



Norsk institutt for luftforskning  
Norwegian Institute for Air Research

# Grenseområdene Norge- Russland

Luft- og nedbørkvalitet, årsrapport 2018

Tore Flatlandsmo Berglen, Anne-Cathrine Nilsen, Rita Larsen Våler,  
Marit Vadset, Hilde Thelle Uggerud og Erik Andresen



**NILU rapport 15/2019**

<b>NILU rapport 15/2019</b> Miljødirektoratets ref. M-1415   2019	ISBN: 978-82-425-2982-4 ISSN: 2464-3327	TILGJENGELIGHET:  A – Åpen			
DATO  31.07.2019	ANSVARLIG SIGNATUR  Britt Ann K. Høiskar, forskningsdirektør (sign.)	ANTALL SIDER  36			
TITTEL  Grenseområdene Norge-Russland  Luft- og nedbørkvalitet, årsrapport 2018		PROSJEKTLEDER  Tore Flatlandsmo Berglen  NILU PROSJEKT NR.  O-8976			
FORFATTER(E)  Tore Flatlandsmo Berglen, Anne-Cathrine Nilsen, Rita Larsen Våler, Marit Vadset, Hilde Thelle Uggerud og Erik Andresen		KVALITETSSIKRER  Claudia Hak			
OPPDRAGSGIVER  Miljødirektoratet v/Eivind Farmen		OPPDRAGSGIVERS REF.  Kontrakt nr 17078062			
REFERAT  Smelteverkene i NV-Russland slipper ut store mengder svoveldioksid (SO <sub>2</sub> ) og tungmetaller. Utslippene påvirker luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene. Miljøovervåkingen viser at grenseverdier for SO <sub>2</sub> er overholdt i kalenderåret 2018, samt sesongmiddel vinter 2017/18. Målsetningsverdier for Ni og As er overholdt.					
TITLE  Air quality monitoring in the border areas of Norway and Russia, annual report 2018					
EMNEORD  <table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="width:33%;">Luftkvalitet</td> <td style="width:33%;">Nedbørkvalitet</td> <td style="width:33%;">Industriforurensning</td> </tr> </table>			Luftkvalitet	Nedbørkvalitet	Industriforurensning
Luftkvalitet	Nedbørkvalitet	Industriforurensning			
ABSTRACT  The nickel smelters in NW Russia emit large quantities of sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> ) and heavy metals. These emissions lead to enhanced concentrations of environmental pollutants in the border areas. The monitoring programme shows that air quality in the border areas was in compliance with Norwegian limit values for SO <sub>2</sub> for calendar year 2018, as well as seasonal mean winter 2017/18. Target values for Ni and As are met.					
PUBLISERINGSTYPE: Digitalt dokument (pdf)	FORSIDEBILDE: Kilde: NILU*				

© NILU – Norsk institutt for luftforskning

NILU er ISO-sertifisert i henhold til NS-EN ISO 9001/ISO 14001 og akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

\*Forsidebilde: Eivind Farmen, Miljødirektoratet. Bildet er tatt under møte i ekspertgruppen for luft 13.mai 2019 fra 96-høyda i Pasvikdalen og viser smelteverket i Nikel.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag: Luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene Norge-Russland i 2018.4</b>	
1.1	Summary: Air and precipitation quality in the Norwegian-Russian border areas in 2018.....	7
1.2	Резюме: Качество атмосферного воздуха и осадков в приграничных районах Норвегии и России в 2018 г. ....	10
1.3	Tiivistelmä: Ilman- ja sadeveden laatu Venäjän ja Norjan välisillä raja-alueilla 2018.....	13
<b>2</b>	<b>Utslipp, målinger og grenseverdier .....</b>	<b>16</b>
2.1	Utslipp .....	16
2.2	Måleprogram .....	17
2.3	Regelverk og anbefalinger for luftkvalitet i Norge.....	19
<b>3</b>	<b>Måleresultater meteorologi 2018 .....</b>	<b>21</b>
3.1	Vindhastighet og –retning.....	21
3.2	Nedbørmålinger .....	22
<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
4.2	Trender av SO <sub>2</sub> 1974 – 2018.....	26
4.2.1	Timemiddelverdier - grenseverdi 350 µg/m <sup>3</sup> .....	26
4.2.2	Døgnmiddelverdier – grenseverdi 125 µg/m <sup>3</sup> .....	27
4.2.3	Vinterhalvår og kalenderår .....	28
4.3	Uorganiske komponenter i nedbør.....	29
<b>5</b>	<b>Måleresultater tungmetaller i svevestøv og nedbør .....</b>	<b>31</b>
5.1	Tungmetaller i svevestøv .....	31
5.2	Tungmetaller i nedbør - konsentrasjon .....	33
5.3	Tungmetaller i nedbør - våtavsetning.....	34
<b>6</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>Referanseliste .....</b>	<b>38</b>



## 1 Sammendrag: Luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene Norge-Russland i 2018

*Grenseområdene Norge-Russland er rike på metaller og mineraler. Ved byen Nikel i Russland har det siden 1930-tallet vært smelteverk som produserer nettopp nikkel. Malmen som brytes og videreforedles inneholder tungmetaller som nikkel og kobber, men også svovel. Dette medfører at smelteverkene slipper ut store mengder svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) og tungmetaller. Utslippene påvirker luftkvaliteten og miljøet i grenseområdene. Målestasjonene i grenseområdene har flere tilfeller av episoder med svært høye konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og nivåene av SO<sub>2</sub> og tungmetaller ligger høyere enn ellers i Norge.*

### Utslipp

Utslippene av SO<sub>2</sub> fra briketteringsanlegget i Zapoljarnij og nikkelsmelteverket i Nikel i Russland er rundt 100 000 tonn i året. På 1970/80-tallet var utslippene over 400 000 tonn i året. De høye utslippene den gang skyldtes bruk av svovelholdig malm fra Norilsk i Sibir. Briketteringsanlegget i Zapoljarnij har nylig gjennomgått en oppgradering med nye produksjonslinjer og dette vil gi reduserte utslipp fra Zapoljarnij, men økte utslipp fra Nikel. De russiske verkene slipper også ut tungmetaller. Nikkel (Ni), kobber (Cu), kobolt (Co) og arsen (As) regnes som spormetaller fra nikkerverkene.

### Måleprogram

NILU har gjort målinger av luftforurensninger i grenseområdene siden 1974 på oppdrag fra norske myndigheter. På Svanvik i Pasvikdalen og i Karpdalen ved Jarfjord måles SO<sub>2</sub>, tungmetaller i svevestøv og nedbør, samt meteorologi. I Karpbukta måles uorganiske<sup>1</sup> komponenter i nedbør. På Viksjøfjell er det utplassert passive prøvetakere for måling av langtidsmidler av SO<sub>2</sub>.

