

NILU OR :65/86
REFERANSE: 0-8433
DATO : MAI 1986

**STØYSKJERMERS OG VEGETASJONSHEKKERS VIRKNING
PÅ STØVFORURENSNINGEN LANGS VEIER.**

MÅLINGER VED STORE RINGVEI I OSLO, SOMMEREN 1984

Steinar Larssen

Dag A. Tønnesen



Norsk institutt for luftforskning

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm

NILU OR :65/86
REFERANSE: O-8433
DATO : MAI 1986

**STØYSKJERMERS OG VEGETASJONSHEKKERS VIRKNING
PÅ STØVFORURENSNINGEN LANGS VEIER.**

MÅLINGER VED STORE RINGVEI I OSLO, SOMMEREN 1984

Steinar Larssen
Dag A. Tønnesen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

SAMMENDRAG

I 1984 fikk NILU i oppdrag av Vegdirektoratet å undersøke virkningen av støyskjermer og vegetasjonshekker på spredningen av luftforurensninger ved veger. Undersøkelsen ble utført ved ett målested ved en vei, der konsentrasjonene av støv i luft bak en støyskerm og en hekk ble sammenlignet med konsentrasjonene i et åpent område. Samtidig utførte Institutt for dendrologi ved Landbrukshøgskolen på As målinger av avsetning av bly på ulike typer vekster. Målestedet, på nordsiden av Store Ringvei ved Ullevål stadion i Oslo, ble valgt i samråd mellom Vegdirektoratet, Institutt for dendrologi og NILU. Målingene ble utført i perioden juli-august 1984.

Støvmålingene omfattet ulike størrelsesfraksjoner av partikler: inhalerbart støv (partikler $< 10 \mu\text{m}$ i diameter) oppdelt i finstøv ($< 2.5 \mu\text{m}$) og grovstøv ($2.5-10 \mu\text{m}$), totalt svevestøv ($< \text{anslagsvis } 50 \mu\text{m}$) og støvnedfall (partikler $> \text{anslagsvis } 50 \mu\text{m}$), samt innholdet av bly og sot i partiklene.

Den foreliggende rapport er en datarapport der resultatene av målingene av støv i luft presenteres, og virkningen av støyskjermen og hekken vurderes under de forhold som rådet på målestedet. Resultatene for blyavsetningsmålingene på planter rapporteres for seg.

De fysiske forhold på målestedet kan kort beskrives slik (se figur 1, 2 og 3): På målestedet går veien gjennom et flatt område. Fra øst mot vest er det på nordsiden først en 100 meter lang strekning med en ca 2.5 meter høy og 1.5 meter bred vegetasjonshekk, deretter et ca 75 meter langt åpent område, og deretter en ca 150 meter lang strekning med en 3 meter høy støyskerm. Både hekken og skjermen er ca 5 m fra fortauskant. På sørsiden av vegen er det stort sett åpent, med spredte busker og trær. Det er to hovedvindretninger på stedet: a) fra sørvest, slik at vinden blåser fra veien i en ca 30° vinkel på veiens lengderetning og mot nordsiden av veien der målepunktene er plassert (nedvind-situasjon); b) fra nordøst, slik at vinden blåser fra siden med målepunktene og mot veien (oppvind-situasjon). Vindstyrken var under måleperioden i gjennomsnitt 1.3 m/s. Gjennomsnittlig trafikkmengde var ca 35.000 biler pr døgn, med kjørehastighet 60-70 km/h og knapt 10% tungtrafikkandel.

Målinger ble utført i tre profiler vinkelrett på veien, hver med 3 målestasjoner: en profil ved støyskjermen, en profil i åpent område, og en profil ved hekken. Profilene var ca 90 meter fra hverandre. Målestasjonene var i alle profiler plassert henholdsvis 4 m, 12 m og 30 m fra kanten av vegbanen. Dette tilsvarer henholdsvis 1.5 meter foran og 6 meter og 25 meter bak støyskjerm og hekk.

Målingene ga 1-2 døgns gjennomsnittsverdier av støvkonsentrasjon i luft. Dette gjorde det mulig å dele prøvene inn i kategoriene nedvind (vind fra veien mot målesiden), oppvind (vind fra målesiden mot veien), tørt vegdekke og vått vegdekke.

Målestedet representerer ikke en ideell, "rendyrket" situasjon som en gjerne etterstreber i vindtunnelmålinger, f.eks med uendelig lang, rett støyskjerm i flatt, ubebygd terreng og vind vinkelrett mot skjermen. Stedet representerer heller en typisk situasjon en kan finne andre steder; relativt kort støyskjerm med bygninger og vegetasjon bak og hovedvindretning(er) som avviker fra vinkelrett på.

Den 3 meter høye støyskjermen hadde under de rådende forhold følgende virkning:

1. Støyskjermen har utvilsomt en vesentlig reduserende effekt på nedsmussingen, fordi den skjermer for store partikler og sprut som slynges ut fra vegbanen på grunn av trafikken.
2. Skjermen hadde en begrenset reduserende virkning på svevestøvkonsentrasjonen på baksiden. Konsentrasjonen av svevestøv (inhalertbart støv) var 6 meter bak skjermen høyst 15-20% lavere enn den ville ha vært om skjermen ikke var der. Reduksjonen er kanskje større nærmere enn 6 m fra skjermen.
3. Dels gir skjermen en viss spredningseffekt ved vind fra veien, ved at den øker turbulensen, dels skjermer den mot påvirkningen fra veien, når det blåser fra skjermensiden mot veien.

Andre forhold kan gi andre virkninger:

4. Støyskjermens evne til å gi lavere konsentrasjon av forurensninger i luft på baksiden kan være større ved større vindstyrker, spesielt om avstanden mellom skjermen og vegkanten øker slik at en kommer ut av sonen med sterk bilturbulens.
5. Høyere skjerm kan gi bedre virkning, ved at den kan beskytte området bak bedre mot bilturbulensen.
6. Virkningen av støyskjermen kan være større, jo lavere kjørehastigheten er. Bilturbulenssonen er da ikke så høy.

Dette er forhold som kan undersøkes nærmere ved hjelp av spredningseksperimenter der sporgass benyttes.

Den ca 2.5 m høye og ca 1.5 m brede og relativt glisne vegetasjonshekken hadde under de rådende forhold følgende virkning:

1. Hekken har utvilsomt en vesentlig reduserende effekt på nedsmussingen, på samme måte som støyskjermen.
2. Hekken hadde en marginalt reduserende virkning på svevestøvkonsentrasjonen på baksiden. 6 m bak var konsentrasjonen av inhalerbare partikler omtrent den samme som den ville vært uten hekken. Det vil kanskje være en redusert støvkonsentrasjon nærmere enn 6 m bak.

Andre forhold kan gi andre virkninger:

3. Jo høyere og tettere hekken er, jo større er sannsynligvis den nedsmussingsreduserende virkningen.
4. En høy og tett hekk som representerer et hinder for vinden tilnærmet lik en støyskjerm, kan gi en reduksjon også av konsentrasjonen av forurensning i luft på baksiden.

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	3
SUMMARY IN ENGLISH	9
1 INNLEDNING	13
2 METODE	13
3 LOKALISERING	14
4 MÅLEPROGRAM	16
4.1 Måleperioder og midlingstider	16
4.2 Instrumentering	16
5 TRAFIKKEN PÅ STORE RINGVEI	17
6 SPREDNINGSMESSIGE FORHOLD PÅ MÅLESTEDET	19
7 RESULTATER OG DISKUSJON.....	21
7.1 Datatilgjengelighet	21
7.2 Sammenheng mellom målte parametre	21
7.3 Bly- og sot-innhold i svevestøv	30
7.4 Verdier i målepunktene	32
7.5 Tørr/fuktig veibane	48
7.6 Partikkelstørrelses-fordeling	49
7.7 Partikkelstørrelse og konsentrasjonsreduksjon med avstand fra veien	50
8 VIRKNING AV STØYSKJERM OG HEKK PÅ PARTIKKELFORURENSNING VED VEI	52
8.1 Vurdering av målestedet	52
8.2 Støyskjermens virkning	53
8.3 Hekkens virkning	56
9 KONKLUSJON	59
DEFINISJONER	61
VEDLEGG A: Måleresultater, enkeltverdier	63
VEDLEGG B: Sammenligning mellom to målemetoder for inhalerbare partikler	71
VEDLEGG C: Forholdet mellom partikler, bly og sot	75

**ON THE EFFECT OF NOISE BARRIERS AND VEGETATION HEDGES
ON AIR POLLUTION CONCENTRATIONS NEAR ROADS.**

RESULTS OF MEASUREMENTS IN OSLO.

by

Steinar Larssen and Dag A. Tønnesen

Norwegian Institute for Air Research, P.O. Box 130, N-2001 Lillestrøm

SUMMARY

In 1984 an investigation of the effects of noise barriers and vegetation hedges on the air pollution concentrations along roads was carried out. The method was measurement of particle concentrations in air in front of and behind a barrier and a hedge, and comparison with concentrations in an open area. An area for measurement was chosen along a main thorough-fare bypassing the city centre of Oslo, where an open area along the road was situated between a noise barrier on one side and a vegetation hedge on the other, within a distance of some 300 meters. At the same time measurements of deposition of lead on the leaves of various plants were performed by the Agricultural University of Norway at Ås. The measurements were made during July-August 1984.

The particle measurements included the following particle size fractions: inhalable particles (particles less than 10 μm in diameter) separated into fine fraction (<2.5 μm) and coarse fraction (2.5-10 μm), total suspended particles (TSP, particles less than approximately 50 μm) and dust deposit (mainly particles larger than approximately 50 μm), as well as the content of lead and soot (black smoke) in the particles.

In this report the results of the particle concentration measurements in air are presented, and the effects of the noise barrier and hedge under the prevailing conditions are evaluated. The measurements of lead deposition on leaves will be presented in a separate report.

The physical conditions in the measurement area may be shortly described as follows (see Figures 1, 2 and 3): The road passes east-west through a flat area with, on the north side, a 100 meters long, approx. 2.5 meters high and 1.5 meters wide vegetation hedge, followed by an open area 70 meters along the road and a 150 meters long and 3 meters high noise barrier. The hedge and barrier were both 5 meter from the curb. The south side of the road is mostly open, with scattered trees and bushes. There are two dominating wind sectors in the area: a) from southwest, such that the wind blows from the road, at a 30° angle with the road axis, towards the north side of road with the barriers where the measurements were made (downwind situation), and b) from northeast such that the wind blows from the measuring side toward the road (upwind situation). The average wind speed was 1.3 m/s. Average daily traffic on the road was approx. 35.000 veh./day with speed 60-70 km/h and somewhat less than 10% heavy duty diesel vehicles.

Measurements were performed along three profiles perpendicular to the road, each with three measurement stations: one profile across the noise barrier, one in the open area and one across the hedge. The profiles were 90 meters apart. The measurement stations were in all profiles situated 4 meters, 12 meters and 30 meters from the curb, respectively. This corresponds to 1.5 meters in front of and 6 meters and 25 meters behind the barrier and the hedge.

The measurements gave 1-2 days average values of particle concentrations. This enabled the separation of samples into the categories downwind, upwind, dry road surface, wet surface.

The investigated area does not represent an ideal situation like one would build in a wind tunnel model experiment, for instance with an "infinitely" long, straight barrier in flat terrain with no buildings, and wind perpendicular to the barrier. Rather it represents a typical situation one might find other places: relatively short barriers with buildings and vegetation behind it, and dominating wind direction(s) deviating from the perpendicular situation.

The 3 meters high noise barrier had the following effects, under the prevailing conditions:

1. The noise barrier has certainly a significant effect to reduce the soiling behind it, since it stops large particles and mud hurled, by traffic turbulence, from the road.
2. The barrier had a limited effect to reduce the particle concentrations in air behind it. The inhalable particle concentration 6 meters behind the barrier was at the most 15-20% lower than it would have been without the barrier in place. The reduction may be larger than this less than 6 meters behind the barrier (see Figure 25).
3. The effect of the barrier on particle concentrations in air is partly a limited downwind dispersion effect, because it increases the turbulence, and partly an effect of shielding of the area closest to the road, in upwind situations.

Other conditions may give other effects:

4. The effect of the noise barrier to decrease particle concentrations in air behind it may be larger at higher wind speeds, especially if the distance between the barrier and the curb is increased beyond the influence of the traffic induced turbulence.
5. The effect may increase with increased barrier height, by separating the area behind it better from the car turbulence at the road side.
6. The effect of the barrier on dispersion may increase with decreasing traffic speed if the barrier is close to the road. The car turbulence zone is then less high.

The 2.5 meters high and 1.5 meters wide vegetation hedge had the following effects, under the prevailing conditions:

1. The hedge has certainly a significant effect to reduce soiling behind it, because of the direct shielding effect.

2. The hedge had only a marginal effect to reduce the particle concentrations in air behind it. 6 meters behind the hedge the concentrations were about the same as with no hedge at all, (see Figure 26).

Other conditions may give other effects:

3. The higher and denser the hedge is, the larger is probably the reduction of soiling behind it.
4. A high and dense hedge which represents a barrier to the air flow much like that of a noise barrier may also have an effect on pollution concentrations behind it much like that of the barrier.

STØYSKJERMERS OG VEGETASJONSHEKKERS VIRKNING PÅ STØVFORURENSNINGEN LANGS VEIER.

MÅLINGER VED STORE RINGVEI I OSLO, SOMMEREN 1984

1 INNLEDNING

Vegdirektoratet har gitt Norsk institutt for luftforskning (NILU) i oppdrag å måle støvforurensning ved en relativt sterkt trafikkert vei med skjermingshekk, støyskjerm og uten hekk/skjerm. Institutt for dendrologi ved Norges landbrukshøgskole, Ås, har målt støvavsetning på vegetasjon på de samme målestedene. Hensikten med målingene var å undersøke virkningen av skjermingshekker og støyskjermer på spredning av forurensninger fra veier, og å sammenligne de målte støvkonsentrasjoner med støvavsetning målt på plantene. Denne rapporten omhandler målingene av støvkonsentrasjoner i luft.

2 METODE

Støyskjermer og skjermingshekker påvirker spredningsforholdene i sin nærhet, både foran og bak, sett i forhold til vindretningen. Ved veier avtar konsentrasjonene av forurensning relativt raskt med avstanden, og skjermer og hekker er vanligvis plassert ikke langt fra veikant. Disse forhold gjør det vanskelig å få en korrekt måling av forurensningene foran skjerm/hekk som ikke er påvirket nettopp av virkningen av disse. Derfor er det nødvendig å måle forurensningene også i et åpent område langs veien i nærheten av det stedet der målinger ved skjerm og hekk foretas, helst slik at vindforhold og trafikkforhold er de samme.

Effekten av skjermen/hekken antas å være forskjellig for ulike partikkelstørrelser, fra pustbare partikler til nedfallsstøv. Målinger ble foretatt av følgende størrelsesfraksjoner av partikler:

- < 2.5 μm i diameter: finfraksjon (FP), tilnærmet lik respirabel partikkelfraksjon
- < 10 μm i diameter: inhalerbar fraksjon (IP)
- < 50 μm i diameter: samlet svevestøv (TSP)
- > anslagsvis 50 μm : nedfallstøv

Prøveperioden ble fastsatt til sommeren, da hekken er løvbærende. Støvplagen ved veier er imidlertid størst om våren. Det ble planlagt en prøveperiode på 1 måned. Denne måtte forlenges, fordi vindforholdene i første periode er slik at det svært sjelden var vind fra veien mot målepunktene.

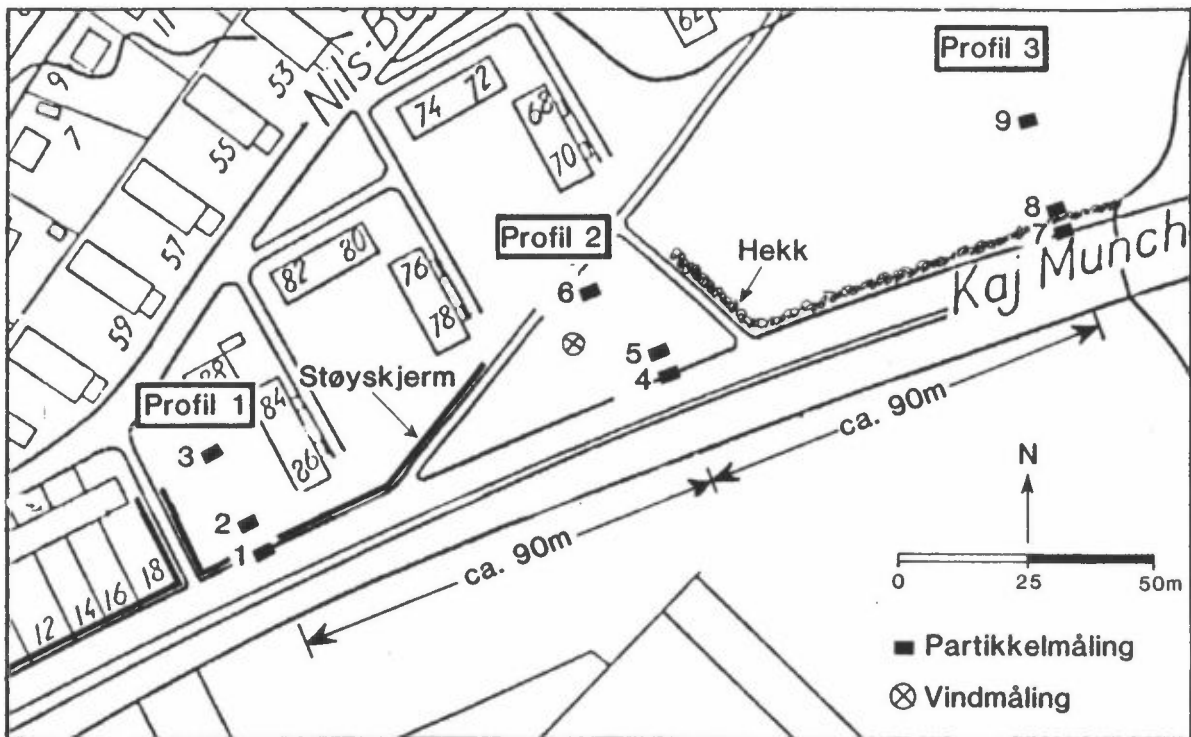
For å ha mulighet for å skille perioder med ulike vind- og værforhold fra hverandre (f.eks. våt respektiv tørr veibane, vind fra veien respektiv vind mot veien) ble tiden for hver prøve gjort så kort som praktisk og økonomisk mulig. 2-døgns-prøver ble valgt. Et unntak er støvnedfall, der vesentlig lengre prøvetider er nødvendig.

3 LOKALISERING

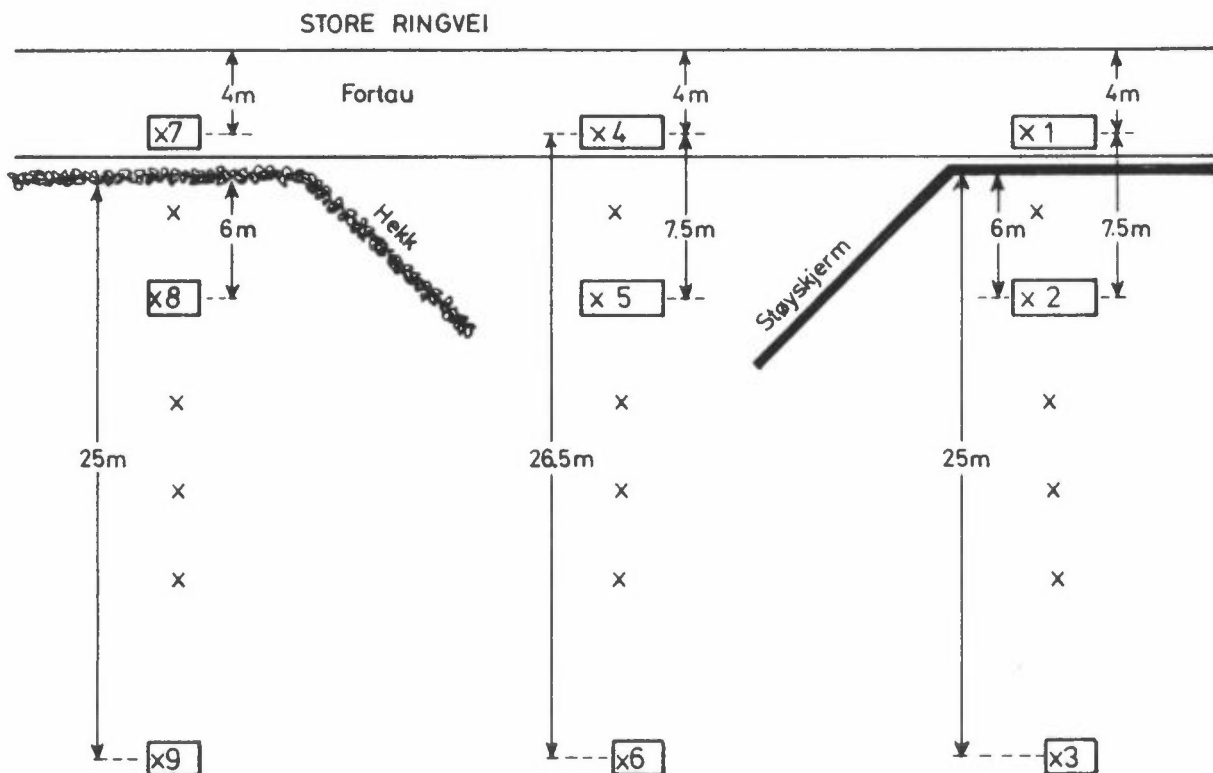
Undersøkelsesområdet ble valgt ut i samarbeid mellom Vegdirektoratet, Institutt for dendrologi og NILU. Et område i Oslo, på nordsiden av Store Ringvei i nærheten av Ullevål Stadion ble valgt. Området er flatt, det er en ca. 3 m. høy støyskjerm i en del av området, en ca. 2.5 m høy skjermingshekk i en del, og en del er åpen ut mot veien. Undersøkelsesområdet og målepunktene er vist på figur 1. Målepunktene ble lagt i 3 snitt vinkelrett på veien, snitt 1 ved støyskjerm, snitt 2 i åpent område, snitt 3 ved hekken. Det er 3 målepunkter i hvert snitt med avstander ca. 4 m, 12 m og 30 m fra fortauskant.

