



Norsk institutt for luftforskning  
Norwegian Institute for Air Research

---

# Grenseområdene Norge- Russland

Luft- og nedbørkvalitet, vedlegg til årsrapport  
2018



# Innhold

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Utslipp, målinger og grenseverdier .....</b>   | <b>4</b>  |
| 2.1      | Utslipp .....   | 4         |
| 2.2      | Måleprogram i 2018 .....  | 6         |
| 2.2.1    | Andre stasjoner og måleprogrammer i grenseområdene.....   | 11        |
| <b>3</b> | <b>Måleresultater meteorologi 2018.....</b>   | <b>14</b> |
| 3.1      | Vindmålinger .....  | 16        |
| 3.2      | Temperatur.....   | 17        |
| 3.3      | Nedbørmålinger .....  | 17        |
| <b>4</b> | <b>Måleresultater svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) og uorganiske komponenter .....</b>            | <b>23</b> |
| 4.1      | SO <sub>2</sub> kalenderåret 2018 .....   | 23        |
|          | Viksjøfjell .....   | 33        |
|          | Konsentrasjonsvindroser.....  | 35        |
| 4.2      | Trender av SO <sub>2</sub> 1974 – 2018.....   | 35        |
| 4.2.1    | Timemiddelverdier - grenseverdi 350 µg/m <sup>3</sup> .....                                     | 38        |
| 4.2.2    | Døgnmiddelverdier – grenseverdi 125 µg/m <sup>3</sup> .....                                     | 41        |
| 4.2.3    | Døgnmiddelverdier - øvre og nedre vurderingsterskel .....                                       | 41        |
| 4.2.4    | Sesongmidler sommer .....   | 42        |
| 4.2.5    | Årsmiddelverdi .....  | 43        |
| 4.3      | Uorganiske komponenter i nedbør .....   | 44        |
| <b>5</b> | <b>Måleresultater tungmetaller i svevestøv og nedbør .....</b>                                  | <b>48</b> |
| 5.1      | Tungmetaller i svevestøv.....   | 48        |
| 5.2      | Tungmetaller i nedbør - konsentrasjon.....  | 58        |
| 5.3      | Tungmetaller i nedbør - våtavsetning .....  | 60        |
| <b>6</b> | <b>Referanser og relevant stoff om forurensning i grenseområdene Norge -<br/>Russland .....</b> | <b>64</b> |
| 6.1      | Internettider .....   | 64        |
| 6.2      | Litteratur.....   | 66        |
| 6.3      | Eldre NILU-rapporter fra prosjektet .....   | 72        |

## 1 Innledning

Tidligere rapporter fra dette måleprosjektet har vært meget detaljerte med mye resultater og data. Fra og med årsrapporten for kalenderåret 2017 ble dette endret. Nå lages det en hovedrapport og et vedlegg. Hovedrapporten er kortfattet (35-40 sider) 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. Kapittelinnledning 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.

Alle data og måleresultater fra prosjektet legges åpent tilgjengelig for alle på <http://ebas.nilu.no> [besøkt 1. juni 2019].

## 2 Utslipp, målinger og grenseverdier

### 2.1 Utslipp

Utslippene fra brikkeringsanlegget i Zapoljarnij og smelteverket i Nikel utgjør til sammen i underkant av 100 000 tonn SO<sub>2</sub> pr år. Anlegget i Zapoljarnij er modernisert de senere årene og siste produksjonslinje ble satt i drift i desember 2015. Dette medførte to viktige endringer; det lages nå nevestore brikker, ikke pellets som tidligere og malmen tørkes, ikke røstes<sup>1</sup>. Denne ombyggingen medførte at utslippene fra Zapoljarnij ble redusert betraktelig, men det ble også forventet at utslippene ville øke i Nikel på kort sikt. I dag slippes mesteparten av SO<sub>2</sub> ut i Nikel. Nikel ligger nærmere Norge enn Zapoljarnij og skorsteinene i Nikel sees godt fra Svanvik i Pasvikdalen.



*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 skorsteiner. Foto: Benjamin Flatlandsmo Berglen.*

Figur 1 og Figur 2 er gode eksempler på utslipp fra smelteverket i Nikel slik de sees lokalt. SO<sub>2</sub> er en usynlig gass og synes derfor ikke på bildene. Røyken som sees er hovedsakelig vanndamp 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 Figur 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 skorsteinene. 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 nærområde, og utslippene driver innover Nikel by ved vind fra nordlig kant (byen ligger like sørvest for verket). På mange måter fungerer ikke skorsteinene etter hensikten. Formålet med en skorstein 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

---

<sup>1</sup> Røsting er den prosessen som utføres når malm varmes opp over lang tid for å fjerne forurensning/uønskede komponenter fra malmen.

diffuse utslipp virker å ha økt de senere årene. I smeltehallen er det hull i taket og store åpninger i gavlveggene slik at røyk unnslipper direkte ut i friluft.



*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.*

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

Figur 2 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 liten fortykning. 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 minutter mellomrom kan det variere fra tilnærmet intet utslipp til så å velte røyk ut av skorsteinene/bygningene. Dette skyldes produksjonsmønsteret. Eksempelvis er det plutselig økte utslipp når smeltingen tømmes i smeltehallen.

Ellers ga norske myndigheter 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 eller Rowe, 2013 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 og avsetning 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 og Skancke, 2018).

Utslippene fra smelteverket i Nikel kommer som tidligere nevnt både fra skorsteinene 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. Utslipet fra skorsteinene 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 Hovedrapporten), og utslippene driver da (heldigvis) nordover og vekk fra selve Nikel by.

Om sommeren og på dagtid er luften mer ustabil pga. oppvarming fra sola. Da er det relativt god vertikal blanding, og utslippene fra bygningene blandes oppover og utslipp fra skorsteinene 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. Figur 2 viser spredning fra smelteverket. Røykfane fra bygningene og skorsteinene er adskilt nær smelteverket, men så blandes de og former en gråhvit fane som driver inn over Nikel by.

## 2.2 Måleprogram i 2018

I 2018 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 1);

- Svanvik: SO<sub>2</sub> kontinuerlig (monitor), tungmetaller<sup>2</sup> i luft og nedbør, meteorologi
- Karpdalen: SO<sub>2</sub> kontinuerlig (monitor), tungmetaller i luft og nedbør, meteorologi

---

<sup>2</sup> Pb: bly, Cd: kadmium, Zn: sink, Ni: nikkel, 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>2</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).

- Karpbukt: uorganiske komponenter i nedbør
- Viksjøfjell: SO<sub>2</sub> langtidsmidler (gjennomsnitt over 14 dager)



Figur 3: Norske målestasjoner for luftkvalitet, nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene mellom Norge og Russland i kalenderåret 2018. Data fra de norske stasjonene rapporteres og analyseres i denne studien.

### Målestasjon Svanvik

NILU har målt luftkvaliteten på Svanvik siden 1974. Opprinnelig lå stasjonen i utkanten av jordet på daværende Statens forsøksgård. I forbindelse med at Svanhovd Miljøsenner 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. I september 2012 ble det installert ny målebod ved siden av den gamle og målepunktet ble da flyttet ca fire meter mot øst. Nåværende målestasjon er vist i Figur 4. Svanvik er en viktig målestasjon, ikke bare for dette måleprogrammet, men også for Strålevernet, NIBIO/LMT, NVE<sup>3</sup> m.fl. Dette gjenspeiles av alle de ulike instrumentene som er

<sup>3</sup> Strålevernet, nå DSA, Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet. LMT: Landbruksmeteorologisk tjeneste (NIBIO AgroMetBase). NVE: Norges Vassdrags- og Energidirektorat.

utplassert. Svanvik ligger 8 km vest for Nikel og skorsteinene ved smelteverket og røyken kan sees fra Svanvik.



*Figur 4: NILUs målestasjon på Svanvik. Den ligger ute på jordet ved Svanhovd miljøsen­ter (NIBIO). Merk inntak for støvmålinger på taket til venstre og inntak for SO<sub>2</sub>-målinger på taket til høyre (svane­hals). 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 gjort under basisundersøkelsen 1988-1991 viste at Viksjøfjell hadde de høyeste konsentrasjonene i vintermånedene (Sivertsen m.fl., 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 kulle. Måleboden har trakt og svanehals på taket til venstre som er inntak for SO<sub>2</sub>, 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.*

### **Instrumentering på Svanvik og i Karpdalen**

På Svanvik og i Karpdalen måles SO<sub>2</sub> 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 (SO<sub>2</sub> og meteorologi) og de skaleres for å kompensere for drift i instrumentet (SO<sub>2</sub>). Deretter legges de over i NILUs databaser. SO<sub>2</sub>-instrumentene på Svanvik og i Karpdalen kalibreres av lokal stasjonsholder omlag en gang pr. uke. Alle instrumenter gjennomgår kvartalsvis ettersyn av ingeniør fra NILU.

På Svanvik og i Karpdalen tas det også filterprøver av tungmetaller i luft/svevestøv (PM<sub>10</sub>) for de ti metallene Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V og Al<sup>4</sup> (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 grenseverdiene for tungmetaller i luft er satt for årsmiddel i PM<sub>10</sub>, er det

---

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

mest relevant og 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).

### 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.



Figur 6: 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.

Data fra dette prosjektet publiseres også i NILUs oversiktsrapporter som presenterer resultater fra overvåkingen av luft- og nedbørkjemi i Norge i 2018 (Bohlin-Nizzetto m.fl., 2019, Aas m.fl., 2019).

EU-direktivet 2008/50/EC krever måledata minst 90% av tiden hvert år for de stasjonene som skal innrapportere SO<sub>2</sub> 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 (Høybuktnoen) 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 (Figur 7). 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 7: 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>5</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 m.fl., 2018). I tillegg har Svanvik og Viksjøfjell to av seks

<sup>5</sup> For mer informasjon, se <http://radnett.dsa.no> [besøkt 8. mai 2019].

luftfilterstasjoner som er en del av Statens strålevernets nettverk for overvåknings- og varslingssystem for radioaktivitet i luft (de fire andre er Skibotn, Ørland, Østerås og Sola, se Møller m.fl., 2018). Filtrene herfra byttes ukentlig.

### Skogfoss og Neiden

I 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 av stasjonen i Figur 8). Den måler døgnpøver og dataene legges ut på eKlima<sup>6</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).



*Figur 8: 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.*

### Russland

I 2010 installerte Murmansk Avdeling for hydrometeorologi og miljøovervåking (heretter benevnt Murmansk UGMS) monitorer som måler SO<sub>2</sub> i Nikel og Zapoljarnij (Optec C-105). Resultatene fra disse målingene er offentlig tilgjengelige<sup>7</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

<sup>6</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) [besøkt 8. mai 2019].

<sup>7</sup> [http://www.kolgimet.ru/monitoring-zagriznenija-okruzhajushchei-sredy/sostojanie-i-zagriznenie-atmosfernogo-vozdukha/?no\\_cache=1](http://www.kolgimet.ru/monitoring-zagriznenija-okruzhajushchei-sredy/sostojanie-i-zagriznenie-atmosfernogo-vozdukha/?no_cache=1) [besøkt 8. mai 2019].

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. Det russiske ministeriet for naturressurser og økologi i Murmansk fylke gir ut kvartalsvise og årlige rapporter om miljøtilstanden i Murmansk oblast/fylke, disse er også åpent tilgjengelige, dog på russisk<sup>8</sup>.

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 (Mokrotovarova m.fl., 2015<sup>9</sup>), mens oppdatert rapport (med resultater t.o.m. 2015) ble overlevert den felles norsk-russisk miljøkommisjon i mai 2017 (Pettersen m.fl., 2017<sup>10</sup>). Rapportene gir en god oversikt over norske og russiske grenseverdier for luftkvalitet, måle- og analysemetoder, samt måleprogram og -resultater på norsk og russisk side. Norsk og russisk riksrevisjon har gjennomgått miljøsam arbeidet mellom de to land og resultatene ble lagt fram i mars 2019<sup>11</sup>.

## Finland

Finland har også egne målestasjoner som måler konsentrasjoner av SO<sub>2</sub>. I finsk Lappland er det nå tre stasjoner med SO<sub>2</sub>-målinger, Utsjoki Kevo, Inari Raja-Jooseppi og Muonio Sammaltunturi<sup>12</sup>. Måleresultatene legges fortløpende ut på internett på samme måte som i Norge (se også referanseliste kap. 6 for utfyllende adresser).

---

<sup>8</sup> <https://mpr.gov-murman.ru/activities/okhrana-okruzhayushchey-sredy/01.monitoring/index.php> og <https://mpr.gov-murman.ru/activities/okhrana-okruzhayushchey-sredy/00.condition/index.php> [begge besøkt 1. juni 2019].

<sup>9</sup> Nedlastbar fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m322/m322.pdf> [besøkt 9.mai 2019].

<sup>10</sup> Nedlastbar fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m761/m761.pdf> [besøkt 9.mai 2019].

<sup>11</sup> <https://www.riksrevisjonen.no/rapporter-mappe/no-2018-2019/undersokelse-av-norsk-russisk-miljosamarbeid/> [besøkt 9. mai 2019].

<sup>12</sup> <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/luftkvalitet> [besøkt 9. mai 2019]

### 3 Måleresultater meteorologi 2018

#### 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 en 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 2018.

| Stasjon   | Måned     | Vind-<br>hastighet | Vind-<br>retning | Tempe-<br>ratur | Rel.<br>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     | 99,3               | 99,3             | 99,3            | 99,3              | 99,3  | 99,3                 |
|           | Mai       | 100                | 100              | 100             | 100               | 100   | 100                  |
|           | Juni      | 100                | 100              | 100             | 100               | 100   | 100                  |
|           | Juli      | 100                | 100              | 100             | 100               | 100   | 100                  |
|           | August    | 99,9               | 99,9             | 99,9            | 99,9              | 99,9  | 99,9                 |
|           | September | 99,2               | 99,2             | 99,2            | 99,2              | 99,2  | 100                  |
|           | Oktober   | 100                | 100              | 100             | 100               | 100   | 100                  |
|           | November  | 99,9               | 99,9             | 99,7            | 99,9              | 99,9  | 99,9                 |
|           | Desember  | 100                | 100              | 100             | 100               | 100   | 100                  |
|           | 2018      | 99,9               | 99,9             | 99,8            | 99,9              | 99,9  | 99,9                 |
| Stasjon   |           |                    |                  |                 |                   |       |                      |
| Karpdalen | Januar    | 100                | 100              | 100             | 100               | 100   | 100                  |
|           | Februar   | 100                | 100              | 100             | 100               | 100   | 100                  |
|           | Mars      | 100                | 100              | 100             | 100               | 100   | 100                  |
|           | April     | 86,3               | 86,3             | 86,3            | 86,1              | 100   | 100                  |
|           | Mai       | 93,8               | 93,8             | 93,4            | 93,8              | 99,9  | 99,9                 |
|           | Juni      | 99,9               | 99,9             | 88,6            | 99,9              | 99,9  | 99,9                 |
|           | Juli      | 56,6               | 56,6             | 49,5            | 61,8              | 98,7  | 98,7                 |
|           | August    | 90,6               | 90,6             | 90,6            | 100               | 100   | 100                  |
|           | September | 99,7               | 99,7             | 90,4            | 99,7              | 99,7  | 99,7                 |
|           | Oktober   | 100                | 100              | 89,3            | 100               | 100   | 100                  |
|           | November  | 100                | 100              | 87,6            | 100               | 100   | 100                  |
|           | Desember  | 100                | 100              | 85,5            | 100               | 100   | 100                  |
|           | 2018      | 93,8               | 93,8             | 88,3            | 95,1              | 99,8  | 99,8                 |

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

Det er tidvis store problemer med meteorologiinstrumentet i Karpdalen, først og fremst med sensoren for vindretning og -hastighet, samt temperatur. Dette gjenspeiles klart i den lave datadekningen visse måneder i Tabell 1. Problemene forsøkes løst ved å bytte enkelte sensorer og også bytte hele instrumentet, men problemene kommer 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 2018 er vist i hovedrapporten. De viser at fremherskende vindretning om vinteren er fra sør mot nord og da bringes utslippene nordover bort fra selve Nikel by og inn over Jarfjordfjellet og Karpdalen. Om sommeren er vindretningen varierende. Da «blåser det fra alle kanter» på Svanvik.

Tabell 2: Statistikk over vindhastighet på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2018 (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          | 17,7                 | 1,53                        | 3,6               | 6,8                    | 07. kl. 10             |
|           | Februar         | 11,2                 | 1,53                        | 0,0               | 6,2                    | 09. kl. 22             |
|           | Mars            | 14,0                 | 1,35                        | 0,8               | 5,3                    | 23. kl. 09             |
|           | April           | 11,5                 | 1,84                        | 0,6               | 5,5                    | 24. kl 05 og 06        |
|           | Mai             | 5,2                  | 2,22                        | 1,3               | 6,2                    | 22. kl. 17             |
|           | Juni            | 1,8                  | 2,59                        | 0,1               | 6,1                    | 30. kl 05 og 09        |
|           | Juli            | 5,8                  | 1,91                        | 0,0               | 4,2                    | 13. kl. 12             |
|           | August          | 6,7                  | 1,96                        | 0,1               | 5,9                    | 25. kl. 11             |
|           | September       | 5,3                  | 2,18                        | 1,5               | 7,9                    | 23. kl. 03             |
|           | Oktober         | 6,7                  | 1,75                        | 0,0               | 7                      | 01. kl. 10             |
|           | November        | 7,5                  | 2,13                        | 0,6               | 10,2                   | 22. kl 02 og 03        |
|           | Desember        | 13,7                 | 2                           | 0,4               | 7,2                    | 29. kl. 21             |
|           | Kalenderår 2018 | 8,9                  | 1,92                        | 0,8               | 10,2                   | 22. nov kl 02 og 03    |
| Karpdalen | Januar          | 2,2                  | 1,80                        | 1,9               | 7,6                    | 15. kl 08 og 09        |
|           | Februar         | 5,7                  | 1,68                        | 0,3               | 5,8                    | 09. kl 15              |
|           | Mars            | 1,7                  | 1,6                         | 0,0               | 6,8                    | 29. kl 12              |
|           | April           | 1,8                  | 1,98                        | 0,0               | 7                      | 12. kl 10              |
|           | Mai             | 1,3                  | 2,11                        | 0,1               | 8,6                    | 26. kl 10              |
|           | Juni            | 1,8                  | 2,66                        | 0,3               | 6,4                    | 15. kl 09              |
|           | Juli            | 1,0                  | 1,84                        | 0,0               | 4,4                    | 20. kl 10 og 25. kl 12 |
|           | August          | 3,1                  | 1,96                        | 0,0               | 6,2                    | 30. kl 12              |
|           | September       | 1,9                  | 2,31                        | 1,1               | 6,6                    | 23. kl 10              |
|           | Oktober         | 2,8                  | 1,87                        | 0,7               | 5,5                    | 08. kl 22              |
|           | November        | 6,4                  | 2,41                        | 4,3               | 7,9                    | 20. kl 03              |
|           | Desember        | 1,3                  | 2,07                        | 0,8               | 6,8                    | 02. kl 03              |
|           | Kalenderår 2018 | 2,6                  | 2,03                        | 0,8               | 8,6                    | 26. mai kl 10          |



Smelteverket ligger øst-sørøst for Svanvik og vind fra østlig til sørøstlig kant vil bringe utslippene fra Nikel mot Svanvik. Anlegget i Zapoljarnij ligger nærmest ett øst for Svanvik og øst-nordøst kan bringe utslipp fra Zapoljarnij inn mot Svanvik.

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 typisk 2/3 av tiden. Vind fra vest forekommer sjelden, det er en kulle like vest for stasjonen (Figur 5).

### 3.2 Temperatur

Tabell 3: *Temperaturer på Svanvik (NILUs instrument 10 m over bakken) og i Karpdalen (NILUs instrument 4 m over bakken). Enhet °C.*

| Stasjon         |        | Januar | Februar | Mars      | April   | Mai      | Juni     |
|-----------------|--------|--------|---------|-----------|---------|----------|----------|
|                 |        | 2018   | 2018    | 2018      | 2018    | 2018     | 2018     |
| Svanvik<br>NILU | Middel | -11,9  | -12,1   | -10,4     | -0,3    | 7,8      | 9,8      |
|                 | Maks.  | -0,8   | 0,4     | -0,3      | 8,8     | 20,1     | 23,3     |
|                 | Min.   | -35,1  | -28,8   | -31,5     | -20,1   | -6,1     | 1,7      |
| Karpdalen       | Middel | -11,2  | -11,7   | -9,7      | -0,6    | 6,8      | 8,9      |
|                 | Maks.  | -0,7   | 0,9     | -0,9      | 8,2     | 18,1     | 21,6     |
|                 | Min.   | -31,7  | -26,5   | -28,0     | -18,0   | -7,5     | 1,0      |
|                 |        | Juli   | August  | September | Oktober | November | Desember |
|                 |        | 2018   | 2018    | 2018      | 2018    | 2018     | 2018     |
| Svanvik<br>NILU | Middel | 18,0   | 12,6    | 8,7       | 1,4     | 0,1      | -6,5     |
|                 | Maks.  | 32,0   | 30,0    | 22,2      | 13,4    | 6,1      | 4,2      |
|                 | Min.   | 5,8    | 0,7     | -2,4      | -6,6    | -12,3    | -17,0    |
| Karpdalen       | Middel | 17,6   | 12,0    | 8,1       | 1,1     | 0,2      | -6,8     |
|                 | Maks.  | 30,1   | 29,5    | 21,9      | 13,0    | 6,0      | 3,7      |
|                 | Min.   | 6,5    | 1,6     | -4,6      | -8,9    | -12,0    | -17,7    |

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. Se Figur 9 for data fra de andre målestasjonene.

