

NILU
Oppdragsrapport nr 72/73
Referanse: E0-2-11.72
Dato: Desember 1973

LUFTFORURENSNINGSMÅLINGER I LARVIK

av

A J Magnus

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 15, 2007 KJELLER
NORGE

	<u>INNHALDSFORTEGNELSE</u>	Side
1	<u>INNLEDNING</u>	2
2	<u>TOPOGRAFI, BEBYGGELSE OG INDUSTRI</u>	3
3	<u>ATMOSFÆRISKE SPREDNINGSFORHOLD</u>	3
3.1	<u>Generelt</u>	3
3.2	<u>Vindforholdene i Larvik</u>	4
4	<u>LOKALE UTSLIPP AV LUFTFORURENSNINGER</u>	6
5	<u>MÅLINGER AV LUFTFORURENSNINGER I LARVIK</u>	7
5.1	<u>Målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og svevestøv</u>	7
5.1.1	<u>Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂</u>	7
5.1.2	<u>Døgnmiddelkonsentrasjoner av svevestøv</u> ...	9
5.2	<u>Analyse av "kommunekasse"-filtre for spesielle elementer</u>	10
5.3	<u>Målinger av støvfall</u>	12
5.4	<u>Korttidsmålinger av SO₂ og vind i området ved Treschow-Fritzøe halvkjemisk cellulosefabrikk (IMCOmeter program)</u>	14
5.4.1	<u>Utslippsforhold</u>	15
5.4.2	<u>Målinger</u>	16
5.4.3	<u>Resultater</u>	16
5.4.4	<u>Diskusjon av resultatene</u>	18
6	<u>SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</u>	20
6.1	<u>Vindforholdene i Larvik</u>	20
6.2	<u>Lokale utslipp av luftforurensninger</u>	20
6.3	<u>Målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂</u>	20
6.4	<u>Målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner av svevestøv</u>	21
6.5	<u>Analyse av "kommunekasse"-filtre for spesielle elementer</u>	21
6.6	<u>Målinger av støvfall</u>	22
6.7	<u>Korttidsmålinger av SO₂ og vind i området ved Treschow-Fritzøe halvkjemisk cellulosefabrikk (IMCOmeter program)</u>	22
6.8	<u>Konklusjon</u>	23
7	<u>REFERANSER</u>	24

LUFFORURENSNINGSMÅLINGER I LARVIK

1 INNLEDNING

Denne rapport sammenfatter luftforurensningsmålinger foretatt av Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) i Larvik kommune i tidsrommet 1. september 1971 til 31. august 1973. Målingene er utført etter oppdrag fra Larvik kommune.

Hensikten med målingene har vært å undersøke luftforurensningssituasjonen i Larvik, først og fremst med hensyn til svoveldioksyd (SO_2), og dernest svevestøv. Svevestøvs innhold av en del elementer som er aktuelle for Larvik er utført og det er også foretatt støvfallsmålinger. Når det gjelder undersøkelsene av svevestøv og støvfall, er disse ufullstendige.

En har nyttet opptil 6 måleapparater, "kommunekasser", for målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 og svevestøv (og elementer). Instrumenter av typen "IMCOmeter" har vært nyttet sammen med vindregistreringer for å undersøke bidraget av SO_2 -forurensninger fra en enkelt kilde. NILU's støvfalls-samler har vært nyttet i to målepunkter i et område med rapporterte støvplager.

Undersøkelsen er utført i nært samarbeid med byveterinær Arnfinn Hop, og døgnmålingene av SO_2 har vært analysert ved byveterinærens laboratorium.

2 TOPOGRAFI, BEBYGGELSE OG INDUSTRI

Larvik ligger mellom Farrisvannet (22 m.o.h.) og Larviksfjorden som åpner seg ut mot Skagerak. Terrenget er småkupert, med delvis skogkledde høyder opp til 50 - 100 m.o.h. Farrisvannet og Larviksfjorden har innflytelse (kanaliserende effekt) på det lokale vindfeltet.

Larvik har ca 12.000 innbyggere. Bortsett fra blokkbebyggelse i sentrum, er lav villabebyggelse dominerende. Omtrent halvparten av befolkningen er engasjert i industrien som igjen har sin hovedtyngde i treforedling og verkstedindustri. Treschow-Fritzøe med tresliperi, wallboard-fabrikk og halvkjemisk cellulosefabrikk er Larvik's største foretagende. Ellers kan nevnes Larvik Smelteverk, A/S Elkem-Rockwool og Larvik Pigmentfabrikk A/L (se figur 1).

3 ATMOSFÆRISKE SPREDNINGSFORHOLD

3.1 Generelt

En luftstrøm beskrives vanligvis som summen av en midlere bevegelse og en turbulent bevegelse. Den turbulente bevegelsen består av strømningsvirvler av varierende dimensjon avhengig av hvordan virvlene har oppstått. De turbulente bevegelsene sprer et utslipp av luftforurensninger i høyden og til siden slik at utslippets utstrekning blir større og konsentrasjonen mindre når avstanden fra utslippet øker.

Atmosfærens turbulente tilstand er generelt avhengig av følgende faktorer:

- vindstyrken og dens variasjon med høyden.
- den vertikale temperaturfordelingen i atmosfæren (termisk stabilitet).
- den mekaniske effekt av gjenstander som står i luftstrømmen (mekanisk induisert turbulens).

De framherskende vindretninger og frekvensen av disse har betydning for å vurdere virkningen av forurensninger over lang tid. Når en ser på vindretninger er det riktig å vurdere topografiske uregelmessigheter, da disse vil påvirke vinden ved f eks kanalisering i daler og ved sterk turbulens på tvers av dalene.

Figur 2 illustrerer spredningen av utslipp fra en bakkekilde og en skorstein ved ulike atmosfæriske stabilitetsforhold.

3.2 Vindforholdene i Larvik

I perioden 17 mars - 15 mai 1973 har en, i forbindelse med korttidsmålinger (halvtimesmidler) av SO₂, hatt i drift en registrerende vindmåler på taket av Treschow-Fritzøe's halv-kjemiske cellulosefabrikk (heretter kalt TF). For å danne et generelt bilde av vindforholdene i Larvik har en nyttet en framgangsmåte som er skissert nedenfor.

Meteorologisk Institutt's værstasjon på Torp flyplass ved Sandefjord er den nærmeste meteorologiske stasjon. Denne har registrerende vindmåler. Området rundt Torp er flatt og en kan ikke vente noen lokal kanalisering av vinden.

Et regnemaskinprogram, utviklet på NILU, har vært nyttet til å sammenligne samtidige vindretninger (timesmidler) ved Torp og TF for perioden 17 mars - 15 mai 1973. Resultatene er vist i figur 3. Vindroser for perioden for Torp og TF er vist i figur 4. Vindfrekvensen er gitt i 12 hovedretninger,

dvs i 30°-sektorer. Vindretningene definert som den retningen vinden blåser fra. Vindretning 360° betyr vind fra nord, mens 90° betyr vind fra øst, osv.

Resultatene viser at vindbildet i grove trekk er det samme ved de to målestedene. Det er forøvrig tydelig at Farrisvannet og Larviksfjorden har en betydelig lokal kanalisierende virkning på vinden. Vinden fra sektoren 270° - 330° på Torp har således en mer nordlig retning (360°) ved TF.

Torp har i perioden 4,2% vindstille, mens TF har 0,1%. Denne forskjellen skyldes vesentlig at vindmåleren på Torp (Fuess) har en høyere starthastighet enn NILU's måler (Lambrechts Woelfle). Ved vindstille på Torp dominerer vanligvis lokale vindsystemer. I disse situasjonene har en oftest et drag nedover Farrisvannet - Larviksfjorden.

I figur 5 er det vist vindroser for de forskjellige årstidene for Torp. Vindrosene representerer perioden 1962 - 1971. På grunnlag av analysen ovenfor kan en si følgende om vindforholdene i Larvik:

Vind fra nordlig retning har betydelig frekvens i alle årstider og er dominerende om vinteren og til dels våren. Vind fra sørlig retning er dominerende om sommeren og forholdsvis hyppig i de andre årstidene. Vind fra vestlig kant synes å variere forholdsvis lite med årstiden og har generelt lavere frekvens enn vind fra sørlig kant. Vind fra østlig kant har lav frekvens, spesielt om høsten og vinteren.

På grunn av overflatens beskaffenhet og topografien i Larvikområdet vil en vente vinder med forholdsvis lavere turbulensintensitet fra nordlig retning enn fra østlig og vestlig retning ved TF. Dette er illustrert med noen utdrag av registreringspapiret fra vindmåleren på TF i figur 6. Ved vestlig vind vil en få det en kaller meandring av røykfanen.

4 LOKALE UTSLIPP AV LUFTFORURENSNINGER

En kan generelt dele inn luftforurensningsutslipp i to kategorier:

- 1) Industrielle prosessutslipp.
- 2) Avgasser fra forbrenningsprosesser (bensin, diesel, gass, kull, olje, søppel etc).

Luftforurensningskomponenter av interesse er vanligvis:

SO ₂	- prosessutslipp, forbrenning av svovelholdig brensel (olje).
NO, NO ₂	- forbrenningsprosesser (fyring, bilmotor).
CO	- ufullstendig forbrenning (bilmotor).
Hydrokraboner	- ufullstendig forbrenning (bilmotor).
Partikler (svevestøv, støvfall)	- ufullstendig forbrenning (fyring, bilmotor), prosessutslipp, oppvirvling fra veier og jord.

Av disse luftforurensningskomponentene er bare SO₂ og partikler undersøkt. En kjenner ikke størrelsen av SO₂-utslippene fra mindre fyringsanlegg (boliger o.l.) i Larvik. Disse utslippene er sannsynligvis ubetydelige. Måleprogrammet har påvist betydelige enkeltkilder for SO₂ og partikler (se 5.2, 5.3 og 5.4).

5 MÅLINGER AV LUFTFORURENSNINGER I LARVIK

5.1 Målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og svevestøv

1. september 1971 startet Larvik kommune i samarbeid med NILU målinger av forurensninger i Larvik. Apparater av typen "kommunekasse", som måler døgnmiddelkonsentrasjonen av SO₂, ble nyttet. Før oppsamlingen av SO₂ filtreres luften for partikler (svevestøv). En reflektometrisk undersøkelse av filtrene gir et mål for svevestøvforurensningen.

Det ble satt ut 6 "kommunekasser" i begynnelsen av måleperioden (målepunkter 1 - 6, se figur 1).

Tabellen nedenfor gir en oversikt over driften av stasjonene.

Målepunkt	Oppsatt	Nedlagt
1 { Øvre Bøkeligate 30	1/9 -71	19/10-72
1 { Øvre Bøkeligate 28	1/12-72	31/8 -73
2 Havnelageret	1/9 -71	31/8 -73
3 Mesterfjellet	1/9 -71	31/8 -73
4 Fagerliåsen	1/9 -71	31/8 -73
5 Laboratoriet	1/9 -71	28/11-72
6 { Yrkesskolen	1/9 -71	26/6 -72
6 { Hoffsgate 35	1/12-72	31/8 -73

Drift av stasjoner og SO₂-analyser er utført ved byveterinærens laboratorium. Svoveldioksyd er bestemt ved Thorin-metoden (1).

5.1.1 Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂

Det er ikke fastsatt normer for luftens innhold av SO₂ i Norge. En nytter imidlertid ofte de svenske retningslinjer (2).

Ifølge disse må ikke døgnmiddelkonsentrasjonen av SO₂ overstige

280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mer enn én gang pr måned og månedsmiddelkonsentrasjonen ikke overstiger 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Et halvtimesmiddel på 720 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ kan overskrides inntil 15 ganger pr måned (1% av tiden).

Døgnmiddelkonsentrasjonene ved målepunktene er en funksjon av utslippets størrelse, punktenes avstand fra utslippskilden(e), utslippets høyde, vindens retning, styrke og variabilitet, atmosfærens stabilitet og de topografiske forhold. Døgnmålinger av SO_2 er derfor lite egnet til kartlegging av de dominerende kilder. En døgnmiddelkonsentrasjon kan f.eks. hovedsakelig være resultat av en korttids-eksponering når vinden står på i retning fra en betydelig kilde. Stasjonenes maksimum- og middelkonsentrasjoner for hver måned (se figur 7 og 8) kan likevel gi indikasjon på beliggenheten av de betydeligste utslipp i området.

Tabell 1 viser resultatene fra SO_2 -målingene i perioden september 1971 til august 1973. I tillegg til døgnmiddelverdiene for hvert målepunkt har en også maksimum-, minimum- og middelkonsentrasjonene, standard avvik, antall observasjoner og antall observasjoner over 280 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ for hver måned. Ved målepunktene i Øvre Bøkeligate (28 og 30) finner en de desidert høyeste SO_2 -konsentrasjonene. Den svenske normen for døgnmiddelkonsentrasjonen overskrides her enkelte dager (26. februar 1972 og 2. og 3. mai 1972). Overskridelser av månedsmiddelnormen forekommer ikke.

Korttidsmålingene (halvtimesmidler) av SO_2 med vindregistreringer i perioden 17. mars til 15. mai 1973 (se 5.4) viste at i Øvre Bøkeligate 28 ble de høyeste SO_2 -konsentrasjonene observert ved vind i retning fra TF. Månedsmidlene fra "kommunekassen" i Øvre Bøkeligate 28 lå i denne perioden vesentlig over nivået ved de andre målestedene i Larvik. På dette grunnlaget er det rimelig å anta at det høye SO_2 -nivået i Øvre Bøkeligate også i resten av perioden (september 1971 - august 1973) skyldes utslipp fra TF.

