



## MILJØOVERVÅKNING

M-1069 | 2018

# Grenseområdene Norge-Russland

Luft- og nedbørkvalitet, vedlegg til årsrapport 2017



# Innhold

1. Innledning.....	2
2. Utslipp, målinger og grenseverdier.....	3
2.1 Utslipp.....	3
2.2 Måleprogram i 2017.....	5
2.2.1 Andre stasjoner og måleprogrammer i grenseområdene .....	9
3. Måleresultater meteorologi 2017 .....	11
3.1 Vindmålinger .....	13
3.2 Temperatur.....	15
3.3 Nedbørmålinger .....	16
4. Måleresultater svoveldioksid (SO <sub>2</sub> ) og uorganiske komponenter .....	17
4.1 SO <sub>2</sub> kalenderåret 2017.....	17
Viksjøfjell.....	28
4.2 Trender av SO <sub>2</sub> 1974 - 2016.....	30
4.2.1 Timemiddelverdier - grenseverdi 350 µg/m <sup>3</sup> .....	32
4.2.2 Døgnmiddelverdier - grenseverdi 125 µg/m <sup>3</sup> .....	35
4.2.3 Døgnmiddelverdier - øvre og nedre vurderingsterskel.....	35
4.2.4 Sesongmidler sommer .....	36
4.2.5 Årsmiddelverdi .....	37
4.3 Uorganiske komponenter i nedbør .....	37
5. Måleresultater tungmetaller i svevestøv og nedbør .....	42
5.1 Tungmetaller i svevestøv .....	42
5.2 Tungmetaller i nedbør - konsentrasjon .....	51
5.3 Tungmetaller i nedbør - våtavsetning .....	52
6. Referanser .....	56

# 1. Innledning

Tidligere rapporter fra dette måleprosjektet har vært meget detaljerte med mye resultater og data. Fra og med årsrapporten for kalenderåret 2017 er dette endret. Nå lages det en hovedrapport og et vedlegg. Hovedrapporten er kortfattet (38 s) med de viktigste resultatene, mens mer detaljerte data er gjengitt i dette vedlegget. Tanken er at de fleste leser den korte hovedrapporten, mens de som er interesserte i detaljer og mer data lett kan finne dette i vedlegget. Slik sett håper vi å gjøre resultatene fra prosjektet lettere tilgjengelige for alle uansett bakgrunn og interesse. Kapittelinndeling i vedlegget følger i store trekk inndelingen i hovedrapporten.

NILU har gjort målinger i grenseområdene mot Russland siden 1974. Første rapport dekket tidsrommet 1974-1977 (Hagen, 1977). Fra 1980-tallet ble det utgitt to rapporter i året, en for sommer- (april - september) og en for vintersesongen (oktober - mars, se referanseliste i kap. 6). Siden ble to halvårsrapporter slått sammen og det ble utgitt en årsrapport for april - mars påfølgende år (første dekket perioden april 1997-mars 1998). Fra 2016 ble rapportert for kalenderår (januar - desember). Dette ble gjort fordi grenseverdier og målsetningsverdier gjelder for kalenderår (eneste unntak er SO<sub>2</sub> halvårsmiddel for vinter) og det er da naturlig at rapporteringen følger samme intervall.

## 2. Utslipp, målinger og grenseverdier

### 2.1 Utslipp



Figur 1: Røyken fra smelteverket i Nikel sett fra torget foran rådhuset 18. april 2015. Bildene er tatt med kun få minutters mellomrom. Den gule bygningen er rådhuset i Nikel. Bildene viser hvordan utslippene kan skifte raskt, både med tanke på mengde og farge (gul røyk på venstre bilde og svart røyk på høyre). Merk dog at røyken her kommer fra to ulike piper. Foto: Benjamin Flatlandsmo Berglen.

Figur 1 er et godt eksempel på utslipp fra smelteverket i Nikel slik de sees lokalt.  $\text{SO}_2$  er en usynlig gass og synes derfor ikke på bildene. Røyken som sees er hovedsakelig vanddamp og partikler. Fargen på røyken kan variere fra tilnærmet hvit, gulaktig, ulike sjatteringer i grått og over mot svart (se spesielt bilde av røyken fra Nikel i Bilde 1). Årsaken til variasjonen er ukjent. En stor andel av utslippene er såkalte diffuse utslipp som slippes ut direkte fra selve smeltehallen og bygningene, ikke fra pipene. Dette er røyk og avgasser som slippes ut nær bakken og som forblir i bakkenivå ved stabile forhold. Diffuse utslipp bidrar til høye bakkekonsentrasjoner i smelteverkets nærrområde, og utslippene driver innover Nikel by ved vind fra nordlig kant (byen ligger like sørvest for verket). På mange måter fungerer ikke pipene etter hensikten. Formålet med en pipe er å slippe ut forurensningen høyt oppe slik at utslippet fortynnes og konsentrasjonen er lavere når røykfanen når bakken. Ved utslipp i bakkenivå blir konsentrasjonen meget høy nær utslippspunktet. Andelen diffuse utslipp virker å ha økt de senere årene. En mulig forklaring er at sørveggen på smelteverket er tatt ned og røyk unnslipper direkte ut i friluft fra smeltehallen.



Figur 2: Røyken fra smelteverket i Nikel sett fra isen på Pasvikelva ved Utnes. Bildene er tatt 18. april 2016 om kvelden. Øverst vises nærbilde av utslippene, mens nederste bilde viser hvordan den svarte røyken stiger opp til et visst nivå og bringes så horisontalt sørover. Røykfanen kunne sees som en svart stripe på himmelen flere mil av gårde. Legg også merke til de diffuse utslippene, samt røyken fra skorsteinen til varmekraftverket i Nikel (til høyre nedenfor verket). Foto: Benjamin Flatlandsmo Berglen.

Utslippene i Zapoljarnij er reduserte og det er forventet at utslippene vil øke i Nikel. Det skal bli interessant å følge målingene framover på norsk og russisk side og se hvordan endret utslippsmønster vil påvirke konsentrasjonene.

Vedrørende utslipp av tungmetaller er det installert rens tiltak i pipene (filtre), slik at pipeutslipp inneholder en forholdsvis mindre andel svevestøvpartikler med tungmetaller sammenlignet med diffuse utslipp som kommer direkte fra bygningene.

Bilde 1 er en god illustrasjon av utslippene og forurensningen i Nikel. Her driver utslippene sørover inn over Nikel by. En forholdsvis stor andel av utslippene kommer direkte fra bygningene. Da får utslippene intet løft, og det er svært liten fortykning før utslippet når bakken. Resultatet er høye målte bakkekonsentrasjoner i nærområdet (jfr Murmansk UGMS sitt måleprogram). Mengden utslipp/røykgass fra smelteverket i Nikel er sterkt varierende på kort tidsskala. Med kun minutters mellomrom kan det variere fra tilnærmet intet utslipp til så å velte røyk ut av pipene/bygningene. Dette skyldes produksjonsmønsteret. Eksempelvis er det plutselig økte utslipp når smeltingen tømmes i smeltehallen.

Norske myndigheter ga i 1991 tilsagn om støtte på 300 millioner kroner til modernisering og innføring av rens tiltak i Nikel. NorNickel-konsernet meldte i desember 2009 at tiltakene ikke blir gjennomført og støtten ble derved trukket tilbake (se eks. Hønneland og Rowe, 2008 for bakgrunnshistorikk).

Utslippene fra smelteverkene bidrar til forhøyede konsentrasjoner av svoveldioksid og tungmetaller i Pechenga og Sør-Varanger og luftforurensningen i grenseområdene mellom Russland og Norge er betydelig. Smelteverket i byen Nikel ligger 7 km fra den norske grensen. Når vinden kommer fra øst vil røyken fra smelteverket komme inn over Pasvikdalen og gi høye, kortvarige konsentrasjoner, såkalte "episoder". Ved vind fra sør vil utslippene fra Nikel bringes inn over Karpdalen og Jarfjordfjellet. Dette er særlig fremtredende om vinteren da hyppigst forekommende vindretning er fra sør. Utslipp fra Zapoljarnij blåser inn over Jarfjordområdet ved østlig og sørlig vind.

Fra 2004 og framover har man observert en økning i konsentrasjonene av tungmetaller i nedbør (se Tabell 20, Tabell 21, samt Figur 12). Denne økningen ble også observert i andre, uavhengige måleprogrammer i grenseområdene (eks Garmo et al, 2017).

Utslippene fra smelteverket i Nikel kommer som tidligere nevnt både fra pipene og fra selve bygningene (diffuse utslipp). Om vinteren er det dårlige spredningsforhold, dvs. svak vind og inversjon. Inversjon er et værphenomen der temperaturen øker opp til et visst høydenivå hvorpå temperaturen igjen avtar med høyden. Dette skyldes igjen avkjøling fra bakken og opptrer typisk om vinteren og om natten. Temperaturmaksimumet virker som et lokk og hindrer vertikal spredning ifra bakken. Utslipp under dette nivået (diffuse utslipp fra bygningene) vil ikke slippe igjennom lokket. Dette sees ved at utslippet fra bygningene ved smelteverket driver langs bakken med meget langsom vertikal fortykning opp til et visst nivå. Utslippet fra pipene er ofte over dette lokket og blandes raskt i den frie atmosfære, dog ikke nedover. Inversjon opptrer som nevnt ofte om vinteren. Da er hyppigst forekommende vindretning fra sør (se vindroser i Figur 8), og utslippene driver da (heldigvis) nordover og vekk fra selve Nikel by.

Om sommeren og på dagtid er lufta mer ustabil pga. oppvarming fra sola. Da er det relativt god vertikal blanding, og utslippene fra bygningene blandes oppover og utslipp fra pipene blandes nedover. Imidlertid ligger Nikel by såpass nær smelteverket at utslippene fra bygningene uansett vil drive langs bakken innover byen ved vind fra nord, avstanden/tiden er for kort slik at utslippene ikke rekker å blandes mye vertikalt. Bilde 2 viser spredning fra smelteverket. Røykfanene fra bygningene og pipe er adskilt nær smelteverket, men så blandes de og former en gråhvit fane som driver inn over Nikel by.

## 2.2 Måleprogram i 2017

I 2017 ble det foretatt målinger og prøvetaking ved i alt fire norske stasjoner i grenseområdene Norge-Russland (kart som viser plasseringen av stasjonene er vist i Figur 3);

- Svanvik: SO<sub>2</sub> kontinuerlig (monitor), tungmetaller<sup>1</sup> i luft og nedbør, meteorologi<sup>2</sup>
- Karpdalen: SO<sub>2</sub> kontinuerlig (monitor), tungmetaller i luft og nedbør, meteorologi
- Karpbukt: uorganiske komponenter i nedbør<sup>3</sup>
- Viksjøfjell: SO<sub>2</sub> langtidsmidler (gjennomsnitt over 14 dager)

<sup>1</sup> Pb: bly, Cd: kadmium, Zn: sink, Ni: nikkell, As: arsen (strengt tatt et halvmetall/metalloid), Cu: kobber, Co: kobolt, Cr: krom, V: vanadium, Al: aluminium. Alle 10 målt i luft/svevestøv (PM<sub>10</sub>).

<sup>2</sup> Vindhastighet, vindretning, temperatur og relativ fuktighet, lufttrykk, samt nedbørsindikator.

<sup>3</sup> Nedbørmengde, ledningsevne, pH og de uorganiske komponentene SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> (gitt som ioner)



Figur 3: Norske målestasjoner for luftkvalitet, nedbørskvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene mellom Norge og Russland i kalenderåret 2016. Data fra de norske stasjonene rapporteres og analyseres i denne studien.

### Instrumentering på Svandvik og i Karpdalen

På Svandvik og i Karpdalen måles  $\text{SO}_2$  med kontinuerlig registrerende instrumenter. Data fra stasjonene overføres trådløst til NILU med GSM eller GPRS senest 2 timer etter at målingene er utført. Etter en enkel automatisk kvalitetskontroll for å luke ut åpenbare feil legges dataene ut på internett tilgjengelig for publikum ([www.luftkvalitet.info](http://www.luftkvalitet.info)). Disse dataene er ikke endelig kvalitetskontrollerte. Ved hvert månedsskifte gjennomgår dataene en grundig kvalitetssjekk ( $\text{SO}_2$  og meteorologi) og de skaleres for å kompensere for drift i instrumentet ( $\text{SO}_2$ ). Deretter legges de over i NILUs databaser.  $\text{SO}_2$ -instrumentene på Svandvik og i Karpdalen kalibreres av lokal stasjonsholder omlag en gang pr. uke. Alle instrumenter gjennomgår kvartalsvis ettersyn av ingeniør fra NILU.

På Svandvik og i Karpdalen tas det også filterprøver av tungmetaller i luft/svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) for de ti metallene Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V og  $\text{Al}^4$  (dog er As strengt tatt et halvmetall/metalloid). Tungmetaller vil aldri opptre i gassform ved normal trykk og temperatur. Tungmetaller som måles her er festet til partikler/svevestøv. Uttrykkene "tungmetaller i luft" og "tungmetaller i svevestøv" beskriver samme fenomen og brukes ofte om hverandre. Filtrene skiftes av lokale stasjonsholdere og sendes NILU for analyse. Siden grenseverdier for tungmetaller i luft er satt for årsmiddel i  $\text{PM}_{10}$ , er det mest relevant og

<sup>4</sup> Pb: bly, Cd: kadmium, Zn: sink, Ni: nikkel, As: arsen, Cu: kobber, Co: kobolt, Cr: krom, V: vanadium, Al: aluminium.

anvendelig å ta ukeprøver som i sum utgjør kontinuerlige målinger. Denne metoden gir middelkonsentrasjon, men ikke maksimumskonsentrasjon/ maksimal belastning.

Både på Svanvik og i Karpdalen måles vindhastighet, vindretning, temperatur og relativ fuktighet, lufttrykk, samt om det har regnet (nedbørsindikator) ved hjelp av Vaisala WTX-520. Instrumentene på Svanvik er plassert i 10 m høyde over bakken for å få målinger som er upåvirket av bygninger (målebua) og eksempelvis trær (se Figur 4). I Karpdalen er instrumentet plassert 4 m over bakken (se Figur 5).

### Målestasjon Svanvik

NILU har målt luftkvaliteten på Svanvik siden 1974. Målestasjonen er vist i Figur 4. Svanvik er en viktig målestasjon, ikke bare for dette måleprogrammet, men også for Strålevernet, NIBIO/LMT, NVE<sup>5</sup> m.fl. Dette gjenspeiles av alle de ulike instrumentene som er utplassert. Svanvik ligger 8 km vest for Nikel og pipene ved smelteverket og røyken kan sees fra Svanvik.



Figur 4: NILUs målestasjon på Svanvik. Den ligger ute på jordet ved Svanhovd miljøsenner (NIBIO). Merk inntak for støvmålinger på taket til venstre og inntak for SO<sub>2</sub>-målinger på taket til høyre (svanehal). Masten har meteorologiinstrumenter i 10 m høyde. To nedbørprøvetakere til høyre tar prøver for tungmetaller og uorganiske komponenter. Instrumentet helt til høyre tilhører NVE. Stativet med metallplater i bakgrunnen er en del av et europeisk korrosjonsprosjekt (Grøntoft og Ferm, 2014). Strålevernets instrumenter er skjult bak måleboden.

### Målestasjon Karpdalen

Det har vært to stasjoner i Karpdalen. Opprinnelig var det en stasjon på gården Nyjord fra 1986-1988 som målte døgnprøver av SO<sub>2</sub>. Så ble stasjonen flyttet i oktober 1988 samtidig som det ble installert monitor som ga timemiddelverdier (se omfanget av basisundersøkelsen 1988-1991 i Tabell 7). Monitoren var i drift til 1991, men det ble gjort døgnprøver til 1994. Så var stasjonen ute av drift i 14 år før den ble gjenåpnet 16. oktober 2008. Motivasjonen for å reetablere målingene i Karpdalen var å få en bedre oversikt over eksponeringen på befolkningen også nord for smelteverkene. Som nevnt er hyppigst forekommende vindretning fra sør vinterstid og utslippene bringes nordover mot Jarfjordfjellet og Karpdalen. Målingene

<sup>5</sup> Strålevernet: engelsk nrpa, Norwegian Radiation Protection Authority. LMT: Landbruksmeteorologisk tjeneste (NIBIO AgroMetBase). NVE: Norges Vassdrags- og Energidirektorat.



gjort under basisundersøkelsen 1988-1991 viste at Viksjøfjell hadde de høyeste konsentrasjonene i vintermånedene (Sivertsen et al., 1991). Men på Jarfjordfjellet bor det ingen mennesker og det er noen utfordringer knyttet til infrastruktur (værhardt og uten vei store deler av året). Karpdalen ble derfor vurdert som best egnet for å tallfeste eksponering på befolkning. Stasjonen er vist i Figur 5.



Figur 5: Målestasjonen i Karpdalen sett fra sør-øst. Stasjonen er plassert ute på et myrete jorde, samme sted som i 1988-94. Det er ikke høytvoksende vegetasjon rundt stasjonen. Like vest for stasjonen er det en liten kolle. Måleboden har trakt og svanehals på taket til venstre som er inntak for  $\text{SO}_2$ , mast til høyre er til meteorologi-instrumenter. Legg også merke til barduneringen, det er værhardt i Karpdalen om vinteren. Til venstre for måleboden står prøvetaker for tungmetaller i luft. Den hvite nedbørsamleren for tungmetaller i nedbør er plassert midt mellom måleboden og veien. Merk også nærhet til vei og strøm, infrastruktur er viktig kriterium for valg av plassering av målestasjon.

### Viksjøfjell

På Viksjøfjell måles  $\text{SO}_2$  med passive prøvetakere. Dette er små «brikker» som eksponeres og som så sendes til NILU for analyse. Prøvetakerne eksponeres i 14 dager av gangen og analysen gir gjennomsnittlig konsentrasjon for denne perioden.

### Karpbukt

I Karpbukt, på Svanvik og i Karpdalen tas det ukesprøver av nedbør. Prøvene fra Karpbukt analyseres med hensyn på nedbørmengde, ledningsevne, pH og de uorganiske komponentene  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  (gitt som ioner), mens prøvene fra Svanvik og Karpdalen analyseres med hensyn på de samme 10 komponentene som i luft (Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V og Al), samt nedbørmengde.

Data fra dette prosjektet publiseres også i NILUs oversiktsrapporter som presenterer resultater fra overvåkingen av luft- og nedbørkjemi i Norge i 2017 (Bohlin-Nizzetto og Aas, 2018, Aas et al., 2018).

EU-direktivet 2008/50/EC krever måledata minst 90% av tiden hvert år for de stasjonene som skal innrapportere  $\text{SO}_2$  måledata til EU. Dette kravet er oppfylt på de norske stasjonene (Svanvik og Karpdalen).

### 2.2.1 Andre stasjoner og måleprogrammer i grenseområdene

Landbruksmeteorologisk datatjeneste (NIBIO) har også to værstasjoner på Svanvik som måler vind og temperatur i 2 og 10 m høyde. Meteorologisk institutt har værstasjon ved Kirkenes lufthavn (Høybuktmoen) som måler vindretning, vindhastighet, temperatur, nedbør og luftfuktighet. I oktober 2012 ble det også opprettet en målestasjon ved Nyrud som måler nedbør, temperatur og snødybde. Stasjonen på Nyrud var erstatning for en tidligere stasjon på Noatun. Resultater fra alle disse tre stasjonene brukes til å kvalitetssikre dataene fra NILUs program og de legges løpende ut på [www.yr.no](http://www.yr.no).



Figur 6: Målestasjonen på Nyrud øverst i Pasvikdalen, om lag 65 km sør for Svanvik og 4 km sør for Noatun. Nedbørsamler til venstre, masten til høyre har temperaturmåler og måler for snødybde. Stasjonen driftes av Meteorologisk institutt. Bak sees Nyrud gård som nå er politistasjon, Pasvikelva skimtes bak bjørketrærne og også øya Vaarlamasari på russisk side. Bildet er tatt 27. mai 2017. Foto: Benjamin Flatlandsmo Berglen.

Svanvik er også en av 33 stasjoner som er med i et landsdekkende varslingsnettverk som kontinuerlig måler radioaktivitet i omgivelsene, radnett<sup>6</sup>. Dette nettverket driftes av Statens strålevern og ble etablert etter Tsjernobyl-ulykken i 1986. Stasjonen overfører data via GPRS, og det varsles automatisk hvis strålingen går over fastsatte grenser (Møller et al., 2017). I tillegg har Svanvik og Viksjøfjell to av seks luftfilterstasjoner som er en del av Statens stråleverns nettverk for overvåknings- og varslingsystem for radioaktivitet i luft (de fire andre er Skibotn, Ørland, Østerås og Sola, se Møller et al., 2017). Filtrene herfra byttes ukentlig.

#### Skogfoss og Neiden

t tillegg til målingene i dette overvåkingsprogrammet er det to stasjoner i grenseområdene som kun måler nedbør. Pasvik Kraft har en nedbørmåler ved Skogfoss kraftstasjon om lag 20 km sør for Svanvik (her måles også snødybde, se bilde). Den måler døgnprøver og dataene legges ut på eKlima<sup>7</sup>. Likeledes er det en målestasjon i Øvre Neiden (om lag 4 mil fra Svanvik i luftlinje) som også måler nedbør der dataene vises på yr.no (også nedlastbare fra eKlima). Målestasjonen på Skogfoss er vist i Figur 7.

<sup>6</sup> For mer informasjon, se <http://radnett.nrpa.no> [URL 08-06-2015]

<sup>7</sup> [http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?\\_pageid=73,39035,73\\_39049&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL) [URL 01-06-2017]



Figur 7: Pasvik kraft sin målestasjon på Skogfoss. Stasjonen måler nedbør og snødybde på døgnbasis og data er tilgjengelige fra databasen eklima. Bildet er tatt 25. mai 2017. Ellers kan nevnes at det dagen etter ble målt 2 cm snø på stasjonen (ingen snø da bildet ble tatt, mørk stolpe gir litt varmere mikroklima akkurat rundt målebåndet). Fotograf: Benjamin Flatlandsmo Berglen.

