

NILU: OR 72/2003  
REFERANSE: O-103108  
DATO: OKTOBER 2003  
ISBN: 82-425-1507-7

# **Målinger av luftkvalitet i Oslofjordtunnelen under opprydningarbeidet etter en akutt vannlekkasje**

**Leif Otto Hagen og Bodil Innset**

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Gjennomføring .....</b>	<b>4</b>
2.1 Måleprogram og parametre .....	4
2.2 Målemetoder og analysemetoder .....	5
2.2.1 Svevestøv (PM <sub>10</sub> ) .....	5
2.2.2 Nitrogendioksid (NO <sub>2</sub> ) .....	5
2.2.3 Flyktige organiske forbindelser (VOC).....	6
2.2.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	6
<b>3 Måleresultater.....</b>	<b>7</b>
3.1 Svevestøv (PM <sub>10</sub> ) .....	7
3.2 Nitrogendioksid (NO <sub>2</sub> ) .....	8
3.3 Flyktige organiske forbindelser (VOC) .....	9
3.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	10
3.5 Temperatur .....	12
<b>4 Referanser .....</b>	<b>12</b>

## Sammendrag

*Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens Vegvesen Region Øst undersøkt luftkvaliteten inne i Oslofjordtunnelen under oppryddingsarbeidet etter en akutt vannlekkasje i tunnelen i august 2003. Statens Vegvesen foretok selv CO-målinger i tunnelen, men ønsket at NILU skulle gjennomføre supplerende målinger av andre forurensende stoffer i luften.*

Luftkvalitetsmålingene ble utført i perioden 19.-22. august 2003 under oppryddingsfasen på to steder i tunnelen, ved Pumpestasjonen og i Hovedtunnelen. Da målingene ble utført, var vannet fjernet. Ved innløpet til sidetunnelen ned mot Pumpestasjonen var det bensinaggregater plassert de to første dagene, som deretter ble fjernet. Ved Pumpestasjonen var det friskluftblåsere som trakk luft gjennom sidetunnelen fra Hovedtunnelen under hele prøvetakingen.

Måleprogrammet omfattet følgende parametre: svevestøv ( $PM_{10}$ ), nitrogendioksid ( $NO_2$ ), flyktige organiske komponenter (VOC), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og temperatur (kun stikkprøvemålinger).

Målingene viste svært høye svevestøvkonsentrasjoner ved Pumpestasjonen. De tre godkjente prøvene hadde konsentrasjoner mellom  $243 \mu g/m^3$  og  $269 \mu g/m^3$  med en svakt avtakende tendens fra dag til dag. Dette er langt høyere enn det som vanligvis måles ved sterkt trafikkeksperte målestasjoner i Oslo. Årsaken til disse høye konsentrasjonene var støv i selve sidetunnelen som ble virvlet opp på grunn av den sterke luftstrømmen som friskluftblåserne satte opp. Målestasjonen i hovedtunnelen viste langt lavere konsentrasjoner enn ved Pumpestasjonen og konsentrasjonene ble også mye mer redusert fra dag til dag. De to siste dagene var det lite svevestøv i Hovedtunnelen. Hovedkilden til støv her var utslipp fra aggregatene og fra kjøretøy.

I motsetning til  $PM_{10}$  ble det målt høyere  $NO_2$ -konsentrasjonen i Hovedtunnelen enn i Pumpestasjonen. Hovedkilden var aggregatene og kjøretøy der. Bare deler av dette utslippet ble trukket ned i sidetunnelen av friskluftblåserne. Det målte nivået i Hovedtunnelen var relativt høyt i forhold til det som vanligvis måles i Oslo, mens det var på et normalt nivå ved Pumpestasjonen.

Totalkonsentrasjonen av flyktige organiske komponenter (TVOC) varierte lite mellom Hovedtunnelen og Pumpestasjonen. Nivået var opp mot det en vanligvis finner i andre miljøer, som f.eks. i boliger og i kontorer langs trafikkerte veier. I innemiljø uten spesielle innendørskilder vil konsentrasjonene være lavere.

For benzen er det en grenseverdi på  $5 \mu g/m^3$  som årsmiddelverdi i uteluft. De målte prøvene var rundt  $4 \mu g/m^3$ . De målte årsmiddelkonsentrasjonene i Oslo i 2002 var  $3,3 \mu g/m^3$  ved Kirkeveien og  $3,1 \mu g/m^3$  ved Løren, steder som er påvirket av utslipp fra biltrafikk. Nivået av benzen ved Hovedtunnelen og ved Pumpestasjonen var derfor ikke spesielt høyt i forhold til uteluft i bymiljø.