Målepunktene ved Havnelageret, Mesterfjellet, Laboratoriet, Yrkesskolen, Hoffsgate og Fagerliåsen viser månedsmiddelverdier som er ganske vanlig å finne i tettsteder i Norge. Disse verdiene skyldes utslipp fra fyringsanlegg i boliger, blokker og industrier. En skulle derfor vente å få de høyeste konsentrasjonene om vinteren. Men de atmosfæriske sprednings- og utluftningsforhold har tydeligvis en sterk innflytelse på konsentrasjonsnivået, og månedsmiddelkonsentrasjonene viser derfor ingen systematisk sesongmessig variasjon (se figur 8). En finner som ventet de laveste verdiene ved Fagerliåsen og Hoffsgate 35, som ligger i mindre bebygde områder.

De høye døgnmiddelkonsentrasjonene ved Havnelageret 13. mai 1973 og 31. august på over $400 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ synes å være resultatet av et lokalt "sjokkutslipp". En kan ikke peke ut kilden(e) på grunnlag av de foreliggende data.

5.1.2 Døgnmiddelkonsentrasjoner av svevestøv

NILU har analysert en del filtre for å estimere de døgnlige konsentrasjoner av svevestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Metoden som benyttes er en reflektometrisk bestemmelse av filtrenes svertning. Forholdet mellom vekten av støvet på et filter og den relative svertning tas fra en kalibreringskurve basert på standard svevestøv, som skal representere et gjennomsnittlig bystøv (røyk).

Forholdet mellom vekten av støvet og svertningen er imidlertid meget variabelt. Støvet er vanligvis sammensatt av komponenter fra forbrenning, industrielle prosesser, menneskelige aktiviteter og ikke minst fra naturen (pollen etc). De forskjellige komponenter vil falle inn på forskjellige plasser i en gråskala (støv fra forbrenning er vanligvis mørkest), og sammensetningen av det totale støv vil være avgjørende for riktigheten av bruk av en standard kalibreringskurve i den reflektometriske metode.

Et svensk forslag til norm for luftens innhold av svevestøv er $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for boligstrøk (2).

Som for SO_2 , er døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv relativt lite egnet til å peke ut spesielle kilder, selv med tilgjengelige vindmålinger (se 5.1.1). For allikevel å få et inntrykk av svevestøvnivået i Larvik, har en tatt ut perioder med en del av de mørkeste filtrene for reflektometrisk analyse. Resultatene er gitt i tabell 2. En har ikke her prøvd å vise forskjellen i nivået fra sommer til vinter, da de meteorologiske faktorer (utluftning, spredning) ofte har større innflytelse på nivået enn selve utslippet. (En antar ofte at utslippet er større om vinteren på grunn av fyring med fossilt brensel).

Høye svevestøvkonsentrasjoner ved ett målepunkt, som ikke følges av høye nivåer ved nærliggende målepunkter, kan tolkes som resultat av et betydelig lokalt utslipp. Analyse for sammensetningen av forskjellige elementer vil kunne gi informasjon om hvilke(n) kilde(r) støvet har (se 5.2).

Det framgår av tabell 2 at nivået av svevestøv var lavt ved alle målepunktene i perioden 6. mars til 6. april 1973. Resultatene fra "Laboratoriet" for oktober 1972 og fra "Hoffsgate" for desember 1972 viser dog en del høye verdier, rundt $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Disse konsentrasjonene kan være resultatet av lokale utslipp (se 5.2).

5.2 Analyse av "kommunekasse"-filtre for spesielle elementer

Svevestøvetts sammensetning av kjemiske forbindelser er meget vanskelig å bestemme tilfredsstillende. Mengden av de fleste enkelte elementer (grunnstoffer) kan derimot bestemmes ved rutineanalyser. Analysemetoden som nyttes er blant annet atomabsorpsjonsanalyse og nøytronaktiveringsanalyse.

Svevestøvets sammensetning av elementer kan gi informasjon om de betydeligste svevestøvsilder og også om innholdet av giftige elementer som representerer noen helsefare.

Metaller utgjør vanligvis 0,01 til 3% av svevestøvet (3), mens andelen av f eks karbon (sot, organiske forbindelser, pollen etc) ofte er meget høy.

De elementene som er kjent for å representere en helsefare som luftforurensning er metallene: bly (Pb), kadmium (Cd), nikkel (Ni) og kvikksølv (Hg). Av disse metallene forekommer Hg vanligvis i dampform, Pb delvis i partikler og delvis i gassformige organiske forbindelser, og Ni og Cd stort sett i partikler. Kildene til disse elementene er mange og forskjellige. For Pb utgjør bilavgasser en dominerende kilde. Cd slippes ut ved blant annet forbrenning av Cd-holdige materialer som bilgummi og plast, og ved raffinering av andre metaller, primært sink (Zn). Cd finnes alltid som en naturlig forurensning av Zn. Fossilt brensel inneholder små mengder Ni. Det siste gjelder også Hg.

For undersøkelse av svevestøvs sammensetning og innhold av spesielle elementer har en tatt ut noen av filtrene fra den reflektometriske analysen for atomabsorpsjonsanalyse. Denne undersøkelsen er meget mangelfull, da økonomien har begrenset både antall filtre og antall elementer analysert. Dette har ført til at en har nyttet denne ene analysemetoden for en gruppe elementer (ikke alle elementer passer for samme analysemetode). Det ble analysert på elementene kalsium (Ca), sink (Zn), jern (Fe), kadmium (Cd) og bly (Pb). Zn og Cd ble tatt ut fordi en ventet relativt høye konsentrasjoner av Zn ved Larvik Pigmentfabrikk A/L, og Cd finnes som nevnt alltid som en naturlig forurensning i Zn. Dessuten er Cd et meget giftig element. Ca kan være en indikator på vanlig veistøv, og Fe er en aktuell industriforurensning (Larvik Smelteverk).

Resultatene fra atomabsorpsjonsanalysene er gitt i tabell 3. Resultatene viser som ventet at stort sett utgjør disse metallene en liten andel av den totale støvmengden. Variasjonene i svevestøvkonsentrasjonen skyldes sannsynligvis i vesentlig grad karbonholdige forbindelser. Steinsteinstøv (som inneholder Ca) syntes å utgjøre en meget liten del av svevestøvet i prøvene fra alle målepunktene (se tabell 3).

Zn utgjør en meget liten andel av svevestøvet ved alle målepunktene bortsett fra Hoffsgate, hvor Zn utgjør opptil ca 50% av det oppsamlede svevestøvet. I Hoffsgate finner en også naturlig nok de høyeste konsentrasjonene av Cd. De relativt høye konsentrasjonene av Zn i Hoffsgate antyder at de høye svevestøvkonsentrasjonene i dette området er forårsaket av utslipp fra Larvik Pigmentfabrikk A/L.

Blyinnholdet av svevestøvet på de undersøkte filterne ligger lavt for alle målepunktene, med unntak av 27. og 28. desember 1972 ved Hoffsgate. En kan ikke gi noen nærmere forklaring på dette tilfellet. Konsentrasjonene av de undersøkte elementene ligger langt under grensene for helsefare (4).

5.3 Målinger av støvfall

Måling av støvfall er utført med NILU's støvsamlere. Måleren er en rett plastsyylinder med indre diameter 20 cm, samleflate 314 cm^2 og høyde 40 cm. Måleren står på et 2 m høyt stativ.

Det er målt på to steder i forskjellig avstand fra Larvik Pigmentfabrikk A/L (se figur 1 og 9). Målerene er plassert henholdsvis i ca 60 m og ca 100 m avstand i samme retning fra fabrikkens. Det er klaget på støvplager i dette området.

Støvutslippet fra Larvik Pigmentfabrikk A/L kan være både fra nedsmelting av metaller og fra fremstilling av sinkpulver. En kjenner ikke størrelsesfordelingen av støvpartiklene, men det er ikke urimelig å anta at et eventuelt støvutslipp består både av svevestøv og større partikler dvs partikler større enn ca 10 μm i diameter. Utslippet skjer i en høyde av ca 15 m over bakken og er meget uregelmessig.

Oftest vil det støvfallet som samles, særlig nær kilden, bestå av større partikler. I tillegg vil en også få avsetning av mindre partikler, og dessuten vil en del stoffer tilføres ved nedbøren. Det er rimelig å anta at et utslipp fra Larvik Pigmentfabrikk A/L stort sett er vannuløselig støv. Stoffer som tilføres ved nedbør er stort sett vannløselig. Siden støvfallet er en såvidt sammensatt prosess, er det meget vanskelig å beskrive det teoretisk. Som en første tilnærming kan en anta at støvfallet (D) som skyldes én kilde, er gitt ved et uttrykk av formen:

$$D \propto \frac{Q \cdot f}{X^2}$$

Her er Q utslippsmengden, f er frekvens av vind fra kilden mot målestedet og X er avstanden til kilden.

Selv om uttrykket neppe kan gi noen tilfredsstillende beskrivelse av støvfallet, kan en likevel anta at hvis støvfallsmålinger viser seg tilnærmet å følge dette, er det sannsynlig at støvet virkelig kommer fra den antatte kilden.

Bakgrunnsstøvfallet (D^*) vil variere fra måned til måned, og erfaringene viser at det vil sannsynligvis være av størrelsesorden $2 - 3 \text{ g/m}^2 \cdot 30 \text{ dager}$ i denne type område. Siden begge målepunktene er i samme retning fra den antatte støvkilden, vil forholdet mellom støvfallet (støv fra antatt kilde), i punktene 1 og 2 tilnærmet være;

$$\frac{D_1 - D^*}{D_2 - D^*} = \frac{X_2^2}{X_1^2}$$

I de tilfeller hvor støvet vesentlig kommer fra den antatte kilden vil forholdet D_1/D_2 nærme seg $X_2^2/X_1^2 = \text{ca } 2,8$, og i de tilfeller hvor støvfallet stort sett er bakgrunnsstøvfallet i området vil forholdet D_1/D_2 naturligvis nærme seg $1,0$.

Tabell 4 viser støvfallet i målepunktene i perioden desember 1972 - august 1973. Resultatene viser at støvfallet i målepunkt 1 gjennomgående er større enn i målepunkt 2. Dette indikerer støvbelastning fra den antatte kilden. I figur 10 er D_1/D_2 avsatt som en funksjon av totalt nedfall $D_1 + D_2$, både for vannløselig, vannuløselig og summen av disse. For vannuløselig støv er forholdet $D_1/D_2 \approx 2$ ved høye verdier, og dette indikerer at en vesentlig del av nedfallet stammer fra den antatte kilden.

De høye sink-konsentrasjonene målt på filterne ved dette målepunktet styrker denne antakelsen (se 5.2).

5.4 Korttidsmålinger av SO_2 og vind i området ved Treschow-Fritzøe halvkjemisk cellulosefabrikk (IMCOmeter program)

NILU utførte i tidsrommet 17. mars - 15. mai 1973 korttidsmålinger (halvtimes midlingstid) av svoveldioksyd i området ved Treschow-Fritzøe halvkjemisk cellulosefabrikk (TF) (se figur 1 og 11). En målte også vindretning og vindstyrke for å undersøke i hvor stor grad denne bedriften forurenset

omgivelsene med SO_2 . Spredningsforholdene avhenger også av luftens stabilitet, men denne er som tidligere nevnt ikke målt, da en har antatt at spredningsforholdene i dette området vesentlig avhenger av vind og topografi.

5.4.1 Utslippsforhold

Som et ledd i produksjonen av cellulose ved TF, produseres det SO_2 -gass ved brenning av fast svovel. SO_2 -gassen benyttes i prosessen, men noe unnslipper til atmosfæren. Det totale utslippet kjenner en ikke.

Utslippet skjer i en høyde av bare ca 20 m over bakken, og det har generelt liten overhøyde (liten utslippsmengde, utslippshastighet og varme). Det er antatt jevn kontinuerlig drift i ukedagene mandag til fredag.

Spredningsberegninger for denne type utslipp (uten innflytelse av bygninger og topografi, flatt terreng) viser at med denne utslippshøyden vil et utslipp på ca 30 kg SO_2 /time ved vanlige værforhold (nøytral stabilitet og vindhastighet 3 m/s) resultere i betydelige bakkekonsentrasjoner (5). De maksimale bakkekonsentrasjonene vil opptre under de nevnte forhold i en avstand av ca 300 m fra kilden og være av størrelsesorden 700 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ som halvtimesmiddel.

I tillegg kan den mekaniske turbulens, som dannes rundt fabrikkbygningene og som er en funksjon av vindhastigheten, føre til direkte nedslag av utslippet og dermed høyere bakkekonsentrasjoner.

5.4.2 Målinger

Vind

Det er nyttet én vindmåler, Lambrecht Woelfle, som registrerer vindstyrke og vindretning kontinuerlig. Resultatene er midlet for hver time. Vindmåleren ble plassert på taket av TF. Målestedet er referert til som TF. Plasseringen fremgår av kartet på figur 11.

Korttidsmålinger av SO₂

Det er nyttet to IMCOmetre av typen Bran & Lübbe. Instrumentene registrerer automatisk halvtimesmidler av SO₂.

Det ene IMCOmeter ble plassert i Øvre Bøkeligate 28. Målestedet er i figurene referert til som Øvre Bøkeligate. Det andre IMCOmeter ble plassert i en brakke i et punkt som fremgår av figur 11. Dette målestedet er referert til som Sekundærstasjonen. Det er små høydeforskjeller mellom fabrikk og de to målepunktene. Disse er ikke tatt hensyn til ved vurderingene.

