

# Dataanalyse av støvmålinger i Narvik

Dag Tønnesen





# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Svevestøvbelastning.....</b>	<b>4</b>
2.1 Belastning for vindretninger .....	5
2.2 Tidsplott av episoder.....	8
2.3 Gjennomsnittlige døgnfordelinger av støvkonsentrasjonen .....	11
<b>3 Støvsammensetning.....</b>	<b>12</b>
<b>4 Konklusjoner.....</b>	<b>13</b>

## Sammendrag

NILU - Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra LKAB utført analyse av måleserier for svevestøv, nedfallstøv og sammenheng med meteorologiske forhold. Analysen omfatter målinger i Narvik utført i perioden 01.03.2016 til 31.05.2017. Målingene er foretatt på den faste målestasjonen i Narvik.

Gjennomsnittskonsentrasjoner for vindretningssektorer er lavest for både PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> for vind fra 210 og 240 grader (sør-sørvest og vest-sørvest, inn fra Ofotfjorden). Det er høyest middelkonsentrasjon ved vindretning fra nordvest og nordøst, henholdsvis fra jernbaneterminalen og fra E6/sentrum. Dette gjelder både PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>.

Samlet mengde PM<sub>10</sub> tilført målestasjonen er høyest med nordøstlig til østlig vindretning. For PM<sub>2,5</sub> kommer størst mengde tilført støv med østlig vindretning (fra boligområder og E6).

Det er vind fra sektorene 300 grader og 330 grader (vest-nordvest og nord-nordvest) der høy konsentrasjon kan skyldes avblåsning av allerede deponert støv. Dette gjelder også, men i noe mindre grad, vindretning fra sektor 60 grader (øst-nordøst).

Midlere fordeling av partikkelkonsentrasjon over døgnet viser samme variasjon som kan forventes for samlede bidrag fra vegtrafikk og vedfyring. I tillegg kommer det konsentrasjonsbidrag fra støv avsatt på bakken. Dette bidraget er lettest å identifisere for perioder med sterk vind fra nordvest.

Sammensetning av støv har høyere andel jern i forhold til aluminium enn det som måles i lite forurenset luft. Innhold av  $\alpha$ -Kvarts i støvprøvene analysert for dette ligger mellom 8% og 22%. Målingene av støvsammensetning gir ingen klare indikasjoner på hvilken utslippskilde som er viktigst. Antallet prøver er begrenset og det er derfor vanskelig å trekke sikre konklusjoner. Et vesentlig bidrag til kvartsinnhold i støv fra kvartsitthåndtering på malmkaia burde imidlertid ha vist seg som en klarere sammenheng mellom aktivitet og forhøyet nivå enn det som foreligger fra analysene. Støvkonsentrasjon som funksjon av vindretning gir indikasjon på at aktivitet ved jernbaneterminalen gir et større bidrag til støvkonsentrasjoner enn aktivitet ved havna.

# Dataanalyse av støvmålinger i Narvik

## 1 Innledning

NILU - Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra LKAB utført analyse av måleserier for svevestøv, nedfallstøv og sammenheng med meteorologiske forhold. Analysen omfatter målinger i Narvik utført i perioden 01.03.2016 til 31.05.2017. Målingene er foretatt på den faste målestasjonen i Narvik, med betegnelse «Sentrum, Narvik». Plassering av målestasjonen er vist i Figur 1.



Figur 1: Målestasjonens plassering, vist med blått triangel, kilde [www.luftkvalitet.info](http://www.luftkvalitet.info).

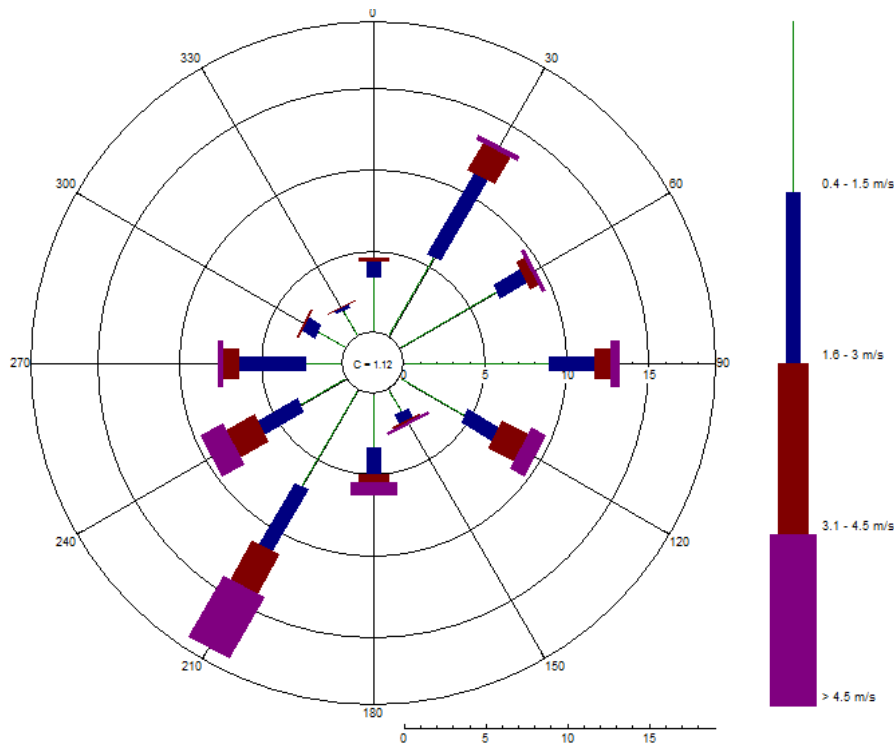
Målestasjonen ligger vest for E6-Kongens gate med buss-stasjonen og havneområdet lenger vest.