### 3.3 Nedbørmålinger

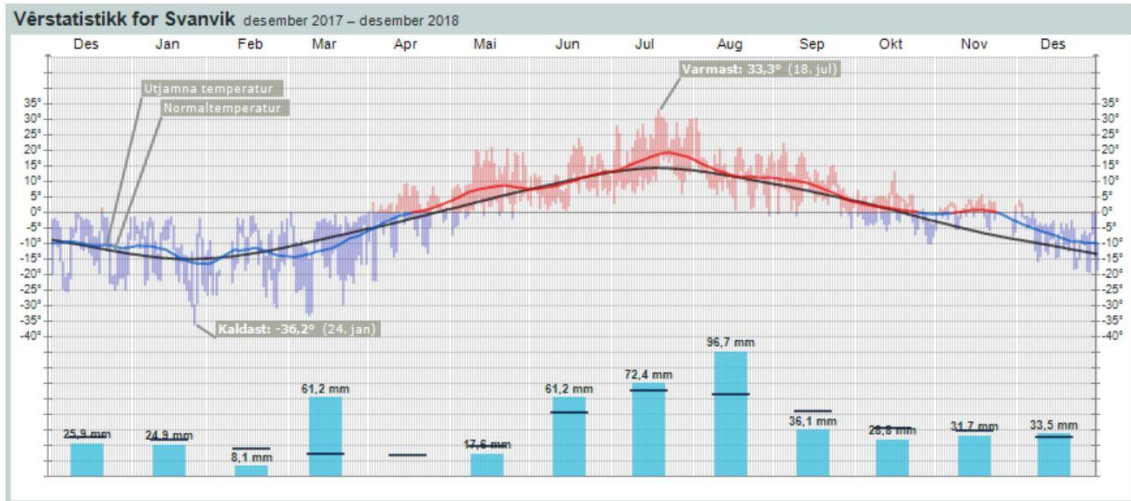
Vaisala-instrumentene på Svanvik og i Karpdalen måler også nedbør ved hjelp av en «tromme» som registrerer nedbør som faller. Erfaringsmessig vil denne metoden underrapportere mengde nedbør, spesielt om vinteren. På denne bakgrunnen kalles nedbørmålingene for «precipitation indicator» som angir når det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

I måleprogrammet foretas det prøvetaking for målinger av uorganiske komponenter<sup>13</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.

---

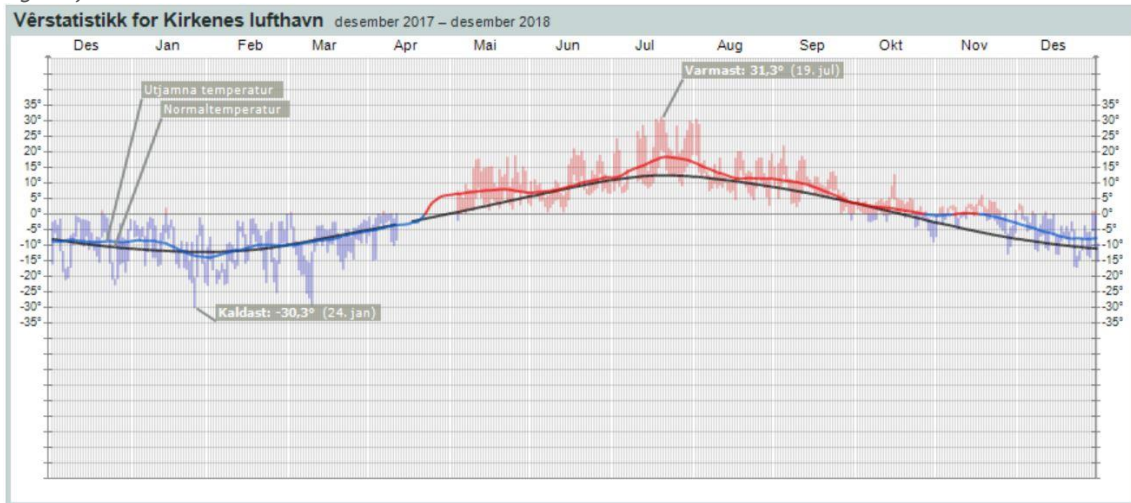
<sup>13</sup> Igjen; som uorganiske komponenter regnes  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  gitt som ioner.



| Månader  | Temperatur   |        |               |                | Nedbør  |         |                   | Vind         |                 |
|----------|--------------|--------|---------------|----------------|---------|---------|-------------------|--------------|-----------------|
|          | Gjennomsnitt | Normal | Varmast       | Kaldast        | Totalt  | Normal  | Mest på ett døger | Gjennomsnitt | Sterkast vind   |
| des 2018 | -7,3°        | -11,0° | 4,2° 1. des   | -19,4° 28. des | 33,5 mm | 30,0 mm | 18,8 mm 6. des    | 1,7 m/s      | 7,1 m/s 2. des  |
| nov 2018 | 0,6°         | -6,0°  | 6,0° 17. nov  | -7,8° 29. nov  | 31,7 mm | 35,0 mm | 6,2 mm 1. nov     | 2,0 m/s      | 8,6 m/s 20. nov |
| okt 2018 | 0,5°         | 0,5°   | 13,4° 15. okt | -10,3° 29. okt | 28,8 mm | 37,0 mm | 7,7 mm 27. okt    | 1,5 m/s      | 6,4 m/s 8. okt  |
| sep 2018 | 8,3°         | 6,5°   | 22,5° 3. sep  | -5,2° 29. sep  | 36,1 mm | 50,0 mm | 8,4 mm 16. sep    | 1,9 m/s      | 7,4 m/s 23. sep |
| aug 2018 | 12,4°        | 11,5°  | 30,7° 1. aug  | -1,2° 29. aug  | 96,7 mm | 63,0 mm | 18,1 mm 10. aug   | 1,7 m/s      | 7,0 m/s 30. aug |
| jul 2018 | 17,9°        | 14,0°  | 33,3° 18. jul | 2,8° 1. jul    | 72,4 mm | 66,0 mm | 20,4 mm 23. jul   | 1,6 m/s      | 6,3 m/s 15. jul |
| jun 2018 | 9,8°         | 10,5°  | 24,0° 18. jun | 0,6° 13. jun   | 61,2 mm | 49,0 mm | 17,3 mm 22. jun   | 2,3 m/s      | 8,6 m/s 27. jun |
| mai 2018 | 7,6°         | 4,5°   | 21,3° 16. mai | -7,4° 1. mai   | 17,6 mm | 23,0 mm | 4,3 mm 30. mai    | 1,9 m/s      | 9,4 m/s 26. mai |
| apr 2018 | -0,7°        | -2,0°  | 9,5° 14. apr  | -22,1° 2. apr  |         | 16,0 mm | 9,5 mm 29. apr    | 1,6 m/s      | 7,2 m/s 12. apr |
| mar 2018 | -11,4°       | -8,0°  | 0,6° 31. mar  | -33,4° 8. mar  | 61,2 mm | 17,0 mm | 8,6 mm 18. mar    | 1,0 m/s      | 7,5 m/s 29. mar |
| feb 2018 | -12,1°       | -13,0° | -0,9° 15. feb | -30,9° 24. feb | 8,1 mm  | 21,0 mm | 3,0 mm 26. feb    | 1,3 m/s      | 6,7 m/s 9. feb  |
| jan 2018 | -13,2°       | -14,5° | -1,1° 1. jan  | -36,2° 24. jan | 24,9 mm | 28,0 mm | 8,0 mm 7. jan     | 1,1 m/s      | 8,1 m/s 15. jan |
| des 2017 | -10,9°       | -11,0° | 1,7° 20. des  | -25,7° 7. des  | 25,9 mm | 30,0 mm | 3,5 mm 31. des    | 1,1 m/s      | 6,5 m/s 20. des |

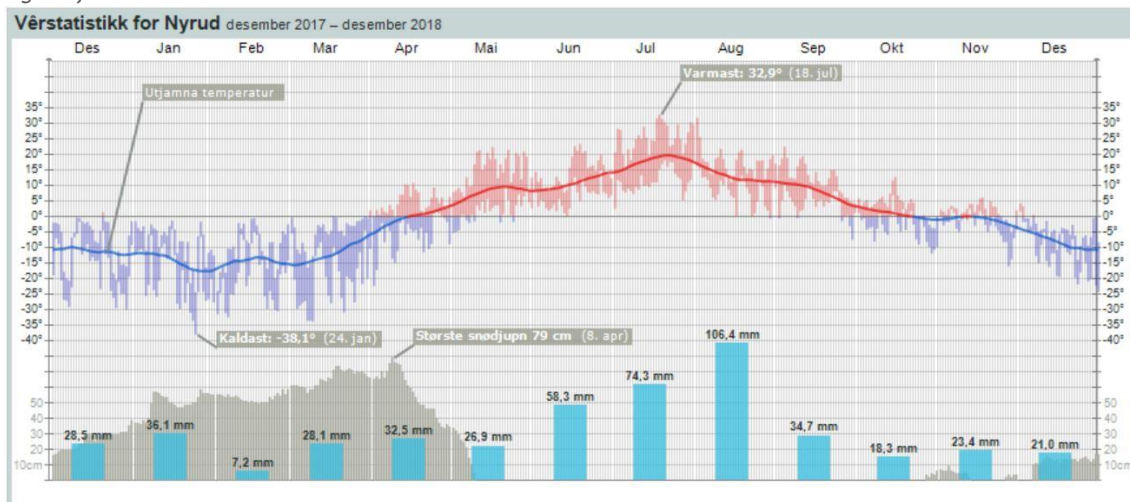
Figur 9: Temperaturer på Svanvik (LMTs instrument 2 m over bakken), Kirkenes lufthavn Høybuktnoen (inkl. normalen for 1961 – 1990) og Nyrud i 2018. Kilder: LMT og eKlima/Meteorologisk institutt. Enhet °C.

Figur 9 forts.:



| Månader  | Temperatur   |        |               |                | Vind         |                  |
|----------|--------------|--------|---------------|----------------|--------------|------------------|
|          | Gjennomsnitt | Normal | Varmast       | Kaldast        | Gjennomsnitt | Sterkast vind    |
| des 2018 | -6,6°        |        | 3,4° 1. des   | -17,2° 23. des | 5,0 m/s      | 13,0 m/s 2. des  |
| nov 2018 | -0,4°        |        | 6,2° 17. nov  | -13,0° 27. nov | 5,3 m/s      | 16,2 m/s 20. nov |
| okt 2018 | 1,0°         |        | 12,9° 15. okt | -9,1° 30. okt  | 4,6 m/s      | 12,2 m/s 21. okt |
| sep 2018 | 8,3°         |        | 22,1° 3. sep  | -2,0° 29. sep  | 4,4 m/s      | 14,2 m/s 23. sep |
| aug 2018 | 12,2°        |        | 30,7° 1. aug  | 2,7° 29. aug   | 4,2 m/s      | 12,9 m/s 30. aug |
| jul 2018 | 17,1°        |        | 31,3° 19. jul | 6,7° 4. jul    | 3,6 m/s      | 10,1 m/s 22. jul |
| jun 2018 | 8,9°         |        | 21,2° 16. jun | 0,6° 6. jun    | 5,1 m/s      | 14,4 m/s 27. jun |
| mai 2018 | 7,4°         |        | 18,9° 25. mai | -2,1° 3. mai   | 4,5 m/s      | 15,7 m/s 26. mai |
| apr 2018 | -3,3°        |        | 1,1° 5. apr   | -15,0° 1. apr  | 4,0 m/s      | 12,2 m/s 3. apr  |
| mar 2018 | -8,0°        |        | 0,8° 1. mar   | -30,0° 9. mar  | 4,3 m/s      | 13,4 m/s 29. mar |
| feb 2018 | -11,0°       |        | 0,1° 28. feb  | -25,4° 24. feb | 4,7 m/s      | 13,9 m/s 10. feb |
| jan 2018 | -10,4°       |        | 2,1° 13. jan  | -30,3° 24. jan | 4,3 m/s      | 15,3 m/s 15. jan |
| des 2017 | -9,2°        |        | 1,3° 20. des  | -22,9° 25. des | 4,5 m/s      | 14,2 m/s 19. des |

Figur 9 forts.:



| Månader  | Temperatur   |        |               |                | Nedbør   |        |                   |
|----------|--------------|--------|---------------|----------------|----------|--------|-------------------|
|          | Gjennomsnitt | Normal | Varmast       | Kaldast        | Totalt   | Normal | Mest på ett døger |
| des 2018 | -8,0°        |        | 4,3° 1. des   | -24,3° 31. des | 21,0 mm  |        | 8,7 mm 6. des     |
| nov 2018 | -0,6°        |        | 6,2° 17. nov  | -16,1° 27. nov | 23,4 mm  |        | 4,4 mm 1. nov     |
| okt 2018 | 0,2°         |        | 12,9° 15. okt | -11,9° 29. okt | 18,3 mm  |        | 3,5 mm 16. okt    |
| sep 2018 | 8,3°         |        | 22,5° 3. sep  | -7,5° 29. sep  | 34,7 mm  |        | 4,8 mm 16. sep    |
| aug 2018 | 12,7°        |        | 31,8° 1. aug  | -0,7° 29. aug  | 106,4 mm |        | 23,3 mm 10. aug   |
| jul 2018 | 18,7°        |        | 32,9° 18. jul | 2,6° 1. jul    | 74,3 mm  |        | 27,2 mm 23. jul   |
| jun 2018 | 10,2°        |        | 23,4° 18. jun | 0,3° 13. jun   | 58,3 mm  |        | 11,8 mm 12. jun   |
| mai 2018 | 8,5°         |        | 22,4° 16. mai | -5,3° 1. mai   | 26,9 mm  |        | 6,7 mm 17. mai    |
| apr 2018 | -0,1°        |        | 10,8° 16. apr | -22,3° 1. apr  | 32,5 mm  |        | 9,9 mm 29. apr    |
| mar 2018 | -12,4°       |        | 2,0° 31. mar  | -33,8° 9. mar  | 28,1 mm  |        | 5,1 mm 17. mar    |
| feb 2018 | -14,3°       |        | -0,5° 15. feb | -32,4° 5. feb  | 7,2 mm   |        | 2,0 mm 22. feb    |
| jan 2018 | -13,8°       |        | -1,3° 15. jan | -38,1° 24. jan | 36,1 mm  |        | 9,9 mm 7. jan     |
| des 2017 | -11,7°       |        | 1,5° 20. des  | -29,9° 29. des | 28,5 mm  |        | 6,1 mm 13. des    |

Tabell 4: Nedbørobservasjoner fra stasjonene Skogfoss og Øvre Neiden i 2018. Enhet: mm.

| Måned     | Øvre Neiden<br>mm | Skogfoss<br>mm |
|-----------|-------------------|----------------|
| Januar    | 20                | 30             |
| Februar   | 6                 | 8              |
| Mars      | 36                | 50             |
| April     | 22                | 27             |
| Mai       | 10                | 20             |
| Juni      | 73                | 75             |
| Juli      | 65                | 75             |
| August    | 79                | 108            |
| September | 52                | 43             |
| Oktober   | 28                | 29             |
| November  | 27                | 27             |
| Desember  | 21                | 24             |
| 2018      | 441               | 515            |

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

### Beskrivelse av målingene og måleinstrumentene

Svanvik og Karpdalen har 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 tidsoppløsning 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 m.fl., 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 14</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> tilsvarer 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 2018

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.

#### Datadekning i 2018

Datadekningen på Svanvik og Karpdalen i 2018, dvs. hvor stor andel av tiden instrumentene fungerte tilfredsstillende, var stort sett meget god. Eneste unntak var juli på Svanvik (32% datadekning) der det var problemer med instrumentet og det tok tid å ordne dette pga ferieavvikling. For 2018 sett under et var det 92,1% datadekning på Svanvik og 97,8% i Karpdalen. Det er ikke praktisk mulig å oppnå 100% datadekning.

---

<sup>14</sup> ppb: parts per billion, dvs. milliard'tedele, 1 / 1 000 000 000.

Årsaken til det er at instrumentet kalibreres jevnlig, som regel gjøres dette en gang pr uke. Det blir altså ikke gjort målinger mens kalibrering pågår.

### 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 2018.

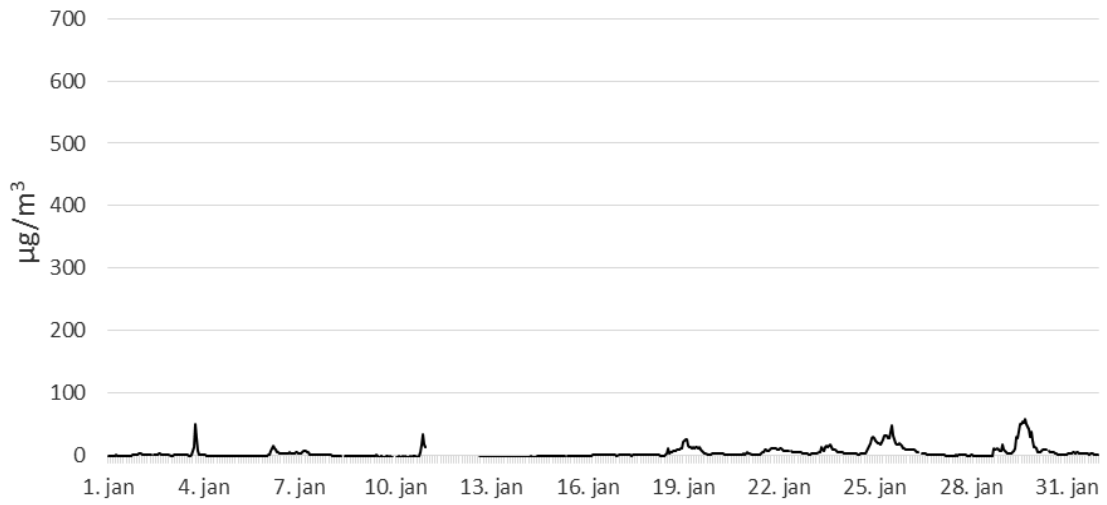
| Stasjon   | Dato       | Fra kl. * | Til kl. * | 10-min. verdi (µg/m <sup>3</sup> ) | Timeverdi (µg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------------------------------|--------------------------------|
| Svanvik   | 16.05.2018 | 12:00     | 12:10     | 556                                | 480                            |
|           | 16.05.2018 | 12:10     | 12:20     | 731                                | 480                            |
|           | 16.05.2018 | 12:20     | 12:30     | 625                                | 480                            |
|           | 18.06.2018 | 12:00     | 12:10     | 761                                | 289                            |
|           | 18.06.2018 | 12:10     | 12:20     | 686                                | 289                            |
|           | 18.06.2018 | 16:10     | 16:20     | 536                                | 241                            |
| Karpdalen | 01.01.2018 | 8:50      | 9:00      | 701                                | 358                            |
|           | 01.01.2018 | 9:00      | 9:10      | 631                                | 225                            |
|           | 07.02.2018 | 8:50      | 9:00      | 589                                | 184                            |
|           | 07.02.2018 | 9:50      | 10:00     | 501                                | 406                            |

\* Klokkeslettene er justert for sommertid (gjelder 25. mars - 28. oktober).

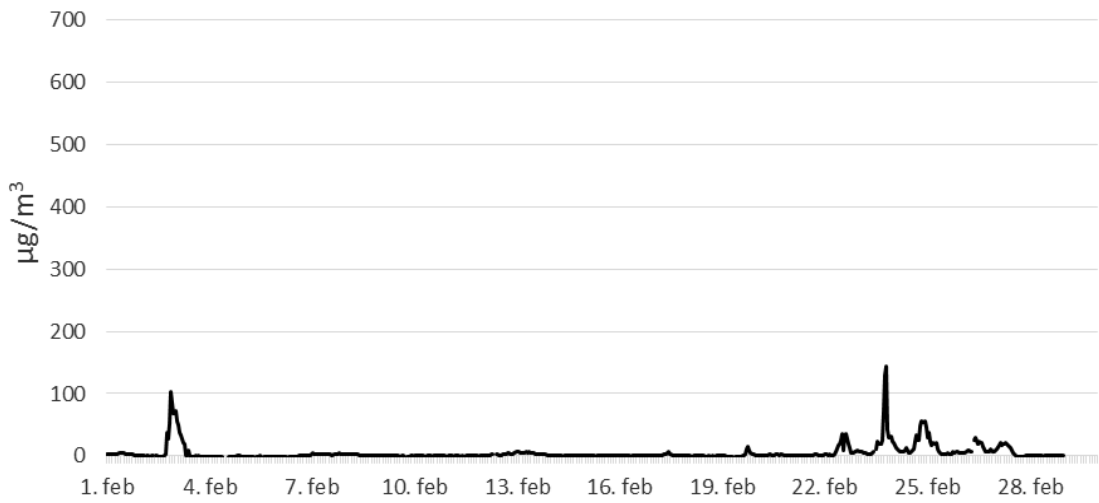


Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik januar - mars 2018.