5.4.3 Resultater

Vind

Figur 4 viser vindrosen for måleperioden. Vind fra nord hadde den høyeste frekvensen (25,2%), mens vind fra sørlig retning også hadde en betydelig frekvens.

Generelt opptrer de svakeste vindene når det blåser fra østlig retning. Vestlig vind synes også å være betydelig svakere enn nordlig vind og sørlig vind (se forøvrig 3.2, Vindforholdene i Larvik).

Svoveldioksyd

I figur 12 og 13 har en tegnet SO_2 -belastningsdiagrammer for målestedene Øvre Bøkeligate og Sekundærstasjonen. Konsentrasjonene er beregnet ved å legge sammen halvtimesmidlene for SO_2 i hver vindretning (36 sektorer) og dividere med antall ganger (halvtimer) vinden har blåst i denne retningen. På denne måten finner en den midlere SO_2 -konsentrasjonen som denne vindretningen har medført.

I belastningsdiagrammene for de to målepunktene har en delt inn i vindstyrkeklassene 0,1 - 2,0 m/s, 2,1 - 4,0 m/s, 4,1 - 6,0 m/s og over 6,0 m/s. En har også tegnet diagrammer midlet over alle vindstyrkeklasser.

Inntegnet på figurene 12 og 13 er også prosent av det totale antall observasjoner som faller i hver sektor i hver vindstyrkeklasse. Hvis f eks det totale antall observasjoner er 900 og én prosent av observasjonene faller i en bestemt sektor, er den midlere SO_2 -konsentrasjonen for denne sektoren midlet over 9 observasjoner. De midlere SO_2 -konsentrasjonene bør vurderes i sammenheng med antall observasjoner de er basert på. Retningen fra TF til hvert målested er også tegnet inn på diagrammene.

De høyeste halvtimesmidler av SO_2 -konsentrasjonen som er målt i perioden 17. mars - 15. mai 1973 er av størrelsesorden $700 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ved Øvre Bøkeligate og $600 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ved Sekundærstasjonen. Det har ikke vært overskridelser av de svenske normene for SO_2 i luften i denne perioden. (Ifølge disse normene må ikke et halvtimesmiddel på $720 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ overskrides mer enn 1% av tiden).

Belastningsdiagrammene for Øvre Bøkeligate viser at de alt vesentlige av høye konsentrasjoner av SO_2 opptrer med vind i retning fra TF. Diagrammene viser videre at de høyeste SO_2 -konsentrasjonene for denne retningen forekommer ved vindstyrker 2,1 - 4,0 m/s. SO_2 -konsentrasjonene for de andre sektorene synes å variere lite med vindstyrken.

Belastningsdiagrammene for Sekundærstasjonen synes ikke å peke klart ut noen dominerende kilde(r). Konsentrasjonene ved vinder i retning fra TF er allikevel jevnt over blant de høyeste. Det er ikke her noen klar systematisk variasjon i konsentrasjonene som en funksjon av vindhastigheten.

5.4.4 Diskusjon av resultatene

Ved lave vindhastigheter (0,1 - 2,0 m/s) har en ofte relativt liten spredning ned mot bakken fra denne typen høydeutslipp. Dessuten vil mekaniske virvler rundt bygninger være reduserte og sjelden føre til røyknedslag. Ved relativt nære kilder vil en dermed ikke kunne registrere utslippet så tydelig.

Ved vindhastigheter 2,1 - 4,0 m/s har en ofte bedre spredning, og mekaniske virvler rundt bygninger er betydelige og kan ofte føre til røyknedslag. En registrerer ofte relativt høye bakkekonsentrasjoner nær et høydeutslipp under disse vindforhold.

Ved høyere vindhastigheter vil den økte fortynning ved utslippet, spredningen og de økte mekaniske virvler føre til lavere bakkekonsentrasjoner.

De store forskjellene i middelveirdiene mellom de to stasjonene tyder på stor forskjell i spredningsforholdene i de to retningene.

Øvre Bøkeligate

Når vinden kommer fra nordlig retning, passerer den over en stor vannflate (Farrisvannet), og vinden vil være lite turbulent. Røykspredningen vil derfor være liten, og dette fører til relativt høye middelkonsentrasjoner ved vind fra nord.

Sekundærstasjonen

Vestlig vind er stort sett svakere enn nordlig vind. Dette skyldes at vinden blåser på tvers av dalføret og at det er skogkledde områder både vest og øst for fabrikk. Dette fører blant annet til at vestlig vind er meget variabel i retning. En får da store fluktuasjoner og god spredning av røykfanen. Middelkonsentrasjonene som måles ved Sekundærstasjonen vil derfor være relativt lave.

(De varierende turbulensforhold ved nordlig og vestlig vinder er vist i figur 6).

6 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

6.1 Vindforholdene i Larvik

Betraktningene nedenfor er basert på vinddata fra Torp sammen med en kortere serie fra Larvik. Vind fra nordlig retning har betydelig frekvens i alle årstider og er dominerende om vinteren og tildels om våren. Vind fra sørlig retning er dominerende om sommeren og forholdsvis hyppig de andre årstidene. Vind fra vestlig kant synes å variere forholdsvis lite med årstiden og har generelt lavere frekvens enn vind fra sørlig kant. Vind fra østlig kant har lav frekvens, spesielt om høsten og vinteren.

6.2 Lokale utslipp av luftforurensninger

En kjenner ikke størrelsen av utslippene av luftforurensninger til atmosfæren i Larvik. SO₂-utslippene fra mindre fyringsanlegg (boliger o.l.) er sannsynligvis ubetydelige. Måleprogrammet har imidlertid påvist betydelige enkeltkilder for SO₂ og partikler.

6.3 Målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂

En har hatt opptil 6 målepunkter ("kommunekasser") i drift i perioden september 1971 - august 1973.

Ved målepunktene i Øvre Bøkeligate 28 og 30 finner en de desidert høyeste SO₂-konsentrasjonene. Den svenske normen for døgnmiddelkonsentrasjoner overskrides enkelte dager.

Målepunktene ved Havelageret, Mesterfjellet, Laboratoriet, Yrkesskolen, Hoffsgate og Fagerliåsen viser døgnmiddelverdier av SO_2 som er ganske vanlig å finne i tettsteder i Norge. Disse verdiene skyldes utslipp fra fyringsanlegg i boliger, blokker og industrier.

6.4 Målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner av svevestøv

NILU har analysert en del filtre for å estimere de døgnlige konsentrasjoner av svevestøv. Metoden som benyttes er en reflektometrisk bestemmelse av filtrenes svertning.

Resultatene fra "Laboratoriet" og "Hoffsgate" viser enkelte relativt høye verdier. Disse konsentrasjonene kan være resultatet av lokale utslipp.

6.5 Analyse av "kommunekasse"-filtre for spesielle elementer

For undersøkelse av svevestøvetts sammensetning og innhold av spesielle elementer har en tatt ut noen av filtrene fra den reflektometriske analysen til atomabsorpsjonsanalyse. Det ble analysert på elementene kalsium (Ca), sink (Zn), jern (Fe), kadmium (Cd) og bly (Pb). Zn og Cd ble tatt ut fordi en ventet relativt høye konsentrasjoner av Zn ved Larvik Pigmentfabrikk A/L, og Cd finnes alltid som en naturlig forurensning i Zn. Dessuten er Cd et meget giftig element. Ca kan være en indikator på vanlig veistøv, og Fe er en aktuell industriforurensning (Larvik Smelteverk).

Resultatene viser som ventet at stort sett utgjør disse metallene en liten andel av den totale støvmengde. Zn utgjør imidlertid en betydelig andel av svevestøvet ved Hoffsgate, hvor Zn utgjør opptil ca 50% av det oppsamlede svevestøvet. De relativt høye konsentrasjonene av Zn i Hoffsgate antyder at de høye svevestøvkonsentrasjonene i dette området er forårsaket av utslipp fra Larvik Pigmentfabrikk A/L.

Konsentrasjonene av de undersøkte elementene ligger langt under grensene for helsefare.

6.6 Målinger av støvfall

Måling av støvfall er utført med NILU's støvmålere. Det er målt på to steder i forskjellig avstand fra Larvik Pigmentfabrikk A/L.

Resultatene viser at støvfallet i det målepunktet som ligger nærmest fabrikk gjennomgående er størst. Dette gjelder spesielt for den vannuløselige del av støvet. En analyse av støvfallsdataene indikerer også at en vesentlig del av de største nedfallene stammer fra Larvik Pigmentfabrikk A/L. De høye sink-konsentrasjonene målt på filterne ved dette målepunktet styrker denne antakelsen.

6.7 Korttidsmålinger av SO₂ og vind i området ved Treschow-Fritzøe halvkjemisk cellulosefabrikk (IMCOmeter program)

NILU utførte i tidsrommet 17. mars - 15. mai 1973 korttidsmålinger (halvtimesmidlingstid) av SO₂ i to målepunkter i området ved Treschow-Fritzøe halvkjemisk cellulosefabrikk. En målte også vindretning og vindstyrke for å undersøke i hvor stor grad denne bedriften forurenset omgivelsene med SO₂.

De dominerende vindretningene i måleperioden var fra nord og sør-sørvest. Målingene har vist at bedriften har et ikke ubetydelig utslipp av SO₂. På grunn av de spesielle spredningsforhold er områdene i sørlig retning fra fabrikk spesielt utsatt. Det har ikke vært overskridelser av den svenske halvtimesnormen for SO₂ i luften i perioden 17. mars - 15. mai 1973, men de høyeste halvtimesmidler av SO₂-konsentrasjonen er av størrelsesorden 700 µg SO₂/m³ ved Øvre Bøkeligate og 600 µg SO₂/m³ ved Sekundærstasjonen.

I Øvre Bøkeligate 28 ble de desidert høyeste SO₂-konsentrasjonene observert ved vind i retning fra Treschow-Fritzöe halvkjemisk cellulosefabrikk. Månedsmidlene fra "kommunekassen" i Øvre Bøkeligate 28 lå i denne perioden vesentlig over nivået ved de andre målestedene i Larvik. På dette grunnlaget er det rimelig å anta at det høye SO₂-nivået i Øvre Bøkeligate også i resten av perioden (september 1971 - august 1973) skyldes utslipp fra denne bedriften.

6.8 Konklusjon

Den målte svoveldioksydforurensningen i Larvik i perioden september 1971 - august 1973 viser lave verdier, bortsett fra området nær Treschow-Fritzöe halvkjemisk cellulosefabrikk. Dette området har hatt en betydelig belastning. Målingene har vist at belastningen hovedsakelig skyldes utslipp fra denne bedriften.

Målinger av svevestøv, svevestøvetts innhold av spesielle elementer og støvfall har vist at Larvik Pigmentfabrikk A/L slipper ut støv som sannsynligvis er årsaken til de påståtte støvplager. Støvfallsmålingene har imidlertid vært meget begrenset og andre betydelige støvkilder i Larvik kan ikke utelukkes.

7 REFERANSER

- (1) Anda, O. Automatisk kvantitativ bestemmelse
av SO₂ i luft.
NILU Teknisk Notat nr 9/71.
- (2) Riktlinjer för emissionsbegränsande
åtgärder vid luftförorenande
anläggningar.
Statens Naturvårdsverk,
Publikation 2, 1970.
- (3) Schroeder, H. A. Metals in the air.
Environment, Vol. No. 8., s. 18.
- (4) Strømsøe, S. Grenser for metaller og spesielle
støvtyper.
NILU Teknisk Notat nr 34/72.
- (5) Workbook of atmospheric dispersion
estimates.
U.S. Department of Health,
Education, and Welfare.
No. 999-AP-26.