PAH ble målt ved Pumpe-stasjonen de to første dagene mens aggregatene var i full aktivitet, og utslippene fra disse ble trukket ned mot Pumpe-stasjonen av friskluftblåserne. Dersom det hadde blitt målt PAH også i Hovedtunnelen disse to første dagene, ville en trolig fått langt høyere konsentrasjoner der enn nede ved Pumpe-stasjonen. Hovedkilden til PAH i Hovedtunnelen de to siste dagene var trolig bare utslippet fra de kjøretøyene som befant seg der. Målinger ved Pumpe-stasjonen de to siste dagene ville da trolig gitt langt lavere konsentrasjoner enn i Hovedtunnelen.

En grov vurdering er at de målte konsentrasjonene av PAH i Oslofjordtunnelen kan være omtrent på samme nivå som en kan forvente på trafikk eksponerte stasjoner i Oslo. Denne vurderingen er imidlertid noe usikker, siden det ikke er målt PAH i Oslo etter 1991.

Som en indikator på PAH har EU foreslått en målverdi for benzo(a)pyren (BaP) som årsmiddelverdi på  $1 \text{ ng/m}^3$  (EU, 2003). BaP regnes som kreftfremkallende. BaP-konsentrasjonene i prøvene fra Oslofjordtunnelen var  $0,04\text{-}0,10 \text{ ng/m}^3$ , dvs. langt under den foreslåtte grenseverdien. Nordahl Bruns gate i Oslo, som ikke var plassert nær trafikk, hadde et BaP-nivå på  $0,8 \text{ ng/m}^3$  som gjennomsnitt for vinter- og sommerprøvene i 1991.



Måleprogrammet omfattet følgende parametre: svevestøv ( $PM_{10}$ ), nitrogendioksid ( $NO_2$ ), flyktige organiske komponenter (VOC), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og temperatur (kun stikkprøvemålinger).

To teknikere fra NILU satte opp og tok ned måleutstyret, mens en tekniker fra NILU hadde det daglige oppsynet med måleutstyret i måleperioden.

Tabell 1 viser en oversikt over måleprogrammet i Oslofjordtunnelen i perioden 19.-22. august 2003.

Tabell 1: Måleprogram i Oslofjordtunnelen i perioden 19.-22. august 2003.

Parametre	Målemetode	Prøvetakingstid	Antall prøver
Svevestøv( $PM_{10}$ )	Gravimetrisk metode	8 timer	8
$NO_2$	Spektrofotometri	32 timer (4*8 timer)	6
VOC	Tenaxrør/GC-MS	32 timer (4*8 timer)/ 72 timer/48 timer	4*
PAH	PUR-prøvetaker/ GC-MS	8 timer	4
Temperatur	Termistor	Stikkprøvemålinger	-

\* VOC-prøvene på målested 1 ved pumpestasjonen falt ned og ble våte i løpet av den første natten pga kraftig luftgjennomstrømning i tunnelen. Nye prøverør ble hengt opp på ettermiddagen dagen etter. De to gjeldende prøvene fra målestedet 1 ved pumpestasjonen har derfor begge to en prøvetakingstid 48 timer.

## 2.2 Målemetoder og analysemetoder

### 2.2.1 Svevestøv ( $PM_{10}$ )

Svevestøv ( $PM_{10}$ ) er inhalerbare partikler som følger med luftstrømmen inn i nese og svelg ved pusting. De minste av disse partiklene ( $PM_{2,5}$ ) kan gå helt ned i lungene. Det er fastsatt grenseverdier for uteluft for  $PM_{10}$  i Norge.

Svevestøvmålingene ble utført med en prøvetaker som er utstyrt med en forimpaktor som gjør at bare partikler mindre enn 10  $\mu m$  (mikrometer) når filteret som veies.

Partikkelfraksjonen filtreres fra luften, og vekten av filtret bestemmes ved at filtrene veies under kontrollerte betingelser før og etter prøvetaking. Partikkelkonsentrasjonene beregnes så ved å dividere den økte vekten med det målte luftvolumet.

Det ble tatt fire 8-timersprøver på hvert av målestedene. Prøvetakingen foregikk på dagtid i fire påfølgende dager.