SO<sub>2</sub> - Svanvik januar 2018



SO<sub>2</sub> - Svanvik februar 2018

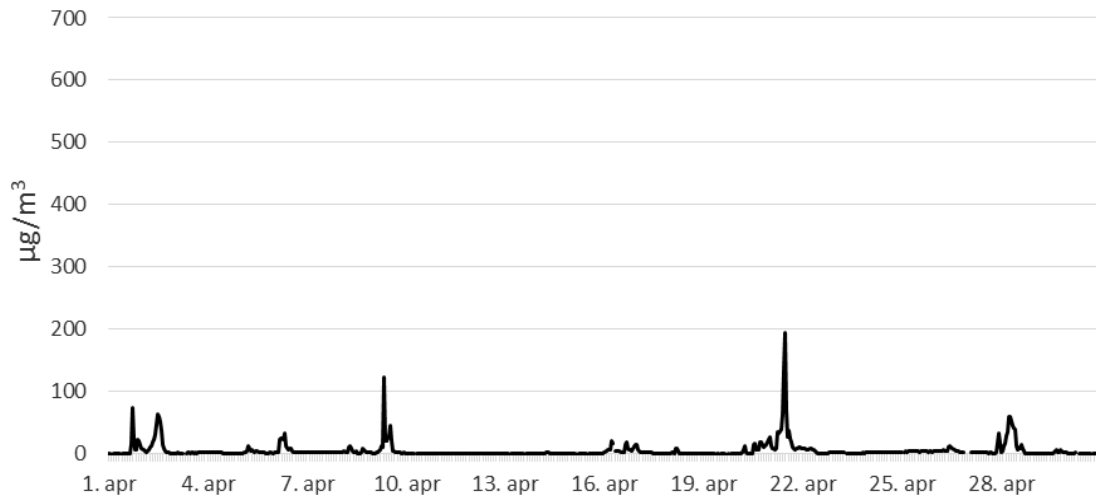


SO<sub>2</sub> - Svanvik mars 2018

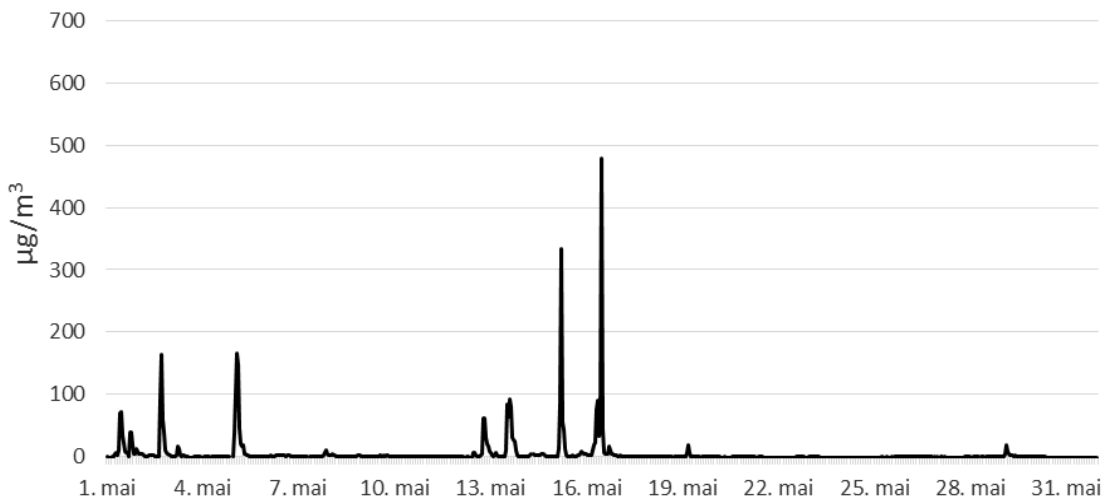


Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik april - juni 2018.

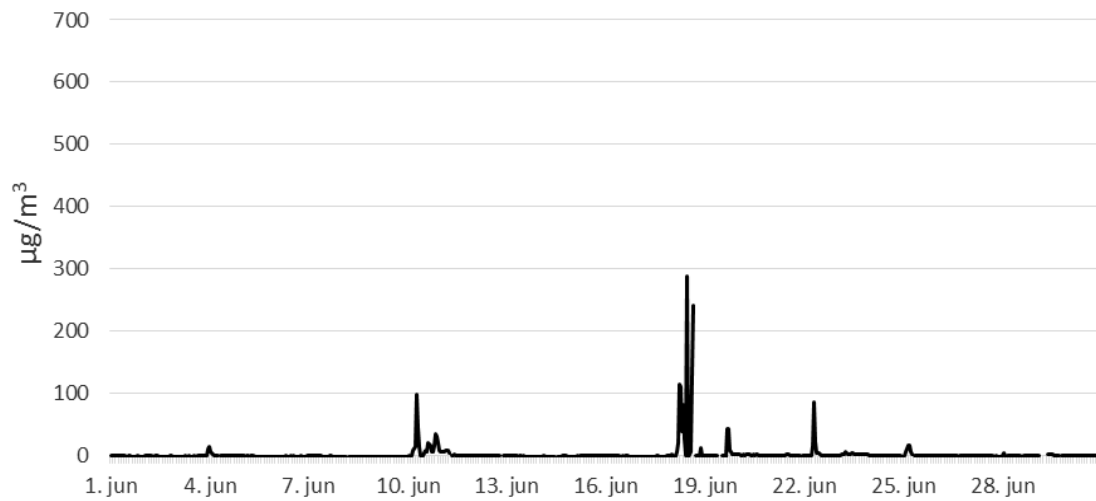
SO<sub>2</sub> - Svanvik april 2018



SO<sub>2</sub> - Svanvik mai 2018

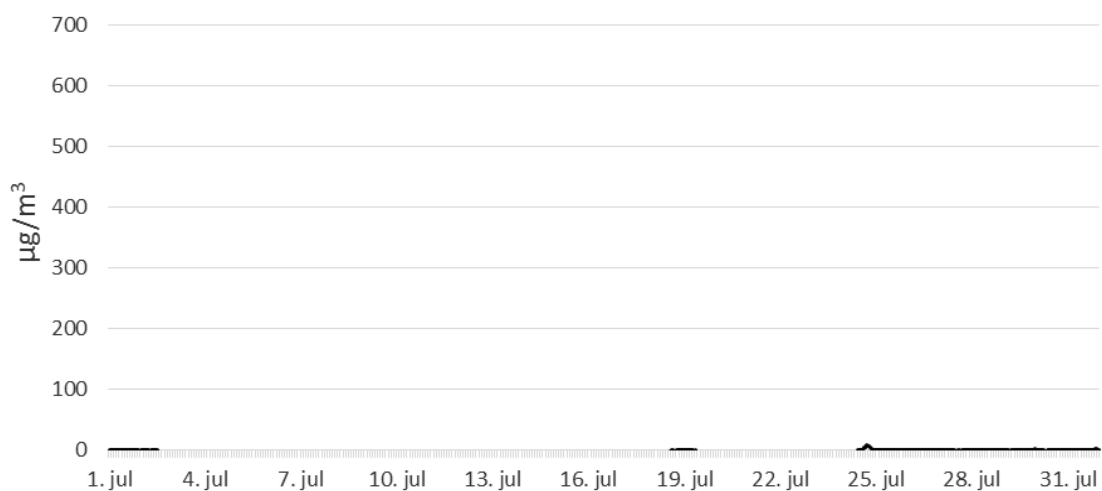


SO<sub>2</sub> - Svanvik juni 2018

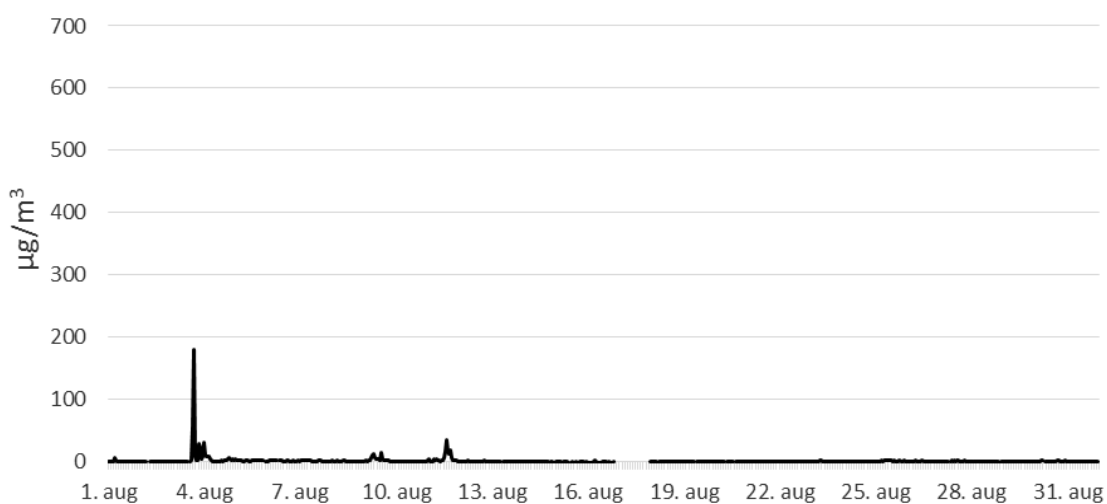


Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik juli - september 2018.

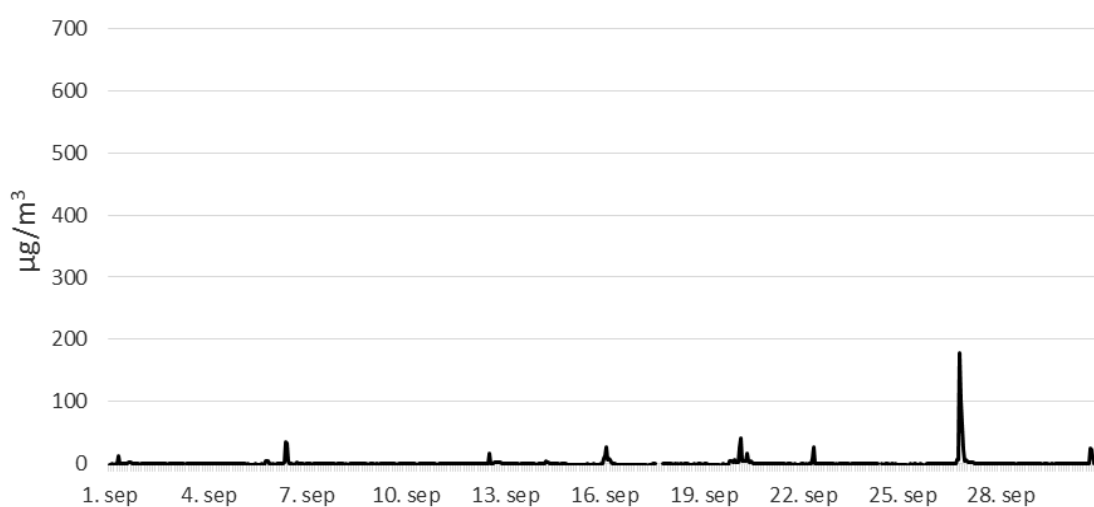
SO<sub>2</sub> - Svanvik juli 2018



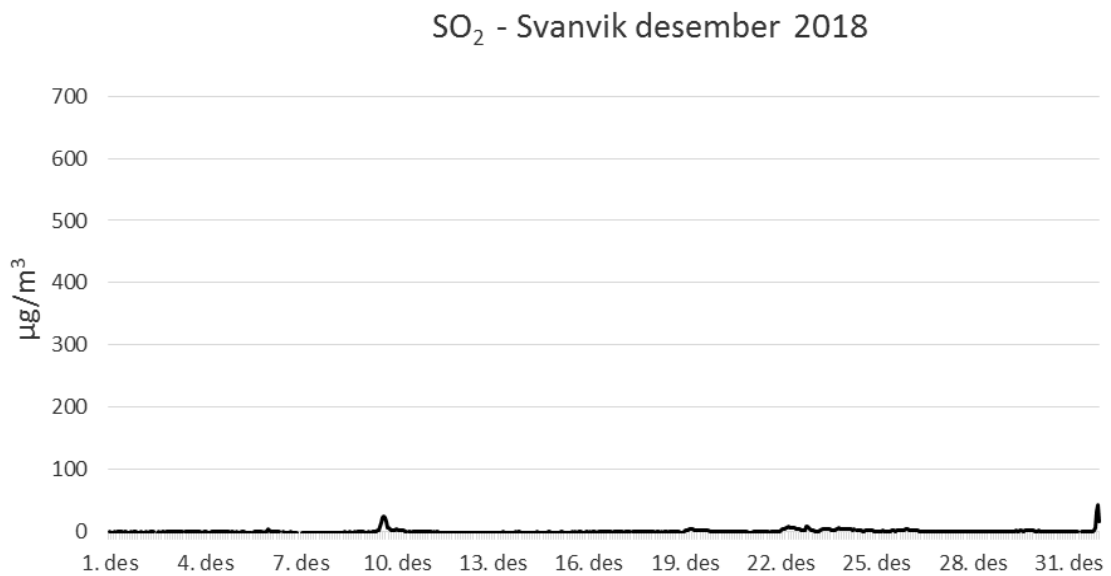
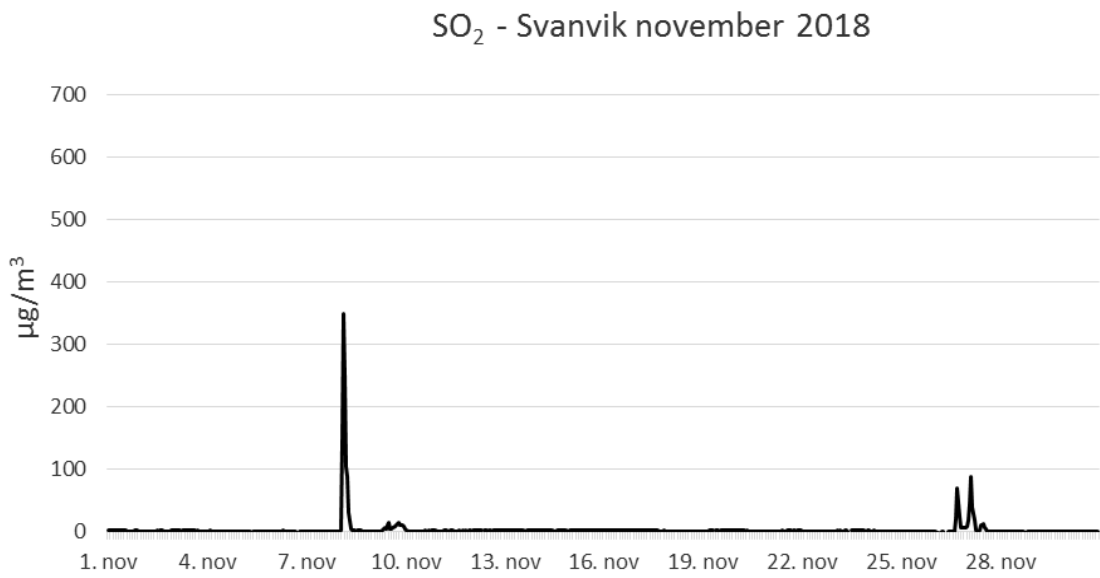
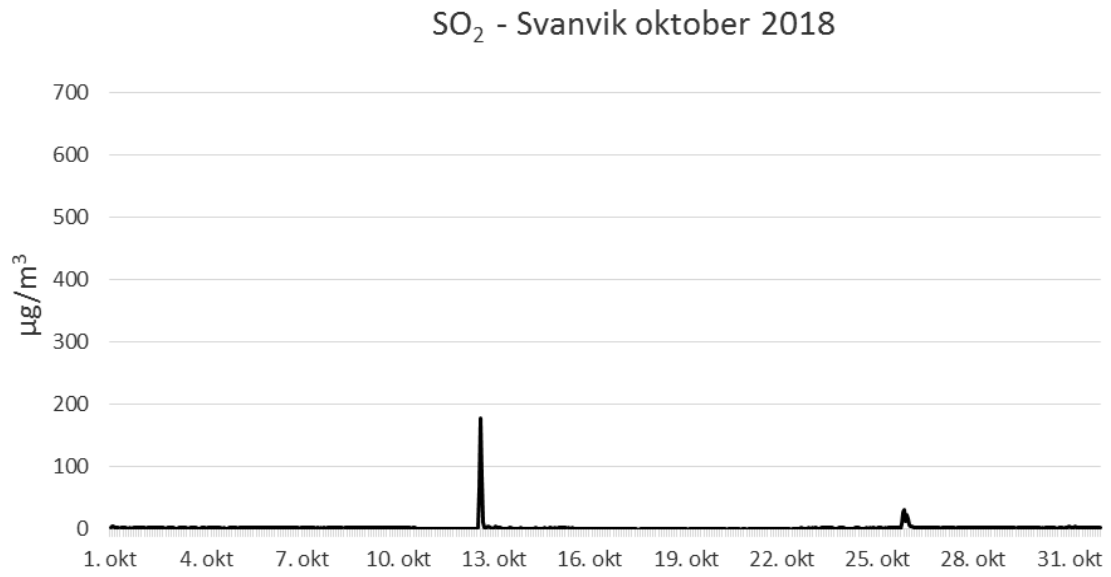
SO<sub>2</sub> - Svanvik august 2018



SO<sub>2</sub> - Svanvik september 2018

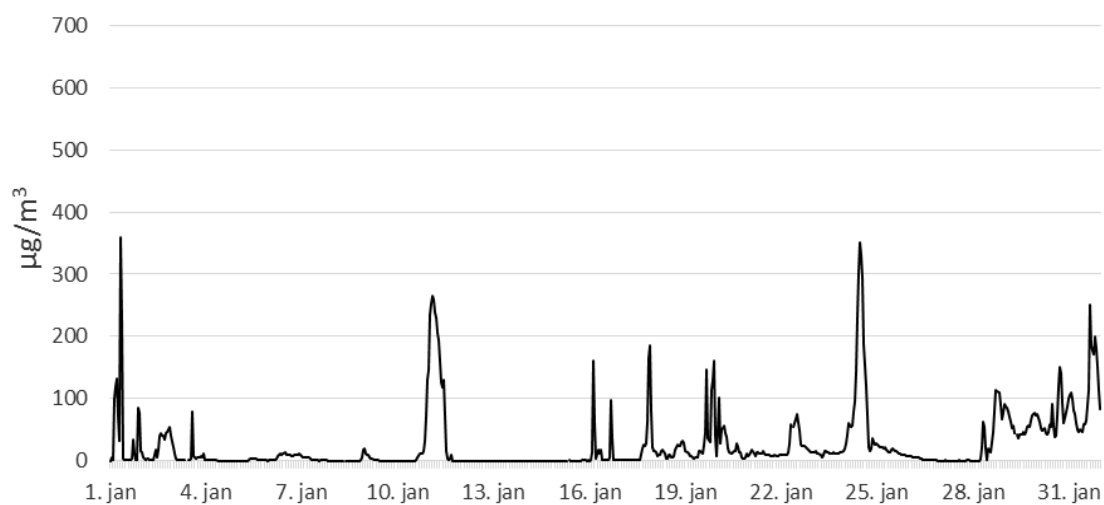


Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik oktober - desember 2018.

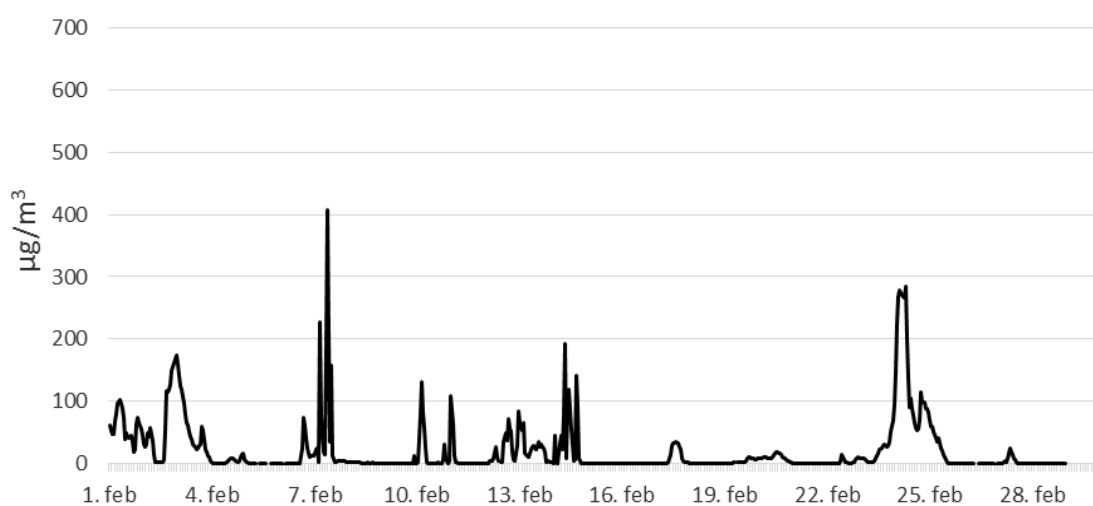


Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> i Karpdalen januar - mars 2018.