Figur 2 viser i detalj målepunktene avstander fra vei og skjerm/hekk. Instrumentene ble plassert inne i nettingbur av størrelse 4x1.6 m (stasjon 1, 2, 4, 5) og 2.5x1.6 m (stasjon 2, 6, 7, 8, 9). Figur 3 viser et snitt (i skala) gjennom målestasjonene ved støyskjermen/hekken.

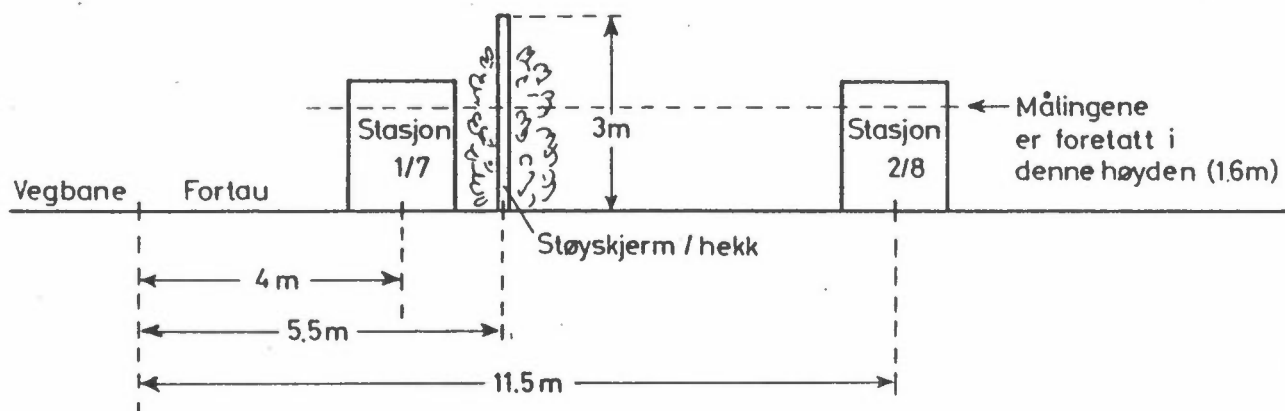
Målingene ble utført 1.6 meter over bakkenivå.



Figur 1: Oversikt over undersøkelses-området.



Figur 2: Plassering av nettingburene med måleinstrumenter. Kryssene angir plasseringen av utsatte planter for måling av blyavsetninger.



Figur 3: Snitt (i skala) gjennom stasjon 1/7 og 2/8 ved støyskjerm/hekk.

4 MÅLEPROGRAM

4.1 MÅLEPERIODER OG MIDLINGSTIDER

Målingene av svevestøv og sot foregikk, etter en 14-dagers innkjøringsperiode, fra 16.7. til 31.8.1984. Svevestøvprøvene ble tatt som 2 døgns middelerverdier og sotprøvene som døgnmiddelerverdier. Støvnedfallsmålingene foregikk fra 9.7. til 3.9.1984. Støvnedfallet ble målt som integrert verdi over hele måleperioden.

4.2 INSTRUMENTERING

Målepunktene plassering er vist på figur 1. Tabell 1 viser instrumentering på de forskjellige målepunktene. I tillegg ble vinden målt 10 m. over bakken i punktet angitt på figur 1.

Tabell 1: Instrumentering på målepunktene.

DICHO : "Dichotomous sampler"
 HVS : "High-volume sampler"
 HVS/SSI : "High-volum sampler" med "Size selective inlet"
 FK : Sotprøvetaker (NILU luftprøvetaker, type FK)
 Støvfall: NILU støvnedfallsmåler

Instrumentering	Målepunkt
DICHO	1,2,4,5
HVS	1,2,4,5
HVS/SSI	3,6,7,8,9
FK	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Støvfall*	1,2,3,4,5,6,7,8,9

* To prøvetakere på hvert målested.

Instrumentene tar prøver av følgende størrelsesfraksjoner av partikler:

DICHO : <2.5 μm EAD* (finfraksjon, FP) og 2.5-10 μm EAD (grovfraksjon, GP)
 HVS : <anslagsvis 50 μm EAD (totalt svevestøv, TSP)
 HVS/SSI : <10 μm EAD (inhalerbare partikler, IP = FP + GP), bortsett fra stasjon 9, der fraksjonen <15 μm EAD ble målt.
 FK : Partikkelprøven er ikke eksakt definert, men representerer anslagsvis <5-10 μm EAD.
 Støvfall: Støvprøven består hovedsakelig av partikler store nok til å sedimentere ut (anslagsvis 20-30 μm), men inneholder også mindre partikler turbulent avsatt i støvsamleren.

*EAD - Effektiv aerodynamisk diameter.

5 TRAFIKKEN PÅ STORE RINGVEI

Trafikktellinger ble foretatt i tiden 13-26.8.1984 av Oslo Byplankontor. Trafikken var relativt jevnt fordelt på de fire kjørebanene (to i hver retning). Døgnetrafikken var i gjennomsnitt ca 30.800 biler i uke 33 og ca 37.000 biler i uke 34 (tabell 2).

Tabell 2: Trafikktetthet, Store Ringvei v/Ullevål stadion, august 1984 (målinger foretatt av Oslo byplankontor).

	Mot øst		Mot vest	
	Kjørebane v/fortau	Kjørebane v/midte	Kjørebane v/fortau	Kjørebane v/midte
13-19.8 (uke 33)	8590	7845	7175	7185
20-26.8 (uke 34)	9840	8560	8910	9735

Trafikksammensetningen ble ikke målt. Tellinger foretatt på Nydalsbroen i mai 1983 ga følgende sammensetning:

Personbiler	: 84%
Varebiler	: 7%
Tunge biler (biler m/tvillinghjul):	7%
Trailere (trekkvogn m/tilhenger)	: 1.3%
Busser	: 0.7%

I tiden 18-25.1 1984 foretok byplankontoret kjørehastighetsmålinger på parsellen forbi målestedet. Målebilen fulgte trafikkstrømmen, og det ble foretatt 8 målinger mot øst og 6 målinger mot vest. Målingene ble foretatt både i og utenfor rushtid. Målingene er foretatt ved at veioposisjon og tid er logget med korte mellom under kjøringen. Ut fra dette er det beregnet hastighet forbi de tre snittene for forureningsmålinger (tabell 3).

Tabell 3: Kjørehastighet forbi målesnittene

	Skjerm	Apent	Hekk
<u>Mot øst</u>			
Gj.snitt, 8 målinger	60	62	63
Var.område	54-69	58-72	59-70
<u>Mot vest</u>			
Gj.snitt, 6 målinger	54	59	62
Var.område	8-75	8-77	37-77

Mot øst økte hastigheten ubetydelig i retning fra støyskjermen mot hekken. Mot vest (kjørebanen nærmest målepunktene) avtok hastigheten i gjennomsnitt noe i retning fra hekk mot skjerm og videre inn mot krysset.

Målingen mot vest inneholder en måling med kødannelse, da hastigheten ble målt til 8 km/h forbi åpent snitt og skjerm. Ser en bort fra denne målingen, var det liten forskjell i gjennomsnittshastighet mot vest forbi de tre snittene.

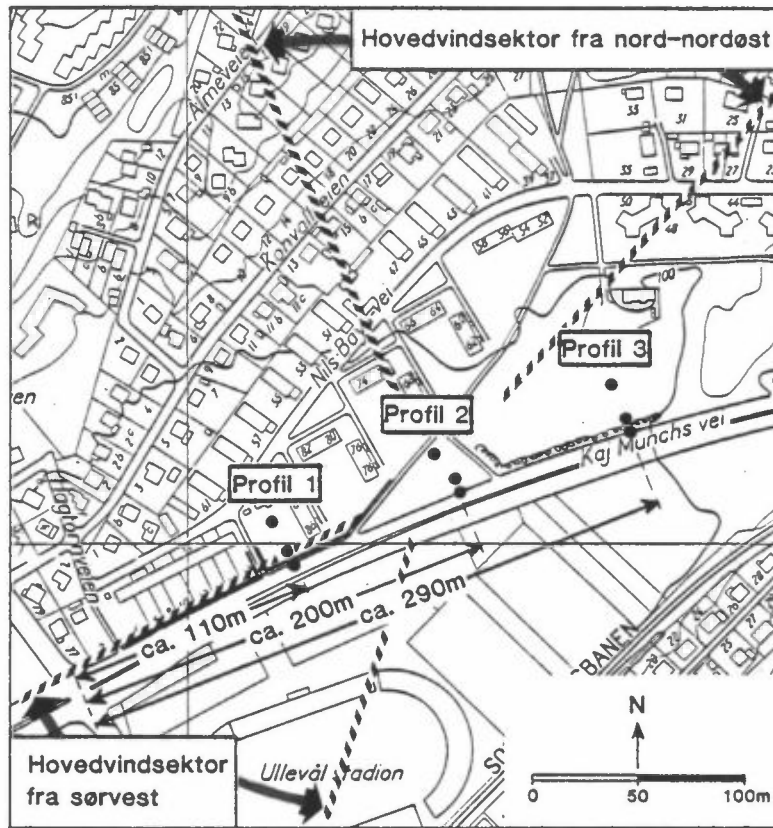
6 SPREDNINGSMESSIGE FORHOLD PÅ MÅLESTEDET

Figur 4 gir en oversikt over målestedet. Det er to hovedvindsektorer, fra sør-sørvest og fra nord-nordøst (figur 5). Gjennomsnittlig vindstyrke i måleperioden var 1.3 m/s. Ved vind fra sør-sørvest vil målestasjonene bli eksponert for forurensning fra Store Ringvei. Dette kalles nedvindssituasjonen. Ved vind fra nord-nordøst (oppvind-situasjonen) vil målestasjonene i prinsippet ikke bli påvirket av Store Ringvei. Målingene viser likevel at stasjonene på fortauet (1, 4, 7) påvirkes av veien selv ved oppvind, på grunn av trafikkturbulensen og skjermingseffekten. Dette gjelder spesielt stasjon 1 (kapittel 7).

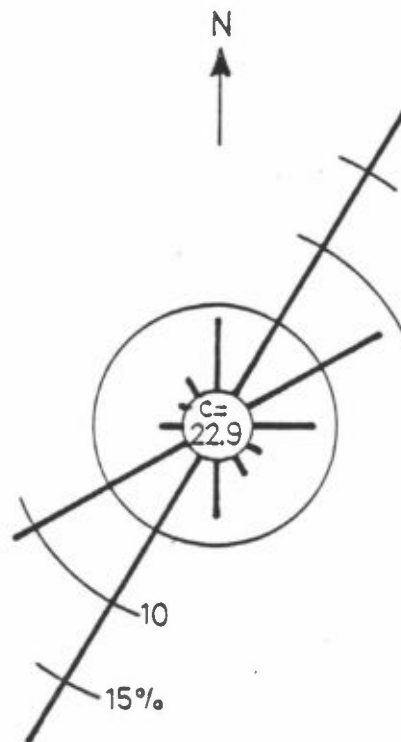
Et spesielt spredningsmessig forhold gjør seg gjeldende ved vind fra sør-vest. Vinden vil da blåse nesten parallelt med veien, dog med en liten komponent mot målesiden. På grunn av støyskjermen fra Sognsveien til forbi profil 1, vil luften kunne få en akkumulering av forurensning på sin vei fra Sognsveien mot profil 1, fordi spredningen og transporten mot nord delvis hindres av støyskjermen. En vil kunne få en tilsvarende effekt ved hekken, men i noe mindre grad.

Ved vind fra sørvest må en derfor vente at forurensningskonsentrasjonene ved profil 1 er noe høyere enn ved profil 2. Noe av den samme effekten vil en kanskje vente ved profil 3 på grunn av hekken.

Akkumuleringseffekten ved støystasjonen vil ved sørvestlig vind også kunne gi spesiell påvirkning på stasjon 6 (profil 2, lengst fra veien). Forurensningsskyen som går sørover langs hekken vil transporteres videre mot nordøst mot stasjon 6 og vil kunne gi økt forurensning der.



Figur 4: Hovedvindsektorer i området.



Figur 5: Vindretningsstatistikk, Ullevål hageby, juli-august 1984.
c: vindstillefrekvens, %.

7 RESULTATER OG DISKUSJON

7.1 DATATILGJENGELIGHET

Følgende analyser av prøvene er utført:

- støvkonsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i de ulike størrelsesfraksjoner
- blykonsentrasjonen i svevestøvprøvene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- sotkonsentrasjonen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- støvnedfallsmengden (g)
- blyinnholdet i støvnedfallet (μg)

Enkeltresultatene er gitt i vedlegg A.

Det er følgende større hull i datamaterialet:

- Data for finfraksjon og grovfraksjon av svevestøv på stasjon 5 mangler helt. DICHOPRØVETAKEREN der, som var lånt fra Sverige, fungerte ikke som den skulle.
- Data for inhalerbare partikler (IP) mangler på stasjon 9 etter 7.8., på grunn av instrumentproblemer.

Forøvrig er datamaterialet stort sett komplett, bortsett fra at noen enkeltprøver har falt ut. Blant annet måtte en av de to parallelle støvnedfallsprøvene på stasjonene 8 og 9 kasseres, fordi det var blitt kastet epler oppi støvsamlerne.

Det viktigste bortfallet av data er for finfraksjon og grovfraksjon på stasjon 5. Ved hjelp av korrelasjon med data fra de øvrige stasjoner har en imidlertid kunnet estimere de manglende verdier (kapittel 6.2.).

7.2 SAMMENHENG MELLOM MÅLTE PARAMETRE

I målematerialet som helhet er det en god sammenheng mellom de ulike støvfraksjoner, sot og bly. Dette gjelder på hvert målested (sammenhengen mellom

2-døgns-verdiene er støv, sot og bly) og det gjelder også alle målestasjonene sett under ett (middelverdier av støv, sot og bly for hele måleperioden).

I dataanalysen er det tatt spesielt hensyn til at IP-fraksjonen ($<10 \mu\text{m}$) er målt med to ulike prøvetakere: DICHOPRØVETAKER på stasjon 1, 2, 4 og 5 og HVS/SSI-PRØVETAKER på stasjon 3, 6, 7, 8 og 9. Analysen antyder at HVS/SSI-PRØVETAKEREN gir IP-verdiene som er ca. 10% høyere enn verdiene fra DICHOPRØVETAKEREN (Vedlegg B). Av de to prøvetakere anser vi DICHOPRØVETAKEREN å være referanse-metoden. I den etterfølgende bruk av data er derfor alle IP-verdier for målestasjonene 3, 6, 7, 8 og 9 redusert med 10%. Blyverdiene for disse stasjoner anses å være korrekt, (Vedlegg B).

Den gode sammenhengen mellom stasjonene gjør det mulig å anslå de måleverdiene som mangler. Dette gjelder middelverdi av svevestøv og bly på stasjon 5 (FP og IP) og stasjon 9 (IP).

I det følgende presenteres sammenhengen mellom stasjonene for svevestøv, sot og bly (middelverdier over måleperioden).

Svevestøv mot sot

Samhørende middelverdier er plottet i figur 6, både for hele måleperioden og for utvalgte dager med sørvestlig vind (dvs. vind fra veien mot målestasjonene). Både for FP- og IP-fraksjonene er det nær rettlinjete sammenhenger. Stasjon 1 skiller seg noe ut når det gjelder IP, med et lite overskudd av sot i forhold til det en venter fra sammenhengen for de øvrige målepunkter.

Linjene skjærer ikke origo. Dette skyldes at både veistøvet (som virvles opp fra veien) og bakgrunnsstøvet (ved nordlig vind) inneholder vesentlig mindre bly og sot enn partikler i bileksos.

Følgende verdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for svevestøv på stasjonene 5 og 9 kan estimeres på grunnlag av sotmålingene på de stasjonene:

		Hele perioden		Sørlig vind
		Avlest fra figur 6	Estimert verdi for perioden 16.7-31.8	
Stasjon 5	Finfraksjon, FP	12.5	12.5	15
	Inhalerbar, IP	21	22	24.5
Stasjon 9	Inhalerbar, IP	15	16	16

Bly mot sot

Samhørende verdier av bly i svevestøv og sot er plottet i figur 7, for hele perioden og for sørlig vind. Også her skiller stasjon 1 seg ut når det gjelder IP-fraksjonen, med et overskudd av bly (ca. 25% mer) i forhold til det en venter fra sammenhengen for de øvrige målte punkter.

Her skjærer linjene nær origo. Dette skyldes at bileksos er hovedkilden til sot og bly i støv om sommeren, og derved at forholdet mellom sot og bly i støv er nær det samme, enten det kommer direkte fra eksosen, fra veien eller fra bakgrunnen.

Følgende verdier for bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i svevestøv kan estimeres for stasjonene 5 og 9, på grunnlag av sotmålingene på stasjonene 4, 6, 7 og 8:

		Hele perioden		Sørlig vind
		Avlest fra figur 7	Estimert verdi for perioden 16.7-31.8.	
Stasjon 5	Finfraksjon, FP	0.15	0.15	0.22
	Inhalerbar, IP	0.19	0.20	0.26
Stasjon 9	Inhalerbar, IP	0.10	0.11	0.15

Figurene antyder at stasjonene 1, 2 og 3 (støyskjerm-snippet) har mere bly i forhold til sot enn de to andre snittene. Dette kan skyldes at snitt 1 ved sørvestlig vind, på grunn av støyskjermens virkning, får forurensninger fra områder nærmere krysset mot Sognsveien, og at utslippet der, ved krysset og køsonen er anriktet på bly i forhold til sot. Ved nordavind påvirkes stasjon 2 og 3 noe av blyutslippet på Nils Bays vei.

Svevestøv mot bly

I figur 8 er samhørende verdier av svevestøv og bly plottet inn for hele perioden og for sørlig vind. Stasjonene 5 og 9 er også plottet inn med sine estimerte verdier. IP-fraksjonen på stasjon 1, 2 og 3 skiller seg også her noe ut, med overvekt av bly i forhold til IP-svevestøv. For øvrig grupperer stasjonene seg langs rette linjer.

Vannløselig støvnedfall mot svevestøv, sot og bly

I figur 9 er vannløselig støv plottet mot IP, sot og bly. På alle stasjoner var det montert to støvnedfallsmålere. På stasjonene 7, 8 og 9 falt en av parallellene ut, på grunn av kontaminering i felt og analysefeil. Disse verdiene står derfor i parentes. De passer likevel godt inn med de øvrige punktene.

Støvnedfall har god sammenheng med IP-svevestøv og sot, og mindre god sammenheng med bly i IP-svevestøv. Som tidligere skiller stasjon 1, 2 og 3 (støyskjerm-snippet) seg ut med overvekt av bly i svevestøv i forhold til vannløselig støv.

Mellom bly i støvnedfall og bly i IP-svevestøv (figur 9) er sammenhengen relativt god, bortsett fra stasjon 1, som her skiller seg ut med svært mye bly i støvnedfall (ca. 75% mer enn ventet ut fra målingene på de andre stasjonene).

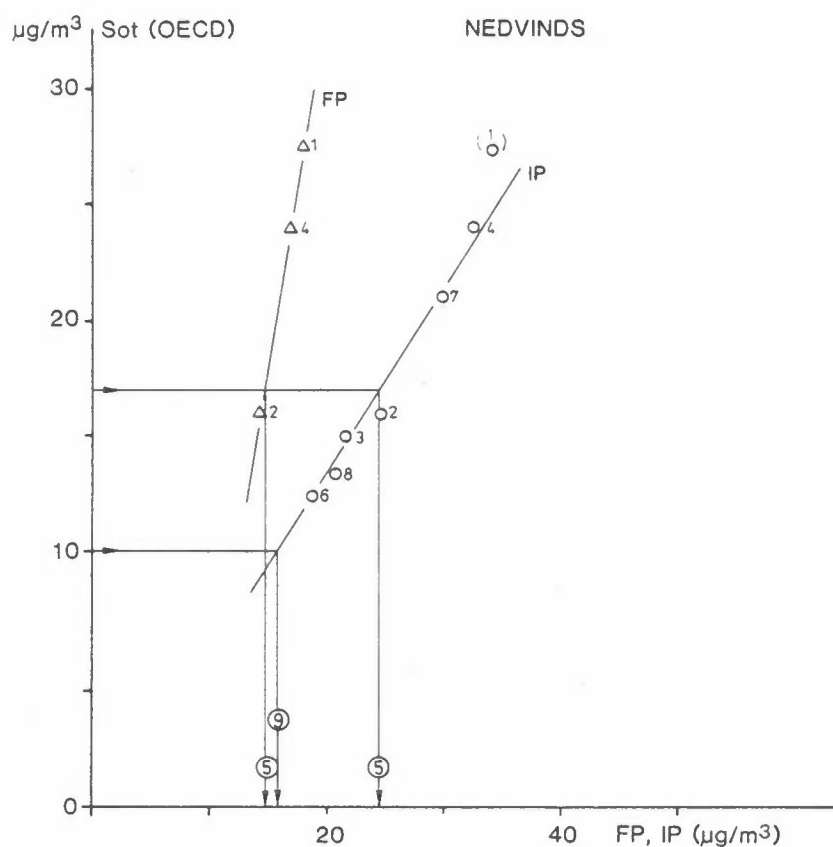
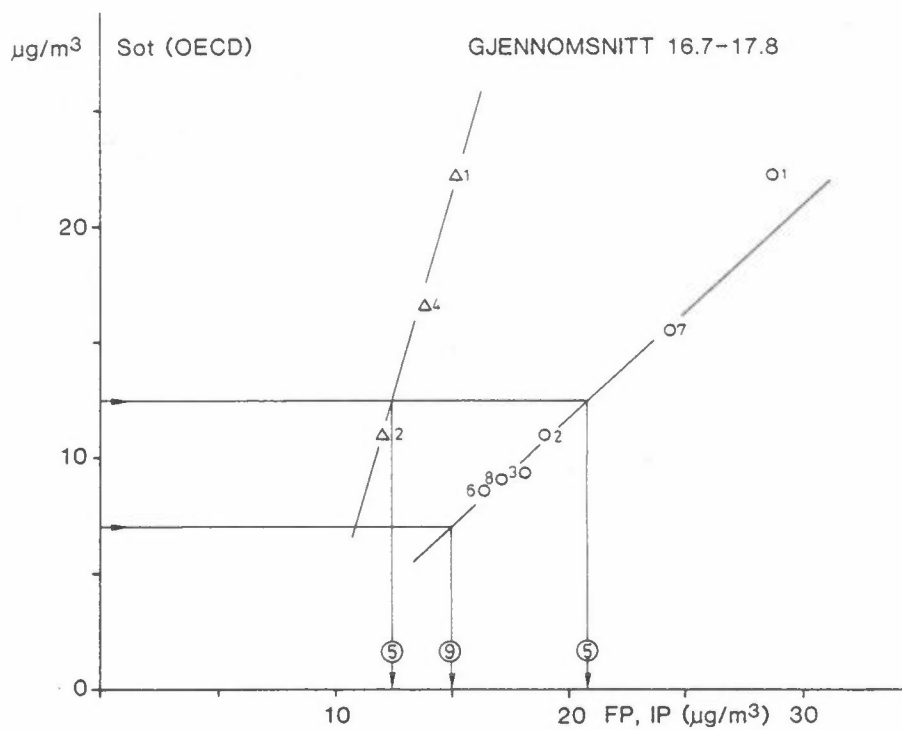
Konklusjon

De gode sammenhengene mellom målte verdier av svevestøv, sot og bly på stasjonene har gjort det mulig å finne estimerte verdier for stasjonene 5 og 9, der en hadde tekniske problemer med instrumenter.

