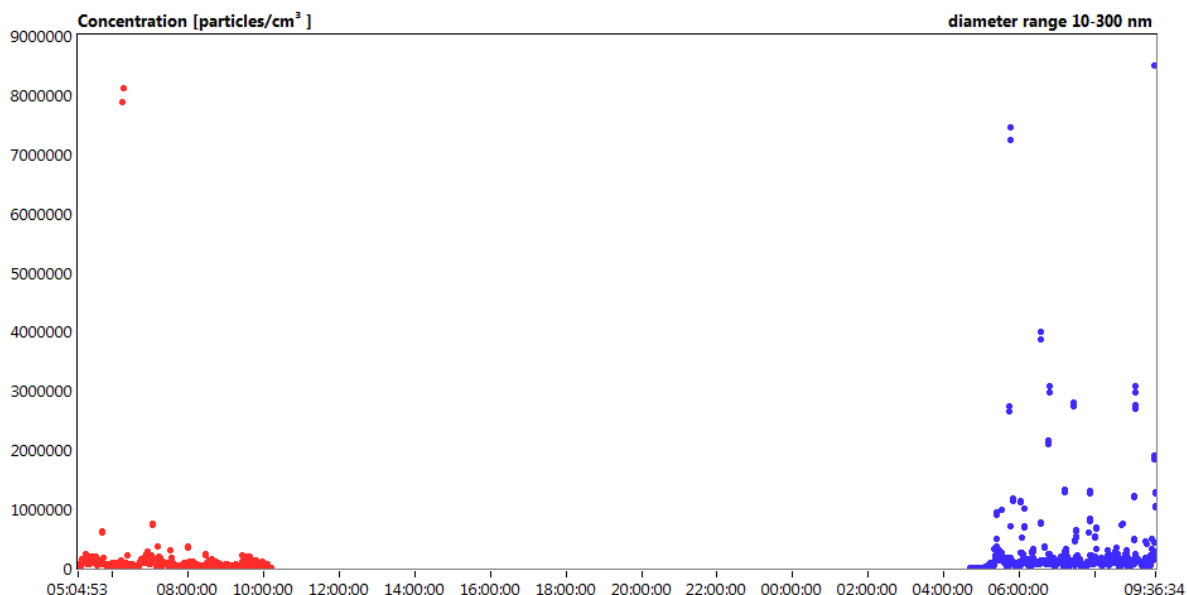
## 2. OPERATION:

### 2.1. OPERATION-Togførere MR:

Målt d. 22/9 til d. 26/9 og 11-14/11:

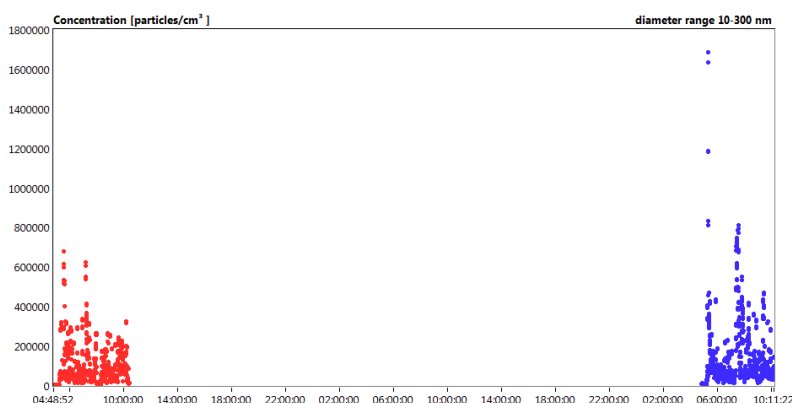
Værdier mellem 50.000-300.000 UFP/cm<sup>3</sup> under turen Næ-Ro-Næ, for alle 6 dagsmålinger, med høje værdier ved togets ankomst/afgang til/fra stationer undervejs.

- **MR: Næstved-Roskilde-Næstved-Roskilde-Næstved**- Litra MR 4065 og 4042 - fra kl. 5.17 til kl. 10.05- 5 timers morgentur (målinger fra 2 dage, 22/9+23/9):
  - **d. 22/9-rødt farve:** gennemsnit på 80.000, minimum værdi 2300, max værdi 8.1 mill. UFP/cm<sup>3</sup> i Gadstrup. Ellers ret høje værdier i Tureby (600.000 UFP), Herfølge (700.000), Tureby(400.000), NæN (300.000), Holme Olstrup/Haslev(350.000), Køge (200.000).
  - **d.23/9-blåt farve,** gns. på 202.000, minimum værdi 4400, max værdi 8.5 mill. UFP/cm<sup>3</sup> lige før Herfølge. På denne dag ses også meget høje værdier ved ankomst/afgang til og fra Gadstrup og Herfølge, i begge retninger.



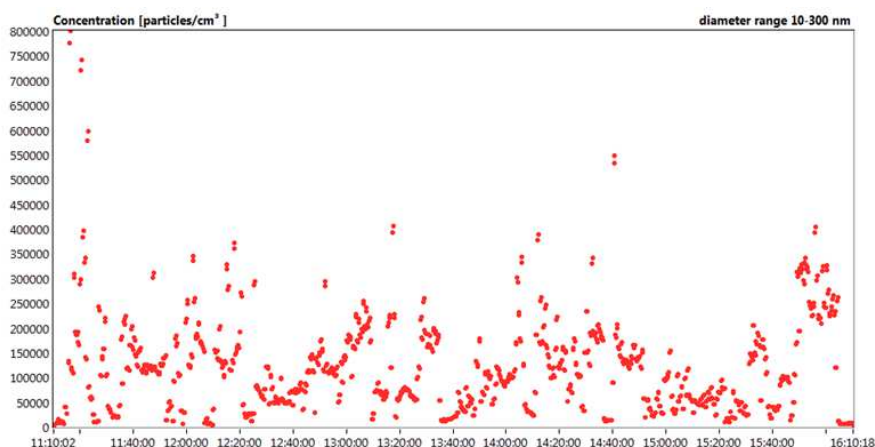
**Figur 1. Togførere,** togstrækning Næstved(5:17)-Roskilde(6:21)/(6:29)-Næ(7:35)/(7:45)-Ro(8:51)/(8:59)-Næ(10:05), 22+23/9/2014. Skalaen går fra 1 mill. til 9 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

- **MR: Næstved-Roskilde-Næstved-Roskilde-Næstved-** fra kl. 5.17 til kl. 10.05- 5 timers morgentur (målinger fra 2 dage, 12/11+14/11):
  - **d. 12/11-rødt farve:** gennemsnit på 81.500, minimum værdi 2200, max værdi 680.000 UFP/cm<sup>3</sup> i Haslev. Ellers ret høje værdier i Tureby(650.000 UFP/cm<sup>3</sup>) og ved afgang/ankomst fra/til de stationer undervejs.
  - **d.14/11-blåt farve,** gns. på 116.000, minimum værdi 3300, max værdi 1.7 mill. UFP/cm<sup>3</sup> i Næ N. Ellers ret høje værdier i Haslev (800.000 UFP/cm<sup>3</sup>)



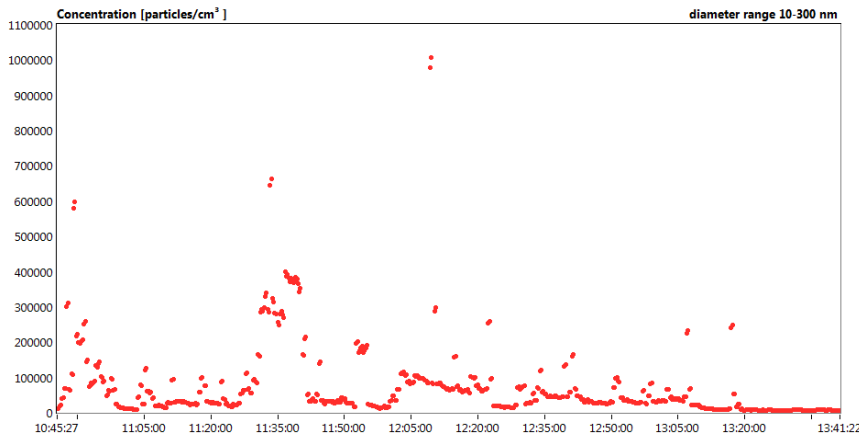
**Fig. 2. Togførere,** togstrækning Næstved(5:17)-Roskilde(6:21)/(6:29)-Næ(7:35)/(7:45)-Ro(8:51)/(8:59)-Næ(10:05), 12+14/11/2014. Skalaen går fra 200.000 til 1.8 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

- **MR: Næ-Ro-Næ-Ro-Næ- Litra MR 4093-** fra kl. 11.00 til kl. 16.00- målt d.25/9
  - Gennemsnit på 115.000 UFP/cm<sup>3</sup>, min 3900, max 800.000 UFP/cm<sup>3</sup> i Næ N og 550.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved Havdrup/Gadstrup.



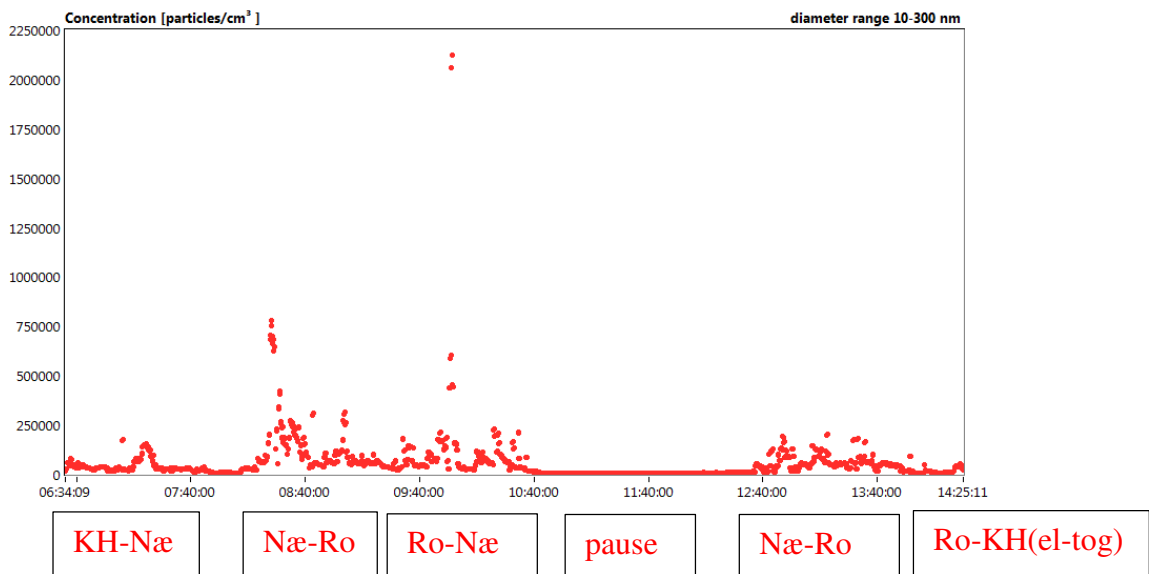
**Fig. 3. Togførere,** togstrækning Næstved(11:15)-Roskilde(12:21)/(12:29)-Næ(13:35)/(13:45)-Ro(14:51)/(14:59)-Næ(16:05), 25/9/2014. Skalaen går fra 50.000 til 800.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- **Næ-Ro-Næ-Ro-Næ- fra kl. 11.00 til kl. 14.00- målt d. 11/11**
  - Gennemsnit på 71.000 UFP/cm<sup>3</sup>, min 5500, max 1 mill. UFP/cm<sup>3</sup> i Næstved Nord.  
Ellers ret høje værdier i Haslev (11:33-650.000 UFP/cm<sup>3</sup>) og Havdrup (12:09-1 million UFP/cm<sup>3</sup>).