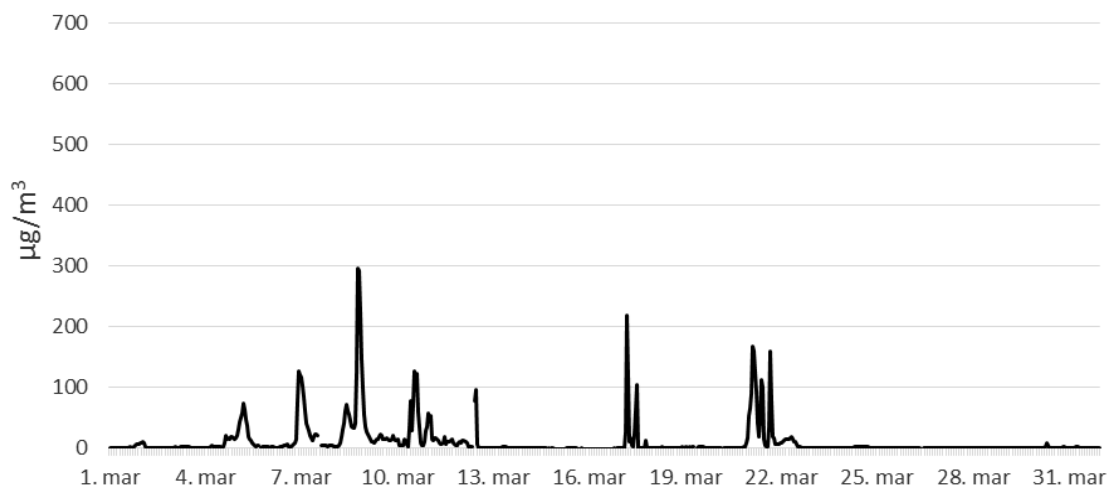
SO<sub>2</sub> - Karpdalen januar 2018



SO<sub>2</sub> - Karpdalen februar 2018

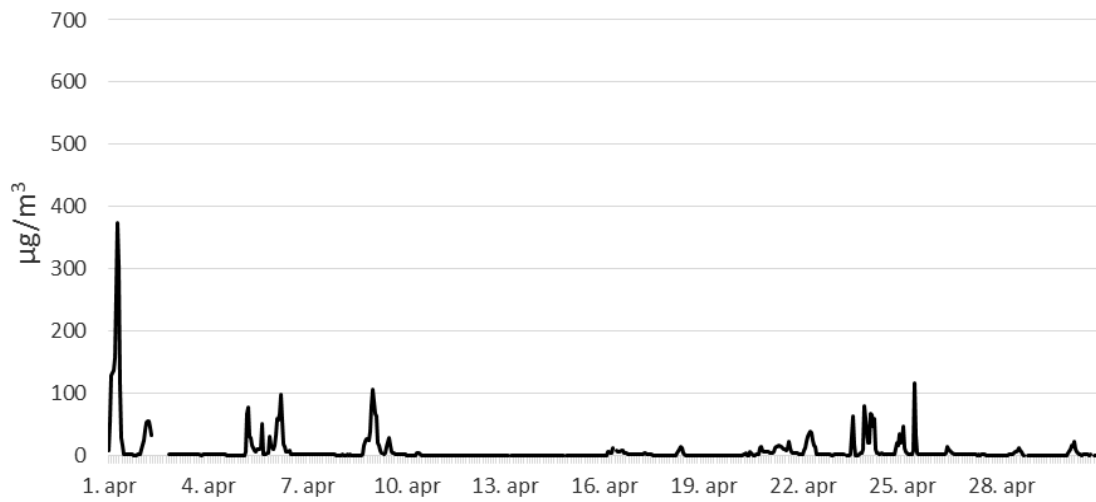


SO<sub>2</sub> - Karpdalen mars 2018

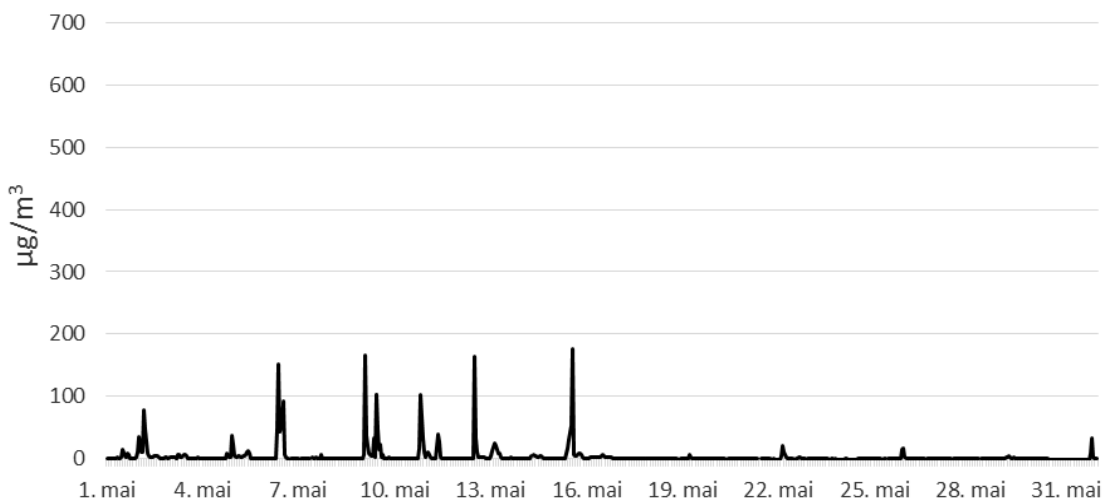


Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> i Karpdalen april - juni 2018.

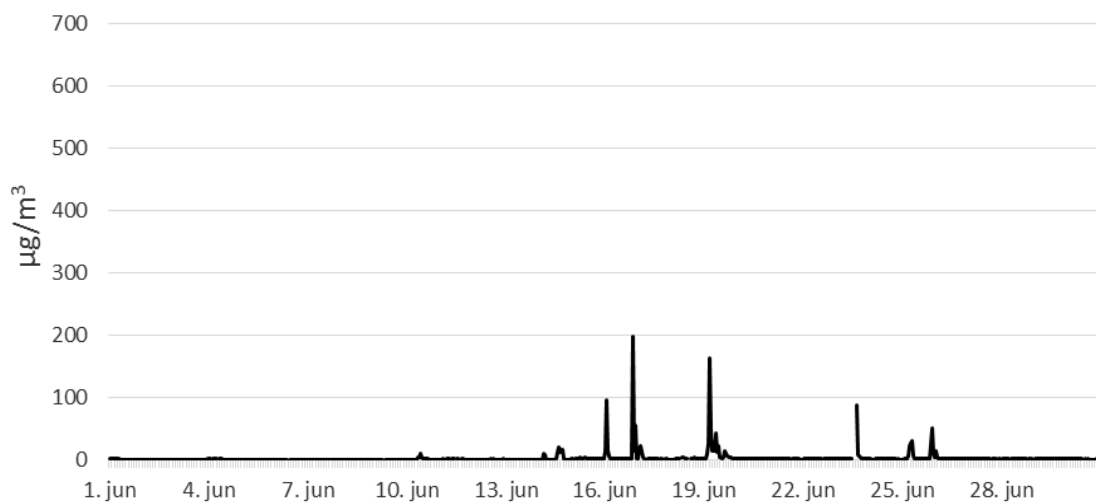
SO<sub>2</sub> - Karpdalen april 2018



SO<sub>2</sub> - Karpdalen mai 2018

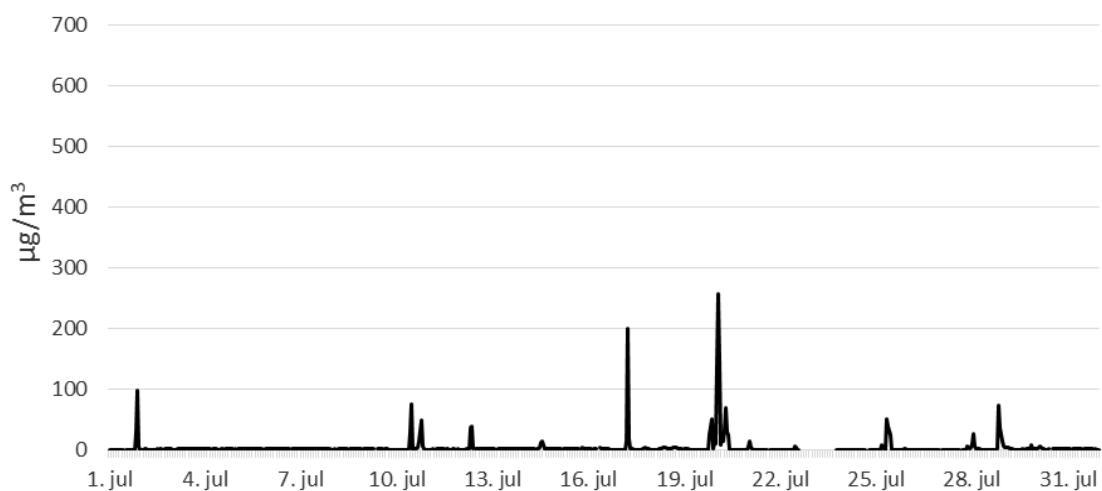


SO<sub>2</sub> - Karpdalen juni 2018

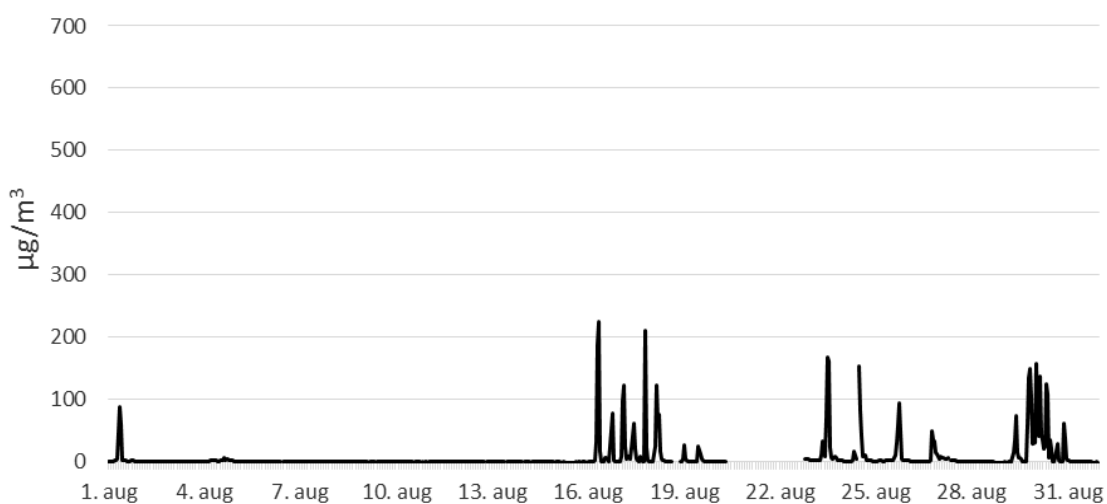


Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> i Karpdalen juli - september 2018.

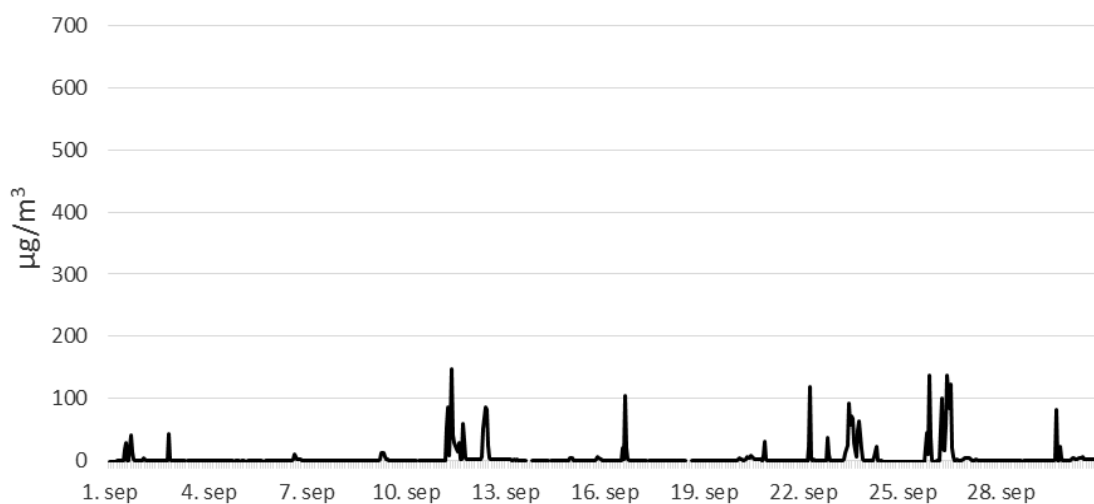
SO<sub>2</sub> - Karpdalen juli 2018



SO<sub>2</sub> - Karpdalen august 2018

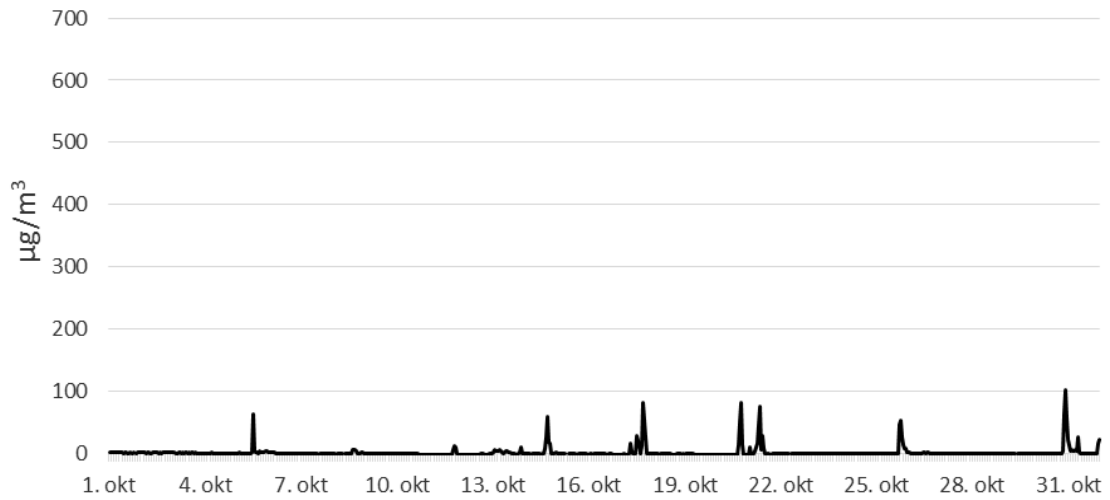


SO<sub>2</sub> - Karpdalen september 2018

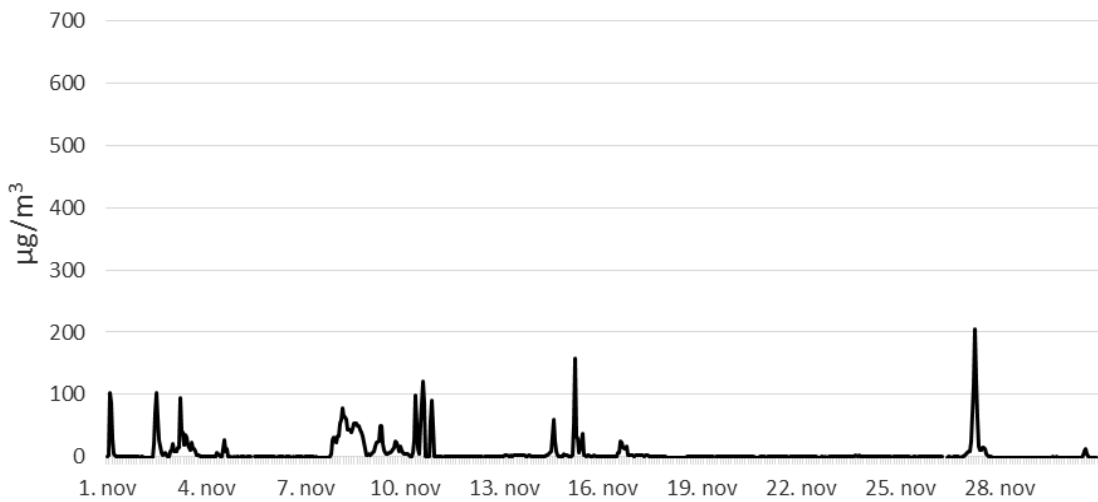


Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> i Karpdalen oktober - desember 2018.

SO<sub>2</sub> - Karpdalen oktober 2018



SO<sub>2</sub> - Karpdalen november 2018



SO<sub>2</sub> - Karpdalen desember 2018





## Viksjøfjell

Det har pågått målinger av SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell siden sommeren 2009. 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 røyk-fanen fra anlegget i Zapoljarnij i godvær, se Figur 10.

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 10: Utsikt fra Viksjøfjell sørover. Røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij sees i det fjerne.  
Foto: Christoffer Aalerud, Fylkesmannen i Finnmark.*

Detaljerte 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. 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.

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 sovelet 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 2018. Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

| Fra dato   | Til dato   | Antall døgn | SO <sub>2</sub> prøvetaker 1 | SO <sub>2</sub> prøvetaker 2 |
|------------|------------|-------------|------------------------------|------------------------------|
| 18.01.2018 | 04.02.2018 | 17          | 24                           | 16                           |
| 04.02.2018 | 18.02.2018 | 14          | 56                           | 43                           |
| 18.02.2018 | 04.03.2018 | 14          | 2                            | 4                            |
| 04.03.2018 | 18.03.2018 | 14          | 21                           | 48                           |
| 18.03.2018 | 01.04.2018 | 14          | 15                           | 14                           |
| 01.04.2018 | 15.04.2018 | 14          | 65                           | 9                            |
| 15.04.2018 | 29.04.2018 | 14          | 12                           | 16                           |
| 29.04.2018 | 06.05.2018 | 7           | 22                           | 10                           |
| 06.05.2018 | 20.05.2018 | 14          | 13                           | 14                           |
| 20.05.2018 | 03.06.2018 | 14          | 2                            | 4                            |
| 03.06.2018 | 17.06.2018 | 14          | 5                            | 4                            |
| 17.06.2018 | 01.07.2018 | 14          | 5                            | 4                            |
| 01.07.2018 | 15.07.2018 | 14          | 4                            | 4                            |
| 15.07.2018 | 29.07.2018 | 14          | 14                           | 23                           |
| 12.08.2018 | 26.08.2018 | 14          | 3                            | 2                            |
| 26.08.2018 | 09.09.2018 | 14          | 12                           | 24                           |
| 09.09.2018 | 23.09.2018 | 14          | 44                           | -                            |
| 23.09.2018 | 07.10.2018 | 14          | -                            | 3                            |
| 07.10.2018 | 21.10.2018 | 14          | 26                           | 21                           |
| 21.10.2018 | 04.11.2018 | 14          | 47                           | 32                           |
| 04.11.2018 | 18.11.2018 | 14          | 82                           | 68                           |
| 18.11.2018 | 02.12.2018 | 14          | 19                           | 87                           |
| 02.12.2018 | 16.12.2018 | 14          | 4                            | -                            |
| 16.12.2018 | 30.12.2018 | 14          | 55                           | 15                           |
| 30.12.2018 | 13.01.2019 | 14          | 32                           | 37                           |

### **Konsentrasjonsvindroser**

Konsentrasjonsvindroser er måte å vise sammenhengen mellom vindretning og konsentrasjon. Sagt med andre ord, konsentrasjonsvindroser viser middelkonsentrasjonen når vinden blåser **fra** en bestemt vindretning. Konsentrasjonsvindroser for Svanvik og Karpdalen (ikke vist her) viser klart at konsentrasjonene er høyest når vinden står fra smelteverkene mot målestasjonene på Svanvik og i Karpdalen. På Svanvik er konsentrasjonen høyest ved vind fra sektor 120°, som tilsvarer øst-sørøst (20 µg/m<sup>3</sup>), mens i Karpdalen er høyeste konsentrasjon observert ved vind fra sektor 180° (rett sør, 14 µg/m<sup>3</sup>), som også er retning Nikel. Merk også at Karpdalen viser høye konsentrasjoner både ved vind fra Nikel og Zapoljarnij. Dvs. at konsentrasjonsvindrosene viser klart at utslipp fra Nikel og Zapoljarnij er opphavet til de høye konsentrasjonene av SO<sub>2</sub> som måles i grenseområdene.

## **4.2 Trender av SO<sub>2</sub> 1974 – 2018**

### **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 7). 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>15</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 middelveidier over 10 minutter fra 1.7.2001, i Karpdalen fra gjenåpning i oktober 2008. I Nikel ble middelveidier over 10 minutter logget fra 1.12.2004 (og fram til 31. august 2008).

---

<sup>15</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.

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 m.fl., 2017).

Tabell 7: Oversikt over SO<sub>2</sub>-målinger i grenseområdene med døgnprøvetakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-2018. 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-'18 |
|--------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 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 45 år. Tabellene og figurene nedenfor er utarbeidet for å vise hvordan luftkvaliteten har vært og er i forhold til (nåværende) grenseverdier og vurderingsterskler i forurensningsforskriften og luftkvalitetskriteriene. Likeledes er middelverdier 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 i underkant av 100 000 tonn SO<sub>2</sub> årlig, dvs. utslippene er redusert med mer enn 75%.

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

Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> er målt siden 1989 på Svanvik<sup>16</sup> 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-middelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> (grenseverdi fra 1.1.2005), men også for høyeste timemiddelkonsentrasjon (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>17</sup>. Miljødeleggelsene i grenseområdene var også bakgrunn for etableringen av Svanhovd Miljøsender i 1991-92 (nå NIBIO Svanhovd). NRK lagde flere dokumentarprogrammer som viser utslippene og miljødeleggelsene på den tiden<sup>18</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 timemiddelverdier 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 døgnmiddelkonsentrasjoner 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 timemiddelverdien 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>16</sup> Stasjonen på Svanvik lå opprinnelig i utkanten av jordet på daværende Statens forsøksgård. I forbindelse med at Svanhovd Miljøsender 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.

<sup>17</sup> Se «Historien om Stopp Dødsskyene fra Sovjet», Thorbjørn Bjørkli (red.), Beallječohkka Innovation, 2016.

<sup>18</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 1.6.2019].