## 2 Svevestøvbelastning

Målte timemiddelkonsentrasjoner av svevestøv i to størrelsesfraksjoner ( $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ ) har blitt analysert i forhold til vindretning, vindhastighet og tid på døgnet målingen er utført.  $PM_{10}$  er partikler med aerodynamisk diameter mindre enn  $10 \mu m$ .  $PM_{2,5}$  er partikler med diameter mindre enn  $2,5 \mu m$ . Dette kapitlet viser resultatene av analysene.

## 2.1 Belastning for vindretninger

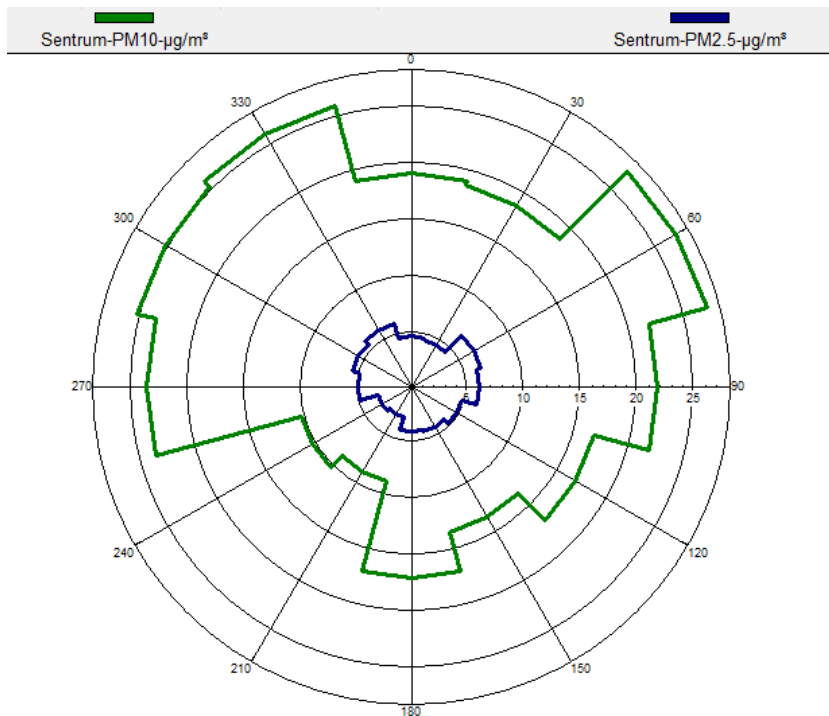
Vindretningsfordeling gitt som forekomst av vindretning i 12 sektorer og vindstyrkefordeling for hver sektor («Vindrose») ved målestasjonen i Narvik sentrum for perioden mars 2016 til og med mai 2017 er vist i Figur 2.



Figur 2: Vindrose fra Sentrum, Narvik 1.3.2016-31.5.2017.

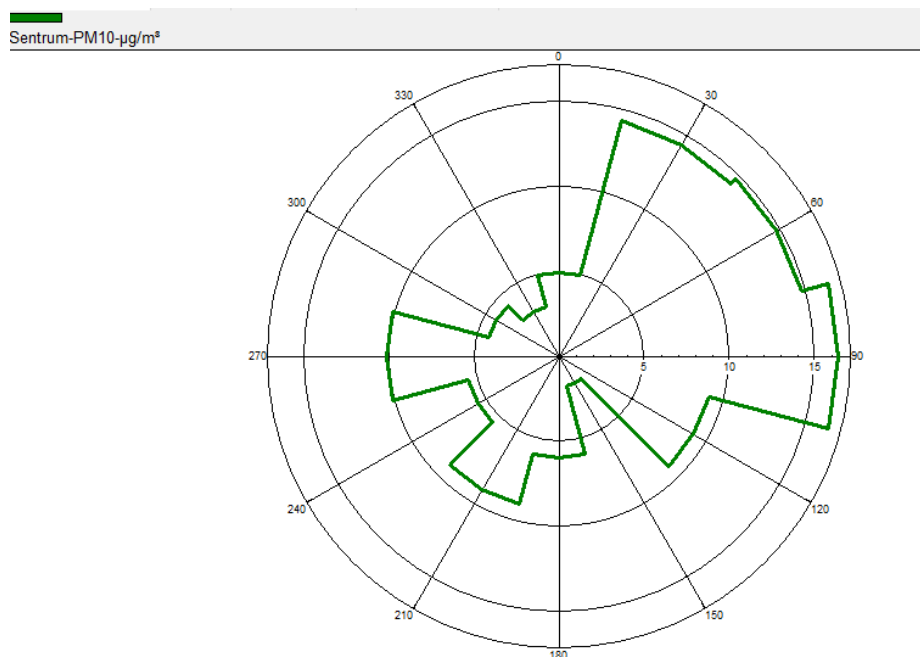
Vind fra 210 grader (sør-sørvest) har hyppigst forekomst med nær 20 % av alle timemiddelvindretninger innenfor sektoren. Nest oftest forekom vind fra nord-nordøst (30 grader) og øst (90 grader), hver med 13 % forekomst. Svak vind forekom oftest for vindretningssektorene med vind fra 30, 60 og 90 grader.

Hvordan vindretningen påvirker konsentrasjonen av svevestøv er vist på to måter. Beregning av midlere konsentrasjon av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> for hver av 12 vindretningssektorer på 30 grader er vist i Figur 3. Figur 4 og Figur 5 viser vindretningsfordeling vektet mot relativt konsentrasjonsbidrag av henholdsvis PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> for 12 vindretningssektorer. Den første framstillingen (Figur 3) viser hvilke vindretninger som gjennomsnittlig har høyest konsentrasjon. Den andre framstillingen (Figur 4 og Figur 5) viser hvilke vindretninger som har brakt med seg mest svevestøv mot målestasjonen i løpet av måleperioden.