### Luftkvalitet - SO<sub>2</sub>

En oppsummering av måleresultatene for SO<sub>2</sub> i 2018 er gitt i Tabell 1. De høyeste konsentrasjonene på kort tidsskala (10-minutter, time) observeres typisk på Svanvik på grunn av nærheten til Nikelverket. De høyeste konsentrasjonene på lengre tidsskala (måned, sesong) observeres i Karpdalen som er mest utsatt vinterstid på grunn av hyppigst forekommende vindretning fra sør.

Generelt viser målingene at SO<sub>2</sub>-nivåene på Svanvik var lavere i 2018 enn i 2017. Dette gjelder alle parametre, både gjennomsnitt, korttidsmiddel (10-minutter), antall verdier over fastsatte grenser (timemiddel, døgnmiddel<sup>2</sup>) og maksimumsverdier. Lav miljøbelastning skyldes delvis at andelen vind fra smelteverkene mot stasjonen på Svanvik var lavere i 2018 enn tidligere år (dvs. mindre vind fra øst). I Karpdalen var SO<sub>2</sub>-nivåene litt høyere i 2018 enn året før.

Viksjøfjell ligger ca. 20 km rett nord for Zapoljarnij og er sterkt påvirket av utslippene derfra. Målinger med passive prøvetakere på Viksjøfjell viser at middelverdi av SO<sub>2</sub> for kalenderåret

<sup>1</sup> 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> gitt som ioner.

<sup>2</sup> Timemiddel betegner gjennomsnittskonsentrasjon over en time, døgnmiddel betegner gjennomsnittskonsentrasjon over et døgn og tilsvarende for månedsmiddel og årsmiddel.

2018 var om lag  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette er noe høyere enn 2017 (da var gjennomsnitt  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), men lavere enn for noen år siden og dette kan underbygge at utslippene fra Zapoljarnij er blitt reduserte. Middelerdiene for sommermånedene/vintermånedene 2018 var om lag  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3/29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabell 1: Viktige nøkkeltall for  $\text{SO}_2$  fra målingene i 2018

Kalenderåret 2018	Svanvik	Karpdalen
Antall 10-min.verdier $> 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	6	4
Høyeste 10-minuttersverdi [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	761	701
<sup>1)</sup> Antall timemiddel $> 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1	4
Høyeste timemiddelverdi [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	480	406
<sup>2)</sup> Antall døgnmiddel $> 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	1
Høyeste døgnmiddel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	47	146
<sup>3)</sup> Middelerdi vinter $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vinteren 2017/18)	7,6	16,1
Middelerdi sommer [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2,7	4,7
<sup>3)</sup> Årsmiddelerdi [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2,8	8,4

1) Norsk grenseverdi for timemiddelerdi av  $\text{SO}_2$  er  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og denne kan overskrides 24 ganger pr. kalenderår.

2) Norsk grenseverdi for døgnmiddelerdi av  $\text{SO}_2$  er  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og denne kan overskrides tre ganger pr. kalenderår.

3) Norsk grenseverdi for vinterperioden (1. oktober–31. mars) og kalenderår er  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Måleresultatene i Tabell 1 viser at norske grenseverdier for luftkvalitet ( $\text{SO}_2$ ) ble overholdt både på Svanvik og i Karpdalen i 2018, dette gjelder timemiddelerdi, døgnmiddelerdi og middelerdi for vintersesongen 2017/18, samt kalenderår.

### Luftkvalitet - tungmetaller

På Svanvik og i Karpdalen gjøres det prøvetaking av tungmetaller i svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ )/luft, dvs. ukeprøver av Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V og Al<sup>3</sup>. Målinger av tungmetaller i luft og nedbør på Svanvik og i Karpdalen viser forhøyede konsentrasjoner av spormetaller fra nikkilverkene (nikkel, kobber, kobolt og arsen). Gjennomsnittskonsentrasjonen for de to stasjonene er gitt i Tabell 2. Målsettingsverdiene (Ni og As) ble overholdt i 2018 både på Svanvik og i Karpdalen.

Tabell 2: Middelerdier av metaller i luft på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2018<sup>1</sup>.

Kalenderåret 2018	Svanvik	Karpdalen
Ni $\text{ng}/\text{m}^3$	7,2	8,8
Cu $\text{ng}/\text{m}^3$	5,7	7,6
Co $\text{ng}/\text{m}^3$	0,3	0,3
As $\text{ng}/\text{m}^3$	1,1	2,2

1) Målsettingsverdier ("target value") for tungmetaller er  $20 \text{ng}/\text{m}^3$  for nikkel og  $6 \text{ng}/\text{m}^3$  for arsen gitt som årsmiddel. Dette gjelder innholdet av tungmetaller i  $\text{PM}_{10}$ -fraksjonen<sup>4</sup>.

### Nedbørkvalitet

Tre stasjoner har prøvetaking av nedbør, Karpbukta (uorganiske komponenter), Svanvik og Karpdalen (begge 10 tungmetaller/elementer). Ni, Cu, Co og As, regnes som spormetaller fra produksjonen ved smelteverkene. Avsetningen med nedbør av Ni, Cu, Co og As er vanligvis

<sup>3</sup>Pb: bly, Cd: kadmium, Zn: sink, Ni: nikkel, As: arsen, Cu: kobber, Co: kobolt, Cr: krom, V: vanadium, Al: aluminium.

<sup>4</sup>  $\text{PM}_{10}$  («Particulate Matter») betegner partikler med aerodynamisk diameter mindre enn  $10 \mu\text{m}$  (mikrometer), også kalt svevestøv.

langt høyere om sommeren enn om vinteren på Svanvik. Dette skyldes høyere frekvens av vind fra Nikel mot Svanvik sommerstid. Karpdalen er mest utsatt vinterstid. Avsetning av tungmetaller i nedbør har økt markant fra 2004 sammenlignet med tiden før 2004.

## 1.1 Summary: Air and precipitation quality in the Norwegian-Russian border areas in 2018

*The soil in the border areas between Russia and Norway is rich in metals and minerals. In the city of Nikel in Russia there has been a smelter producing nickel since the 1930's. The ore has a high content of heavy metals like nickel and copper, but it also contains sulphur. As a result, the smelters emit large quantities of sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) and metals. These emissions affect air quality and the environment in the border areas. The monitoring stations in the Russian-Norwegian border have the highest measured concentrations of SO<sub>2</sub> and heavy metals in all of Norway.*

### Emissions

The total emissions of SO<sub>2</sub> from the briquetting facility in Zapolyarny and the smelter in Nikel sum up to about 100 000 tonnes per year. In the 1970's/80's the emissions of SO<sub>2</sub> were even higher, more than 400 000 tonnes per year. The high emissions then were due to use of ore imported from Norilsk in Siberia, with a very high content of sulphur. The briquetting facility in Zapolyarny has been modernized recently with two new production lines. This upgrade will reduce the emissions from Zapolyarny, but the emissions from Nikel are expected to increase. The smelters also emit heavy metals. Nickel (Ni), copper (Cu), cobalt (Co) and arsenic (As) are considered trace metals from smelter activity.