Tabell 8: Målestatistikk for SO<sub>2</sub> fra Svanvik i perioden 1974-2018. Dataene logges som døgnmiddelverdier 1974-1988 og som timemiddelverdier fra 1989. 10-minuttersverdier er tilgjengelige fra 1.7.2001.

| År   | Årsmiddel-<br>verdi<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | Antall<br>døgn<br>> 125<br>µg/m <sup>3</sup> | Høyeste<br>døgnmiddel-<br>konsentrasjon<br>µg/m <sup>3</sup> | Antall<br>timer<br>> 350<br>µg/m <sup>3</sup> | Høyeste<br>timemiddel-<br>konsentrasjon<br>µg/m <sup>3</sup> | Antall<br>10-min<br>> 500<br>µg/m <sup>3</sup> | Høyeste<br>10-min<br>konsentrasjon<br>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 | 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  |
| 2018 | 2,8   | 0  | 47   | 1   | 480  | 6  | 761   |

Tabell 9: Målestatistikk for SO<sub>2</sub> fra Karpdalen i perioden 1986-1994, samt 2009-2018. 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-<br>verdi<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | Antall<br>døgn<br>> 125<br>µg/m <sup>3</sup> | Høyeste<br>døgnmiddel-<br>konsentrasjon<br>µg/m <sup>3</sup> | Antall<br>timer<br>> 350<br>µg/m <sup>3</sup> | Høyeste<br>timemiddel-<br>konsentrasjon<br>µg/m <sup>3</sup> | Antall<br>10-min<br>> 500<br>µg/m <sup>3</sup> | Høyeste<br>10-min<br>konsentrasjon<br>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   |
| 2018 | 8,4   | 1  | 146  | 4   | 406  | 4  | 701   |

<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  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 73 i 2010, 51 i 2011. Høyeste målte timemiddelverdi i Karpdalen siden målingene ble gjenopptatt høsten 2008 er  $854 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (målt 13. februar 2011 kl. 8-9). Merk også at antallet timemidler over  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (se referanseliste kap. 6.1 for nettsadresse).

#### **4.2.2 Døgnmiddelverdier – grenseverdi $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

Den norske grenseverdien for døgnmiddel av  $\text{SO}_2$  på  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tillates overskredet tre ganger i året og ble gjort gjeldende fra 1.1.2005. Tabell 8 viser at antall overskridelser av  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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 18 siste årene har det ikke vært mer enn tre over-skridelser av  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pr år, dvs. siste år med overskridelse av nåværende grenseverdi var år 2000 med fire overskridelser. Gjennomsnittet de 10 siste årene er 0,8 overskridelser pr år (0,24 %), lavest i 2009, 2011, 2015 og 2018 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 døgnmiddel-verdier over  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 13 i 2010, 7 i 2011. Merk også at antallet døgnmidler over  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette gjaldt særlig på de russiske stasjonene, hvor det hyppig forekom døgnmiddelverdier høyere enn  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , typisk i 10-20 % av tiden. Det kan også nevnes at høyeste målte døgnmiddelverdi i Nikel i 2008 (1. januar-31. august) var  $1092 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (12. juni). Under sommerepisoden i 2007 var maksimal målt døgnmiddelverdi på  $2390 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (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 forurensnings-forskriften og luftkvalitetsdirektivet. Vurderingstersklene definerer bl.a. krav om målinger og tiltaksutredninger. For  $\text{SO}_2$  er øvre vurderingsterskel  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og nedre vurderingsterskel  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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. 2018 var første år siden målingene begynte i 1974 at det ikke var døgnmiddelverdi over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ellers har døgnverdier over  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  forekommet på Svanvik og i Karpdalen i alle år med målinger. På Svanvik var det som sagt ingen døgn over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (og derved ingen over de andre tersklene også), de fire foregående årene var antall døgn over  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mellom tre og seks, mens antall døgn over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  er mellom fem og 18. I Karpdalen var det i 2018 fem døgn over  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (mellom fire og 20 siste fem år) og 15 døgn over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (mellom 11 og 30 siste fem år). Vurderingstersklene er derved overskredet både på Svanvik og i Karpdalen de siste fem årene sett under ett.

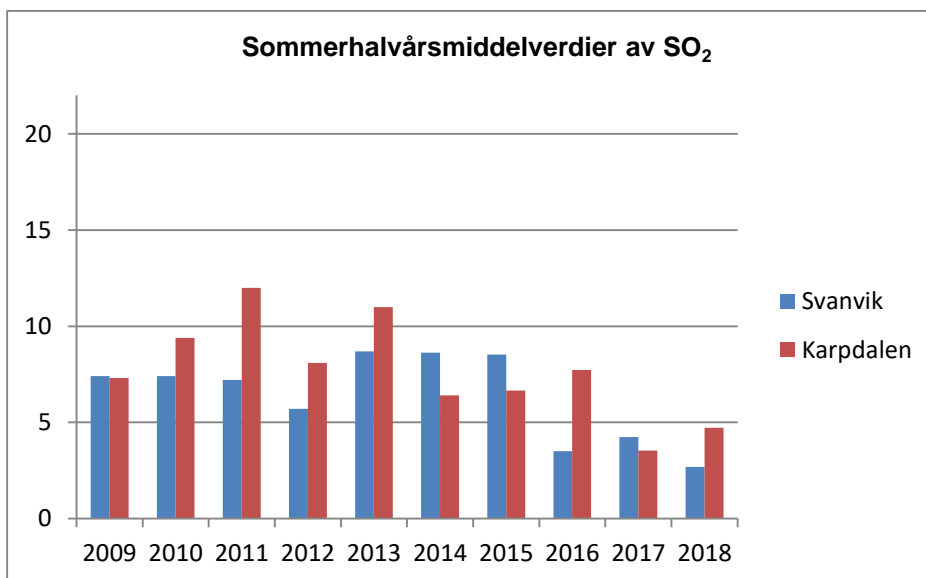
Tabell 10: Antallet overskridelser av visse terskelverdier, norsk grenseverdi ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), tidligere Nasjonalt mål ( $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), samt øvre og nedre vurderingsterskel ( $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), alt gitt som døgnmiddel for Svanvik 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   | 2014 | 2   | 4  | 4  | 18                                       |
|           | 2015 | 0   | 0  | 6  | 13                                       |
|           | 2016 | 1   | 2  | 4  | 7  |
|           | 2017 | 1   | 3  | 3  | 5  |
|           | 2018 | 0   | 0  | 0  | 0  |
| Karpdalen | 2014 | 3   | 7  | 11                                       | 24                                       |
|           | 2015 | 2   | 5  | 7  | 20                                       |
|           | 2016 | 7   | 14                                       | 20                                       | 30                                       |
|           | 2017 | 0   | 2  | 4  | 11                                       |
|           | 2018 | 1   | 5  | 5  | 15                                       |

#### 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 11, halvårsmiddelverdier for vinter og årsmidler er vist i årsrapporten.

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 utslippene/røykfanen sommerstid.



Figur 11: Middelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik og i Karpdalen for sommerhalvårene 2009-2018. Det er ingen grenseverdi for beskyttelse av økosystem for sommerhalvåret. Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.5 Årsmiddelverdi

Årsmiddelverdien på Svanvik var 2,8 µg/m<sup>3</sup> i 2018, dette er laveste verdi som er registrert siden målingene tok til i 1974. Ellers har årsmiddel på Svanvik de siste 20 årene ligget mellom 5,6 µg/m<sup>3</sup> (2017) og 9,0 µg/m<sup>3</sup> (2001). I perioden før 1989 ble verdien på 20 µg/m<sup>3</sup> overskredet de fleste årene på Svanvik, mens årsmiddelverdiene ligger under 20 µg/m<sup>3</sup> fra 1989<sup>19</sup>. Maksimal årsmiddelverdi i Karpdalen siden gjenåpningen i 2008 er 20,4 µg/m<sup>3</sup> i 2010. Grenseverdien for årsmiddel er derved overholdt alle årene siden den gang<sup>20</sup>.

Historisk sett ble verdien på 20 µg/m<sup>3</sup> som årsmiddel overskredet i alle år hvor det ble utført målinger, dette gjaldt både norske (Viksjøfjell 1988-1995) og russiske stasjoner (Nikel, 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 µg/m<sup>3</sup> (2009) og 110 µg/m<sup>3</sup> (2011) og mellom 78 µg/m<sup>3</sup> (2015) og 97 µg/m<sup>3</sup> (2013) i Zapoljarnij, se oppdatert fellesrapport fra ekspertgruppen for luft (Pettersen m.fl., 2017).

Merk også at konsentrasjonene som måles med passive prøvetakere på Viksjøfjell nå, 10-30 µg/m<sup>3</sup> som langtidsmiddel er like høye som konsentrasjonene som ble målt på 1990-tallet.

<sup>19</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 µg/m<sup>3</sup> siden dette er gjeldende grense.

<sup>20</sup> Årsmiddelverdi i Karpdalen i 2010 var 20,4 µg/m<sup>3</sup>. Grenseverdien er 20 µg/m<sup>3</sup>, ikke 20,0 µg/m<sup>3</sup> og 20,4 avrundes nedover til 20 og medfører derved en overholdelse av grenseverdien.

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-Nikel kombinatet (Nikel og Zapoljarnij) nå i underkant av 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 møter i norsk-russisk ekspertgruppe).

### 4.3 Uorganiske komponenter i nedbør

#### Bakgrunn

Prøvetaking for målinger av uorganiske komponenter<sup>21</sup> i nedbør foretas ved en stasjon, Karpbukt, for stasjonsplassering se Figur 3 side 7.

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 µg-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 (2018) sammenlignet med forrige (2017), og høyere enn norske bakgrunnsstasjoner (Aas m.fl., 2019). 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 m.fl., 2019 og Aas m.fl., 2019.

#### 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 Figur 6). 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.

#### Detaljerte resultater 2018

---

<sup>21</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>.

Detaljerte månedsmiddelverdier og årsmiddel av nedbørmengde, ledningsevne, pH og uorganiske komponenter i nedbør i Karpbuk i 2018 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 Karpbuk i 2018.

| Måned       | Nedbør-<br>mengde<br>mm | Lednings-<br>evne<br>$\mu S/cm$ | pH         | $SO_4^{2-}$<br>mg S/l | $SO_4^{2-}$ _corr<br>mg S/l | $NH_4^+$<br>mg N/l | $NO_3^-$<br>mg N/l | $Na^+$<br>mg/l | $Mg^{2+}$<br>mg/l | $Cl^-$<br>mg/l | $Ca^{2+}$<br>mg/l | $K^+$<br>mg/l |
|-------------|-------------------------|---------------------------------|------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|---------------|
| Januar      | 31                      | 18,6                            | 5,1        | 0,3                   | 0,1                         | 0,1                | 0,2                | 1,9            | 0,2               | 3,6            | 0,2               | 0,1           |
| Februar     | 25                      | 17,5                            | 5,3        | 0,3                   | 0,1                         | 0,2                | 0,1                | 1,9            | 0,2               | 3,4            | 0,2               | 0,1           |
| Mars        | 66                      | 21,2                            | 5,6        | 0,4                   | 0,2                         | 0,4                | 0,1                | 2,1            | 0,3               | 4,0            | 0,1               | 0,1           |
| April       | 25                      | 17,9                            | 4,9        | 0,4                   | 0,3                         | 0,2                | 0,1                | 1,5            | 0,2               | 2,5            | 0,1               | 0,1           |
| Mai         | 21                      | 16,2                            | 5,3        | 0,5                   | 0,4                         | 0,3                | 0,2                | 1,2            | 0,2               | 1,9            | 0,4               | 0,2           |
| Juni        | 61                      | 16,6                            | 5,2        | 0,5                   | 0,5                         | 0,8                | 0,1                | 0,9            | 0,1               | 1,2            | 0,1               | 0,3           |
| Juli        | 76                      | 14,4                            | 4,6        | 0,5                   | 0,5                         | 0,0                | 0,1                | 0,4            | 0,1               | 0,6            | 0,2               | 0,1           |
| August      | 98                      | 12,4                            | 4,7        | 0,4                   | 0,4                         | 0,1                | 0,1                | 0,3            | 0,1               | 0,4            | 0,1               | 0,1           |
| September   | 56                      | 10,6                            | 4,9        | 0,3                   | 0,3                         | 0,1                | 0,1                | 0,4            | 0,1               | 0,7            | 0,2               | 0,2           |
| Oktober     | 45                      | 20,5                            | 5,0        | 0,4                   | 0,3                         | 0,1                | 0,1                | 2,0            | 0,3               | 3,9            | 0,2               | 0,1           |
| November    | 36                      | 23,2                            | 4,9        | 0,4                   | 0,2                         | 0,0                | 0,1                | 2,5            | 0,3               | 4,5            | 0,2               | 0,1           |
| Desember    | 28                      | 8,4                             | 5,0        | 0,1                   | 0,1                         | 0,0                | 0,1                | 0,4            | 0,1               | 0,7            | 0,1               | 0,1           |
| <b>2018</b> | <b>567</b>              | <b>16,0</b>                     | <b>4,9</b> | <b>0,4</b>            | <b>0,3</b>                  | <b>0,2</b>         | <b>0,1</b>         | <b>1,1</b>     | <b>0,1</b>        | <b>2,0</b>     | <b>0,2</b>        | <b>0,1</b>    |

### Avsetning og trender

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene både for sommerhalvåret 2018 og vinterhalvåret 2017/18. Avsetningstallene (enhet:  $mg/m^2$ ) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet:  $\mu g/liter$  eller  $mg/liter$ <sup>22</sup>) multipliseres med nedbøren (1 mm nedbør tilsvarer 1 liter/ $m^2$ ) for hver uke og summeres over sommerhalvåret 2018 og vinterhalvåret 2017/18. Resultatene er vist i Tabell 12 og

Tabell 13 sammen med avsetningstall for tidligere år.

<sup>22</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 2018. 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, Sjsa korr betegner sulfat korrigert for sjøsalt, avsetning er gitt i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .

| Stasjon   | Sommer-<br>halvår | H <sup>+</sup><br>$\mu\text{ekv}/\text{m}^2$ | Total<br>SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S | Sjsa korr<br>SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>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               |                |
| 2018      | 4715              | 155  | 155                                       | 74  | 37                              | 193                               | 27              | 299              | 56              | 48               |                |
| 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 2017/18.  $H^+$  angis i  $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$ , konsentrasjoner av ulike forsurende stoffer sammenveies ofte til syre-ekvivalenter ved hjelp av stoffenes forsurende effekt, Sjsa korr betegner sulfat korrigert for sjøsalt, avsetning er gitt i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .

| Stasjon   | Vinter-<br>halvår | $H^+$<br>$\mu\text{ekv}/\text{m}^2$ | Total<br>$\text{SO}_4^{2-}$ -<br>S | Sjsa<br>korr<br>$\text{SO}_4^{2-}$ -S | $\text{NH}_4^+$ -N | $\text{NO}_3$ -N | $\text{Na}^+$ | $\text{Mg}^{2+}$ | $\text{Cl}^-$ | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{K}^+$ |
|-----------|-------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|--------------|
| 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               |              |
| 2017/18   | 3947              | 77                                  | 44                                 | 44                                    | 66                 | 24               | 399           | 48               | 742           | 41               | 31           |
| 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 filtrene må byttes av lokal stasjonsholder. Med svevestøv menes PM<sub>10</sub>, dvs. partikler med aerodynamisk diameter mindre enn 10 µm <sup>footnote 23</sup>. Prøvetakingen foregår ved at luft suges inn gjennom et filter der støv avsettes. Etterpå sendes filtrene 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 (som regel 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 (se tidligere rapporter fra prosjektet).

Luftinntaket på instrumentet er tilpasset PM<sub>10</sub> siden lovverket definerer tungmetaller som andel av PM<sub>10</sub>-fraksjonen. NILU måler ikke PM<sub>2.5</sub> 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 µm, det er ingen størrelsesfraksjonering (Pettersen m.fl., 2017). Ulike målemetoder ble også påpekt i forbindelse med Riksrevisjonens gjennomgang av norsk-russisk miljøsamarbeid<sup>24</sup>.

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.

Hypigst 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 ng/m<sup>3</sup> for Ni, fra 9,50 til 88,00 ng/m<sup>3</sup> for As, fra 53,20 til 119,8 ng/m<sup>3</sup> for Cu og 2,47 til 4,05 ng/m<sup>3</sup> for Co (Sivertsen m.fl., 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 30 år siden.

---

<sup>23</sup> µm betegner mikrometer, dvs. 1/1 000 000 meter ("million'te dels") meter, eller 1/1000 millimeter.

<sup>24</sup> se <https://www.riksrevisjonen.no/rapporter-mappe/no-2018-2019/undersokelse-av-norsk-russisk-miljosamarbeid/> [besøkt 2. mai 2019].



Merk at utslippene av svoveldioksid den gang var 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, dvs. verdiene ligger høyere enn bakgrunnskonsentrasjonene som observeres ellers i Norge. 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>25</sup> i instrumentet, samt at det tidvis er problemer med strømbrydd. Ved strømbrydd 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.

---

<sup>25</sup> Blindfilter er et filter som ikke eksponeres, men som ellers behandles på samme måte som de eksponerte filtrene. 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 14: *Middelverdier av elementer i luft på Svanvik i 2018 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2018. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.*

| 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> |
|------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 01.01.2018 | 08.01.2018 | 4,2                  | 3,8                  | 0,2                  | 0,4                  |
| 08.01.2018 | 15.01.2018 | 21,1                 | 16,8                 | 0,9                  | 6,1                  |
| 15.01.2018 | 22.01.2018 | 15,0                 | 11,7                 | 0,4                  | 0,4                  |
| 22.01.2018 | 29.01.2018 | 16,8                 | 13,6                 | 0,5                  | 1,4                  |
| 29.01.2018 | 05.02.2018 | 15,1                 | 18,5                 | 0,6                  | 3,9                  |
| 06.02.2018 | 12.02.2018 | 0,8                  | 0,9                  | 0,1                  | 0,3                  |
| 12.02.2018 | 19.02.2018 | 1,1                  | 0,9                  | 0,0                  | 0,2                  |
| 19.02.2018 | 26.02.2018 | 29,8                 | 18,8                 | 1,1                  | 4,4                  |
| 26.02.2018 | 05.03.2018 | 9,1                  | 6,4                  | 0,3                  | 1,4                  |
| 05.03.2018 | 12.03.2018 | 25,7                 | 15,3                 | 1,0                  | 5,9                  |
| 12.03.2018 | 19.03.2018 | 2,4                  | 1,6                  | 0,1                  | 0,4                  |
| 19.03.2018 | 26.03.2018 | 1,8                  | 1,4                  | 0,1                  | 0,5                  |
| 26.03.2018 | 02.04.2018 | 8,4                  | 6,0                  | 0,3                  | 0,9                  |
| 02.04.2018 | 09.04.2018 | 12,6                 | 9,3                  | 0,5                  | 0,8                  |
| 09.04.2018 | 16.04.2018 | 3,0                  | 2,4                  | 0,1                  | 0,2                  |
| 16.04.2018 | 23.04.2018 | 18,2                 | 13,6                 | 0,7                  | 1,3                  |
| 23.04.2018 | 30.04.2018 | 14,4                 | 9,6                  | 0,6                  | 1,0                  |
| 30.04.2018 | 07.05.2018 | 14,8                 | 11,4                 | 0,6                  | 3,2                  |
| 07.05.2018 | 14.05.2018 | 13,1                 | 10,4                 | 0,6                  | 2,4                  |
| 14.05.2018 | 21.05.2018 | 14,6                 | 10,8                 | 0,6                  | 2,3                  |
| 21.05.2018 | 28.05.2018 | 0,4                  | 0,6                  | 0,1                  | 0,1                  |
| 28.05.2018 | 04.06.2018 | 1,7                  | 1,2                  | 0,1                  | 0,2                  |
| 04.06.2018 | 11.06.2018 | 8,4                  | 5,2                  | 0,3                  | 0,7                  |
| 11.06.2018 | 18.06.2018 | 8,4                  | 6,1                  | 0,3                  | 0,9                  |
| 18.06.2018 | 25.06.2018 | 11,9                 | 9,6                  | 0,5                  | 1,2                  |
| 25.06.2018 | 02.07.2018 | 0,3                  | 0,2                  | 0,0                  | 0,1                  |