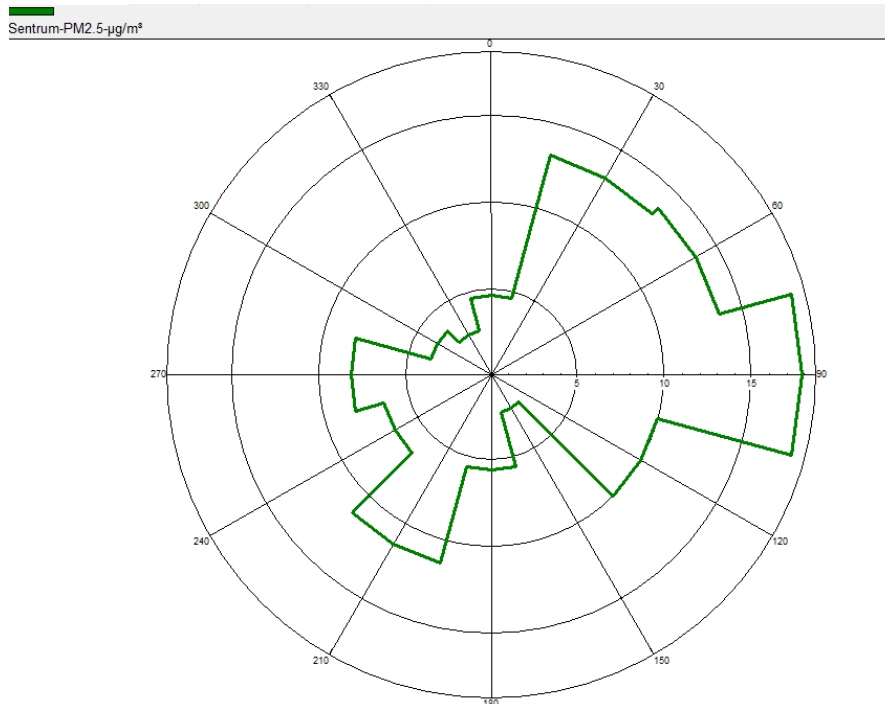


Figur 3: Gjennomsnittlig konsentrasjon av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i 12 vindretningssektorer fra Sentrum, Narvik 1.3.2016-31.5.2017.

Gjennomsnittskonsentrasjoner for vindretningssektorer er lavest for både  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  for vind fra 210 og 240 grader (inn fra Ofotfjorden). Det er høyest middelkonsentrasjon ved vindretning fra nordvest og nordøst, henholdsvis fra jernbaneterminalen og fra E6/sentrum. Dette gjelder både  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ .



Figur 4: Vindretningsfordeling vektet med relativt konsentrasjonsbidrag av  $PM_{10}$  fra 12 vindretningssektorer.

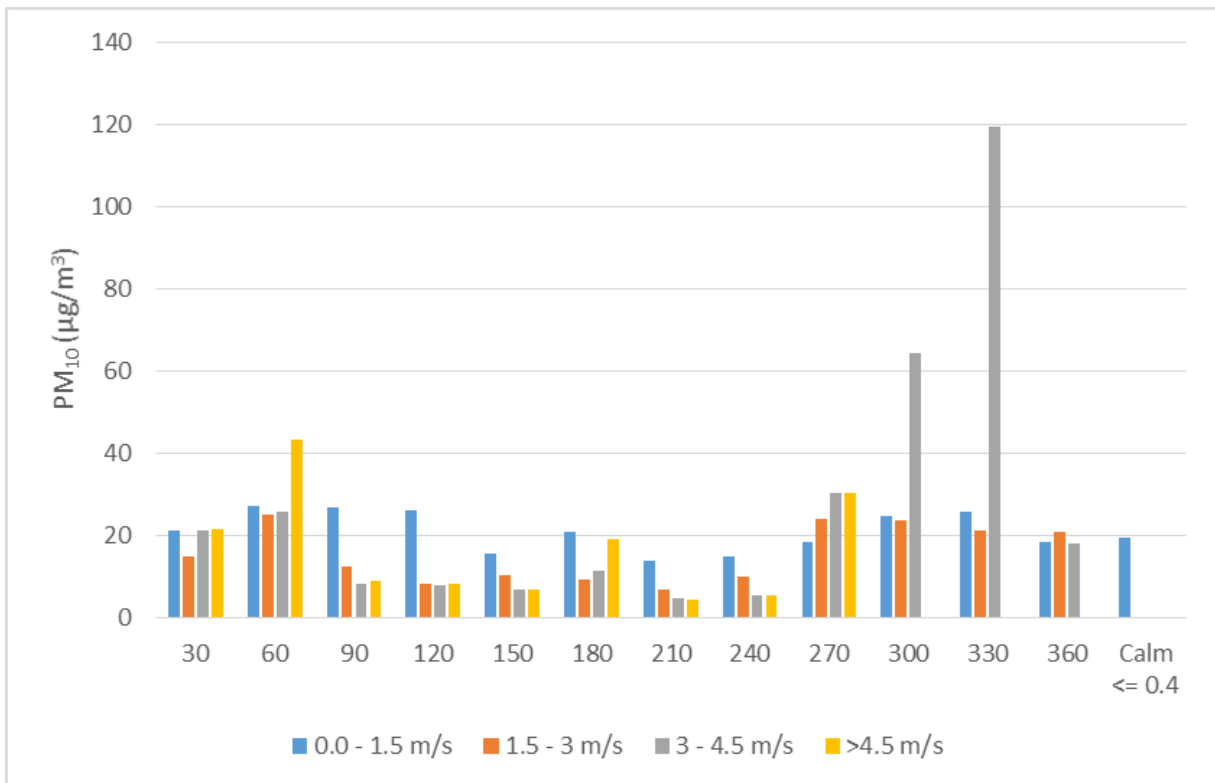


Figur 5: Vindretningsfordeling vektet med relativt konsentrasjonsbidrag av PM<sub>2,5</sub> fra 12 vindretningssektorer.