For øvrig kan en trekke følgende konklusjoner:

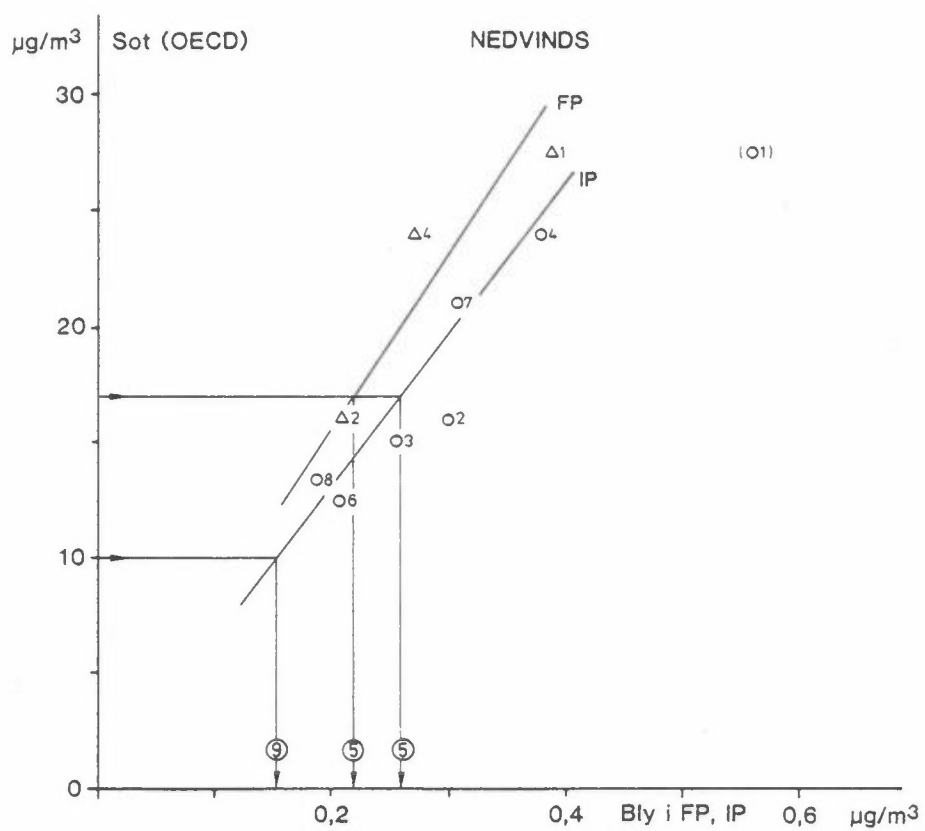
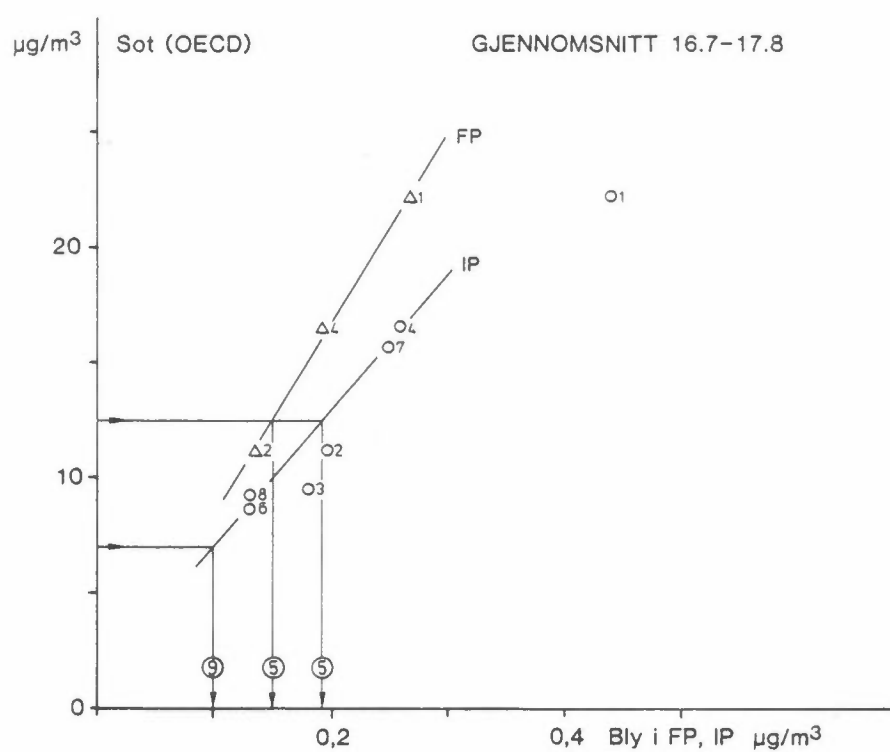
1. De gode sammenhengene viser at det er én hovedkilde til svevestøvet, nemlig Store Ringvei med eksosutslipp og veistøv, og at svevestøv, sot og bly avtar på omtrent samme måte med avstanden fra veibanen.
2. Støyskjerm-snittet (stasjon 1, 2 og 3) skiller seg ut, ved at det i forhold til på de øvrige stasjoner er:
 - anrikning av bly i IP-svevestøvet og i vannuløselig støvnedfall
 - noe anriking av sot
 - anrikning av bly i IP-fraksjonen i forhold til sot.

Dette skyldes effekten i støyskjermen på spredningen ved veibanen. Det omtales nærmere i kapittel 8.

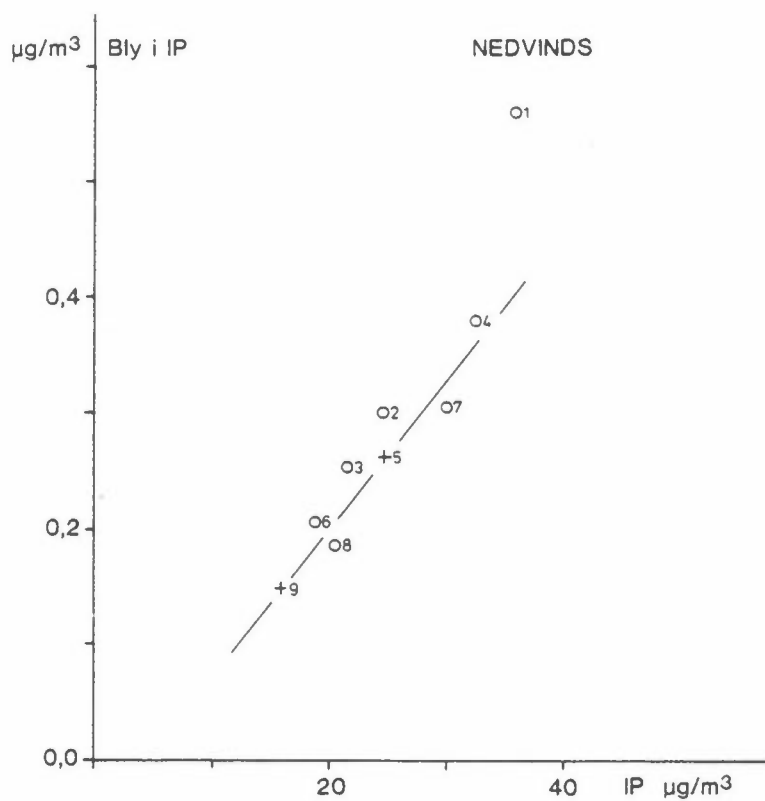
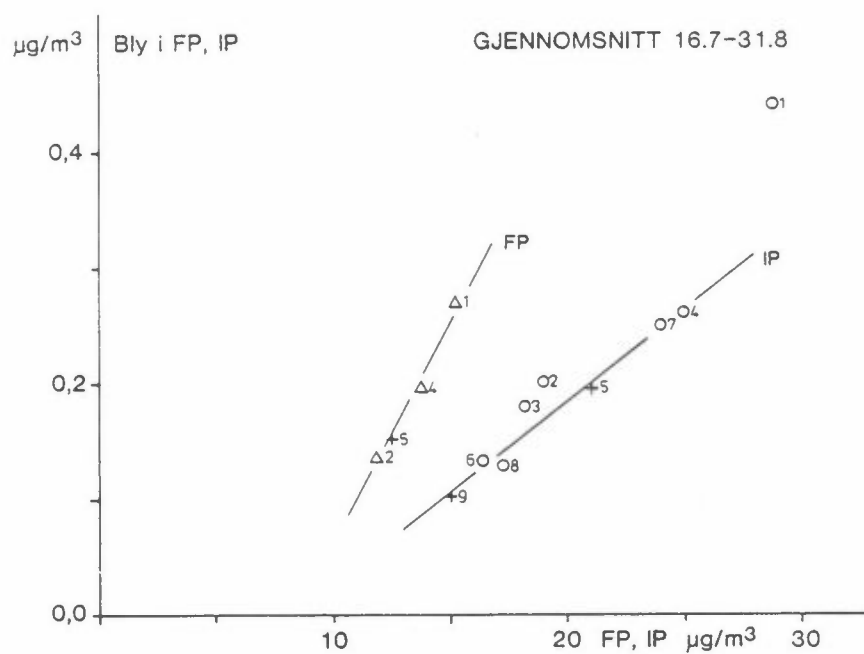


Figur 6: Samhørende konsentrasjoner av sot (OECD) og partikler i finfraksjonen (FP) respektive inhalerbar fraksjon (IP).

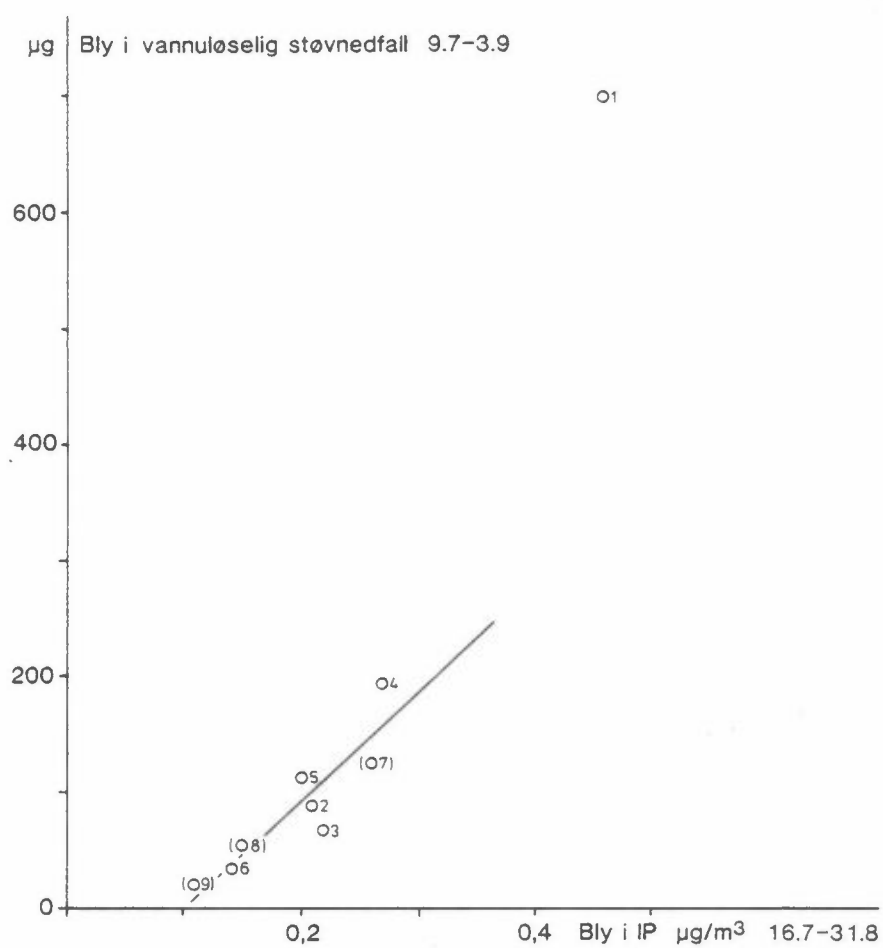
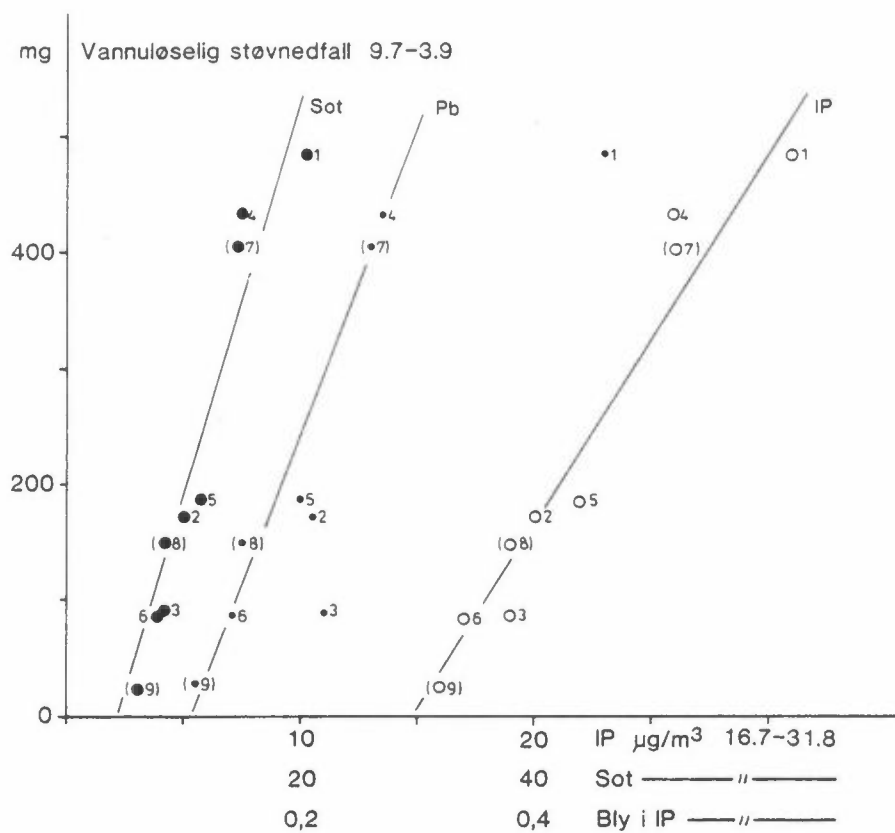
O - Estimerte verdier for stasjon 5 og stasjon 9.



Figur 7: Samhørende konsentrasjoner av sot (OECD) og bly i FP, resp. IP.



Figur 8: Samhørende konsentrasjoner av bly i FP, resp. IP og FP, resp. IP.



Figur 9: Samhørende konsentrasjoner av vannuløselig støvnedfall og IP, sot, resp. bly i IP.

7.3 BLY- OG SOT-INNHOLD I SVEVESTØV

En oversikt over innholdet av bly og sot i svevestøvet på de ulike målesteder er en støtte i vurderingen av de ulike støvkilders betydning (bileksos, veistøv, bakgrunnsstøv) og av innvirkningen av støyskjermen og hekken på spredningen. Bly- og sot-innholdet i støvet i nedvinds- og oppvinds-situasjoner er gitt i henholdsvis tabell 4 og 5. Blyinnholdet i støvet i nedvindssituasjoner på fortaustasjonene (1.4 og 7) er vist i figur 10 for de ulike partikkelfraksjoner.

IP ble målt på alle stasjoner. Oppvinds-situasjonen gir bly- og sot-innholdet i bakgrunnsstøvet fra nord-nordøst. Blyinnholdet i dette støvet synes å være ca. 0.5-0.6% (stasjon 6 og 8). Det var noe høyere på stasjon 2 og 3 bak skjermen. Dette skyldes sannsynligvis en viss innflytelse fra eksos fra Nils Bays vei. På stasjon 1 var blyinnholdet ennå høyere, 1.5%, det samme som i nedvinds-situasjonen, når det blåser fra Store Ringvei mot stasjonen. Dette skyldes at ved vind fra stasjonene og mot støyskjermen dannes en levirvel foran skjermen som drar støvforurensningen på veien tilbake inn mot skjermen og stasjon 1 (kapittel 8.2).

I nedvind-situasjonen var blyinnholdet i IP 1.1% ved profil 2 (åpent), mens det var ca. 1.0% ved hekken og altså 1.5% foran skjermen. Bak skjermen var det 1.2%. Årsaken til at det var lavere her enn foran skjermen, er sannsynligvis at det dannes en levirvel bak skjermen som også gir innblanding av renere luft fra bak skjermen.

I FP-fraksjonen ($<2.5 \mu\text{m}$) var blyinnholdet ca. 1.5% ved profil 2 og 2.2% foran støyskjermen. I GP-fraksjonen var det ca. 0.5% ved profil 2 og 0.9% foran skjermen. De større partiklene (10-50 μm) hadde et vesentlig lavere blyinnhold (0.2-0.5%), og støvnedfallet enda lavere (0.05-0.14%).

Blyprosenten i partikler er altså større foran skjermen enn ellers. Blyinnholdet i den bileksosen som dominerer ved støyskjermen, som en må anta er hovedkilden til FP- og IP-partikler, er altså større enn i eksosen ved profil 2 og ved hekken. En forklaring kan være at det er større grad av akselerasjoner jo nærmere en kommer krysset ved Sognsveien. Blyandelen i eksopartikler er da sannsynligvis høyere.

Forholdet mellom sot (målt med OECD-metoden, heretter kalt sot (OECD)) og partikler (tabell 3) viser i stor grad samme variasjon som bly-innholdet. Sot skriver seg også hovedsakelig for eksosutslipp, med dieserbiler som hovedkilden, mens bensinbiler er kilden til bly.

I forhold til IP er sot (OECD)-konsentrasjonen ca. 0.5 i bakgrunnsluften. Forholdet stiger til 0.7 ved profil 2 og hekken, og 0.9 foran skjermen.

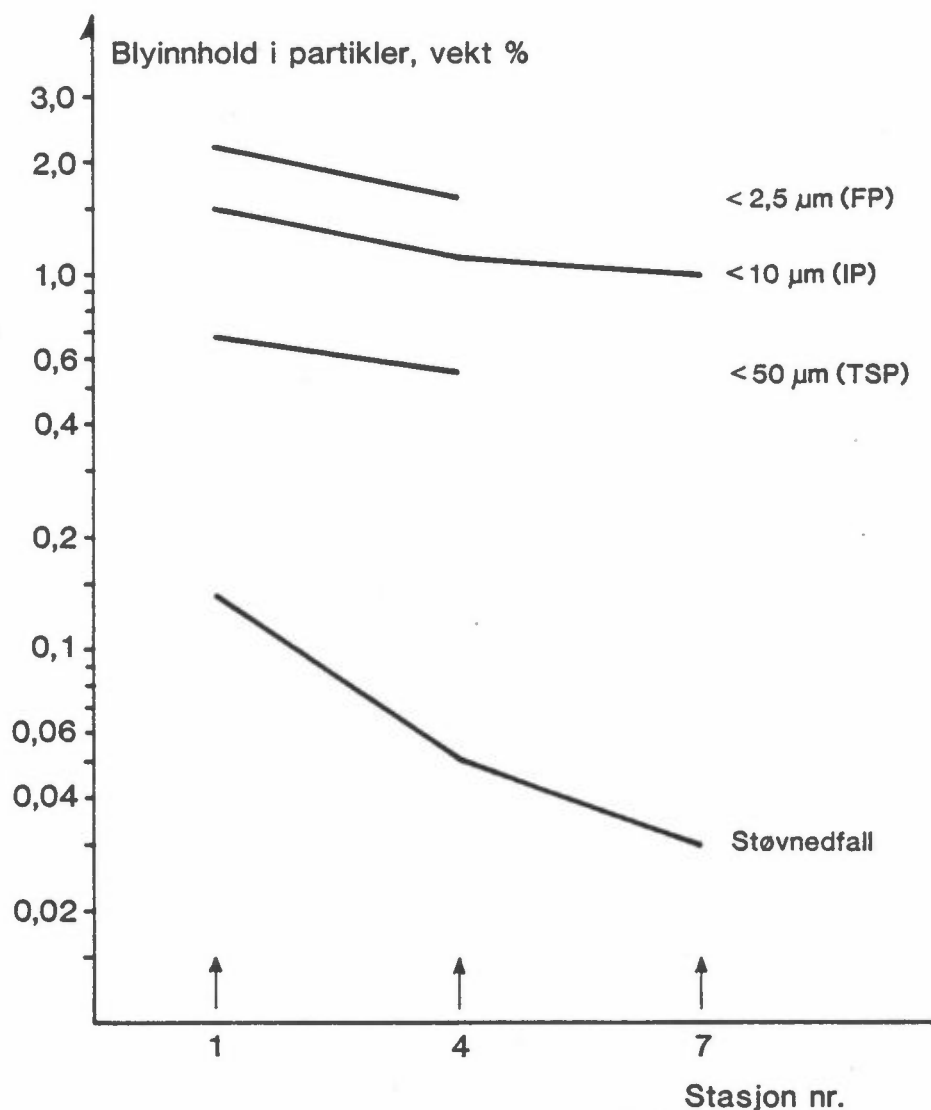
Det er altså anriking av sot foran skjermen, sannsynligvis av samme årsak som anrikingen av bly, nemlig større grad av akselerasjon nærmere krysset.