### 2.2.2 Nitrogendioksid ( $NO_2$ )

Nitrogendioksid ( $NO_2$ ) er en indikator på forurensning fra bl.a. trafikk og bensinaggregater i tunnelen. Også for  $NO_2$  er det grenseverdier for uteluft i Norge.

Konsentrasjonen av nitrogendioksid måles med en diffusjonsprøvetaker (passiv prøvetaker). Denne inneholder et aktivt filter som absorberer nitrogendioksid i

lufta. Filteret ekstraheres etter prøvetakingen med en vandig løsning som analyseres med spektrofotometri.

Det ble tatt tre parallelle NO<sub>2</sub>-prøver samtidig på hvert av de to målestedene i tunnelen. Målingene ble utført ved hjelp av passiv prøvetaking på dagtid, og prøvetakingstiden var 32 timer (4\*8 timer) for hver prøve. Det ble totalt tatt 6 NO<sub>2</sub>-prøver i prosjektet (tre parallelle prøver på hvert sted).

### **2.2.3 Flyktige organiske forbindelser (VOC)**

Målingene av VOC kartlegger VOC-utslipp fra trafikk, bensinaggregater og eventuelt andre kilder i tunnelen. Prøvetakingen av flyktige organiske forbindelser, med mellom 6 og 16 C-atomer i molekylet, og de fleste løsemidler, ble utført ved adsorpsjon av prøvegass på Tenax-rør. Analysene ble utført i NILUs laboratorium ved hjelp av en automatisert termodesorpsjonsenhet etterfulgt av gasskromatografi med masseselektiv detektor (GC-MSD).

Det var opprinnelig planlagt å ta to VOC-prøver samtidig på hvert av de to målestedene, med prøvetakingstid på henholdsvis 32 timer (4\*8 timer på dagtid) og 72 timer sammenhengende for de to prøvene. VOC-prøvene på målested 1 ved pumpestasjonen falt imidlertid ned og ble våte i løpet av den første natten pga kraftig luftgjennomstrømning i tunnelen. Nye prøverør ble satt opp på ettermiddagen dagen etter. Disse to parallelle prøvene er derfor eksponert i 48 timer.

Målingene ble utført ved hjelp av passiv prøvetaking.

### **2.2.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)**

Målingene av PAH kartlegger PAH-utslipp fra trafikk, bensinaggregater og eventuelt andre kilder i tunnelen.

Metoden for bestemmelse av PAH i luft baserer seg på prøvetaking med såkalt høyvolum-prøvetaking. Et glassfiberfilter benyttes til å samle partikler, mens to propper av polyuretan-skum (skumgummi) samler opp stoffer i gassfasen. Adsorbentene ekstraheres med løsningsmiddel, og ekstraktet renses ved hjelp av væskeskromatografi før det analyseres med et såkalt GC/MS instrument (kombinert gasskromatograf og massespektrometer).

PAH-analysene er utført på de såkalte EPA16-komponentene. Dette er de PAH-komponentene som det amerikanske Environmental Protection Agency (EPA) anser som de mest interessante komponentene. NILUs analysemetode kan ikke separere alle EPA16-komponentene, og derfor rapporteres stoffene benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten og benzo(k)fluoranten (hvorav kun b og k inngår i EPA16) som sum benzo(b/j/k)fluorantener. Krysen og trifenylen bestemmes dessuten som en sum (mens kun krysen er en EPA16- PAH). Det samme er tilfellet med dibenz(a,h)antracen og dibenz(a,c)antracen, hvor kun dibenz(a,h)antracen er en EPA16-PAH.

Det ble tatt totalt fire 8-timersprøver av PAH i tunnelen, nærmere bestemt to PAH-prøver på dagtid på hvert av målestedene.

### 3 Måleresultater

#### 3.1 Svevestøv (PM<sub>10</sub>)

Måleresultatene for svevestøv, målt som PM<sub>10</sub>, er vist i Tabell 2. Prøvene er tatt over ca. 8 timer på dagtid. Den første dagen ble imidlertid prøvene tatt fra ettermiddagen fram mot midnatt, mens opprydningsarbeidet pågikk for fullt i tunnelen.

Tabell 2: Middelkonsentrasjoner av PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) over ca. 8 timer på dagtid mens opprydningsarbeid pågikk.