**Fig. 4. Togførere**, togstrækning Næstved(10:45)-Roskilde(11:51)/(11:59)-Næ(13:05), 11/11/2014. Skalaen går fra 100.000 til 1.1 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

- **Blandet togsæt/tur, kørt af 2 litra MF(IC3 dieseltog) og 1 litra ER(IC3 el-togsæt), 11/11**
- Gennemsnit på 55.000 UFP/cm<sup>3</sup>, minimum værdi 4600, max værdi 2.120.000 UFP/cm<sup>3</sup> i Køge.
- koncentrationen mellem 50.000 og 200.000 UFP/cm<sup>3</sup> på strækningerne Ro-Næ og Næ-Ro



**Fig. 5. Tøgførere**, blandet togsæt på togstrækning København-Næstved-Roskilde-København, 11/11/2014. Skalaen går fra 250.000 til 2.250.000 UFP/cm<sup>3</sup>

## 2.2. OPERATION-Togførere ME/DD:

NykF-KH-Holbæk-KH-NykF-3 dage målinger: 22/9, 25/9 og 26/9:

Lave koncentrationen (gennemsnit 7.000 UFP/cm<sup>3</sup>) når lokomotivet er bagest, meget høje koncentrationer når lokomotivet er forrest (200.000-1 mill. UFP/cm<sup>3</sup>, afhængigt måske af vinden). Spidsværdier på 4-5 mill. UFP/cm<sup>3</sup> ved opstart af motor i forbindelse med **flytning af lokomotiv.**

**NF-KH (kl. 5.44-7.17)-ME bagest**

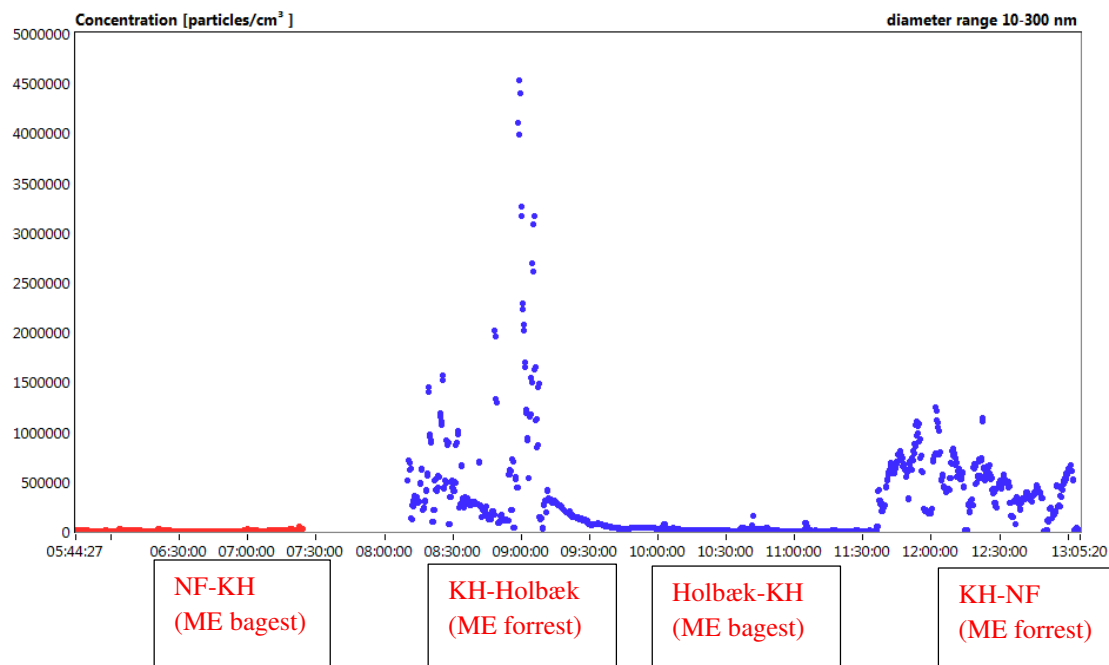
**KH-HK(8.06-9.07)- ME forrest**

**HK-KH (9.29-10.31)- ME bagest**

**KH-NF (11.11-13.03)- ME forrest**

**Dag1:**

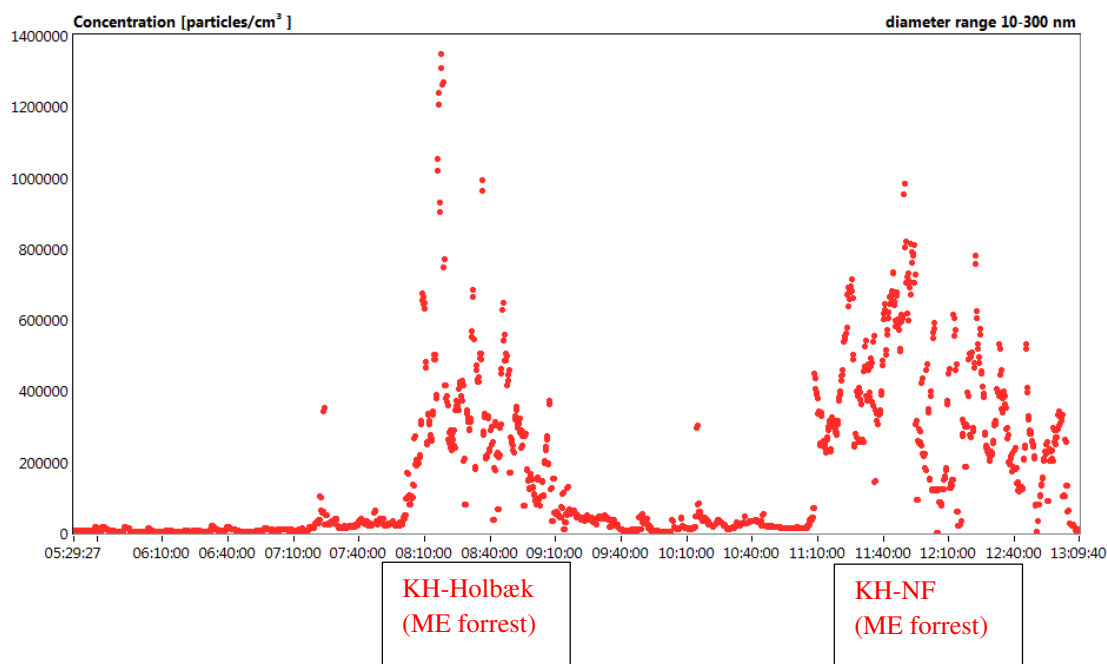
- gennemsnit på 7.000 UFP/cm<sup>3</sup>, når lokomotivet er placeret bagest
- koncentrationen mellem 200.000-1.5 mill. UFP/cm<sup>3</sup>, fra KH til Ro, falder lidt til 200-400.000 UFP/cm<sup>3</sup> efter Ro (til Tolløse), så stiger det meget ved Holbæk – over 500.000 UFP/cm<sup>3</sup>, med max værdi på 4.5 mill. UFP/cm<sup>3</sup>
- koncentrationen mellem 200.000-800.000 mill. UFP/cm<sup>3</sup>, fra KH til Nykøbing Falster



**Fig. 1. Togførere**, på strækning: (1521)Nyk.F-KH-HK(1514)-KH- Nyk.F (1505), 22/9/2014. Skalaen går fra 500.000 til 5 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

## Dag 2:

- gennemsnit på 7.000 UFP/cm<sup>3</sup>, fra NF til KH, lidt højere værdier mellem 10-20.000 fra HK til KH
- koncentrationen mellem 200.000-600.000 mill. UFP/cm<sup>3</sup>, fra KH til Holbæk, med max værdi på 1.4 mill. UFP/cm<sup>3</sup>
- koncentrationen mellem 200.000-600.000 mill. UFP/cm<sup>3</sup>, fra KH til Nykøbing Falster

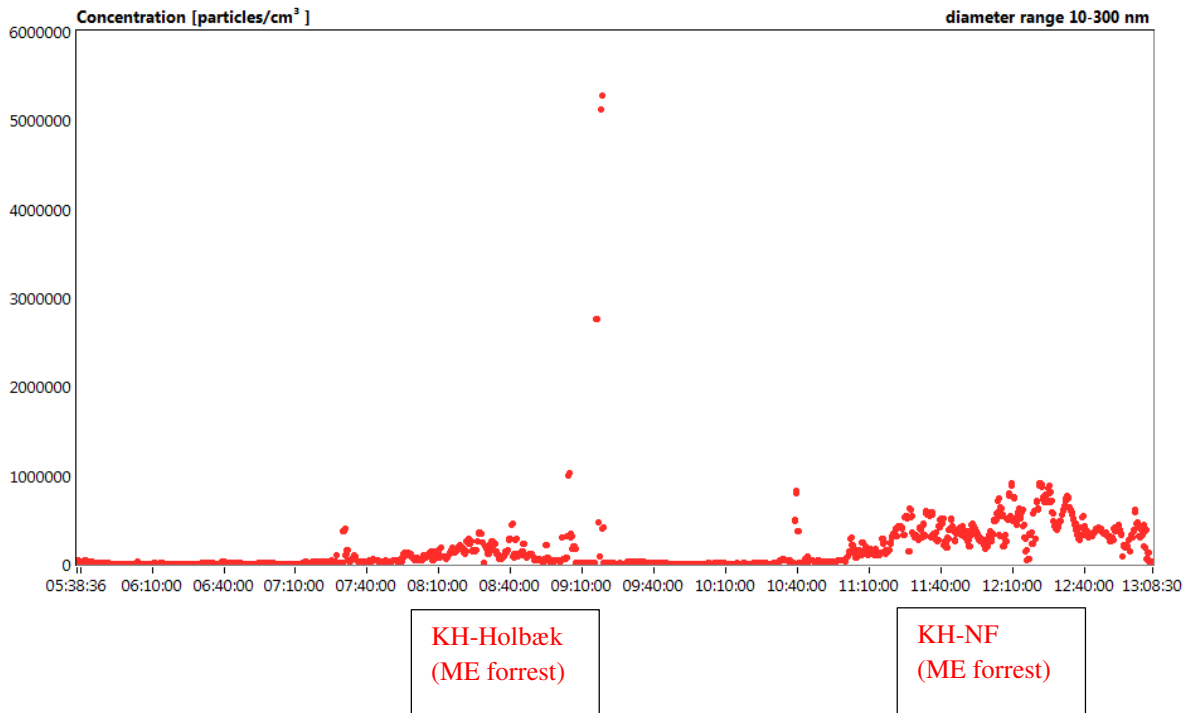


**Fig. 2. Togførere**, på strækning: (4204)Nyk.F.-KH-HK(2513)-KH(2516)-NF(2225), 25/9/2014. Skalaen går fra 200.000 til 1.4 mill. UFP/cm<sup>3</sup>



### Dag 3:

- gennemsnit på 7.000 UFP/cm<sup>3</sup>, når lokomotiver er placeret bagest
- koncentrationen mellem 50.000-300.000 UFP/cm<sup>3</sup>, fra KH til Holbæk (lokomotiv forrest) med max værdi på 5.3 mill. UFP/cm<sup>3</sup>
- koncentrationen mellem 200.000-800.000 UFP/cm<sup>3</sup>, fra KH til Nykøbing Falster (lokomotiv forrest)



**Fig. 3. Togførere**, på strækning: (ME1511b)NF-KH-HK(1524f)-KH(1524b)-NF(1515f), 26/9/2014. Skalaen går fra 1 mill. til 6 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

### 2.3. OPERATION-Togførere ME/DD:

#### Kalundborg-Østerport-Holbæk-KH-Kalundborg, målt 24/9,10+12+13+14/11/2014:

Lave koncentrationen (gennemsnit 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>) når lokomotivet er bagest, meget høje koncentrationer når lokomotivet er forrest (100.000-600.000 UFP/cm<sup>3</sup>, afhængigt måske af vinden). Spidsværdier på 1.7-4.8 mill. UFP/cm<sup>3</sup> ved opstart af motor.

**ME bagest (Kalundborg 15:09 -Østerport 17:11);**

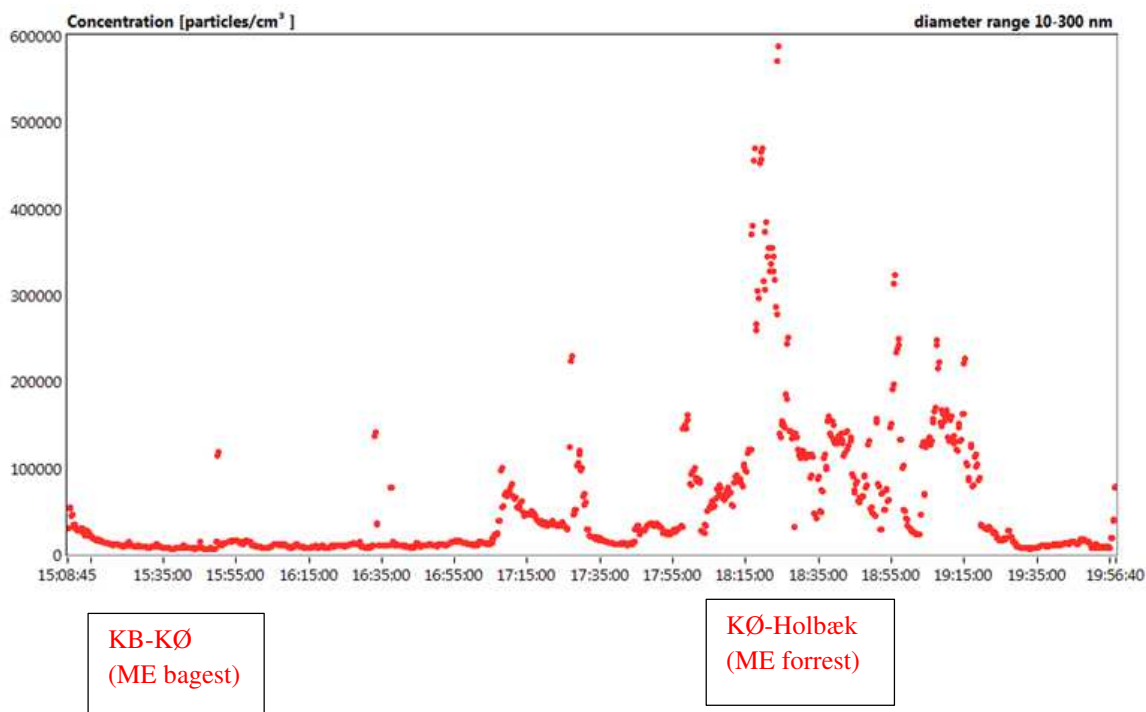
**ME forrest (Østerport 17:55-Holbæk 19:07);**

**ME bagest (Holbæk 19:59-KH 21:01);**

**ME forrest (KH 21:36-Kalundborg 23:24).**

24/9:

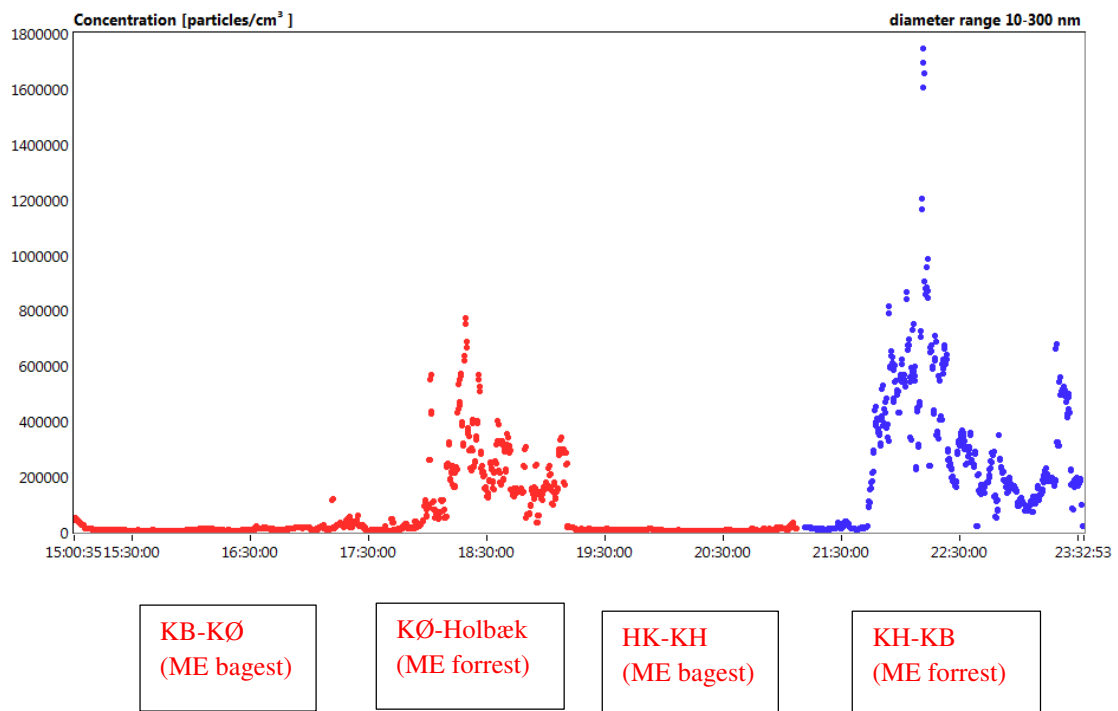
- På strækningen KH-Østerport: et gennemsnit på 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som stiger på op til 100.000 UFP/cm<sup>3</sup> VED Nørreport og imens toget venter på Østerport.
- Koncentrationen stiger på strækningen KØ-HK mellem 50-200-000 UFP/cm<sup>3</sup>, med spidsværdier på 600.000 UFP/cm<sup>3</sup> mellem Valby og Høje Taastrup.
- I Holbæk falder koncentrationen igen til ca.10.000 UFP/cm<sup>3</sup> mens toget venter.



**Fig. 1. Togførere**, strækningen Kalundborg-Østerport-Holbæk, 24/9/2014. Skalaen går fra 100.000 til 600.000 UFP/cm<sup>3</sup>

10/11:

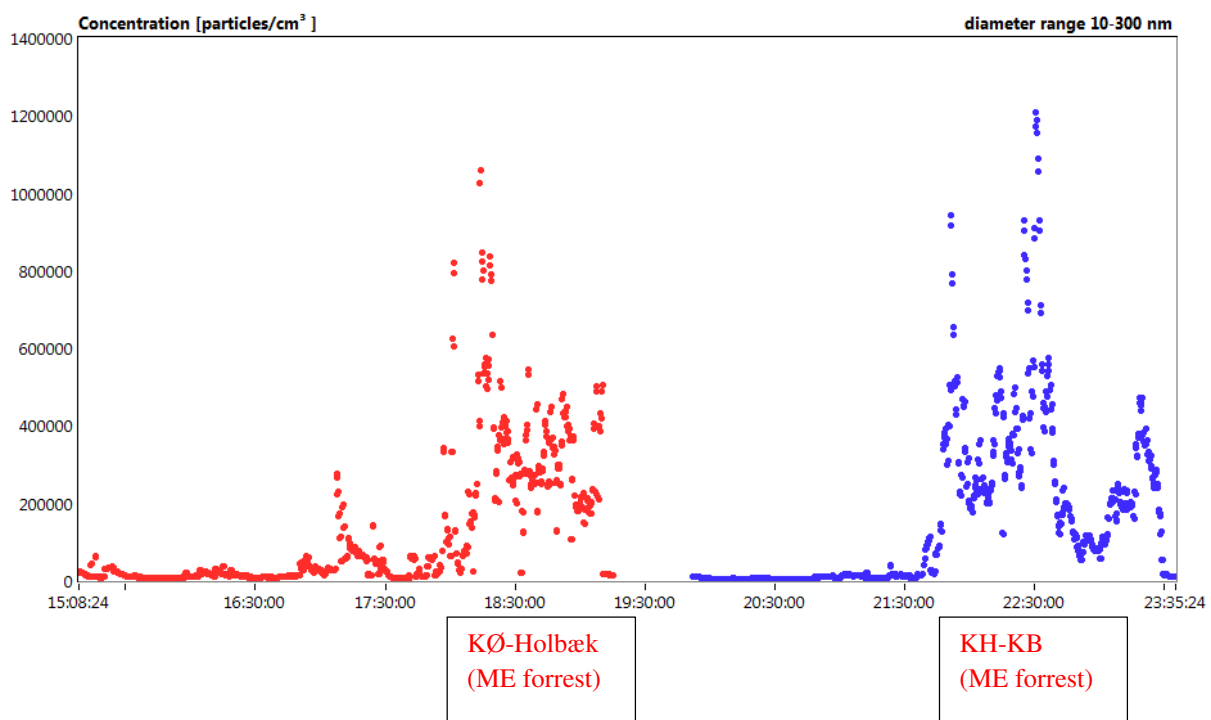
- På strækningen KH-Østerport: et gennemsnit på 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som stiger på op til 100.000 ved Nørreport og ca.50.000 UFP/cm<sup>3</sup> imens toget venter på Østerport.
- Koncentrationen stiger på strækningen KØ-HK mellem 100-400.000 UFP/cm<sup>3</sup>, med spidsværdier på 800.000 UFP/cm<sup>3</sup> tæt på Høje Taastrup.
- På strækningen Holbæk–KH falder koncentrationen igen til ca.10.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- På strækningen KH-KB, stiger koncentrationen mellem 400-800.000 UFP/cm<sup>3</sup> med spidsværdier på 1.7 mill.UFP/cm<sup>3</sup> tæt på Lejre, efter Holbæk falder til 200.000 og stiger igen mellem 200.000 og 600.000 tæt på Kalundborg.



**Fig. 2. Togførere**, strækningen Kalundborg-Østerport-Holbæk-KH-KB, 10/11/2014. Skalaen går fra 200.000 til 1.8 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

### 13/11:

- På strækningen KH-Østerport: et gennemsnit på 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som stiger på op til 280.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved Nørreport og ligger ved ca. 50.000 mens toget venter på Østerport.
- Koncentrationen stiger på strækningen KØ-HK mellem 200-600.000 UFP/cm<sup>3</sup>, med spidsværdier på 1 mill. UFP/cm<sup>3</sup> efter Valby.
- På strækningen Holbæk-KH falder koncentrationen til ca. 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- På strækningen KH-KB, stiger koncentrationen mellem 200-500.000 UFP/cm<sup>3</sup> med spidsværdier på 1 mill. UFP/cm<sup>3</sup> ved Høje Taastrup og på 1.2 mill. ved Vipperød, efter Holbæk falder til omkring 100.000 og stiger igen mellem 200.000 og 400.000 mellem Jyderup og Kalundborg.



**Fig. 3. Togførere**, strækningen Kalundborg-Østerport-Holbæk-KH-KB, 13/11/2014. Skalaen går fra 200.000 til 1.4mill. UFP/cm<sup>3</sup>

14/11:

- Koncentrationen stiger på strækningen KØ-HK mellem 100-400.000 UFP/cm<sup>3</sup>, med spidsværdier på 6-700.000 UFP/cm<sup>3</sup> mellem Valby og Høje Taastrup.
- På strækningen Holbæk–KH falder koncentrationen til ca.10.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- På strækningen KH-KB, stiger koncentrationen mellem 100-300.000 UFP/cm<sup>3</sup> med spidsværdier på 600.000 ved Lejre, men efter Holbæk falder til omkring 30.000 og stiger igen mellem 100.000 og 250.000 mellem Jyderup og Kalundborg.

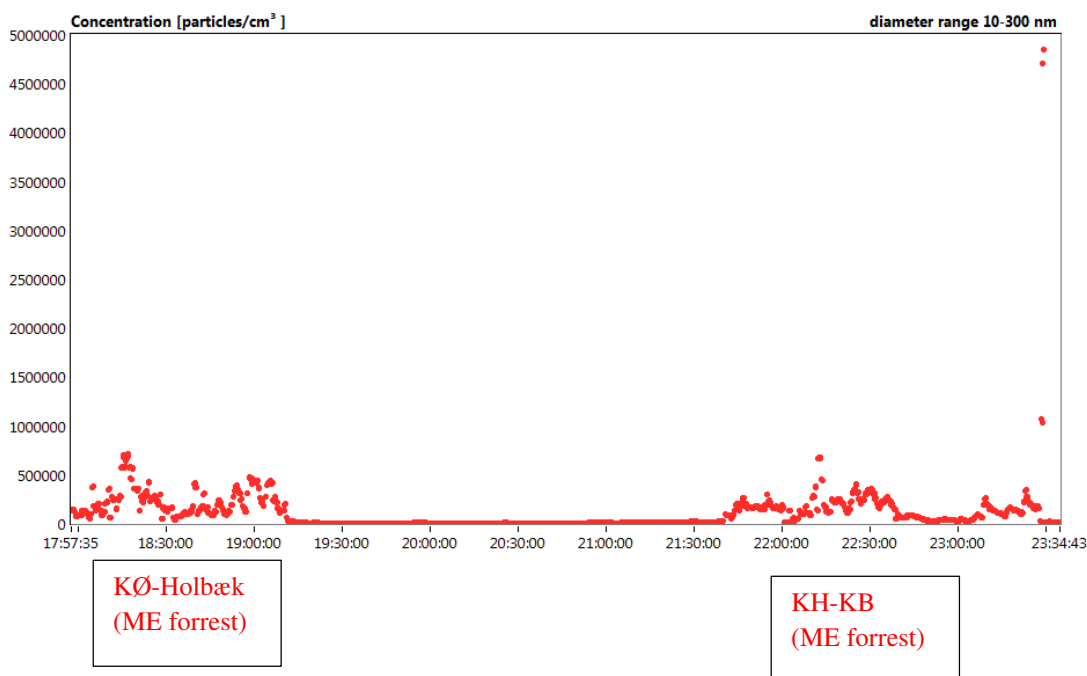


Fig. 4. Togførere, strækningen Østerport-Holbæk-KH-KB, 14/11/2014. Skalaen går fra 500.000 til 5 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

## 2.4. OPERATION-Lokoførere Næstved:

Målt d. 29/9/2014 - 1/10/2014. Spidsværdier i forbindelse med motor opstart: mellem 300.000-800.000 UFP/cm<sup>3</sup>. Mangler detaljeret turplan, for at se den præcise lokalitet

### Turen Næstved-Roskilde-Næstved, d. 29/9:

- Klargøring i depot Næstved (10:24-10:35)-koncentrationen på 15.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- På strækningen Næstved-Roskilde koncentrationen på ca. 40.000 UFP/cm<sup>3</sup> (højere ved start i Næstved-250.000, efter 10 min. falder til 40.000 og til 20.000 før Roskilde, og stiger igen til 75.000 i Roskilde-8 min. ventetid-tomgang)
- På strækningen Roskilde-Næstved- koncentrationen mellem 100.000 -150.000 UFP/cm<sup>3</sup>

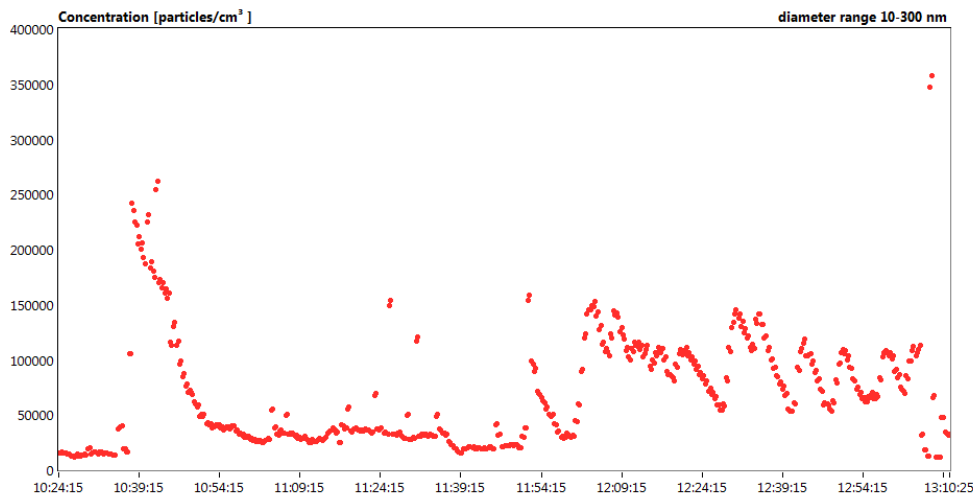
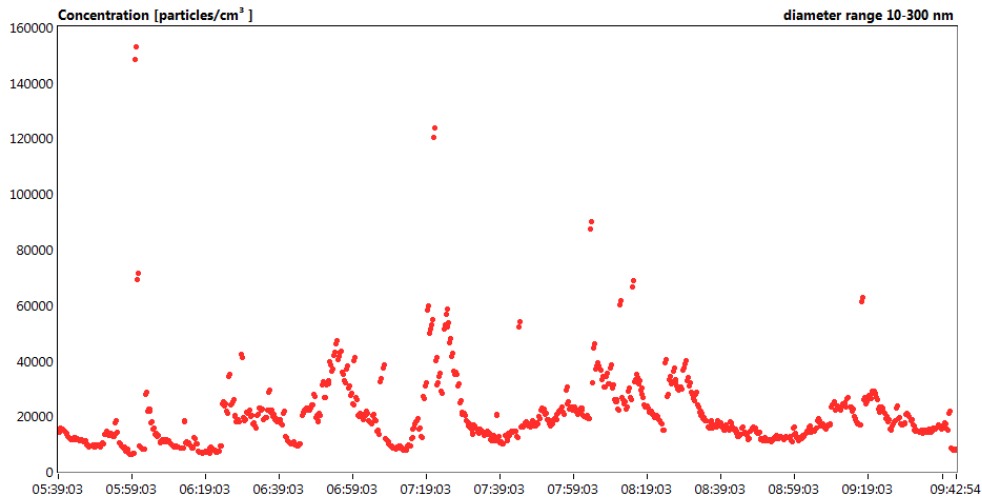