I **Russland** installerte Murmansk Avdeling for hydrometeorologi og miljøovervåking (heretter benevnt Murmansk UGMS) i 2010 monitorer som måler SO<sub>2</sub> i Nikel og Zapoljarnij (Optec C-105). Resultatene fra disse målingene er offentlig tilgjengelige<sup>8</sup>. Dette gjør at både Russland og Norge måler luftkvalitet (SO<sub>2</sub>) i grenseområdene ved hjelp av monitor med høy tidsoppløsning og dataene er av likeverdig og høy vitenskapelig kvalitet. Samarbeidet mellom Russland og Norge om miljøovervåkingen fungerer godt og den norsk-russiske ekspertgruppen for luft møtes jevnlig for å utveksle data og informasjon.

Resultater fra måleprogrammet er også presentert i felles rapporter om luftkvaliteten i grenseområdene utarbeidet av den norsk-russiske ekspertgruppen for luft. Første rapport ble publisert i mars 2015<sup>9</sup> (Mokrotovarova et al., 2015), mens oppdatert rapport (med resultater t.o.m. 2015) ble overlevert den felles norsk-russisk miljøkommisjon i mai 2017 (Pettersen et al., 2017). Rapportene gir en god oversikt over norske og russiske grenseverdier for luftkvalitet, måle- og analysemetoder, samt måleprogram og -resultater på norsk og russisk side.

**Finland** har også egne målestasjoner som måler konsentrasjoner av SO<sub>2</sub>. I finsk Lappland er det nå en stasjon med SO<sub>2</sub>-målinger, Muonio Sammaltunturi. Måleresultatene legges fortløpende ut på internett på samme måte som i Norge<sup>10</sup> (se også referanseliste kap. 6 for utfyllende adresser).

<sup>8</sup> [http://www.kolgimet.ru/monitoring-zagrjaznenija-okruzhajushchei-sredy/sostojanie-i-zagrjaznenie-atmosfernogo-vozdukha/?no\\_cache=1](http://www.kolgimet.ru/monitoring-zagrjaznenija-okruzhajushchei-sredy/sostojanie-i-zagrjaznenie-atmosfernogo-vozdukha/?no_cache=1) [URL 04-05-17]

<sup>9</sup> Nedlastbar fra: <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/Januar1/Russian-Norwegian-ambient-air-monitoring-in-the-border-areas/> [URL 04-05-2017]

<sup>10</sup> <http://www.ilmanlaatu.fi/ilmanynt/nyt/ilmanynt.php> [URL 04-05-2017]

## 3. Måleresultater meteorologi 2017

### Bakgrunn

Meteorologiske målinger, spesielt vindretning og -hastighet, er grunnleggende for å bestemme spredning, transport og avsetning av luftforurensning. I et måleprogram hvor det gjøres kontinuerlige målinger (monitorer) er det derfor svært viktig å samtidig måle meteorologiske parametre. NILU gjør målinger av meteorologiske parametre både på Svanvik og i Karpdalen.

Smelteverket i Nikel er den største enkeltkilden for forurensning i området, men det finnes ingen meteorologiske målinger fra Nikel som er åpent tilgjengelige. Svanvik ligger cirka 8 km vest for Nikel by, og er den norske stasjonen som ligger nærmest smelteverket. Karpdalen ligger ved Jarfjordfjellet om lag 30 km nord for Nikel. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 3. Stasjonen på Svanvik ligger fritt og målingene herfra regnes for å være representative for forholdene i området og analyseres i dette kapitlet. De meteorologiske måleresultatene lagres som timemiddelverdier.

### Målemetode

Både Svanvik og Karpdalen er utstyrt med Vaisala WTX-520 instrument. Det er ingen-bevegelige deler, dvs vindretning og -styrke bestemmes ved hjelp av sonisk metode (høytalere og mikrofoner). Tidligere var det et Aanderaa-instrument på Svanvik, men dette ble byttet i 2013.

Manglende vinddata i perioder om vinteren skyldes som regel problemer med snø eller is på instrumentet. Dette oppdages som oftest ved at målingene viser konstant vindhastighet og/eller -retning over en lengre periode. Det er tegn på at noe er galt og resultatene strykes. Disse periodene sammenfaller som regel også med lav temperatur.

Tabell 1: Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene på Svanvik og i Karpdalen i 2017.

Stasjon	Måned	Vind- hastighet	Vind- retning	Tempe- ratur	Rel. fuktighet	Trykk	Nedbør <sup>1)</sup>
Svanvik	Januar	100	100	100	100	100	100
	Februar	100	100	100	100	100	100
	Mars	100	100	100	100	100	100
	April	100	100	100	100	100	100
	Mai	100	100	100	100	100	100
	Juni	99,9	99,9	100	100	100	100
	Juli	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8
	August	100	100	100	100	100	100
	September	100	100	100	100	100	100
	Oktober	100	100	100	100	100	100
	November	100	100	100	100	100	100
	Desember	100	100	100	100	100	100
	2017		99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Stasjon							
Karpdalen	Januar	2)	2)	100	100	100	100
	Februar	41,5	41,5	42,9	85,1	85,1	85,1
	Mars	59,4	59,4	59,1	100	100	100
	April	96,4	96,4	13,3	100	100	100
	Mai	83,5	83,5	71,5	90,7	90,6	90,7
	Juni	87,8	87,8	82,2	100	100	100
	Juli	79,2	79,2	79,3	79,3	79,3	79,3
	August	100	100	94,35	100	100	100
	September	86,3	86,3	85,4	100	100	100
	Oktober	84,5	84,5	80,2	100	100	100
	November	98,6	98,6	96,8	100	100	100
	Desember	100	100	100	100	100	100
	2017		76,5	76,5	75,8	96,3	96,3

1) Nedbør denne tabellen henviser til «precipitation indicator», dvs om det har vært nedbør.

2) Ingen data pga instrumentfeil.

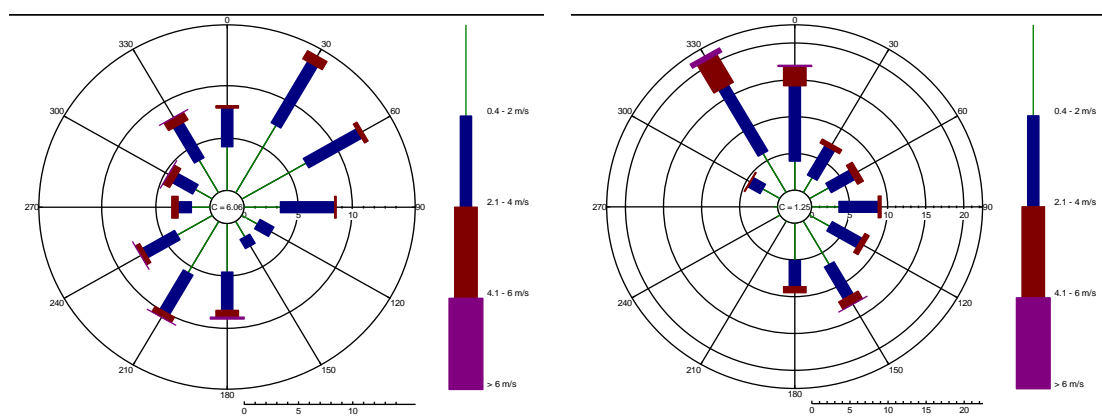
I 2017 var det tidvis store problemer med meteorologiinstrumentet i Karpdalen, først og fremst med sensoren for vindretning og -hastighet. Dette gjenspeiles klart i den lave datadekningen visse måneder i Tabell 1. Problemene ble forsøkt løst ved å bytte enkelte sensorer og også bytte hele instrumentet, men problemene kom tilbake. Data fra dette programmet (Svanvik og Karpdalen) sammenlignes med data fra andre stasjoner som en kvalitetssikring.

## 3.1 Vindmålinger

Vindroser for Svanvik og Karpdalen for kalenderåret 2017 er vist i hovedrapporten. Her vises vindrose for sommersesongen 2017 (april - september, se Figur 8). Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Symbolet C i midten av vindrosene står for frekvensen av vindstille (i prosent). Med vindstille menes her at gjennomsnittlig vindhastighet har vært mindre enn 0,4 m/s.

Om sommeren «blåser det fra alle kanter» på Svanvik. Smelteverket ligger øst-sørøst for Svanvik (se Figur 8) og vind fra østlig til sørøstlig kant (sektorene 90°, 120° og 150°) vil bringe utslippene fra Nikel mot Svanvik. Anlegget i Zapoljarnij ligger nærmest rett øst for Svanvik og øst-nordøst (sektorene 60° og 90°) kan bringe utslipp fra Zapoljarnij inn mot Svanvik. Om vinteren er hyppigst forekommende vindretning på Svanvik klart fra sør/sørlig kant. Disse vindretningene vil bringe utslippene nordover fra Nikel, bort fra selve Nikel by og inn over Jarfjordfjellet og Karpdalen.

Vinden i Karpdalen er preget av topografiske effekter. I Karpdalen er hyppigst forekommende vindretning om sommeren fra sør og sørøst og nord og nordvest hvor vinden følger dalføret ut/inn dalen. Om vinteren er hyppigst forekommende vindretning klart fra sør og sør-sørøst hvor vinden kommer fra sørlig retning i over 2/3 av tiden. Vind fra sør og sør-øst bringer utslipp fra smelteverkene inn over Karpdalen. Vind fra vest forekommer sjelden, det er en kalle like vest for stasjonen (Figur 5).



Figur 8: Vindroser fra Svanvik (øverst) og Karpdalen (nederst) for periodene sommersesongen 2017, dvs. april-september 2017. Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene).

Tabell 2: Statistikk over vindhastighet på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2017 (av gyldige data). Enhet: % og m/s.

Stasjon	Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindhastighet (m/s)	Andel > 6 m/s (%)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.
Svanvik	Januar	3,5	2,5	3,8	8,2	20. kl. 16
	Februar	9,1	2,0	2,1	9,8	13. kl. 01 og 17
	Mars	9,7	2,2	1,6	7,5	12. kl. 11 og 12
	April	11,1	2,0	1,5	8,3	20. kl. 18
	Mai	4,2	2,5	0,1	6,3	05. kl. 07
	Juni	4,0	2,3	0,0	5,5	01. kl. 09 og 11 05. kl. 16
	Juli	3,8		0,0		12 kl. 12 13 kl. 10
	August	3,4	1,8	0,0	4,8	14. kl. 13
	September	7,2	1,9	0,0	4,4	14. kl. 09, 11 og 12
	Oktober	9,3	1,9	0,7	6,6	25. kl. 07
	November	10,0	1,8	0,6	6,9	10. kl. 04
	Desember	14,5	1,5	0,1	6,2	19. kl. 21
		Kalenderår 2017	7,5	2,0	0,9	9,8
Karpdalen	Januar	1)	1)	1)	1)	1)
	Februar	0,4	2,3	4,3	7,1	12. kl 15
	Mars	0,0	3,0	3,4	6,9	11. kl 21 12. kl 07 og 08
	April	0,0	3,0	0,7	6,6	01. kl 10
	Mai	2,9	2,7	3,4	7,5	06. kl 01
	Juni	0,6	2,3	0,2	6,6	01. kl 08
	Juli	0,7	2,4	0,0	5,5	04. kl 15
	August	0,1	2,7	0,7	7,6	25. kl 03
	September	2,6	2,1	0,0	5,4	11. kl 08
	Oktober	1,6	2,1	0,0	6	25. kl 12
	November	2,3	2,0	0,3	6,1	02. kl 06 10. kl 06
	Desember	3,5	1,7	0,5	7,2	19. kl 20
		Kalenderår 2017	1,4	2,37	1,0	7,6

## 3.2 Temperatur

Tabell 3: Temperaturer på Svanvik (NILUs instrument 10 m over bakken), Svanvik (LMTs instrument), i Karpdalen (NILUs instrument 4 m over bakken), Kirkenes lufthavn Høybuktknoen (inkl. normalen for 1961 - 1990) og Nyrud i 2017. Enhet °C. Kilder eksterne data: LMT og eKlima/Meteorologisk institutt.

Stasjon		Januar 2017	Februar 2017	Mars 2017	April 2017	Mai 2017	Juni 2017
Svanvik NILU	Middel	-8,8	-8,8	-4,9	-2,5	2,3	7,7
	Maks.	4,5	4,6	4,2	6,6	12,1	20,9
	Min.	-35,8	-28,7	-23,2	-19,9	-5,5	0,8
Svanvik LMT	Middel	-9,9	-9,7	-5,7	-2,7	2,3	7,7
	Maks.	4,2	4,8	4,8	8,2	14,5	22,1
	Min.	-37,9	-31,4	-25,0	-22,3	-7,3	0,2
Karpdalen	Middel	-8,5	-7,0	-4,7	-4,0	1,3	6,4
	Maks.	3,4	3,6	2,8	3,1	9,8	19,9
	Min.	-32,3	-25,8	-23,0	-18,5	-7,5	0,7
Kirkenes Lufthavn	Middel	-7,5	-8,3	-4,3	-2,8	1,7	6,8
	Maks.	3,7	3,6	2,5	5,4	10,4	21,5
	Min.	-29,0	-25,3	-18,7	-15,7	-4,2	0,3
	Normal	-11,8	-11,3	-7,4	-2,4	3,0	8,5
Nyrud	Middel	-10,6	-10,2	-5,7	-2,6	2,6	8,5
	Maks.	4,2	5,6	6,1	8,5	14,8	23,9
	Min.	-38,8	-32,4	-25,6	-22,9	-7,1	-0,4
		Juli 2017	August 2017	September 2017	Oktober 2017	November 2017	Desember 2017
Svanvik NILU	Middel	14,3	11,4	7,6	1,8	-4,8	-9,7
	Maks.	25,6	18,4	17,3	7,8	3,5	2,0
	Min.	4,4	0,0	1,3	-8,6	-22,7	-24,1
Svanvik LMT	Middel	14,3	11,2	7,1	1,1	-5,7	-10,9
	Maks.	27,0	19,7	18,1	8,4	3,3	1,7
	Min.	4,2	-1,5	-0,9	-12,0	-25,0	-25,7
Karpdalen	Middel	13,2	10,4	7,4	1,2	-5,2	-9,5
	Maks.	22,6	18,7	16,6	7,4	3,7	1,5
	Min.	4,3	0,4	1,8	-8,8	-21,9	-25,8
Kirkenes lufthavn	Middel	13,3	10,9	7,4	1,7	-5,1	-9,2
	Maks.	24,5	18,3	17,3	7,4	2,9	1,3
	Min.	4,4	1,0	1,9	-7,6	-20,3	-22,9
	Normal	12,1	10,5	6,2	0,4	-5,5	-9,7
Nyrud	Middel	14,5	0,2	7,0	0,9	-6,2	-11,7
	Maks.	26,0	19,3	18,1	8,3	3,4	1,5
	Min.	4,1	-29,9	-1,4	-16,0	-23,4	-29,9



Det er lokale forskjeller i temperatur og nattefrost på bakken kan forekomme selv om sommeren. Snøfall er observert i alle årets 12 måneder i Pasvik. Karpdalen og Kirkenes lufthavn ligger nærmere kysten enn Svanvik og Nyrud og har generelt lavere maksimumstemperatur og høyere minimumstemperatur.

### 3.3 Nedbørmålinger

Vaisala-instrumentene på Svanvik og i Karpdalen måler også nedbør ved hjelp av en «tromme» som registrerer nedbør som faller. Erfaringsmessig vil denne metoden underrapportere mengde nedbør, spesielt om vinteren. På denne bakgrunnen kalles nedbørmålingene for «precipitation indicator» som angir når det har vært nedbør, men ikke mengde.

I måleprogrammet foretas det prøvetaking for målinger av uorganiske komponenter<sup>11</sup> og tungmetaller i nedbør ved tre stasjoner: Svanvik, Karpdalen (begge tungmetaller) og Karpbukt (uorganiske komponenter), se Figur 3 for stasjonsplassering. Formålet med målingene er å tallfeste tilførsel av elementer i nedbør, men målingene gir også mengde. Se hovedrapport for data.

Av de tre stasjonene er Svanvik preget av innlandsklima og har minst nedbør. Karpdalen ligger noen kilometer inn i landet og er preget av luft sørfra (innlandsluft) og luft nordfra (sjøluft) og ligger mellom de to mtp. mengde nedbør. Karpbukt ute ved kysten har mest nedbør.

---

<sup>11</sup> Igjen; som uorganiske komponenter regnes  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ .

## 4. Måleresultater svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) og uorganiske komponenter

### Beskrivelse av målingene og måleinstrumentene

Svanvik og Karpdalen har nå kontinuerlig registrerende instrumenter som måler SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen hvert 10. sekund. Dataloggeren på instrumentet regner ut gjennomsnitt for 10 minutter og 1 time, som så overføres til NILU. Høy tidsopløsning er nødvendig for å måle maksimalkonsentrasjoner i episoder. Dette gir informasjon om hvor lenge episodene varer og hvor ofte de forekommer. Timemiddelverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r). Øyeblikkskonsentrasjonene lagres i loggerens minne noen dager før de overskrives. Om ønskelig kan rådata for hvert 10. sekund tas ut fra loggeren ved spesielle forurensningsepisoder, som eksempelvis 20. oktober 2014 (Berglen et al., 2015). Disse dataene gir et meget detaljert bilde av tidsforløpet under episodene.

De kontinuerlig registrerende instrumentene (API100-monitorene) måler blandingsforhold (antall molekyler SO<sub>2</sub> pr antall molekyler luft) og har en usikkerhet avhengig av måleområdet; 5 ppb <sup>footnote 12</sup> for blandingsforhold mellom 0 og 40 ppb, 12,5% for måleverdier over 40 ppb. Faktoren som brukes til å beregne konsentrasjonene er fastsatt av EU og antar en fast lufttemperatur lik 20 °C og et fast atmosfærisk trykk lik 1013 hPa (mbar). Faktoren er da 2,66 (1 ppb SO<sub>2</sub> gir 2,66 µg/m<sup>3</sup>). Dette vil si at de målte konsentrasjonene er beregnet i forhold til en referansetemperatur 20 °C.

Samtidige målinger av vindretning og -hastighet og SO<sub>2</sub>-konsentrasjon viser at røykfanene fra verkene i Nikel og Zapoljarnij er ganske smale, som oftest med bare noen få kilometers utstrekning. Konsentrasjonen blir derfor høy når røykfanen sveiper over målestasjonen, mens bare noen graders endring i vindretningen kan føre til at målestasjonen ikke blir eksponert. Den brå endringen i konsentrasjonsnivået vises klart i plottene av timemiddelkonsentrasjonene. I lange perioder er stasjonen ikke eksponert og mottar «ren» bakgrunnsluft.

### 4.1 SO<sub>2</sub> kalenderåret 2017

Når det gjelder miljøbelastningen på Svanvik og i Karpdalen så er et typisk mønster at Svanvik har de høyeste konsentrasjonene på kort tidsskala (10-minutter, time). Dette skyldes nærheten til Nikelverket. Men de høyeste konsentrasjonene for lengre tidsskala (måned, sesong) er høyest i Karpdalen. Karpdalen er typisk også mest utsatt vinterstid pga. hyppigst forekommende vindretning fra sør.

<sup>12</sup> ppb: parts per billion, dvs. milliard'tedele, 1 / 1'000'000'000.

## Datadekning i 2017

Datadekningen på Svanvik og Karpdalen i 2017, dvs. hvor stor andel av tiden instrumentene fungerte tilfredsstillende, var stort sett meget god (Tabell 4). Eneste unntak var juli der det var problemer med instrumentene både på Svanvik og i Karpdalen. Det er ikke praktisk mulig å oppnå 100% datadekning. Årsaken til det er at instrumentet kalibreres jevnlig. På Svanvik gjøres dette en gang pr uke. Det blir altså ikke gjort målinger mens kalibrering pågår.

Tabell 4: Datadekning i prosent for SO<sub>2</sub>-målingene på Svanvik og Karpdalen i 2017, dvs andel gyldige timemidler.