Dato	Eksponerings- tid	Pumpestasjonen	Hovedtunnelen
		PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
19.08.2003	16.00-??	*	
19.08.2003	15.20-23.30		116
20.08.2003	07.40-15.40	269	
20.08.2003	08.00-15.55		98
21.08.2003	07.50-15.40	257	
21.08.2003	07.45-15.40		23,1
22.08.2003	08.00-16.00	243	
22.08.2003	07.50-15.45		13,9
Gjennomsnitt		256	62,8

\* Prøven er forkastet, siden den antakelig bare er eksponert i 30-40 minutter

Prøven fra Pumpestasjonen 19.8.2003 ble forkastet fordi strømbrudd til prøvetakeren førte til at prøven bare ble eksponert vel en halv time. På grunn av lite luftvolum blir konsentrasjonen svært usikker.

Målingene viste svært høye svevestøvkonsentrasjoner ved Pumpestasjonen. De tre godkjente prøvene hadde konsentrasjoner mellom 243 µg/m<sup>3</sup> og 269 µg/m<sup>3</sup> med en svakt avtakende tendens fra dag til dag. Ved trafikkeksponerte målestasjoner ved riksveier i Oslo er det sjelden at døgnmiddelverdier overstiger 100 µg/m<sup>3</sup>. I 2002 hadde stasjonen på Løren (ved Ring 3) en høyeste døgnmiddelverdi på 119 µg/m<sup>3</sup>, mens stasjonen ved Kirkeveien (Ring 2) hadde 78 µg/m<sup>3</sup>. Grenseverdien for døgnmiddelverdi av PM<sub>10</sub> i uteluft er 50 µg/m<sup>3</sup> med 35 tillatte overskridelser i løpet av et år (Miljøverndepartementet, 2002). For midlingstider under ett døgn er det ikke grenseverdier.

I de mest belastede timene kan konsentrasjonene ved de gatenære stasjonene i Oslo bli noe høyere enn midlet over 24 timer. Ved stasjonen på Løren var det i 2002 22 timer med PM<sub>10</sub>-konsentrasjon over 200 µg/m<sup>3</sup>, mens konsentrasjonen var over 300 µg/m<sup>3</sup> i 3 timer. Den høyeste timemiddelkonsentrasjonen i 2002 ble målt til 439 µg/m<sup>3</sup> i forbindelse med røyk fra nyttårsfyerverkeriet. Høyeste timemiddelkonsentrasjon ved Løren ellers i året var 400 µg/m<sup>3</sup>. De høyeste konsentrasjonene måles i perioder med tørre og bare veikanter mens det ennå kjøres med piggdekk. Slitasje med piggdekk og oppvirvling av støv er hovedkildene til så høye konsentrasjoner i uteluft.



Målestasjonen i hovedtunnelen viste langt lavere konsentrasjoner enn ved Pumpestasjonen og konsentrasjonene ble også mye mer redusert fra dag til dag. De to siste dagene var det lite svevestøv i Hovedtunnelen.

Kilden til svevestøv i Hovedtunnelen var bensinaggregater plassert i Hovedtunnelen nær åpningen til sidetunnelen ned til Pumpestasjonen. Disse aggregatene ble fjernet i løpet av de to første dagene, og konsentrasjonen av svevestøv avtok da merkbart i Hovedtunnelen.

De høye konsentrasjonene nede ved Pumpestasjonen skyldes bare i liten grad utslippene fra aggregatene oppe ved Hovedtunnelen. Årsaken må være å finne i den kraftige luftstrømmen som friskluftblåserne nede ved Pumpestasjonen satte opp. Dette førte til kraftig oppvirvling av generelt støv på bakken, vegger og tak i tunnelen. Dette har antakelig gitt en nærmest konstant konsentrasjon så lenge disse friskluftblåserne var i drift.

### 3.2 Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>)

Måleresultatene for nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) er vist i Tabell 3. Prøvene er tatt over ca. 8 timer på dagtid i 4 påfølgende dager på samme prøve (4 ganger 8 timer = 32 timers eksponeringstid på hvert målested). På hvert sted ble det satt opp 3 parallelle prøver

Tabell 3: Middelkonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> over ca. 8 timer ganger 4 dager på dagtid mens opprydningsarbeid pågikk (µg/m<sup>3</sup>). På hvert målested ble det tatt 3 parallelle prøver.