Tabell 14 forts.: *Middelverdier av elementer i luft (Ni, Cu, Co, As) på Svanvik i 2018 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2018. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.*

| 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> |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 02.07.2018                       | 09.07.2018       | 8,5                  | 6,8                  | 0,4                  | 0,8                  |
| 09.07.2018                       | 16.07.2018       | 21,2                 | 15,9                 | 0,9                  | 4,6                  |
| 16.07.2018                       | 23.07.2018       | 3,3                  | 2,7                  | 0,2                  | 0,6                  |
| 23.07.2018                       | 30.07.2018       | 1,2                  | 1,3                  | 0,1                  | 0,4                  |
| 30.07.2018                       | 31.07.2018       | 0,7                  | 1,3                  | 0,1                  | 0,2                  |
| 13.08.2018                       | 31.08.2018       | 0,9                  | 0,8                  | 0,0                  | 0,4                  |
| 20.08.2018                       | 27.08.2018       | 0,4                  | 0,4                  | 0,0                  | 0,1                  |
| 27.08.2018                       | 03.09.2018       | 0,8                  | 1,4                  | 0,0                  | 0,2                  |
| 03.09.2018                       | 10.09.2018       | 2,5                  | 2,4                  | 0,1                  | 0,5                  |
| 10.09.2018                       | 17.09.2018       | 3,0                  | 2,9                  | 0,1                  | 0,3                  |
| 17.09.2018                       | 24.09.2018       | 2,9                  | 3,0                  | 0,1                  | 0,4                  |
| 24.09.2018                       | 01.10.2018       | 3,1                  | 3,6                  | 0,1                  | 0,4                  |
| 01.10.2018                       | 08.10.2018       | 0,1                  | 0,2                  | 0,0                  | 0,0                  |
| 08.10.2018                       | 15.10.2018       | 6,1                  | 4,1                  | 0,2                  | 0,8                  |
| 15.10.2018                       | 22.10.2018       | 0.03 <sup>1)</sup>   | 0,1                  | 0,0                  | 0,0                  |
| 22.10.2018                       | 29.10.2018       | 1,5                  | 1,4                  | 0,1                  | 0,2                  |
| 29.10.2018                       | 05.11.2018       | 0,1                  | 0,1                  | 0,0                  | 0,0                  |
| 05.11.2018                       | 12.11.2018       | 7,4                  | 8,0                  | 0,3                  | 1,9                  |
| 12.11.2018                       | 19.11.2018       | 0,3                  | 1,2                  | 0,0                  | 0,1                  |
| 06.12.2018                       | 13.12.1918       | 0,9                  | 0,9                  | 0,1                  | 0,1                  |
| 13.12.2020                       | 20.12.1918       | 5,4                  | 5,2                  | 0,2                  | 0,5                  |
| 20.12.2018                       | 27.12.1918       | 1,8                  | 2,7                  | 0,1                  | 0,1                  |
| 27.12.2018                       | 03.01.1919       | 0,4                  | 0,5                  | 0,0                  | 0,1                  |
| <b>Vektet middel<sup>2</sup></b> |                  |                      |                      |                      |                      |
| <b>1.1.2018</b>                  | <b>1.1.2019</b>  | <b>7,2</b>           | <b>5,7</b>           | <b>0,3</b>           | <b>1,1</b>           |
| <b>1.4.2018</b>                  | <b>1.10.2018</b> | <b>7,0</b>           | <b>5,5</b>           | <b>0,3</b>           | <b>0,9</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 2018 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2018. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

| 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> |
|------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 03.01.2018 | 08.01.2018 | 12,62                | 8,77                 | 0,49                 | 0,27                 |
| 08.01.2018 | 15.01.2018 | 3,20                 | 5,16                 | 0,17                 | 2,58                 |
| 15.01.2018 | 22.01.2018 | 24,77                | 23,20                | 0,87                 | 4,00                 |
| 22.01.2018 | 29.01.2018 | 17,95                | 20,40                | 0,52                 | 5,94                 |
| 29.01.2018 | 05.02.2018 | 14,89                | 20,40                | 0,60                 | 12,02                |
| 05.02.2018 | 12.02.2018 | 11,30                | 9,83                 | 0,47                 | 3,66                 |
| 12.02.2018 | 19.02.2018 | 10,13                | 8,38                 | 0,36                 | 3,62                 |
| 19.02.2018 | 26.02.2018 | 14,15                | 10,48                | 0,51                 | 7,54                 |
| 26.02.2018 | 05.03.2018 | 3,63                 | 2,43                 | 0,11                 | 0,91                 |
| 05.03.2018 | 12.03.2018 | 33,04                | 23,30                | 1,18                 | 6,36                 |
| 08.04.2018 | 09.04.2018 | 57,45                | 40,01                | 2,24                 | 9,61                 |
| 09.04.2018 | 16.04.2018 | 3,85                 | 3,56                 | 0,03                 | 0,09                 |
| 16.04.2018 | 23.04.2018 | 11,09                | 5,44                 | 0,28                 | 0,44                 |
| 30.04.2018 | 07.05.2018 | 9,64                 | 6,63                 | 0,37                 | 1,58                 |
| 07.05.2018 | 12.05.2018 | 14,86                | 10,95                | 0,59                 | 3,29                 |
| 14.05.2018 | 21.05.2018 | 1,64                 | 1,36                 | 0,08                 | 0,25                 |
| 21.05.2018 | 28.05.2018 | 1,92                 | 1,22                 | 0,11                 | 0,20                 |
| 28.05.2018 | 04.06.2018 | 1,66                 | 1,53                 | 0,08                 | 0,40                 |
| 04.06.2018 | 11.06.2018 | 0,55 <sup>1)</sup>   | 0,23                 | 0,02                 | 0,15                 |
| 11.06.2018 | 18.06.2018 | 6,60                 | 4,58                 | 0,31                 | 0,83                 |
| 18.06.2018 | 25.06.2018 | 6,85                 | 5,27                 | 0,33                 | 1,12                 |

Tabell 15 forts.: *Middelverdier av elementer i luft (Ni, Cu, Co, As) i Karpdalen i 2018 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2018. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.*

| 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> |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 09.07.2018                       | 16.07.2018       | 4,08                 | 3,19                 | 0,26                 | 0,53                 |
| 13.08.2018                       | 20.08.2018       | 11,31                | 9,38                 | 0,50                 | 4,98                 |
| 20.08.2018                       | 27.08.2018       | 9,34                 | 8,95                 | 0,47                 | 2,91                 |
| 27.08.2018                       | 03.09.2018       | 17,34                | 15,19                | 0,82                 | 2,55                 |
| 03.09.2018                       | 10.09.2018       | 3,76                 | 3,00                 | 0,16                 | 0,69                 |
| 10.09.2018                       | 17.09.2018       | 9,24                 | 7,59                 | 0,41                 | 1,64                 |
| 17.09.2018                       | 24.09.2018       | 5,00                 | 5,50                 | 0,20                 | 0,62                 |
| 24.09.2018                       | 01.10.2018       | 7,70                 | 6,07                 | 0,29                 | 0,86                 |
| 01.10.2018                       | 08.10.2018       | 1,36                 | 1,09                 | 0,06                 | 0,19                 |
| 08.10.2018                       | 15.10.2018       | 3,98                 | 3,59                 | 0,16                 | 0,52                 |
| 22.10.2018                       | 29.10.2018       | 0,40                 | 0,57                 | 0,02                 | 0,16                 |
| 29.10.2018                       | 05.11.2018       | 14,48                | 10,29                | 0,57                 | 1,47                 |
| 05.11.2018                       | 12.11.2018       | 9,45                 | 9,29                 | 0,35                 | 2,22                 |
| 12.11.2018                       | 19.11.2018       | 5,83                 | 4,42                 | 0,23                 | 0,60                 |
| 19.11.2018                       | 26.11.2018       | 0,12                 | 0,13                 | 0,02                 | 0,02                 |
| 26.11.2018                       | 03.12.2018       | 6,19                 | 5,87                 | 0,24                 | 1,45                 |
| 03.12.2018                       | 10.12.2018       | 20,68                | 17,34                | 0,77                 | 5,10                 |
| 10.12.2018                       | 17.12.2018       | 0,72                 | 1,04                 | 0,02                 | 0,13                 |
| 17.12.2018                       | 24.12.2018       | 3,93                 | 4,04                 | 0,13                 | 0,22                 |
| <b>Vektet middel<sup>2</sup></b> |                  |                      |                      |                      |                      |
| <b>1.1.2018</b>                  | <b>1.1.2019</b>  | <b>8,8</b>           | <b>7,6</b>           | <b>0,3</b>           | <b>2,2</b>           |
| <b>1.4.2018</b>                  | <b>1.10.2018</b> | <b>7,2</b>           | <b>5,7</b>           | <b>0,3</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 16: Middelerverdier av elementer i luft (Al, Cd, Cr, Fe, Pb, Mn, V, Zn) på Svanvik i 2018 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2018. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

| 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> |
|------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 01.01.2018 | 08.01.2018 | 6,6                  | 0,1                  | 0.10 <sup>1)</sup>   | 20,1                 | 0,9                  | 0,2                  | 2,3                 | 4,0                  |
| 08.01.2018 | 15.01.2018 | 16,1                 | 0,6                  | 0,5                  | 70,3                 | 6,0                  | 0,8                  | 3,0                 | 31,1                 |
| 15.01.2018 | 22.01.2018 | 60,4                 | 0,1                  | 0,6                  | 89,3                 | 2,6                  | 1,8                  | 12,2                | 14,2                 |
| 22.01.2018 | 29.01.2018 | 37,9                 | 0,2                  | 0,7                  | 66,4                 | 3,4                  | 1,4                  | 12,0                | 16,1                 |
| 29.01.2018 | 05.02.2018 | 19,5                 | 0,4                  | 0,2                  | 56,1                 | 3,7                  | 0,5                  | 4,6                 | 21,9                 |
| 06.02.2018 | 12.02.2018 | 18,4                 | 0,1                  | 0,4                  | 22,7                 | 2,0                  | 0,9                  | 1,2                 | 5,8                  |
| 12.02.2018 | 19.02.2018 | 16,4                 | 0,1                  | 0,2                  | 25,8                 | 1,9                  | 0,7                  | 1,4                 | 5,5                  |
| 19.02.2018 | 26.02.2018 | 24,1                 | 0,3                  | 0,5                  | 98,9                 | 3,2                  | 0,7                  | 6,8                 | 18,2                 |
| 26.02.2018 | 05.03.2018 | 11,1                 | 0,1                  | 0,2                  | 28,8                 | 2,2                  | 0,2                  | 1,3                 | 7,4                  |
| 05.03.2018 | 12.03.2018 | 88,4                 | 0,3                  | 1,4                  | 102,8                | 4,1                  | 1,5                  | 4,7                 | 19,4                 |
| 12.03.2018 | 19.03.2018 | 10,0                 | 0,0                  | 0,1                  | 18,0                 | 0,8                  | 0,4                  | 0,5                 | 2,9                  |
| 19.03.2018 | 26.03.2018 | 10,7                 | 0,0                  | 0,2                  | 16,5                 | 1,0                  | 0,4                  | 0,5                 | 2,7                  |
| 26.03.2018 | 02.04.2018 | 10,9                 | 0,1                  | 0,1                  | 33,0                 | 1,3                  | 0,3                  | 1,7                 | 4,2                  |
| 02.04.2018 | 09.04.2018 | 20,0                 | 0,1                  | 0,2                  | 51,1                 | 1,5                  | 0,5                  | 3,1                 | 3,8                  |
| 09.04.2018 | 16.04.2018 | 42,9                 | 0,0                  | 0,2                  | 42,7                 | 0,4                  | 0,7                  | 1,2                 | 1,5                  |
| 16.04.2018 | 23.04.2018 | 207,9                | 0,1                  | 0,7                  | 231,2                | 1,8                  | 3,1                  | 11,9                | 8,1                  |
| 23.04.2018 | 30.04.2018 | 57,4                 | 0,1                  | 0,3                  | 88,1                 | 1,0                  | 0,9                  | 2,8                 | 4,9                  |
| 30.04.2018 | 07.05.2018 | 106,0                | 0,2                  | 0,4                  | 136,5                | 3,1                  | 1,7                  | 2,2                 | 6,6                  |
| 07.05.2018 | 14.05.2018 | 94,1                 | 0,2                  | 0,7                  | 129,0                | 2,8                  | 1,8                  | 1,5                 | 12,5                 |
| 14.05.2018 | 21.05.2018 | 72,6                 | 0,2                  | 0,4                  | 116,3                | 2,9                  | 1,3                  | 2,4                 | 9,5                  |
| 21.05.2018 | 28.05.2018 | 64,2                 | 0,0                  | 0,2                  | 65,1                 | 0,2                  | 1,2                  | 0,3                 | 0,8                  |
| 28.05.2018 | 04.06.2018 | 19,8                 | 0,0                  | 0,1                  | 23,9                 | 0,3                  | 0,4                  | 0,2                 | 0,8                  |
| 04.06.2018 | 11.06.2018 | 20,6                 | 0,1                  | 0,1                  | 38,8                 | 0,8                  | 0,4                  | 0,9                 | 2,1                  |
| 11.06.2018 | 18.06.2018 | 54,5                 | 0,1                  | 0,4                  | 75,6                 | 1,6                  | 1,0                  | 0,5                 | 3,2                  |
| 18.06.2018 | 25.06.2018 | 158,5                | 0,1                  | 0,9                  | 68,6                 | 1,7                  | 1,5                  | 0,6                 | 4,2                  |
| 25.06.2018 | 02.07.2018 | 18,0                 | 0,0                  | 0,1                  | 19,1                 | 0,2                  | 0,4                  | 0,1                 | 0,5                  |

1) Målingen er utenfor akkreditert område.

2) Data er under deteksjonsgrensen.

Tabell 16 forts.: Middelerverdier av elementer i luft (Al, Cd, Cr, Fe, Pb, Mn, V, Zn) på Svanvik i 2018 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2018. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

| 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> |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 02.07.2018                        | 09.07.2018       | 57,7                 | 0,1                  | 0,4                  | 82,2                 | 1,5                  | 1,0                  | 0,9                 | 4,6                  |
| 09.07.2018                        | 16.07.2018       | 104,9                | 0,3                  | 0,6                  | 166,1                | 6,1                  | 2,0                  | 1,2                 | 10,4                 |
| 16.07.2018                        | 23.07.2018       | 77,5                 | 0,1                  | 0,3                  | 78,3                 | 0,8                  | 2,0                  | 0,5                 | 3,7                  |
| 23.07.2018                        | 30.07.2018       | 34,5                 | 0,0                  | 0,2                  | 35,9                 | 0,4                  | 0,8                  | 0,3                 | 1,4                  |
| 30.07.2018                        | 31.07.2018       | 172,5                | 0,0                  | 0,46 <sup>1)</sup>   | 160,2                | 0,5                  | 3,0                  | 0,4                 | 2,2                  |
| 13.08.2018                        | 31.08.2018       | 14,9                 | 0,0                  | 0,6                  | 18,2                 | 0,9                  | 0,5                  | 0,2                 | 2,0                  |
| 20.08.2018                        | 27.08.2018       | 8,6                  | 0,0                  | 0,2                  | 10,6                 | 0,2                  | 0,3                  | 0,1                 | 1,0                  |
| 27.08.2018                        | 03.09.2018       | 15,9                 | 0,0                  | 0,1                  | 18,4                 | 0,4                  | 0,5                  | 0,3                 | 1,1                  |
| 03.09.2018                        | 10.09.2018       | 28,5                 | 0,1                  | 0,2                  | 35,0                 | 0,7                  | 0,6                  | 0,4                 | 3,0                  |
| 10.09.2018                        | 17.09.2018       | 83,4                 | 0,1                  | 0,4                  | 70,2                 | 1,4                  | 1,8                  | 0,7                 | 3,6                  |
| 17.09.2018                        | 24.09.2018       | 20,9                 | 0,1                  | 0,1                  | 24,6                 | 0,6                  | 0,5                  | 0,3                 | 2,7                  |
| 24.09.2018                        | 01.10.2018       | 14,7                 | 0,1                  | 0,1                  | 19,9                 | 1,2                  | 0,3                  | 0,5                 | 3,0                  |
| 01.10.2018                        | 08.10.2018       | 25,1                 | 0,0                  | 0,1                  | 22,0                 | 0,3                  | 0,4                  | 0,2                 | 0,9                  |
| 08.10.2018                        | 15.10.2018       | 10,8                 | 0,1                  | 0,4                  | 27,3                 | 1,5                  | 0,3                  | 1,3                 | 4,4                  |
| 15.10.2018                        | 22.10.2018       | 4,5                  | 0,0                  | 0,1                  | 6,0                  | 0,4                  | 0,1                  | 0,0                 | 4,8                  |
| 22.10.2018                        | 29.10.2018       | 70,1                 | 0,0                  | 0,2                  | 64,7                 | 0,5                  | 1,0                  | 0,8                 | 2,4                  |
| 29.10.2018                        | 05.11.2018       | 3,7                  | 0,0                  | 0,03 <sup>1)</sup>   | 4,1                  | 0,2                  | 0,1                  | 0,3                 | 0,9                  |
| 05.11.2018                        | 12.11.2018       | 9,1                  | 0,3                  | 0,2                  | 26,1                 | 2,5                  | 0,2                  | 1,9                 | 10,6                 |
| 12.11.2018                        | 19.11.2018       | 72,9                 | 0,1                  | 0,1                  | 60,2                 | 1,0                  | 1,0                  | 0,2                 | 1,5                  |
| 06.12.2018                        | 13.12.2018       | 36,3                 | 0,1                  | 0,1                  | 28,5                 | 0,4                  | 0,5                  | 0,3                 | 1,3                  |
| 13.12.2020                        | 20.12.2018       | 11,9                 | 0,1                  | 0,1                  | 21,5                 | 1,2                  | 0,3                  | 5,0                 | 3,7                  |
| 20.12.2018                        | 27.12.2018       | 9,9                  | 0,0                  | 0,2                  | 15,2                 | 0,9                  | 0,3                  | 0,8                 | 2,1                  |
| 27.12.2018                        | 03.01.2019       | 14,2                 | 0,1                  | 0,2                  | 23,3                 | 1,9                  | 0,7                  | 0,8                 | 4,8                  |
| <b>Vektet middel<sup>2)</sup></b> |                  |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                     |                      |
| <b>1.1.2018</b>                   | <b>1.1.2019</b>  | <b>42,2</b>          | <b>0,1</b>           | <b>0,3</b>           | <b>54,6</b>          | <b>1,6</b>           | <b>0,8</b>           | <b>2,0</b>          | <b>5,9</b>           |
| <b>1.4.2018</b>                   | <b>1.10.2018</b> | <b>58,6</b>          | <b>0,1</b>           | <b>0,3</b>           | <b>68,9</b>          | <b>1,3</b>           | <b>1,1</b>           | <b>1,4</b>          | <b>4,0</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 2018 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2018. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

| 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> |
|------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 03.01.2018 | 08.01.2018 | 6,4                  | 0,1                  | 0,2                  | 38,0                 | 0,5                  | 0,2                  | 12,6                | 2,4                  |
| 08.01.2018 | 15.01.2018 | 5,7                  | 0,4                  | 0,3                  | 18,4                 | 3,3                  | 0,3                  | 3,2                 | 15,0                 |
| 15.01.2018 | 22.01.2018 | 49,7                 | 0,5                  | 0,7                  | 95,2                 | 8,6                  | 1,6                  | 24,8                | 28,4                 |
| 22.01.2018 | 29.01.2018 | 42,0                 | 0,6                  | 0,9                  | 68,4                 | 10,9                 | 1,8                  | 18,0                | 33,0                 |
| 29.01.2018 | 05.02.2018 | 12,8                 | 1,0                  | 0,3                  | 58,0                 | 12,0                 | 0,5                  | 14,9                | 47,8                 |
| 05.02.2018 | 12.02.2018 | 21,8                 | 0,3                  | 0,7                  | 59,0                 | 5,3                  | 1,1                  | 11,3                | 18,4                 |
| 12.02.2018 | 19.02.2018 | 15,6                 | 0,4                  | 0,4                  | 50,8                 | 4,2                  | 0,8                  | 10,1                | 19,0                 |
| 19.02.2018 | 26.02.2018 | 8,5                  | 0,6                  | 0,2                  | 45,0                 | 5,1                  | 0,3                  | 14,2                | 24,3                 |
| 26.02.2018 | 05.03.2018 | 6,1                  | 0,1                  | 0,1                  | 14,6                 | 2,4                  | 0,1                  | 3,6                 | 3,7                  |
| 05.03.2018 | 12.03.2018 | 24,8                 | 0,6                  | 0,6                  | 121,2                | 6,0                  | 1,3                  | 33,0                | 28,5                 |
| 08.04.2018 | 09.04.2018 | 50,2                 | 0,7                  | 1,6                  | 195,8                | 16,0                 | 1,3                  | 57,5                | 43,3                 |
| 09.04.2018 | 16.04.2018 | 8,0                  | 0,0                  | 0,4 <sup>1)</sup>    | 9,1                  | 0,8                  | 0,1                  | 3,9                 | 1,0                  |
| 16.04.2018 | 23.04.2018 | 47,0                 | 0,1                  | 0,5                  | 65,0                 | 1,2                  | 0,8                  | 11,1                | 4,8                  |
| 30.04.2018 | 07.05.2018 | 30,7                 | 0,1                  | 0,4                  | 55,8                 | 1,7                  | 0,5                  | 9,6                 | 4,5                  |
| 07.05.2018 | 12.05.2018 | 64,8                 | 0,3                  | 0,6                  | 105,8                | 3,6                  | 1,3                  | 14,9                | 11,2                 |
| 14.05.2018 | 21.05.2018 | 20,0                 | 0,0                  | 0,1                  | 26,9                 | 0,4                  | 0,4                  | 1,6                 | 1,1                  |
| 21.05.2018 | 28.05.2018 | 60,1                 | 0,0                  | 0,2                  | 64,4                 | 0,4                  | 0,9                  | 1,9                 | 1,0                  |
| 28.05.2018 | 04.06.2018 | 18,8                 | 0,0                  | 0,2                  | 18,3                 | 0,6                  | 0,3                  | 1,7                 | 1,8                  |
| 04.06.2018 | 11.06.2018 | 8,3                  | 0,0                  | 0,2                  | 6,6                  | 0,2                  | 0,1                  | 0,6 <sup>1)</sup>   | 0,4                  |
| 11.06.2018 | 18.06.2018 | 80,7                 | 0,1                  | 0,5                  | 91,3                 | 2,0                  | 1,3                  | 6,6                 | 3,3                  |
| 18.06.2018 | 25.06.2018 | 120,7                | 0,1                  | 0,3                  | 130,3                | 1,6                  | 2,0                  | 6,9                 | 5,6                  |

1) Målingen er utenfor akkreditert område.

2) Data er under deteksjonsgrensen.