Målepunkt Dato	Øvre Bøkeligt	Havne- lageret	Mester- fjellet	Fagerli- åsen	Labor- atoriet	Hoffs- gate
1- 2/10	-72	13.5			20.0	
2- 3/10		11.5			21.4	
3- 4/10		14.8			21.4	
4- 5/10		18.3			27.8	
5- 6/10		8.4			33.5	
6- 7/10		21.4			17.2	
7- 8/10		33.5			41.9	
8- 9/10		41.9			51.7	
9-10/10		44.4			98.2	
10-11/10		12.7			27.8	
11-12/10		12.7			29.7	
12-13/10		14.8			0.7	
13-14/10		13.5			54.0	
14-15/10		11.5			31.5	
15-16/10		11.5			23.0	
16-17/10		-1			23.0	
17-18/10		-1			6.5	
18-19/10		13.5			33.5	
19-20/10		5.6			10.4	
20-21/10		-1			6.5	
21-22/10		6.5			12.7	
22-23/10		5.6			11.5	
23-24/10		5.6			8.4	
24-25/10		7.6			13.5	
25-26/10		8.4			12.7	
26-27/10		21.4			38.0	
27-28/10		23.0			84.0	
28-29/10		17.2			27.8	
29-30/10		17.0			27.8	
30-31/10		10.4				
31/10-1/11		12.7				
1- 2/12	-72		18.3	10.4	7.6	16.0
2- 3/12			59.9	16.0	14.8	21.6
3- 4/12			24.6	41.9	9.3	13.5
4- 5/12			3.1	11.5	9.3	85.6
5- 6/12			5.6	6.5	4.8	14.8
6- 7/12			9.3	9.3	5.6	14.0
7- 8/12			16.0	20.0	4.8	10.4
8- 9/12			21.4	26.1	10.4	16.0
9-10/12			13.5	27.8	10.4	5.6
10-11/12			4.8	8.4	1.4	18.3
11-12/12			11.5	11.5	6.5	14.8
12-13/12			20.0	8.4	7.6	21.4
13-14/12			14.8	8.4	5.6	57.2
14-15/12			49.2	51.7	10.4	38.0
15-16/12			47.0	57.2	21.4	20.0
16-17/12			29.7	29.7	18.3	12.7
17-18/12			47.0	18.3	5.6	20.0
18-19/12			44.4	26.1	10.4	-1
19-20/12			14.8	10.4	6.5	98.2
20-21/12			25.0	13.5	8.4	107.0
21-22/12			35.7	18.3	11.5	27.8
22-23/12			44.4	54.6	27.8	35.7
23-24/12			38.0	40.0	33.5	47.0
24-25/12			38.0	31.5	7.6	24.6
25-26/12			17.2	16.0	7.6	6.5
26-27/12			23.0	17.2	16.0	20.0
27-28/12			57.2	18.3	11.5	51.7
28-29/12			44.4	26.1	23.0	49.2
29-30/12			23.0	29.7	24.6	29.7
30-31/12			35.7	24.6	16.0	35.7
6- 7/3	-73	9.3	18.3	13.5	3.1	14.8
7- 8/3		11.5	20.0	18.3	4.8	12.7
8- 9/3		14.8	26.1	24.6	8.4	23.0
9-10/3		12.7	21.4	18.3	7.6	24.6
10-11/3		0.7	9.3	11.5	0.7	26.1
11-12/3		9.3	16.0	12.7	4.8	14.8
12-13/3		17.2	23.0	38.0	11.5	24.6
13-14/3		14.8	24.6	24.6	6.5	20.0
14-15/3		10.4	20.0	18.3	4.8	17.2
15-16/3		12.7	16.0	17.2	4.8	20.0
16-17/3		8.4	11.5	13.5	3.1	14.8
17-18/3		0.7	14.8	7.6	1.4	10.4
18-19/3		0.7	13.5	9.3	-1	7.6
19-20/3		10.4	9.3	7.6	6.5	13.5
20-21/3		12.7	11.5	16.0	2.2	20.0
21-22/3		10.4	11.5	10.4	8.4	23.0
22-23/3		15.0	26.1	20.0	12.7	27.8
23-24/3		13.5	21.4	20.0	9.3	24.6
24-25/3		24.6	40.0	40.0	24.6	35.7
25-26/3		10.4	27.8	9.3	6.5	23.0
26-27/3		16.0	26.1	13.5	8.4	13.5
27-28/3		12.7	23.0	10.4	2.2	18.3
28-29/3		10.4	20.0	11.5	5.6	20.0
29-30/3		10.4	23.0	8.4	3.9	24.6
30-31/3		7.6	20.0	7.6	3.1	16.0
31/3-1/4		6.5	8.4	3.9	1.4	16.0
1- 2/4	-73	9.3	17.2	47.0	-1	38.0
2- 3/4		5.6	18.3	9.4	-1	17.2
3- 4/4		5.6	17.2	8.4	0.7	49.2
4- 5/4		7.6	10.4	3.1	1.4	-1
5- 6/4		3.9	17.2	2.2	-1	-1

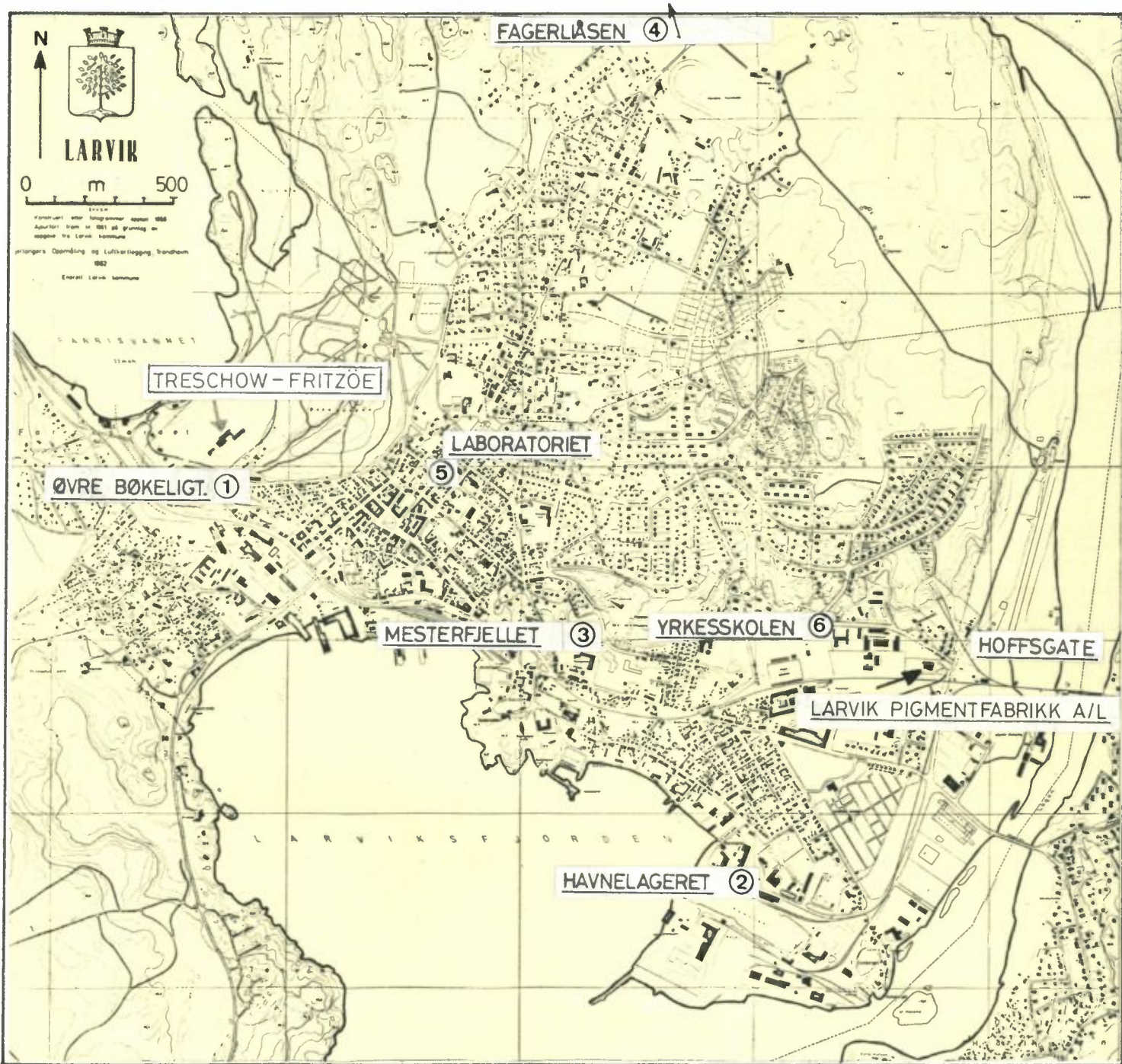
Tabell 2: Resultatene fra reflektometrisk analyse av en del filtre fra "kommunekasse"-målingene. Tallene representerer $\mu\text{g svevestøv}/\text{m}^3$, døgn-middel. -1 betyr at målinger mangler.

Målepunkt	Dato		Ca	Zn	Fe	Cd	Pb	Svevestøv
Bøkeligt	8- 9/10	72	0.78	0.29	0.53	0.003	0.25	41.9
"	9-10/10		0.94	0.32	0.72	0.04	0.18	44.4
"	13-14/10		0.64	0.14	0.28	0.001	0.07	13.5
"	27-28/10		0.67	0.25	0.44	0.001	0.16	23.0
Bøkeligt	12-13/3	-73	0.56	0.13	0.36	0.001	0.05	17.2
"	22-23/3		0.78	0.18	0.36	<0.001	0.05	16.0
"	24-25/3		0.61	0.21	0.50	0.003	0.14	24.6
"	1- 2/4		1.89	0.18	0.50	0.001	0.02	9.3
"	2- 3/4		1.17	0.11	0.28	<0.001	0.03	5.6
"	3- 4/4		0.83	0.14	0.28	0.001	0.03	5.6
Havnelageret	2- 3/12	-72	0.53	0.33	0.81	0.001	0.29	59.9
"	4- 5/12		0.61	0.39	0.83	0.001	0.09	3.1
"	14-15/12		0.78	0.61	0.75	0.02	0.87	49.2
"	15-16/12		0.67	0.47	0.72	0.02	0.37	47.0
"	19-20/12		0.75	0.31	0.83	0.001	0.08	14.8
"	20-21/12		0.67	0.40	1.47	0.01	0.16	25.0
"	27-28/12		1.61	0.36	1.69	0.01	0.19	57.2
Havnelageret	12-13/3	-73	0.81	1.65	0.81	0.01	0.11	23.0
"	22-23/3		1.17	0.71	1.89	0.01	0.25	26.1
"	24-25/3		0.69	0.47	0.58	0.004	0.19	40.0
"	1- 2/4		0.72	0.35	0.75	0.001	0.05	17.2
"	2- 3/4		0.72	0.36	1.72	<0.001	0.07	18.3
"	3- 4/4		0.67	0.40	1.19	0.001	0.07	17.2
Mesterfjellet	2- 3/12	-72	0.56	0.22	0.53	0.001	0.12	16.0
"	4- 5/12		0.58	0.14	0.31	<0.001	0.07	11.5
"	14-15/12		0.64	0.67	0.58	0.001	0.53	51.7
"	15-16/12		0.69	0.64	0.81	0.01	0.74	57.2
"	19-20/12		0.67	0.15	0.31	0.001	0.10	10.4
"	20-21/12		0.61	0.15	0.19	0.001	0.08	13.5
"	27-28/12		1.00	0.33	0.50	0.004	0.09	18.3
Mesterfjellet	12-13/3	-73	0.83	1.14	2.19	0.002	0.21	38.0
"	22-23/12		0.67	0.15	0.39	0.001	0.07	20.0
"	24-25/12		0.94	0.33	0.67	0.01	0.23	40.0
"	1- 2/4		1.00	0.32	0.31	0.002	0.06	47.0
"	2- 3/4		0.67	0.32	0.31	0.001	0.06	8.4
"	3- 4/4		0.61	0.13	0.28	<0.001	0.03	8.4
Fagerliåsen	2- 3/12	-72	0.78	0.26	0.58	0.002	0.13	14.8
"	4- 5/12		0.69	0.19	0.36	0.002	0.08	9.3
"	14-15/12		1.03	0.19	0.31	0.001	0.05	10.4
"	15-16/12		0.69	0.39	0.50	0.001	0.12	21.4
"	19-20/12		0.56	0.15	0.28	0.001	0.08	6.5
"	20-21/12		1.53	0.31	0.28	0.001	0.07	8.4
"	27-28/12		1.00	0.19	0.36	0.002	0.04	11.5
Fagerliåsen	12-13/3	-73	1.25	0.32	0.53	0.001	0.05	11.5
"	22-23/3		0.67	0.19	0.39	0.01	0.05	12.7
"	24-25/3		1.11	0.32	0.67	0.004	0.19	24.6
"	1- 2/4		0.78	0.15	0.19	0.01	<0.01	-1
"	2- 3/4		0.69	0.13	0.19	0.004	0.02	-1
"	3- 4/4		1.22	0.22	0.19	0.01	<0.01	0.7
Laboratoriet	8- 9/10	-72	0.81	0.21	0.53	0.001	0.22	51.7
"	9-10/10		1.11	0.26	0.92	0.004	0.58	98.2
"	13-14/10		0.58	0.13	0.28	0.02	0.37	64
"	27-28/10		0.61	0.26	0.58	0.002	0.34	27.8
Hoffsgt	2- 3/12	-72	1.69	10.50	0.75	0.01	0.26	21.6
"	4- 5/12		0.78	21.00	0.75	0.05	0.54	85.6
"	14-15/12		0.50	0.88	0.58	0.001	0.34	38.0
"	15-16/12		0.56	0.58	0.31	0.02	0.27	20.0
"	19-20/12		0.64	21.00	0.81	0.05	0.68	98.2
"	20-21/12		0.64	14.88	0.92	0.05	0.60	107.0
"	27-28/12		1.08	9.92	0.89	0.03	6.33	51.7
Hoffsgt	12-13/3	-73	0.61	0.44	0.58	0.001	0.08	24.6
"	22-23/3		0.72	12.54	1.03	0.01	0.17	27.8
"	24-25/3		1.22	2.25	0.64	0.002	0.17	35.7
"	1- 2/4		0.61	1.65	0.31	0.004	0.06	38.0
"	2- 3/4		0.53	0.25	0.36	0.001	0.05	17.2
"	3- 4/4		1.17	20.42	1.28	0.002	0.19	49.2

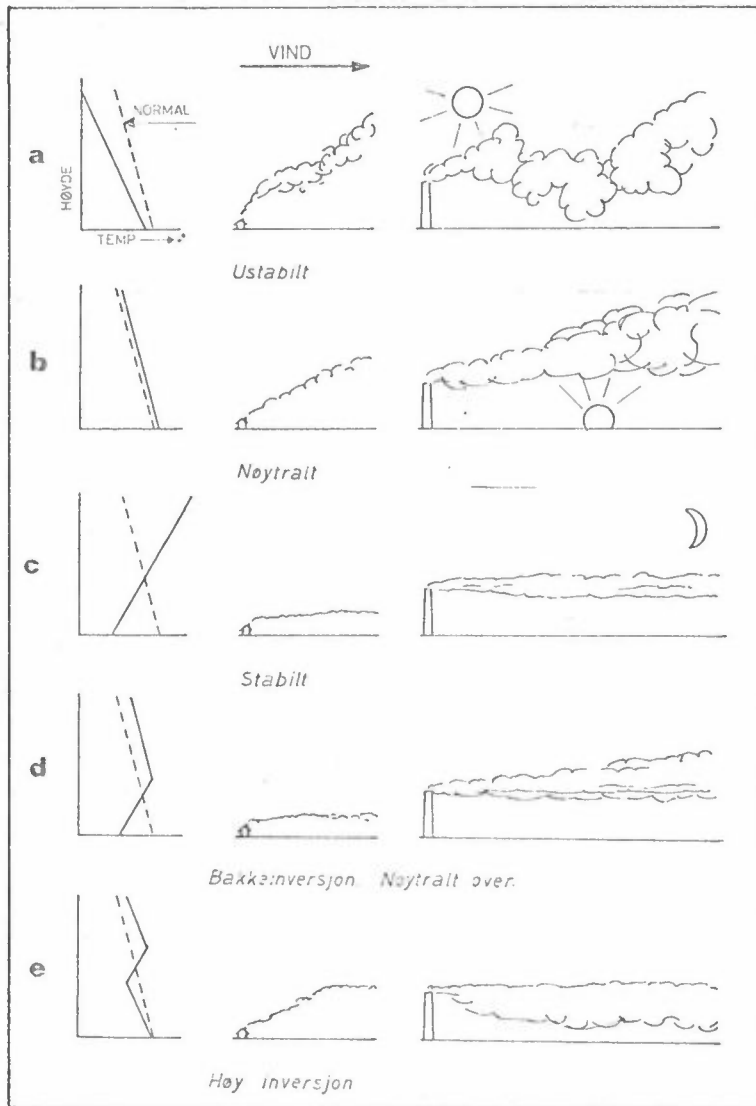
Tabell 3: Resultatene fra atomabsorpsjonsanalysene. Tallene representerer $\mu\text{g}/\text{m}^3$ døgnmiddel. Samtidige døgnmidler av svevestøv er også gitt. -1 betyr at målinger mangler.