Dato	Eksponerings- tid	Prøve nr (3 parallelle prøver)	Pumpestasjonen	Hovedtunnelen
			NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
19.-22.08.03	8 timer på dagtid i 4 dager	1	44	
		2	41	
		3	49	
19.-22.08.03	8 timer på dagtid i 4 dager	1		130
		2		121
		3		129
Gjennomsnitt			45	127

De tre parallelle prøvene viste ganske sammenfallende konsentrasjoner på hvert av målestedene. Middelkonsentrasjonene av NO<sub>2</sub> som gjennomsnitt på dagtid var 45 µg/m<sup>3</sup> ved Pumpestasjonen og 127 µg/m<sup>3</sup> i Hovedtunnelen. I motsetning til PM<sub>10</sub> ble altså den høyeste NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen målt i Hovedtunnelen. Grenseverdiene for NO<sub>2</sub> i uteluft er satt for midlingstider 1 time (200 µg/m<sup>3</sup> med 18 tillatte overskridelser i løpet av et år) og 1 år (40 µg/m<sup>3</sup>) (Miljøverndepartementet, 2002).

Prøvene er derfor ikke direkte sammenliknbare med grenseverdiene, men de antyder likevel et høyt nivå i Hovedtunnelen og et mer "normalt" nivå ved Pumpestasjonen. Ved Pumpestasjonen varierte PM<sub>10</sub>-konsentrasjonen lite fra dag til dag, og det samme kan eventuelt være tilfelle for NO<sub>2</sub>. Dersom

konsentrasjonen av NO<sub>2</sub> har variert omtrent som for PM<sub>10</sub> i Hovedtunnelen, kan NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen ha vært rundt eller over 200 µg/m<sup>3</sup> de første dagene, og godt under 100 µg/m<sup>3</sup> de siste dagene. Denne vurderingen må imidlertid betraktes som meget usikker.

Høyere NO<sub>2</sub>-konsentrasjon i Hovedtunnelen enn ved Pumpestasjonen må skyldes at alle utslippene er oppe i Hovedtunnelen. Utslippene kom fra aggregatene og fra kjøretøyer. En del av utslippet ble trukket inn i sidetunnelen ned mot Pumpestasjonen av friskluftblåserne der nede.

### 3.3 Flyktige organiske forbindelser (VOC)

Måleresultatene for flyktige organiske komponenter er vist i Tabell 4. Den ene prøven ved Hovedtunnelen er tatt over ca. 8 timer på dagtid i 4 påfølgende dager på samme prøve (4 ganger 8 timer = 32 timers eksponeringstid), mens den andre er tatt sammenhengende over 3 døgn. Ved Pumpestasjonen skulle det vært tatt tilsvarende prøver. Dessverre falt disse prøvene ned i løpet av den første natta og ble våte. Disse prøvene ble derfor forkastet. I stedet ble det tatt to parallelle prøver over de to siste døgnene (20.-22.8.2003).

Tabell 4: Middelkonsentrasjoner av flyktige organiske komponenter (VOC) mens opprydningsarbeid pågikk (µg/m<sup>3</sup>). På hvert målested ble det tatt 2 prøver.

Komponent Alle konsentrasjoner i toluenekvivalenter (µg/m <sup>3</sup> )	Hovedtunnelen (4*8 timer)	Hovedtunnelen (3 døgn)	Pumpestasjonen (2 døgn)	Pumpestasjonen (2 døgn, parallell)
	19.-22.8.2003	19.-22.8.2003	20.-22.8.2003	20.-22.8.2003
Benzen	4,2	3,7	4,1	3,9
Toluen	20,0	18,2	37,0	35,1
Etylbenzen		2,7	6,4	6,2
p- og m-Xylen (1,4 og 1,3 Dimetylbenzen)	13,1	11,0	23,5	21,9
o-Xylen (1,2- Dimetylbenzen)	5,8	5,2	11,8	10,5
Sum BTEX	43,1	40,8	82,8	77,6
Totalkonsentrasjon av 29-30 identifiserte komponenter	268,2	198,9	211,3	277,8
Antall identifiserte komponenter	30	30	30	29
Totalkonsentrasjon av flyktige organiske forbindelser (TVOC)	387,2	305,3	282,0	353,3
Antall komponenter inkludert i TVOC	145	180	125	144

Ved analysene er de 29-30 komponentene som har gitt høyest konsentrasjon identifisert. Summen av disse konsentrasjonene er gitt i tabellen. I tillegg har en ved analysen fått summen av ytterligere en rekke komponenter. Totalkonsentrasjonen av flyktige organiske komponenter (TVOC) er summen av inntil 180 komponenter. I tabellen har vi valgt å spesifisere de såkalte BTEX-komponentene. Disse inngår i måleprogrammet på overvåkingsstasjonene i de større byene. I Oslo måles BTEX ved Kirkeveien og Løren som middel over perioder på én måned. BTEX står for benzen, toluen, etylbenzen, p- og m-xylen og o-xylen. Benzen kan være kreftfremkallende, og for denne komponenten finnes det en grenseverdi.