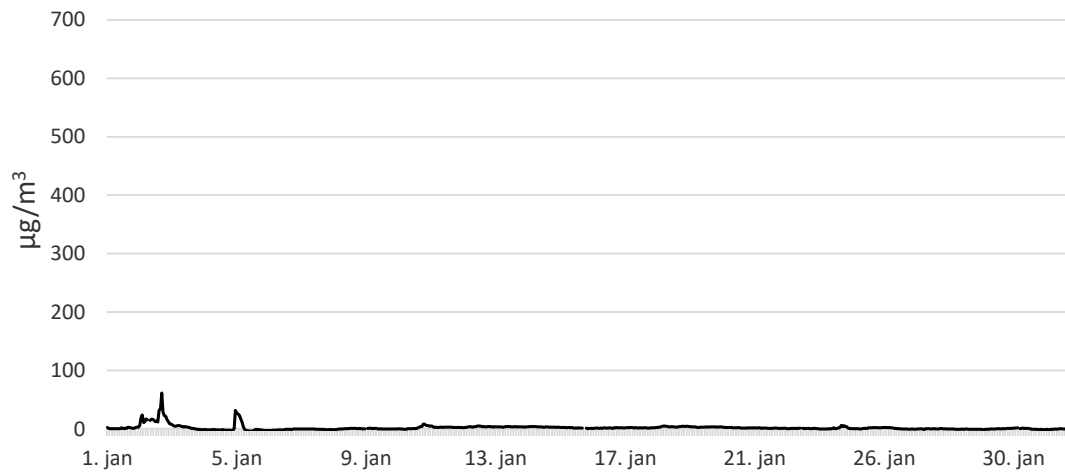
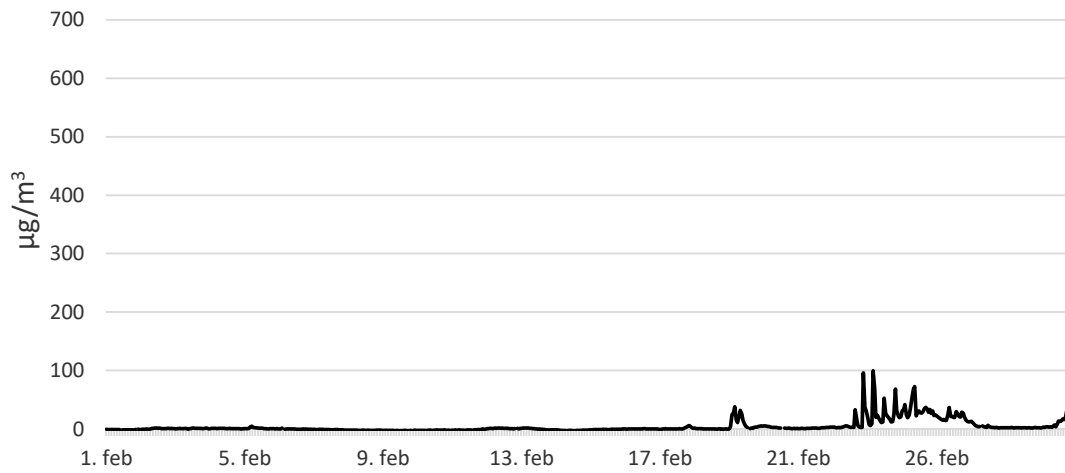
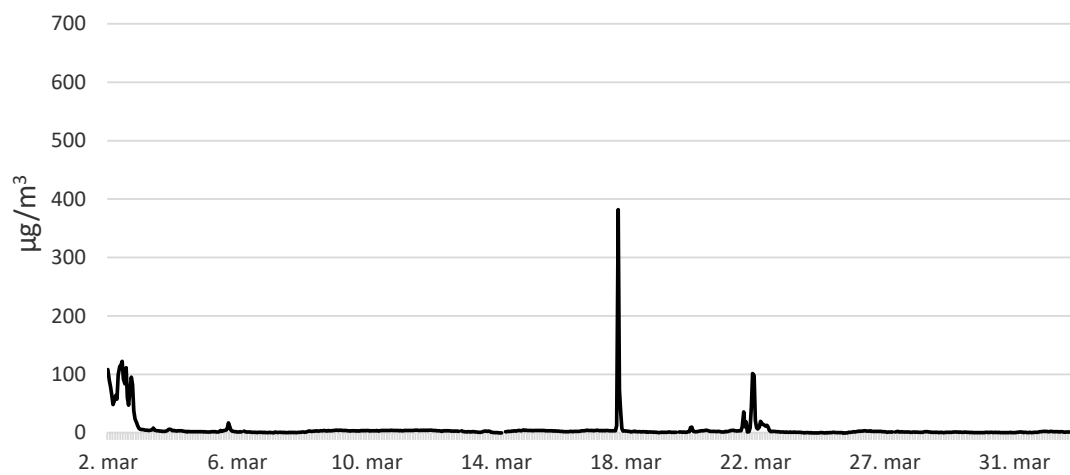
Måned	Svanvik	Karpdalen
Januar	99,2	98,5
Februar	99,1	98,8
Mars	99,2	98,7
April	99,4	98,9
Mai	99,1	99,1
Juni	99,4	99,3
Juli	86,7	78,2
August	99,1	97,7
September	98,8	99,0
Oktober	54,8	99,2
November	94,2	99,2
Desember	99,1	99,2

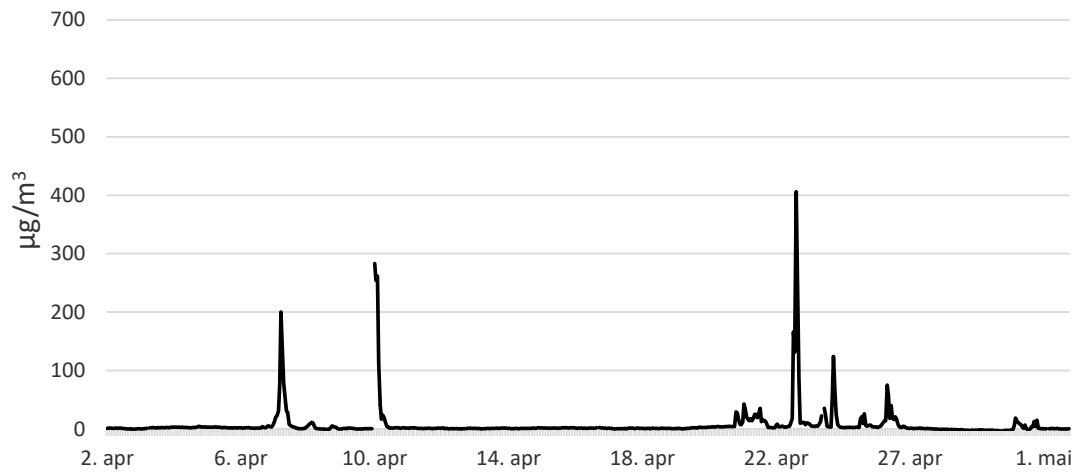
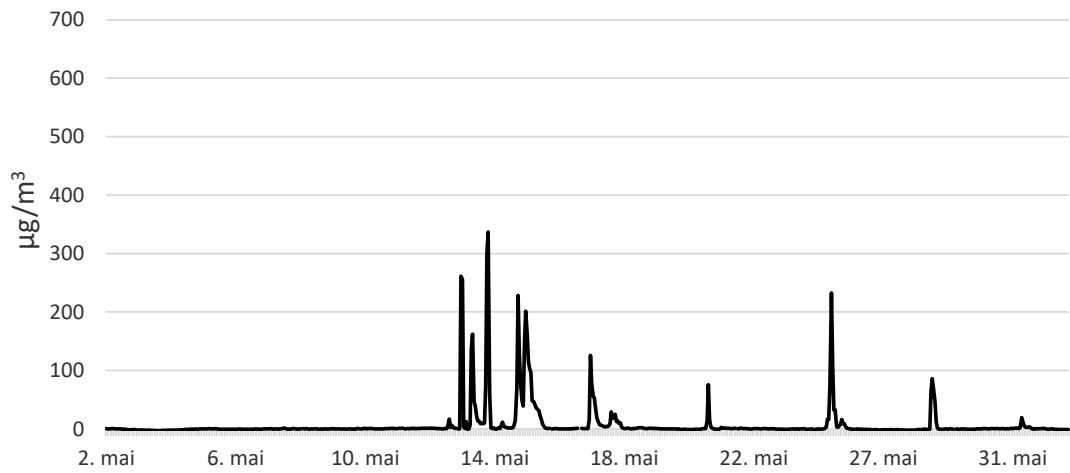
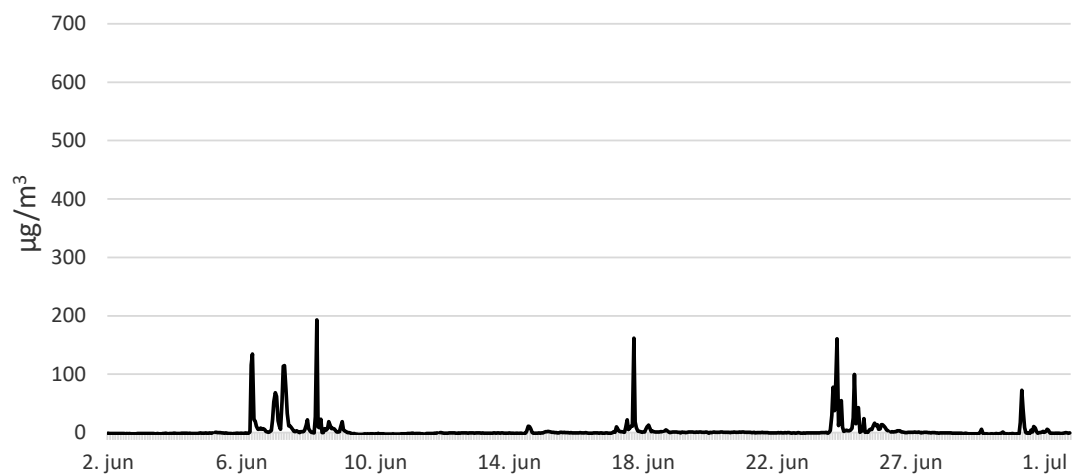
### Detaljerte 10-minuttersverdier over 500 µg/m<sup>3</sup>

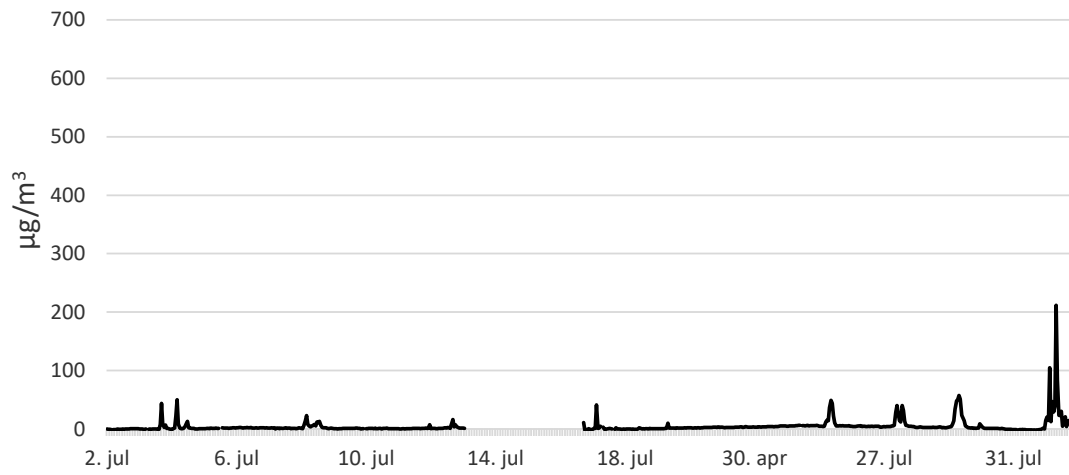
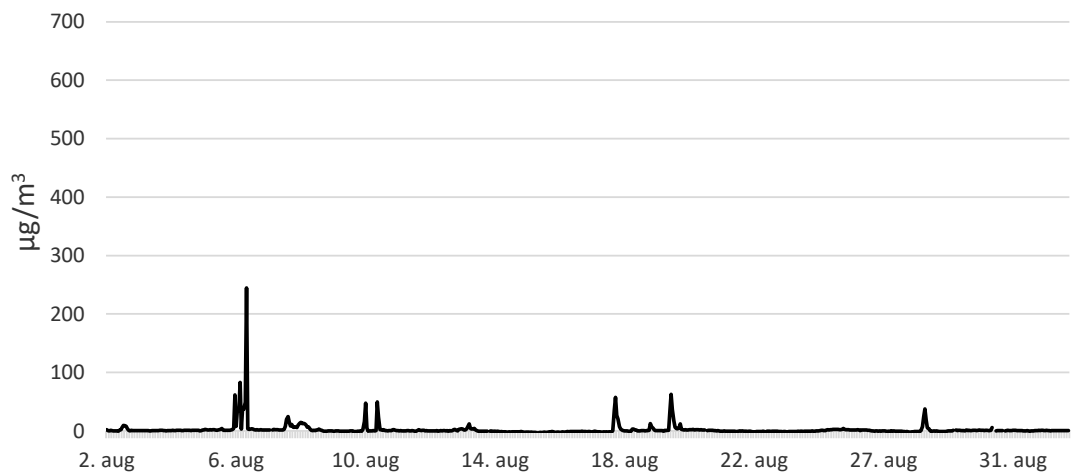
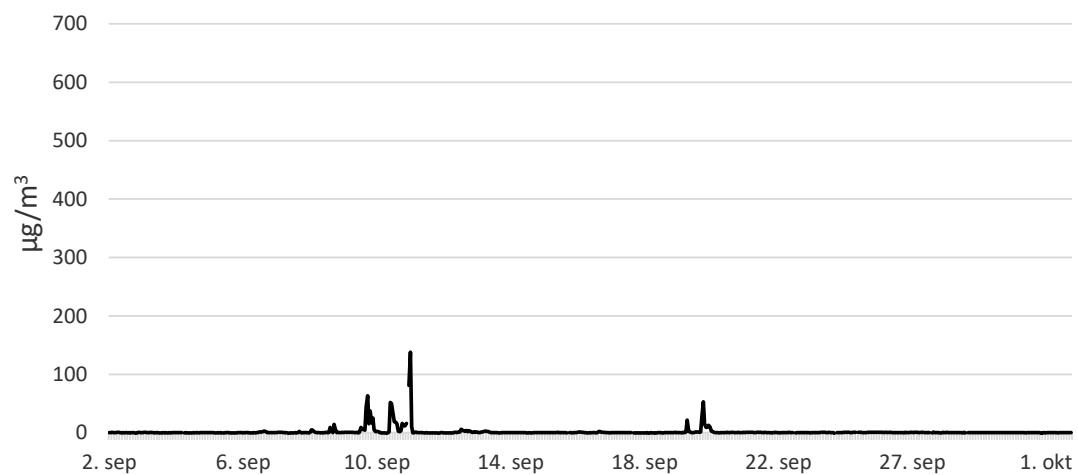
Tabell 5: Episoder med 10-minuttersverdier av SO<sub>2</sub> over 500 µg/m<sup>3</sup> på Svanvik og i Karpdalen i kalenderåret 2017.

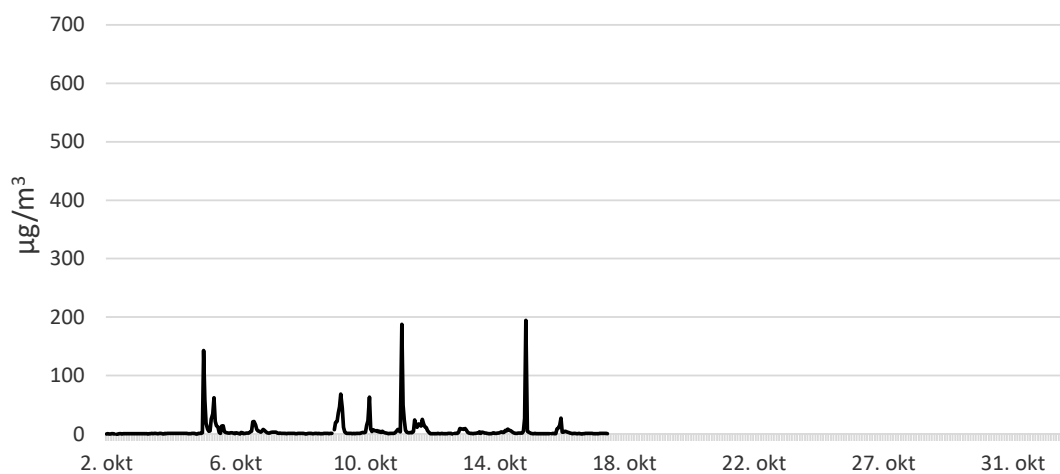
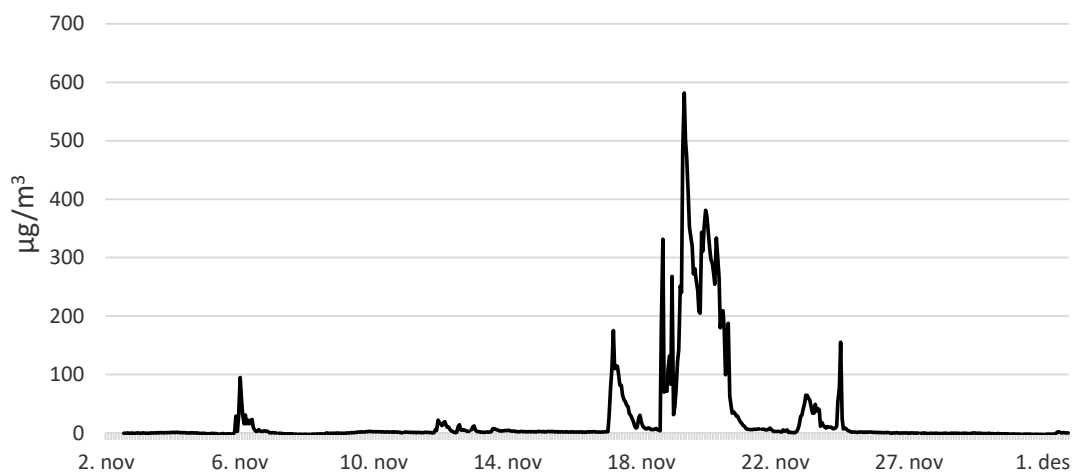
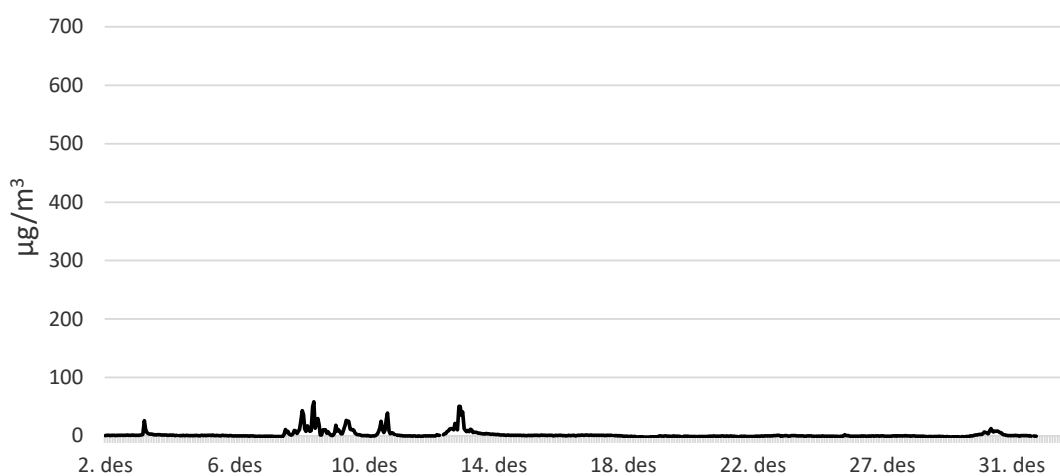
Stasjon	Dato	Fra kl. *	Til kl. *	10-min. verdi (µg/m <sup>3</sup> )	Timeverdi (µg/m <sup>3</sup> )
Svanvik	18.03.2017	10:20	10:30	546	382
	18.03.2017	10:30	10:40	570	382
	23.04.2017	10:50	11:00	739	166
	23.04.2017	12:00	12:10	625	406
	23.04.2017	12:10	12:20	1425	406
	23.04.2017	13:00	13:10	723	260
	23.04.2017	13:10	13:20	504	260
	13.05.2017	11:40	11:50	577	261
	13.05.2017	11:50	12:00	918	261
	13.05.2017	12:00	12:10	663	256
	13.05.2017	12:10	12:20	534	256
	14.05.2017	07:40	07:50	631	300
	24.06.2017	18:00	18:10	670	161
	06.08.2017	13:00	13:10	797	244
	06.08.2017	13:10	13:20	599	244
	19.11.2017	23:40	23:50	548	483
	19.11.2017	23:50	00:00	637	483
	20.11.2017	00:00	00:10	635	582
	20.11.2017	00:10	00:20	594	582
	20.11.2017	00:20	00:30	561	582
	20.11.2017	00:30	00:40	554	582
	20.11.2017	00:40	00:50	569	582
	20.11.2017	00:50	01:00	578	582
	20.11.2017	01:00	01:10	542	501
	20.11.2017	01:30	01:40	508	501
	20.11.2017	01:40	01:50	534	501
	20.11.2017	02:20	02:30	507	472
Karpdalen	07.09.2017	10:20	10:30	522	432

\* Klokkeslettene er justert for sommertid (gjelder 26.03.-29.10.).