### Monitoring programme

NILU has been monitoring air pollution in the border areas since 1974, funded by Norwegian Authorities. At Svanvik in the Pasvik valley and in Karpdalen in the Jarfjord area there is monitoring of SO<sub>2</sub>, heavy metals analysis in particles/PM<sub>10</sub> and precipitation, as well as meteorological parameters. In Karpbukta there is sampling of inorganic components<sup>5</sup> in precipitation. At Viksjøfjell there is passive sampling of SO<sub>2</sub> (14-days mean).

### Air quality - SO<sub>2</sub>

A summary of the monitoring results for SO<sub>2</sub> in 2018 is given in Table 1. On a short time scale (10 minutes, 1 hour) the highest concentrations are typically observed at Svanvik, because Svanvik is located close to the Nikel smelter. On a longer time scale (month, season) Karpdalen experiences the highest concentrations, especially during wintertime due to prevailing wind direction from the south.

In general the monitoring results show that the environmental impact at Svanvik due to SO<sub>2</sub> in 2018 was a bit lower compared to 2017. This is valid for all parameters, both annual mean, short term maximum (10 minutes), number of exceedances (of hourly mean values, daily mean), and maximum values. These low values are partly due to the fact that the frequency of wind from the smelters towards the Svanvik monitoring station was lower in 2018 than previous years (i.e. less wind from the east). In Karpdalen the environmental impact was higher in 2018 than the year before for all parameters.

Viksjøfjell is located about 20 km north of Zapolyarny and is strongly affected by the emissions from the briquetting facility. Monitoring of SO<sub>2</sub> using passive samplers at Viksjøfjell shows that the average concentration for the calendar year 2018 was about

---

<sup>5</sup> Inorganic components include 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> given as ions.



22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . This is higher than 2017 (annual mean value in 2017 was 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), but lower than it used to be some years ago. This may partly be explained by reduced emissions from Zapolyarniy. Seasonal mean concentrations for summer/winter months in 2018 were about 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  and 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectively.

Table 1: Key values for SO<sub>2</sub> results in 2018.

Calendar year 2018	Svanvik	Karpdalen
# 10 minute average values > 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6	4
Highest 10 minute average value [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	761	701
<sup>1)</sup> # Hourly average values > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	4
Highest hourly average value [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	480	406
<sup>2)</sup> # Daily averages > 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	1
Highest daily average [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	47	146
<sup>3)</sup> Average value winter [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (winter 2017/18)	7.6	16.1
Average value [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] summer	2.7	4.7
<sup>3)</sup> Annual mean value [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2.8	8.4

1) The Norwegian limit value for hourly mean SO<sub>2</sub> concentrations is 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , and can be exceeded no more than 24 times a year.

2) The Norwegian limit value for daily mean SO<sub>2</sub> concentration is 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , and can be exceeded no more than 3 times a year.

3) The Norwegian limit value for impacts on ecosystems is 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  SO<sub>2</sub> per winter season and per calendar year.

The values presented in Table 1 show that the monitoring results for SO<sub>2</sub> for 2018 both at Svanvik and in Karpdalen are in compliance with Norwegian legislation, both concerning hourly mean values (average over one hour), daily mean values (average over 24 hrs) and seasonal mean for winter season 2017/18, as well as annual mean values.

### Air quality – heavy metals

Both at Svanvik and in Karpdalen there is sampling and analysis of heavy metals in PM<sub>10</sub>/air on a weekly basis, i.e Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co Cr, V and Al<sup>6</sup>. Monitoring of metals in air and precipitation at Svanvik and in Karpdalen shows enhanced concentrations of specific trace elements from the smelting industries (nickel, copper, cobalt, and arsenic). The mean concentrations found at these two stations are given in Table 2. The values presented in Table 2 show that the monitoring results for Ni and As are in compliance with Norwegian target values both at Svanvik and in Karpdalen.

Table 2: Average values of elements found in air at Svanvik and in Karpdalen during calendar year 2018 <sup>1</sup>.

Calendar year 2018	Svanvik	Karpdalen
Ni [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	7.2	8.8
Cu [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	5.7	7.6
Co [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0.3	0.3
As [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	1.1	2.2

1) The target values for metals are 20  $\text{ng}/\text{m}^3$  for nickel and 6  $\text{ng}/\text{m}^3$  for arsenic in PM<sub>10</sub> <sup>7</sup> given as annual mean.

### Precipitation quality

Three stations have sampling of precipitation, Karpbukta (inorganic components), Svanvik and Karpdalen (both 10 heavy metals/elements). Ni, Cu, Co and As are considered trace metals from smelter activity. The deposition of metals Ni, Cu, Co, and As with precipitation is

<sup>6</sup> Pb: lead, Cd: cadmium, Zn: zinc, Ni: nickel, As: arsenic, Cu: copper, Co: cobalt, Cr: chromium, V: vanadium, Al: aluminium.

<sup>7</sup> PM<sub>10</sub> («Particulate Matter») describes particles with aerodynamic diameter less than 10  $\mu\text{m}$  (micrometer).

normally a lot higher during summer than during winter at Svanvik. This is due to the fact that the frequency of wind from the direction of Nikel towards Svanvik is significantly higher during summer in comparison to winter. Karpdalen experiences higher values during wintertime. Deposition of metals with precipitation has increased from 2004 in comparison to years before 2004.

## 1.2 Резюме: Качество атмосферного воздуха и осадков в приграничных районах Норвегии и России в 2018 г.

*Примыкающие к границе России и Норвегии территории богаты металлами и минералами. Возле пгт Никель с 1930-х гг. работают плавильные комбинаты, производящие никель. Перерабатываемая и обогащаемая руда содержит тяжелые металлы, например, никель и медь, и, кроме того, серу. Это приводит к выбросу плавильными заводами больших объемов сернистого ангидрида (SO<sub>2</sub>) и тяжелых металлов. Выбросы влияют на качество атмосферного воздуха и окружающую среду на приграничных территориях. Измерительные станции в этих местах несколько раз регистрировали чрезвычайно высокие концентрации SO<sub>2</sub>, при этом уровни содержания SO<sub>2</sub> и тяжелых металлов выше, чем в остальных частях Норвегии.*

### Выбросы

Выбросы SO<sub>2</sub> с цеха брикетирования в Заполярном и горно-металлургического комбината в Никеле (Россия) составляют около 100 тыс. тонн в год. В 1970-80-х гг. выбросы составляли более 400 тыс. тонн в год. В то время большие объемы выбросов объяснялись высоким содержанием серосодержащей руды, поступавшей из Норильска. В цехе брикетирования в г. Заполярном недавно произведена модернизация, внедрены новые производственные линии, что снизит объемы выбросов в Заполярном снизятся, однако при этом увеличатся выбросы в Никеле. С горно-металлургического комбината также идут выбросы тяжелых металлов. Металлами-индикаторами производства никеля считаются никель (Ni), медь (Cu), кобальт (Co) и мышьяк (As).