De relative konsentrasjonsfordelingene viser et annet bilde enn gjennomsnittlig belastning. Samlet mengde PM<sub>10</sub> tilført målestasjonen er høyest med nordøstlig til østlig vindretning (Figur 4). For PM<sub>2,5</sub> kommer størst mengde tilført støv med østlig vindretning (Figur 5). Det er et forhøyet relativt bidrag fra sørvest (210 grader). En sannsynlig årsak til dette er kombinasjon av høy forekomst av retningen og bidrag av sjøsalt. Framstillingen av relativt konsentrasjonsbidrag for vindretninger er en bedre indikator for bidrag til årsmiddelverdi enn gjennomsnittskonsentrasjonen for vindretningssektor, mens gjennomsnittskonsentrasjon for sektorer er en bedre indikator for retning til kilder som gir høy timemiddelkonsentrasjon.

Midlere støvkonsentrasjon for vindretnings- og vindstyrkeklasser er vist i Figur 6. Direkte utslipp av støv fra bakkenære kilder som vegbaneslitasje, metallstøv fra jernbaneskiner og toghjul og fyringsutslipp fra villabebyggelse vil gi høyt konsentrasjonsbidrag ved lav vindstyrke. Utslipp som slippes ut høyt over bakken som utslipp fra industriskorsteiner og sentralfyringsanlegg vil gi høyt konsentrasjonsbidrag ved middels sterk vind, mens oppvirvling av avsatt støv eller avblåsning fra deponier gir høyt konsentrasjonsbidrag ved sterk vind. Dersom Figur 6 betraktes med tanke på disse relasjonene er det spesielt vind fra 300 grader og 330 grader (vest – nordvest og nord- nordvest) der høy konsentrasjon kan skyldes avblåsning av allerede deponert støv. Dette gjelder også, men i noe mindre grad, vindretning fra 60 grader (øst-nordøst).

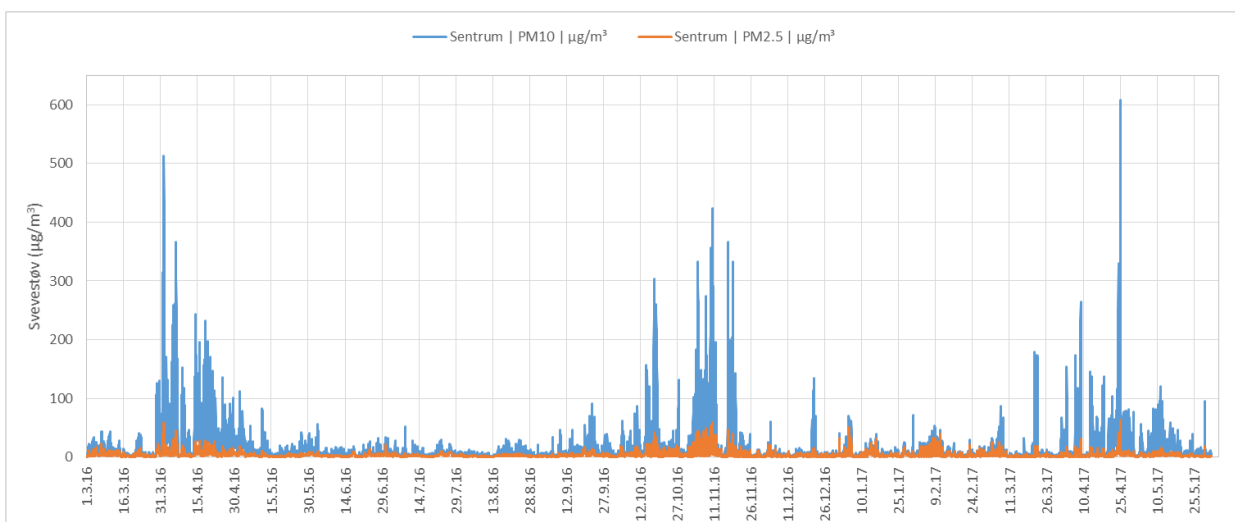




Figur 6: Gjennomsnittskonsentrasjon av  $PM_{10}$  målt i Sentrum, Narvik i perioden 1.3.2016-31.5.2017 for tolv vindretningssektorer og fire vindstyrkeklasser.