Fig. 1. Lokoførere-Næstved, 29/9/2014, målt ca. 3 timer med måler nr. 2, gennemsnit på 68. 000 UFP/cm<sup>3</sup> under turen Næ (10:35)-Ro(11:51)-(11.59)-Næ(13:15). Skalaen går fra 50.000 til 400.000 UFP/cm<sup>3</sup>

### Turen Næstved-Roskilde-Næstved, d. 30/9:

#### Om morgen:

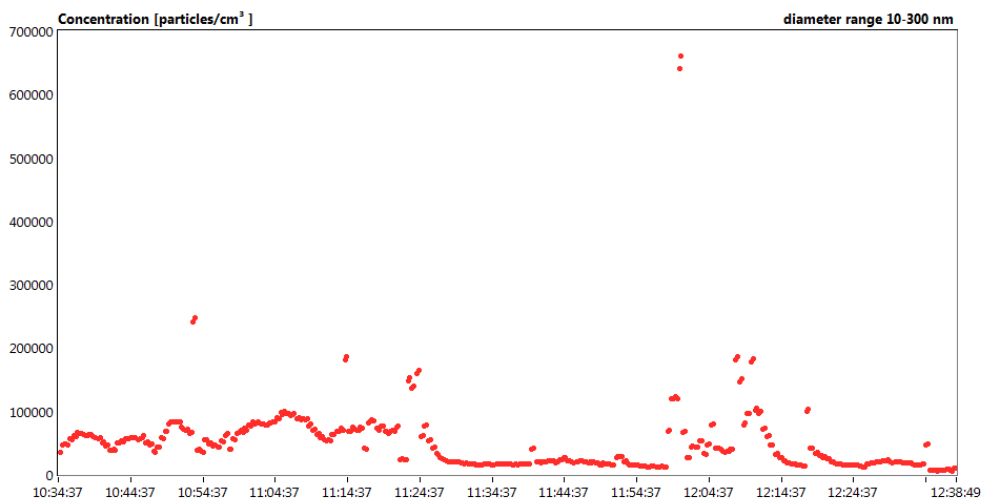
- Klargøringsopgaver i depot Næstved (5:39-7:15) -koncentrationen stiger fra 10.000 til 25-50.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- På strækningen Næstved-Roskilde koncentrationen på ca. 40.000 UFP/cm<sup>3</sup> (højere ved start i Næstved-60.000, falder lidt og stiger igen til 40.000 før Roskilde)
- På strækningen Roskilde-Næstved- 40.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved start i Roskilde, falder efter Ro ca. 20 min. og stiger igen til 30.000 ved Køge?



**Fig. 2. Lokoførere-Næstved, 30/9/2014, målt med måler nr. 2 (om morgen- ca. 4 timer gennemsnit på 20.000 UFP/cm<sup>3</sup> under turen Næ (7:15)-Ro(8:30)-Næ(9:40). Skalaen går fra 20.000 til 160.000 UFP/cm<sup>3</sup>**

### Om formiddagen:

- På strækningen Næstved-Roskilde koncentrationen på ca. 60.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- På strækningen Roskilde-Næstved- 150.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved start i Roskilde, falder til 20.000 efter Ro ca. 30 minutter og stiger igen til 100.000-150.000 ved Køge

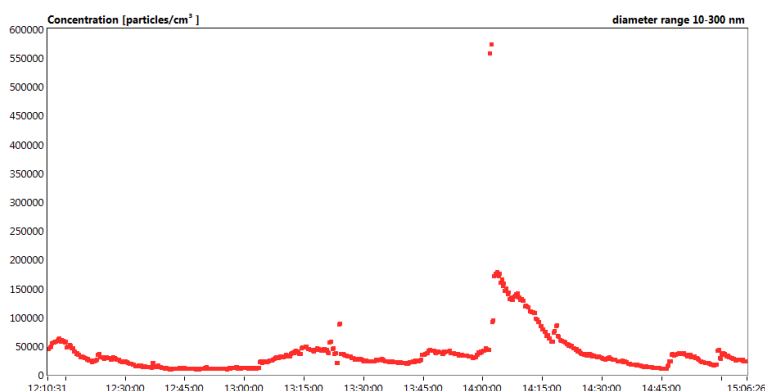


**Fig. 3. Lokoførere-Næstved, 30/9/2014, målt med måler nr. 2 (om formiddag- ca. 4 timer- gennemsnit på 50.000 UFP/cm<sup>3</sup> under turen Næ (10:30)-Ro(11:20)-Næ(12:36). Skalaen går fra 100.000 til 700.000 UFP/cm<sup>3</sup>**

## Om eftermiddagen:

### 1.

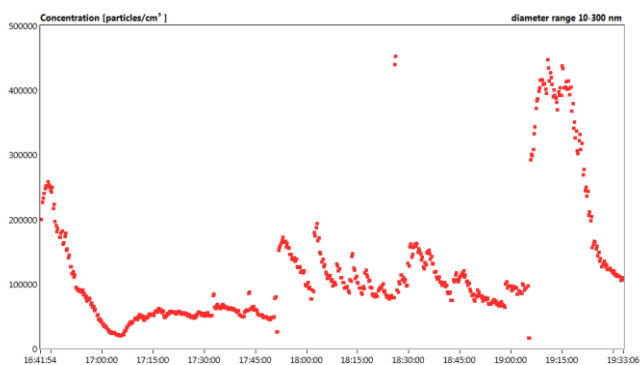
- På strækningen Næstved-Roskilde- koncentrationen på omkring 50.000 ved start i Næstved, falder efter 10 min. til omkring 15.000 og stiger til 40.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved Roskilde.
- På strækningen Roskilde-Næstved- 80.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved start i Roskilde, falder til 30.000 efter Ro ca. 20 minutter, stiger til 40.000 og stiger igen til 150.000 ved Køge, og falder igen ved ankomst i Næstved til ca. 30.000 UFP/cm<sup>3</sup>



**Fig. 4. Lokoførere-Næstved, 30/9/2014, målt ca. 3 timer med måler nr. 5-gennemsnit på 37. 000 UFP/cm<sup>3</sup> under turen Næ (12:10)-Ro(13:15)-Næ(14:50). Skalaen går fra 50.000 til 600.000 UFP/cm<sup>3</sup>**

### 2.

- Klargøringsopgaver i depot Næstved (16:50-18:05)-koncentrationen på 250.000 UFP/cm<sup>3</sup>-motor opstart, som falder til ca. 50.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- På strækningen Næstved-Roskilde koncentrationen på 150.000 UFP/cm<sup>3</sup> (højere ved ankomst/ophold til/i Roskilde 400.000 UFP/cm<sup>3</sup>)

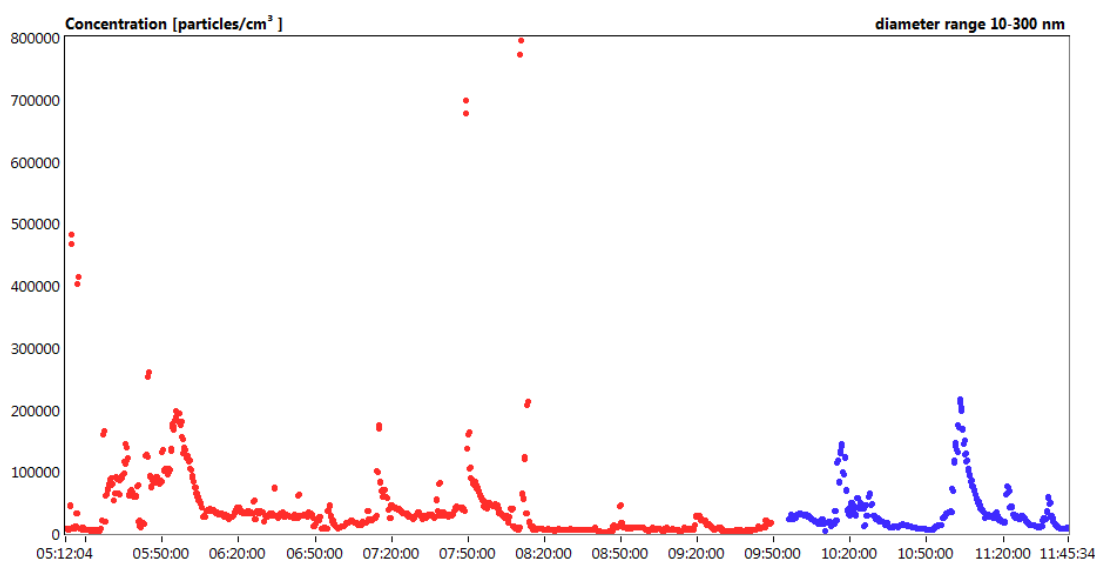


**Fig. 5. Lokoførere-Næstved, 30/9/2014, målt med måler nr. 5-gennemsnit på 120.000 UFP/cm<sup>3</sup> under turen Næ (18:05)-Ro(19:20). Skalaen går fra 100.000 til 500.000 UFP/cm<sup>3</sup>**



## Turen Næstved-Roskilde-Næstved-København-Næstved

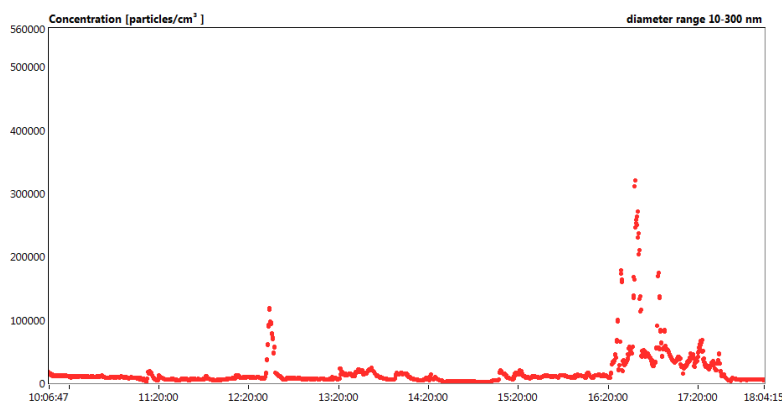
- Klargøring i depot Næstved (5:12-5:23)-koncentrationen på 500.000 UFP/cm<sup>3</sup>-motor opstart, som falder hurtigt til 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- På strækningen Næstved-Roskilde: koncentrationen på 150.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved afgang fra Næstved og 20 min. efter, som stiger til 200.000 ved?, derefter falder til 35.000 hele vejen til Ro.
- På strækningen Roskilde-Næstved: 40.000-50.000 UFP/cm<sup>3</sup>, nogle gange lidt over 100.000
- 6000 UFP/cm<sup>3</sup> når motoren er slukket i pause
- På strækningen Næstved-København koncentrationen på 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- Ved ophold i KH stiger koncentrationen til ca. 150.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- Ved afgang fra KH stiger koncentrationen til ca. 200.000 UFP/cm<sup>3</sup> og falder derefter til ca. 30.000 UFP/cm<sup>3</sup>



**Fig. 6. Lokoførere-Næstved**, 1/10/2014, målt med måler nr. 2 - turen Næ (5:23)-Ro(6:50)-Næ(8:15)-pause-Næ(8:50)-KH(9:50)-KH(10:50)-Næ(11:54); gennemsnit på 30.000 UFP/cm<sup>3</sup>). Skalaen går fra 100.000 til 800.000 UFP/cm<sup>3</sup>

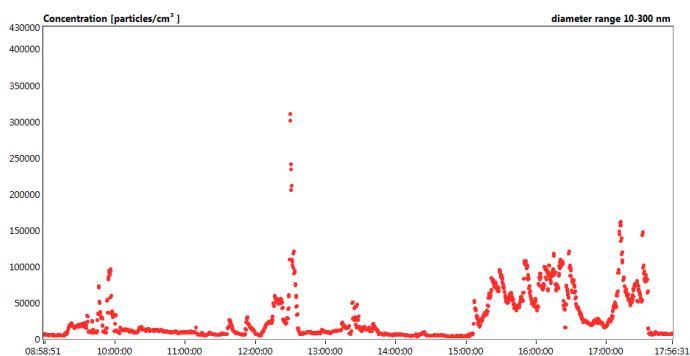
## Turen Næstved-Nykobing Falster-Næstved-Roskilde-Næstved

**Dag1:** Lave værdier fra Næstved til NF (10.000), lidt højere værdier fra NF til Næstved og fra Næstved til Roskilde. Fra Ro til Næstved, høje værdier ved afgang fra Roskilde og ca. 20 min. efter (omkring 200.000), som falder til ca. 35.000 før ankomst til Næ.