### Программа измерений

С 1974 г. Норвежский институт исследования атмосферного воздуха (NILU) по государственному заказу проводит измерения загрязнений атмосферного воздуха в приграничных районах. В Сванвике (Svanvik) в долине р. Паз (Pasvikdalen) и в Карпдалене (Karpdalen) возле Ярфьорда (Jarfjord) измеряются концентрации SO<sub>2</sub>, тяжелых металлов во взвешенной пыли и осадках, а также метеорологические условия. В Карпбукте (Karpbukt) измеряются неорганические<sup>8</sup> компоненты осадков. На горе Викшёфьелль (Viksjøfjell) размещены пассивные пробоотборники для измерения долгосрочных средних показателей SO<sub>2</sub>.

### Качество воздуха - SO<sub>2</sub>

Обобщение зафиксированных показателей SO<sub>2</sub> за 2018 г. приведено в Таблице 1. Самые высокие концентрации по краткосрочной шкале (10 минут, час) обычно отмечаются в Сванвике из-за близости ГМК. Самые высокие концентрации по долгосрочной шкале (месяц, сезон) наблюдаются в Карпдалене, наиболее уязвимой в зимнее время из-за преобладания южного ветра.

В целом измерения показывают, что в Сванвике уровень концентрации SO<sub>2</sub> в 2018 г. был ниже, чем в 2017 г. Это касается всех параметров – средних, краткосрочных (10

<sup>8</sup> Неорганическими компонентами считаются 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>.

минут), количества концентраций, превышающих установленные пределы (час, сутки<sup>9</sup>) и максимальных концентраций. Снижение нагрузки на окружающую среду частично объясняется более низкой частотностью направления ветра от ГМК к измерительной станции в Сванвике в 2018 г., чем в предыдущие годы (то есть восточный ветер дует реже). В Карпдалене уровень концентраций SO<sub>2</sub> был немного выше в 2018 г., чем в 2017 г.

Гора Викшёфьелль находится в ок. 20 км строго к северу от Заполярного и чрезвычайно подвержена выбросам с ГМК. Измерения с помощью пассивных пробоотборников на горе Викшёфьелль в течение 2018 календарного года показывали средние концентрации SO<sub>2</sub> ок. 22 мкг/м<sup>3</sup>. Это несколько выше, чем в 2017 г., когда средний показатель был 15 мкг/м<sup>3</sup>, но ниже, чем несколько лет тому назад, и может указывать на снижение выбросов из Заполярного. Средний показатель за зимний и летний сезоны 2018 г. составил соответственно ок. 12 мкг/м<sup>3</sup> и 29 мкг/м<sup>3</sup>.

Таблица 1: Важные ключевые показатели SO<sub>2</sub> из измерений, проводившихся в 2018 г.

2018-й календарный год	Сванвик	Карпдален
Количество 10-минутных концентраций > 500 мкг/м <sup>3</sup>	6	4
Максимальная 10-минутная концентрация [мкг/м <sup>3</sup> ]	761	701
<sup>1)</sup> Количество среднечасовых концентраций > 350 мкг/м <sup>3</sup>	1	4
Максимальная среднечасовая концентрация [мкг/м <sup>3</sup> ]	480	406
<sup>2)</sup> Количество среднесуточных концентраций > 125 мкг/м <sup>3</sup>	0	1
Максимальная среднесуточная концентрация [мкг/м <sup>3</sup> ]	47	146
<sup>3)</sup> Средняя концентрация зимой мкг/м <sup>3</sup> (зима 2017/18 гг.)	7,6	16,1
Средняя концентрация летом [мкг/м <sup>3</sup> ]	2,7	4,7
<sup>3)</sup> Среднегодовая концентрация [мкг/м <sup>3</sup> ]	2,8	8,4

1) Предельно допустимая среднечасовая концентрация SO<sub>2</sub> в Норвегии - 350 мкг/м<sup>3</sup>, ее превышение 24 раза допускается в календарный год.

2) Предельно допустимая среднесуточная концентрация SO<sub>2</sub> в Норвегии - 125 мкг/м<sup>3</sup>, ее превышение допускается 3 раза в календарный год.

3) Предельно допустимая концентрация в зимний период (с 1 октября по 31 марта) и в календарный год - 20 мкг/м<sup>3</sup>.

Приведенные в Таблице 1 результаты измерений качества воздуха показывают соблюдение в 2018 г. в Сванвике и Карпдалене норвежских предельно допустимых концентраций для (SO<sub>2</sub>) как по среднечасовым показателям (средней величине за час), среднесуточным показателям (средней величине за сутки), так и по средним показателям за зимний сезон 2017/18 гг. и за календарный год.

#### Качество воздуха - тяжелые металлы

В Сванвике и Карпдалене отбираются пробы на содержание тяжелых металлов во взвешенной пыли (PM<sub>10</sub>) в атмосферном воздухе, т. е. недельные пробы на Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V и Al<sup>10</sup>. Измерения содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе и осадках в Сванвике и Карпдалене выявляют повышенные концентрации металлов-индикаторов производства никеля (никель, медь, кобальт и мышьяк). Средние концентрации, зарегистрированные на двух станциях, приведены в Таблице 2.

<sup>9</sup> Среднечасовой показатель обозначает среднюю концентрацию в течение одного часа, среднесуточный - в течение одних суток, среднемесячный - в течение одного месяца, среднегодовой - в течение одного года.

<sup>10</sup>Pb - свинец, Cd - кадмий, Zn - цинк, Ni - никель, As - мышьяк, Cu - медь, Co - кобальт, Cr - хром, V - ванадий, Al - алюминий.

В 2018 г. ни в Сванвике, ни в Карпдалене не было превышений целевых показателей (Ni и As).

Таблица 2: Средние концентрации металлов в атмосферном воздухе в п.Сванвик и долине Карпдален в течение 2018-го календарного года <sup>1</sup>.