MÅLE- PUNKT	VANNLØSELIG STØV g/m ² • 30 d											
	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov
I	2.54	2.08	2.01	4.74	1.95	2.20	1.60	0.99	2.11			
II	1.43	2.48	2.11	1.80	2.18	1.92	1.22	0.96	1.86			
MÅLE- PUNKT	VANNULØSELIG STØV g/m ² • 30 d											
	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov
I	1.52	0.71	1.67	4.99	2.85	4.62	8.10	4.15	4.15			
II	1.15	0.74	1.87	3.63	2.59	2.88	3.87	1.77	2.39			
MÅLE- PUNKT	TOTAL STØV g/m ² • 30 d											
	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov
I	4.04	2.78	3.69	9.68	4.78	6.78	9.65	5.12	6.22			
II	2.55	3.20	4.00	5.39	4.75	4.78	5.06	2.71	4.22			

Tabell 4: Støvfall i målepunktene I og II ved Larvik Pigmentfabrikk A/L.



Figur 1: Kart over Larvik med inntegnede målepunkter for SO₂.



Figur 2: Spredning av utlipp fra en skorstein og en bakkekilde ved ulike atmosfæriske stabilitetsforhold.

FREKVENNS MATRISE

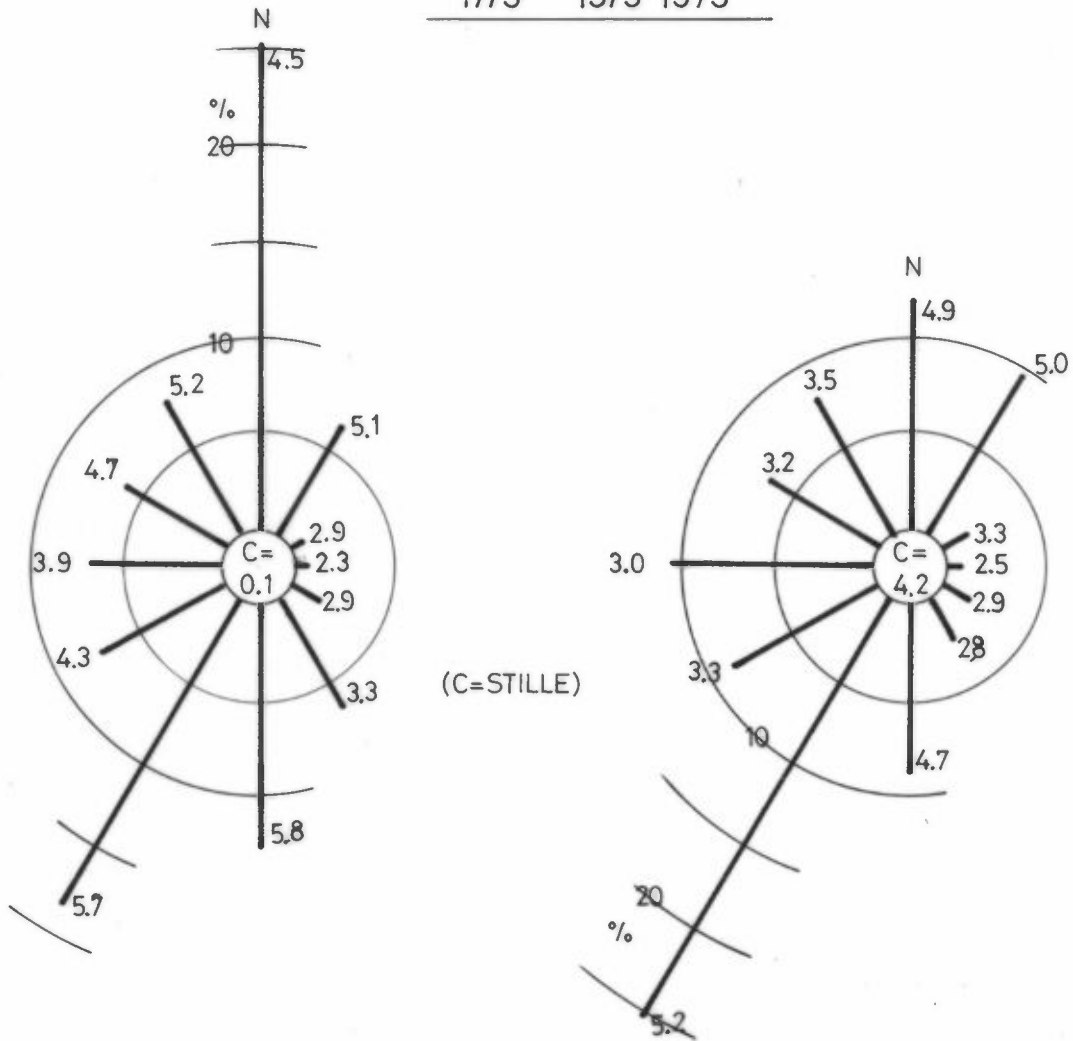
VINDRETNING PÅ STASJON HALVKJEMISKE													NEDOVER	
VINDRETNING PÅ STASJON TORP													BORTOVER	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	STI- LLE	SUM
3	63	9	.	.	.	.	.	2	.	1	1	15	4	95
6	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
9	.	5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	8
12	1	1	4	6	2	3	1	1	1	.	.	.	3	23
15	.	1	4	12	28	30	8	2	.	.	.	.	8	93
18	1	.	2	3	6	67	79	3	1	.	1	.	21	65
21	.	.	.	.	1	16	20	4	28	3	.	.	12	53
24	2	1	.	.	.	4	47	37	4	1	.	1	.	97
27	3	.	.	.	.	2	11	27	45	3	1	.	1	93
30	.	.	.	.	.	1	3	9	44	23	2	2	2	86
33	3	.	.	.	.	2	2	7	21	34	31	9	41	13
36	56	.	.	.	.	2	2	5	18	24	72	135	323	46
STILLE	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	*	1
SUM	133	20	12	21	37	127	358	121	137	86	108	162	58	*

Figur 3: Betinget vindfrekvens Treschow-Fritzøe/Torp.