**Fig. 7. Lokoførere-Næstved, 29/9/2014,** målt med måler nr. 3 - turen Næ (11:15)-NF(12:00)-pause-NF(13:35)-Næ(14:19)-pause(15:09)-Ro(16:00)/(16:15)-Næ(17:45); gennemsnit på 10. 000 UFP/cm<sup>3</sup>). Skalaen går fra 100.000 til 560.000 UFP/cm<sup>3</sup>

**Dag 2:** starter i depot Næstved-lidt høje værdier- motoren kører. Lave værdier fra Næstved til NF (10.000); lidt højere før ankomst i NF-25.000 og i NF-mens motoren kører på op til 300.000; lidt højere værdier fra NF til Næstved (20.000). fra Næstved til Roskilde mellem 50-100.000. Fra Ro til Næstved, høje værdier ved afgang fra Roskilde og ca. 20 min. efter (omkring 100.000), som falder til ca. 30.000 og stiger igen til omkring 100.000 før ankomst til Næ (med lidt høje værdier ved Køge).



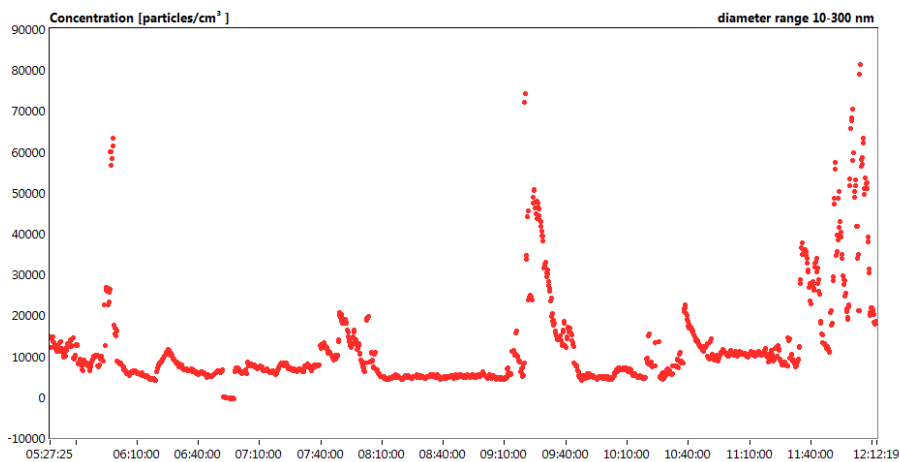
**Fig. 8. Lokoførere-Næstved, 30/9/2014,** målt med måler nr. 3 - turen Næ (11:15)-NF(12:00)-pause-NF(13:35)-Næ(14:19)-pause(15:09)-Ro(16:00)/(16:15)-Næ(17:45); gennemsnit på 10. 000 UFP/cm<sup>3</sup>). Skalaen går fra 50.000 til 430.000 UFP/cm<sup>3</sup>

## 2.5. OPERATION-Lokoførere Kalundborg:

Målt d. 6/10-9/10/2014:

**Dag1:** Kalundborg (KB)-København(KH)-Kalundborg(KB), målt d.7/10 på ME 1527 Abs. 7912: er gennemsnit koncentrationen på 11.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- man starter med klargøring af togsæt i KB 5:18 til 5:48- koncentrationen på 10-12.000 UFP/cm<sup>3</sup>, efterfulgt af rangering-stiger koncentrationen på 60.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- lav koncentrationen på strækningen KB-KH (6.33-8:09), stiger lidt før KH (20.000 UFP/cm<sup>3</sup>), falder til under 10.000 UFP/cm<sup>3</sup> i pause,
- højere koncentrationen ved kørsel i **Belvedere** 9:31 (stiger på op til 80.000 UFP/cm<sup>3</sup>), **i forbindelse med motor opstart?**
- fra KH(9:36) til KB(11:24) ikke så høje koncentrationen på 10-15.000 UFP/cm<sup>3</sup> med lidt høje værdier på **25.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved?**
- I KB stiger lidt igen ved rangering-40.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- **Ingen oplysninger for sidste stigning i koncentrationen ved 12:12 tiden**

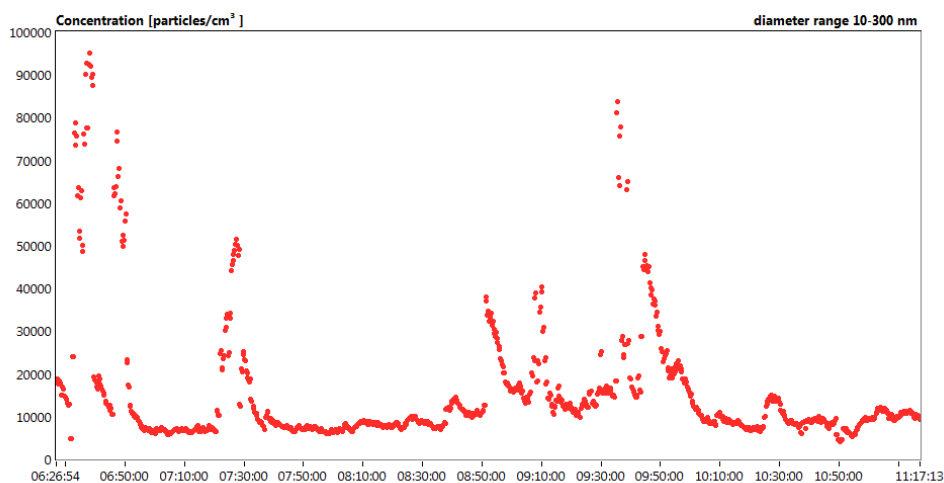


**Fig. 1. Lokoførere-Kalundborg, 7/10/2014, tur KB (6:33)-KH(8:09)/(9:36)-KB(11:24), ME 1527 Abs.7912.** Skalaen går fra 10.000 til 90.000 UFP/cm<sup>3</sup>

**OBS: gul farve-ved ikke hvorhen og hvorfor**

**Dag 2:** KB-KH- målt d. 7/10 (på 1524/1532) er gennemsnit koncentrationen på 15.000 UFP/cm<sup>3</sup>, minimum værdi 4000, max værdi 95.000 UFP/cm<sup>3</sup>

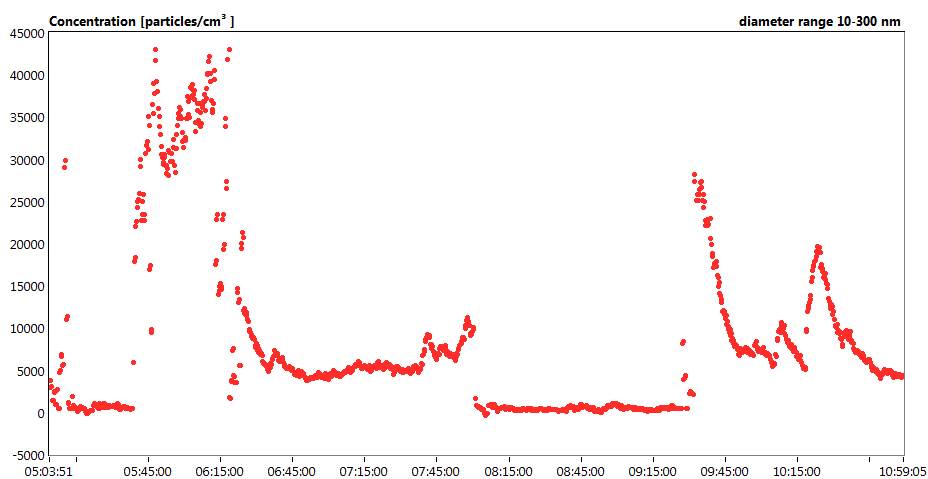
- høj koncentration på op til 95.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved klargøring (6:18-6:48) og rangering i Kalundborg (KB)
- stiger igen til omkring 50.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved afgang fra KB til KH, ellers koncentrationen på 7.500 UFP/cm<sup>3</sup> (litra ME), med lidt højere værdier (40.000 UFP/cm<sup>3</sup>) før KH
- stiger ved opstart i Belvedere-9:44 (80.000), men falder under turen KH- Ringsted til 8-10.000 UFP/cm<sup>3</sup>
- på strækningen Ringsted -KH-falder igen til 10-12.00 (litra ER)



**Fig. 2. Lokoførere-Kalundborg**, 7/10/2014, tur KB-KH 7:33-9:05(litra ME)-KH-Ringsted(litraER)-Ringsted-KH(Litra ER)-**KH-KB(litra ME)**. Skalaen går fra 10.000 til 100.000 UFP/cm<sup>3</sup>

**Dag 3:** KB-KH: målt d. 8/10 (på MG 5675 Abs 7915) er gennemsnit koncentrationen på 8.000 UFP/cm<sup>3</sup>, minimum værdi 500 UFP/cm<sup>3</sup> og max værdi 43.000 UFP/cm<sup>3</sup>

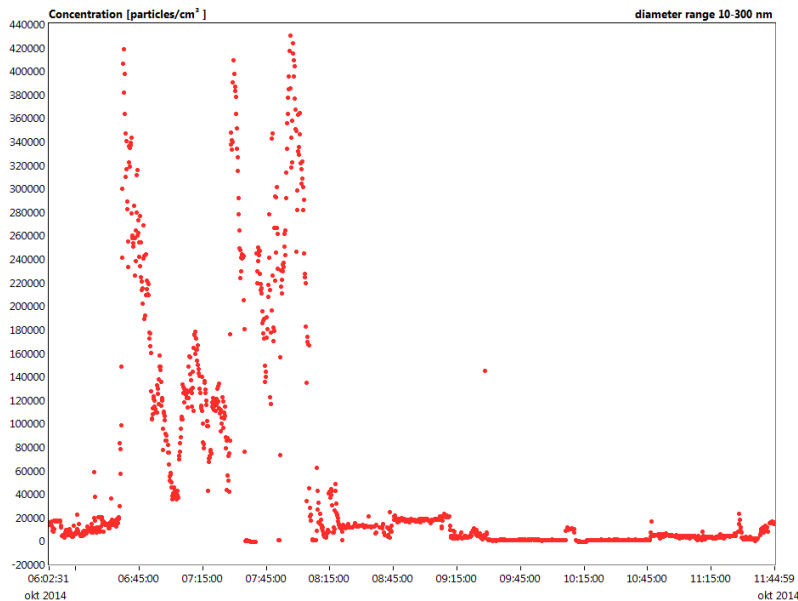
- lav koncentrationen på 500 ved mødetid, som stiger til 45.000 ved klargøring og rangering i KB (5:18-6:33)
- koncentrationen på 20.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved afgang fra KB (6:33), på strækningen KB-KH, som stiger på omkring 10.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved ankomst til KH (8:09).
- falder hurtigt til 500 UFP/cm<sup>3</sup> ved pause i KH
- stiger igen til omkring 25.000 UFP/cm<sup>3</sup> i Belvedere
- på strækningen KH-KB (9:36-11:24) er koncentrationen omkring 20.000 UFP/cm<sup>3</sup>



**Fig. 3. Lokoførere-Kalundborg, 8/10/2014, tur KB(6:33)-KH (8:09/9:36)- KB(11:24).** Skalaen går fra 5.000 til 45.000 UFP/cm<sup>3</sup>

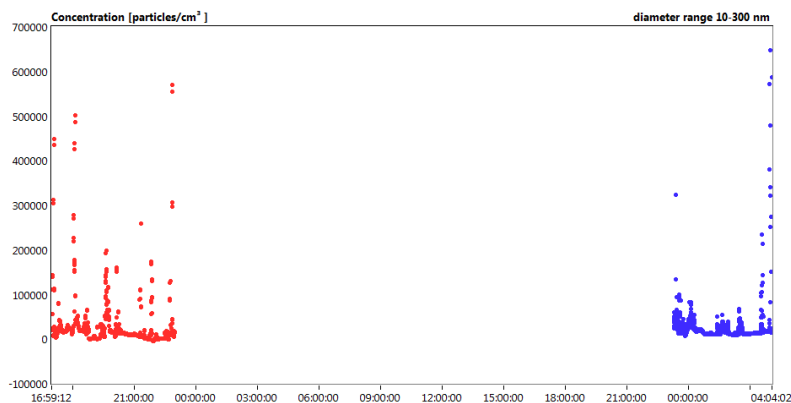
**Dag 4:** KB-KH-KH-KB, d. 9/10, gennemsnit på 54.000, minimum på 500 og max værdi på 430.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- starter på 7-10.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved klargøring og rangering i KB
- på strækningen KB-KH-omkring 400.000 UFP/cm<sup>3</sup> (???-ved ikke hvorfor)
- falder meget til ca. 5.000 UFP/cm<sup>3</sup>, hvis toget er Litra IC4



**Fig. 4. Lokoførere-Kalundborg, 9/10/2014, tur KB-KH(6:33-8:09)-litra ME) og KH-KB(9:36-11:24-litra IC4).** Skalaen går fra 20.000 til 440.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- forsyning/parkering i Kalundborg – gennemsnit på 23.000 som stiger kortvarig til 50.000-100.000 UFP/cm<sup>3</sup> hvis motoren kører ; ved motor opstart spidsværdier 600.000 UFP/cm<sup>3</sup>