2018-й календарный год	Сванвик	Карпдален
Ni нг/м <sup>3</sup>	7,2	8,8
Cu нг/м <sup>3</sup>	5,7	7,6
Co нг/м <sup>3</sup>	0,3	0,3
As нг/м <sup>3</sup>	1,1	2,2

- 1) Целевые концентрации ("target value") по тяжелым металлам - 20 нг/м<sup>3</sup> для никеля и 6 нг/м<sup>3</sup> для мышьяка - указаны как среднегодовые (нормативы вступили в силу 1 января 2013 г.) и касаются содержания тяжелых металлов фракции PM<sub>10-11</sub>.

### Качество осадков

Отбор проб осадков проводится с трех станций – в Карпбукте (на неорганические компоненты), в Сванвике и Карпдалене (на 10 тяжелых металлов/элементов). Ni, As, Cu, Co считаются металлами-индикаторами деятельности горно-металлургического комбината. В Сванвике осаждение Ni, As, Cu и Co с осадками обычно гораздо больше летом, чем зимой. Это объясняется более высокой частотностью ветров со стороны Никеля в направлении Сванвика в летнее время. Карпдален больше подвержен этому направлению ветра в зимний период. Осаждение тяжелых металлов с осадками резко увеличилось с 2004 г. по сравнению с периодом до 2004 г.

<sup>11</sup> PM<sub>10</sub> («Particulate Matter») - частицы с аэродинамическим диаметром не более 10 мкм (микрометров), т. е. взвешенная пыль.

### 1.3 Tiivistelmä: Ilman- ja sadeveden laatu Venäjän ja Norjan välisillä raja-alueilla 2018

*Venäjän ja Norjan välinen rajaseutu on hyvin metalli- ja mineraalirikasta aluetta. Venäjällä sijaitsevassa Nikkelissä on ollut nimensä mukaisesti nikkeliä tuottava sulatto 1930-luvulta lähtien. Louhittu ja jatkojalostettava malmi sisältää paljon raskasmetalleja, kuten nikkeliä ja kuparia, mutta myös rikkiä. Tämän takia sulaton päästöt sisältävät suuria määriä rikkidioksidia (SO<sub>2</sub>) ja raskasmetalleja. Nämä päästöt vaikuttavat raja-alueiden ilmanlaatuun ja ympäristöön. Raja-alueiden mittausasemilla on useita kertoja mitattu hyvin korkeita SO<sub>2</sub>- pitoisuuksia ja niillä mitatut SO<sub>2</sub>- ja raskasmetallitasot ovat korkeampia kuin muualla Norjassa.*

#### **Päästöt**

Zapoljarnyn briketointilaitoksen ja Nikkelin sulaton yhteiset vuosittaiset SO<sub>2</sub>- päästöt ovat noin 100 000 tonnia. Päästöt olivat 1970/80-luvuilla yli 400 000 tonnia vuodessa. Korkeat päästöt johtuivat tuolloin rikkipitoisen malmin tuonnista Siperian Norilskista. Zapoljarnyn briketointilaitos on jonkin aikaa sitten nykyaikaistettu uusilla tuotantolinjoilla, mikä vähentää Zapoljarnyn, mutta lisää Nikkelin päästöjä. Venäjän laitokset aiheuttavat myös raskasmetallipäästöjä. Nikkelilaitosten hivenmetalleina pidetään nikkeliä (Ni), kuparia (Cu), kobolttia (Co) ja arseenia (As).

#### **Mittausohjelma**

Norjan ilmantutkimuslaitos NILU on mitannut raja-alueiden ilmansaasteita vuodesta 1974 lähtien maan viranomaisten toimeksiannosta. Paatsjoenlaaksossa (Pasvikdalen) sijaitsevalla Svanvikin asemalla ja Rautavuonon (Jarfjord) Karpdalenissa tarkkaillaan rikkidioksidia (SO<sub>2</sub>), raskasmetalleja niin leijumassa kuin sadevedessä ja meteorologisia olosuhteita. Karpbuktissa mitataan epäorgaanisia<sup>12</sup> pääkomponentteja sadevedestä. Rautavuonon tunturiin (Viksjøfjell) on lisäksi asennettu passiivisia mittareita rikkidioksidin pitkäaikaiskeskiarvoille.

#### **Ilmanlaatu - SO<sub>2</sub>**

Taulukossa 1 nähdään tiivistelmä SO<sub>2</sub>- mittauksen tuloksista vuodelta 2018. Korkeimmat lyhyen aikavälin pitoisuudet (10-minuuttiarvo, tuntiarvo) havaitaan tavallisimmin Svanvikissa johtuen nikkelilaitoksen läheisyydestä. Pidemmän aikavälin (kuukauden, vuodenajan) pitoisuudet puolestaan havaitaan Karpdalenissa, joka useimmiten altistuu etelästä puhaltaviin tuuliin talviaikana.

Mittauksen perusteella voidaan yleisesti todeta, että SO<sub>2</sub>-tasot olivat Svanvikissa vuonna 2018 matalampia kuin vuonna 2017. Tämä koskee kaikkia muuttujia, niin keskiarvoa, lyhyen aikavälin keskimmäistä havaintoarvoa (10-minuuttiarvoja), määritellyjä rajoja ylittäviä arvoja (tuntikeskiarvo, vuorokausikeskiarvo<sup>13</sup>) ja korkeimpia arvoja. Alhainen ympäristökuormitus johtuu osittain siitä, että sulatosta Svanvikin aseman suuntaan puhaltavien tuulien osuus oli vuonna 2018 edellisiä vuosia pienempi. Toisin sanoen idästä tuuli vähemmän. SO<sub>2</sub>-tasot olivat Karpdalenissa vuonna 2018 hieman edellistä vuotta korkeampia.

<sup>12</sup> Epäorgaanisia komponentteja ovat 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> ja ne ilmoitetaan ioneina.

<sup>13</sup> Tuntikeskiarvolla kuvataan keskimääräistä pitoisuutta tunnin, vuorokausikeskiarvolla vuorokauden, kuukausikeskiarvolla taas kuukauden ja vuosikeskiarvolla vuoden aikana.

Zapoljarnyn päästöt vaikuttavat voimakkaasti noin 20 km suoraan sen pohjoispuolella sijaitsevaan Viksjøfjellin alueeseen. Viksjøfjellin passiivinen näytteenotto mittasi rikkidioksidin keskiarvoksi kalenterivuonna 2018 noin 22 µg/m<sup>3</sup>. Keskiarvo oli jonkin verran korkeampi kuin vuonna 2017 (jolloin se oli 15 µg/m<sup>3</sup>), mutta matalampi kuin joitakin vuosia sitten, mikä voi tukea oletusta siitä, että Zapoljarnyn päästöt ovat vähentyneet. Kesä-/talvikuukausien lyhyen aikavälin keskimmäiset havaintoarvot olivat vuonna 2018 noin 12 µg/m<sup>3</sup> / 29 µg/m<sup>3</sup>.