Tabell 4: Innholdet av bly i svevestøv (%)

Støvfraksjon µm	Målestasjon								
	Støyskjerm			Apent			Hekk		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NEDVINDS									
< 2.5 (FP)	2.2	1.6		1.6	1.5				
2.5-10 (GP)	0.9	0.8		0.6	0.5				
<10 (IP)	1.5	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0
10 -50	0.16	0.29		0.17	0.22				
OPPVINDS									
< 2.5 (FP)	2.2	1.0		1.6					
<10 (IP)	1.5	0.9	0.7	1.0	-	0.5	0.8	0.6	-
10 -50	0.25			0.54					
Støvnedfall	0.14	0.05	0.08	0.05	0.06	0.04	0.03	0.04	0.08

Tabell 5: Forholdet mellom sot(OECD) og svevestøv

Støvfraksjon µm	Målestasjon								
	Støyskjerm			Apent			Hekk		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NEDVINDS									
< 2.5	1.5	1.1		1.4	1.1				
<10	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
OPPVINDS									
< 2.5	1.6	1.0		1.1	-				
<10	0.7	0.5	0.3	0.5	-	0.5	0.5	0.5	-



Figur 10: Blyinnholdet (vekt %) i partiklene på stasjonene 1, 4 og 7 for nedvindsprøver.

7.4 VERDIER I MÅLEPUNKTENE

De følgende figurer viser middelerverdier av ulike støvparametre på alle målepunktene. Profil 2 (åpent, stasjonene 4, 5, 6) betraktes som referanse.

En vil skille mellom nedvinds-situasjon (sørvestlig vind, vindretningen er fra veien mot stasjonene) og oppvinds-situasjonen (nordøstlig vind).

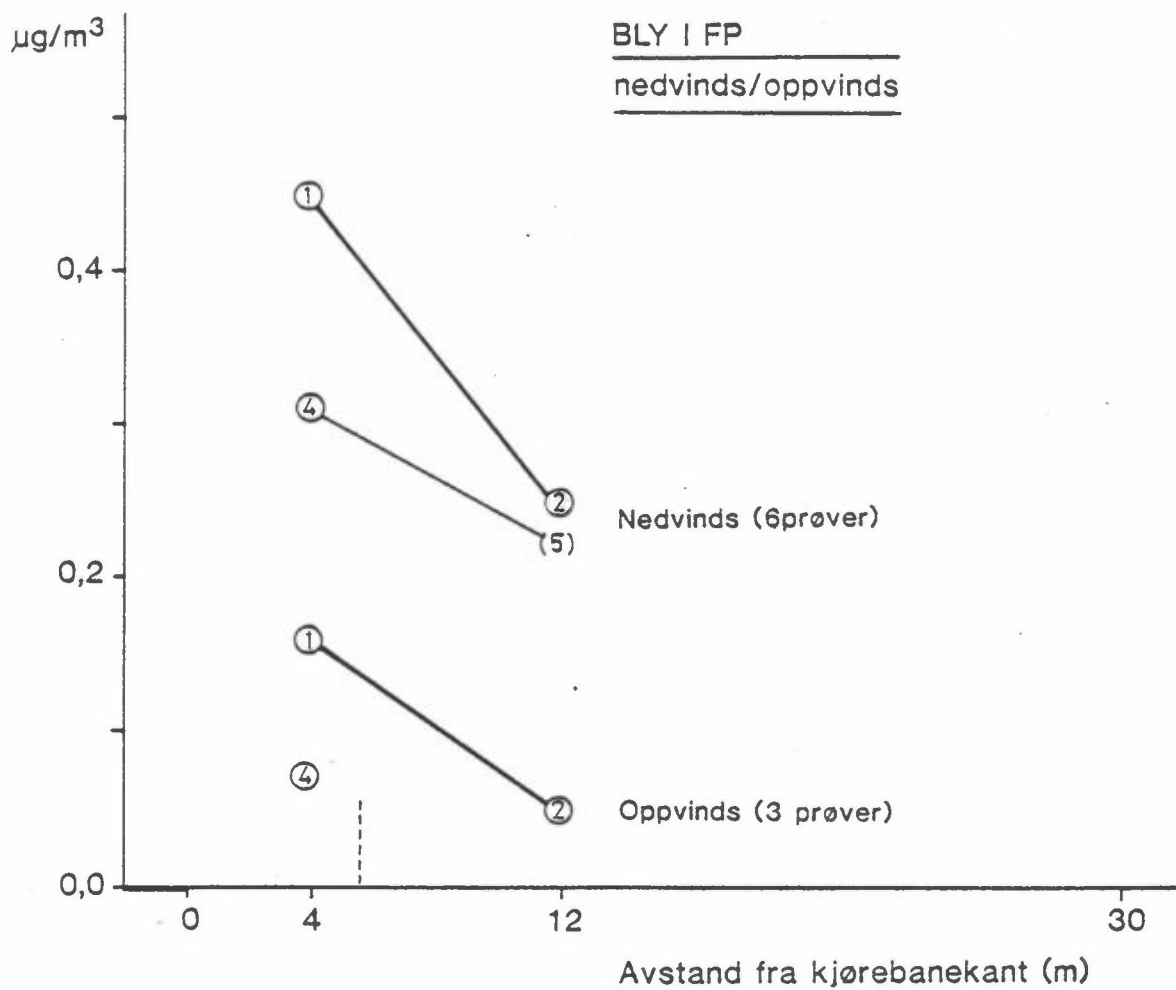
En tar utgangspunkt i de minste partiklene (finfraksjonen, FP, <2.5 µm). Bly og sot er i hovedsak i finfraksjonen, og hovedkilden til disse er partikler i bileksosen. En ser deretter på inhalerbare partikler (IP, <10 µm), totalt svevestøv (TSP, <50 µm) og støvnedfall. TSP og støvnedfall får bidrag også fra veistøvet, større bidrag jo større partikler.

Bly i finfraksjon (FP) og inhalerbare partikler (IP)

Blykonsentrasjonen i FP ($<2.5 \mu\text{m}$) er vist i figur 11 for oppvind og nedvind. Dette er målt bare på 4 stasjoner. Bildet utfylles av figur 12, der blykonsentrasjonen i IP er vist. Blyet består likevel hovedsakelig av partikler i finfraksjonen. I figur 13 er vist blykonsentrasjonen i IP som gjennomsnitt for hele måleperioden (16.7.-31.8.).

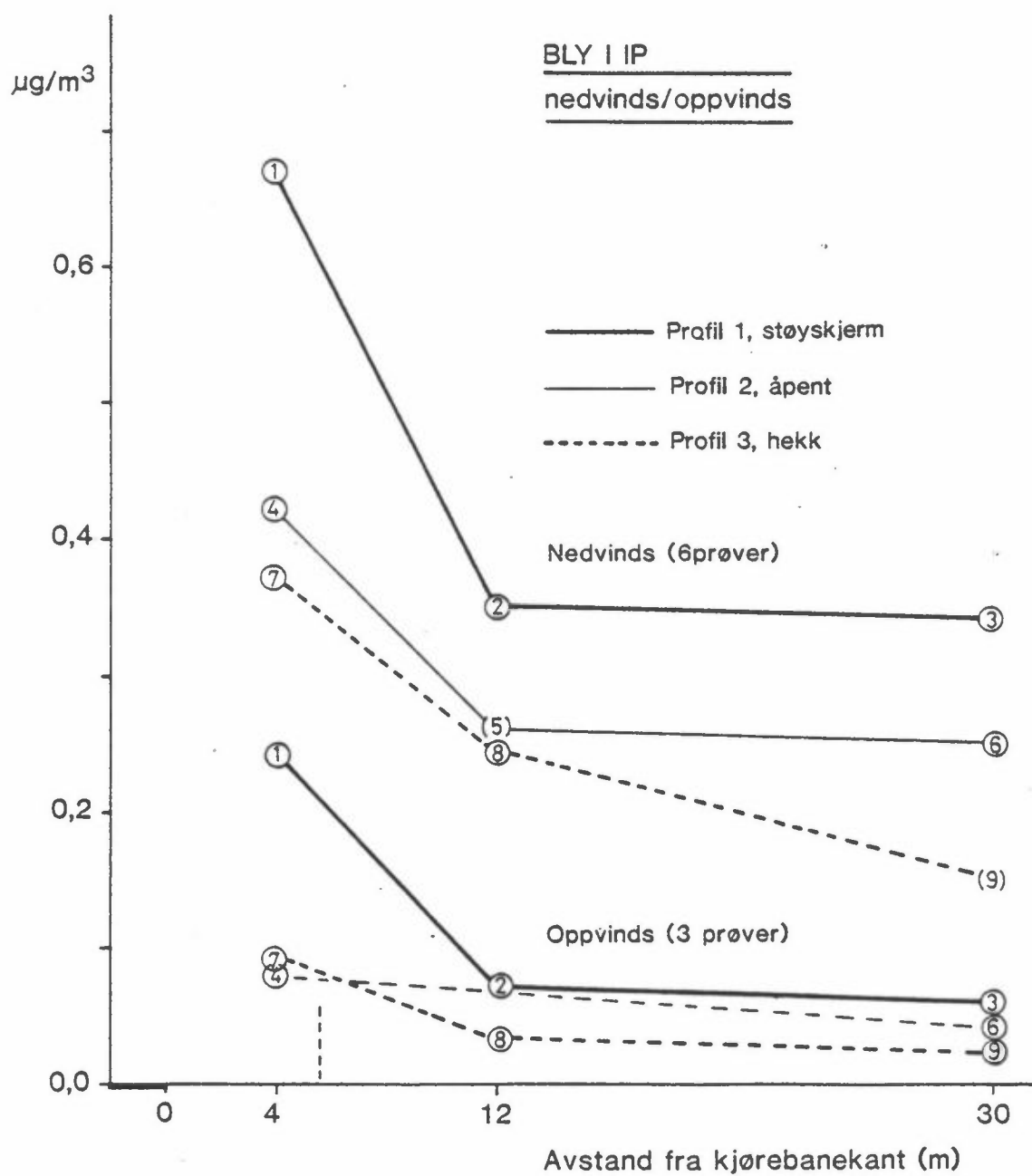
Konsentrasjonen på stasjonene 1, 4 og 7 ved nedvind antyder at de tre profilene (skjerm, åpent, hekk) ikke er likeverdige når det gjelder biltrafikkens bly- og partikkelutslipp på Store Ringvei. Blyinnholdet i IP var for nedvind ca. 10% høyere ved åpent enn ved hekken (kapittel 6.3), og dette vises i ca. 10% høyere bly-konsentrasjon på stasjon 4 enn på stasjon 7 (mens IP-konsentrasjonen er den samme, se figur 16). På stasjon 1 var blyinnholdet i IP for nedvind ca. 35% høyere enn på stasjon 4 (kapittel 6.3). Figur 16 viser samtidig at IP-konsentrasjonen var ca. 22% høyere 1 enn på 4. Samlet gir dette ca. 65% høyere bly-konsentrasjon på 1 enn på 4 for nedvind, som figur 12 viser.

Hele snitt 1 har høyt blynivå. Denne forskjellen i utslippsstyrken for bly fra Store Ringvei ved de tre snittene skyldes støyskjermens kanaliserende effekt (kapittel 6) i kombinasjon med en viss virkning av at trafikkforholdene (hastighet, akselerasjoner) også er forskjellige.

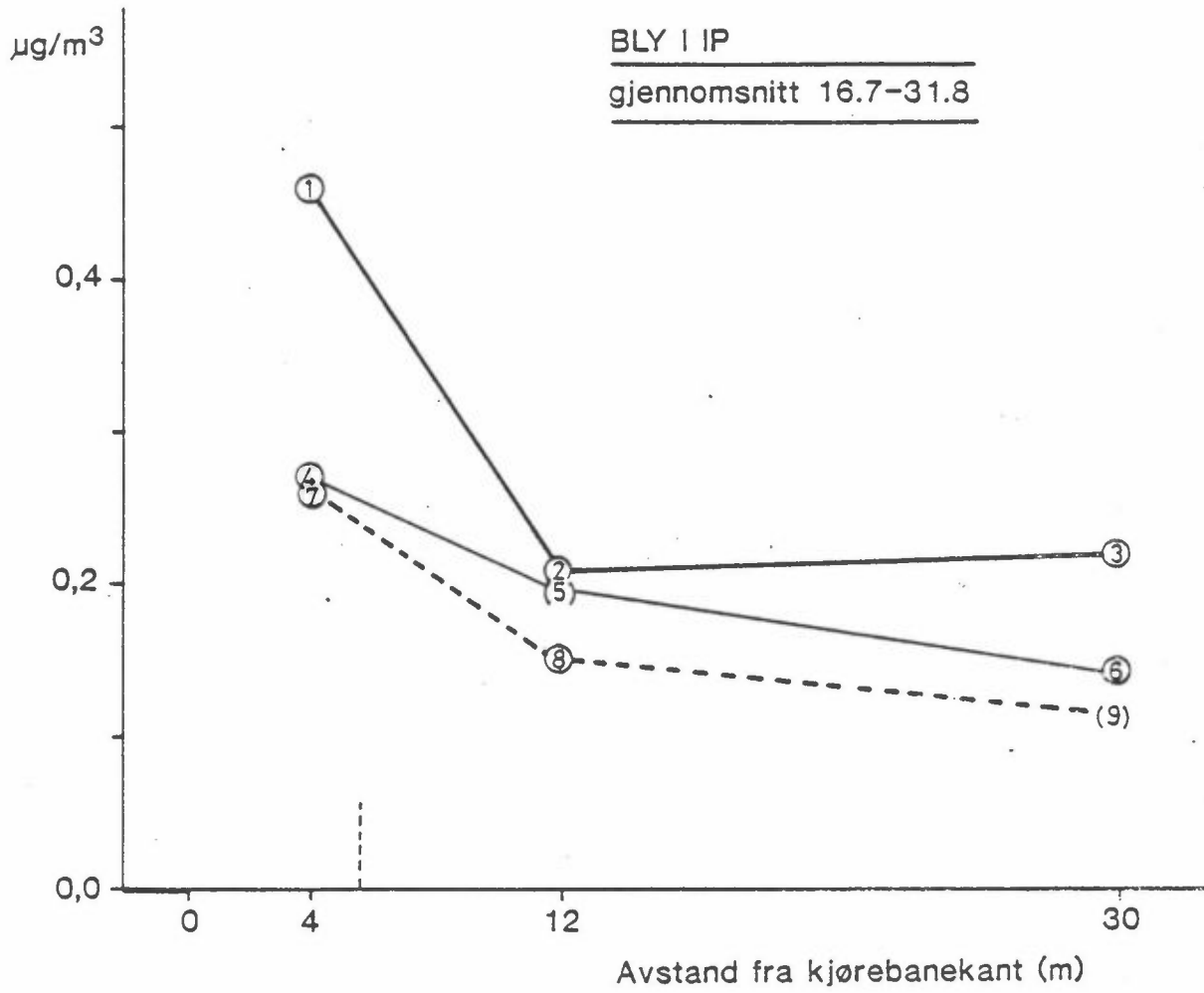


Figur 11: Målte konsentrasjoner av bly i finpartikkelfraksjon (FP, <2.5 µm). Tallet i sirkelen angir målestasjonsnr.

Nedvinds: Vindretning fra veien mot målestasjonene.
Oppvinds: Vindretning fra målestasjonene mot veien.



Figur 12: Målte konsentrasjoner av bly i inhalerbare partikler ($\text{IP} < 10 \mu\text{m}$) for nedvind/oppvind-situasjoner.



Figur 13: Målte konsentrasjoner av bly i IP, gjennomsnitt for hele måleperioden.

Stasjon 6 har relativt høyt bly-nivå i nedvindssituasjoner (figur 12). En vil ikke vente så stor forskjell mellom 6 og 9. Årsaken synes å være at stasjon 6 påvirkes av forurensningen fra foran støyskjermen, som transporteres videre mot nordøst (kapittel 5 og figur 4).

I oppvindsituasjonen er bildet følgende:

- profilene 2 og 3 er nesten like
- blykonsentrasjonen i bakgrunnsluften er i gjennomsnitt ca. $0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stasjon 6, 8, 9)
- stasjonene 4 og 7 ved veien er like, og har høyere blynivå, fordi de påvirkes av trafikk-turbulensen, selv om vinden står mot veien.
- stasjon 2 og 3 har noe økt blynivå i forhold til bakgrunnen, sannsynligvis fordi Nils Bays vei gir et visst bly-bidrag
- stasjon 1 har så høyt blynivå, fordi støyskjermen ved nordøstvind gir en virvel foran skjermen, som fører forurensningen fra veien tilbake mot stasjon 1.

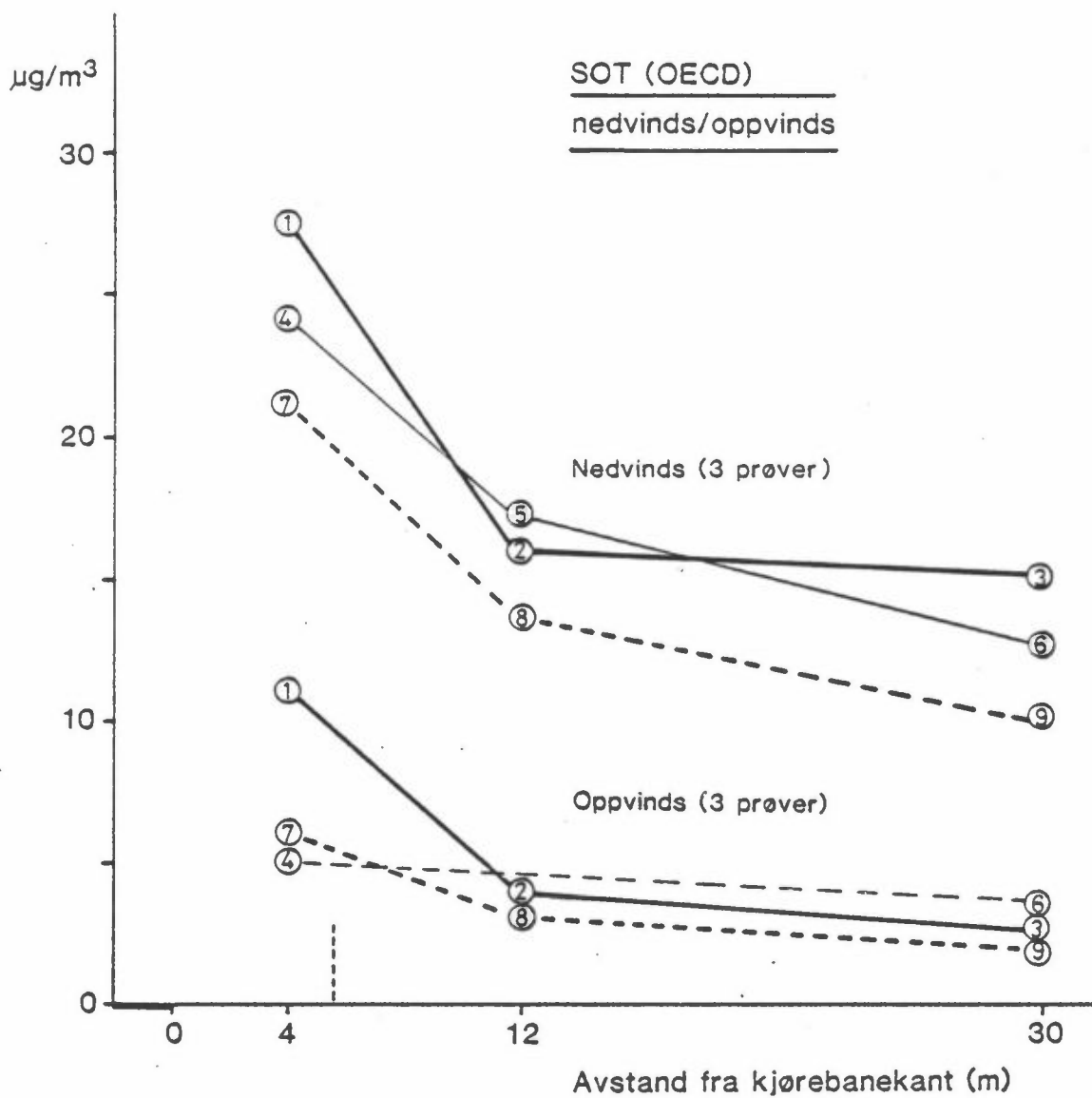
Figur 13 viser middelveidien av bly for hele måleperioden (16.7.-31.8.). Kombinasjonen av de omtalte effekter ved oppvind og nedvind gir den variasjon mellom stasjoner som figur 13 viser.