TRESCHOW-FRITZÖE

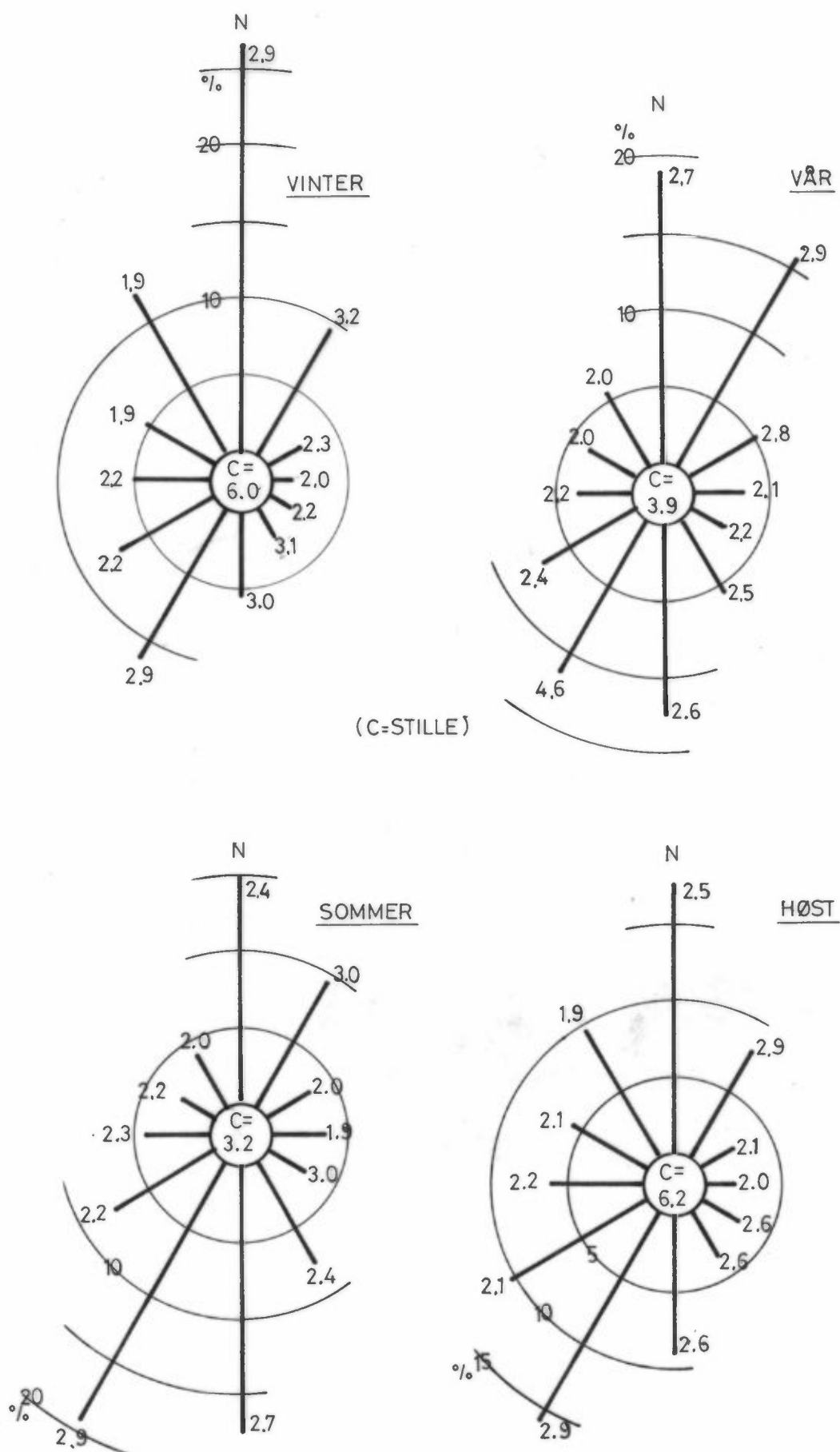
TORP

17/3 - 15/5 1973

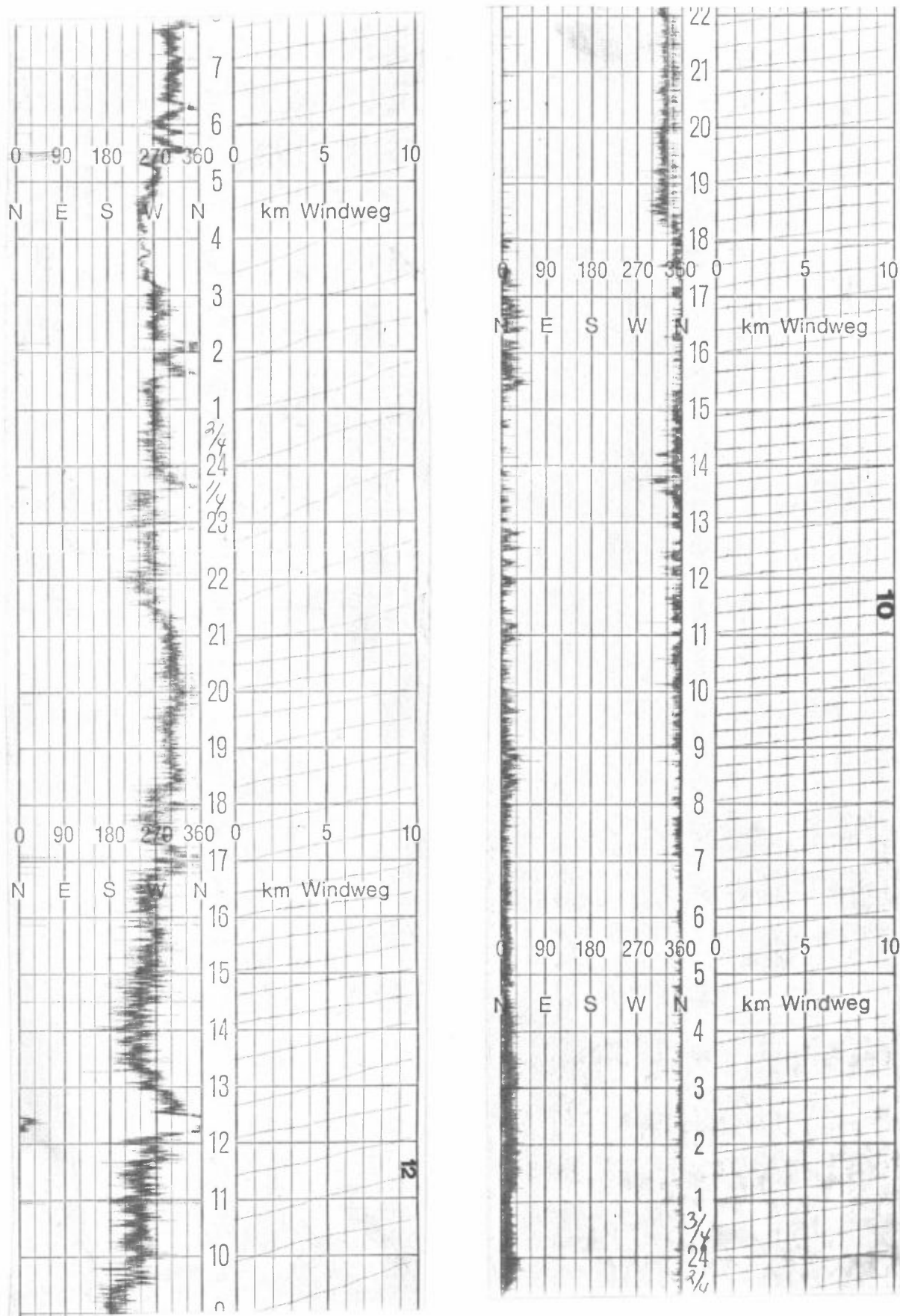


Figur 4: Vindrosen for perioden 17/3 - 15/5 1973 fra Treschow-Fritzøe og Torp. Middelvindstyrken for vindretningene er gitt i m/s.

TORP 1962-71

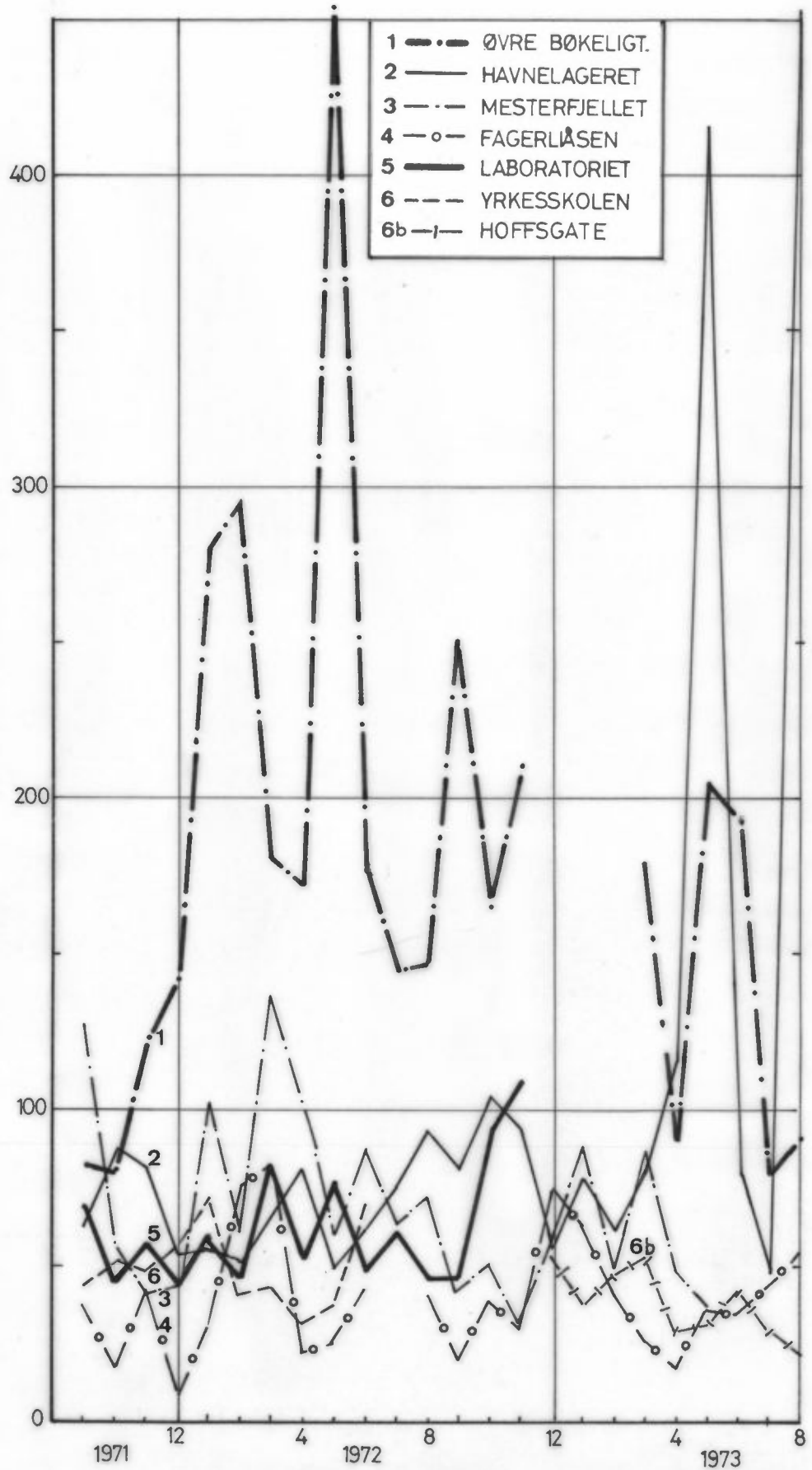


Figur 5: Vindroser for de forskjellige årstidene fra Torp for perioden 1962-71. Middelvindstyrken for vindretningene er gitt i m/s.

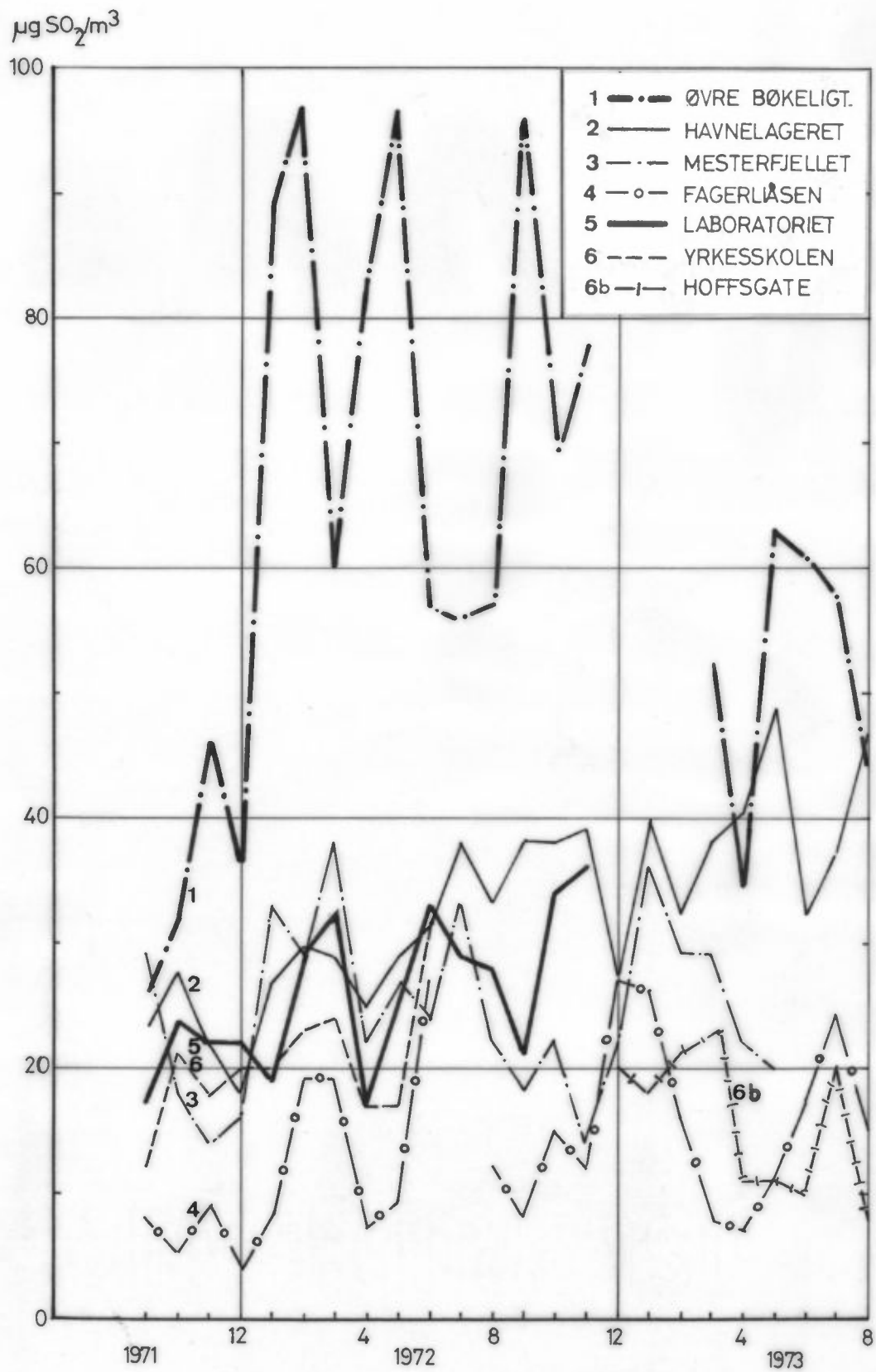


Figur 6: Utdrag av registreringspapiret fra vindmåleren på Treschow-Fritzøe.

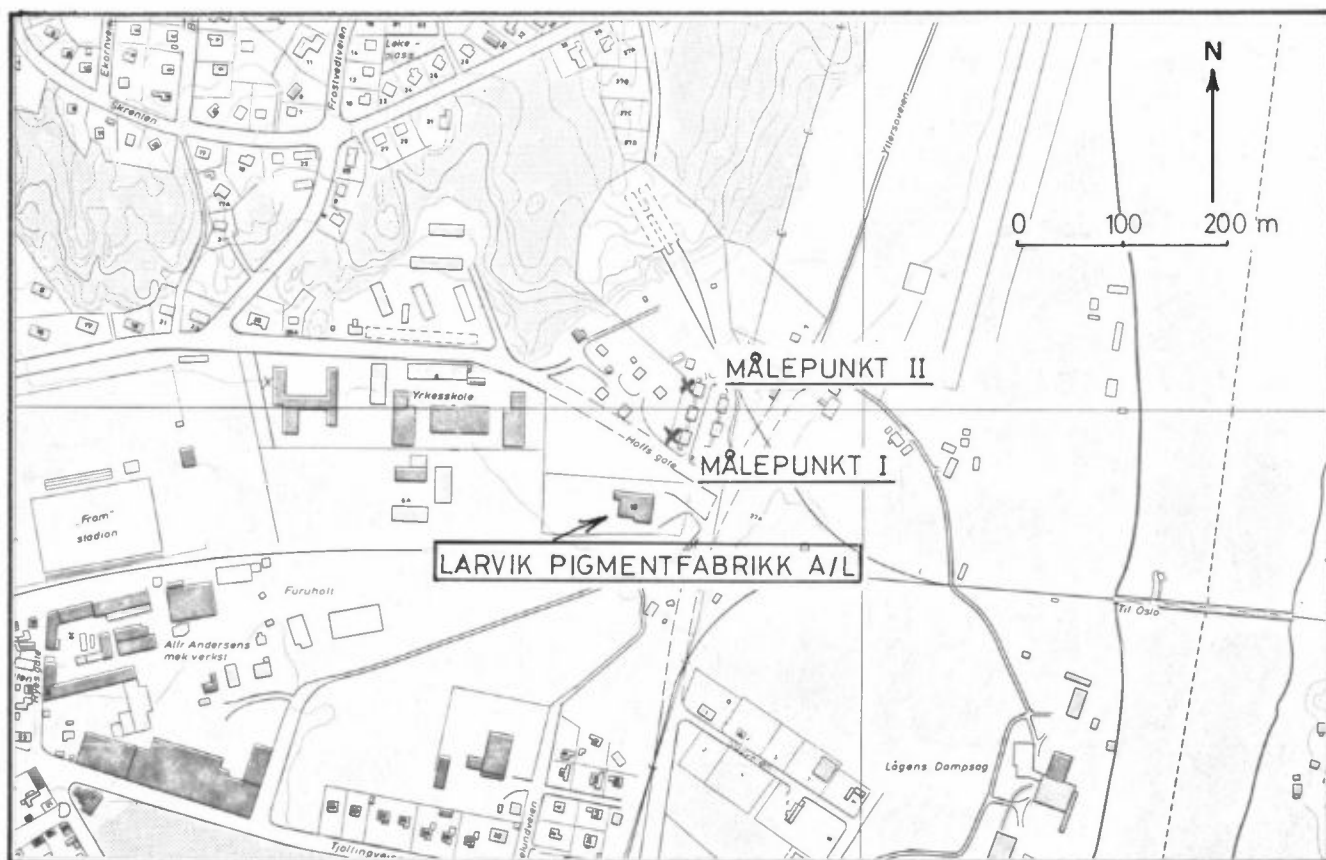
$\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$