Tabell 17 forts.: Middelerverdier av elementer i luft (Al, Cd, Cr, Fe, Pb, Mn, V, Zn) i Karpdalen i 2018 (delt pr halvår), samt årsmiddel og middel for sommersesongen 2018. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

| 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> |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 09.07.2018                       | 16.07.2018       | 214,4                | 0,1                  | 0,5                  | 225,8                | 1,0                  | 3,2                  | 4,1                 | 2,6                  |
| 13.08.2018                       | 20.08.2018       | 16,1                 | 0,5                  | 0,4                  | 49,8                 | 11,2                 | 0,6                  | 11,3                | 12,5                 |
| 20.08.2018                       | 27.08.2018       | 10,3                 | 0,3                  | 0,3                  | 40,3                 | 5,7                  | 0,5                  | 9,3                 | 9,2                  |
| 27.08.2018                       | 03.09.2018       | 19,5                 | 0,4                  | 0,3                  | 72,5                 | 7,1                  | 0,7                  | 17,3                | 13,5                 |
| 03.09.2018                       | 10.09.2018       | 14,2                 | 0,1                  | 0,1                  | 25,9                 | 0,9                  | 0,4                  | 3,8                 | 3,0                  |
| 10.09.2018                       | 17.09.2018       | 77,6                 | 0,2                  | 0,4                  | 87,2                 | 3,2                  | 1,7                  | 9,2                 | 8,3                  |
| 17.09.2018                       | 24.09.2018       | 24,6                 | 0,1                  | 0,1 <sup>1)</sup>    | 23,2                 | 1,3                  | 0,4                  | 5,0                 | 4,3                  |
| 24.09.2018                       | 01.10.2018       | 6,8                  | 0,1                  | 0,14                 | 25,7                 | 2,6                  | 0,2                  | 7,7                 | 3,9                  |
| 01.10.2018                       | 08.10.2018       | 7,0                  | 0,0                  | 0,2 <sup>1)</sup>    | 11,6                 | 0,6                  | 0,2                  | 1,4                 | 1,5                  |
| 08.10.2018                       | 15.10.2018       | 8,2                  | 0,1                  | 0,2 <sup>1)</sup>    | 20,3                 | 1,5                  | 0,3                  | 4,0                 | 4,8                  |
| 22.10.2018                       | 29.10.2018       | 16,1                 | 0,0                  | 0,1 <sup>1)</sup>    | 17,1                 | 0,5                  | 0,3                  | 0,4                 | 1,2                  |
| 29.10.2018                       | 05.11.2018       | 8,6                  | 0,3                  | 0,19                 | 43,6                 | 4,0                  | 0,3                  | 14,5                | 13,5                 |
| 05.11.2018                       | 12.11.2018       | 8,4                  | 0,4                  | 0,16                 | 34,1                 | 3,6                  | 0,3                  | 9,5                 | 15,7                 |
| 12.11.2018                       | 19.11.2018       | 11,9                 | 0,1                  | 0,1 <sup>1)</sup>    | 26,6                 | 1,0                  | 0,2                  | 5,8                 | 4,8                  |
| 19.11.2018                       | 26.11.2018       | 28,2                 | 0,0                  | 0,1 <sup>1)</sup>    | 22,8                 | 0,2                  | 0,4                  | 0,1                 | 0,4                  |
| 26.11.2018                       | 03.12.2018       | 8,7                  | 0,2                  | 0,1 <sup>1)</sup>    | 32,0                 | 2,0                  | 0,3                  | 6,2                 | 8,5                  |
| 03.12.2018                       | 10.12.2018       | 16,6                 | 0,5                  | 0,4                  | 87,4                 | 10,7                 | 0,7                  | 20,7                | 18,2                 |
| 10.12.2018                       | 17.12.2018       | 2,6                  | 0,0                  |                      | 5,4                  | 0,7                  | 0,1                  | 0,7                 | 1,3                  |
| 17.12.2018                       | 24.12.2018       | 11,2                 | 0,1                  | 0,2                  | 28,8                 | 1,8                  | 0,6                  | 3,9                 | 5,1                  |
| <b>Vektet middel<sup>2</sup></b> |                  |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                     |                      |
| <b>1.1.2018</b>                  | <b>1.1.2019</b>  | <b>29,7</b>          | <b>0,2</b>           | <b>0,3</b>           | <b>52,1</b>          | <b>3,5</b>           | <b>0,7</b>           | <b>3,6</b>          | <b>10,2</b>          |
| <b>1.4.2018</b>                  | <b>1.10.2018</b> | <b>46,5</b>          | <b>0,1</b>           | <b>0,3</b>           | <b>62,8</b>          | <b>2,6</b>           | <b>0,8</b>           | <b>1,9</b>          | <b>5,3</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 data pr måned er vist i Tabell 18 og

Tabell 19.

Nikkel (Ni), kobber (Cu), kobolt (Co) og arsen (As) regnes som spormetaller fra nikkilverkene. 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 nikkilverkene. 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 har påvirket konsentrasjonene av de ulike elementene.

Tabell 18: Månedsmiddelverdier og årsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør på Svanvik i 2018. Enhet: mm nedbør og konsentrasjon µg/l.

| Måned       | Nedbør-<br>mengde<br>mm | Pb<br>µg/l | Cd<br>µg/l | Zn<br>µg/l | Ni<br>µg/l  | As<br>µg/l | Cu<br>µg/l  | Co<br>µg/l | Cr<br>µg/l | V<br>µg/l  | Al<br>µg/l  |
|-------------|-------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| Januar      | 21                      | 1,2        | 0,2        | 5,7        | 27,9        | 0,8        | 60,3        | 1,0        | 0,1        | 1,7        | 12,2        |
| Februar     | 9                       | 0,6        | 0,1        | 17,9       | 22,4        | 0,5        | 46,1        | 0,7        | 0,1        | 0,7        | 11,6        |
| Mars        | 36                      | 0,4        | 0,0        | 2,1        | 11,0        | 0,3        | 15,4        | 0,3        | 0,1        | 0,4        | 6,1         |
| April       | 23                      | 0,7        | 0,1        | 7,3        | 14,5        | 1,2        | 26,6        | 0,4        | 0,1        | 0,7        | 9,4         |
| Mai         | 11                      | 1,3        | 0,1        | 8,0        | 32,5        | 1,2        | 57,2        | 1,0        | 0,3        | 0,6        | 31,9        |
| Juni        | 49                      | 1,0        | 0,1        | 2,5        | 33,9        | 1,5        | 29,3        | 0,9        | 0,4        | 0,2        | 24,2        |
| Juli        | 72                      | 0,8        | 0,0        | 3,1        | 25,4        | 0,7        | 27,3        | 0,7        | 0,3        | 0,1        | 22,2        |
| August      | 88                      | 0,8        | 0,0        | 3,0        | 20,5        | 0,8        | 19,8        | 0,5        | 0,1        | 0,1        | 11,7        |
| September   | 39                      | 1,5        | 0,1        | 7,9        | 63,1        | 2,1        | 60,4        | 1,7        | 0,6        | 0,5        | 32,6        |
| Oktober     | 31                      | 1,0        | 0,0        | 3,6        | 20,0        | 0,4        | 19,6        | 0,6        | 0,4        | 0,4        | 89,3        |
| November    | 22                      | 1,3        | 0,1        | 5,6        | 29,9        | 0,4        | 36,3        | 1,0        | 0,6        | 0,9        | 252,3       |
| Desember    | 17                      | 0,6        | 0,1        | 2,3        | 6,3         | 0,2        | 17,3        | 0,3        | 0,1        | 0,3        | 13,0        |
| <b>2018</b> | <b>418</b>              | <b>0,9</b> | <b>0,1</b> | <b>4,3</b> | <b>26,5</b> | <b>0,9</b> | <b>30,5</b> | <b>0,7</b> | <b>0,3</b> | <b>0,4</b> | <b>35,5</b> |

Tabell 19: Månedsmiddelverdier og årsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør i Karpdalen i 2018. Enhet: mm nedbør og konsentrasjon µg/l.

| Måned       | Nedbør-<br>mengde<br>mm | Pb<br>µg/l | Cd<br>µg/l | Zn<br>µg/l | Ni<br>µg/l  | As<br>µg/l | Cu<br>µg/l  | Co<br>µg/l | Cr<br>µg/l | V<br>µg/l  | Al<br>µg/l  |
|-------------|-------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| Januar      | 23                      | 0,6        | 0,1        | 8,7        | 16,6        | 0,5        | 23,8        | 0,4        | 0,3        | 0,8        | 9,9         |
| Februar     | 23                      | 0,5        | 0,1        | 9,1        | 29,6        | 0,4        | 31,4        | 0,6        | 0,2        | 0,6        | 11,2        |
| Mars        | 43                      | 0,5        | 0,0        | 3,5        | 15,6        | 0,4        | 17,2        | 0,4        | 0,2        | 0,4        | 15,9        |
| April       | 25                      | 0,6        | 0,1        | 11,2       | 28,0        | 0,9        | 22,1        | 0,8        | 0,3        | 0,6        | 31,1        |
| Mai         | 11                      | 1,1        | 0,1        | 15,8       | 70,3        | 1,4        | 37,7        | 2,2        | 1,2        | 1,3        | 167,3       |
| Juni        | 53                      | 1,0        | 0,1        | 15,9       | 16,8        | 0,7        | 20,3        | 0,5        | 0,5        | 0,7        | 90,5        |
| Juli        | 90                      | 1,0        | 0,0        | 5,2        | 16,2        | 0,8        | 14,2        | 0,5        | 0,5        | 0,5        | 105,4       |
| August      | 41                      | 1,4        | 0,1        | 9,4        | 36,9        | 1,8        | 34,0        | 1,1        | 0,7        | 0,6        | 145,6       |
| September   | 51                      | 0,7        | 0,1        | 9,4        | 26,6        | 0,8        | 23,3        | 0,8        | 0,4        | 0,3        | 50,6        |
| Oktober     | 15                      | 0,4        | 0,0        | 4,3        | 6,2         | 0,2        | 13,8        | 0,2        | 0,3        | 0,3        | 43,4        |
| November    | 50                      | 0,5        | 0,0        | 4,4        | 24,3        | 0,4        | 25,0        | 0,8        | 0,4        | 0,4        | 39,3        |
| Desember    | 39                      | 0,7        | 0,1        | 7,7        | 14,8        | 0,3        | 19,0        | 0,5        | 0,2        | 0,4        | 19,1        |
| <b>2018</b> | <b>464</b>              | <b>0,8</b> | <b>0,1</b> | <b>8,1</b> | <b>22,5</b> | <b>0,7</b> | <b>21,9</b> | <b>0,7</b> | <b>0,4</b> | <b>0,5</b> | <b>66,9</b> |

### 5.3 Tungmetaller i nedbør - våtavsetning

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene, både for sommerhalvåret 2018 og vinterhalvåret 2017/18. Avsetningstallene (enhet: mg/m<sup>2</sup>) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet: µg/liter eller mg/liter <sup>26</sup>) multipliseres med nedbøren (1 mm nedbør tilsvarer 1 liter/m<sup>2</sup>) for hver uke og summeres over vinterhalvåret 2017/18 og sommerhalvåret 2018. Resultatene er vist i Tabell 20 og Tabell 21 sammen med avsetningstall for tidligere år (trender).

Avsetningen i nedbør av Ni, Cu og As på Svanvik for vinterhalvårene fra 1988/89 til 2017/18 og for sommerhalvårene fra 1989 til 2018 er vist i Figur 12 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub>, se også tallene i Tabell 20 og Tabell 21.

Avsetningen av nikkel på Svanvik vinteren 2017/18 (3,8 mg/m<sup>2</sup>) og sommeren 2018 (8,4 mg/m<sup>2</sup>), samt i Karpdalen vinteren 2017/18 (3,2 mg/m<sup>2</sup>) og sommeren 2018 (6,7 mg/m<sup>2</sup>), er i sum over tålegrense for nikkel i nedbør beregnet til 4-6 mg/(m<sup>2</sup> år) for Øst-Finnmark. Dette gjelder med tanke på drikkevann (Reinds m.fl., 2006). For ytterligere diskusjon om vannkvalitet henvises til annen rapport under overvåkingsprogrammet (Garmo og Skancke, 2018).

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

---

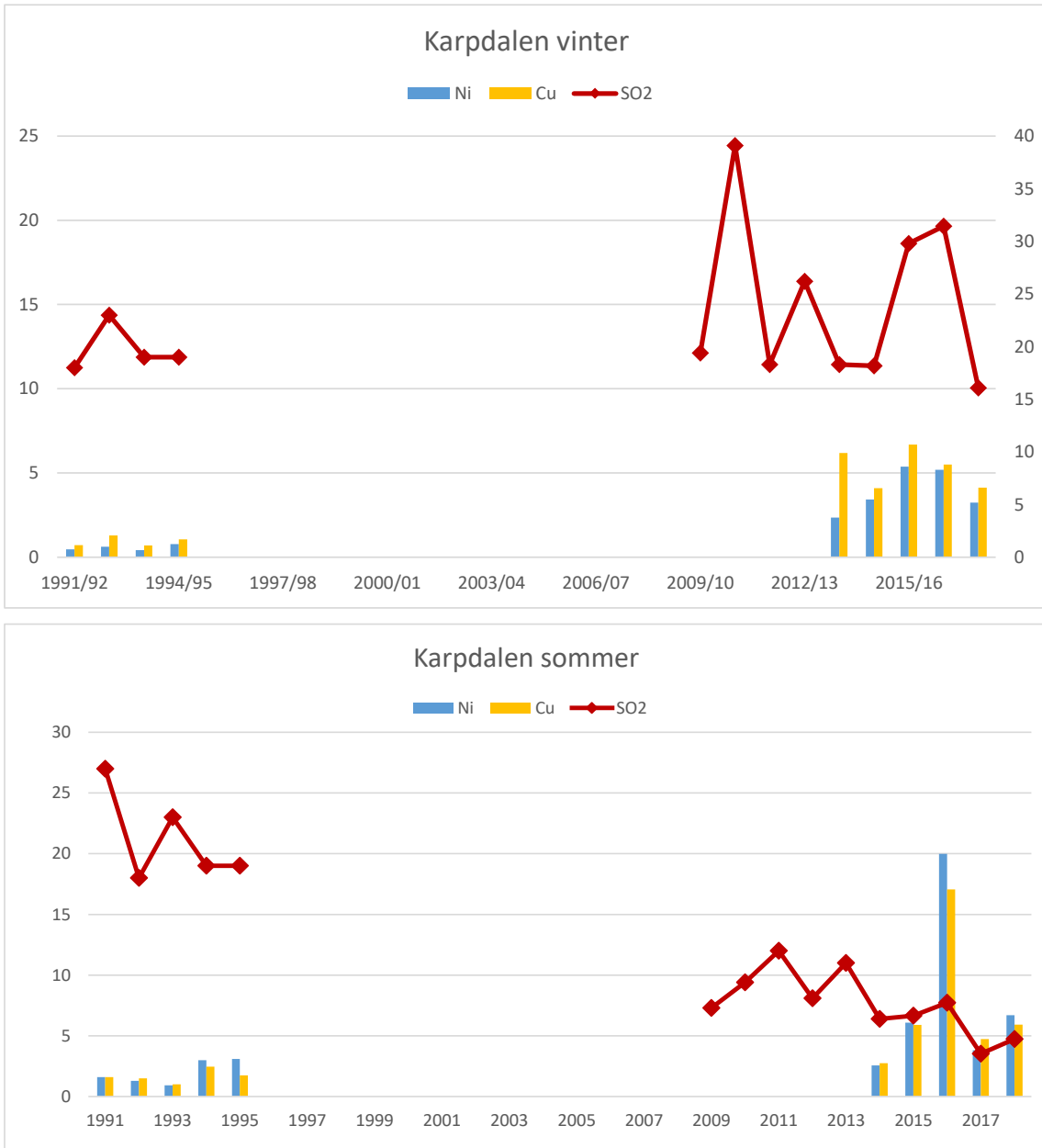
<sup>26</sup> 1 000 µg = 1 mg, likeledes 1 000 000 µg = 1 000 mg = 1 g.

Tabell 20: Avsetning av metaller med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2017/18. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

| Stasjon   | Vinter-<br>halvår | Pb<br>mg/m <sup>2</sup> | Cd<br>mg/m <sup>2</sup> | Zn<br>mg/m <sup>2</sup> | Ni<br>mg/m <sup>2</sup> | As<br>mg/m <sup>2</sup> | Cu<br>mg/m <sup>2</sup> | Co<br>mg/m <sup>2</sup> | Cr<br>mg/m <sup>2</sup> | V<br>mg/m <sup>2</sup> | Al<br>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                    |
|           | 2017/18           | 0,09                    | 0,01                    | 1,08                    | 3,24                    | 0,09                    | 4,13                    | 0,09                    | 0,04                    | 0,09                   | 2,87                    |
| 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                   |                         |
| 2017/18   | 0,11              | 0,02                    | 0,73                    | 3,81                    | 0,14                    | 5,28                    | 0,12                    | 0,03                    | 0,12                    | 1,91                   |                         |

Tabell 21: Avsetning av metaller med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 - 2018. Enhet: mg/m<sup>2</sup>

| Stasjon   | Sommerhalvår | Pb<br>mg/m <sup>2</sup> | Cd<br>mg/m <sup>2</sup> | Zn<br>mg/m <sup>2</sup> | Ni<br>mg/m <sup>2</sup> | As<br>mg/m <sup>2</sup> | Cu<br>mg/m <sup>2</sup> | Co<br>mg/m <sup>2</sup> | Cr<br>mg/m <sup>2</sup> | V<br>mg/m <sup>2</sup> | Al<br>mg/m <sup>2</sup> |
|-----------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Karpdalen | 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                   |
|           | 2018         | 0,26                    | 0,02                    | 2,63                    | 6,70                    | 0,26                    | 5,91                    | 0,20                    | 0,15                    | 0,15                   | 25,82                   |
| 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                   |                         |
| 2018      | 0,27         | 0,02                    | 1,17                    | 8,43                    | 0,31                    | 8,73                    | 0,23                    | 0,08                    | 0,07                    | 5,65                   |                         |



Figur 12: Avsetning med nedbør av Ni og Cu (søyler, enhet mg/m<sup>2</sup>, venstre akse) i Karpdalen i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2017/18 (øvre panel) og i sommerhalvårene fra 1989 til 2018 (nedre panel). Halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO<sub>2</sub> er også vist (rød linje, enhet µg/m<sup>3</sup>, høyre akse).

## 6 Referanser og relevant stoff om forurensning i grenseområdene Norge - Russland

### 6.1 Internettsteder

Her er det listet opp endel hjemmesider som er relevante for dette overvåkingsprosjektet (oppdatert pr. juni 2019).

Miljødirektoratet (eng Norwegian Environment Agency): [www.miljodirektoratet.no](http://www.miljodirektoratet.no)

Klima- og miljødepartementet: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kld.html?id=668>

NILU - Norsk institutt for luftforskning: [www.nilu.no](http://www.nilu.no)

Luftkvalitet.info der SO<sub>2</sub> på Svanvik og i Karpdalen vises i nær sanntid (vises under Sør-Varanger):

<http://www.luftkvalitet.info/home/airquality.aspx?type=1&topic=1&id=%7b9aed45c7-5cb6-4dd0-83ec-b76455a188d5%7d>

Miljøstatus. Avsetning av svovel og nitrogen:

<http://www.miljostatus.no/tema/luftforurensning/sur-nedbor/>

Miljøstatus. Miljøgifter i mose:

<http://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/miljogifter-i-mose/>

Fylkesmannen i Troms og Finnmark - Miljø:

<https://www.fylkesmannen.no/troms-finnmark/miljo-og-klima/forurensning/>

Nasjonalparksamarbeidet i Pasvik: <http://www.pasvik-inari.net/>

Pasvik Zapovednik (russisk nasjonalpark): <http://www.pasvik51.ru>

Pasvikprogrammet: <http://www.pasvikmonitoring.org/>

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (Statens strålevern): <http://www.dsa.no/>



NIBIO Svanhovd: <http://www.svanhovd.no/>

Barentssekretariatet: <https://www.barents.no/nb>

Barentsobserver (nettavis med mye relevant stoff om grenseområdene):

<https://thebarentsobserver.com/en>

Sett Nordfra (nettbasert nyhetsmagasin med nord-perspektiv):

<http://www.settnordfra.no/>

High North News (nyhetsmagasin drevet av High North Centre ved Universitet Nord i Bodø): <http://www.highnorthnews.com/>

Miljøvernorganisasjoner:

<http://naturvernforbundet.no/>

<http://naturvernforbundet.no/finnmark/>

<http://www.nu.no>

<http://www.bellona.no/>

<http://www.bellona.ru/> (på russisk)

NorNickel (på russisk benevnt НОРНИКЕЛЯ, dvs. moderselskapet/kombinatet):

<https://www.nornickel.ru/> (russisk) og <https://www.nornickel.com> (engelsk)

Kola Bergverkskompani, på russisk benevnt Кольская ГМК / Kolskaya GMK, på engelsk benevnt Kola MMC / Kola Mining and Metallurgical Company, dvs det lokale selskapet:

<http://www.kolagmk.ru>

Finske meteorologiske institutt:

<http://ilmatieteenlaitos.fi/>

<http://sv.ilmatieteenlaitos.fi/> (svensk versjon)

Luftkvalitet nu (Finland):

<http://www.ilmanlaatu.fi/>

<https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/luftkvalitet>

Russiske måleresultater:

[http://www.kolgimet.ru/monitoring-zagrijaznenija-okruzhajushchei-sredy/sostojanie-i-zagrijaznenie-atmosfernogo-vozdukha/?no\\_cache=1](http://www.kolgimet.ru/monitoring-zagrijaznenija-okruzhajushchei-sredy/sostojanie-i-zagrijaznenie-atmosfernogo-vozdukha/?no_cache=1)

## 6.2 Litteratur

Mangeårig prosjektleder Leif Otto Hagen og medforfattere har skrevet tilsammen 22 halvårs- og årsrapporter for dette prosjektet fra 1991 og fram til 2006. Av disse er kun den siste tatt med i referanselisten. Likeledes er studier fra før år 2000 utelatt. For tidligere studier, konsultér tidligere rapporter fra prosjektet.

AMAP (2005) AMAP Assessment 2002: Heavy Metals in the Arctic. Oslo, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).

Amundsen, P.-A., Kashulin, N.A., Terentjev, P. Gjelland, K.Ø., Koroleva, I.M., Dauvalter, V.A., Sandimirov, S. Kashulin, A., Knudsen, R. (2011) Heavy metal contents in whitefish (*Coregonus lavaretus*) along a pollution gradient in a subarctic watercourse. *Environ. Monit Assess.*, 182, 301-316, doi 10.1007/s10661-011-1877-1.