Taulukko 1: Tärkeitä SO<sub>2</sub>:n tunnuslukuja vuoden 2018 mittauksista

Kalenterivuosi 2018	Svanvik	Karpdalen
> 500 µg/m <sup>3</sup> 10-minuuttiarvojen määrä	6	4
Korkein µg/m <sup>3</sup> 10-minuuttiarvo	761	701
<sup>1)</sup> > 350 µg/m <sup>3</sup> tuntikeskiarvojen määrä	1	4
Korkein tuntikeskiarvo µg/m <sup>3</sup>	480	406
<sup>2)</sup> > 125 µg/m <sup>3</sup> vuorokausikeskiarvojen määrä	0	1
Korkein vuorokausikeskiarvo µg/m <sup>3</sup>	47	146
<sup>3)</sup> Keskiarvo talvella 2017/2018 µg/m <sup>3</sup>	7,6	16,1
Keskiarvo kesällä µg/m <sup>3</sup>	2,7	4,7
<sup>3)</sup> Vuosikeskiarvo µg/m <sup>3</sup>	2,8	8,4

1) Norjassa raja-arvo SO<sub>2</sub>:n tuntikeskiarvolle on 350 µg/m<sup>3</sup>, joka saa ylittyä 24 kertaa kalenterivuoden aikana.

2) Norjassa raja-arvo SO<sub>2</sub>:n vuorokausikeskiarvolle on 125 µg/m<sup>3</sup>, joka saa ylittyä kolme kertaa kalenterivuoden aikana.

3) Norjassa raja-arvo talvikaudella (1. 10.–31. 3.) ja kalenterivuodelle on 20 µg/m<sup>3</sup>.

Taulukosta 1 luettavista mittaustuloksista käy ilmi, että ilmanlaatu (SO<sub>2</sub>) pysyi vuonna 2018 sekä Svanvikissa että Karpdalenissa Norjassa sallittujen raja-arvojen sisällä. Tämä koski niin tunnin aikana mitattua tuntikeskiarvoa, vuorokauden aikana mitattua vuorokausikeskiarvoa kuin talvikaudella 2017/2018 ja kalenterivuoden aikana mitattua keskiarvoa.

### Ilmanlaatu, raskasmetallit

Svanvikin ja Karpdalenin asemilla otetaan näytteitä raskasmetalleista leijumassa (PM<sub>10</sub>)/ilmassa, toisin sanoen viikkonäytteet seuraavista: Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V ja Al<sup>14</sup>. Näillä kahdella asemalla mitattujen pitoisuuksien keskiarvot ilmoitetaan taulukossa 2. Svanvikin ja Karpdalenin raskasmetallimittaukset ilmasta ja sadevedestä osoittavat sulattamon hivenmetallien (nikkeli, arseeni, kupari ja koboltti) kohonneita pitoisuuksia. Tavoitearvot (Ni ja As) saavutettiin vuonna 2018 sekä Svanvikissa että Karpdalenissa.

<sup>14</sup> Pb: lyijy, Cd: kadmium, Zn: sinkki, Ni: nikkeli, As: arseeni, Cu: kupari, Co: koboltti, Cr: kromi, V: vanadium, Al: alumiini.

Taulukko 2: Svanvikin ja Karpdalenin asemilla ilmasta mitatut metallien keskiarvot kalenterivuonna 2018 <sup>1)</sup>

Kalenterivuosi 2018	Svanvik	Karpdalen
Ni ng/m <sup>3</sup>	7,2	8,8
Cu ng/m <sup>3</sup>	5,7	7,6
Co ng/m <sup>3</sup>	0,3	0,3
As ng/m <sup>3</sup>	1,1	2,2

1) Raskasmetallien tavoitearvot ("target value") ovat vuosikeskiarvoina ilmoitettuna 20 ng/m<sup>3</sup> nikkeliä ja 6 ng/m<sup>3</sup> arseenia. Tämä koskee raskasmetallien määrää PM10-hiukkasessa<sup>15</sup>.

### Sadannan laatu

Näytteitä sadeveden laadun analysoimiseksi otetaan kolmella asemalla: Karpbuktin näytteistä analysoidaan epäorgaaniset pääkomponentit, kun taas Svanvikin ja Karpdalenin näytteistä analysoidaan 10 raskasmetallia/elementtiä. Nikkeliä, kuparia, kobolttia ja arseenia pidetään sulattamojen hivenmetalleina. Sadannan laskeumat (Ni, Cu, Co ja As) ovat Svanvikissa tavallisesti huomattavasti korkeampia kesällä kuin talvella. Tämä johtuu siitä, että Nikkeliä tuulee useimmiten Svanvikiin päin kesäisin. Karpdalen altistuu eniten talviaikaan. Metallipitoisuudet sadannassa ovat lisääntyneet huomattavasti vuodesta 2004 verrattuna aikaan ennen vuotta 2004.

<sup>15</sup> Leijuvassa pölyssä esiintyviä aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (µm) kokoisia hiukkasia kutsutaan hengitettäväksi hiukkasiksi (PM<sub>10</sub>, Particulate Matter<sub>10</sub>).



## 2 Utslipp, målinger og grenseverdier

Grenseområdene Norge-Russland er rike på metaller og mineraler. Ved byen Nikel i Russland har det siden 1930-tallet vært smelteverk som produserer nettopp nikkel. Malmen som brytes og videreføres inneholder tungmetaller som nikkel og kobber, men også svovel (~5-6 %). Dette medfører at smelteverkene slipper ut store mengder svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) og tungmetaller. Disse utslippene påvirker luftkvaliteten og miljøet i grenseområdene både på norsk og russisk side.

### 2.1 Utslipp

Området øst i Pasvikdalen var finsk fra 1920 og fram til krigen, kalt Finskekilen eller Petsamo, og det var finnene som oppdaget nikkel i området i 1921. På 1930-tallet ble det anlagt smelteverk ved byen Kolosjoki/Nikel (for ytterligere bakgrunnshistorikk se vedlegg eller Jacobsen, 2006). Etter krigen ble området sovjetisk og smelteverket ble gjenoppbygget. Etter oppløsningen av Sovjetunionen og opprettelsen av Den russiske føderasjon på 1990-tallet ble verket privatisert. Verket drives i dag av Kolskaya GMK (Кольская ГМК med kyrilliske bokstaver, norsk Kola Bergverkskompani, engelsk Kola MMC / Kola Mining and Metallurgical Company), som igjen er en del av NorNickelkombinatet.