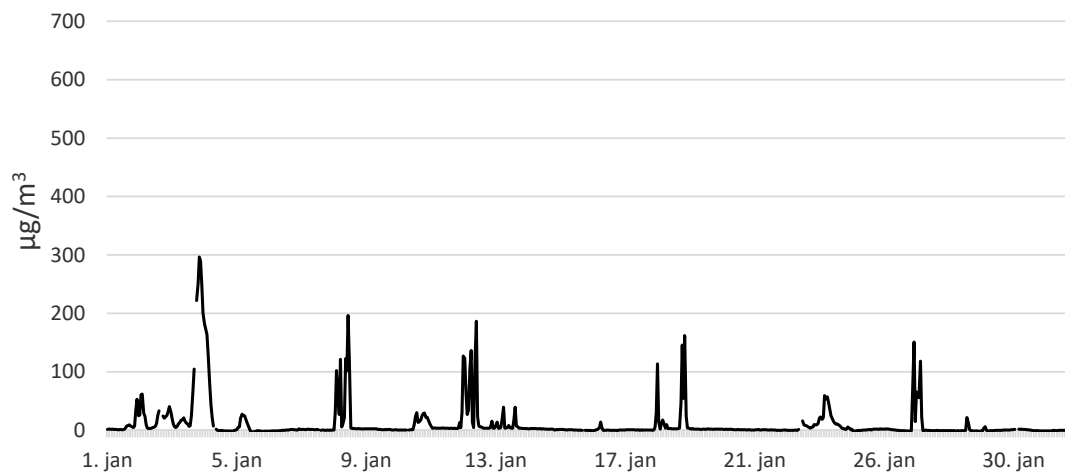
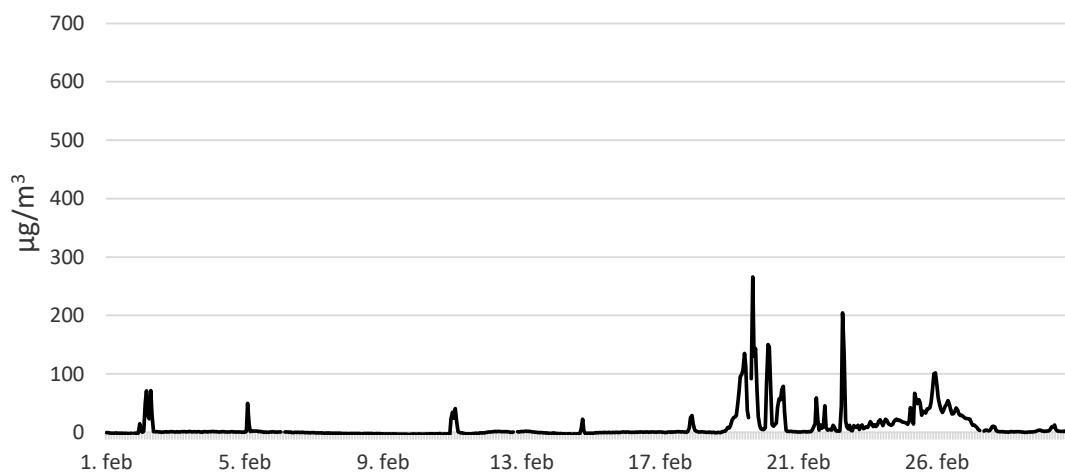
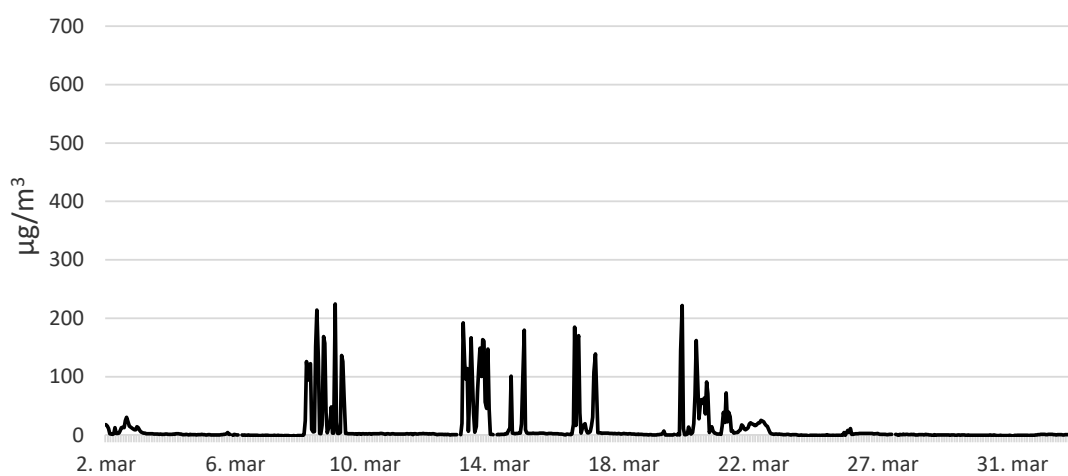
Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik januar - mars 2017.SO<sub>2</sub> - Svanvik januar 2017SO<sub>2</sub> - Svanvik februar 2017SO<sub>2</sub> - Svanvik mars 2017

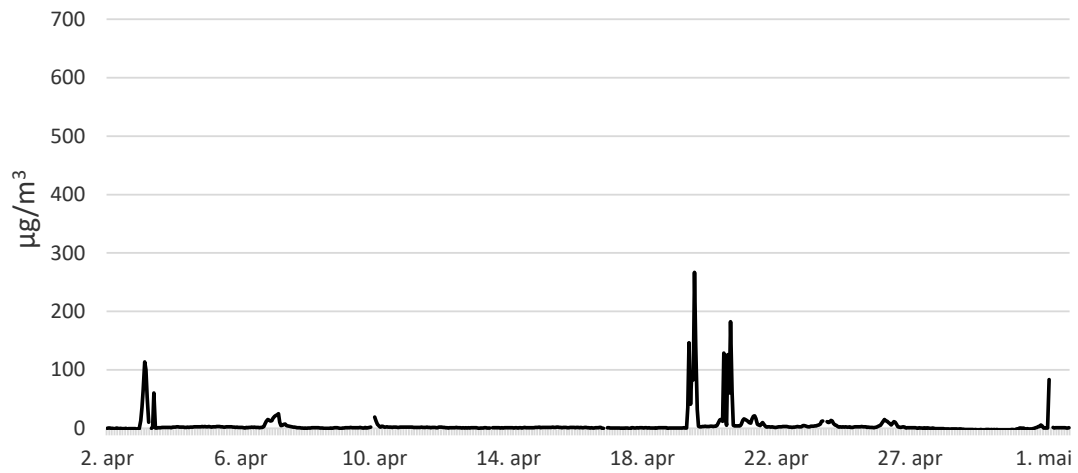
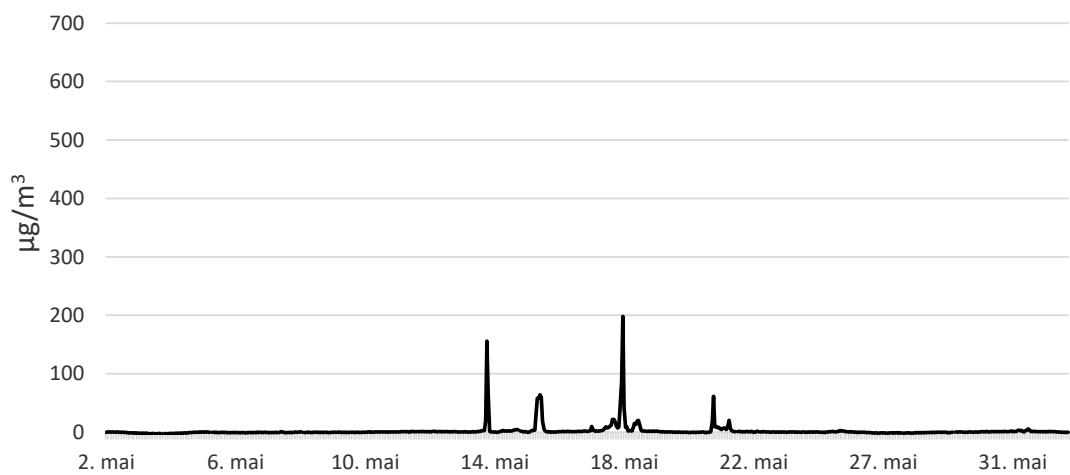
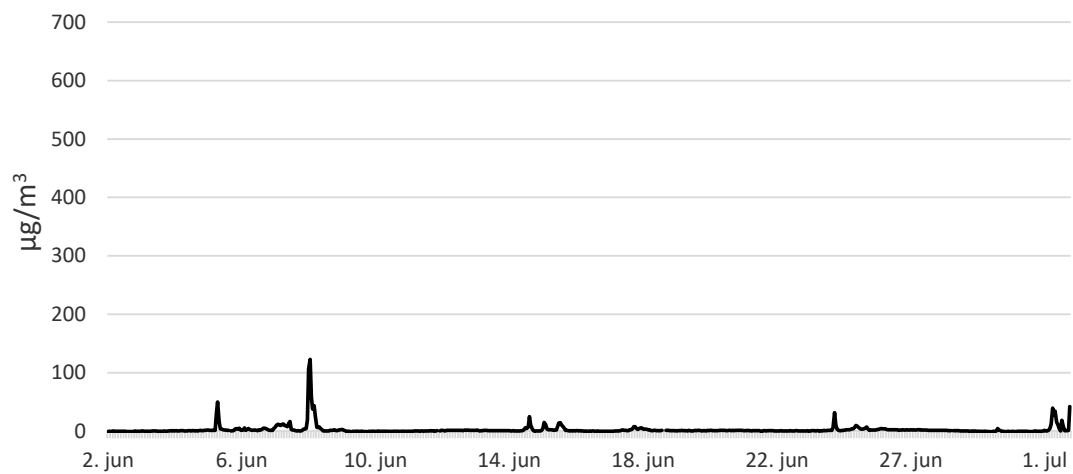
Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik april - juni 2017.SO<sub>2</sub> - Svanvik april 2017SO<sub>2</sub> - Svanvik mai 2017SO<sub>2</sub> - Svanvik juni 2017

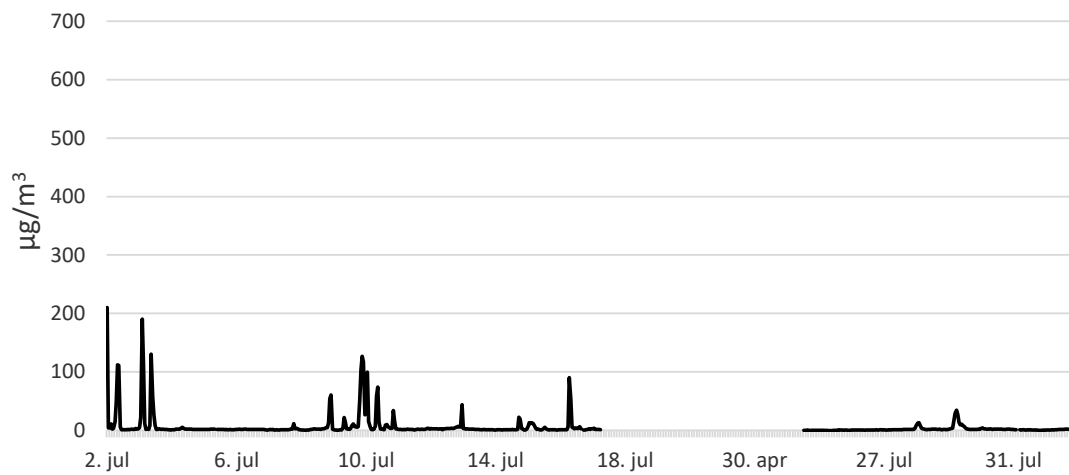
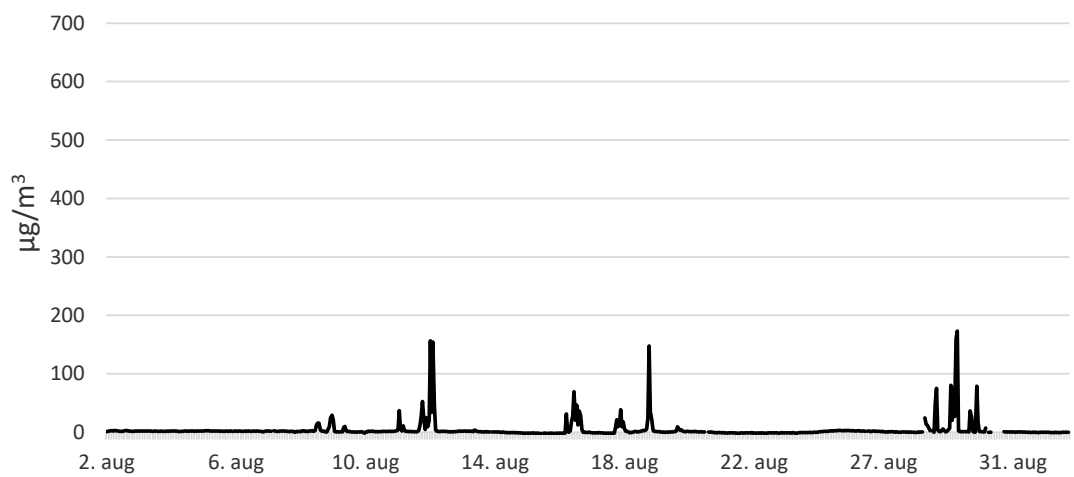
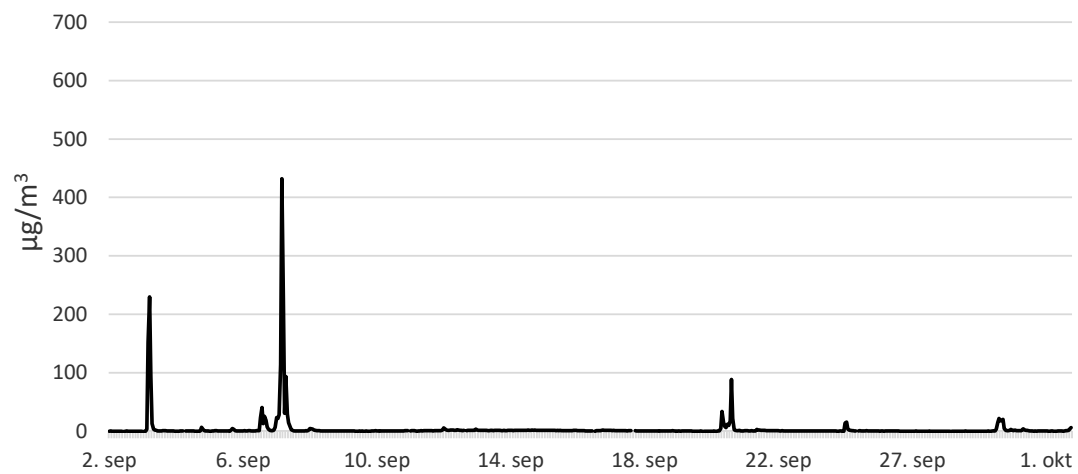
Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik juli - september 2017.SO<sub>2</sub> - Svanvik juli 2017SO<sub>2</sub> - Svanvik august 2017SO<sub>2</sub> - Svanvik september 2017

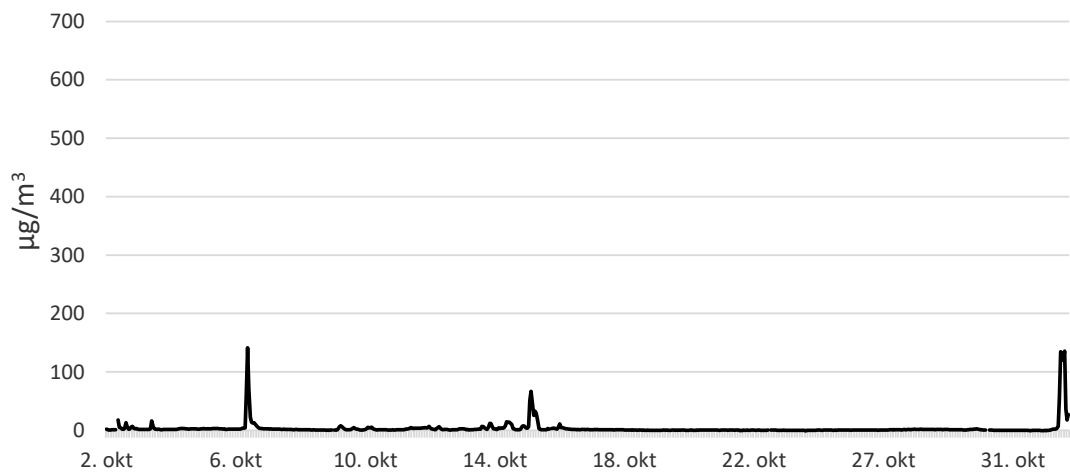
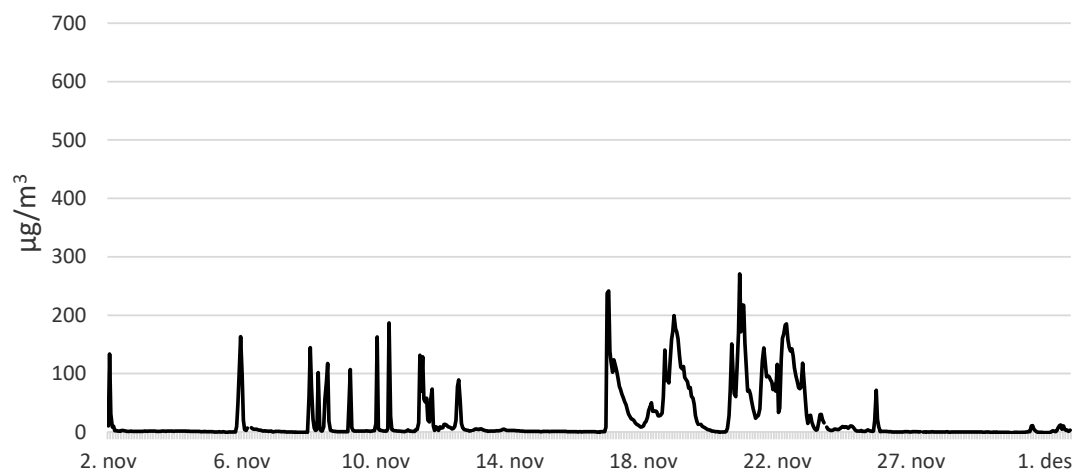
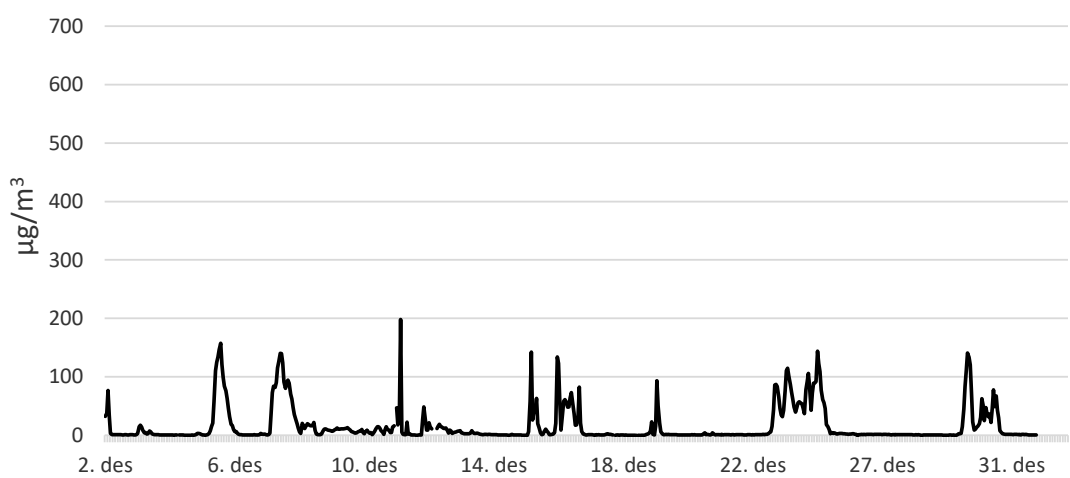
Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik oktober - desember 2017.SO<sub>2</sub> - Svanvik oktober 2017SO<sub>2</sub> - Svanvik november 2017SO<sub>2</sub> - Svanvik desember 2017



Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> i Karpdalen januar - mars 2017.SO<sub>2</sub> - Karpdalen januar 2017SO<sub>2</sub> - Karpdalen februar 2017SO<sub>2</sub> - Karpdalen mars 2017

Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> i Karpdalen april - juni 2017.SO<sub>2</sub> - Karpdalen april 2017SO<sub>2</sub> - Karpdalen mai 2017SO<sub>2</sub> - Karpdalen juni 2017

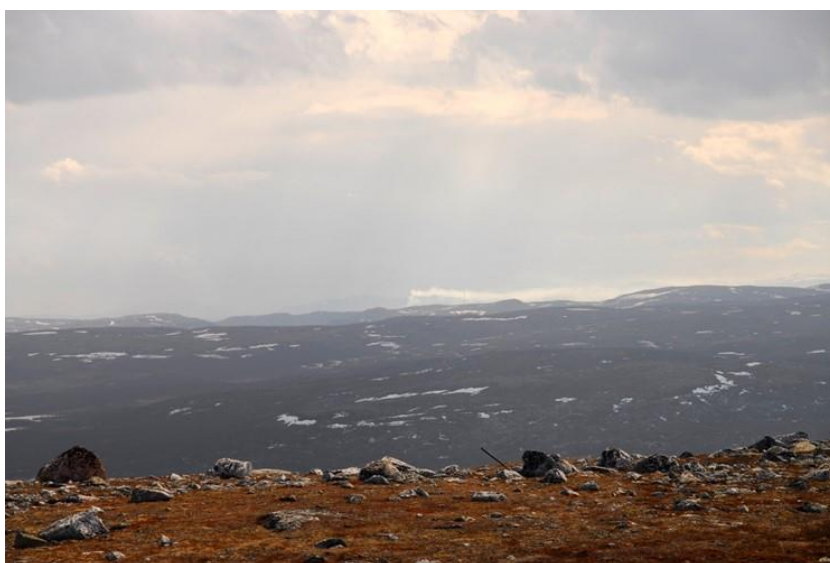
Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> i Karpdalen juli - september 2017.SO<sub>2</sub> - Karpdalen juli 2017SO<sub>2</sub> - Karpdalen august 2017SO<sub>2</sub> - Karpdalen september 2017

Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> i Karpdalen oktober - desember 2017.SO<sub>2</sub> - Karpdalen oktober 2017SO<sub>2</sub> - Karpdalen november 2017SO<sub>2</sub> - Karpdalen desember 2017

## Viksjøfjell

Sommeren 2009 ble det påbegynt målinger av SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell. Dette er en stasjon hvor det ble gjort målinger tidligere, men som ble nedlagt i 1996. Viksjøfjell ligger på Jarfjordfjellet og er over tregrensen (391 m.o.h.). Zapoljarnij ligger sør for Viksjøfjell og man kan se røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij i godvær, se Figur 9.

Målingene av SO<sub>2</sub> gjøres her ved hjelp av passive prøvetakere (gule eller røde brikker med impregnert filter) som henges opp på en sydvendt vegg. Prøvetakerne blir eksponert i 14 dager og så sendt tilbake til NILU for analyse. To prøvetakere eksponeres samtidig. Målingene gjøres i samarbeid med Forsvaret.



Figur 9: Utsikt fra Viksjøfjell sørøver. Røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij sees i det fjerne. Foto: Christoffer Aalerud, Fylkesmannen i Finnmark.

Måleresultater for SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell er vist i Tabell 6. Det er værhardt på Viksjøfjell og en del av prøvetakerne blir våte av horisontalt regn eller tåke. Dette er forsøkt utbedret med tak over prøvetakeren. I Tabell 6 er det tidvis stor forskjell mellom de to prøvetakerne som ble eksponert samtidig (se eksempelvis 5.3 - 19.3.). Dette skyldes som regel fuktighet i en av prøvetakerne. Væte på prøvetakerne gir usikre målinger. Merk dog at analyseresultatene heller blir for lave enn for høye. Målingene viser at miljøbelastningen nord for smelteverkene er størst vinterstid pga. fremherskende vindretning fra sør. Det har i perioder vært problemer med forsendelsene til Viksjøfjell (eks. forsvinner i postgangen) og derved er det noen huller i måleserien.