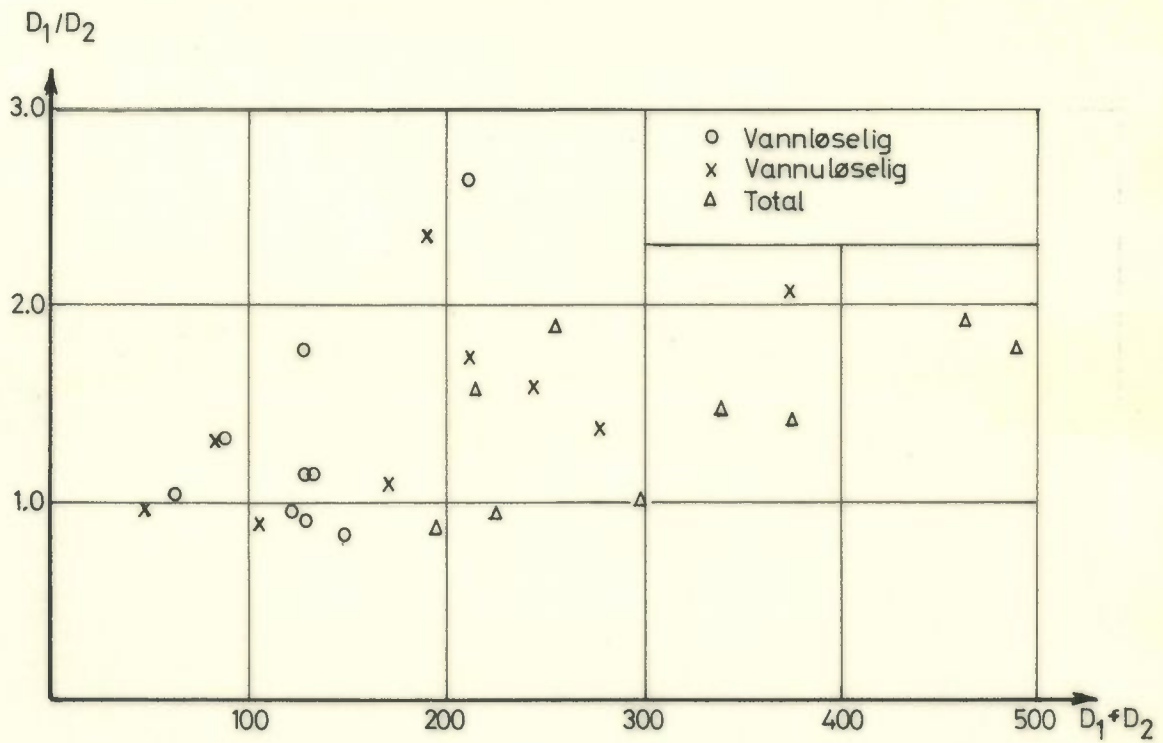
Figur 7: Maksimum døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ for alle målepunktene for hver måned i tidsrommet september 1971 - august 1973.



Figur 8: Månedsmiddelkonsentrasjoner av SO_2 for alle målepunktene i perioden september 1971 - august 1973.

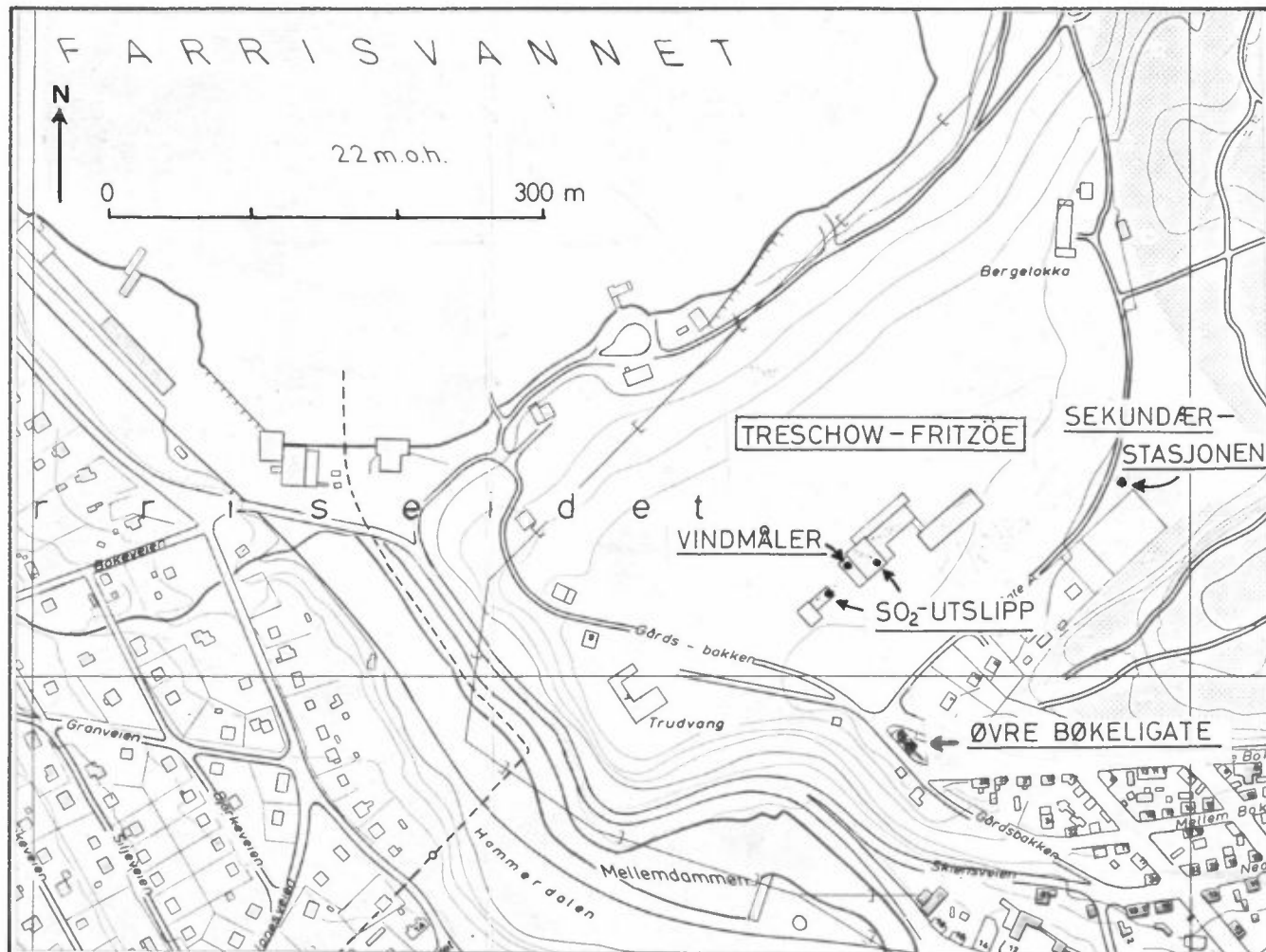


Figur 9: Plassering av støvfallsmålere ved Larvik Pigmentfabrikk A/L.



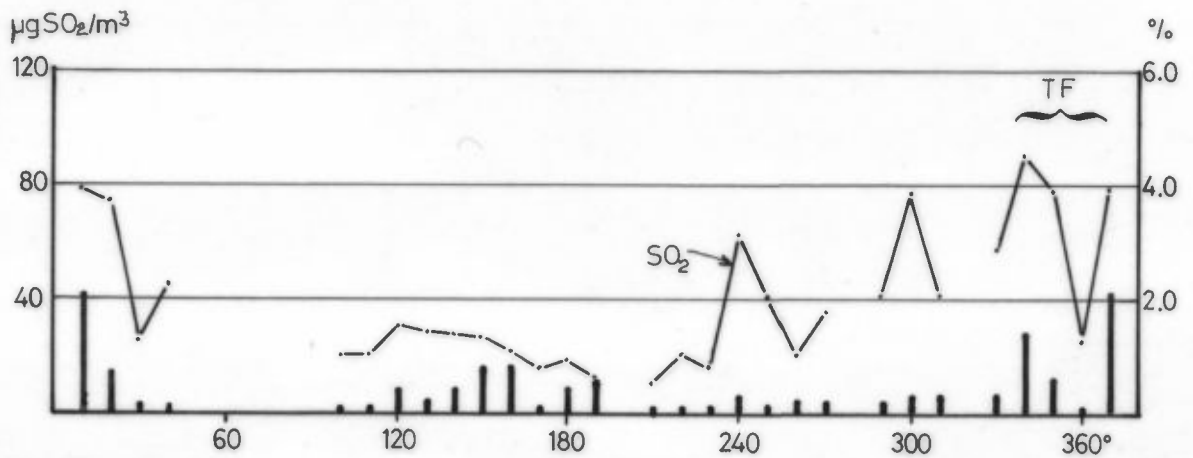
Figur 10: Forholdet mellom målt støvfall i målepunktene I og II (D_1/D_2) som funksjon av totalt nedfall ($D_1 + D_2$) for vannløselig støv, vannuløselig støv og total mengde.

Punktene i figuren er basert på månedsmidler av støvfall for perioden desember 1972 - august 1973.

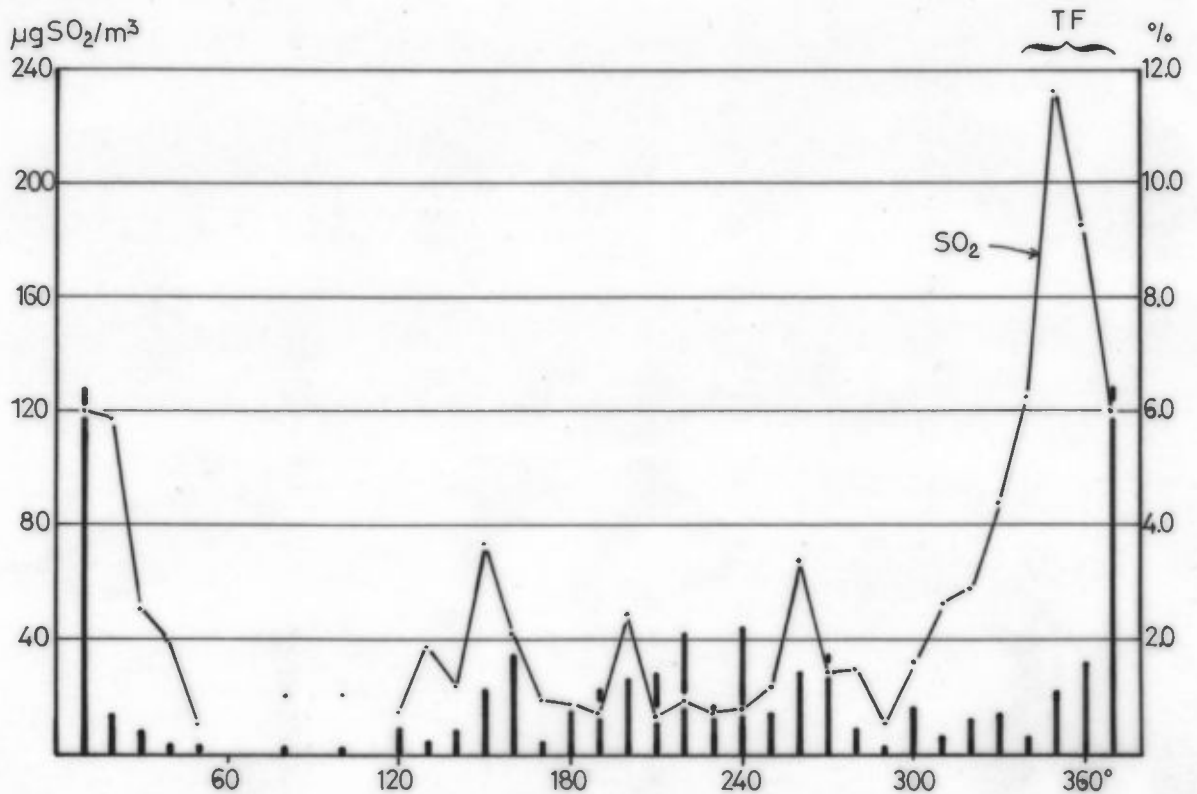


Figur 11: Plassering av instrumenter for korttids-målinger (halvtimesmiddel) av SO₂ og vind-registreringer ved Treschow-Fritzøe halv-kjemisk cellulosefabrikk.