Sot

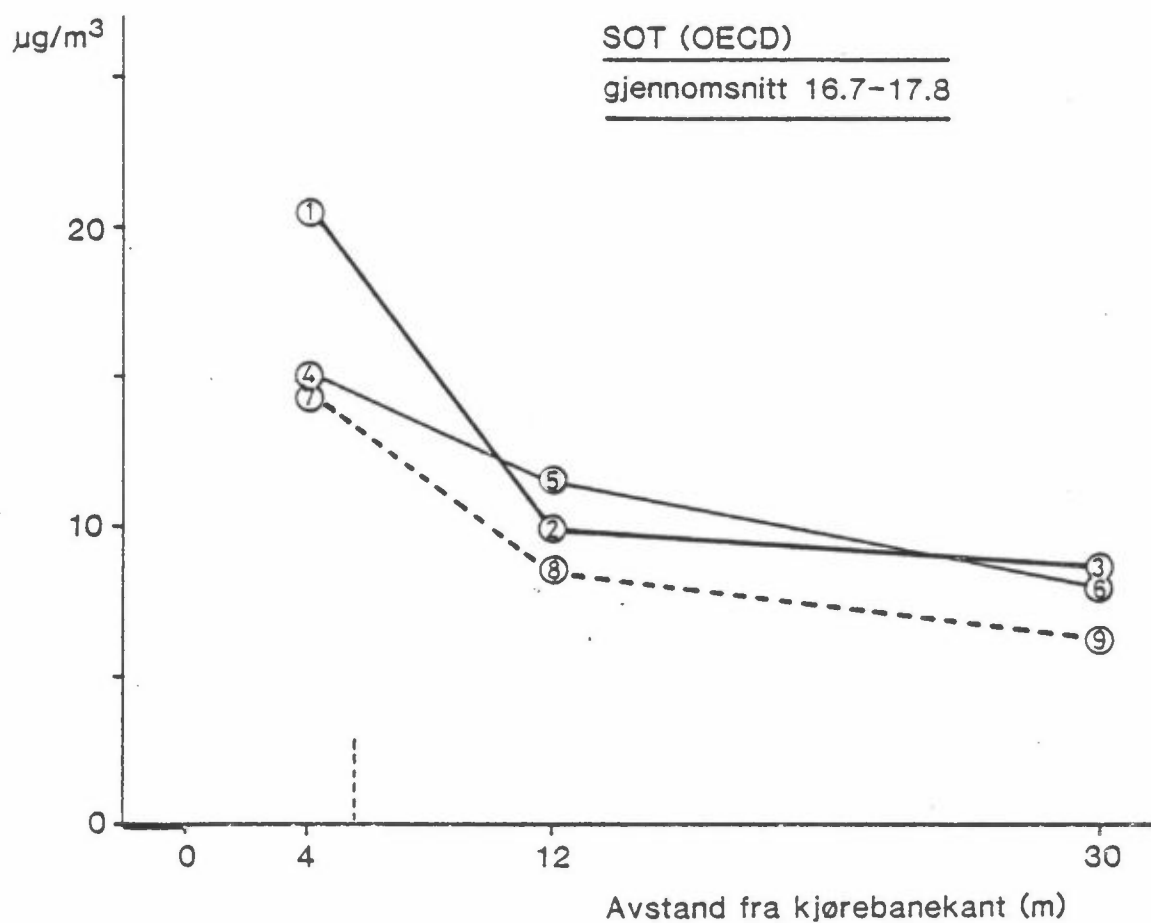
Sot-konsentrasjonen for nedvind og oppvind er plottet i figur 14, mens figur 15 viser midlere sot-nivå for hele måleperioden 16.7.-17.8.

Også for sot synes det å være en del forskjell utslippsmessig mellom de tre profilene, av samme årsak som beskrevet for bly. Profil 1, støyskjermen, skilte seg imidlertid ikke så mye ut fra de to andre som den gjorde for bly (figur 12). Forskjellene er mer usikre for sot, idet det bare er 3 nedvindsprøver.

Det midlere sotnivå på stasjon 1 (figur 15) blir vesentlig høyere enn på 4 og 7, igjen på grunn av levirvelen foran skjermen (mot veien) når det blåser fra stasjonene mot veien.



Figur 14: Målte konsentrasjoner av sot(OECD), nedvind/oppvind-situasjoner.



Figur 15: Målte konsentrasjoner av sot(OECD), gjennomsnitt for hele måleperioden.

Stasjon 6 ligger relativt høyt i forhold til stasjon 9, sannsynligvis på grunn av at 6 ligger i den tidligere omtalte transportretningen fra skjermen mot nordøst.

Inhalerbare partikler (IP)

IP-konsentrasjonen er vist i figurene 16 og 17 for henholdsvis nedvinds- og oppvinds-situasjoner og middelerdi for hele måleperioden (16.7.-31.8.).

Når det gjelder IP synes profil 2 og 3 å være noenlunde likeverdige utslippsmessige (samme nivå ved stasjon 4 og 7) mens profil 1 skiller seg ut med noe høyere nivå.

Totalt svevestøv (TSP)

TSP er vist i figurene 18 og 19 for henholdsvis nedvinds- og oppvinds-situasjoner og middelerdier for hele perioden (16.7-31.8.). Tilsvarende for blyinnhold i TSP er vist i figurene 19 og 20.

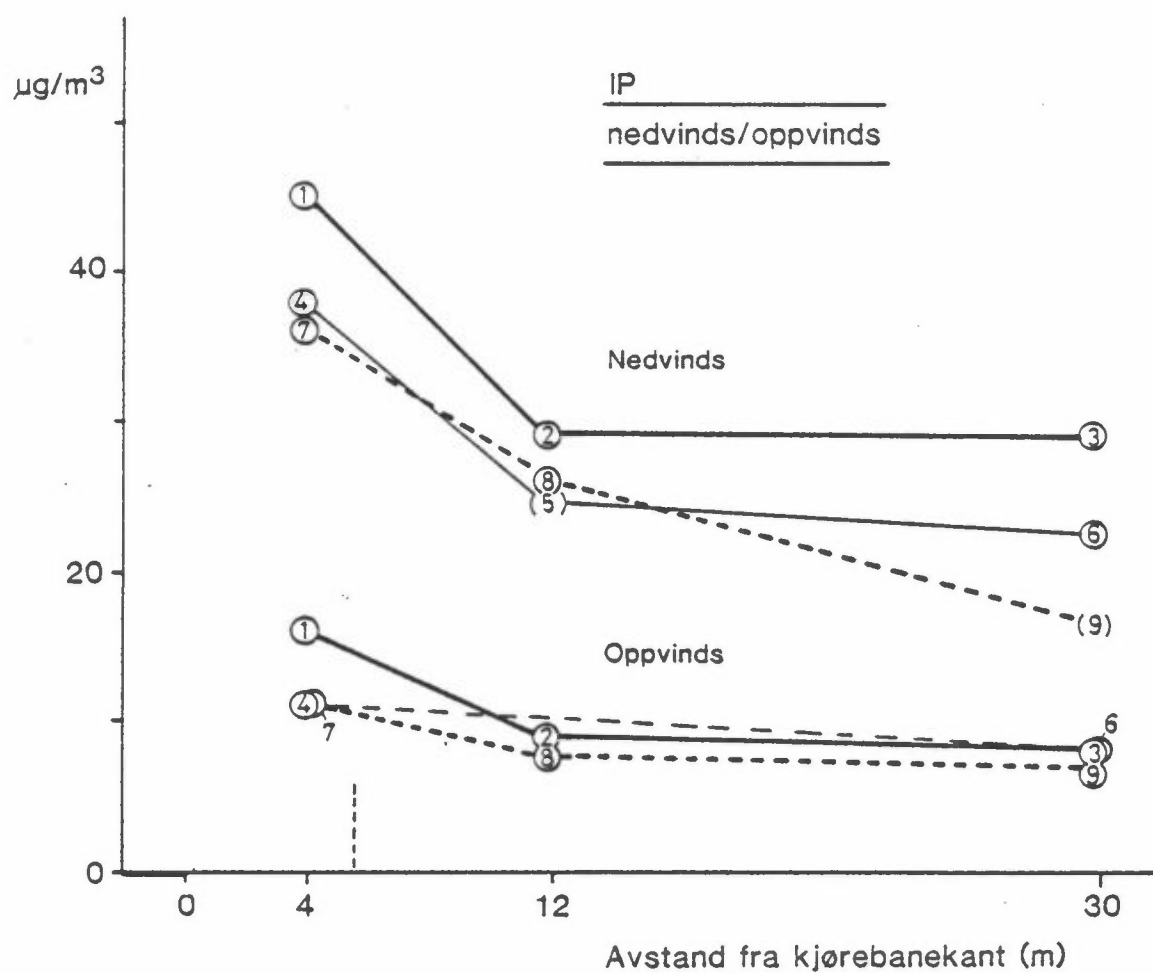
Også for disse parametre ser en tydelig det høye nivå på stasjon 1 foran skjermen. Stasjon 2 og 5 er nesten like.

Vannuløselig støvnedfall

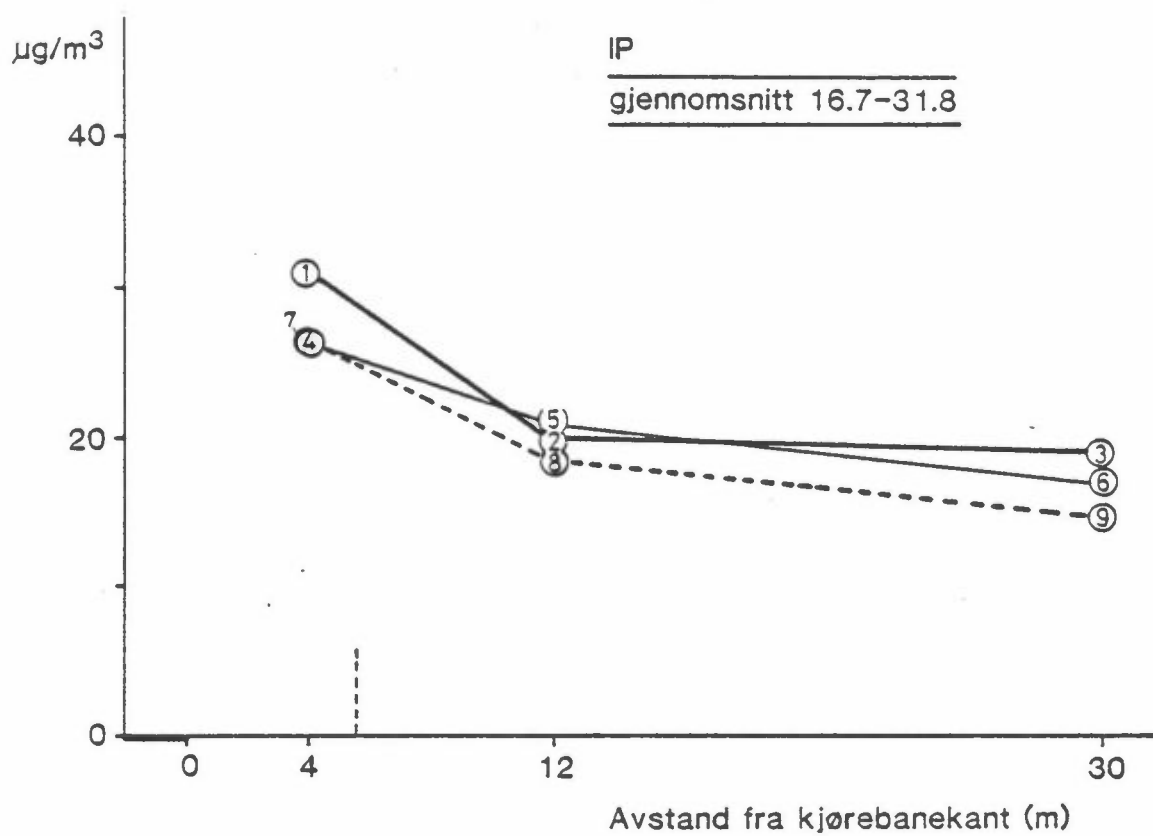
Vannuløselig støvnedfall og blyinnholdet i dette er vist i henholdsvis figur 21 og 22.

Det synes å være liten forskjell mellom profilene 1 (skjerm) og 2 (åpent) når det gjelder støvnedfall. Profil 3 (hekk) hadde noe mindre støvnedfall. Verdiene for profil 3 er usikre, idet en av parallell-målingene falt ut på alle tre stasjoner, men kan også være reelt mindre støvnedfall der.

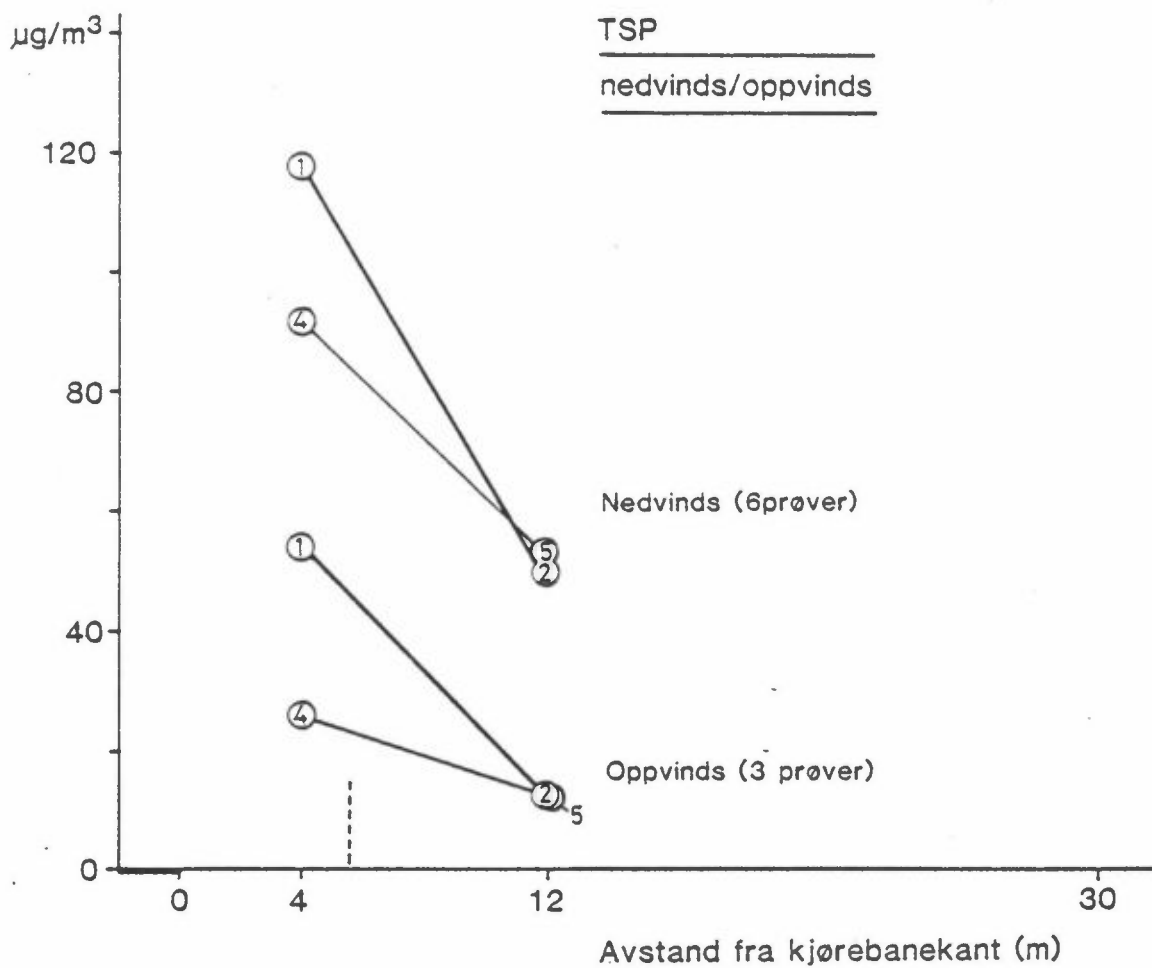
Blyinnholdet er svært høyt foran skjermen. Dette er vanskelig å forklare. De to parallelle prøvene fra stasjon 1 ga begge svært høy blyverdi.



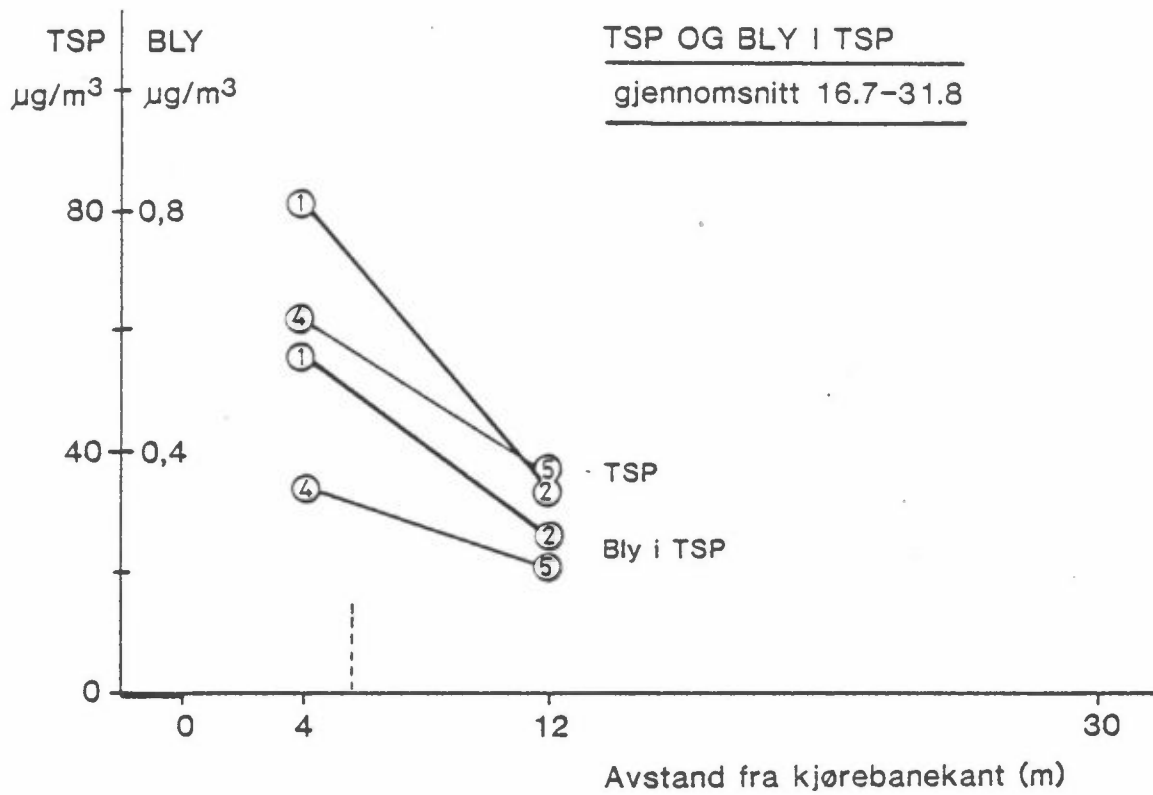
Figur 16: Målte konsentrasjoner av inhalerbare partikler (IP, $< 10 \mu\text{m}$), nedvind/oppvind-situasjoner.



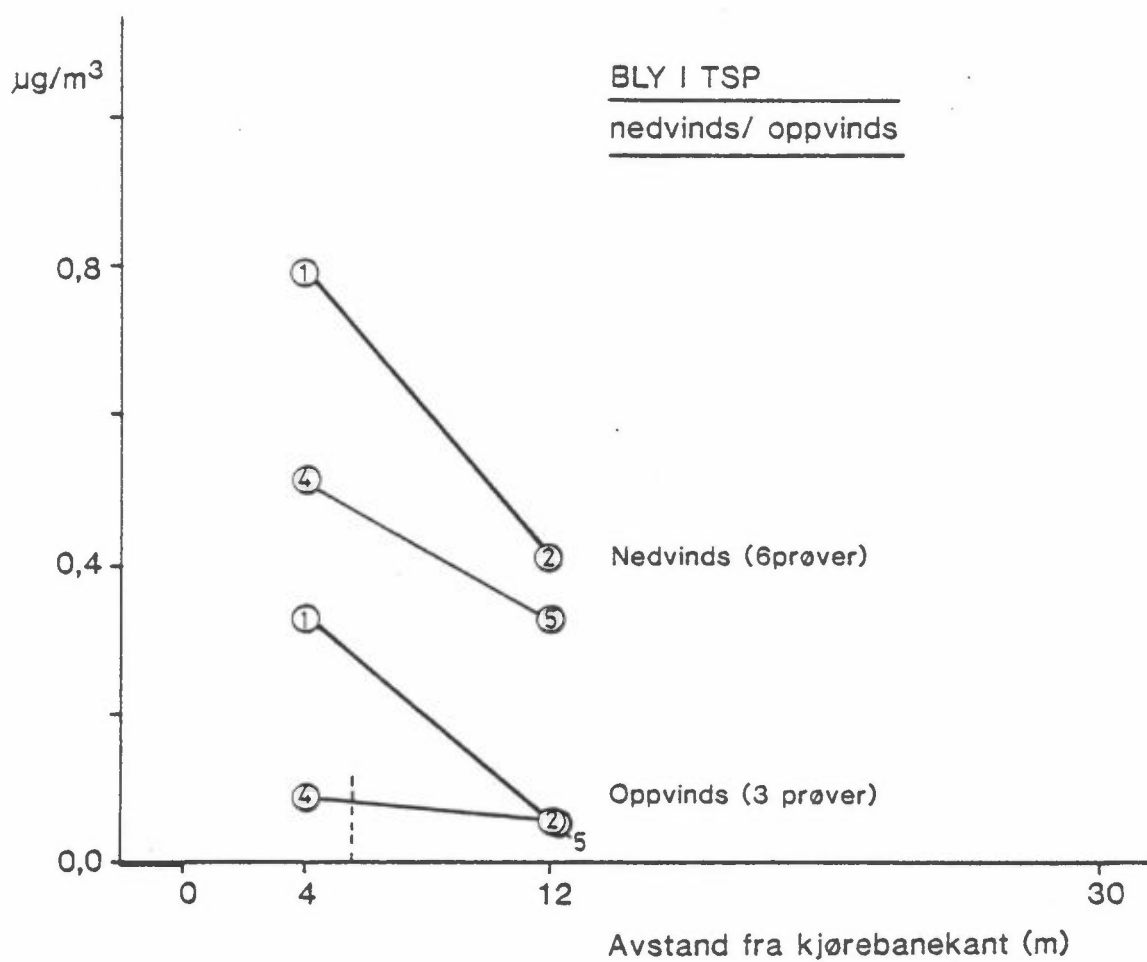
Figur 17: Målte konsentrasjoner av inhalerbare partikler (IP, < 10 μm), gjennomsnitt for hele måleperioden.