Det er nå stadfestet fra smelteverket at den siste produksjonslinjen i Zapoljarnij ble satt i drift i desember 2015. Dette er ment å redusere utslippene fra anlegget i Zapoljarnij til 8000 tonn SO<sub>2</sub> pr år. Det er et poeng at sbovelet som tidligere ble sluppet ut i Zapoljarnij nå forblir i brikettene og slippes ut i Nikel i stedet for. Og modellkjøringer og analyser av utslipp og spredning har vist at røykfanen fra Nikel treffer Viksjøfjell ved vind fra sørlig og sørvestlig kant.

Tabell 6: Måleresultater for SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell i 2017. Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

Fra dato	Til dato	Antall døgn	SO <sub>2</sub> prøvetaker 1	SO <sub>2</sub> prøvetaker 2
25.12.2016	08.01.2017	14	1)	1)
08.01.2017	22.01.2017	14	15	22
22.01.2017	05.02.2017	14	10	5
05.02.2017	19.02.2017	14	31	15
19.02.2017	05.03.2017	14	27	18
05.03.2017	19.03.2017	14	31	59
19.03.2017	02.04.2017	14	7	8
02.04.2017	16.04.2017	14	2	3
16.04.2017	30.04.2017	14	2	0
14.05.2017	28.05.2017	14	12	11
28.05.2017	11.06.2017	14	6	6
09.07.2017	23.07.2017	14	6	11
23.07.2017	06.08.2017	14	5	5
06.08.2017	20.08.2017	14	19	13
20.08.2017	03.09.2017	14	17	18
03.09.2017	17.09.2017	14	13	22
17.09.2017	01.10.2017	14	26	29
01.10.2017	15.10.2017	14	8	8
15.10.2017	29.10.2017	14	18	38
29.10.2017	12.11.2017	14	22	23
12.11.2017	26.11.2017	14	6	17
26.11.2017	10.12.2017	14	13	11
10.12.2017	24.12.2017	14	29	12
24.12.2017	18.01.2018	25	6	14

1) Ingen prøver mottatt.

## 4.2 Trender av SO<sub>2</sub> 1974 – 2016

### Bakgrunnshistorikk

Smelteverket i Nikel ble anlagt på 1930-tallet, og det har vært utslipp av SO<sub>2</sub> og tungmetaller siden den gang. De norske SO<sub>2</sub>-målingene startet i Kirkenes-området og på Svanvik i 1974 (Hagen, 1977). I 1978 ble målingene utvidet med to nye stasjoner, Holmfoss og Jarfjordbotn (se kart i Figur 3 side 6). I 1986 ble stasjonen i Jarfjordbotn flyttet til Karpdalen. Da den såkalte basisundersøkelsen startet i 1988 ble nye stasjoner opprettet på Viksjøfjell, på Noatun og på Kobbfoss. I 1990 og 1991 startet også målinger på russisk side med norsk måleutstyr på SOV 1, SOV 2 (Maajärvi<sup>13</sup>), SOV 3 og i Nikel (se kart i Figur 3). Utover 1990-årene ble de fleste stasjonene nedlagt pga. reduserte bevilgninger. Stasjonen i Karpdalen ble gjenåpnet i oktober 2008.

De første årene ble målingene utført ved hjelp av en prøvetaker kalt ”kommunekasse” der SO<sub>2</sub> ble absorbert i en løsning og analysert i laboratoriet etterpå. Nå gjøres målinger med kontinuerlige monitører hvor resultatene etter en enkel kvalitetssikring legges ut på internett i nær sanntid ([www.luftkvalitet.info](http://www.luftkvalitet.info)).

Tabell 7 gir en oversikt over måleperiodene på de ulike norskfinansierte stasjonene i grenseområdene fra starten i 1974. I tabellen er det skilt mellom døgnprøvetakere (som bare gir døgnmiddelverdier), og kontinuerlig registrerende instrumenter (monitører) hvor verdiene måles kontinuerlig og midles til timemiddel-verdier. Noen stasjoner har i perioder hatt begge typer prøvetakere. På Svanvik er det lagret middelverdier over 10 minutter fra 1.7.2001, i Karpdalen fra gjenåpning i oktober 2008. I Nikel ble middelverdier over 10 minutter logget fra 1.12.2004 (fram til 31. august 2008).

Merk at denne oversikten kun viser de norske/norskfinansierte stasjonene. De siste årene har Russland (Murmansk UGMS) bygd ut sitt målenettverk og gjør egne målinger i Zapoljarnij og Nikel. Resultatene er åpent tilgjengelige på internett, samt i årsrapporter fra Murmansk fylkes miljøverndepartement om miljøtilstanden i Murmansk oblast (på russisk).

Se ellers oversikt i referanselisten (kap. 6) for informasjon om Russlands og Finlands målestasjoner. Resultater og trender 2010 - 2015 er også behandlet i den oppdaterte fellesrapporten fra ekspertgruppen for luft (Pettersen et al., 2017).

---

<sup>13</sup> ”järvi” er finsk og betyr innsjø, den tilsvarende samiske betegnelsen er ”jav’ri”. Järvi og jav’ri brukes tidvis om hverandre i stedsnavn i grenseområdene.

Tabell 7: Oversikt over SO<sub>2</sub>-målinger i grenseområdene med døgnpåretakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-2017. Merk det omfattende programmet under basisundersøkelsen 1988-1991.

Målested	Prøvetakings-tid	'74-'77	'78-'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
Kirkenes	Døgn														
Svanvik	Døgn														
Svanvik	Time														
Holmfoss	Døgn														
Jarfjordbotn	Døgn														
Karpdalen	Døgn														
Karpdalen	Time														
Viksjøfjell	Time														
Noatun	Døgn														
Noatun	Time														
Kobbfoss	Døgn														
SOV 1	Time														
Maajärvi	Time														
SOV 3	Time														
Nikel	Time														

Målested	Prøvetakings-tid	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10-'17
Kirkenes	Døgn													
Svanvik	Døgn													
Svanvik	Time													
Holmfoss	Døgn													
Jarfjordbotn	Døgn													
Karpdalen	Døgn													
Karpdalen	Time													
Viksjøfjell	Time													
Noatun	Døgn													
Noatun	Time													
Kobbfoss	Døgn													
SOV 1	Time													
Maajärvi	Time													
SOV 3	Time													
Nikel	Time													



Formålet med å vise de lange tidsseriene er å anskueliggjøre utviklingen i luftkvaliteten i grenseområdene de siste 44 år. Tabellene og figurene nedenfor er utarbeidet for å vise hvordan luftkvaliteten har vært og er i forhold til (nåværende) grenseverdier og vurderings- terskler i forurensningsforskriften og luftkvalitetskriteriene. Likeledes er middelveidier for sommersesong gjengitt for å vise forskjellene mellom sommer og vinter.

Utviklingen i de målte konsentrasjoner følger i stor grad utviklingen i utslipp. På 1970/80- tallet ble det sluppet ut over 400 000 tonn SO<sub>2</sub> årlig pga. bruk av svovelholdig malm fra Sibir, mens det nå slippes ut om lag 100 000 tonn SO<sub>2</sub> årlig, dvs. utslippene er redusert med 75%.

#### 4.2.1 Timemiddelveidier - grenseverdi 350 µg/m<sup>3</sup>

Timemiddelveidier av SO<sub>2</sub> er målt siden 1989 på Svanvik og i 1988-1991 og fra 2008 i Karpdalen. Som vist i Tabell 8 (Svanvik) og Tabell 9 (Karpdalen) var miljøbelastningen og de målte verdiene høyere på 1970-, 80- og 90-tallet enn i dag. Det gjelder både for antall time- middelveidier over 350 µg/m<sup>3</sup> (grenseverdi fra 1.1.2005), men også for høyeste timemiddel- konsentrasjon (tallverdi).

Tabell 8 viser meget høye målte konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> rundt 1989-90. På den tiden vokste det fram et sterkt fokus på miljøvern og folkelig engasjement i grenseområdene. Mest kjent er folkeaksjonen Stopp Dødsskyene fra Sovjet som var aktiv 1990-1995<sup>14</sup>. NRK lagde også flere dokumentarprogrammer som viser utslippene og miljøødeleggelsene på den tiden<sup>15</sup>. Rundt 1990 var utslippene 250-300 000 tonn SO<sub>2</sub>, dvs. tre ganger høyere enn i dag.

Fra 1992 er antall overskridelser på Svanvik under nåværende grenseverdier, gitt at det er tillatt med 24 overskridelser i året. Målingene av timemiddelveidier av SO<sub>2</sub> på Svanvik fra høsten 1988 til i dag har vist at mer enn halvparten av verdiene har vært under 1 µg/m<sup>3</sup>. Målingene for årene før 1989 viser til dels langt høyere års- og døgnmiddelveidier enn målinger for årene etter 1989. Det er derfor sannsynlig at timeverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> har forekommet hyppigere på 1970- og 1980-tallet enn i dag. Den aller høyeste timemiddel- verdien målt på Svanvik noensinne av NILU (fra det ble installert monitor som måler timemiddel i 1989 til i dag) var 2458 µg/m<sup>3</sup> i 1990.

<sup>14</sup> Se «Historien om Stopp Dødsskyene fra Sovjet», Thorbjørn Bjørkli (red.), Beallječohkka Innovation, 2016.

<sup>15</sup> Se eks <https://tv.nrk.no/serie/studio-nord/FTRO30002091/25-04-1991> og <https://tv.nrk.no/program/FFMR00001493/miljoevern-i-grenseland> [besøkt 26-05-2017].

Tabell 8: Målestatistikk for SO<sub>2</sub> fra Svanvik i perioden 1974-2017. Dataene logges som døgnmiddelverdier 1974-1988 og som timemiddelverdier fra 1989. 10-minuttersverdier er tilgjengelige fra 1.7.2001.

År	Årsmiddel- verdi (µg/m <sup>3</sup> )	Antall døgn > 125 µg/m <sup>3</sup>	Høyeste døgnmiddel- konsentrasjon µg/m <sup>3</sup>	Antall timer > 350 µg/m <sup>3</sup>	Høyeste timemiddel- konsentrasjon µg/m <sup>3</sup>	Antall 10-min > 500 µg/m <sup>3</sup>	Høyeste 10-min konsentrasjon µg/m <sup>3</sup>
1974	30,8	13	306				
1975	17,6	5	192				
1976	23,7	7	239				
1977	27,0	14	208				
1978	25,4	10	313				
1979	17,8	6	172				
1980	26,9	15	287				
1981	24,6	5	192				
1982	19,6	3	163				
1983	29,6	6	237				
1984	23,9	3	170				
1985	24,8	8	154				
1986	21,1	3	189				
1987	26,3	8	208				
1988	20,4	4	363				
1989	12,2	3	610	31	2305		
1990	13,9	3	514	38	2458		
1991 <sup>1</sup>	12,2	4	412	38	1578		
1992	7,5	4	244	18	671		
1993	9,3	2	172	16	795		
1994	8,1	4	215	7	1264		
1995	11,0	3	264	21	1906		
1996	7,7	2	138	8	744		
1997	10,6	5	187	23	732		
1998	14,5	6	168	14	2177		
1999	7,9	1	145	3	440		
2000	7,7	4	198	10	653		
2001	9,0	2	236	5	480		
2002	8,9	1	128	10	503	18	877
2003	5,9	1	127	5	595	9	1416
2004	5,7	0	95	2	416	2	638
2005	6,2	1	160	4	511	11	600
2006	6,2	0	101	2	504	4	933
2007	6,0	2	230	3	454	8	618
2008	8,0	1	238	10	787	24	1195
2009	6,8	0	98	3	585	14	1216
2010	8,0	1	156	6	433	13	620
2011	7,3	0	93	6	858	25	1099
2012	7,1	1	137	7	582	14	1026
2013	7,6	2	142	15	410	17	1064
2014	8,8	2	396	24	1417	82	3541
2015	7,5	0	90	8	434	19	1119
2016	5,7	1	155	4	578	11	1112
2017	5,6	1	332	11	582	27	1425

<sup>1</sup>) Stasjonen på Svanvik lå opprinnelig i utkanten av jordet på daværende Statens forsøksgård. I forbindelse med at Svanhovd Miljøsenster ble bygget i 1991-93 (åpnet juni 1993) ble stasjonen flyttet om lag 100 m bort på jordet der den ligger i dag. Flyttingen ble gjort 18.-23. august 1991.

Tabell 9: Målestatistikk for SO<sub>2</sub> fra Karpdalen i perioden 1986-1994, samt 2009-2017. Dataene logges som døgnmiddelverdier 1986-1994 og som timemiddelverdier 1988-1991 (under basisundersøkelsen), samt fra gjenåpningen 16.10.2008. 10-minuttersverdier er også tilgjengelige fra oktober 2008.

År	Årsmiddel-verdi (µg/m <sup>3</sup> )	Antall døgn > 125 µg/m <sup>3</sup>	Høyeste døgnmiddel-konsentrasjon µg/m <sup>3</sup>	Antall timer > 350 µg/m <sup>3</sup>	Høyeste timemiddel-konsentrasjon µg/m <sup>3</sup>	Antall 10-min > 500 µg/m <sup>3</sup>	Høyeste 10-min konsentrasjon µg/m <sup>3</sup>
1986	30,8	2	266 <sup>1</sup>				
1987	28,3	14	600 <sup>1</sup>				
1988	23,1	5	266 <sup>1</sup>	36 <sup>2</sup>	939 <sup>2</sup>		
1989	32,7	7	432	89	968		
1990	22,9	7	523	90	940		
1991	35,3	5	338	34 <sup>2</sup>	756 <sup>2</sup>		
1992	17,0	6	208				
1993	6,8	0	89				
1994	8,8	0	117				
2009	13,8	3	263	12	561	20	695
2010	20,4	13	507	73	793	179	681
2011	19,8	7	449	51	854	159	1732
2012	16,6	6	206	15	573	36	848
2013	15,6	2	162	15	724	52	862
2014	13,2	3	207	15	616	40	871
2015	11,8	2	366	27	613	52	781
2016	17,9	7	429	43	600	85	721
2017	7,8	0	100	1	432	1	522

<sup>1</sup>) Stasjonen lå opprinnelig på gården Nyjord 1986 - 1988 og tok døgnprøver.

<sup>2</sup>) Ny stasjon med monitor (timemiddel) ble åpnet 1. oktober 1988 der den nåværende stasjonen ligger.

Observasjoner av timemidler opphørte 15. mars 1991.

Selv om utslippene og miljøbelastningen er lavere i dag enn for noen tiår siden forekommer det fortsatt episoder med meget høye konsentrasjoner både på Svanvik og i Karpdalen. Eksempelvis var det i 2014 24 timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> på Svanvik og maksimalt timemiddel var 1418 µg/m<sup>3</sup>. Dette høye antallet skyldes hovedsakelig to episoder 28. mai og 20. oktober 2014 med hhv. to og 11 timeverdier over 350 µg/m<sup>3</sup>. 1418 µg/m<sup>3</sup> målt 20. oktober 2014 er høyeste verdi målt de senere år. 24 overskridelser i 2014 var da det høyeste antall timeverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> som er registrert siden 1991 (Tabell 8).

I Karpdalen har det vært overskridelse av grenseverdi for timemiddel i 2010, 2011, 2015 og 2016. Spesielt utpeker vinteren 2010/11 seg med meget høye verdier og stort antall timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup>, 73 i 2010, 51 i 2011. Høyeste målte timemiddelverdi i Karpdalen siden målingene ble gjenopptatt høsten 2008 er 854 µg/m<sup>3</sup> (målt 13. februar 2011 kl. 8-9). Merk også at antallet timemidler over 350 µg/m<sup>3</sup> var over dagens grense i alle årene 1988-1991, selv med begrenset måleperiode i 1988 (tre mnd) og 1991 (2,5 mnd).

For å sette de norske målingene i perspektiv kan det nevnes at de russiske målingene som Murmansk UGMS gjør i Nikel viser maksimale verdier over 4000 - 7000 µg/m<sup>3</sup> (se referanseliste for nettsadresse).

#### 4.2.2 Døgnmiddelverdier - grenseverdi 125 µg/m<sup>3</sup>

Den norske grenseverdien for døgnmiddel av SO<sub>2</sub> på 125 µg/m<sup>3</sup> tillates overskredet tre ganger i året og ble gjort gjeldende fra 1.1.2005. Tabell 8 viser at antall overskridelser av 125 µg/m<sup>3</sup> på Svanvik har variert mye fra år til år, men at det generelt har vært færre overskridelser etter 2000 enn tidligere. I løpet av de 17 siste årene har det ikke vært mer enn tre overskridelser av 125 µg/m<sup>3</sup> pr år, dvs. siste år med overskridelse av nåværende grenseverdi var år 2000 med fire overskridelser. Gjennomsnittet de 10 siste årene er 0,9 overskridelser pr år (0,24 %), lavest i 2009, 2011 og 2015 med ingen overskridelser.

I Karpdalen har det vært overskridelse av grenseverdi for døgnmiddel i 2010, 2011, 2012 og 2016. Igjen utpeker vinteren 2010/11 seg med meget høye verdier og stort antall døgnmiddelverdier over 125 µg/m<sup>3</sup>, 13 i 2010, 7 i 2011. Merk også at antallet døgnmidler over 125 µg/m<sup>3</sup> var over dagens grense i alle årene 1987-1992. Generelt måles de høyeste konsentrasjonene i Karpdalen om vinteren pga. hyppigst forekommende vindretning fra sør.

Ved de andre stasjonene i måleprogrammet som nå er stengt (eksempelvis Viksjøfjell, Maajärvi og Nikel, ikke vist) var det atskillig flere overskridelser av 125 µg/m<sup>3</sup>. Dette gjaldt særlig på de russiske stasjonene, hvor det hyppig forekom døgnmiddelverdier høyere enn 125 µg/m<sup>3</sup>, typisk i 10-20 % av tiden. Det kan også nevnes at høyeste målte døgnmiddelverdi i Nikel i 2008 (1. januar-31. august) var 1092 µg/m<sup>3</sup> (12. juni). Under sommerepisoden i 2007 var maksimal målt døgnmiddelverdi på 2390 µg/m<sup>3</sup> (i juli). Da Viksjøfjell var operativ med kontinuerlige målinger (monitor) var det overskridelser i mellom 2,5 % (1993) og 8,8 % (1989) av målingene.

#### 4.2.3 Døgnmiddelverdier - øvre og nedre vurderingsterskel

Luftkvalitet sammenlignes også mot øvre og nedre vurderingsterskel gitt i forurensningsforskriften og luftkvalitetsdirektivet. Vurderingstersklene definerer bl.a. krav om målinger og tiltaksutredninger. For SO<sub>2</sub> er øvre vurderingsterskel 75 µg/m<sup>3</sup> og nedre vurderingsterskel 50 µg/m<sup>3</sup> gitt som døgnmidler med tre tillatte overskridelser pr kalenderår. Terskelverdiene regnes som overskredet hvis konsentrasjonene har vært over terskelen minimum tre år av de siste fem.

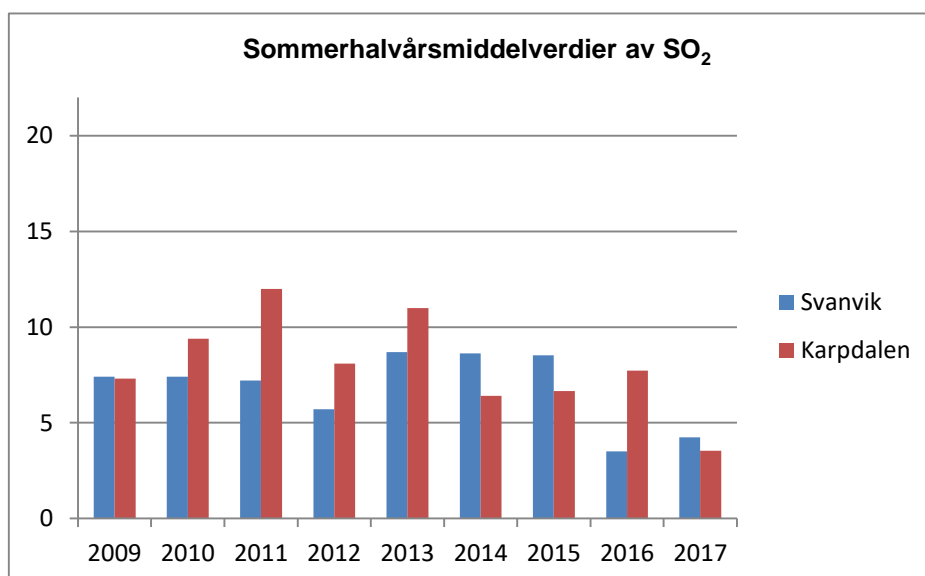
Antallet overskridelser av visse terskelverdier gitt som døgnmiddel er vist i Tabell 10. Døgnverdier over 75 µg/m<sup>3</sup> har forekommet på Svanvik og i Karpdalen i alle år med målinger. På Svanvik var det i 2017 tre døgn over 75 µg/m<sup>3</sup> og fem døgn over 50 µg/m<sup>3</sup>, siste fem år er antall døgn over 75 µg/m<sup>3</sup> mellom tre og seks, mens antall døgn over 50 µg/m<sup>3</sup> er mellom fem og 18. I Karpdalen var det i 2017 fire døgn over 75 µg/m<sup>3</sup> (mellom fire og 20 siste fem år) og 11 døgn over 50 µg/m<sup>3</sup> (mellom 11 og 30 siste fem år). Øvre vurderingsterskel er derved overskredet både på Svanvik og i Karpdalen.

Tabell 10: Antallet overskridelser av visse terskelverdier, norsk grenseverdi ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), tidligere Nasjonalt mål ( $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), samt øvre og nedre vurderingsterskel ( $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), alt gitt som døgnmiddel for Svanvik og Karpdalen de siste fem år.