## 2.2 Tidsplott av episoder

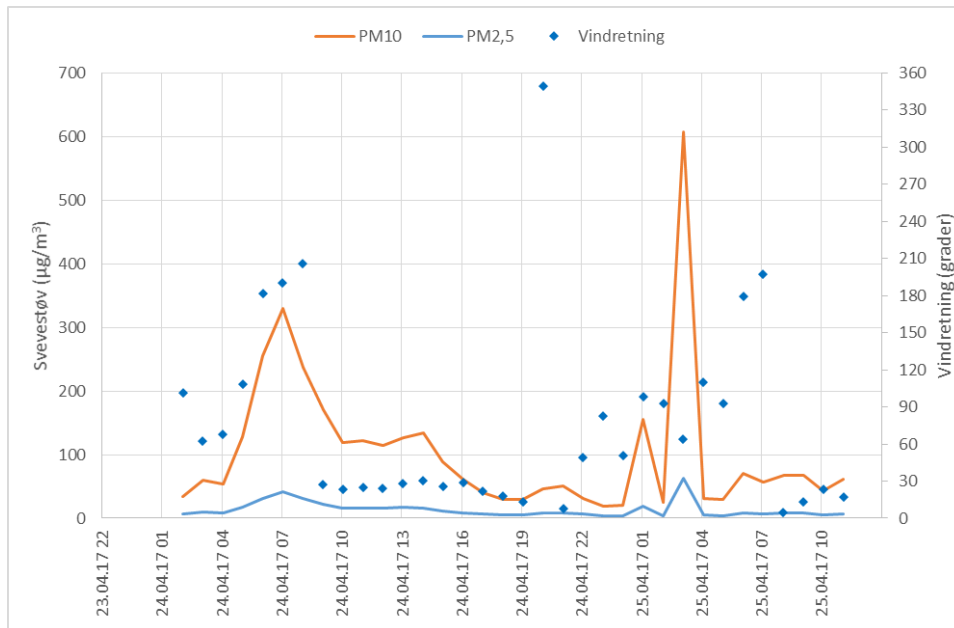
Tidsplott av hele måleserien, gitt som timemiddelkonsentrasjon, er vist i Figur 7.



Figur 7: Tidsplott av målte svevestøvkonsentrasjoner (timesverdier) fra Sentrum, Narvik 1.3.2016-31.5.2017.

Tre perioder inneholder spesielt høyt konsentrasjonsnivå, april 2016, oktober–november 2016 og april–mai 2017. I alle disse episodene er det mye støv i grov størrelsesfraksjon, PM<sub>10-2.5</sub> (partikler i med størrelse mellom 2,5 µm og 10 µm). Støv som kommer fra forbrenningsprosesser tilhører den minste størrelsesfraksjonen (PM<sub>2.5</sub>), mens vegstøv og andre mineralske partikler som er virvlet opp fra bakken har overvekt av partikler i størrelsesfraksjonen mellom 2,5 µm og 10 µm.

To episoder som dekker to døgn, med start 31.03.2016 og 24.04.2017, er vist nedenfor med timemiddelkonsentrasjoner av de to størrelsesfraksjonene og vindretning for timene.

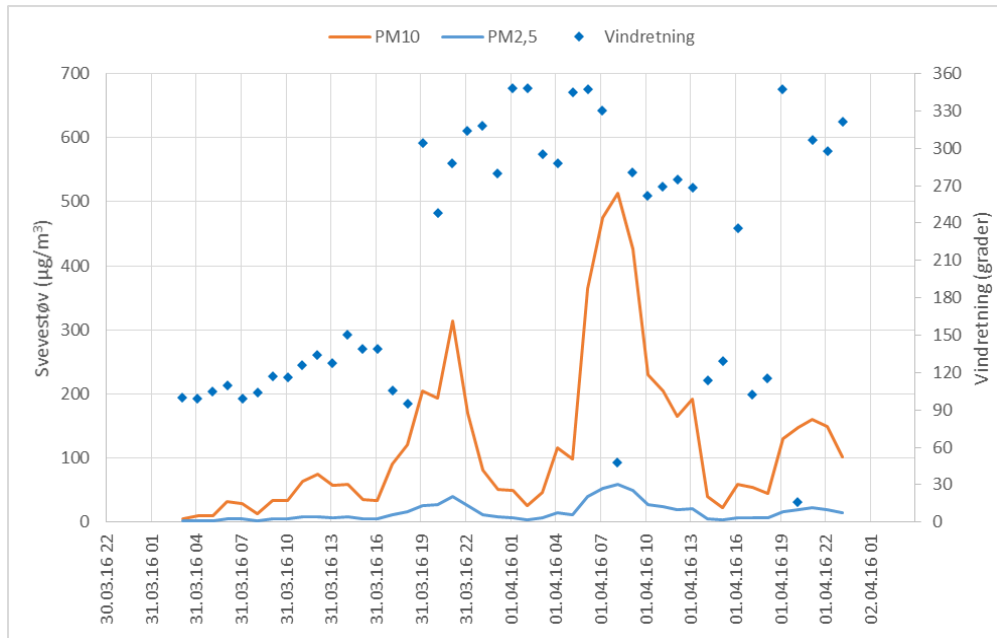


Figur 8: Tidsplott av PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> og vindretning for episode 24. april og 25. april 2017 med maksimumskonsentrasjon av PM<sub>10</sub> fra Sentrum, Narvik.