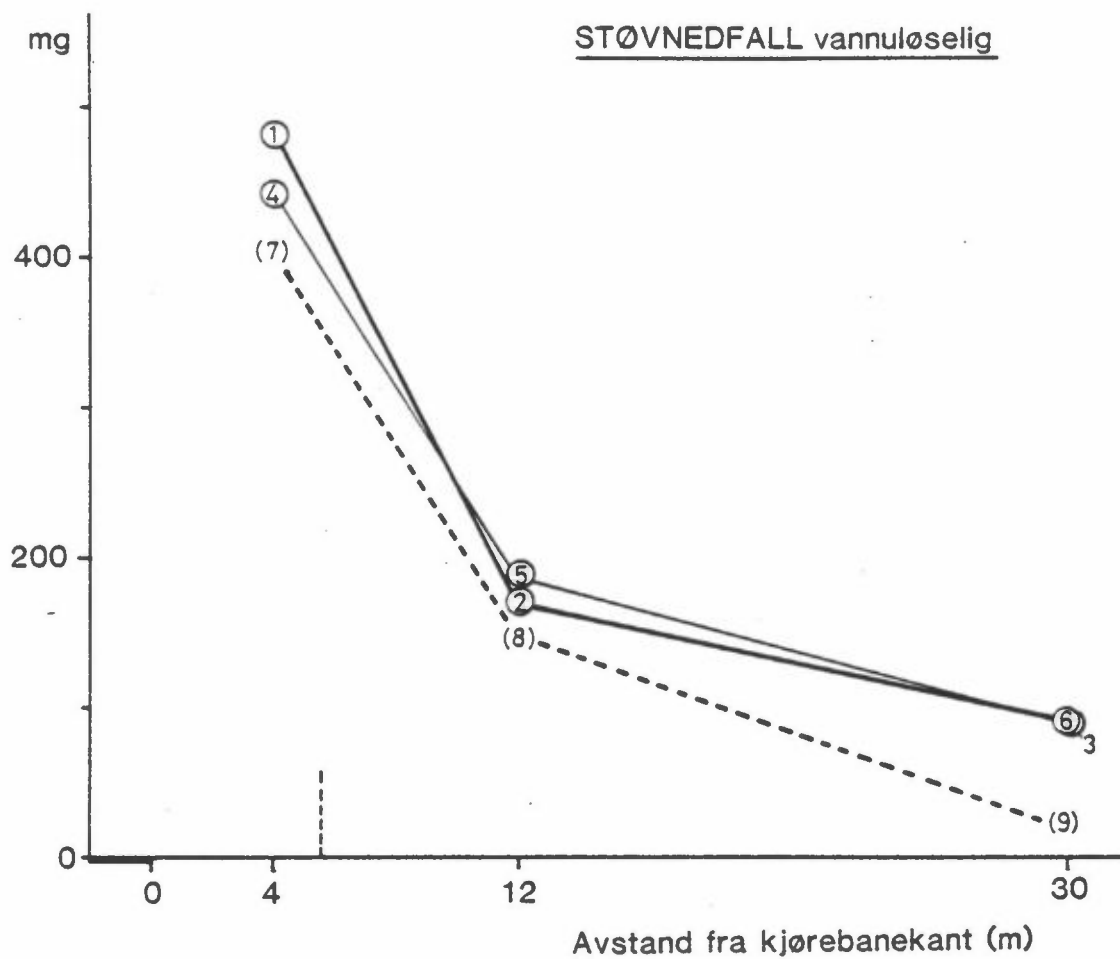
Figur 18: Målte konsentrasjoner av samlet svevestøv (TSP, < 50 µm), nedvind/oppvind-situasjoner.



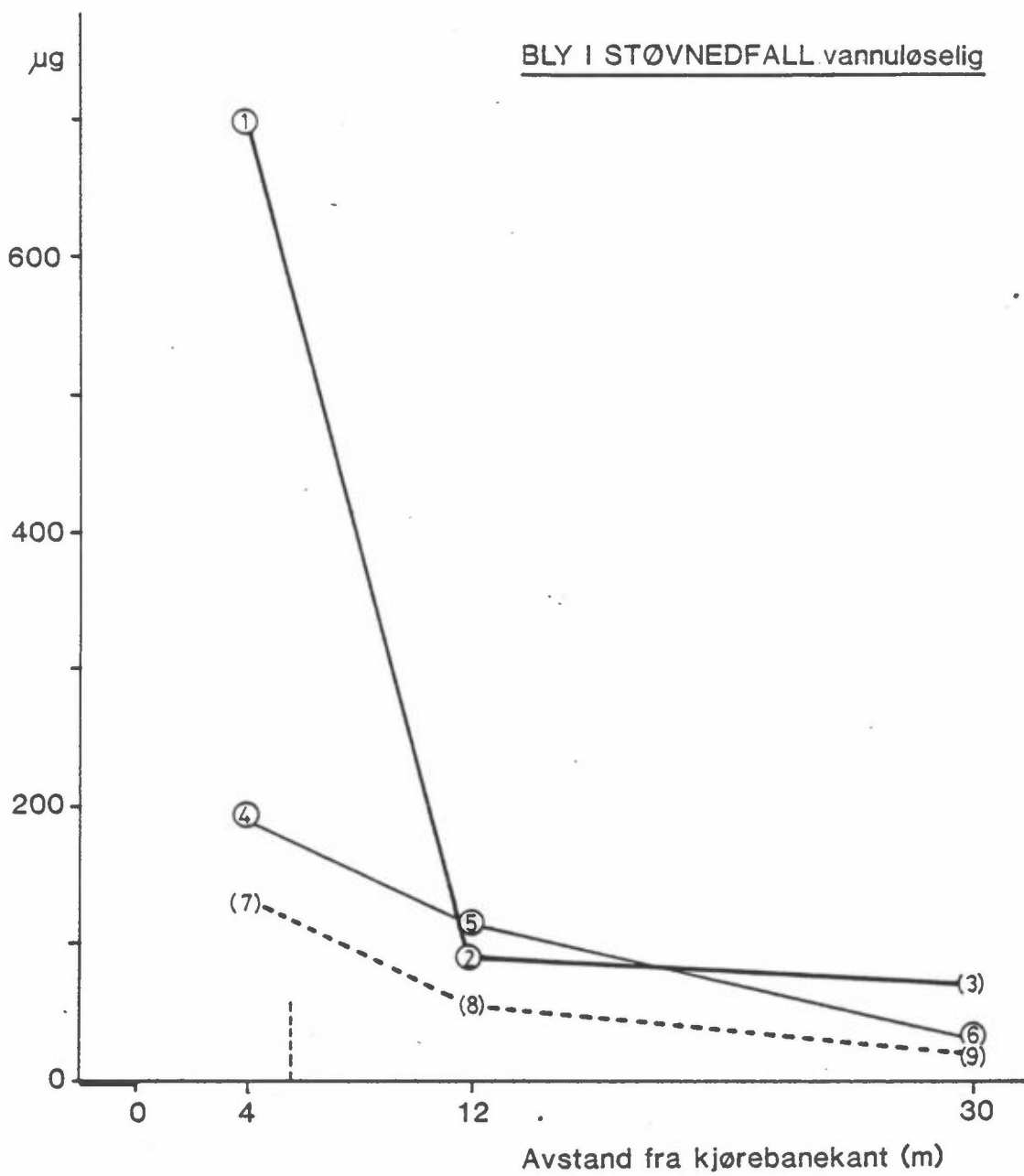
Figur19: Målte konsentrasjoner av samlet svevestøv (TSP og bly i TSP), gjennomsnitt for hele måleperioden.



Figur 20: Målte konsentrasjoner av bly i samlet svevestøv (TSP), nedvind/oppvind-situasjoner.



Figur 21: Målte konsentrasjoner av vannløselig støvnedfall, perioden 9.7-3.9.1984.



Figur 22: Målte verdier av bly i vannuløselig støvnedfall, perioden 9.7-3.9.1984.

7.5 TØRR/FUKTIG VEIBANE

Ved fuktig/våt vegbane er vegstøvdepotet i stor grad bundet, slik at bilek-sosen er den helt dominerende partikkelkilde fra veien. Når veibanen er tørr, virvles veistøvet opp og bidrar til forurensningen.

En har kunnet skille ut en del prøver der en ut fra nedbør-data fra Blindern kan si at veibanen/bakken har vært tørr, respektive fuktig/våt (se tabellen i vedlegg 1). Ved nedvindsforhold definerte en 3 prøver med tørt veidekke og 2 med fuktig. Materialet er derfor lite, men antyder likevel hvor stort bi-draget fra veistøv-depotet kan være.

Tabell 6 gir forholdstall mellom konsentrasjonen av støv og bly i støv ved tørr og fuktig veibane.

Tabell 6: Forholdet mellom partikkelkonsentrasjon i luften for tørr/fuktig veibane i nedvind-situasjoner. Store Ringvei, Oslo, juli-august 1984.

Størrelses- fraksjon, μm	Stasjon 1	Øvrige stasjoner
STØV		
< 2.5 (FP)	1.2	1.2
<10 (IP)	1.5	1.2 -1.3
<50 (TSP)	2.2	1.5 -1.8
BLY I STØV		
< 2.5 (FP)	1.2	1.15-1.2
<10 (IP)	1.15	1.0 -1.5
<50 (TSP)	1.3	1.15-1.2

Tallene i tabellen må bare brukes til å antyde veistøvetts bidrag idet måle-materialet er lite.

Tallene for bly antyder en økning i blykonsentrasjonen på 0-30% på alle stasjoner i FP-, IP- og TSP-fraksjonene.

Blytallene kan benyttes som referanse. En venter ikke at veistøvet gir et bidrag til bly i finfraksjonen. Når tabellen antyder en økning på 0-30% i bly i alle fraksjoner på alle stasjoner når bakken er tørr, er det egentlig et uttrykk for at de gjennomsnittlige trafikk- og spredningsforholdene under de tørre periodene var forskjellige fra de våte periodene.

Når det gjelder støv generelt, kan en derved si at tørt veistøv ikke gir bidrag til FP- og IP-fraksjonene, bortsett fra ved stasjon 1, der det antydes en ekstra økning, til 50% i IP. Når det gjelder TSP gir veistøvet definitivt et bidrag, over 100% på stasjon 1 og 50-80% på de øvrige stasjoner.

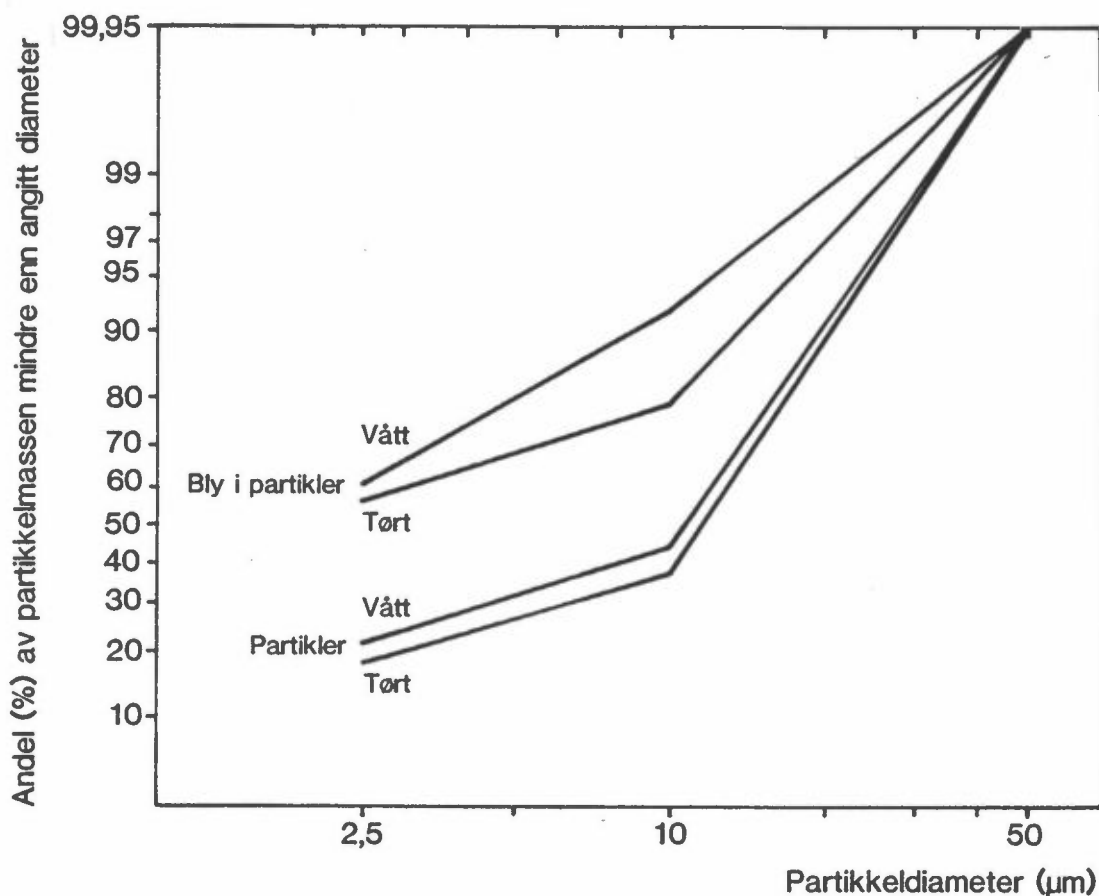
Stasjon 1 skiller seg ut med større veistøv-bidrag muligens på grunn av den relativt sterke turbulens og derved store oppvirvling foran støyskjermen.

7.6 PARTIKKELSTØRRELSSES-FORDELING

Målingen av partikkelfraksjonene <50 , <10 og $<2.5 \mu\text{m}$ gir anledning til å sette opp en grov størrelsesfordeling av svevestøvet. Dette er gjort i figur 23. Figuren viser andelen av totalt svevestøv (TSP, $<50 \mu\text{m}$) og blyinnholdet i partiklene som er inhalertbart ($<10 \mu\text{m}$) og respirabelt ($<2.5 \mu\text{m}$) på fortaustasjonene 1 og 4. Det er skilt mellom tørt og vått vegdekke.

Andelen inhalerbart og respirabelt støv og bly var noe større når vegdekket var vått. Dette svarer til at vegdekket avgir store partikler når det er tørt.

Ca 40% av svevestøvvekten var inhalerbart støv, og ca 20% respirabelt. Blyet var i mye større grad knyttet til små partikler. 80-90% av blyet var inhalerbart, og ca 50% av blyet var respirabelt.

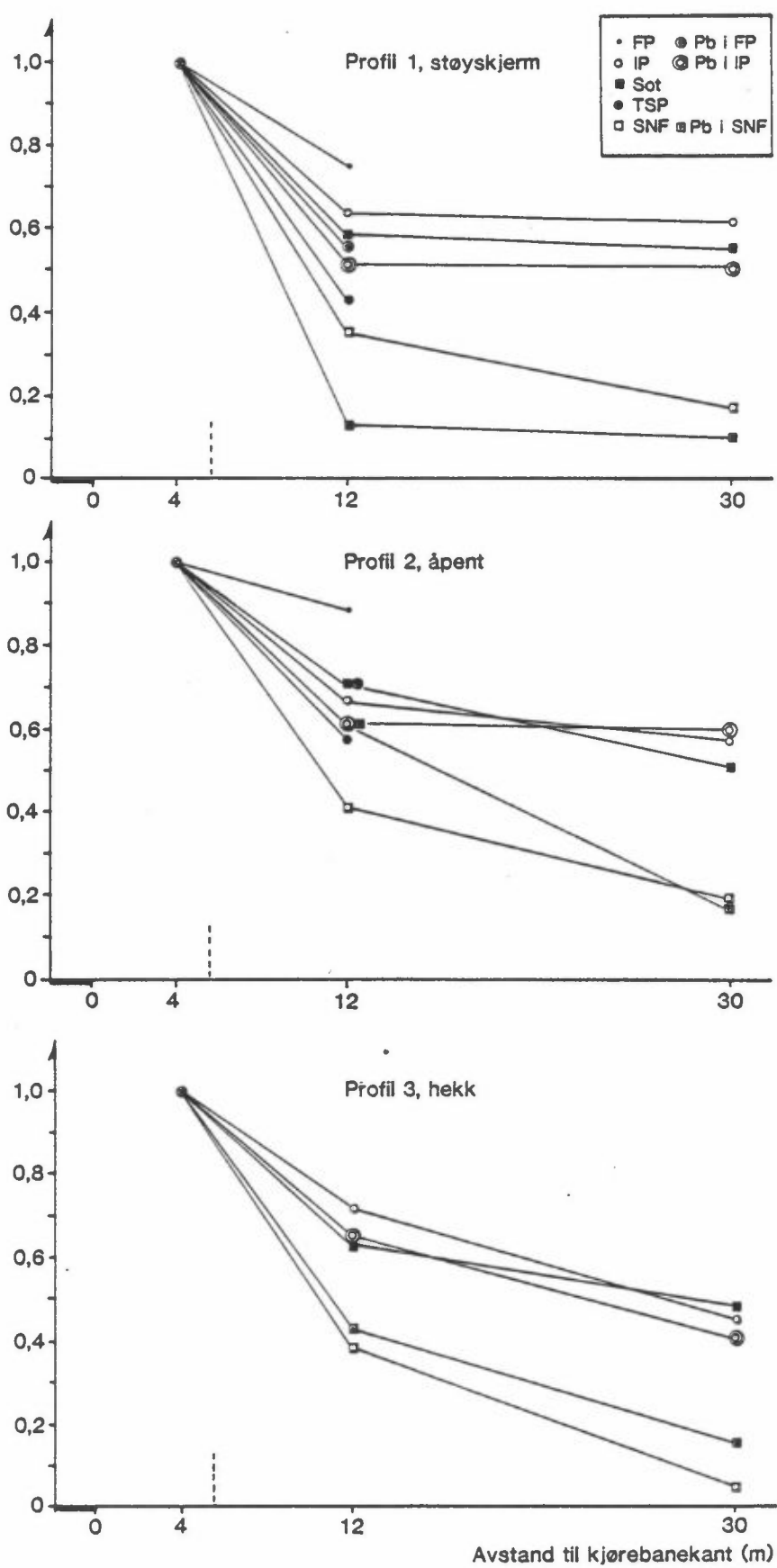


Figur 23: Størrelsesfordeling av partikler og bly på partikler, gjennomsnitt for fortaustasjonene 1 og 4. Det er skilt mellom vått og tørt vegdekke.

7.7 PARTIKKELSTØRRELSE OG KONSENTRASJONSREDUKSJON MED AVSTAND FRA VEIEN

Partikkelforurensningen avtar med avstanden fra vegbanen både på grunn av spredning og avsetning. Avsetning vil skje dels ved sedimentasjon, dels ved impaksjon og blokkering. Effekten av alle avsetningsmekanismer øker med partikkelstørrelsen.

Figur 24 viser ulike partikkelfraksjoners relative konsentrasjon som funksjon av avstanden. Ved alle profiler er reduksjonen minst for FP-fraksjonen (< 2.5 µm), større for IP (< 10 µm) og sot, enda større for TSP (< 50 µm) og størst for støvnedfall.



Figur 24: Relativ konsentrasjon som funksjon av avstand fra veien.

8 VIRKNING AV STØYSKJERM OG HEKK PÅ PARTIKKELFORURENSNING VED VEG

8.1 VURDERING AV MÅLESTEDET

Målestedet ble valgt ut fra kravet om å ha støyskjerm, hekk og åpent område nær hverandre langs samme veistykke. Området ved Ullevål stadion var det man fant. Følgende forhold ved målestedet har betydning for forurensningsforholdene og de konklusjoner en kan trekke:

1. Skjermeffekt

Dominerende vindretning fra veien mot målepunktene er ca 30 grader fra veiretningen (figur 4). Vind på tvers av veien er mer ideelt. Slik det er, vil vinden i en viss grad blåse langs støyskjermen og en vil kunne få en akkumulering av forurensninger i lufta som beveger seg langs støyskjermen mot snitt 1. Det samme vil, i mindre grad, også kunne skje langs hekken. Foran skjermen og hekken vil dette derved kunne føre til høyere forurensningskonsentrasjoner enn ved veien der det er åpent.

Også ved vind vinkelrett mot en støyskjerm vil konsentrasjonene foran skjermen øke i forhold til der det er åpent, på grunn av le-effekten foran skjermen.