De 4 analyserte prøvene viser at totalkonsentrasjonen av TVOC ikke varierte så mye (282-387  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). I andre miljøer er vanlig målte konsentrasjoner:

- innemiljø uten spesielle innendørskilder: 50-100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,
- boliger: under 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,
- ved oppussing av boliger: opp mot 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,
- "problemhus": flere 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,
- gatemiljø: fra 400-500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og oppover,
- kontorer langs trafikkerte veier: 400-500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Målingene viser at konsentrasjonen av TVOC ved Hovedtunnelen og ved Pumpestasjonen ikke var spesielt høye i forhold til i andre miljøer.

For benzen er det en grenseverdi på 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmiddelverdi i uteluft. De målte prøvene var rundt 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De målte årsmiddelkonsentrasjonene i Oslo i 2002 var 3,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ved Kirkeveien og 3,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ved Løren. Nivået av benzen ved Hovedtunnelen og ved Pumpestasjonen var derfor ikke spesielt høyt i forhold til uteluft i bymiljø.

### **3.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)**

Måleresultatene for PAH er vist i Tabell 5. Det ble tatt prøver over 8 timer hver av de to første dagene ved Pumpestasjonen, mens tilsvarende prøver ble tatt i Hovedtunnelen de to siste dagene.

Tabell 5: Middelkonsentrasjoner av PAH over ca. 8 timer på dagtid mens opprydningsarbeid pågikk ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ). På hvert målested ble det tatt prøver på to påfølgende dager. Analysene er utført på de såkalte EPA16-komponentene.

PAH-komponent	Pumpestasjonen	Pumpestasjonen	Hovedtunnelen	Hovedtunnelen
	19.08.2003 (16.00-23.50) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	20.08.2003 (07.45-15.45) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	21.08.2003 (07.50-15.40) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	22.08.2003 (07.55-15.45) ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
Naftalen	29,2	65,7	31,7	31,0
Acenaftalen	62,8	60,5	34,2	33,4
Acenaften	8,53	8,46	6,13	4,72
Fluoren	176	88,8	66,5	77,2
Fenantren	196	106	126	197
Antracen	51,4	28,4	16,5	17,5
Fluorantren	19,0	11,3	11,3	19,4
Pyren	20,0	12,3	10,7	15,1
Benz(a)antracen	0,42	0,30	0,13	0,13
Krysen / trifenylen	0,61	0,37	0,26	0,38
Benzo(b/j/k)fluorantener	0,24	0,17	0,13	0,13
Benzo(a)pyren	0,10	0,07	0,05	0,04
Inden(1,2,3-cd)pyren	0,04	0,04	0,02	0,02
Dibenzo(ac/ah)antracen	0,01	0,01	0,01	0,01
Benzo(ghi)perylene	0,14	0,13	0,11	0,09
Sum EPA16	564	383	304	396

PAH-analysene er utført på de såkalte EPA16-komponentene. Dette er de PAH-komponentene som det amerikanske Environmental Protection Agency (EPA) anser som de mest interessante komponentene. Målingene viser at konsentrasjonene varierte mellom  $304 \text{ ng}/\text{m}^3$  i Hovedtunnelen og  $564 \text{ ng}/\text{m}^3$  ved Pumpestasjonen. I middel var konsentrasjonen 20 % høyere ved Pumpestasjonen, men prøvene var ikke tatt samtidig på de to stedene.

Det ble målt ved Pumpestasjonen de to første dagene mens aggregatene var i full drift, og utslippene fra disse ble trukket ned mot Pumpestasjonen på grunn av friskluftblåserne. Dersom det hadde blitt målt PAH også i Hovedtunnelen disse to første dagene, ville en trolig fått langt høyere konsentrasjoner der enn nede ved Pumpestasjonen. Hovedkilden til PAH i Hovedtunnelen de to siste dagene var trolig bare utslippet fra de kjøretøyene som befant seg der. Målinger ved Pumpestasjonen de to siste dagene ville da trolig gitt langt lavere konsentrasjoner enn i Hovedtunnelen.