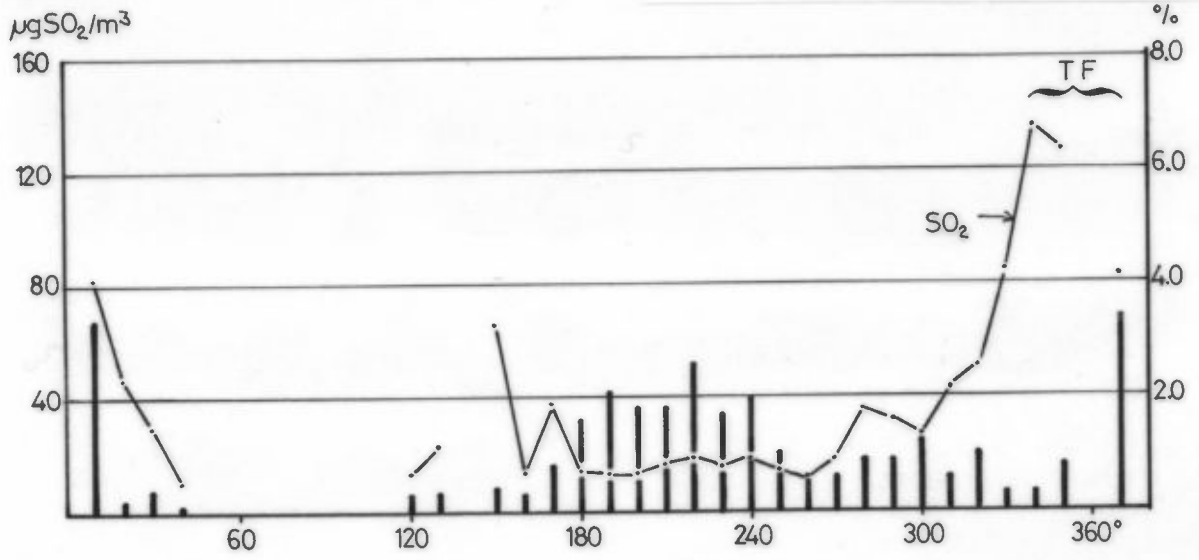
Vindstyrkeklasse 0,1 - 2,0 m/s



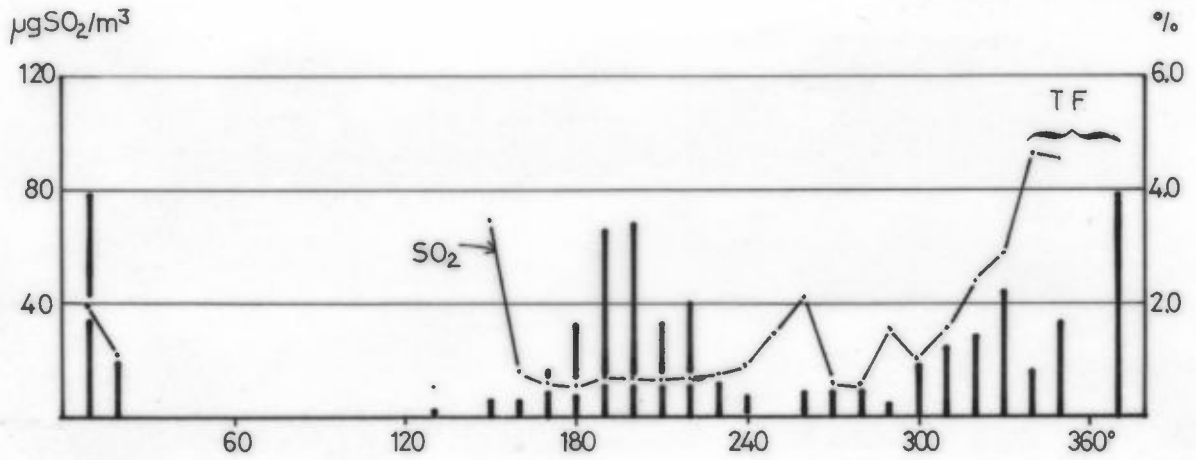
Vindstyrkeklasse 2,1 - 4,0 m/s



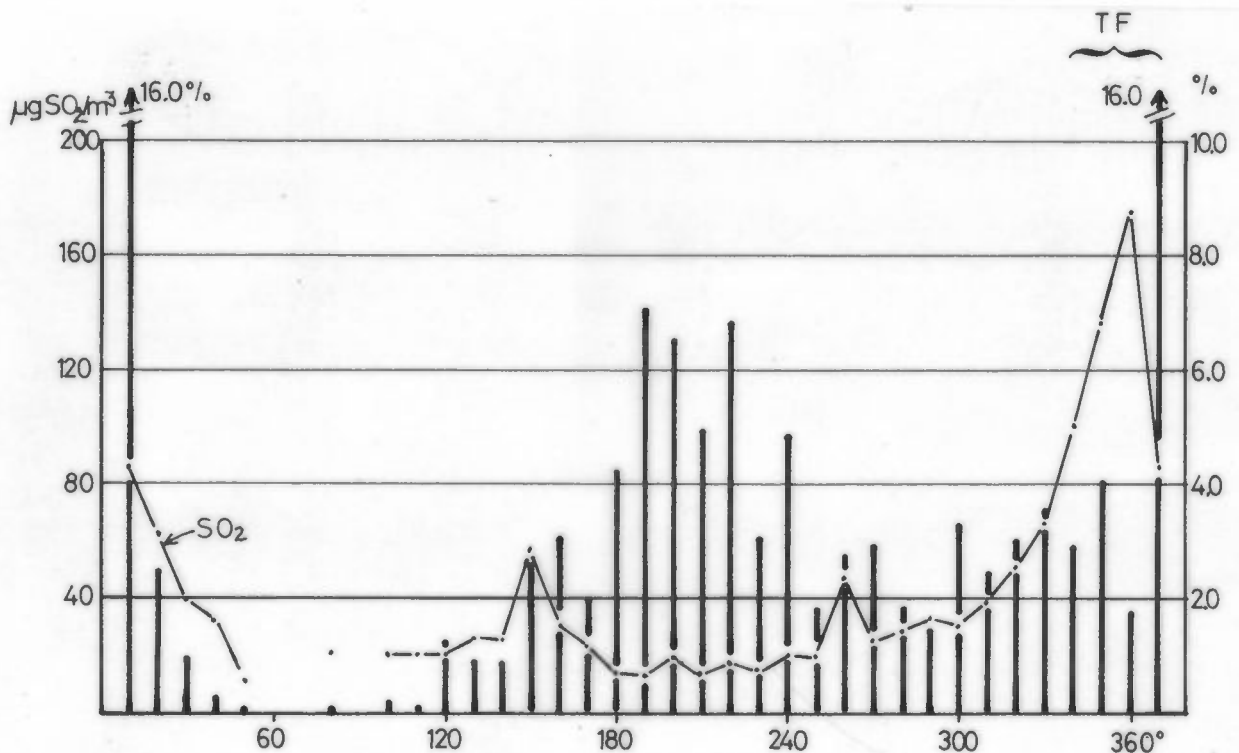
Figur 12: SO₂-belastningsdiagrammer for målestedet Øvre Bøkeligate for vindstyrkeklassene 0,1 - 2,0 m/s, 2,1 - 4,0 m/s, 4,1 - 6,0 m/s, over 6,0 m/s og midlet over alle vindstyrkeklasser. Stolpene i diagrammene angir prosent av det totale antall observasjoner (902) som faller i hver sektor i hver vindstyrkeklasse. TF angir retningen til Treschow-Fritzøe halv-kjemisk cellulosefabrikk fra målepunktet.



Over 6,0 m/s

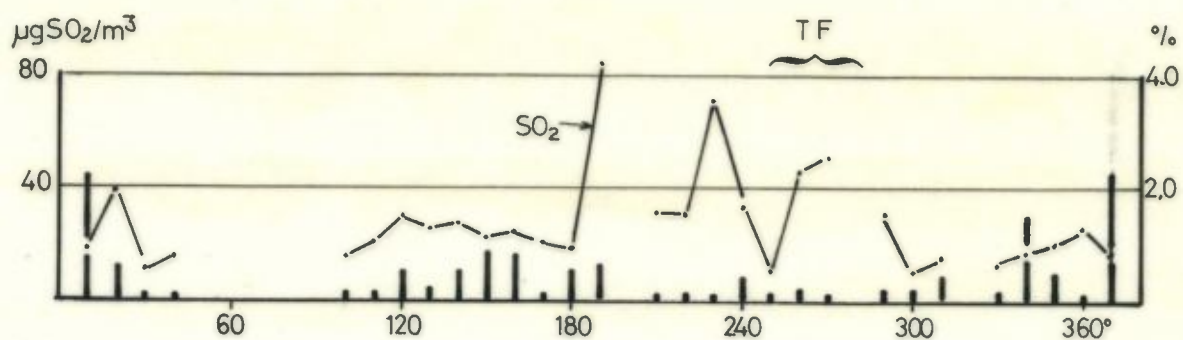


Midlet over alle vindstyrkeklasser

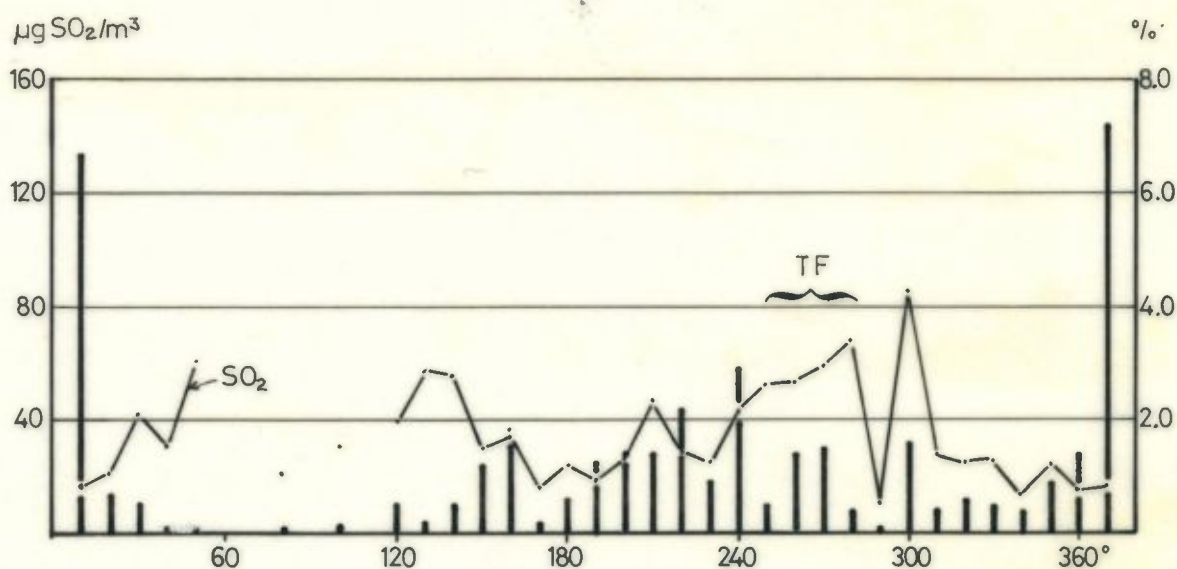


Figur 12 forts.

Vindstyrkeklasse 0,1 - 2,0 m/s

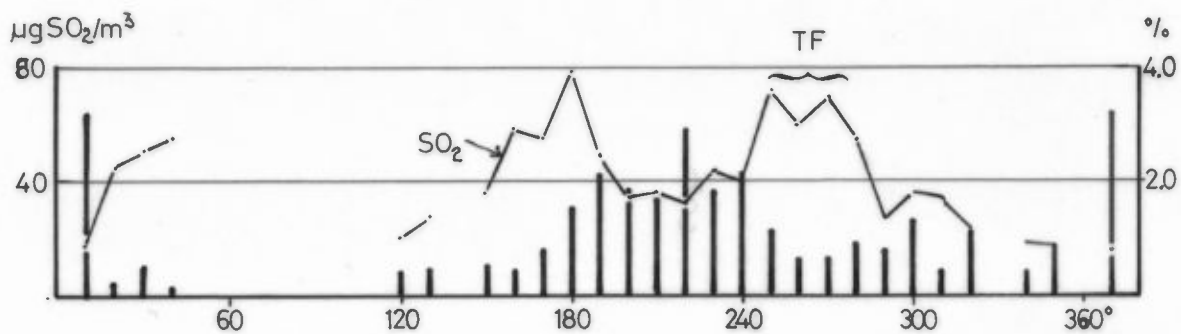


Vindstyrkeklasse 2,1 - 4,0 m/s

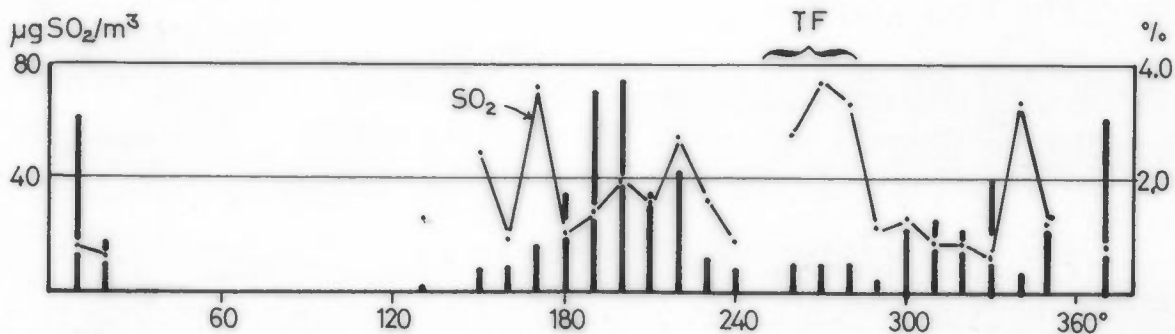


Figur 13: SO₂-belastningsdiagrammer for målestedet Sekundærstasjonen for vindstyrkeklassene 0,1 - 2,0 m/s, 2,1 - 4,0 m/s, 4,1 - 6,0 m/s, over 6,0 m/s og midlet over alle vindstyrkeklasser. Stolpene i diagrammene angir prosent av det totale antall observasjoner (848) som faller i hver sektor i hver vindstyrkeklasse. TF angir retningen til Treschow-Fritzøe halvkJemisk cellulosefabrikk fra målepunktet.

Vindstyrkeklasse 4,1 - 6,0 m/s



Over 6,0 m/s



Midlet over alle vindstyrkeklasser