Stasjon	År	Antall døgn $>125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Antall døgn $>90 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Antall døgn $>75 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Antall døgn $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Svanvik	2013	2	3	5	11
	2014	2	4	4	18
	2015	0	0	6	13
	2016	1	2	4	7
	2017	1	3	3	5
Karpdalen	2013	2	7	12	29
	2014	3	7	11	24
	2015	2	5	7	20
	2016	7	14	20	30
	2017	0	2	4	11

#### 4.2.4 Sesongmidler sommer

Grenseverdien for beskyttelse av økosystem er  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  både for kalenderår og vinterhalvår (oktober-mars), gjeldende fra 4. oktober 2002. Halvårsmiddelverdier for sommer er vist i Figur 10, halvårsmiddelverdier for vinter og årsmidler er vist i årsrapporten.



Figur 10: Middelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik og i Karpdalen for sommerhalvårene 2009-2017. Det er ingen grenseverdi for beskyttelse av økosystem for sommerhalvåret (jfr neste figur). Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Det er ingen grenseverdi for sommersesongen, men halvårsmidler for Svanvik og Karpdalen vises for å illustrere hvordan belastningen er mindre sommerstid enn vinterstid. Dette skyldes først og fremst at det er kraftigere vind og bedre vertikal blanding og derved bedre spredning og fortykning av utlippene/røykfanen sommerstid.

### 4.2.5 Årsmiddelverdi

Årsmiddelverdien på Svanvik var 5,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2017. Siden 1999 har årsmiddel på Svanvik ligget mellom 5,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2017) og 9,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2001). I perioden før 1989 ble verdien på 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  overskredet de fleste årene på Svanvik, mens årsmiddelverdiene ligger under 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  fra 1989<sup>16</sup>. Maksimal årsmiddelverdi i Karpdalen siden gjenåpningen i 2008 er 20,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2010. Grenseverdien for årsmiddel er derved overholdt alle årene siden den gang<sup>17</sup>.

Historisk sett ble verdien på 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmiddel overskredet i alle år hvor det ble utført målinger, dette gjaldt både norske (Viksjøfjell 1988-1995) og russiske stasjoner (Nikkel, SOV1, SOV2 og SOV3, se kart i Figur 3). Særlig store overskridelser var det på de russiske stasjonene, da spesielt Nikel (operativ til 31. august 2008). Målingene utført av Murmansk UGMS siden 2010 viser typiske årsmiddelkonsentrasjoner i Nikel mellom 69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2009) og 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2011) og mellom 78  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2015) og 97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2013) i Zapoljarnij, se oppdatert fellesrapport fra ekspertgruppen for luft (Pettersen et al., 2017).

Merk også at konsentrasjonene som måles med passive prøvetakere på Viksjøfjell nå, 10-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som langtidsmiddel er like høye som konsentrasjonene som ble målt på 1990-tallet.

SO<sub>2</sub>-målingene gjenspeiler et betydelig lavere SO<sub>2</sub>-utslipp i Nikel de 25 siste årene enn på 1970- og 1980-tallet. Som tidligere nevnt er samlede utslipp fra Pechenga-Nikkel kombinatet (Nikkel og Zapoljarnij) nå rundt 100'000 tonn SO<sub>2</sub> pr. år. Målet er å komme ned til 79'900 tonn SO<sub>2</sub> pr. år (opplysninger gitt under ekspertgruppemøte i oktober 2016).

## 4.3 Uorganiske komponenter i nedbør

### Bakgrunn

Prøvetaking for målinger av uorganiske komponenter<sup>18</sup> i nedbør foretas ved en stasjon, Karpbukt, for stasjonsplassering se Figur 3 side 6

Uorganiske komponenter som måles i Karpbukt er stoffer som mer eller mindre naturlig finnes i nedbør. Men det er en viss andel antropogent (menneskeskapt) bidrag, slik at dette også regnes som forurensning. Merk at konsentrasjonene av uorganiske komponenter er på mg-nivå (milligram, 1/1 000 gram), mens tungmetaller (kap. 5) er på  $\mu\text{g}$ -nivå (mikrogram, 1/1 000 000 gram). pH i nedbør i Karpbukt er rundt og noe under 5. Ledningsevne er et mål på et stoffs evne til å lede elektrisitet og gir samtidig et mål for vannets renhet, ledningsevnen øker jo mer salter og karbondioksid som er løst i vannet. Nivået (konsentrasjonen) av sulfat er tilnærmet uforandret fra denne rapporteringsperioden sammenlignet med forrige, og høyere enn norske bakgrunnsstasjoner (Aas et al., 2018). Ellers er det endel Na og Cl i nedbøren, også kalt bordsalt når det kombineres. Dette skyldes selvfølgelig at Karpbukt ligger ved sjøen hvor det forekommer aerosoler og sjøsprøyt som inneholder salt. For utdypende sammenligning med måleresultater fra andre stasjoner i Norge og historikk henvises det til Bohlin-Nizzetto og Aas, 2018 og Aas et al., 2018.

<sup>16</sup> Man kan strengt tatt ikke snakke om overskridelse av grenseverdien på Svanvik før oktober 2002 siden grenseverdien da ikke hadde trådt i kraft. Dog sammenligner vi alle årsmidler med 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  siden dette er gjeldende grense.

<sup>17</sup> Årsmiddelverdi i Karpdalen i 2010 var 20,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Grenseverdien er 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ikke 20,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og 20,4 avrundes nedover til 20 og medfører derved en overholdelse av grenseverdien.

<sup>18</sup> Igjen; som uorganiske komponenter regnes SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>.

### Historikk

På Svanvik ble det gjort nedbørmålinger av uorganiske komponenter fra høsten 1988 t.o.m. 2003. I 1990 ble det opprettet en stasjon i Karpdalen som ble nedlagt 1.4.1998. Som erstatning for Karpdalen ble det opprettet ny stasjon i Karpbukt 15.9.1998. Karpbukt ligger ved Jarfjorden der Karpdalen munner ut. Det er ca. 4 km mellom de to stasjonsplasseringene.

### Målemetode

Prøvetaking skjer ved hjelp av NILUs standard prøvetaker i plast, flasker med trakt om sommeren, åpen prøvetaker om vinteren (se Bilde 3). Kanten av prøvetakeren er plassert om lag 2 m over bakken. Prøvene av nedbør tas vanligvis over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på første dato i hver måned hvis denne ikke faller på en mandag.

I tillegg til utvasking med nedbør må en også regne med at noe kommer ned i prøvetakerne ved tørravsetning, dvs. at støvpartikler daler ned i trakten/flasken.



Figur 11: Stasjonen i Karpbukt, nedbørsamleren som brukes om sommeren (venstre) og snøsamleren som brukes om vinteren. Plasttrakt fanger sommernedbøren som samles i en plastflaske. Om vinteren samles snø i prøvetaker som så må smeltes og fylles på flasker før forsendelse. Legg også merke til ringen øverst. Den er plassert slik for at fugler skal sette seg på ringen framfor kanten av samleren. Dette for å unngå fugleskit i prøven. Høyre foto: Leif Magnus Eriksen.

### Detaljerte resultater 2017

Detaljerte månedsmiddelverdier og årsmiddel av nedbørmengde, ledningsevne, pH og uorganiske komponenter i nedbør i Karpbukt i 2017 er vist i Tabell 11.

Tabell 11: Månedsmiddelverdier og årsmiddel av nedbørmengde, ledningsevne, pH og uorganiske komponenter  $SO_4^{2-}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$  i nedbør i Karpbukt i 2017<sup>1</sup>

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne $\mu S/cm$	pH	$SO_4^{2-}$ mg S/l	$SO_4^{2-}$ _corr mg S/l	$NH_4^+$ mg N/l	$NO_3^-$ mg N/l	$Na^+$ mg/l	$Mg^{2+}$ mg/l	$Cl^-$ mg/l	$Ca^{2+}$ mg/l	$K^+$ mg/l
Januar	47	17,16	5,25	0,25	0,07	0,17	0,08	2,08	0,25	3,61	0,09	0,08
Februar	30	11,01	5,23	0,22	0,14	0,27	0,09	0,98	0,12	1,74	0,09	0,05
Mars	36	19,09	5,12	0,43	0,25	0,29	0,04	2,16	0,26	4,11	0,10	0,08
April	28	12,16	4,76	0,36	0,20	0,13	0,06	1,87	0,21	3,18	0,11	0,09
Mai	23	43,69	4,63	0,92	0,48	0,23	0,12	5,20	0,63	9,30	0,25	0,20
Juni	100	20,92	5,09	0,39	0,16	0,07	0,04	2,70	0,29	4,68	0,15	0,10
Juli	75	13,98	4,68	0,48	0,43	0,08	0,11	0,54	0,08	0,91	0,15	0,13
August	109	14,47	4,79	0,48	0,41	0,14	0,07	0,74	0,10	1,25	0,15	0,14
September	44	17,55	5,20	0,36	0,20	0,08	0,07	1,90	0,25	3,47	0,22	0,26
Oktober	37	22,70	5,47	0,49	0,25	0,33	0,10	2,91	0,36	5,20	0,33	0,39
November	34	12,28	5,09	0,37	0,31	0,27	0,15	0,66	0,09	1,34	0,18	0,04
Desember	31	10,14	5,32	0,16	0,10	0,21	0,12	0,76	0,09	1,46	0,13	0,11
2017	594	17,23	4,95	0,41	0,27	0,16	0,08	1,69	0,20	3,00	0,16	0,14

### Avsetning og trender

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene både for sommerhalvåret 2017 og vinterhalvåret 2016/17. Avsetningstallene (enhet: mg/m<sup>2</sup>) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet:  $\mu g/liter$  eller mg/liter<sup>19</sup>) multipliseres med nedbøren (1 mm nedbør tilsvarer 1 liter/m<sup>2</sup>) for hver uke og summeres over sommerhalvåret 2017 og vinterhalvåret 2016/17. Resultatene er vist i Tabell 12 og Tabell 13 sammen med avsetningstall for tidligere år.

<sup>19</sup> 1 000  $\mu g$  = 1 mg, likeledes 1 000 000  $\mu g$  = 1 000 mg = 1 g.



Tabell 12: Avsetning av uorganiske komponenter med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 2017. H<sup>+</sup> angis i  $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$ , konsentrasjoner av ulike forsurende stoffer sammenveies ofte til syre-ekvivalenter ved hjelp av stoffenes forsurende effekt, avsetning er gitt i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .

Stasjon	Sommer- halvår	H <sup>+</sup> $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$	Total SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	Sjøsalt korr. SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>
Karpdalen	1991		363		54	36	440	62	730	31	38
	1992		410		132	61	440	54	760	73	83
	1993		333		64	48	759	85	1233	65	58
	1994		218	198	56	65	247	32	417	32	25
	1995	7568	177	167	47	34	124	23	192	40	12
	1996	6009	170	143	46	32	317	40	498	50	34
	1997	5320	114	106	23	18	105	15	169	21	11
Karpbukt	1999	5890	152	134	57	41	219	27	384	30	43
	2000	5993	134	118	36	27	190	26	354	26	17
	2001	6210	203	175	57	38	333	44	592	52	35
	2002	4044	150	118	41	28	382	55	684	76	46
	2003	7512	129	101	48	33	336	47	575	52	35
	2004	5808	182	158	25	35	286	41	460	61	42
	2005	5689	219	191	86	40	378	43	555	51	53
	2006	6427	162	149	34	44	159	23	274	29	24
	2007	3878	259	215	75	39	533	74	909	71	49
	2008	4597	155	158	29	33	399	57	605	48	31
	2009	5423	213	182	33	48	369	46	689	38	51
	2010	5822	154	134	32	29	234	29	268	37	27
	2011	6567	183	161	63	39	263	39	440	43	46
	2012	4873	105	79	36	23	302	41	532	38	41
	2013	2871	139	103	44	23	418	54	713	62	37
	2014	6029	207	149	44	36	534	76	916	68	76
	2015	4570	127	102	30	24	305	41	539	52	36
2016	6266	153	123	32	29	363	50	642	39	39	
2017	6833	174	118	41	26	647	77	1128	61	54	
Svanvik	1989		315		40	48	261	48	405	74	22
	1990		145		23	39	212	31	416	30	25
	1991		160		37	21	76	15	160	<25	<25
	1992		210		61	36	110	16	180	<34	<34
	1993		198		72	33	173	30	286	44	22
	1994		213	202	119	49	107	28	162	40	42
	1995	6712	181	176	50	27	63	19	99	31	25
	1996	4649	120	112	38	22	93	23	154	43	13
	1997	3312	102	98	51	20	48	10	77	24	14
	1998	5170	137	126	50	23	131	25	248	28	16
	1999	4793	117	110	46	35	83	18	150	25	24
	2000	7337	189	181	74	43	90	17	146	31	26
	2001	3625	205	198	75	32	83	21	143	43	26
	2002	3405	164	153	90	28	129	23	192	44	34
2003	2943	109	98	58	30	124	21	204	34	25	

Tabell 13: Avsetning av uorganiske komponenter med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2016/17. H<sup>+</sup> angis i  $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$ , konsentrasjoner av ulike forsurende stoffer sammenveies ofte til syre-ekvivalenter ved hjelp av stoffenes forsurende effekt, avsetning er gitt i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .

Stasjon	Vinterhalvår	H <sup>+</sup> $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$	Total SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	Sjøsalt korr. SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>
Karpdalen	1991/92		173		33	36	530	64	990	49	56
	1992/93		143		31	34	814	95	1370	58	81
	1993/94	2675	96	59	25	40	443	53	814	30	42
	1994/95	3298	88	62	18	37	321	42	578	26	25
	1995/96	3812	148	71	29	35	940	120	1593	106	53
	1996/97	5061	136	88	24	28	578	71	1184	35	35
	1997/98	3410	120	75	19	25	535	67	968	34	33
Karpbukt	1998/99	3810	75	53	13	22	268	35	495	17	14
	1999/00	5041	138	81	19	31	683	81	1231	40	29
	2000/01	4401	103	65	10	23	457	55	850	24	20
	2001/02	3600	131	65	8	19	783	94	1411	36	29
	2002/03	4430	219	79	28	18	1682	208	3276	79	67
	2003/04	3232	124	58	19	24	793	102	1393	45	29
	2004/05	2411	112	42	6	17	876	102	1473	59	32
	2005/06	3944	162	78	43	37	998	121	1867	49	43
	2006/07	2598	87	45	16	22	501	70	865	31	22
	2007/08	3505	115	58	26	32	673	87	1259	38	29
	2008/09	1841	103	49	28	18	641	84	1040	46	33
	2009/10	2159	80	48	10	18	375	47	807	19	17
	2010/11	2815	94	39	11	17	801	82	1505	29	32
	2011/12	2298	68	44	22	19	290	38	523	21	17
	2012/13	2217	109	46	52	22	745	90	1345	38	27
	2013/14	2992	150	61	33	28	1072	127	1813	56	48
	2014/15	2281	113	66	39	17	555	70	975	45	37
2015/16	2855	100	60	36	23	477	63	870	33	32	
2016/17	7423	120	41	57	18	937	111	1683	43	43	
Svanvik	1988/89		56		16	19	294	37	504	33	14
	1989/90		67		13	26	156	26	360	17	12
	1990/91		39		11	18	113	16	205	9	9
	1991/92		87		36	35	210	27	410	17	17
	1992/93		49		23	19	208	26	374	19	11
	1993/94	2168	50	39	24	30	133	17	256	14	7
	1994/95	1603	46	37	22	21	109	15	195	12	9
	1995/96	2694	79	56	29	15	283	39	508	20	15
	1996/97	2093	66	48	38	36	212	39	438	39	15
	1997/98	1031	61	39	33	20	265	33	484	31	24
	1998/99	1332	54	48	41	22	76	12	144	10	8
	1999/00	1932	74	56	37	24	216	26	406	18	12
	2000/01	1484	57	44	37	21	157	20	275	11	11
	2001/02	1365	66	41	42	17	298	37	533	21	18
	2002/03	891	77	26	29	12	604	71	1106	37	29
2003/04	642	34	15	32	12	218	31	350	22	14	

## 5. Måleresultater tungmetaller i svevestøv og nedbør

### 5.1 Tungmetaller i svevestøv

#### Målemetode

I dette prosjektet er det nå to prøvetakere for svevestøv (KleinfILTERGERÄT), en på Svanvik som ble satt opp i oktober 2008 og en i Karpdalen som ble satt opp høsten 2011. På Svanvik benyttes en sekvensiell prøvetaker som bytter filtre automatisk hver uke. Prøvetakeren i Karpdalen er manuell, dvs. at filterne må byttes av lokal stasjonsholder. Med svevestøv menes  $PM_{10}$ , dvs. partikler med aerodynamisk diameter mindre enn  $10\ \mu\text{m}$  <sup>footnote 20</sup>.

Prøvetakingen foregår ved at luft suges inn gjennom et filter der støv avsettes. Etterpå sendes filterne til NILUs laboratorier for analyse av 10 metaller (Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Co, V, As og Al). Basert på målt luftvolum gjennom instrumentet og mengden (masse) tungmetaller avsatt kan middelkonsentrasjonene i eksponeringsperioden (dvs en uke) regnes ut.

T.o.m. 2015 gjorde NILU målinger av masse av svevestøv. Siden måleresultatene viste lave verdier, dvs. langt under gjeldende grenseverdier og akseptkriterier, besluttet NILU i 2016 å avslutte ekstra veiing av filtre for bestemmelse av masse støv på Svanvik og i Karpdalen (for 2015 se tidligere rapporter fra prosjektet).

Luftinntaket på instrumentet er tilpasset  $PM_{10}$  siden lovverket definerer tungmetaller som andel av  $PM_{10}$ -fraksjonen. NILU måler ikke  $PM_{2.5}$  i grenseområdene. På russisk side, nærmere bestemt på stasjonene i Nikel og Zapoljarnij, gjør Murmansk UGMS prøvetaking og analyse av tungmetaller. Merk dog at i Russland måles det totalstøv, dvs. også partikler større enn  $10\ \mu\text{m}$ , det er ingen størrelsesfraksjonering (Pettersen et al., 2017).

Ni (nikkel), Cu (kobber), Co (kobolt) og As (arsen) regnes som spormetaller fra nikkilverkene på russisk side og det er disse fire elementene som vektlegges i rapporteringen. Detaljerte data for alle 10 elementene som analyseres (Ni, Cu, Co, As, samt Pb, Cd, Zn, Cr, V, Al) er også vist.

Hyppest forekommende vindretning vinterstid er fra sør, dette bringer utslippene nordover mot Karpdalen og Jarfjordfjellet. Karpdalen viser derfor vanligvis noe høyere konsentrasjoner enn Svanvik.

Under basisundersøkelsen i 1988-1991 ble det også målt tungmetaller i svevestøv på syv forskjellige stasjoner i grenseområdene (Noatun, Kobbfoss, Svanvik, Holmfoss, Kirkenes, Karpdalen og Viksjøfjell). Maksimumsverdiene for 1990-91 på de forskjellige stasjonene lå fra 27,70 til 102,3  $\text{ng}/\text{m}^3$  for Ni, fra 9,50 til 88,00  $\text{ng}/\text{m}^3$  for As, fra 53,20 til 119,8  $\text{ng}/\text{m}^3$  for Cu og 2,47 til 4,05  $\text{ng}/\text{m}^3$  for Co (Sivertsen et al., 1991). Sammenlignet med målingene fra januar 1990 til mars 1991 er de målte verdiene av de fire tungmetallene Ni, As, Cu og Co i dag i samme størrelsesorden som for 25 år siden. Merk at utslippene av svoveldioksid den gang var

<sup>20</sup>  $\mu\text{m}$  betegner mikrometer, dvs.  $1/1'000'000$  meter ("million'te del") meter, eller  $1/1000$  millimeter.

rundt 250 000 tonn pr år fra Zapoljarnij og Nikel, rundt 2,5 ganger høyere enn i dag. Utslippene av tungmetaller var dårlig kjent. Dog er det ikke samsvar mellom offisielle russiske utslippstall og norske/finske måleprogrammer ang. økning i tungmetaller rundt 2004.

Måleresultatene som presenteres her viser forhøyede verdier av tungmetaller i svevestøv. Verdiene tilsier også at det faglig sett var fornuftig å starte svevestøvmålinger på Svanvik høsten 2008 og i Karpdalen høsten 2011.

Det er noen perioder uten prøvetaking og/eller gyldige verdier. Den vanligste årsaken til at resultater blir forkastet er at luftvolumet gjennom instrumentet er for lite. Dette kan igjen skyldes både problemer med blindfilteret<sup>21</sup> i instrumentet, samt at det tidvis er problemer med strømbrudd. Ved strømbrudd stopper filterinstrumentet, og det starter ikke automatisk når strømmen kommer tilbake slik tilfellet er for monitorene. Vinterstid kan det også være problemer med at luftinntaket til instrumentet går tett av is.

Tabell 14: Middelveidier av elementer i luft på Svanvik i 2017 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2017.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m <sup>3</sup>	Cu ng/m <sup>3</sup>	Co ng/m <sup>3</sup>	As ng/m <sup>3</sup>
21.12.2016	09.01.2017	3,9	5,8	0,1	1,4
23.01.2017	30.01.2017	0,9	1,0	0,0	0,3
30.01.2017	06.02.2017	0,2	0,3	0,0	0,1
06.02.2017	13.02.2017	0,2	0,3	0,0	0,1
13.02.2017	20.02.2017	4,7	2,6	0,2	0,5
20.02.2017	27.02.2017	23,3	17,9	0,7	2,9
27.02.2017	06.03.2017	24,2	17,2	0,9	5,7
06.03.2017	13.03.2017	0,3	0,3	0,0	0,1
13.03.2017	20.03.2017	2,8	1,5	0,1	0,6
20.03.2017	27.03.2017	7,3	5,6	0,3	0,8
27.03.2017	03.04.2017	0,1	0,2	0,0	0,1
03.04.2017	10.04.2017	15,8	9,1	0,6	1,2
10.04.2017	17.04.2017	18,6	13,1	0,6	1,8
17.04.2017	24.04.2017	17,2	10,6	0,6	0,7
24.04.2017	01.05.2017	12,8	10,8	0,4	0,8
15.05.2017	22.05.2017	36,8	22,3	1,5	4,5
22.05.2017	29.05.2017	24,2	17,5	1,0	3,6
29.05.2017	05.06.2017	9,9	6,6	0,4	1,7
05.06.2017	12.06.2017	0,5	0,5	0,0 <sup>1)</sup>	0,2
12.06.2017	19.06.2017	33,8	22,4	1,3	2,9
19.06.2017	26.06.2017	10,1	9,7	0,4	1,4

<sup>21</sup> Blindfilter er et filter som ikke eksponeres, men som ellers behandles på samme måte som de eksponerte filterne. Blindfilter analyseres også og dette er en kvalitetssjekk for å finne ut om prøvene har blitt forurenset for eksempel under transport eller på annen måte.