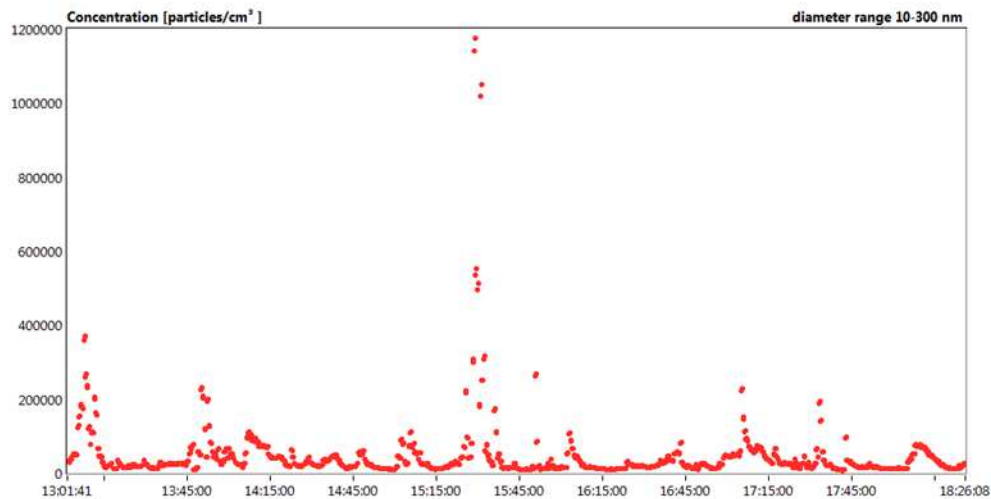
**Fig. 4. Lokoførere-Kalundborg, 7+8/10/2014, forsyning/parkering i Kalundborg.** Skalaen går fra 100.000 til 700.000 UFP/cm<sup>3</sup>

## 2.6. OPERATION-Perron KH managere:

### spor 5-6, målt d. 15/9-17/9:

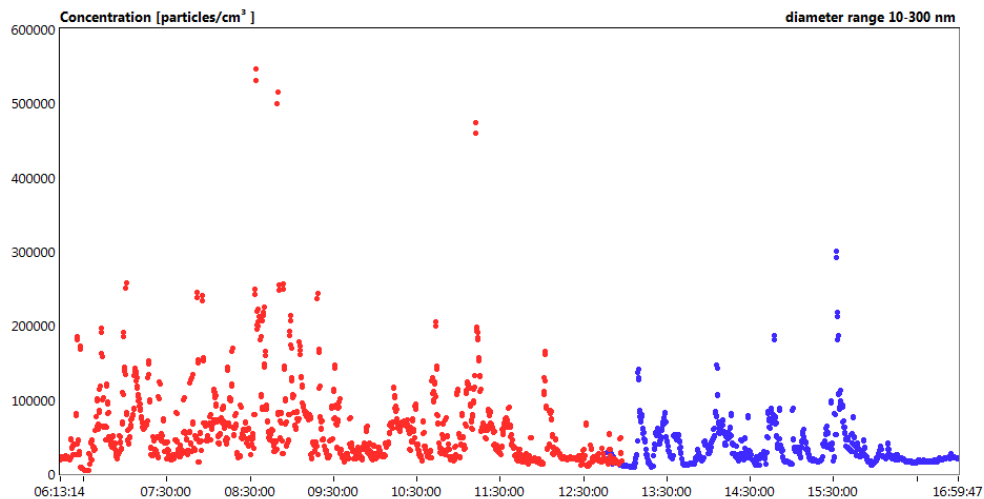
Gennemsnit værdier på ca. 50.000 over disse 3 dage for perronmanagere på spor 5-6; minimum værdier 4-8.000 UFP/cm<sup>3</sup>, værdier på 250.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med togkørsel og spidsværdier på 1- 3 mill. UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med motor opstart.

- på spor 5-6, ligger koncentrationen på omkring 20-25.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som stiger til 50.000-250.000 i forb. med togkørsler til/fra disse spor. Enkelte spidsværdier på 300.000, 500.000, 1.200.000 og 3.300.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som skyldes lokomotiv opstart. (høje koncentrationer måles hvis man er tæt på!)

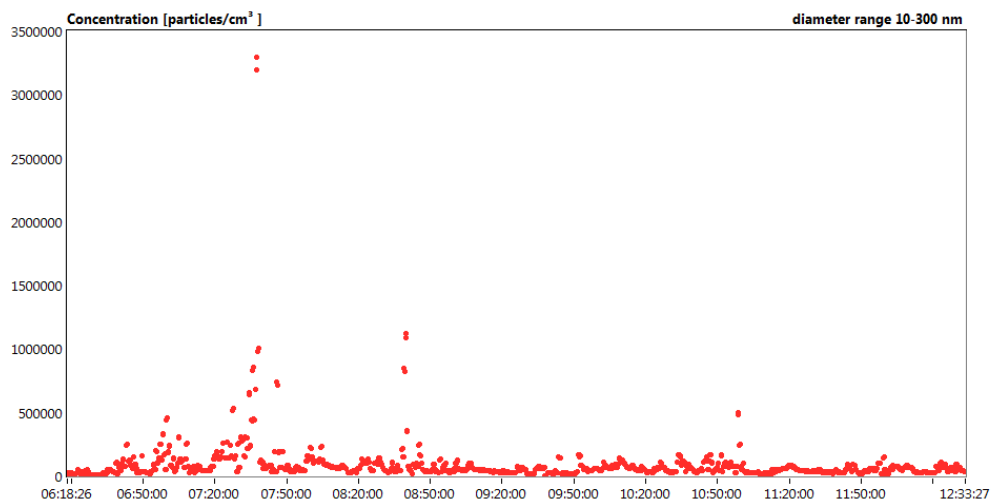


**Fig.1. KH-Perronmanagere**, spor 5-6, 15/9/2014. Manageren var tæt på lokomotiv da motoren startede, kl. 15.30.

Skalaen går fra 200.000 til 1.2 mill. UFP/cm<sup>3</sup>



**Fig.2.** KH-Perronmanagere, spor 5-6, 16/9/2014, målt med 2 målere. Skalaen går fra 100.000 til 600.000 UFP/cm<sup>3</sup>

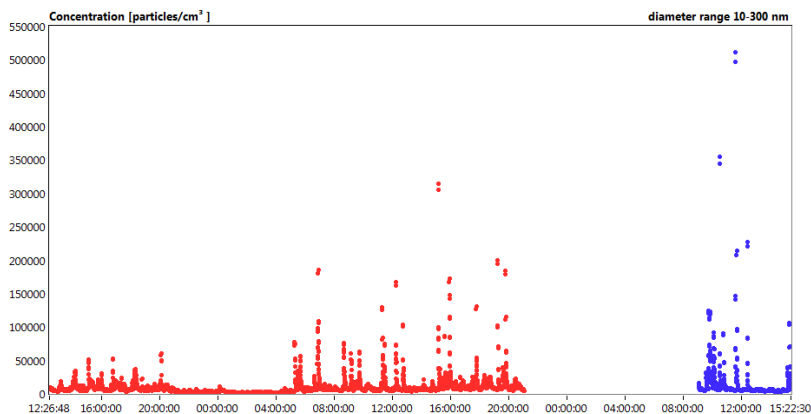


**Fig.3.** KH-Perronmanagere, spor 5-6, 17/9/2014, motor opstart lokomotiv kl. 7.40 og 8.40 (perronmanager tæt på). Skalaen går fra 500.000 til 3.5 mill. UFP/cm<sup>3</sup>



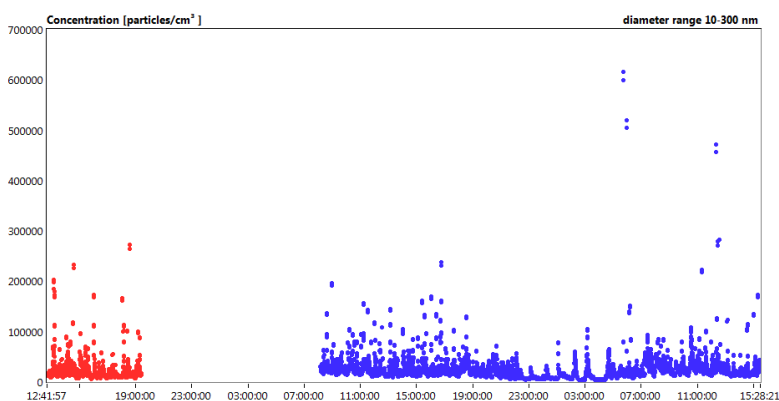
## 2.7. KOMERCIEL - Perron KH kiosk: målt d. 15-17/9

- Kiosk ved spor 11-12 (kører el-tog herfra): gennemsnit på 10.000, som stiger hver gang togene kommer eller går til/fra spor 11-12, til mellem 25-100.000, nogle gange 200.000 UFP/cm<sup>3</sup>. Minimum værdi på ca. 3.000 UFP/cm<sup>3</sup>, max værdier på 500.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med motor opstart. Værdierne kan skyldes togkørsler fra andre spor.



**Fig. 1** Kiosk KH, Spor 11-12, 15+16/9/2014 (32 timer-rødt farve) og 17/9/2014 (6 timer-blåt farve). Skalaen går fra 50.000 til 550.000 UFP/cm<sup>3</sup>

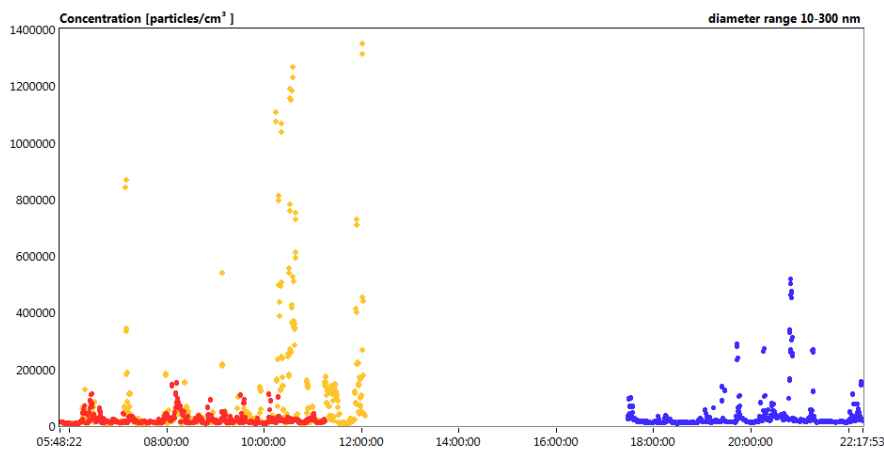
- Kiosk ved spor 7-8 (kører diesel tog herfra): gennemsnit på ca. 25.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som stiger hver gang togene kommer eller går til/fra spor 7-8, til mellem 25.000-200.000, nogle gange tæt på 300.000 UFP/cm<sup>3</sup>. Minimum værdi på ca. 3.000 UFP/cm<sup>3</sup>, max værdier på 600.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med motor opstart.



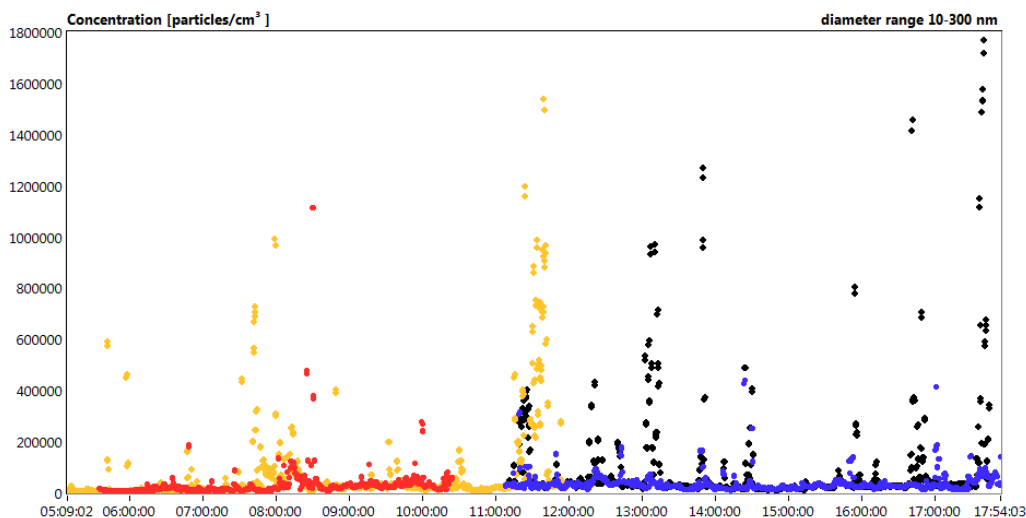
**Fig. 2.** Kiosk KH, Spor 7-8, 15/9/2014 (6 timer-rødt farve) og 16+17/9/2014 (31 timer-blåt farve). Skalaen går fra 20.000 til 160.000 UFP/cm<sup>3</sup>

## 2.8. OPERATION- Østerport catering: målt d. 18/9-19/9:

- Målerne er blevet brugt primært på spor 3/4 på Østerport station, dog med ture til Københavns Hovedbanegård for at cater toget til Bornholm, samt udstikkere hvor produktionen har krævet at man går op med skrald mv.
- Midt på spor 3/4 er gennemsnit mellem 20.000-30.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som stiger på op til 500-200.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med cater opgaver og 1.8 mill. UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med motor opstart



**Fig. 1. Østerpot catering, Spor 3/4, 18/9/2014** (ca. 6 timer, målt parallelt med 2 målere om formiddag: rødt og gult og kun 1 måler om aften-blåt farve). Skalaen går fra 200.000 til 1.4 mill.UFP/cm<sup>3</sup>



**Fig. 2. Østerpot catering, Spor 3/4, 19/9/2014** (ca. 7 timer, målt parallelt med 2 målere om formiddag: rødt og gult og 2 måler om eftermiddag-blåt og sort farve). Skalaen går fra 200.000 til 1.8 mill.UFP/cm<sup>3</sup>

## 2.9. OPERATION-Perroner Århus:

Målt d. 12/10-13/10:

- Koncentrationen ligger på omkring 10.000 UFP/cm<sup>3</sup> på perronen, når ingen tog på **spor 3-4???** men den stiger, til mellem 50.000-200.000 i forbindelse med togkørsel.
- Enkelte spidsværdier på 400.000-600.000 UFP/cm<sup>3</sup> ved opstart af togsæt 8måske fra andre spor).