PAH er ikke målt i større norske byer siden 1991. Den gangen ble det målt på et sted i Oslo sentrum (på et tak ved Nordahl Bruns gate) som ikke var direkte eksponert for trafikkutslipp. Prøvene ble da analysert på mer enn 30 komponenter. Av disse utgjorde EPA16-komponentene knapt 60 % av den totale konsentrasjonen. Om sammensetningen av PAH-komponenter er den samme i Oslolufta nå, vet vi ikke.

Gjennomsnittet av 10 døgnprøver i Oslo i 1991 var  $344 \text{ ng}/\text{m}^3$  om vinteren og  $128 \text{ ng}/\text{m}^3$  om sommeren. Av dette utgjorde EPA16-komponentene knapt 60 %. På

samme måte som f.eks. NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> er PAH-konsentrasjonene klart høyere på trafikkeksponerte stasjoner enn på bybakgrunnsstasjoner (som Nordahl Bruns gate). En grov vurdering er at de målte konsentrasjonene av PAH i Oslofjordtunnelen kan være omtrent på samme nivå som en kan forvente på trafikkeksponerte stasjoner i Oslo. Denne vurderingen er imidlertid noe usikker, siden det er så lenge siden det er målt i Oslo.

Som en indikator på PAH har EU nå foreslått en målverdi for benzo(a)pyren (BaP) som årsmiddelverdi på 1 ng/m<sup>3</sup> (EU, 2003). BaP regnes som kreftfremkallende. BaP-konsentrasjonene i prøvene fra Oslofjordtunnelen var 0,04-0,10 ng/m<sup>3</sup>, dvs. langt under den foreslåtte grenseverdien. Nordahl Bruns gate i Oslo hadde et BaP-nivå på 0,8 ng/m<sup>3</sup> som gjennomsnitt for vinter- og sommerprøvene i 1991. Prøver ved fem norske aluminiumverk vinteren 2001/02 viste at gjennomsnittskonsentrasjonene av BaP varierte fra 0,1 ng/m<sup>3</sup> til 4,5 ng/m<sup>3</sup> (Hagen, 2002).

### **3.5 Temperatur**

Under NILUs prøvetaking av luftforurensning ble det også målt temperatur på stikkprøvebasis med en vanlig termistor. Lufttemperaturen lå hele tiden i området 16-17 °C, med en svak tendens til litt høyere temperatur i Hovedtunnelen enn ved Pumpestasjonen.

## **4 Referanser**

EU (2003) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Brussels (COM (2003) 423 final) (4. Datterdirektiv).

Hagen, L.O. (2002) Kontrollmålinger av PAH i luft ved aluminiumverk vinteren 2001/2002. Kjeller (NILU OR 37/2002).

Miljøverndepartementet (2002) Forskrift om lokal luftkvalitet. Fastsatt ved Kgl. res. 4.10.2002.



## Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 72/2003	ISBN 82-425-1507-7 ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 12	PRIS NOK 150,-
TITTEL Målinger av luftkvalitet i Oslofjordtunnelen under opprydningsarbeidet etter en akutt vannlekkasje		PROSJEKTLEDER Bodil Innset	
		NILU PROSJEKT NR. O-103108	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen og Bodil Innset		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Anders Aaram	
OPPDRAGSGIVER Statens vegvesen Region Øst Postboks 1010 Skurva 2605 Lillehammer			
STIKKORD Luftkvalitet	Tunnel		
REFERAT Det er utført målinger av luftkvalitet i Oslofjordtunnelen under opprydningsarbeidet etter en akutt vannlekkasje i august 2003. Målingene omfattet PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , VOC og PAH. Måleresultatene er sammenliknet med grenseverdier for uteluft og med data fra overvåkingsstasjonene ved sterkt trafikkerte riksveier i Oslo.			
TITLE Air quality measurements in the Oslo Fjordtunnel during the clearance work caused by an acute water leakage.			
ABSTRACT			

\* Kategorier:    A    Åpen - kan bestilles fra NILU  
                  B    Begrenset distribusjon  
                  C    Kan ikke utleveres