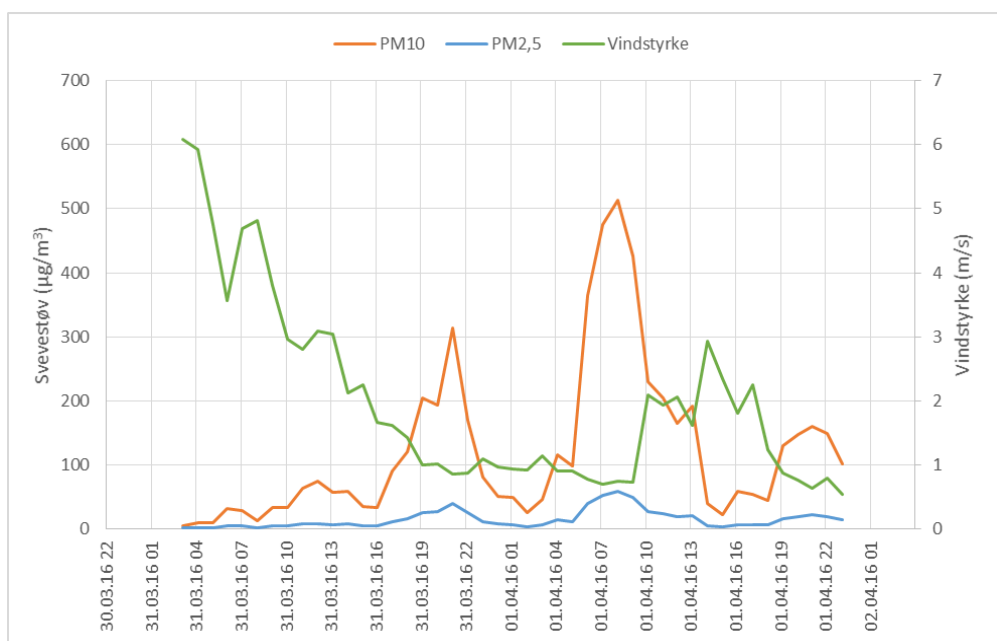
Figur 8 viser at timemiddelkonsentrasjon av PM<sub>10</sub> øker fra klokka 5 til klokka 7 om morgenen samtidig som vindretningen dreier fra øst–nordøst mot sør. Økt konsentrasjon er knyttet til den grove størrelsesfraksjonen av partikler. Vind-dreining tilbake til nord–nordøst medfører at konsentrasjonsnivået faller, men det er fremdeles høyt i forhold til midlere nivå av støv. Om ettermiddagen faller nivået av svevestøv ned mot middelverdien. Rett etter midnatt dreier vinden fra nord mot øst, og konsentrasjonen øker til 600 µg/m<sup>3</sup> klokka 3 om morgenen, med en vindretning på 60 grader. Normalt er det ikke aktiviteter som gir lokale utslipp av svevestøv på denne tiden av døgnet, så den høye konsentrasjonen kan skyldes spesiell aktivitet langs E6 som feiing, eller oppvirvling av deponert støv.

Støvepisoden i overgangen mars–april 2016 er vist i Figur 9 sammen med vindretning og i Figur 10 sammen med vindhastighet. Vindstyrken falt gradvis i løpet av 31. mars. Om kvelden (kl. 17–18) dreide vinden fra østlig til nordvestlig retning. Svevestøvkonsentrasjonene økte vesentlig i løpet av det samme tidsrommet, for deretter å synke utover kvelden selv om vindforholdene ikke endret seg særlig. Det forhøyde konsentrasjonsnivået skyldes trolig støv dannet av trafikk på E6. Samme type vindforhold morgen og formiddag 1. april ga en ny periode med høye timemiddelkonsentrasjoner fram

til kl. 13. Etter vinddreining fra kl. 13–14 fra nordvest til øst sank konsentrasjonsnivået. Igjen er det trolig trafikk på E6 som er årsak til det forhøyde konsentrasjonsnivået. I begge perioder med forhøyet konsentrasjonsnivå er andelen av støv i grovfraksjonen (mellom 10 og 2,5  $\mu\text{m}$ ) dominerende.



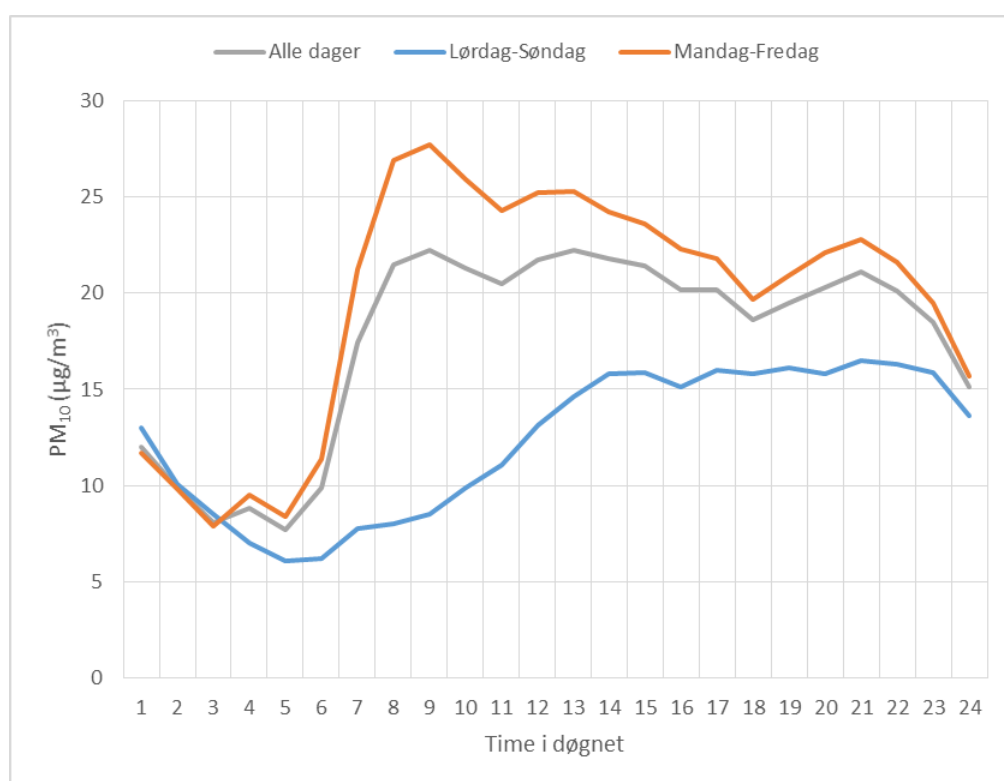
Figur 9: Tidsplott av PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> og vindretning i episode 31. mars og 1. april 2016 med maksimumskonsentrasjon for 2016 av PM<sub>10</sub> fra Sentrum, Narvik.