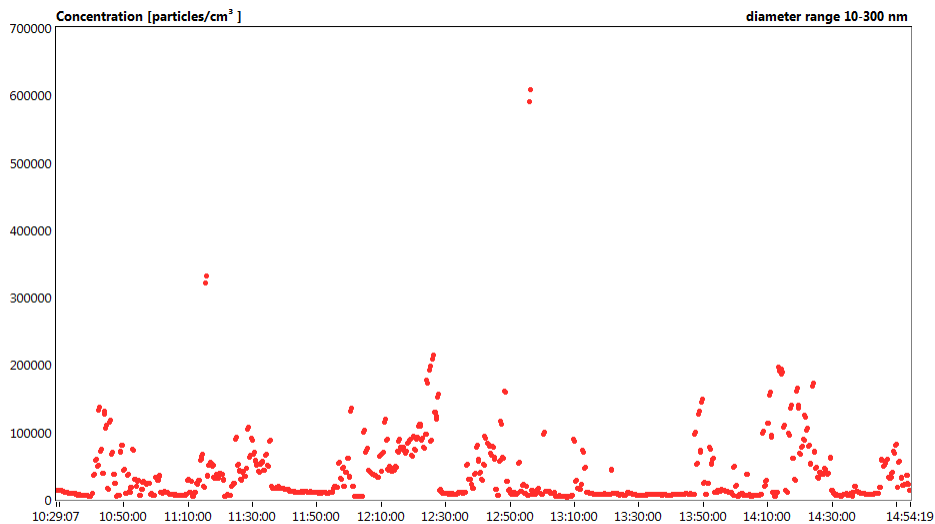


Fig. 1 Århus perronmanager, 12/10/2014, 4.5 timer. Skalaen går fra 100.000 til 700.000 UFP/cm<sup>3</sup>

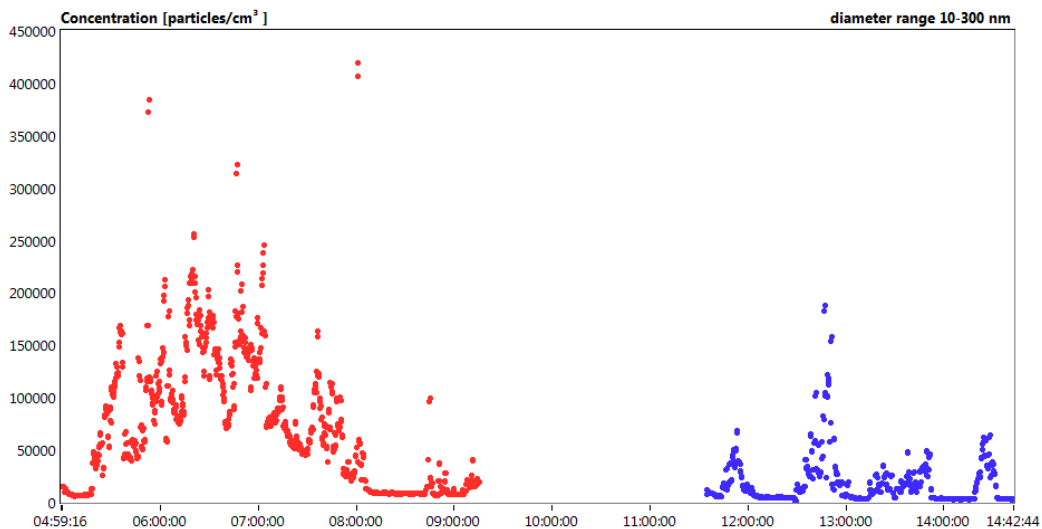
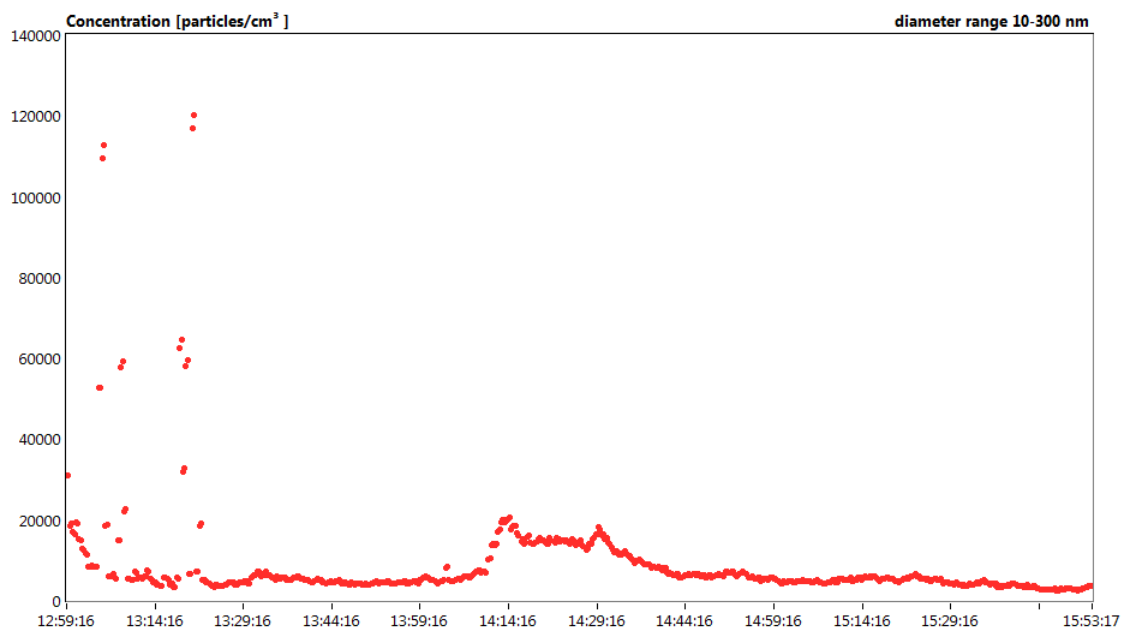
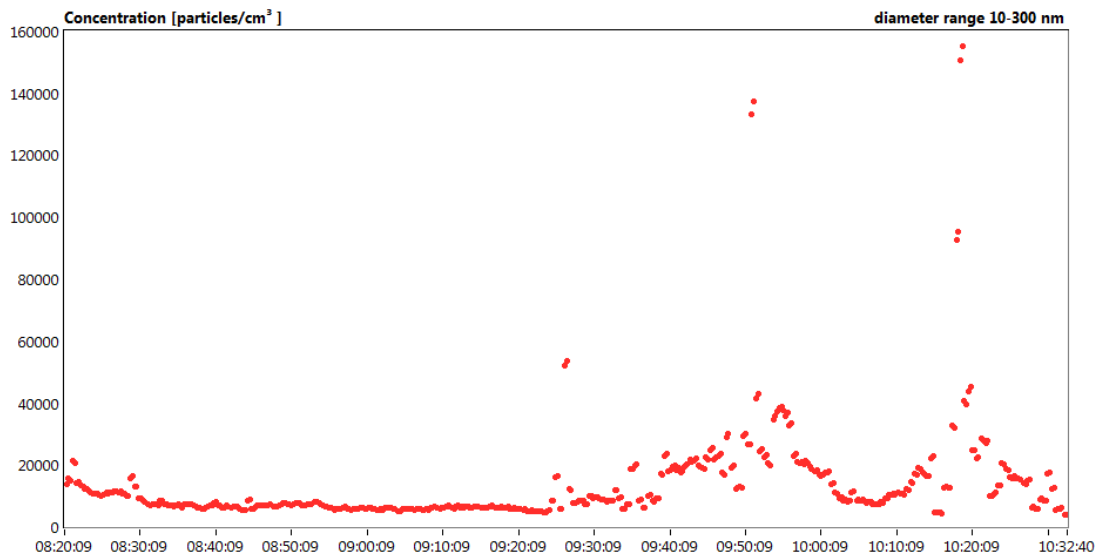


Fig. 2. Århus perronmanager, 13/10/2014, målt med 2 målere (manager 1-rødt farve og manager 2-blåt farve). Skalaen går fra 50.000 til 450.000 UFP/cm<sup>3</sup>

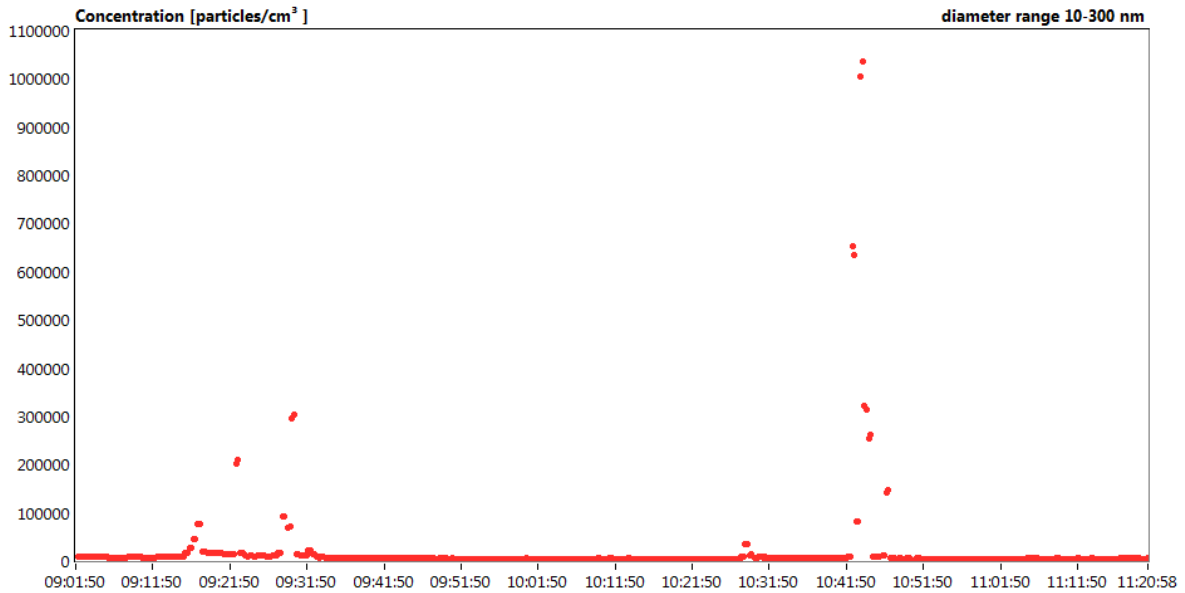
2.10. **OPERATION-Århus P-risten:**  
Målt d. 13/10-14/10:

- Koncentrationen ligger under 10.000 UFP/cm<sup>3</sup> i hallen, den stiger til omkring 20-30.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med forskellige opgaver (vask, fyld diesel)



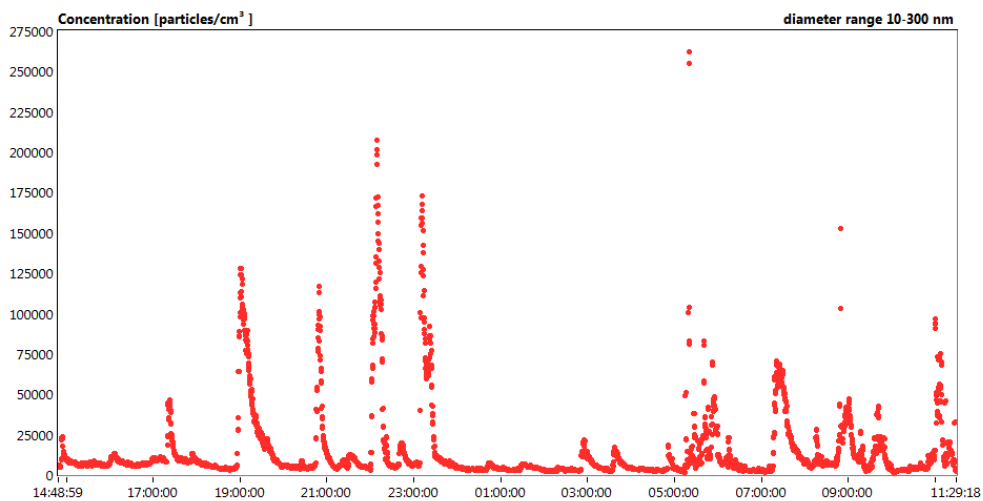
**Fig. 1.** Århus P-risten, 13/10/2014 øverst og 14/10/2014 nederst. Skalaen går fra 20.000 til hhv. 160.000 og 140.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- Op til 1 mill. UFP/cm<sup>3</sup>-ved opstart af motor



**Fig. 2.** Århus P-risten, 13/10/2014, motor opstart. Skalaen går fra 100.000 til 1.1 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

- højere værdier når motoren kører, mellem 25-200.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som falder til 5-7.000 UFP/cm<sup>3</sup> når motoren er slukket—men måleren blev sat inde i vinduet på kontor.