2. Trafikkeffekt

Kjøreforholdene er noe forskjellige ved de tre snittene. Mot vest avtar trafikkhastigheten noe fra hekken mot åpent område og videre mot skjermen, på grunn av lyskrysset ved Sognsveien ca 100 meter fra støyskjermen. Mot øst akselererer trafikken kraftig fra lyskrysset. Ved støyskjerm-snittet er akselerasjonen sterk.

Ved akselerasjon øker utslippet av partikler fra biler. Spesielt kan dette gjelde bly. Ved akselerasjon kan man få vesentlig økt blyutslipp, fordi blypartikler tidligere avsatt i motor og eksos-system kan "blåse" ut. Dette blyutslippet har en bred størrelsesfordeling, fra svært små til svært store partikler. I motsetning til dette er blyutslippet ved jevn hastighet hovedsakelig på små partikler.

3. Effekt av vindhastighet/trafikkerturbulens

Gjennomsnittlig vindhastighet var 1.3 m/s under måleperioden. Dette er mindre enn normalt i Oslo, men det er representativt for vindhastigheten om sommeren på skjermede steder på Østlandet, spesielt på indre Østlandet. Forøvrig er 2-4 m/s mer typisk gjennomsnittlig vindstyrke i Sør-Norge om sommeren.

Til sammenligning er trafikken hastighet forbi målestedet ca 60 km/h, eller ca 16 m/s. Vindhastigheten i turbulenssonen tett ved veien er en del mindre enn dette. Turbulenselementene fra trafikken kan være av størrelse 3-6 meter, avhengig av tungtrafikkandelen. Støyskjermens og hekkens virkning på spredning av forurensninger fra veien må ses i sammenheng både med vindhastigheten og trafikkerturbulensen. Tatt i betraktning styrken på turbulensen i forhold til vindstyrken, er det naturlig å tro at det er skjermens/hekkens interaksjon med turbulensen som bestemmer virkningen. Jo større vindstyrken blir, jo større blir imidlertid den spredningseffekt en får ved at støyskjermen/hekken representerer et hinder for vinden.

8.2 STØYSKJERMENS VIRKNING

En direkte sammenligning av forurensningsnivået bak støyskjermen med nivået i åpent område kan gjøres fra figurene 11-22, som gjelder FP, IP, bly, sot, TSP og støvnedfall. Stort sett er nivået bak skjermen ikke vesentlig forskjellig fra der det er åpent. Ved nedvind er imidlertid blykonsentrasjonen vesentlig høyere bak skjermen. Stasjon 3 har for flere komponenter et høyere nivå enn stasjon 6.

Vi vil skille mellom nedvind, oppvind og gjennomsnitt, og først se på støv i luft (FP, IP, bly og sot). Ved nedvind var det høyere nivå av IP, bly og sot bak skjermen enn der det er åpent, bortsett fra sot på stasjon 2 som var lavere enn på stasjon 5 (figurene 12, 14 og 16). At det var høyere bak skjermen skyldes både skjermeffekten og trafikkeffekten (se kapittel 8.1). Størrelsen på trafikkeffekten er usikker, og den maskerer skjermens virkning.

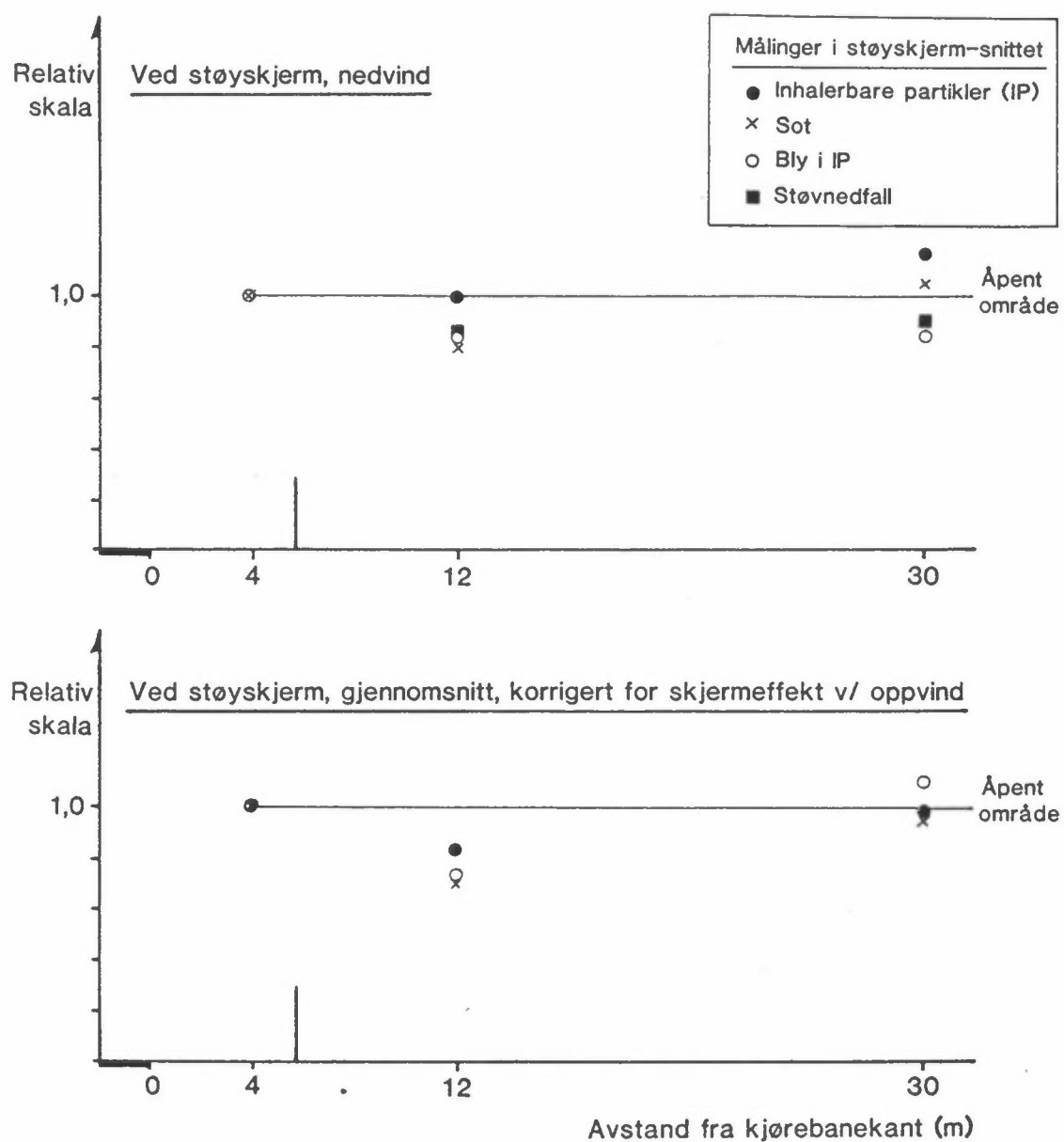
Det største estimat av støyskjermens virkning får en ved å anta at all økning av forurensning fra stasjon 4 til stasjon 1 skyldes trafikkeffekten. Trafikkeffekten må antas å gi like stor virkning på alle stasjonene i skjerm-snittet. Med denne antakelse får en at ved nedvind er forurensningsnivået ca 6 meter bak skjermen (stasjon 2), høyst 15-20% lavere enn i samme avstand fra veien der det er åpent (stasjon 5). Dette gjelder bly i IP og sot. For IP fås ingen forskjell på stasjonene 2 og 5 (figur 25).

På stasjon 3 blir forurensningsnivået for bly ca 15% lavere enn på stasjon 6, mens for IP og sot blir høyere enn på stasjon 6.

I realiteten er skjermeffekten større enn null og trafikkeffekten mindre enn antatt over. Virkningen av skjermen til å gi lavere forurensning på baksiden i forhold til om skjermen ikke var der, begrenser seg da til maksimalt 20%, men den er sannsynligvis noe mindre.

Ved oppvind fås en betydelig økt forurensning foran støyskjermen, på grunn av levirvelen som da fører forurensningen fra veien tilbake mot skjermen (figur 12, 14 og 16). En annen effekt er at selv ved oppvind vil stasjon 5 på grunn av trafikkurbulensen påvirkes av utslipp fra veien. Skjermen vil skjerme stasjon 2 fra slik påvirkning.

Figurene for gjennomsnittsbetlastning (figur 13, 15, 17, 19, 21 og 22) viser stort sett at forurensningen er noe lavere rett bak skjermen (stasjon 2) enn ved åpent (stasjon 5). Forurensningen 25 meter bak skjermen (stasjon 3) var imidlertid noe høyere enn i samme avstand der det er åpent (stasjon 6). En korreksjon for trafikkeffekten vil gi noe bedre forhold bak skjermen, spesielt når det gjelder bly. Forskjellen mellom stasjon 2 og 5 er ikke stor. Hovedårsakene til noe lavere nivå bak skjermen enn ved åpent er skjermens begrensede spredningseffekt ved nedvind, samt dens skjermende effekt ved oppvind.



Figur 25: Støvkonsentrasjoner bak støyskjermen relativt til åpent område, for nedvind-situasjoner og korrigert gjennomsnitt* for hele måleperioden.

*Korrigert for lé-effekten ved oppvind.

Det foranstående kan utledes fra målingene som er gjort foran skjermen og i avstandene 6 meter og 25 meter bak skjermen. De samtidige målingene av blyavsetning på ulike planter i bakkenivå, som er utført av stipendiat Per Anker Pedersen ved Institutt for dendrologi, NLH, gir større effekt av støyskjermen, og størst effekt i avstander mindre enn 6 meter bak skjermen. Dette kan antyde at støyskjermens virkning til å redusere forurensningsnivået av partikler i luft også er større innenfor 6 meters avstand enn det vi her har målt ved 6 meter.

Når det gjelder støvnedfall (store partikler) ville en vente en vesentlig effekt av støyskjermen. Skjerm- og trafikkeffekten foran støyskjermen synes å være liten for støvnedfall (figur 21), mens den er betydelig for blyinnholdet i støvnedfall (figur 22). En forklaring kan være det vesentlig økte utslippet av bly på store partikler ved sterk akselerasjon forbi støyskjermen.

Bak skjermen ble det målt nesten samme støvnedfall som i det åpne snittet. Virkningen av skjermen synes å være liten på det støvnedfall en måler i 1.6 meters høyde. Støvnedfallet ble målt ved å samle støv i en støvfallsmåler ("støvbøtte") med horisontal åpning. Denne måleren samler stort sett de partikler som av egen tyngde faller ned i den. Støvsamling med vertikal eller skråstilt åpning som også ville samle vindblåst støv og sprut, ville utvilsomt gi en betydelig støvreduserende effekt av støyskjermen, fordi den stopper de største partiklenes horisontale bevegelse ut fra veien. P.A. Pedersens målinger av blyavsetning på planter viser at støyskjermen har en vesentlig reduserende effekt på slik avsetning. Avsetningen på plantene nær veien (foran skjermen) vil i vesentlig grad skje ved horisontal transport av partikler fra veien. Støyskjermen reduserer derved nedsmussingen vesentlig.

8.3 HEKKENS VIRKNING

En direkte sammenligning av forurensningsnivået bak hekken med nivået i åpent område (figurene 11-22) viser at forurensningen bak hekken stort sett er en god del lavere enn i åpent område. Det er imidlertid også lavere foran hekken (stasjon 7) enn på åpent fortau (stasjon 4). Årsaken synes å være lavere utslipp ved hekken enn ved åpent område (trafikkeffekt). Et høyeste

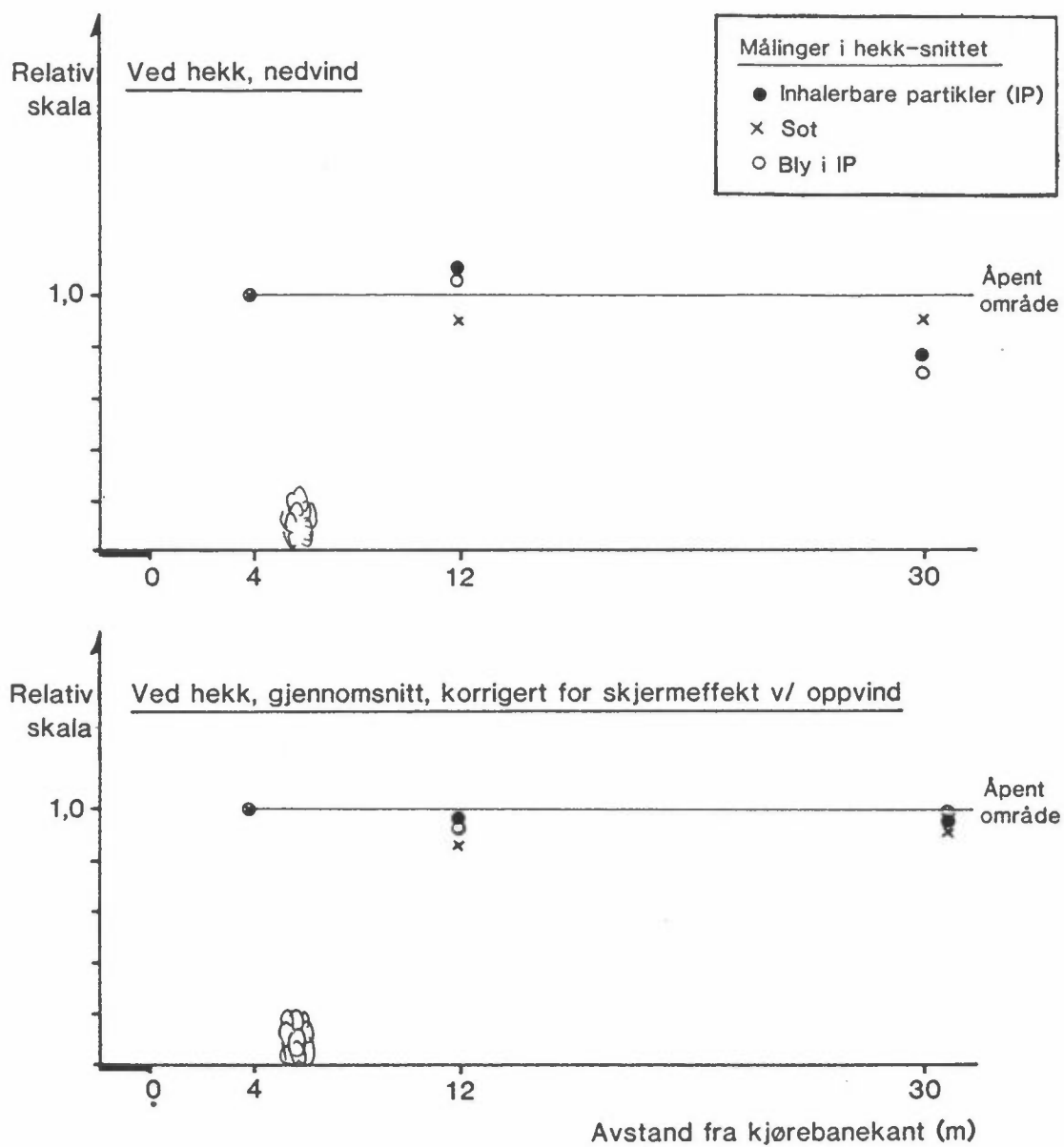
estimat for hekkens virkning på forurensningen ved nedvind fås ved å anta at all forskjell mellom stasjon 4 (åpent) og 7 (foran hekken) skyldes trafikkeffekt. En får da et noe høyere nivå av IP og bly i IP 6 meter bak hekken (stasjon 8,) enn i samme avstand åpent (stasjon 5), mens sotnivået blir noe lavere på stasjon 8. 25 meter bak hekken (stasjon 9) blir nivået 70-90% av nivået der det er åpent (figur 26).

Man måler altså lavere forurensning bak hekken enn i åpent område, men ved å ta hensyn til trafikkeffekten som kommer fram ved at forurensningen på stasjon 7 er lavere enn på stasjon 4, finner en ikke noen reduksjon av forurensningsnivået rett bak hekken i forhold til åpent, mens nivået ca 25 meter bak hekken er noe lavere enn der det er åpent.

På samme måte som for støyskjermen, er det mulig, på basis av P.A. Pedersens målinger, at hekkens virkning er større innenfor 6 meters avstand bak hekken enn målt ved 6 meter.

Fra våre målinger kan en ikke konkludere noe om hekkens virkning på støvnedfall. Målingene gir lavere nivå ved hekken enn på de to andre snittene. Imidlertid falt en av de to parallelle målingene ut på alle stasjonene 7, 8 og 9, slik at resultatet er usikkert.

Våre støvnedfallsmålinger ved hekken er for usikre til å kunne konkludere om hekkens virkning på støvnedfall, fordi en av de to parallelle målingene falt bort på alle de tre målestedene. På samme måte som for støyskjermen har hekken utvilsomt en reduserende effekt når det gjelder de største partikler og sprut, fordi den stopper partiklenes horisontale bevegelse ut fra veien. Hekken reduserer derved nedsmussingen vesentlig.



Figur 26: Støvkonsentrasjoner bak vegetasjonshekk relativt til åpent område, for nedvindsituasjoner og korrigert gjennomsnitt* for hele måleperioden.

*Korrigert for lé-effekten ved oppvind.

9 KONKLUSJON

Støyskjerm

Ved de rådende forhold (1.3 m/s gjennomsnittlig vindhastighet, 3 meter høy støyskjerm ca 5 meter fra fortauskant, hovedvindretning 30^0 vinkel på støyskjermens retning, trafikk ca 60 km/h, har en funnet følgende effekt av støyskjermen på partikkelforurensningen:

1. Når det gjelder nedsmussing, som i hovedsak skyldes store partikler som slynges ut fra veibanen på grunn av trafikken, har støyskjermen utvilsomt en vesentlig reduserende effekt. Per Anker Pedersens målinger av blyavsetning på planter kan benyttes til å gi et estimat av denne effekten.
2. Konsentrasjonen av små partikler (inhalerbare) var 6 meter bak skjermen høyst 15-20% lavere enn den ville vært om skjermen ikke var der. 25 meter bak skjermen var virkningen av skjermen mindre.
3. Virkningen er kanskje bedre enn dette i området mindre enn 6 meter bak skjermen.

Andre forhold kan gi andre effekter:

4. Virkningen av støyskjermen til å gi redusert konsentrasjon av forurensninger bak skjermen kan øke med økende vindstyrke, spesielt om avstanden mellom skjermen og veikanten øker slik at en kommer ut av sonen med sterk bilturbulens.
5. Høyere skjerm kan gi bedre virkning, fordi den kan skjerme bedre mot bilturbulensen.
6. Lavere kjørehastighet vil redusere trafikk-turbulensen, og derved kan effekten av en støyskjerm bli større.

Hekk

Ved de rådende forhold (1.3 m/s gjennomsnittlig vindhastighet, ca 2.5 meter høy og ca 1.5 meter bred glissen hekk, hovedvindretning 30^0 vinkel med hekkretningen, trafikk 60-70 km/h) har en funnet følgende effekt av hekkens virkning på partikkelforurensningen:

1. Når det gjelder nedsmussing, som i hovedsak skyldes store partikler som slynges ut fra veibanen på grunn av trafikken, har hekken utvilsomt en vesentlig reduserende effekt. Per Anker Pedersens målinger av bly-avsetning på planter kan benyttes til å gi et estimat av denne effekten.
2. For små partikler (inhalerbare) var konsentrasjonen bak hekken omtrent den samme som en ville hatt om hekken ikke var der.
3. Virkningen var kanskje bedre enn dette i området innenfor 6 meter bak hekken.

Andre forhold kan gi andre effekter:

4. Jo høyere og tettere hekken er, jo større vil den nedsmussingsreduserende effekten sannsynligvis bli.
5. En hekk vil kunne redusere konsentrasjonene av forurensningen på baksiden, bare hvis den blir svært tett (lite gjennomtrengbar for vind) og er høy og smal, slik at den representerer et hinder for vind. Virkningen av en slik hekk kan være større jo høyere den er.

DEFINISJONER

- Inhalerbart støv (IP, partikler med diameter $< 10 \mu\text{m}$). Partikler med diameter $< 10 \mu\text{m}$ vil ved neseputing komme inn i åndedrettssystemet (forbi det filteret som nesen representerer).
- Finfraksjon (FP, partikler med diameter $< 2.5 \mu\text{m}$). Partikler mindre enn $3-5 \mu\text{m}$ kalles respirable partikler. De følger luftstrømmen inn i lungene (forbi luftrøret og bronkiene) og kan avsettes i de indre deler av lungene. Finfraksjonen ($< 2.5 \mu\text{m}$) er en rimelig god tilnærming til respirabel partikkelfraksjon.
- Grovfraksjon (GP, partikler med diameter $2.5-10 \mu\text{m}$). Grovfraksjonen er differansen mellom inhalerbare partikler og finfraksjonen, og representerer de partikler som avsettes i de øvre deler av åndedrettssystemet (svelg, luftrør).
- Totalt svevestøv (TSP, partikler med diameter $< \text{anlagsvis } 50 \mu\text{m}$). Samlet mengde partikler i luft med oppholdstid lengre enn noen minutter. Inkluderer også inhalerbare partikler. De største partiklene ($50 \mu\text{m}$) har i vindstille en fallhastighet på ca 5 cm/sek . Disse gir et bidrag til nedsmussingen.
- Nedfallstøv Partikler som samles (faller ned i) en støvfallsmåler (sylindrisk beholder med horisontal åpning for oppsamling av støv). Nedfallstøv domineres av store partikler ($> \text{anlagsvis } 100 \mu\text{m}$).
- Nedsmussing Avsetting av støv på flater. Nær en trafikkert vei vil både store veistøvpertikler, sølesprut og fine sotpartikler bidra til nedsmussingen.
- Nedvind Angir en situasjon der vinden transporterer forurensningen fra en forurensningskilde mot det området en betrakter.
- Oppvind Angir en situasjon der vinden har retning fra det området en betrakter og mot forurensningskilden.