Tabell forts.: Middelerverdier av elementer i luft (Ni, Cu, Co, As) på Svanvik i 2017 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2017.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m <sup>3</sup>	Cu ng/m <sup>3</sup>	Co ng/m <sup>3</sup>	As ng/m <sup>3</sup>
26.06.2017	03.07.2017	14,0	10,0	0,5	1,4
03.07.2017	10.07.2017	6,9	4,5	0,3	0,4
10.07.2017	17.07.2017	18,3	13,9	0,8	1,4
17.07.2017	24.07.2017	2,9	2,8	0,1	0,2
24.07.2017	30.07.2017	3,7	3,4	0,1	0,3
31.07.2017	07.08.2017	14,0	10,2	0,6	2,3
07.08.2017	14.08.2017	15,4	12,2	0,7	2,8
14.08.2017	21.08.2017	5,9	5,2	0,3	1,3
21.08.2017	28.08.2017	0,9	0,8	0,1	0,4
28.08.2017	04.09.2017	0,3	0,3	0,0 <sup>1)</sup>	0,1
04.09.2017	11.09.2017	20,3	17,8	0,9	2,1
11.09.2017	18.09.2017	2,1	3,3	0,1	0,3
18.09.2017	25.09.2017	3,8	3,0	0,2	0,4
25.09.2017	02.10.2017	0,2 <sup>1)</sup>	0,2	0,0 <sup>1)</sup>	0,1
02.10.2017	09.10.2017	9,5	7,2	0,4	1,8
09.10.2017	16.10.2017	21,0	17,8	0,8	3,5
23.10.2017	30.10.2017	0,2 <sup>1)</sup>	0,3	0,0 <sup>1)</sup>	0,1
30.10.2017	06.11.2017	3,8	2,8	0,2	0,8
06.11.2017	13.11.2017	4,9	4,4	0,2	0,5
13.11.2017	20.11.2017	17,4	26,7	0,7	18,3
20.11.2017	27.11.2017	31,7	43,5	1,3	18,9
27.11.2017	04.12.2017	1,2	0,9	0,0	0,2
04.12.2017	11.12.2017	11,7	10,5	0,4	1,5
11.12.2017	18.12.2017	3,2	2,4	0,1	0,4
18.12.2017	25.12.2017	0,4	0,4	0,0 <sup>1)</sup>	0,1
25.12.2017	01.01.2018	1,9	2,2	0,1	0,3
<b>Vektet middel<sup>2)</sup></b>					
<b>1.1.2017</b>	<b>1.1.2018</b>	<b>9,9</b>	<b>8,1</b>	<b>0,4</b>	<b>1,9</b>
<b>1.4.2017</b>	<b>1.10.2017</b>	<b>12,0</b>	<b>8,7</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>

<sup>1)</sup> Målingen er utenfor akkreditert område.

<sup>2)</sup> Ved utregning av vektet middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

Tabell 15: Middelerverdier av elementer i luft (Ni, Cu, Co, As) i Karpdalen i 2017 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2017.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m <sup>3</sup>	Cu ng/m <sup>3</sup>	Co ng/m <sup>3</sup>	As ng/m <sup>3</sup>
26.12.2016	02.01.2017	4,4	5,6	0,2	3,3
02.01.2017	10.01.2017	6,8	7,2	0,3	5,7
10.01.2017	16.01.2017	9,7	10,4	0,4	1,5
16.01.2017	23.01.2017	5,6	18,4	0,2	0,7
23.01.2017	30.01.2017	6,9	25,0	0,3	2,0
30.01.2017	06.02.2017	2,6	2,6	0,1	0,4
06.02.2017	13.02.2017	2,2	2,1	0,1	0,3
13.02.2017	20.02.2017	1,9	1,4	0,1	0,8
20.02.2017	27.02.2017	27,7	22,7	0,8	5,1
27.02.2017	06.03.2017	1,3	1,3	0,1	1,0
06.03.2017	13.03.2017	9,5	6,8	0,3	17,9
13.03.2017	20.03.2017	17,2	11,0	0,6	7,6
20.03.2017	27.03.2017	15,5	14,9	0,5	2,2
27.03.2017	03.04.2017	1,7	1,1	0,1	0,5
03.04.2017	10.04.2017	1,6	0,8	0,1	0,1
10.04.2017	17.04.2017	1,3	1,1	0,1	0,1
17.04.2017	24.04.2017	14,8	10,2	0,6	1,9
24.04.2017	01.05.2017	4,2	4,6	0,1	0,3
01.05.2017	08.05.2017	0,2	0,1	0,0	0,0
08.05.2017	15.05.2017	2,0	0,9	0,1	0,3
15.05.2017	22.05.2017	21,5	14,0	0,9	2,1
22.05.2017	29.05.2017	0,3	0,2	0,0	0,0
29.05.2017	05.06.2017	0,2	0,2	0,0	0,1
05.06.2017	12.06.2017	19,4	13,5	0,8	1,6
12.06.2017	19.06.2017	3,8	4,7	0,2	1,0
19.06.2017	28.06.2017	0,9	1,6	0,0	0,2

Tabell forts.: Middeler verdier av elementer i luft (Ni, Cu, Co, As) i Karpdalen i 2017 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2017.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m <sup>3</sup>	Cu ng/m <sup>3</sup>	Co ng/m <sup>3</sup>	As ng/m <sup>3</sup>
28.06.2017	03.07.2017	12,5	9,0	0,6	1,5
03.07.2017	10.07.2017	14,7	11,1	0,6	1,2
10.07.2017	17.07.2017	13,6	10,3	0,6	1,2
17.07.2017	24.07.2017	4,2	4,7	0,2	0,6
24.07.2017	31.07.2017	3,1	2,3	0,2	1,1
31.07.2017	07.08.2017	0,6	0,4	0,0	0,1
07.08.2017	14.08.2017	9,2	8,1	0,4	3,5
14.08.2017	21.08.2017	14,3	11,9	0,6	2,8
21.08.2017	28.08.2017	0,1	0,1	0,0	0,1
28.08.2017	02.09.2017	22,7	16,5	0,9	5,5
04.09.2017	11.09.2017	24,0	22,7	1,1	4,3
11.09.2017	18.09.2017	3,3	4,2	0,1	0,3
18.09.2017	25.09.2017	6,5	5,2	0,3	1,3
25.09.2017	02.10.2017	5,7	5,9	0,2	1,4
02.10.2017	09.10.2017	6,9	5,5	0,3	1,3
09.10.2017	16.10.2017	15,1	15,6	0,5	1,9
16.10.2017	23.10.2017	0,7	1,3	0,0	0,1
23.10.2017	30.10.2017	0,6	0,8	0,0	0,2
30.10.2017	06.11.2017	8,1	7,7	0,4	2,8
06.11.2017	13.11.2017	16,1	14,2	0,6	3,5
13.11.2017	20.11.2017	4,8	7,9	0,2	7,4
20.11.2017	27.11.2017	15,5	25,0	0,6	23,8
27.11.2017	04.12.2017	4,1	3,6	0,2	0,6
04.12.2017	11.12.2017	11,5	13,8	0,4	8,9
11.12.2017	18.12.2017	28,1	21,3	1,2	5,1
18.12.2017	03.01.2018	12,0	13,6	0,6	5,9
<b>Vektet middel<sup>2</sup></b>					
<b>1.1.2017</b>	<b>1.1.2018</b>	<b>8,5</b>	<b>8,2</b>	<b>0,3</b>	<b>2,8</b>
<b>1.4.2017</b>	<b>1.10.2017</b>	<b>7,5</b>	<b>6,1</b>	<b>0,3</b>	<b>1,2</b>

<sup>1)</sup> Målingen er utenfor akkreditert område.

<sup>2)</sup> Ved utregning av vektet middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

Tabell 16: Middelerverdier av elementer i luft (Al, Cd, Cr, Fe, Pb, Mn, V, Zn) på Svanvik i 2017 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2017.

Fra dato	Til dato	Al ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Fe ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>	Mn ng/m <sup>3</sup>	V ng/m <sup>3</sup>	Zn ng/m <sup>3</sup>
21.12.2016	09.01.2017	4,4 <sup>2)</sup>	0,2	0,1		3,3		2,2	4,8
23.01.2017	30.01.2017	5,4	0,0	0,2	13,3	0,9	0,4	0,2	6,1
30.01.2017	06.02.2017	2,2	0,0	0,1	5,5	0,7	0,2	0,4	2,1
06.02.2017	13.02.2017	8,6	0,0	0,1	9,7	0,6	0,3	0,1	1,6
13.02.2017	20.02.2017	8,7	0,0	0,1	18,3	0,6	0,2	1,2	2,6
20.02.2017	27.02.2017	23,2	0,2	0,5	78,3	4,0	0,8	13,8	12,1
27.02.2017	06.03.2017	20,9	0,4	0,4	82,4	9,9	0,7	2,7	25,2
06.03.2017	13.03.2017	6,2	0,0	0,1	10,4	0,4	0,4	0,5	2,4
13.03.2017	20.03.2017	2,8	0,0	0,2	9,2	0,8	0,1	0,7	2,2
20.03.2017	27.03.2017	16,3	0,1	0,3	34,6	1,5	0,4	1,6	4,3
27.03.2017	03.04.2017	14,6	0,0	0,1	11,9	0,4	0,3	0,1	1,3
03.04.2017	10.04.2017	96,4	0,1	0,6	125,7	3,8	1,5	4,6	7,0
10.04.2017	17.04.2017	52,5	0,1	0,4	93,3	1,6	0,9	1,1	5,6
17.04.2017	24.04.2017	65,3	0,1	0,4	100,3	0,9	1,0	4,1	3,8
24.04.2017	01.05.2017	93,7	0,1	0,4	107,5	1,5	1,4	6,0	4,7
15.05.2017	22.05.2017	94,0	0,3	0,7	189,1	5,4	1,5	5,0	8,5
22.05.2017	29.05.2017	167,3	0,3	0,9	218,3	4,5	2,7	2,1	11,4
29.05.2017	05.06.2017	49,4	0,2	0,2 <sup>1)</sup>	64,5	1,2	0,7	1,2	6,1
05.06.2017	12.06.2017	26,3	0,0	0,1 <sup>2)</sup>	21,6	0,2	0,4	0,2	0,5
12.06.2017	19.06.2017	107,2	0,3	0,9	217,2	3,4	1,9	4,7	12,1
19.06.2017	26.06.2017	69,8	0,1	0,3 <sup>1)</sup>	97,2	2,1	1,2	1,3	4,3

1) Målingen er utenfor akkreditert område.

2) Data er under deteksjonsgrensen.



Tabell forts.: Middelerverdier av elementer i luft (Al, Cd, Cr, Fe, Pb, Mn, V, Zn) på Svanvik i 2017 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2017.

Fra dato	Til dato	Al ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Fe ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>	Mn ng/m <sup>3</sup>	V ng/m <sup>3</sup>	Zn ng/m <sup>3</sup>
26.06.2017	03.07.2017	29,5	0,1	0,4 <sup>1)</sup>	71,6	2,0	0,6	2,2	5,0
03.07.2017	10.07.2017	74,1	0,0	0,3 <sup>1)</sup>	95,7	0,6	1,3	1,1	1,8
10.07.2017	17.07.2017	216,3	0,2	0,9	278,6	1,9	4,1	2,3	10,9
17.07.2017	24.07.2017	38,0	0,0	0,2 <sup>1)</sup>	47,9	0,4	0,9	0,4	1,1
24.07.2017	30.07.2017	20,4	0,0	0,1 <sup>2)</sup>	30,4	0,4	0,6	0,4	1,6
31.07.2017	07.08.2017	73,8	0,2	0,5	131,0	2,6	1,7	1,4	7,0
07.08.2017	14.08.2017	24,1	0,3	0,3 <sup>1)</sup>	76,8	3,8	0,6	0,9	10,9
14.08.2017	21.08.2017	10,3 <sup>1)</sup>	0,1	0,1 <sup>2)</sup>	27,8	1,4	0,4	0,4	3,8
21.08.2017	28.08.2017	15,7	0,0	0,1 <sup>2)</sup>	18,6	0,2	0,3	0,2	1,2
28.08.2017	04.09.2017	23,8	0,0	0,1 <sup>2)</sup>	25,2	0,1	0,5	0,1	0,7
04.09.2017	11.09.2017	123,3	0,3	0,9	229,5	3,9	2,6	1,8	10,3
11.09.2017	18.09.2017	6,6 <sup>1)</sup>	0,1	0,1 <sup>2)</sup>	13,2	0,6	0,2	0,7	1,8
18.09.2017	25.09.2017	17,2	0,1	0,1 <sup>2)</sup>	33,6	0,5	0,5	0,8	3,4
25.09.2017	02.10.2017	66,6	0,0	0,1 <sup>1)</sup>	51,4	0,5	1,0	0,2	1,7
02.10.2017	09.10.2017	16,7	0,2	0,2 <sup>1)</sup>	46,4	2,8	0,6	2,7	7,9
09.10.2017	16.10.2017	62,8	0,3	0,5	111,4	4,9	1,4	9,6	14,8
23.10.2017	30.10.2017	9,6 <sup>1)</sup>	0,0	0,1 <sup>2)</sup>	13,0	0,5	0,3	0,1	2,4
30.10.2017	06.11.2017	10,2 <sup>1)</sup>	0,1	0,1 <sup>2)</sup>	24,1	0,9	0,3	1,8	4,0
06.11.2017	13.11.2017	5,5 <sup>1)</sup>	0,1	0,1 <sup>2)</sup>	19,2	1,0	0,2	2,0	5,9
13.11.2017	20.11.2017	9,9	1,4	0,3 <sup>1)</sup>	61,5	12,2	0,5	9,4	67,5
20.11.2017	27.11.2017	20,0	1,9	0,5	107,2	17,0	0,9	17,2	91,6
27.11.2017	04.12.2017	4,7 <sup>1)</sup>	0,0	0,4	11,2	0,5	0,2	0,3	2,3
04.12.2017	11.12.2017	21,3	0,2	0,3 <sup>1)</sup>	55,6	3,2	0,6	4,2	10,1
11.12.2017	18.12.2017	7,8 <sup>1)</sup>	0,1	0,1 <sup>1)</sup>	20,6	1,6	0,3	2,4	4,0
18.12.2017	25.12.2017	5,0 <sup>1)</sup>	0,0	0,1 <sup>2)</sup>	12,3	0,2	0,2	0,3	1,9
25.12.2017	01.01.2018	8,3 <sup>1)</sup>	0,1	0,1 <sup>1)</sup>	13,4	0,8	0,2	0,8	3,3
<b>Vektet middel<sup>2)</sup></b>									
<b>1.1.2017</b>	<b>1.1.2018</b>	<b>39,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>68,3</b>	<b>2,4</b>	<b>0,8</b>	<b>2,5</b>	<b>8,6</b>
<b>1.4.2017</b>	<b>1.10.2017</b>	<b>64,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>98,2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,8</b>	<b>5,2</b>

1) Målingen er utenfor akkreditert område.

2) Data er under deteksjonsgrensen.

3) Ved utregning av vektet middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

Tabell 17: Middelerverdier av elementer i luft (Al, Cd, Cr, Fe, Pb, Mn, V, Zn) i Karpdalen i 2017 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2017.

Fra dato	Til dato	Al ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Fe ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>	Mn ng/m <sup>3</sup>	V ng/m <sup>3</sup>	Zn ng/m <sup>3</sup>
26.12.2016	02.01.2017	4,7	0,3	0,1		5,3		3,2	8,3
02.01.2017	10.01.2017	12,9	0,5	0,2	26,5	11,2	0,3	3,7	16,3
10.01.2017	16.01.2017	10,6	0,2	0,3	41,2	3,4	0,9	3,2	11,8
16.01.2017	23.01.2017	5,9	0,1	0,1 <sup>1)</sup>	19,7	1,1	0,2	0,6	4,6
23.01.2017	30.01.2017	9,0	0,3	0,2	28,6	3,2	0,4	1,5	12,9
30.01.2017	06.02.2017	4,4	0,1	0,1 <sup>1)</sup>	13,1	1,3	0,2	0,8	3,5
06.02.2017	13.02.2017	9,8	0,1	0,1 <sup>1)</sup>	14,4	1,4	0,2	0,3	2,4
13.02.2017	20.02.2017	6,3	0,1	0,1 <sup>1)</sup>	9,3	1,1	0,2	2,5	3,8
20.02.2017	27.02.2017	29,7	0,5	0,7	83,9	7,3	0,9	25,0	24,7
27.02.2017	06.03.2017	11,6	0,1	0,1 <sup>1)</sup>	10,6	2,5	0,3	0,5	3,9
06.03.2017	13.03.2017	11,7	1,5	0,2	32,2	34,0	0,4	1,9	15,2
13.03.2017	20.03.2017	8,3	0,6	0,3	51,8	13,4	0,3	2,1	16,8
20.03.2017	27.03.2017	26,4	0,2	0,4	65,3	4,5	0,6	3,4	10,2
27.03.2017	03.04.2017	18,8	0,1	0,2	16,4	0,9	0,3	1,0	3,2
03.04.2017	10.04.2017	12,2	0,0	0,2	12,6	0,8	0,3	2,3	1,4
10.04.2017	17.04.2017	15,7	0,0	0,1 <sup>1)</sup>	12,5	0,3	0,2	0,1	0,9
17.04.2017	24.04.2017	34,0	0,2	0,3	62,3	3,6	0,6	3,9	7,7
24.04.2017	01.05.2017	26,7	0,0	0,1	24,6	0,8	0,4	2,7	1,2
01.05.2017	08.05.2017	9,8	0,0	0,0 <sup>1)</sup>	5,9	0,1	0,1	0,1	0,3 <sup>1)</sup>
08.05.2017	15.05.2017	25,5	0,0	0,1 <sup>1)</sup>	17,9	0,6	0,3	1,9	0,9
15.05.2017	22.05.2017	83,8	0,2	0,6	125,9	2,6	1,4	2,0	6,7
22.05.2017	29.05.2017	39,9	0,0	0,1 <sup>1)</sup>	22,6	0,2	0,5	0,3	0,3 <sup>1)</sup>
29.05.2017	05.06.2017	16,5	0,0	0,0 <sup>1)</sup>	9,6	0,1	0,2	0,1	0,3 <sup>1)</sup>
05.06.2017	12.06.2017	186,2	0,2	0,6	191,1	2,4	2,6	4,8	7,2
12.06.2017	19.06.2017	189,4	0,1	0,4	153,6	1,9	2,5	1,1	2,9
19.06.2017	28.06.2017	20,6	0,0	0,0 <sup>1)</sup>	16,5	0,5	0,3	0,9	1,2

1) Målingen er utenfor akkreditert område.

2) Data er under deteksjonsgrensen.

Tabell forts.: Middelerverdier av elementer i luft (Al, Cd, Cr, Fe, Pb, Mn, V, Zn) i Karpdalen i 2017 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2017.

Fra dato	Til dato	Al ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Fe ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>	Mn ng/m <sup>3</sup>	V ng/m <sup>3</sup>	Zn ng/m <sup>3</sup>
28.06.2017	03.07.2017	222,5	0,2	0,7	241,2	2,4	3,4	1,3	6,0
03.07.2017	10.07.2017	174,7	0,2	0,7	192,2	1,8	2,7	1,2	6,9
10.07.2017	17.07.2017	137,5	0,2	0,5	155,3	2,2	2,5	1,1	6,6
17.07.2017	24.07.2017	41,6	0,1	0,1	44,1	0,8	0,9	0,4	1,9
24.07.2017	31.07.2017	68,6	0,1	0,2	61,3	1,2	1,1	0,7	2,3
31.07.2017	07.08.2017	13,0	0,0	0,1	10,8	0,3	0,3	0,6	0,9
07.08.2017	14.08.2017	15,0	0,2	0,3	38,6	4,4	0,7	1,1	7,9
14.08.2017	21.08.2017	14,6	0,2	0,3	57,4	2,4	0,6	0,8	6,1
21.08.2017	28.08.2017	4,9	0,0	0,0	3,3	0,1 <sup>1)</sup>	0,1	0,1	0,6
28.08.2017	02.09.2017	25,8	0,4	0,4	82,7	4,2	0,7	0,8	11,9
04.09.2017	11.09.2017	159,0	0,4	0,9	202,1	4,8	2,5	2,0	11,8
11.09.2017	18.09.2017	9,8	0,0	0,1	17,5	0,5	0,4	1,0	1,3
18.09.2017	25.09.2017	11,4	0,2	0,2	29,6	1,6	0,5	1,2	7,0
25.09.2017	02.10.2017	82,8	0,2	0,3	72,6	1,9	1,3	0,8	8,1
02.10.2017	09.10.2017	18,5	0,1	0,2	35,1	2,0	0,5	1,8	7,1
09.10.2017	16.10.2017	43,1	0,2	0,5	70,8	4,4	1,1	11,4	10,7
16.10.2017	23.10.2017	10,7	0,0	0,2	9,2	0,4	0,2	0,5	0,6
23.10.2017	30.10.2017	9,9	0,0	0,2	13,3	0,8	0,3	0,2	2,3
30.10.2017	06.11.2017	6,3	0,2	0,1	31,9	2,0	0,2	1,7	9,8
06.11.2017	13.11.2017	7,9	0,5	0,3	51,3	5,3	0,4	3,1	18,1
13.11.2017	20.11.2017	3,6	0,7	0,1	19,2	5,6	0,2	6,0	28,2
20.11.2017	27.11.2017	13,1	1,9	0,4	60,7	22,8	0,6	15,0	65,3
27.11.2017	04.12.2017	3,0	0,2	0,1	20,7	1,2	0,2	1,4	6,8
04.12.2017	11.12.2017	16,8	1,0	0,3	37,2	15,4	0,5	17,5	35,1
11.12.2017	18.12.2017	15,7	0,8	0,6	96,7	8,7	0,9	9,3	40,7
18.12.2017	03.01.2018	10,6	0,8	0,3	57,4	11,6	0,5	7,3	30,1
<b>Vektet middel<sup>2</sup></b>									
<b>1.1.2017</b>	<b>1.1.2018</b>	<b>36,9</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>53,1</b>	<b>0,7</b>	<b>4,2</b>	<b>3,1</b>	<b>10,1</b>
<b>1.4.2017</b>	<b>1.10.2017</b>	<b>60,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>68,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>4,1</b>

<sup>1)</sup> Målingen er utenfor akkreditert område.