Aktiviteten i grenseområdene består i dag av gruver rundt Zapoljarnij (byen grunnlagt 1958) og Nikel<sup>16</sup>. Dernest et anrikningsanlegg i Zapoljarnij hvor malmen knuses, oppkonsentreres og hvor det lages nevestore malmriketter. Brikettene sendes til smelteverket i Nikel (se bildet på forsiden) som produserer nikkelmatte som inneholder ca. 40% nikkel. Deretter sendes nikkelmatten til verket i Monchegorsk som viderefører og produserer ren nikkel. Figur 1 viser geografisk plassering av utslippskildene og NILUs målestasjoner.

På 1970/80-tallet ble det transportert malm fra Norilsk i Sibir til Kolahalvøya for prosessering. Denne malmen inneholdt en stor andel svovel (opptil 24 % S) og utslippene den gang var over 400 000 tonn SO<sub>2</sub> pr. år. I dag brukes kun lokal malm og utslippene av SO<sub>2</sub> fra Zapoljarnij og Nikel utgjør i underkant av 100 000 tonn pr. år<sup>17</sup>. Briketteringsanlegget i Zapoljarnij ble modernisert i 2015<sup>18</sup>. Dette medførte to viktige endringer; det lages nå nevestore briketter, ikke pellets som tidligere og malmen tørkes, ikke røstes<sup>19</sup>. Denne ombyggingen medførte at utslippene fra Zapoljarnij ble redusert betraktelig og mesteparten av utslippene i grenseområdene i dag kommer fra verket i Nikel. Det er installert én ny, lukket smelteovn i Nikel og det er planer om å installere en ovn til (2019-2021)<sup>20</sup>. Med de nye ovnene forventes utslippene å reduseres ytterligere. Det opplyses at gjeldende utslippstillatelse nå er 79 900 tonn SO<sub>2</sub> pr. år.

<sup>16</sup> For videre detaljer, se <http://www.nornickel.com/business/assets/kola/> [besøkt 2. mai 2019]

<sup>17</sup> Totale, rapporterte utslipp av SO<sub>2</sub> for Kola MMC (Zapoljarnij, Nikel og Monchegorsk) utgjorde 109'100 tonn i 2017, jfr NORILSK NICKEL GROUP'S 2017 SUSTAINABILITY REPORT [https://www.nornickel.com/files/ru/CSOpdf/NN\\_CS02017\\_WEB\\_ENG.pdf](https://www.nornickel.com/files/ru/CSOpdf/NN_CS02017_WEB_ENG.pdf) [besøkt 2. mai 2019]

<sup>18</sup> Opplysningene om moderniseringen i Zapoljarnij ble gitt under møte i Zapoljarnij 16. mars 2016, BEAC Working Group on Environment.

<sup>19</sup> Røsting er den prosessen som utføres når malm varmes opp over lang tid for å fjerne forurensning/uønskede komponenter fra malmen.

<sup>20</sup> Opplysningene om moderniseringen i Nikel er gitt under møte i ekspertgruppen for luft i Nikel 11. oktober 2016.

Det slippes også ut tungmetaller fra produksjonen. Nikkel (Ni), kobber (Cu), kobolt (Co) og arsen (As) regnes som spormetaller fra nikkerverkene<sup>21</sup>. Moderniseringen i Zapoljarnij innebærer at utslippene av tungmetaller er redusert i og med at utslipp av støv er mindre (mindre friksjon ved større briketter). Skorsteinene i Nikel har filtre som fjerner en viss andel støv. Fra 2004 og framover har man observert en økning i konsentrasjonene av tungmetaller i nedbør (2-3 ganger høyere nivåer etter 2004 enn før). Denne økningen er også observert i andre, uavhengige måleprogrammer i grenseområdene (eks. Garmo og Skancke, 2018).



*Bilde 1: Røyken fra smelteverket i Nikel sett fra isen på Pasvikelva ved Utnes. Bildene er tatt 18. april 2016 om kvelden. Til venstre vises nærbilde av utslippene, mens høyre bilde viser hvordan den svarte røyken stiger opp til et visst nivå og bringes så horisontalt sørover. Røykfanen kunnes sees som en svart stripe på himmelen flere mil avgårde. Legg også merke til de diffuse utslippene, samt røyken fra skorsteinen til varmekraftverket i Nikel (til høyre nedenfor verket). Foto: Benjamin Flatlandsmo Berglen.*

En viss andel av utslippene i Nikel kommer som diffuse utslipp fra selve bygningene (i tillegg til det som kommer gjennom skorsteinene). Utslippene i bakkenivå har intet løft og det er dårlig spredning og fortykning av forurensningen. Diffuse utslipp påvirker luftkvaliteten i Nikel by når vinden står fra nord (se Bilde 1 og resultater fra Murmansk UGMS sitt måleprogram).

## 2.2 Måleprogram

I 2018 utførte NILU målinger og prøvetaking på oppdrag fra Miljødirektoratet ved i alt fire norske stasjoner i grenseområdene Norge-Russland;

- Svanvik: SO<sub>2</sub> kontinuerlig (monitor), tungmetaller<sup>22</sup> i luft og nedbør, meteorologi<sup>23</sup>
- Karpdalen: SO<sub>2</sub> kontinuerlig (monitor), tungmetaller i luft og nedbør, meteorologi
- Karpbukt: uorganiske komponenter i nedbør<sup>24</sup>
- Viksjøfjell: SO<sub>2</sub> langtidsmidler (gjennomsnitt over 14 dager)

Kart som viser plasseringen av NILUs stasjonene er vist i Figur 1. Av andre måleprogrammer i grenseområdene kan nevnes målinger av meteorologi på Nyrud, Skogfoss, Svanvik og Høybuktnoen (se <http://www.yr.no> og [eklima.met.no](http://eklima.met.no)), radioaktivitet på Svanvik og

<sup>21</sup> Spormetaller er metaller som forekommer i svært små mengder, f.eks. i luft som her, eller i kroppen.

<sup>22</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>23</sup> Vindhastighet, vindretning, temperatur og relativ fuktighet, lufttrykk, samt nedbørsindikator.

<sup>24</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)





**Bilde 2:** NILUs målestasjoner. **Svanvik** (venstre) ligger ute på jordet ved NIBIO Svanhovd. Merk inntak for støvmålinger på taket til venstre og inntak for  $SO_2$ -målinger på taket til høyre (svanehals). Masten har meteorologi-instrumenter i 10 m høyde. To nedbørprøvetakere til høyre tar prøver for tungmetaller. Instrumentet helt til høyre tilhører NVE. Stativet med metallplater i bakgrunnen er en del av et europeisk korrosjonsprosjekt (Grøntoft, 2016). Strålevernets instrumenter er skjult bak måleboden. **Karpdalen** (høyre) der måleboden har trakt og svanehals på taket til venstre som er inntak for  $SO_2$ , mast til høyre er for meteorologi-instrumenter. Til venstre for måleboden står svevestøvprøvetaker for tungmetaller i luft. Den hvite nedbørsamleren for tungmetaller i nedbør er plassert midt mellom måleboden og veien.