Figur 10: Tidsplott av PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> og vindstyrke i episoden med maksimumskonsentrasjon for 2016 av PM<sub>10</sub> fra Sentrum, Narvik

### 2.3 Gjennomsnittlige døgfordelinger av støvkonsentrasjonen

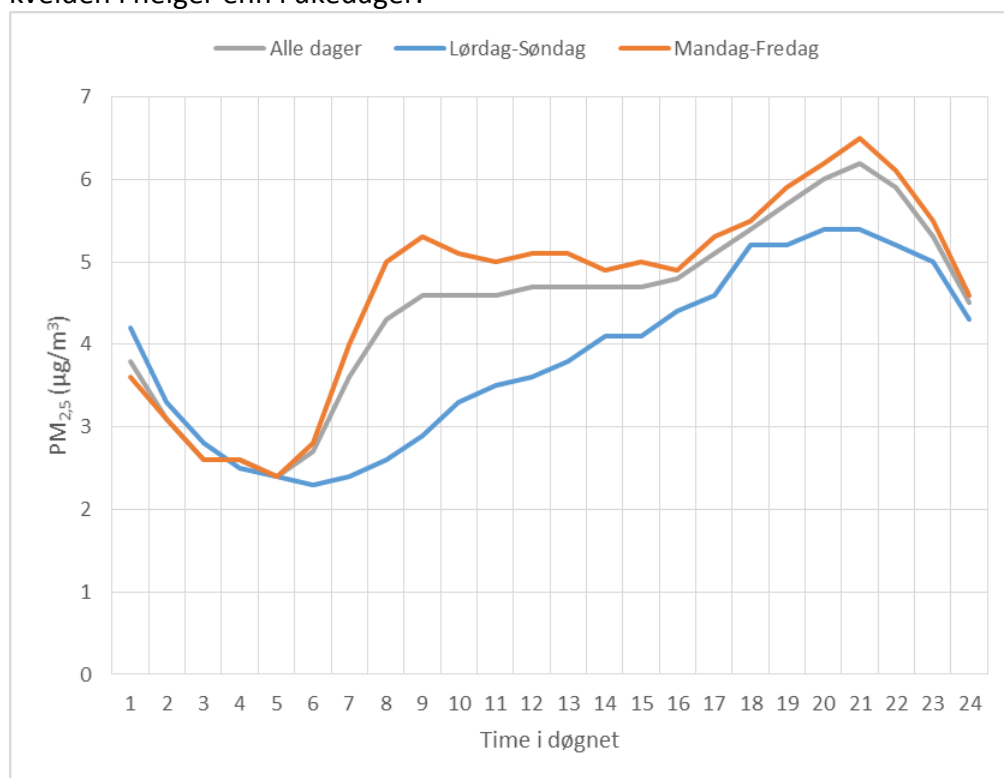
Noen aktiviteter som genererer utslipp av svevestøv har utpregede døgfordelinger. Trafikkmengde er et eksempel på dette, med lite trafikk i perioden fra midnatt til ca. kl. 6, en markert topp rundt kl. 8, en ny topp fra kl. 15 til 17, og så synkende aktivitet utover kvelden. Husoppvarming med ved som brensel foregår hovedsakelig fra kl. 17 fram til sent på kvelden. På grunn av at noen kjente utslippskilder har slike typiske variasjonsmønstre kan en framstilling av midlere konsentrasjonsvariasjon over døgnet være et nyttig verktøy. Midlere døgfordeling av PM<sub>10</sub> (Figur 11) og PM<sub>2,5</sub> (Figur 12) for hele måleperioden er vist nedenfor. Figurene viser fordeling for alle dager, ukedager og lørdag-søndag.



Figur 11: Midlere døgfordeling av PM<sub>10</sub> fra Sentrum, Narvik 1.3.2016-31.5.2017.

Av Figur 11 framgår det at fordeling av PM<sub>10</sub>-konsentrasjoner i gjennomsnitt har et markert forhøyet nivå kl. 8 og kl. 9 om morgenen på hverdager, men ikke i helgene. Dette samsvarer bra med et forventet utslippsmønster fra vegtrafikk. Døgfordelingen viser også et forhøyet nivå rundt kl. 21. Hvis dette nivået sees i sammenheng med fordeling av PM<sub>2,5</sub> vist i Figur 12, framgår det at det forhøyde nivået om kvelden skyldes økning av konsentrasjon i den fineste svevestøvfraksjonen, og tidspunktet for nivå-økningen samsvarer med forventet utslipp-søkning fra boligoppvarming med ved. Det er imidlertid større relativ forskjell mellom midlere nivå for helg og ukedag i døgfordelingen av grove partikler enn av fine partikler, så

en del av økningen i konsentrasjon om kvelden kan skyldes at det er mer vegtrafikk om kvelden i helger enn i ukedager.



Figur 12: Midlere døgnfordeling av  $PM_{2.5}$  fra Sentrum, Narvik 1.3.2016-31.5.2017.