<sup>2)</sup> Data er under deteksjonsgrensen.

<sup>3)</sup> Ved utregning av vektet middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

## 5.2 Tungmetaller i nedbør - konsentrasjon

### Bakgrunn og historikk

Prøvetaking for målinger av tungmetaller i nedbør foretas ved to stasjoner: Svanvik og Karpdalen. Prøvene av nedbørkvalitet tas vanligvis over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på første dato i hver måned hvis denne ikke faller på en mandag. På Svanvik har nedbørmålingene pågått siden høsten 1988. I 1990 ble det opprettet en stasjon i Karpdalen som ble nedlagt 1.4.1998 (og gjenåpnet i august 2013).

I tillegg til utvasking med nedbør må en også regne med at noe kommer ned i prøvetakerne (flasker med trakt) ved tørravsetning, dvs. at støvpartikler inneholdende tungmetaller daler ned i trakten/flasken.

Detaljerte månedsmiddelverdier er vist i Tabell 18 og

Tabell 19. Nikkel (Ni), kobber (Cu), kobolt (Co) og arsen (As) regnes som spormetaller fra nikkerverkene. Det er ikke noe 1:1-forhold mellom konsentrasjonen av SO<sub>2</sub> og konsentrasjonene av tungmetaller, ei heller mellom de ulike spormetallene fra nikkerverkene. Dvs. at det er ulike trender i konsentrasjonene av disse (Ni, Cu, Co, As). Det er vanskelig å gi noen fullgod forklaring på denne forskjellen siden alle fire regnes som spormetaller fra smelteverkene. En mulighet er at det er brukt noe forskjellig sammensetning av malm i nikkelproduksjonen eller at produksjons-metodene varierer, men dette er kun hypoteser. Et annet poeng er at partiklene har ulike hygroskopiske egenskaper slik at det varierer hvor raskt de tas opp i skydråpene og så regnes ut. Mønsteret for konsentrasjoner av metaller i nedbør er også forskjellig fra mønsteret for konsentrasjoner av metaller i luft (kap. 5.1), uten at dette er analysert i detalj. Merk også at det er stor variasjon fra måned til måned, og fra år til år, i de målte konsentrasjoner i nedbør. Det er heller ikke kjent hvordan omleggingen av utslippsmønsteret mellom Zapoljarnij og Nikel vil påvirke konsentrasjonene av de ulike elementene.

Tabell 18: Månedsmiddelverdier og årsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør på Svanvik i 2017.

Måned	Nedbør- mengde Mm	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	Al µg/l
Januar	17	1,3	0,1	4,3	19,3	0,6	18,0	0,6	0,4	0,9	74,1
Februar	10	0,9	0,1	7,7	36,9	0,5	92,8	1,2	0,2	1,0	30,1
Mars	28	1,0	0,1	3,8	9,2	0,8	10,9	0,3	0,1	0,4	7,6
April	18	0,6	0,1	3,8	17,7	0,7	37,3	0,6	0,2	0,6	19,1
Mai	20	1,1	0,1	5,6	54,7	1,7	72,0	1,6	0,5	1,3	28,4
Juni	71	0,4	0,0	2,3	13,3	0,4	12,4	0,4	0,1	0,3	9,8
Juli	56	0,9	0,1	3,5	34,4	1,3	35,2	1,0	0,2	0,3	24,1
August	59	1,2	0,1	5,2	35,4	2,1	43,3	1,1	0,2	0,2	18,6
September	40	1,0	0,2	5,8	30,8	1,8	41,9	0,9	0,6	0,3	19,8
Oktober	32	1,0	0,1	4,3	44,3	1,8	45,5	1,3	0,4	0,7	22,6
November	37	0,6	0,1	5,2	26,9	1,1	31,2	0,9	0,2	0,8	12,7
Desember	17	0,7	0,1	2,8	12,4	0,5	25,4	0,4	0,0	0,5	8,0
2017	404	0,8	0,1	4,2	27,6	1,2	33,9	0,9	0,3	0,5	19,6

Tabell 19: Månedsmiddelverdier og årsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør i Karpdalen i 2017.

Måned	Nedbør- mengde	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr	V	Al
	Mm	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Januar	25	0,8	0,1	3,3	15,7	0,4	18,9	0,5	0,2	0,5	29,5
Februar	34	0,7	0,1	6,2	13,7	0,3	23,6	0,4	0,2	0,5	14,2
Mars	11	3,8	0,2	6,8	79,2	2,6	71,0	2,0	0,6	0,8	25,5
April	15	1,0	0,1	8,0	27,8	0,9	20,4	0,8	0,4	0,3	21,9
Mai	25	0,6	0,0	3,7	16,8	0,7	17,4	0,5	0,3	0,4	31,7
Juni	45	0,3	0,0	2,4	11,1	0,4	14,9	0,4	0,3	0,3	63,5
Juli	54	1,0	0,1	4,5	20,1	1,2	22,6	0,7	0,6	0,6	122,3
August	30	1,0	0,1	3,4	31,1	1,5	54,0	1,0	0,3	0,3	23,8
September	50	0,3	0,0	3,7	9,8	0,3	10,2	0,3	0,2	0,2	48,1
Oktober	13	0,7	0,1	13,7	50,5	1,4	74,8	1,6	0,8	1,0	84,7
November	29	0,9	0,1	9,7	18,5	1,0	25,9	0,5	0,2	0,6	14,9
Desember	20	0,6	0,1	3,5	17,6	0,6	22,5	0,5	0,1	0,5	10,5
2017	349	0,8	0,1	5,0	20,2	0,8	25,5	0,6	0,3	0,5	48,4

## 5.3 Tungmetaller i nedbør - våtavsetning

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene, både for sommerhalvåret 2017 og vinterhalvåret 2016/17. Avsetningstallene (enhet: mg/m<sup>2</sup>) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet: µg/liter eller mg/liter<sup>22</sup>) multipliseres med nedbøren (1 mm nedbør tilsvarer 1 liter/m<sup>2</sup>) for hver uke og summeres over sommerhalvåret 2016 og vinterhalvåret 2015/16. Resultatene er vist i Tabell 21 og Tabell 20 sammen med avsetningstall for tidligere år (trender).

Avsetningen i nedbør av Ni, Cu og As på Svanvik for sommerhalvårene fra 1989 til 2017 og for vinterhalvårene fra 1988/89 til 2016/17 er vist i Figur 12 sammen med halvårsmiddel-konsentrasjoner av SO<sub>2</sub>, se også tallene i Tabell 20 og Tabell 21.

Avsetningen av nikkell på Svanvik vinteren 2016/17 (2,44 mg/m<sup>2</sup>) og sommeren 2017 (7,59 mg/m<sup>2</sup>), samt i Karpdalen vinteren 2016/17 (5,18 mg/m<sup>2</sup>) og sommeren 2017 (3,82 mg/m<sup>2</sup>), er i sum over tålegrense for nikkell i nedbør beregnet til 4-6 mg/(m<sup>2</sup> år) for Øst-Finnmark. Dette gjelder med tanke på drikkevann (Reinds et al., 2006). For ytterligere diskusjon om vannkvalitet henvises til annen rapport under overvåkingsprogrammet (Garmo et al., 2017).

Avsetningen av disse elementene på Svanvik er vanligvis langt høyere om sommeren enn om vinteren (se Figur 12). Sesongvariasjonen skyldes at frekvensen av vind fra Nikel mot Svanvik er klart høyest i sommerhalvåret (se vindrose for sommer Figur 8, for år i hovedrapporten). Som tidligere nevnt er det nå kontinuerlige målinger av tungmetaller i svevestøv både på Svanvik og i Karpdalen (kap. 5.1). Det er prøvetaking og analyse av tungmetaller i nedbør i

<sup>22</sup> 1 000 µg = 1 mg, likeledes 1 000 000 µg = 1 000 mg = 1 g.

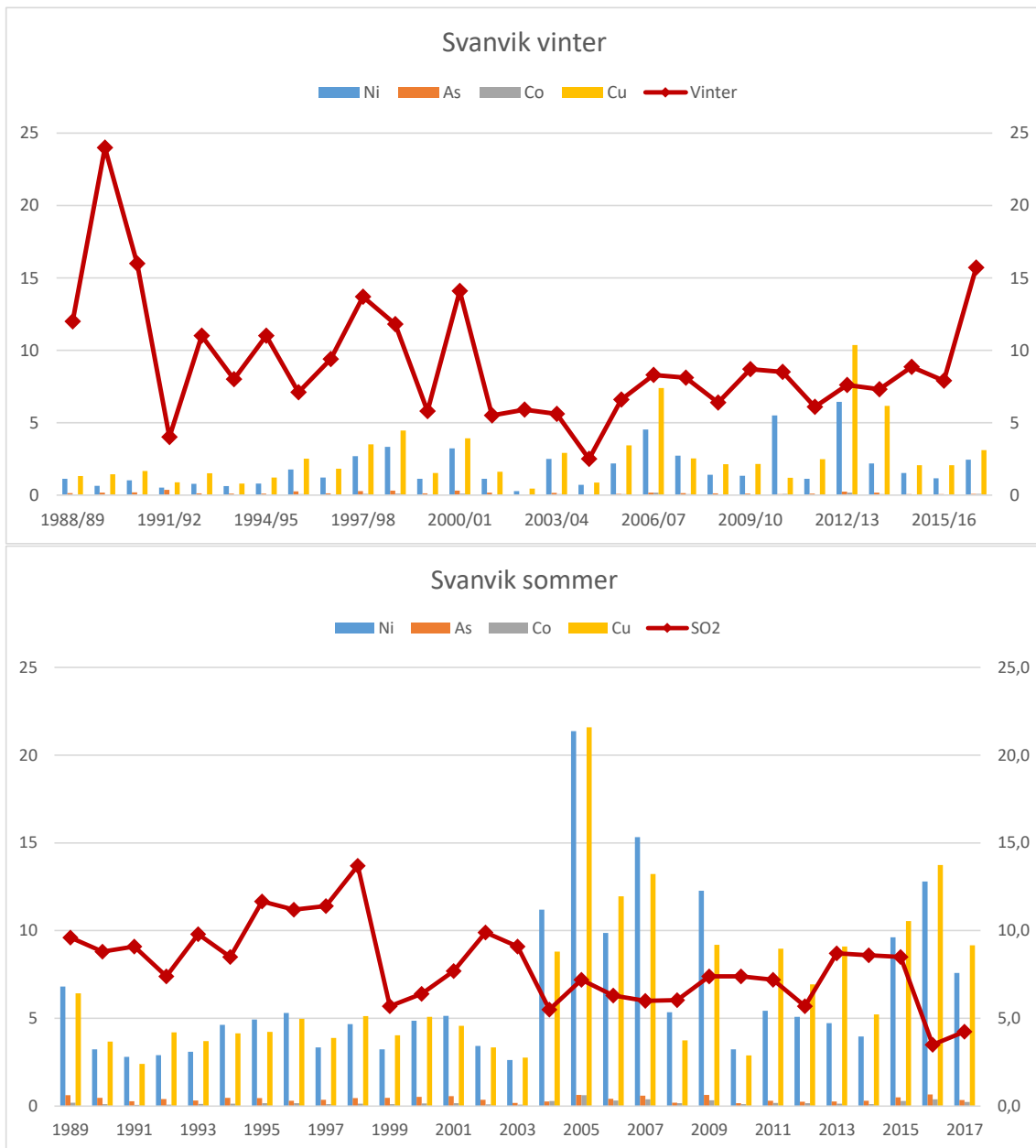
Karpdalen fra august 2013. Dette vil i sum gi et godt bilde av spredningen av tungmetaller fra smelteverkene og sesongvariasjonen av disse.

Tabell 20: Avsetning av metaller med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2016/17.

Stasjon	Vinter- halvår	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr	V	Al
		mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>
Karpdalen	1991/92	0,51	0,02	0,87	0,47	0,13	0,72	0,01	0,27		
	1992/93	0,29	0,01	1,27	0,62	0,09	1,29	0,02	0,27		
	1993/94	0,15	0,01	0,75	0,41	0,08	0,69	0,02	0,19		
	1994/95	0,19	0,01	0,66	0,78	0,08	1,06	0,03	0,04		
	2013/14	0,16	0,01	1,77	2,35	0,21	6,18	0,08	0,03	0,12	3,88
	2014/15	0,12	0,01	1,05	3,43	0,13	4,10	0,10	0,05	0,08	3,50
	2015/16	0,14	0,01	1,58	5,38	0,14	6,68	0,14	0,04	0,11	3,54
	2016/17	0,17	0,02	1,76	5,18	0,13	5,49	0,16	0,06	0,09	5,01
Svanvik	1988/89	0,38	0,02	1,05	1,13	0,14	1,32				
	1989/90	0,14	0,02	0,61	0,64	0,16	1,43	0,02	0,05		
	1990/91	0,18	0,02	0,62	1,02	0,18	1,67	0,04	0,02		
	1991/92	0,17	0,01	0,36	0,52	0,36	0,88	0,01	0,09		
	1992/93	0,09	0,03	0,53	0,78	0,11	1,51	0,03	0,80		
	1993/94	0,09	0,01	0,23	0,62	0,10	0,80	0,02	0,08		
	1994/95	0,14	0,01	0,32	0,80	0,10	1,21	0,02	0,02		
	1995/96	0,14	0,02	0,51	1,76	0,25	2,52	0,06	0,03		
	1996/97	0,12	0,02	0,48	1,21	0,11	1,82	0,04	0,02		
	1997/98	0,36	0,01	0,48	2,69	0,27	3,50	0,08	0,04		
	1998/99	0,12	0,02	0,72	3,33	0,30	4,45	0,10	0,07		
	1999/00	0,13	0,01	0,89	1,12	0,12	1,52	0,04	0,04		
	2000/01	0,35	0,02	0,63	3,23	0,30	3,92	0,10	0,04		
	2001/02	0,27	0,02	0,76	1,12	0,17	1,61	0,03	0,02		
	2002/03	0,57	0,01	0,66	0,28	0,05	0,44	0,01	0,02		
	2003/04	0,19	0,01	0,74	2,50	0,15	2,91	0,07	0,04		
	2004/05	0,05	0,00	0,35	0,71	0,02	0,87	0,02	0,02		
	2005/06	0,17	0,02	0,98	2,18	0,09	3,44	0,06	0,04		
	2006/07	0,15	0,02	0,54	4,53	0,16	7,40	0,17	0,04		
	2007/08	0,07	0,01	0,82	2,73	0,13	2,53	0,07	0,03		
	2008/09	0,08	0,03	0,48	1,40	0,12	2,13	0,05	0,02		
	2009/10	0,10	0,01	0,31	1,33	0,10	2,14	0,05	0,02	0,05	0,76
	2010/11	0,07	0,01	0,48	5,50	0,06	1,20	0,08	1,10	0,16	7,47
	2011/12	0,06	0,01	0,21	1,12	0,10	2,48	0,04	0,01	0,03	2,54
2012/13	0,20	0,01	0,71	6,44	0,24	10,36	0,17	0,04	0,14	3,20	
2013/14	0,12	0,01	0,39	2,18	0,17	6,16	0,07	0,01	0,10	1,20	
2014/15	0,06	0,00	0,74	1,53	0,06	2,07	0,05	0,02	0,05	2,19	
2015/16	0,20	0,00	0,52	1,16	0,06	2,07	0,04	0,02	0,06	2,29	
2016/17	0,09	0,01	0,52	2,44	0,07	3,10	0,08	0,02	0,07	2,65	

Tabell 21: Avsetning av metaller med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 2017.

Stasjon	Sommer- halvår	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr	V	Al
		mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>
Karp- dalen	1991	0,31	0,12	1,30	1,60	0,13	1,60	0,06	0,19		
	1992	0,54	< 0,03	1,50	1,30	0,24	1,50	< 0,04			
	1993	0,29	0,01	0,91	0,92	0,13	1,01	0,04	0,27		
	1994	0,36	0,02	1,37	2,99	0,27	2,46	0,11	0,16		
	1995	0,37	0,01	0,78	3,10	0,22	1,75	0,12	0,11		
	2014	0,18	0,01	1,41	2,56	0,18	2,75	0,08	0,07	0,07	9,72
	2015	0,34	0,01	1,80	6,08	0,29	5,91	0,21	0,13	0,12	14,23
	2016	0,43	0,03	2,23	19,99	0,59	17,07	0,58	0,25	0,17	18,35
	2017	0,14	0,01	0,84	3,82	0,17	4,73	0,12	0,08	0,08	13,67
Svanvik	1989	0,64	0,06	1,86	6,82	0,62	6,43	0,19	0,23		
	1990	0,43	0,05	1,67	3,24	0,47	3,68	0,11	0,14		
	1991	0,29	< 0,02	0,87	2,80	0,27	2,40	0,07			
	1992	0,35	< 0,03	0,97	2,90	0,40	4,20	0,08	< 0,17		
	1993	0,27	0,02	0,60	3,10	0,32	3,70	0,12	0,14		
	1994	0,46	0,02	1,66	4,63	0,47	4,14	0,14	0,11		
	1995	0,51	0,03	1,58	4,93	0,45	4,23	0,17	0,12		
	1996	0,21	0,01	0,77	5,31	0,30	4,98	0,17	0,11		
	1997	0,20	0,02	0,65	3,34	0,36	3,89	0,11	0,05		
	1998	0,27	0,02	0,96	4,67	0,45	5,13	0,14	0,08		
	1999	0,26	0,02	2,72	3,24	0,47	4,04	0,11	0,09		
	2000	0,51	0,03	1,54	4,86	0,52	5,08	0,15	0,06		
	2001	0,61	0,04	2,20	5,14	0,57	4,58	0,16	0,10		
	2002	0,33	0,01	1,85	3,43	0,36	3,34	0,10	0,05		
	2003	0,64	0,02	1,71	2,63	0,18	2,77	0,09	0,07		
	2004	0,38	0,02	1,60	11,20	0,26	8,81	0,29	0,13		
	2005	0,63	0,05	1,33	21,36	0,64	21,59	0,62	0,16		
	2006	0,33	0,04	3,07	9,87	0,42	11,95	0,32	0,09		
	2007	0,42	0,08	0,98	15,33	0,60	13,22	0,39	0,21		
	2008	0,13	0,02	0,61	5,35	0,19	3,74	0,16	0,10		
	2009	0,44	0,04	0,93	12,27	0,63	9,19	0,33	0,25	0,14	3,73
	2010	0,23	0,02	1,16	3,23	0,17	2,89	0,11	0,11	0,12	4,57
	2011	0,25	0,06	1,25	5,43	0,31	8,97	0,18	0,12	0,09	7,33
	2012	0,19	0,02	1,13	5,08	0,25	6,94	0,16	0,05	0,11	8,01
2013	0,19	0,01	0,73	4,73	0,26	9,10	0,14	0,04	0,11	4,98	
2014	0,27	0,01	1,01	3,97	0,31	5,23	0,11	0,05	0,10	4,54	
2015	0,53	0,03	1,13	9,62	0,50	10,54	0,29	0,11	0,12	10,72	
2016	0,50	0,03	2,48	12,80	0,66	13,73	0,39	0,13	0,12	12,04	
2017	0,22	0,02	1,07	7,59	0,34	9,16	0,23	0,07	0,09	4,83	



Figur 12: Avsetning med nedbør av Ni, As, Co og Cu (søyler, enhet mg/m<sup>2</sup>) på Svanvik i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2016/17 (øvre panel) og i sommerhalvårene fra 1989 til 2017 (nedre panel). Halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO<sub>2</sub> er også vist (rød linje, enhet µg/m<sup>3</sup>).



## 6. Referanser

Lenker til aktuelle nettsider, publikasjoner og rapporter er samlet på prosjektets egne nettsider på [www.milodirektoratet.no](http://www.milodirektoratet.no)

### Miljødirektoratet

**Telefon:** 03400/73 58 05 00 | **Faks:** 73 58 05 01

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

**Nett:** [www.miljødirektoratet.no](http://www.miljødirektoratet.no)

**Post:** Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

**Besøksadresse Trondheim:** Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

**Besøksadresse Oslo:** Grensesvingen 7, 0661 Oslo

Miljødirektoratet jobber for et rent og rikt miljø. Våre hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Vi gjennomfører og gir råd om utvikling av klima- og miljøpolitikken. Vi er faglig uavhengig. Det innebærer at vi opptre selvstendig i enkeltsaker vi avgjør, når vi formidler kunnskap eller gir råd. Samtidig er vi underlagt politisk styring. Våre viktigste funksjoner er at vi skaffer og formidler miljøinformasjon, utøver og iverksetter forvaltningsmyndighet, styrer og veileder regionalt og kommunalt nivå, gir faglige råd og deltar i internasjonalt miljøarbeid.