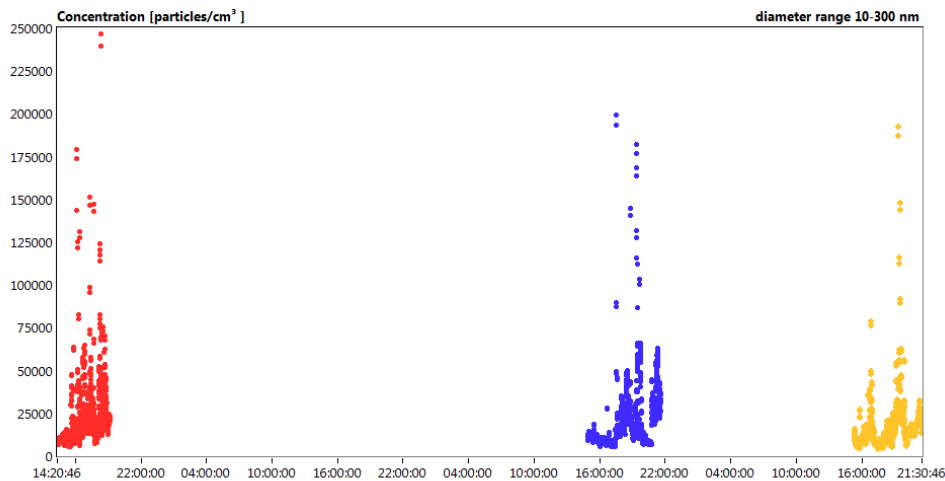


**Fig. 3.** Århus P-risten, 13/10/2014—eftermiddag, målt i vinduet på kontor. Skalaen går fra 22.000 til 275.000 UFP/cm<sup>3</sup>

## 2.11. OPERATION-Belvedere- klargøring: Målt d. 29/9-3/10:

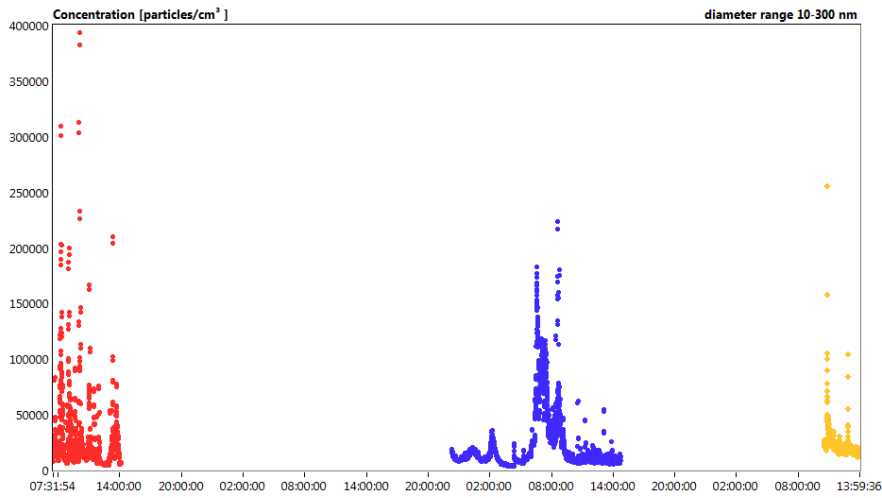
Et gennemsnit på ca. 25.000 UFP/cm<sup>3</sup>. Minimum værdier på ca. 3.000 UFP/cm<sup>3</sup>, når motoren ikke er tændt, som stiger til omkring 50-100.000 UFP/cm<sup>3</sup>, i forbindelse med opgaver-foretaget af tograngister. Højere værdier hver gang det startes op et lokomotiv- og spidsværdier på 200, 250, 400, 500.000 UFP/cm<sup>3</sup>, afhængigt af hvor tæt man er på lokomotivet, men som falder hurtigt til 20-25.000 igen.

- Eftermiddag: gennemsnit mellem 15.000- 23.000 UFP/cm<sup>3</sup>; rangering: mellem 25-75.000 UFP/cm<sup>3</sup>



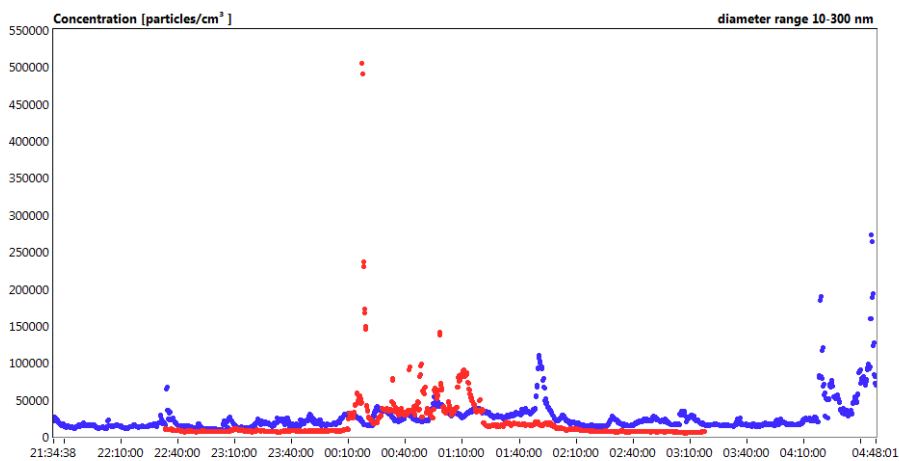
**Fig. 1. Belvedere klargøring**, målt om eftermiddagen af 3 tograngister, over ca. 6 timer, d. 29/9+1/10+2/10/2014. Skalaen går fra 25.000 til 250.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- Tidligt om morgen og formiddagen: gennemsnit på 20-25.000; rangering: 30-150.000 UFP/cm<sup>3</sup>



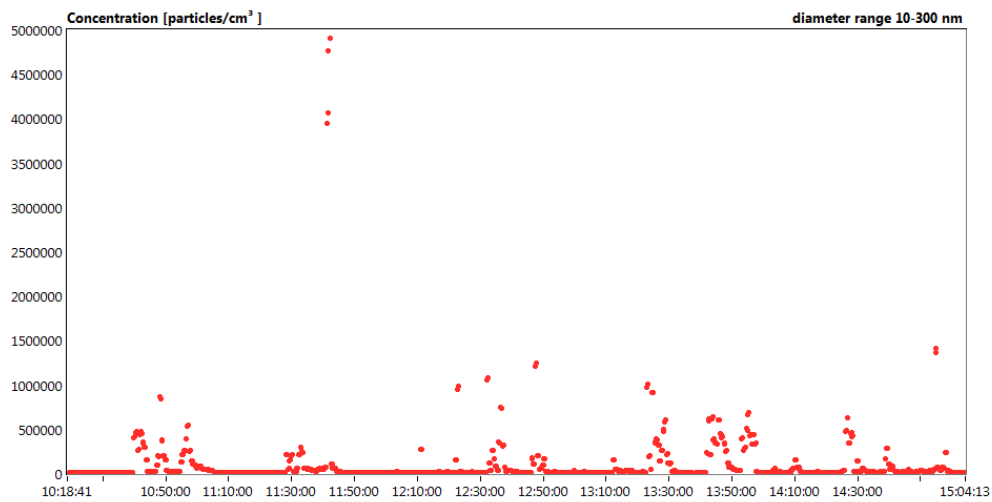
**Fig. 2. Belvedere klargøring**, målt om formiddagen af 3 tograngister, d. 30/9+1/10+3/10/2014. Skalaen går fra 50.000 til 400.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- Om natten, gennemsnit på 15.000; stiger til max. 100.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forb. med rangering



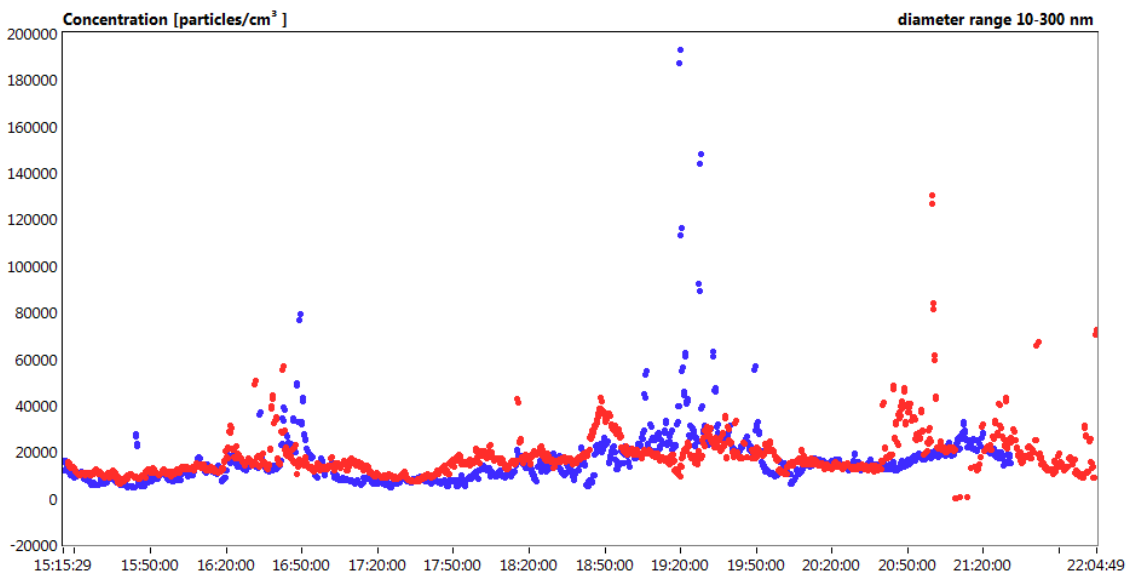
**Fig. 3. Belvedere klargøring**, målt om natten af 2 tograngister, d. 2/10/2014. Skalaen går fra 50.000 til 550.000 UFP/cm<sup>3</sup>

- gennemsnit på 97.000; max. 5mill. UFP/cm<sup>3</sup> i forb. med motor opstart og konc. mellem 100-600.000 i forbindelse med ranger opgaver.



**Fig. 4. Belvedere klargøring**, målt om dagen af tograngist, d. 2/10/2014. Skalaen går fra 500.000 til 5 mill. UFP/cm<sup>3</sup>

- **På kontor** – holdleder- (rød farve), blev det målt mindre værdier end de værdier målt udendørs (blå farve-tograngist):
  - gennemsnit på 10.000 UFP/cm<sup>3</sup>, som stiger til ca. 50.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med rangering foretaget udendørs.



**Fig. 5. Belvedere klargøring**, målt samtidigt på kontor (rød) og udenfor af tograngist d. 2/10/2014. Skalaen går fra 20.000 til 200.000 UFP/cm<sup>3</sup>

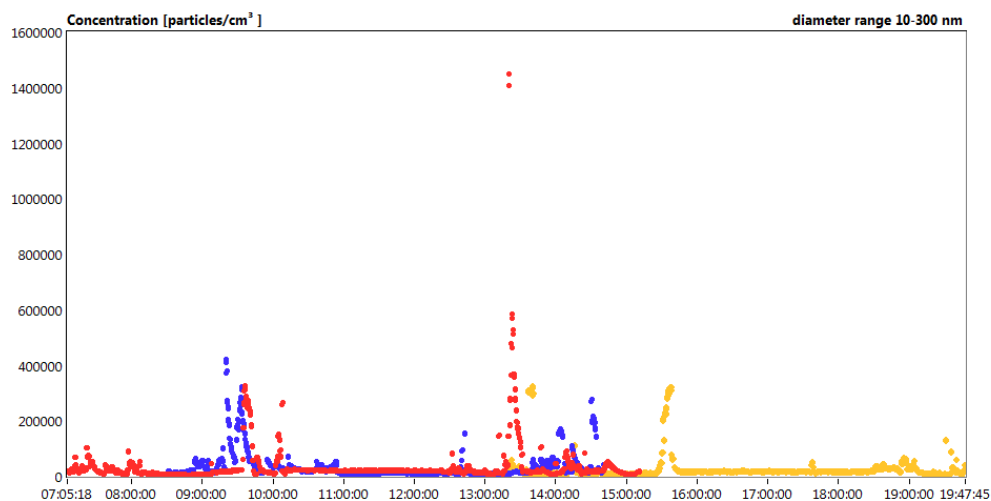


## 2.12. OPERATION-Belvedere – lokoførere:

### Målt d. 20/11/2014, på ME lokomotiver

Gennemsnit koncentrationen på ca. 30.000 UFP/cm<sup>3</sup> over alle dagene, minimum værdi på 3000 UFP/cm<sup>3</sup>, max værdi 1.450.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forb. med opstart lokomotiv motor i Belvedere (kl 13.20).

- Høje koncentrationen mellem 50-400.000 UFP/cm<sup>3</sup> når lokom. kører i tomgang på KØ eller KH (se på graf kl. 9.20-rødt og blåt, og 15.30-gult)
- værdier på 30-50.000 UFP/cm<sup>3</sup> i forbindelse med rangering og lave værdier på 10.000 UFP/cm<sup>3</sup> når motoren er slukket.



**Fig. 1. Belvedere lokoførere**, målt d. 20/11/2014 med 3 apparater (2 om formiddagen-rødt og blåt farve og et om eftermiddagen-gult farve). Skalaen går fra 200.000 til 1.6 mill. UFP/cm<sup>3</sup>