### 3 Støvsammensetning

Innsamlede døgnprøver av svevestøv ( $PM_{10}$ ) er analysert for innhold av metaller og  $\alpha$ -Kvarts. Prøvene er valgt ut fra tilgjengelig materiale basert på nivå av svevestøv for døgnet, vindretning i Narvik, og om det foregikk spesiell aktivitet ved malmhavna. I tillegg ble noen prøver tatt ut for å dekke måleperioden tidsmessig ved å velge ut høyeste døgnverdi for måneder der ingen andre kriterier var oppfylt. Ti av prøvene er analysert for innhold av metallene aluminium, jern og vanadium, og seks av prøvene er analysert for innhold av  $\alpha$ -Kvarts. Ingen av prøvene viste verdier over deteksjonsgrense for vanadium. Dette metallet er et sporelement for forbrenning av oljebaserte produkter, men forekommer også i ulike mineraler. Aluminium vil forekomme i vegstøv, og jern kan være et sporelement for aktivitet knyttet til malmtransporten. Resultatene av analysene er gjengitt i Tabell 1. Vanadiumkonsentrasjonene (under  $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i alle prøvene) er ikke gjengitt i tabellen. Forholdstallet mellom konsentrasjon av jern og aluminium er også gjengitt i tabellen. To av prøvene viser høyere konsentrasjon av jern enn av  $PM_{10}$ . NILU kjenner ikke nok til innsamling/analyse av prøvene til å forklare hvordan dette har framkommet.

For prøvene tatt i Narvik er konsentrasjonen av jern gjennomgående høyere enn konsentrasjonen av aluminium. For partikler i lite forurenset luft viser NILUs målinger på Andøya et gjennomsnittlig forhold mellom konsentrasjon av jern og aluminium på 0,66. At

forholdet i Narvik gjennomgående er motsatt (mer jern enn aluminium) kan være en indikasjon på at pågående aktivitet knyttet til malmtransport gir signifikant bidrag til støvkonsentrasjonene. Imidlertid vil tidligere avsatt støv på bakken som er gjenstand for gjenoppvirvling trolig inneholde mer jern enn i andre områder. I Narvik har det vært transport og håndtering av jernmalm siden 1902, og støv med høyt jerninnhold har vært tilført området i hele denne perioden.

Innholdet av  $\alpha$ -Kvarts i støvet er om lag 20 % for fire prøver og om lag 10 % for to prøver. Det er ingen åpenbar sammenheng mellom håndtering av kvartsitt ved malmanlegget og innhold av kvartsitt i døgnprøvene.

Tabell 1: Analyseresultater for døgnprøver av svevestøv.

Dato	PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Aluminium ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Jern ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Kvarts ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Forhold Fe/Al
23.jul	13	1,30	20		15,4
26.jul	13,6	2	4,8		2,4
18.aug	15,8	2,5	7,7		3,1
19.aug	13,3	1,6	5,2		3,3
09.sep	12,8	2,5	10		4
14.okt	72,9	0,7	14		20
17.okt	106,4			8,8	
18.okt	115,6	3,2	5,5		1,7
22.nov	18,9			4,1	
20.des	18,9			4,3	
21.des	56,7	23	16		0,7
04.jan	33,9	3,3	3		0,97
05.jan	30,4			5,8	
20.jan	4,2	0,7	5,2		7,5
08.feb	24,2			4,9	
13.feb	6,4			0,7	15,4

## 4 Konklusjoner

Gjennomsnittskonsentrasjoner for vindretningssektorer er lavest for både PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> for vind fra 210 og 240 grader (inn fra Ofotfjorden). Det er høyest middelkonsentrasjon ved vindretning fra nordvest og nordøst, henholdsvis fra jernbaneterminalen og fra E6/sentrum. Dette gjelder både PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>.

Samlet mengde PM<sub>10</sub> tilført målestasjonen er høyest med nordøstlig til østlig vindretning. For PM<sub>2,5</sub> kommer størst mengde tilført støv med østlig vindretning.

Det er vind fra sektorene 300 grader og 330 grader (vest–nordvest og nord–nordvest) der høy konsentrasjon kan skyldes avblåsning av allerede deponert støv. Dette gjelder også, men i noe mindre grad, vindretning fra sektor 60 grader (øst-nordøst).

Midlere fordeling av partikkelkonsentrasjon over døgnet viser samme variasjon som kan forventes for samlede bidrag fra vegtrafikk og vedfyring.

Sammensetning av støv har høyere andel jern i forhold til aluminium enn det som måles i lite forurenset luft. Innhold av  $\alpha$ -Kvarts i støvprøvene analysert for dette ligger mellom 8% og 22%.

Støvkonsentrasjonens variasjon over døgnet, samt variasjonen av konsentrasjon med vindretning tyder på at de viktigste kildene til svevestøvkonsentrasjon ved målestasjonen er vegtrafikk og vedfyring. I tillegg kommer det konsentrasjonsbidrag fra støv avsatt på bakken. Dette bidraget er lettest å identifisere for perioder med sterk vind fra nordvest.

Målingene av støvsammensetning gir ingen klare indikasjoner på hvilken utslippskilde som er viktigst. Antallet prøver er begrenset. Og det er vanskelig å trekke sikre konklusjoner. Et vesentlig bidrag til kvartsinnhold i støv fra kvartsitthåndtering på malmkaia burde imidlertid ha vist seg som en klarere sammenheng mellom aktivitet og forhøyet nivå enn det som foreligger fra analysene.

Forhøyde forekomster av jern i støvet må tilskrives at transport og håndtering av jernmalm har foregått i Narvik siden 1902, og at deponert støv på bakken i Narvik har et høyt jerninnhold. Støvkonsentrasjon som funksjon av vindretning gir indikasjon på at aktivitet ved jernbaneterminalen gir et større bidrag til støvkonsentrasjoner enn aktivitet ved havna.

## **NILU – Norsk institutt for luftforskning**

NILU – Norsk institutt for luftforskning er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåking og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.

*NILUs verdier: Integritet – Kompetanse – Samfunnsnytte*

*NILUs visjon: Forskning for en ren atmosfære*

NILU – Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 100, 2027 KJELLER

E-post: [nilu@nilu.no](mailto:nilu@nilu.no)

<http://www.nilu.no>

ISBN: 978-82-425-2923-7

ISSN: 2464-3327