Berglen, T.F., Sivertsen, B., Arnesen, K. (2008) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2007-mars 2008. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1037/2008. TA-2445/2008) (NILU OR, 68/2008).

Berglen, T.F., Andresen, E., Arnesen, K., Hansen, T., Ofstad, T., Rode, A., Sivertsen, B., Uggerud, H.T., Vadset, M. (2009) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2008-mars 2009. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1054/2009. TA-2533/2009) (NILU OR, 27/2009).

Berglen, T.F., Andresen, E., Arnesen, K., Kalvenes, Ø., Ofstad, T., Rode, A., Tønnesen, D.A., Uggerud, H.T., Vadset, M. (2010) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2009-mars 2010. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1082/2010. TA-2730/2010) (NILU OR, 35/2010).

Berglen, T.F., Arnesen, K., Rode, A., Tønnesen, D. (2011) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2010-mars 2011. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1106/2011. TA 2838/2011) (NILU

Berglen, T.F., Andresen, E., Arnesen, K., Nilsson, L.O., Ofstad, T., Rode, A., Tønnesen, D., Vadset, M. (2012) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2011-mars 2012. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1128/2012. TA 2951/2012) (NILU OR, 25/2012).

Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Haugsbakk, I., Nilsson, L.O., Ofstad, T., Tønnesen, D., Vadset, M., Våler, R.L. (2013) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2012 - mars 2013. Kjeller, NILU (Statlig program for

- forurensningsovervåking. Rapport 1153/2013.) (Miljødirektoratet rapport, M-41/2013) (NILU OR, 42/2013).
- Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Haugsbakk, I., Nilsson, L.O., Ofstad, T., Tønnesen, D., Vadset, M., Våler, R.L. (2014) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2013 - mars 2014. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-204/2014) (NILU OR, 33/2014).
- Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Nilsson, L.O., Tønnesen, D., Vadset, M., Våler, R.L. (2015) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2014 - mars 2015. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-384/2015) (NILU OR, 21/2015).
- Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Nilsson, L.O., Svendby, T.M., Tønnesen, D., Vadset, M., Våler, R.L. (2016) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2015 - mars 2016. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-567/2016) (NILU OR, 16/2016).
- Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Svendby, T.M., Tønnesen, D., Vadset, M., Våler, R.L. (2017) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet kalenderåret 2016. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-808/2017) (NILU OR, 32/2017).
- Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Tønnesen, D., Vadset, M. og Våler, R.L. (2018) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, årsrapport 2017. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-1069/2018) (NILU OR, 14/2018).
- Bjerke, J.W., Tømmervik, H., Finne, T.E., Jensen, H., Lukina, N., Bakkestuen, V. (2006) Epiphytic lichen distribution and plant leaf heavy metal concentrations in Russian–Norwegian boreal forests influenced by air pollution from nickel-copper smelters. *Boreal Environ. Res.*, *11*, 441-450.
- Bohlin-Nizzetto, P., Aas, W., Halse, A.K., Nikiforov, V. (2019) Monitoring of environmental contaminants in air and precipitation. Annual report 2018. Kjeller, NILU (Norwegian Environment Agency, M-1419|2019) (NILU report, 11/2019).
- Dauvalter, V., Rognerud, S. (2001) Heavy metal pollution in sediments of the Pasvik River drainage. *Chemosphere*, *42*, 9-18.
- Dauvalter, V.A., Kashulin, N.A., Sandimirov, S.S., Terentjev, P., Denisov, D., Amundsen, P.-A. (2011) Chemical composition of lake sediments along a pollution gradient in a subarctic watercourse. *J. Environ. Sci. and Health, Part A*, *46*, 1020-1033, doi: 10.1080/10934529.2011.584503.
- Engdahl, B.J., Velken, A.V.S., Berglen, T.F., Hodnebrog, Ø., Stordal, F. (2014) Utslipp, spredning og avsetning av SO<sub>2</sub> fra Nikel og Zapoljarnij. En WRF-Chem modellstudie. (Kjeller, NILU OR, 57/2014).
- European Commission (1996) Council Directive 96/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management. (Rammedirektivet). *Off. J. Eur. Communities*, *L296*, *21/11/1996*, 0055-0063.
- European Commission (1999) Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate

- matter and lead in ambient air. *Off. J. Eur. Communities*, L163, 29/06/1999, 0041-0060.
- EU (2005) Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. *Off. J. Eur. Union*, L 23, 3-16.
- Garmo, Ø. og Skancke, L.B. (2018) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – vannkjemiske effekter 2017. Oslo, Norsk institutt for vannforskning. Statlig program for forurensningsovervåking. (Miljødirektoratet rapport, M-1058/2018). (NIVA-rapport 7296-2018). Nedlastbar fra: <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/2583896> [besøkt 21. mai 2019]
- Grøntoft, T., Ferm, M. (2014) International co-operative programme on effects on materials, including historic and cultural monuments. Trend exposure programme 2011 - 2012. Environmental data report October 2011 to December 2012. Kjeller, NILU (UN/ECE International co-operative programme on effects on materials, including historic and cultural monuments. Report no. 75) (NILU OR, 23/2014).
- Hagen, L.O. (1977) Landsoversikt over luftforurensningstilstanden i Norge, resultater av målingene i kommunene i perioden oktober 1973 - mars 1976. Med databilag. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 14/77).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Johnsrud, M. (1989) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1.7.1989. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 46/89).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B, Arnesen, K. (2006) Grenseområdene i Norge og Russland. Luft og nedbørkvalitet, april 2005-mars 2006. Kjeller, NILU (NILU OR, 69/2006).
- Harmens, H., Norris, D.A., Steinnes, E., Kubin, E., Piispanen, J., Alber, R., Aleksiyenak, Y., Blum, O., Coşkun, M., Dam, M., De Temmerman, L., Fernández, J.A., Frolova, M., Frontasyeva, M., González-Miqueo, L., Grodzińska, K., Jeran, Z., Korzekwa, S., Krmar, M., Kvietkus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S.H., Mankovská, B., Pesch, R., Rühling, A., Santamaria, J.M., Schröder, W., Spiric, Z., Suchara, I., Thöni, L., Urumov, V., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2010) Mosses as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition: Spatial patterns and temporal trends in Europe. *Environ. Pollut.*, 158, 3144-3156.
- Harmens, H., Norris, D.A., Sharps, K., Mills, G., Alber, R., Aleksiyenak, Y., Blum, O., Cucu-Man, S.M., Dam, M., De Temmerman, L., Ene, A., Fernandez, J.A., Martinez-Abaiagar, J., Frontasyeva, M., Godzik, B., Jeran, Z., Lazo, P., Leblond, S., Liiv, S., Magnusson, S.H., Mankovska, B., Karlsson, G.P., Piispanen, J., Poikolainen, J., Santamaria, J.M., Skudnik, M., Spiric, Z., Stafilov, T., Steinnes, E., Stihi, C., Suchara, I., Thoni, L., Todoran, R., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2015) Heavy metal and nitrogen concentrations in mosses are declining across Europe whilst some "hotspots" remain in 2010. *Environ. Pollut.*, 200, 93-104.
- Høiskar, B.A.K., Haugen, R. (2005) Nettverket for overvåking av radioaktivitet i luft i Norge. Årsrapport 2004. Kjeller, NILU (NILU OR, 17/2005).

- Hønneland, G., Rowe, L. (2008) Fra svarte skyer til helleristninger. Norsk-russisk miljøvernssamarbeid gjennom 20 år. Trondheim, Tapir akademisk forlag.
- Jacobsen, A.R. (2006) Nikkel, jern og blod. Krigen i Nord 1939-1945. Oslo, Aschehoug.
- Jensen, H.K.B., Finne, T.E., Gwynn, J., Kiel Jensen, L. (2012). Forurensningsbelastning i humusprøver fra østlige og indre Finnmark: tungmetaller, radioaktive elementer, arsen, og PAH(16) og variasjoner i perioden 1995-2011. Trondheim, Norges geologiske undersøkelse (NGU Rapport, 2012.042).
- Jæger, Ø. (2011) Landsomfattende mark- og grunnvannsnett – årsrapport 2010. Trondheim, Norges Geologiske undersøkelse (NGU Rapport, 2011.028).
- Jæger, Ø., Frengstad, B. (2015) Landsomfattende mark- og grunnvannsnett – årsrapport 2013 og 2014. Trondheim, Norges geologiske undersøkelse (NGU Rapport, 2015.004).
- Kashulin, N.A., Terentyev, P.M., Amundsen, P-A., Dauvalter, V.A., Sandimirov, S.S., Kashulin, A.N. (2011) Specific Features of Accumulation of Cu, Ni, Zn, Cd, and Hg in Two Whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) Morphs Inhabiting the Inari–Pasvik Lacustrine–Riverine System. *Aquat. Toxicol.*, 4, 383-392.
- Lappalainen, A., Tammi, J., Puro-Tahvanainen, A. (2007) The effects of nickel smelters on water quality and littoral fish species composition in small water courses in the border area of Finland, Norway and Russia. *Boreal Environ. Res.*, 12, 455-466.
- Mc Innes, H., Sivertsen, B., Arnesen, K. (2007) Grenseområdene i Norge og Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2006-mars 2007. Kjeller, NILU (NILU OR, 43/2007).
- Miljøverndepartementet (2004) Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Oslo (FOR 2004-06-01 nr 931). Nedlastbar fra: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/lldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html> [besøkt 9. mai 2019].
- Mokrotovarova, O., Korotkova, T.D., Pavlova, T.V., Berglen, T.F., Berteig, A., Johannessen, T. (2015) Russian-Norwegian ambient air monitoring in the border areas. Oslo, Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet rapport, M-322/2015).
- Myking, T., Aarrestad, P.A., Derome, J., Bakkestuen, V., Bjerke, J.W., Gytarsky, M., Isaeva, L., Karaban, R., Korotkov, V., Lindgren, M., Lindroos, A.-J., Røsberg, I., Salemaa, M., Tømmervik, H., Vassilieva, N. (2009) Effects of air pollution from a nickel-copper industrial complex on boreal forest vegetation in the joint Russian-Norwegian-Finnish border area. *Boreal Environ. Res.*, 14, 279-296.
- Møller, B, Tazmini K., Drefvelin J, Gäfvert T (2018) Overvaking av radioaktivitet i omgivnadene 2017. Resultat frå Strålevernet sine Radnett- og luftfilterstasjonar, nedbørssamlarar og frå Sivilforsvaret si radiac-måleteneste. Østerås, Statens strålevern (StrålevernRapport, 2018:11). Nedlastbar fra : <https://www.dsa.no/publikasjon/straalevernrapport-2018-11-overvaking-av-radioaktivitet-i-omgivnadane-2017.pdf> [besøkt 8. mai 2019].

- Nasjonalt folkehelseinstitutt (2013). *Luftkvalitetskriterier. Virkninger av luftforurensning på helse* (Rapport 2013:9). Oslo: Nasjonalt folkehelseinstitutt. Nedlastbar fra: [www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2013/luftkvalitetskriterier---virkninger-av-luftforurensning-pa-helse-pdf.pdf](http://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2013/luftkvalitetskriterier---virkninger-av-luftforurensning-pa-helse-pdf.pdf) [besøkt 9. mai 2019].
- Odasz-Albrigtsen, A.M., Tømmervik, H., Murphy, P. (2000) Decreased photosynthetic efficiency in plant species exposed to multiple airborne pollutants along the Russian-Norwegian Border. *Can. J. Bot.*, 78, 1021-1033.
- Pettersen, C. F., Berglen, T. F., Aronsen, H., Guttu, S., Chaus, O., Ustinova, A., Pavlova, T., Korotkova, T.D. (2017) Russian-Norwegian ambient air monitoring in the border areas – Updated report joint 2010-2015. Trondheim, Miljødirektoratet (Miljødirektoratet rapport, M-761/2017).
- Puro-Tahvanainen, A., Zueva, M., Kashulin, N., Sandimirov, S., Christensen, G.N., Grekelä, I. (2011) Pasvik water quality report. Environmental Monitoring Programme in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area. Rovaniemi, Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland (ELY Report 7/2011).
- Rautio, P., Poikolainen, J. (2014) State of the terrestrial environment in the joint Finnish, Norwegian and Russian border area in 2011 on the basis of bioindicators - Final technical report of the Pasvik programme. In *Reports*, 21. Rovaniemi, Finland, Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland (Reports, 4/2014).
- Reinds, G.J., Groenenberg, J.E., W. de Vries, W. (2006) Critical loads of copper, nickel, zinc, arsenic, chromium and selenium for terrestrial ecosystems at a European scale. A preliminary assessment. Wageningen, Alterra (Alterra-rapport, 1355).
- Rognerud, S., Dauvalter, V., Fjeld, E., Skjelkvåle, B.L., Christensen, G., Kashulin, A. (2013) Spatial trends of trace-element contamination in recently deposited lake sediment around the Ni–Cu smelter at Nikel, Kola Peninsula, Russian Arctic. *Ambio*, 42, 13.
- Rowe, L., Pechenganikel: Soviet Industry, Russian Pollution, and the Outside World, Doctoral dissertation, University of Oslo, 2013, 339 p
- Sandanger, T.M., Anda, E., Berglen, T.F., Evenset, A., Christensen, G., Heimstad, E.S. (2013) Health and environmental impacts in the Norwegian border area related to local Russian industrial emissions. Knowledge status. Kjeller, NILU (NILU OR, 40/2013).
- Schartau, A.K., Fjellheim, A., Garmo, Ø.A., Halvorsen, G.A., Hesthagen, T.H., Saksgård, R., J., Skancke, L.B., Walseng, B., (2016) Effekter av langtransporterte forurensninger i norske innsjøer – forsuringstilstand og trender. Inkludert nye overvåkingsdata fra 2012-2014. Oslo, Norsk institutt for vannforskning Statlig program for forurensningsovervåking. (Miljødirektoratet rapport, M-503/2016).
- Statens forurensningstilsyn (2002) Air pollution effects in the Norwegian-Russian border area. A status report. Oslo, SFT (TA-1860/2002).

- Stebel, K., Christensen, G., Derome, J., Grekelä, I. (eds.) (2007) State of the environment in the Norwegian, Finnish, and Russian border area. Rovaniemi, Lapland Regional Environment Centre (The Finnish Environment, 6/2007).
- Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T. (2011a) Three decades of atmospheric metal deposition in Norway as evident from analysis of moss samples. *Sci. Total Environ.*, 412-413, 351-358.
- Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T., Pfaffhuber, K.A. (2011b) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2010 Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1109/2011. TA-2859/2011) (NILU OR, 60/2011).
- Symon, C. (2008) Pasviksprogrammet oppsummeringsrapport. Miljøtilstanden i grenseområdene mellom Norge, Finland og Russland. Vadsø, Fylkesmannen i Finnmark (Rapport, 1-2008).
- Tømmervik, H., Høgda, K.A., Solheim, I. (2003) Monitoring vegetation changes in Pasvik (Norway) and Pechenga in Kola Peninsula (Russia) using multi-temporal Landsat MSS/TM data. *Rem. Sens. Environ.*, 85, 370-388.
- Vannregionmyndigheten Finnmark (2009) Forvaltningsplan for Finnmark, vannområdene Tana, Neiden og Pasvik for perioden 2010-2015. Vadsø, Vannregionmyndigheten i Finnmark.
- World Health Organization (2006) WHO air quality guidelines global update 2005. Report on a Working Group meeting, Bonn, Germany, 18-20 October 2005. København, WHO.
- Ylikörkkö, J., Christensen, G., Kashulin, N., Denisov, D., Andersen, H.J., Jelkänen, E. (eds.) (2015) Environmental challenges in the joint border area of Norway, Finland and Russia. Rovaniemi, Finland, Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland (Reports, 41).
- Aamlid, D., Myking, T. (2010) Forest ecosystem monitoring in the Pasvik River valley and adjoining area. In: *John Derome (1947-2010) Memorial seminar, Rovaniemi 2010*. Vantaa, Finnish Forest Research Institute (Working papers, 180). pp. 19-20. Nedlastbar fra: [www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp180.pdf](http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp180.pdf) [besøkt 9.mai 2019].
- Aamlid, D., Skogheim, I. (2001) The occurrence of *Hypogymnia physodes* and *Melanelia olivacea* lichens on birch stems in northern boreal forest influenced by local air pollution. *Nor. Geogr. Tidsskr.*, 55, 94-98.
- Aas, W., Fiebig, M., Solberg, S., Yttri, K.E. (2019) Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway. Annual Report 2018. Kjeller, NILU (Norwegian Environment Agency, M-1395|2019) (NILU report 8/2019).

### 6.3 Eldre NILU-rapporter fra prosjektet

De eldste rapportene i programmet Norge - Russland er nå gjort tilgjengelig i fulltekst på NILUs web. [URL juli 2019]. Merk at mange av disse rapportene er scannet fra papir og teksten er derved ikke elektronisk søkbar. Ved spørsmål, vennligst send henvendelse til NILUs bibliotek (bibl@nilu.no).

- Hagen, L O., Sivertsen, B., Arnesen, K., Innset, B. (1998) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April 1997-mars 1998. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 749/98. TA-1599/1998) (NILU OR, 70/98).  
<https://www.nilu.no/apub/12589/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Arnesen, K., Innset, B. (1997) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1996 - mars 1997. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 719/97. TA-1504/1997) (NILU OR, 58/97).  
<https://www.nilu.no/apub/12509/>
- Henriksen, J F., Mikhailov, A A. (1997) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Part II. Kjeller, NILU (NILU OR, 37/97).  
<https://www.nilu.no/apub/12488/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Arnesen, K., Bekkestad, T. (1997) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland april - september 1996. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 702/97. TA-1457/1997) (NILU OR, 32/97).  
<https://www.nilu.no/apub/12483/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Johnsrud, M., Bekkestad, T. (1996) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland oktober 1995 - mars 1996. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 683/97. TA-1401/1997) (NILU OR, 68/96).  
<https://www.nilu.no/apub/12372/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Johnsrud, M., Bekkestad, T. (1996) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland april - september 1995. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 665/96. TA-1351/1996) (NILU OR, 40/96).  
<https://www.nilu.no/apub/12410/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. (1996) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Tungmetaller i luft 1990-1995. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 658/96. TA-1334/1996) (NILU OR, 28/96).  
<https://www.nilu.no/apub/12372/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Johnsrud, M., Bekkestad, T. (1996) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1994 - mars 1995.



- Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 636/96. TA-1299/1996) (NILU OR, 1/96).  
<https://www.nilu.no/apub/12372/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. (1995) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland april - september 1994. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 617/95. TA-1238/1995) (NILU OR, 36/95).  
<https://www.nilu.no/apub/12344/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. (1995) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1993 - mars 1994. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 600/95 TA-1193/1995) (NILU OR, 1/95).  
<https://www.nilu.no/apub/12372/>
- Bekkestad, T., Knudsen, S., Johnsrud, M., Larsen, M. (1994) Modellberegninger av SO<sub>2</sub> og metallavsetning i grenseområdene Norge - Russland. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 605/95. TA-1203/1995) (NILU OR, 66/94).  
<https://www.nilu.no/apub/12293/>
- Sivertsen, B., Baklanov, A., Hagen, L O., Makarova, T. (1994) Air pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report April 1991 - March 1993. Presented by the Expert Group on Studies of Local Air Pollution Problems under the Joint Norwegian-Russian Comm. Kjeller, NILU (NILU OR, 56/94).  
<https://www.nilu.no/apub/12283/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Aarnes, M J. (1994) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1993. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 566/94. TA-1087/1994) (NILU OR, 19/94).  
<https://www.nilu.no/apub/12246/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Aarnes, M J. (1993) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1992 - mars 1993. Lillestrøm, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 543/93. TA-1008/1993) (NILU OR, 55/93).  
<https://www.nilu.no/apub/12728/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B., Aarnes, M J. (1993) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1992. Lillestrøm, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 526/93. TA-965/1993) (NILU OR, 21/93).  
<https://www.nilu.no/apub/12694/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B. (1992) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1991-mars 1992. Lillestrøm, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr: 505/92 TA 897/1992) (NILU OR, 82/92).  
<https://www.nilu.no/apub/12211/>

- Henriksen, J F., Mikhailov, A A., Mikhailovski, Y. (1992) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 54/92).  
<https://www.nilu.no/apub/12183/>
- Hagen, L O., Sivertsen, B. (1992) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1991. Lillestrøm, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 483/92. TA-827/1992) (NILU OR, 25/92).  
<https://www.nilu.no/apub/12154/>
- Sivertsen, B., Makarova, T., Hagen, L O., Baklanov, A A. (1992) Air pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1990-1991. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 8/92).  
<https://www.nilu.no/apub/12137/>
- Sivertsen, B., Hagen, L O., Hellevik, O., Henriksen, J F. (1991) Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990 - mars 1991. Lillestrøm, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 480/92. TA-815/1992) (NILU OR, 69/91).  
<https://www.nilu.no/apub/12113/>
- Hagen, L O., Aarnes, M J., Henriksen, J F., Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991. Lillestrøm, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 473/91. TA-797/1991) (NILU OR, 67/91).  
<https://www.nilu.no/apub/12111/>
- Hellevik, O., Sivertsen, B. (1991) Air quality in the border areas between Norway and USSR. Model description and preliminary modelling results. Lillestrøm, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 439/91. TA 730/1991) (NILU OR, 23/91).  
<https://www.nilu.no/apub/12067/>

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

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

*NILUs verdier: Integritet – Kompetanse – Samfunnsnytte*

*NILUs visjon: Forskning for en ren atmosfære*

NILU – Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 100, 2027 KJELLER

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

<http://www.nilu.no>

ISSN: 2464-3327