VEDLEGG A
Måleresultater, enkeltverdier

Tabell 1 : Svevestøvmålinger ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Ringveien v/Ullevål stadion, 16.7.-31.8.1984.

Prøveperioder	Stasjonsnr.		1		2		3		4		5		6		7		8		9			
	Prøvetaker	DICHO	HVS	<10	<2.5	<10	DICHO	HVS	<50	HVS/SSI	<10	DICHO	HVS	<2.5	<10	<50	HVS/SSI	<10	HVS/SSI	HVS		
Fraksjon Vind ¹ Bakke ²																						
16-18.7	N	F	6	14	55	5	8	9	7	7	11	8	9	7	7	11	8	9	7	7	11	8
18-20.7	N	F	9	19	70	6	11	17	12	12	17	12	17	12	17	12	17	12	17	12	17	12
26.7-7.8																						
26-28.7	N	T	7	15	39	3	7	11	8	8	11	8	11	8	11	8	11	8	11	8	11	8
5-7.8	S	F	20	35	70	16	26	38	25	25	38	25	38	25	38	25	38	25	38	25	38	25
28-30.7/																						
30.7-1.8	B	T	18	33	76	15	24	37	29	29	37	29	37	29	37	29	37	29	37	29	37	29
24-26.7/																						
1-5.8	B	F	18	29	60	15	21	26	20	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26	20
Middelverdi			16.5	29	63	13.5	20.5	29	22	22	29	22	29	22	29	22	29	22	29	22	29	22
7-21.8																						
7-9.8	S	F/T	18	39	99	14	27	40	24	24	40	24	40	24	40	24	40	24	40	24	40	24
11-13.8	S	T	-	-	66	13	21	33	23	23	33	23	33	23	33	23	33	23	33	23	33	23
19-21.8	S	T	20	58	223	15	33	67	39	39	67	39	67	39	67	39	67	39	67	39	67	39
9-11.8/																						
13-15.8	B	T	10	23	62	7	13	19	13	13	19	13	19	13	19	13	19	13	19	13	19	13
15-17.8/																						
17-19.8	B	F	11	23	55	7	12	18	13	13	18	13	18	13	18	13	18	13	18	13	18	13
Middelverdi			13.5	32	89	10	18.5	30.5	20	20	30.5	20	30.5	20	30.5	20	30.5	20	30.5	20	30.5	20
21-31.8																						
21-23.8	S	T	26	54	148	21	38	75	41	41	75	41	75	41	75	41	75	41	75	41	75	41
27-29.8	S	T	25	46	101	19	31	48	36	36	48	36	48	36	48	36	48	36	48	36	48	36
23-27.8/																						
29-31.8	B	T	18	32	88	10	20	43	20	20	43	20	43	20	43	20	43	20	43	20	43	20
Middelverdi			21	40	103	14	26	50.5	27.5	27.5	50.5	27.5	50.5	27.5	50.5	27.5	50.5	27.5	50.5	27.5	50.5	27.5
Samlet middelverdi			16	31	81	12	20	33	21	21	33	21	33	21	33	21	33	21	33	21	33	21

≈ mangler én prøve 1) Vindretning: N-nordlig sektor; S-sørlig sektor; B-blandet,

* usikkert luftvolum 2) Bakkeforhold: T - tørt; F - fuktig.

Tabell 2: Svevestøvmålinger ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Ringveien v/Ullevål stadion, 16.7.-31.8.1984.

Prøveperioder	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	DICHO	HVS	DICHO	HVS	HVS/SSI	DICHO	HVS	DICHO	HVS	DICHO	HVS	HVS/SSI	DICHO	HVS	HVS/SSI	DICHO	HVS	HVS/SSI
Fraksjon	<2.5	<10	<2.5	<10	<10	<2.5	<10	<2.5	<10	<2.5	<10	<10	<2.5	<10	<10	<2.5	<10	<15
Middelverdier																		
Samlet, 16.7-31.8	16	31	12	20	33	14	26	62	36	19	29	21*	36	19	29	21*	36	19
Nordlig vind (3)	7	16	5	9	12.5	≈5	≈11	26.5	13	8	12.5	≈8	13	8	12.5	≈8	13	8
Sørlig vind, (6)	≈21	≈45	16	29	50	20	38	91	52	25	40	29	52	25	40	29	52	25
Sørlig vind, fuktig bakke (2)	19	37	15	27	39	18	36	83	45.5	23.5	36.5	25*	45.5	23.5	36.5	25*	45.5	23.5
Sørlig vind, tørr bakke (3)	24	53	18	34	63	22	44	108	62	29	47	34	62	29	47	34	62	29
Sørlig vind, tørr bakke (2) ekskl. lør/søndag	23	56	18	35.5	71	21.5	46.5	121	66.5	29.5	45	32	66.5	29.5	45	32	66.5	29.5
Blandet vind, fuktig bakke (5)	15	26	11	17	22	13	23	39	26	16.5	25	17	26	16.5	25	17	26	16.5
Blandet vind, tørr bakke (7)	15	29	11	19	33	12	24	60.5	38	20.5	29	21.5	38	19.5	29	21.5	38	19.5
Forholdstall																		
Sør/nord	≈3	≈3	3.2	3.2	4.0	≈4	≈3	3.4	4.0	3.5	3.2	3.4	4.0	3.1	3.2	3.4	4.0	3.1
Sørlig vind, tørr/fuktig ekskl. lør/søndag	1.2	1.5	1.2	1.3	1.8	1.2	1.3	1.5	1.5	1.6	1.2	1.3	1.5	1.5	1.3	1.2	1.5	1.5
Blandet vind, tørr/fuktig	1.0	1.1	1.0	1.1	1.5	0.9	1.0	1.6	1.5	1.3	1.2	1.3	1.5	1.2	1.2	1.2	1.5	1.2

≈mangler én prøve

*usikkert luftvolum

Tall i parentes: antall 2-døgns-prøver

Tabell 3: Blymålinger ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Ringveien v/Ullevål stadion, 16.7.-31.8.1984.

Prøveperiode	Stasjonsnr.	1		2		3		4		5		7	8	9
		DICHO	HVS	DICHO	HVS	HVS/SSI	DICHO	HVS	DICHO	HVS	HVS/SSI			
16-18.7 18-20.7	N F N F	<2.5	<10	<2.5	<10	<2.5	<10	<2.5	<10	<2.5	<10	<10	<10	<15
24.7-7.8 26-28.7 5-7.8 28-30.7/ 30.7-1.8 24-26.7/ 1-5.8	N T S F B T B F													
		.11	.17	.01	.03	.02	.04	.02	.02	.02	.01	.06		.01
		.20	.27	.06	.09	.08	.07	.07	.12	.14	.07	.12		.04
		.38	.61	.21	.31	.35	.26	.26	.36	.44	.28	.29		.18
		.29	.43	.15	.22	.25	.20	.20	.27	.30	.19	.22		.14
Middelverdi	B F	≈27	≈44	.14	.19	.23	.17	.20	.26	.32	.18	.13	.25	.10
		.28	.44	.14	.20	.23	.18	.19	.26	.30	≈.18	.23	.13	.11
		.40	.59	.21	.30	.34	.24	.30	.43	.45	.28	.34	.18*	
		.56	.82	.39	.50	.61	.53	.40	.55	.67	.48	.52	.46	
Middelverdi	B F	.27	.39	.07	.11	.13	.10	.13	.17	.21	.11	.07	≈.28	
		.32	.47	.13	.19	.22	.18	.18	.23	≈.42	.17	.23	.13*	
		≈.31	≈.50	.17	.24	.29	.23	.23	.30	.40	.23	.31	.18*	
		.41	.60	.20	.29	.35	.27	.28	.37	.47	.28	.32	.20	
		.52	.75	.30	.43	.44	.48	.35	.45	.61	.39	.46	.29	
Middelverdi	B T	.30	.46	.15	.18	≈.35	≈.32	.20	.26	.34	.20	.13	.26	
		.37	.55	.19	.25	.37	.34	.25	.32	.42	.25	.17	.31	.18
		.30	.46	.15	.21	.27	.22	.20	.27	.34	.20	.14	.26	.15*
Middelverdi	S T S T B T	.41	.60	.20	.29	.35	.27	.28	.37	.47	.28	.20	.32	
		.52	.75	.30	.43	.44	.48	.35	.45	.61	.39	.28	.46	
		.30	.46	.15	.18	≈.35	≈.32	.20	.26	.34	.20	.13	.26	
		.37	.55	.19	.25	.37	.34	.25	.32	.42	.25	.17	.31	.18
		.30	.46	.15	.21	.27	.22	.20	.27	.34	.20	.14	.26	.15*

≈ mangler én prøve
* usikkert flow

1) Vindretning: N-nordlig sektor; S-sørlig sektor; B-blandet,
2) Bakkeforhold: T - tørt; F - fuktig.

Tabell 4: Blymålinger ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Ringveien v/Ullevål stadion, 16.7.-31.8.1984.

Prøveperioder	1		2		3		4		5		6		7		8		9		
	DICHO	HVS	DICHO	HVS	HVS/SSI	DICHO	HVS	DICHO	HVS	DICHO	HVS	HVS/SSI	DICHO	HVS	HVS/SSI	DICHO	HVS	HVS/SSI	
Stasjonsnr.	<2.5	<10	<2.5	<10	<10	<2.5	<10	<2.5	<10	<2.5	<10	<10	<2.5	<10	<10	<2.5	<10	<10	<15
Middelveidier																			
Samlet, 16.7-31.8	.30	.46	.15	.21	.22	.20	.27	.34	.20	.20	.20	.14	.26	.15*					
Nordlig vind (3)	.16	.24	.047	.073	.060	.07	.08	.093	.057	.037	.057	.037	.093	.035	.023				
Sørlig vind, (6)	.45	.67	.79	.25	.34	.31	.42	.51	.33	.25	.33	.25	.37	.24					
Sørlig vind, fuktig bakke (2)	.39	.60	.21	.31	.25	.28	.40	.45	.28	.22	.28	.22	.32	.18*					
Sørlig vind, tørr bakke (3)	.50	.72	.30	.41	.43	.34	.46	.58	.38	.29	.38	.29	.43	.32					
Sørlig vind, tørr bakke (2) ekskl. lør/søndag	.46	.68	.25	.36	.38	.32	.41	.54	.34	.24	.34	.24	.39	.25					
Blandet vind, fuktig bakke (5)	.30	.46	.14	.19	.18	.19	.25	.37	.18	.13	.18	.13	.24	.13					
Blandet vind, tørr bakke (7)	.28	.43	.12	.17	.21	.18	.23	.28	.17	.11	.17	.11	.25	.15					
Forholdstall																			
Sør/nord	2.8	2.8	.3	4.8	5.7	4.4	5.3	5.5	5.8	6.8	5.8	6.8	4.0	6.5					
Sørlig vind, tørr/fuktig ekskl. lør/søndag	1.2	1.15	1.2	1.15	1.5	1.15	1.0	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.4					
Blandet vind, tørr/fuktig	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.95	0.9	0.75	0.95	0.85	0.95	0.85	1.0	1.15					

*mangler én prøve

*usikkert luftvolum

Tall i parentes: antall 2-døgns-prøver

Tabell 5: Sotmålinger ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Ringveien v/Ullevål stadion, 16.7-17.8.1984.

Prøveperioder	Stasjonsnr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Vind	Bakke									
16-18.7	N	F	8	-	1.5	3	-	2.5	6	1.5	1
18-20.7	N	F	13	6	4	8	-	-	6.5	4	2.5
<u>24.7-7.8</u>											
26-28.7	N	T	11.5	3.5	2.5	4	4.5	3	6	4	2
5-7.8	S	F	31	17.5	16.5	24.5	17.5	13	20.5	13	9.5
28-30.7/											
30.7-1.8	B	T	19	10.5	9.5	≈ 14	12.5	9.5	14	9.5	6
24-26.7/											
1-5.8	B	F	22	11.5	10	≈ 17	14	9	16	9.5	7
Middelverdi			21	11	9.5	≈ 15	12.5	9	14.5	9	6.5
<u>7-21.8</u>											
7-9.8	S	F/T	37	18	14	29	19	13	26	16	11
11-13.8	S	T	14	12	10	19	14	11	16	11	9
9-11.8/											
13-15.8	B	T	23	9	8	15	10	6	14.5	6.5	6.5
15-17.8	B	F	22.5	8.5	7.5	13.5	10	6	17	7	5.5
Middelverdier											
Samlet 16.7-19.8			20.5	10	8.5	15	≈ 11.5	8	14.5	8.5	6
Nordlig vind (3)			11	≈ 4	2.5	5	-	≈ 3.5	6	3	2
Sørlig vind (3)			27.5	16	15	24	17	12.5	21	13.5	10
Sørlig vind, ekskl. lør/søn (2)			34	18	16	27	18.5	13	23.5	14.5	10.5
Blandet vind, tørt (4)			21	10	9	14	12	8	14	8	6
Blandet vind, fuktig (4)			22	10	9	15	12	7.5	16.5	8	6
Forholdstall											
Sør/nord			2.5	≈ 3.2	6	4.8	-	≈ 3.6	3.5	4.5	5
Blandet vind, tørt/fuktig			≈ 1.0	1.0	1.0	≈ 1.0	1.0	≈ 1.0	≈ 1.0	1.0	1.0

Tall i parentes: antall 2-døgns-prøver.

Tabell 6: Støvnedfall, Ringveien v/Ullevål, 9.7-3.9.1984.

Stasjon	Antall prøver	Vannuløselig støvnedfall mg	Bly i vannuløselig støvnedfall µg	Kommentar
1	2	506 463	825 575	
2	2	180 162	111 70	
3	2	116 60	92 47	Algevekst
4	2	440 432	172 215	"
5	2	182 186	92 144	"
6	2	83 85	24 44.5	
7	2	402 131	127 44.5	Algevekst
8	1	150	55	
9	1	22	18	

VEDLEGG B

Sammenligning mellom to målemetoder for
inhalerbare partikler

Inhalerbar partikkelkonsentrasjon (IP, partikler < 10 µm i diameter) ble målt med følgende metoder:

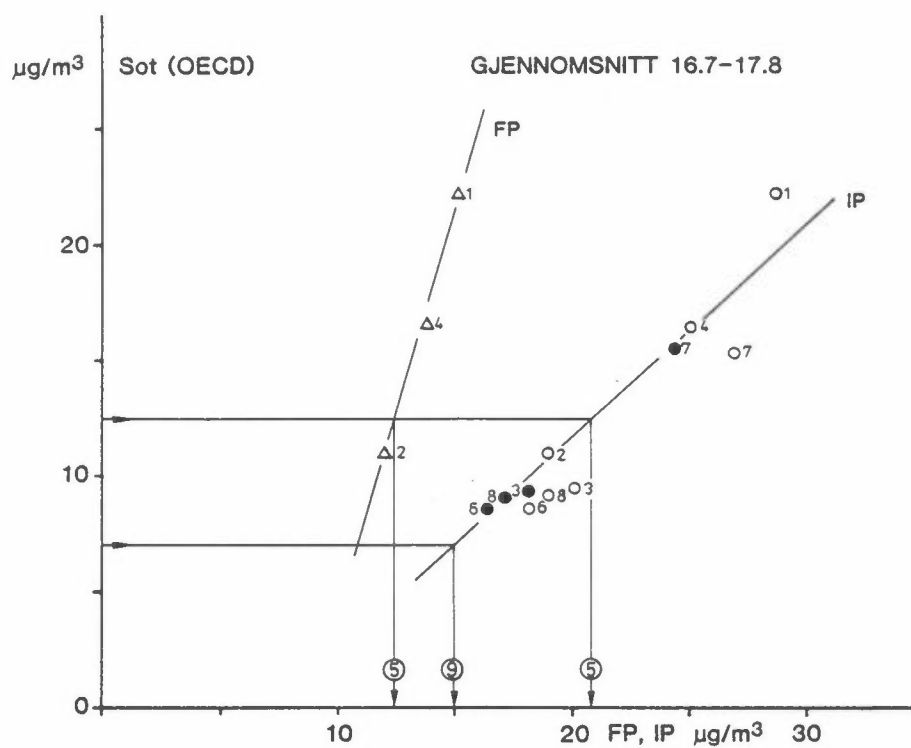
Stasjon 1, 2, 4, 5 : "Dichotomous sampler" (DICHO)

Stasjon 3, 6, 7, 8, 9: "High volume sampler w/size selective inlet"
(HVS-SSI).

I andre undersøkelser (Bergen Rådhus mars/april 1984; Oslo, Store Ringvei mars/juni 1985) er disse to typer instrumenter kjørt samtidig ved siden av hverandre. Disse sammenligninger har vist at det er en tendens til at HVS-SSI-metoden gir noe høyere verdier enn DICHO-metoden. Forskjellen varierer noe fra prøve til prøve, og er i gjennomsnitt ca 10%.

Vi betrakter DICHO-metoden som referansem metode. I denne undersøkelsen korrigeres derfor HVS-SSI-resultatene for inhalerbart støv med -10% slik at IP-resultatene fra de ulike målesteder kan sammenlignes.

I figur B1 er samhørende verdier av IP og sot på de ulike målestasjoner plottet (åpne sirkler). Stasjonene 3, 6, 7 og 8 (stasjoner med HVS-SSI) skiller seg fra stasjonene 1, 2 og 4 (stasjoner med DICHO). Ved å korrigere HVS-SSI tallene med -10% (i overensstemmelse med resultatene fra Bergen Rådhus og Store Ringvei, Oslo) (fylte sirkler) faller stasjonene 3, 6, 7 og 8 inn på en nær rett linje med punktene 2 og 4.



Figur B1: Samhørende verdier av IP og sot før (åpne sirkler) og etter (fylte sirkler) en -10% korreksjon av punktene 3, 6, 7 og 8 (HVS-SSI-stasjonene).

VEDLEGG C

Forholdet mellom partikler, bly og sot

Sammenligning mellom målte verdier i luft
og utslippsfaktorer

Som en kontroll av målingene av konsentrasjoner av partikler, bly og sot langs veien er det av interesse å undersøke om det er konsistens mellom disse og de utslippsfaktorer som NILU benytter for partikler, bly og sot for lette og tunge biler.

Utslippsfaktorene er gitt i tabell C1.

Tabell C1: Utslippsfaktorer for partikler, bly og sot.

	Kaldstart- andel	Lette biler (97% bensin/3% diesel)		Tunge biler (100% diesel)	
		50 km/h	80 km/h	50 km/h	80 km/h
Partikler	0	120	155	1000	1000
	15	145	185	-	-
Bly*	0	3	4	0	0
	15	3.7	5	-	-
Sot**	0	11	11	500	500
	15	13	13	-	-

* Ved 0.15 g Pb/l bensin

** Elementært karbon

Trafikksammensetningen på Store Ringvei antas å være den samme som over Nydalsbroen. Ved målinger der i mai 1983 fant man følgende sammensetning:

Personbiler: 84% }
Varebiler : 7% } Lette biler: 91%

Tunge biler: 6.5% }
Busser : 0.3% }
Trailere : 1.3% } Tunge biler: 9%

Denne sammensetningen gir de forholdstall mellom partikler, bly og sot som er gitt i tabell C2.

Ved vått veidekke er bileksosen hovedkilden til partikler, bly og sot ved veien. Til sammenligning med utslippsfaktorene velger vi stasjon 4

(fortau-stasjon, åpent terreng) fordi det der ikke er noen oppkonsentrering- eller lé-effekter. Forholdet mellom målte konsentrasjoner av partikler (FP), bly og sot på stasjon 4 ved nedvind (sørlig vind) og vått veidekke er gitt i tabell C2.

En ser at forholdstallene fra målingene stemmer godt overens med forholdstallene beregnet fra de utslippsfaktorer NILU bruker.

Tabell C2: Målt forhold mellom partikler, bly og sot i luft og samme forhold i utslippet fra trafikken, beregnet fra utslippsfaktorer.

	Målt på stasjon 4 Nedvind, vått vei- dekke	Beregnet fra utslippsfaktorer og trafikksammensetning	
	60-65 km/h	50 km/h	80 km/h
<u>Bly</u>	0.016	0.014	0.016 (0% KA*)
Partikler		0.015	0.017 (15% KA)
<u>Sot</u>	1.5		
Partikler			
<u>Elementært C</u>	0.30**	0.28	0.24 (0% KA)
Partikler		0.26	0.22 (15% KA)
<u>Sot</u>	96		
Bly			
<u>Elementært C</u>	19**	20	15 (0% KA)
Bly		17	13 (15% KA)

* Andel biler i kaldstartfasen

** Beregnet fra sot(OECD)-målingene. Forholdet mellom sot (OECD) og EC regnes tilnærmet lik 5.

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
 POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 65/86	ISBN-82-7247-744-0	
DATO MAI 1986	ANSV. SIGN. <i>J. Schjorager</i>	ANT. SIDER 78	PRIS Kr. 60,00
TITTEL Støyskjermers og vegetasjonshekkers virkning på støvforurensningen langs veier. Målinger ved Store Ringvei i Oslo, sommeren 1984.		PROSJEKTLEDER S. Larssen	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8433	
FORFATTER(E) Steinar Larssen og Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Grenseveien 92, 0663 Oslo 6			
3 STIKKORD (à maks. 20 anslag) Veistøvforurensning Støyskjerm Vegetasjonshekk			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) På et måleområde på Store Ringvei ved Ullevål stadion i Oslo er forurensningen av luftbåret støv og støvnedfall foran og bak en støyskjerm og en vegetasjonshekk sammenlignet med et område uten barrierer.			

TITLE On the effect of noise barriers and vegetation hedges on air pollution concentrations near roads. Results of measurements in Oslo.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) The concentration of airborne particles and amount of dustfall has been measured in front of and behind a noise barrier and a vegetation hedge, and compared with the condition in a closely situated open area with no barriers.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C