### 2.3 Regelverk og anbefalinger for luftkvalitet i Norge

Utendørs luftkvalitet er i Norge regulert i forurensningsforskriften kapittel 7 om lokal luftkvalitet. Forskriften har som formål å fremme menneskers helse og trivsel og beskytte vegetasjon og økosystemer ved å sette minstekrav til luftkvalitet og sikre at disse blir overholdt. Forskriften skal også bidra til at Norge overholder EUs direktiver om luftkvalitet (2004/107/EC og 2008/50/EC), og inneholder en rekke grenseverdier, målsettingsverdier og andre terskler som bl.a. bestemmer i hvilke tilfeller luftkvaliteten må overvåkes, og når det må gjennomføres tiltak. Kommunene er delegert forurensningsmyndighet etter forskriften (§ 7-4). Norske grenseverdier for  $SO_2$  er gitt i Tabell 3 mens målsettingsverdier for arsen, kadmium og nikkel er gitt i Tabell 4.

Forurensningsforskriften definerer også en alarmterskel<sup>29</sup> for  $SO_2$  (§ 7-10) på  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i tre sammenhengende timer. Dette er bakgrunnen for at det er etablert et system for varsling av kommunens innbyggere ved høye konsentrasjoner. Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet har i tillegg til de ulike grensene i forurensningsforskriften fastsatt luftkvalitetskriterier for en rekke komponenter. Luftkvalitetskriteriene er ikke juridisk bindende, men angir nivåer av luftforurensning som er trygge for de aller fleste mennesker. For  $SO_2$  er luftkvalitetskriteriene for 15 minutter på  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som døgnmiddel (Nasjonalt folkehelseinstitutt, 2013<sup>30</sup>). Likeledes har en rekke offentlige institusjoner samarbeidet om å utarbeide forurensningsklasser og helseråd for en rekke typer forurensning ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$  og  $O_3$ )<sup>31</sup>. For  $SO_2$  karakteriseres nivåene av forurensning

<sup>29</sup> Alarmterskel er et konsentrasjonsnivå i utendørsluft som gir helseeffekter i befolkningen ved korttidseksposering.

<sup>30</sup> <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/moba/pdf/luftkvalitetskriterier---virkninger-av-luftforurensning-pa-helse-pdf.pdf> [besøkt 2. mai 2019]

<sup>31</sup> Se forurensningsklasser gjengitt på <https://luftkvalitet.miljostatus.no/artikkel/613> [besøkt 2. mai 2019]



som lite (konsentrasjon < 100 µg/m<sup>3</sup>), moderat (100 - 350 µg/m<sup>3</sup>), høyt (350-500 µg/m<sup>3</sup>) og svært høyt (>500 µg/m<sup>3</sup>). WHO<sup>32</sup> har utarbeidet retningslinjer («air quality guidelines») for korttidseksposering av SO<sub>2</sub> (10 minutters gjennomsnitt) på 500 µg/m<sup>3</sup> og langtidseksposering (24 timers gjennomsnitt) på 20 µg/m<sup>3</sup>.

Tabell 3: Grenseverdier for tiltak, jfr. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931> § 7-6<sup>33</sup>. Forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft skal ikke overstige følgende grenseverdier flere enn det tillatte antall ganger.

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi	Antall tillatte overskridelser av grenseverdien
<b>Svoveldioksid</b>			
<b>1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse</b>	1 time	350 µg/m <sup>3</sup>	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 24 ganger pr. kalenderår
<b>2. Døgn grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse</b>	1 døgn (fast)	125 µg/m <sup>3</sup>	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 3 ganger pr. kalenderår
<b>3. Grenseverdi for beskyttelse av økosystemer</b>	Kalenderår og i vinterperioden (1/10-31/3)	20 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Bly</b>			
<b>Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse</b>	Kalenderår	0,5 µg/m <sup>3</sup>	

For nikkel (Ni) har Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet fastsatt et luftkvalitetskriterium på 10 ng/m<sup>3</sup> som årsmiddel. For arsen (As) er luftkvalitetskriteriet 2 ng/m<sup>3</sup> som årsmiddel, videre bly (Pb) 0,1 µg/m<sup>3</sup> som årsmiddel, kadmium (Cd) 2,5 ng/m<sup>3</sup> som årsmiddel, seksverdig krom (Cr VI) 0,1 ng/m<sup>3</sup> som årsmiddel og vanadium (V) 0,2 µg/m<sup>3</sup> som døgnmiddel (Nasjonalt folkehelseinstitutt, 2013).

Tabell 4: Målsetningsverdier for tiltak, jfr Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) § 7-7. Det skal gjennomføres nødvendige tiltak for at forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft ikke overstiger målsetningsverdiene nedenfor, såfremt dette ikke vil innebære uforholdsmessig store omkostninger.

Komponent	Midlingstid	Målsetningsverdi
<b>Arsen</b>	Kalenderår	6 ng/m <sup>3</sup>
<b>Kadmium</b>	Kalenderår	5 ng/m <sup>3</sup>
<b>Nikkel</b>	Kalenderår	20 ng/m <sup>3</sup>

Konsentrasjonene av arsen, kadmium og nikkel skal beregnes ut fra totalt innhold i PM<sub>10</sub>-fraksjonen, som gjennomsnitt over et kalenderår.

Russiske grenseverdier er utførlig presentert i fellesrapportene fra ekspertgruppen for luft (Pettersen m.fl., 2017). Russland opererer med begrepet PDK<sup>34</sup>, på engelsk benevnt MAC («Maximum Allowable Concentration»). For korttidsmidler (i praksis 20-minutter) er grensen 500 µg/m<sup>3</sup> for SO<sub>2</sub>, mens for døgnmiddel og årsmiddel er PDK/MAC 50 µg/m<sup>3</sup>.

<sup>32</sup> [https://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_agg/en/](https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_agg/en/) [besøkt 12. juni 2019].

<sup>33</sup> <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html#7-6> [besøkt 2. mai 2019].

<sup>34</sup> PDK, med kyrilliske bokstaver пдк, er forkortelse for «предельно допустимыми концентрациями».

### 3 Måleresultater meteorologi 2018

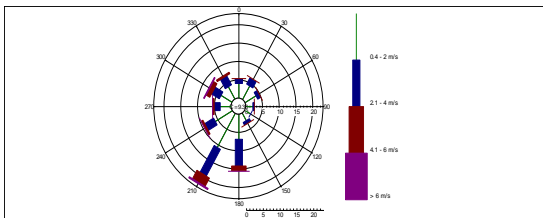
Meteorologiske målinger, spesielt vindretning og –hastighet, er grunnleggende for å bestemme spredning, transport og avsetning av luftforurensning. I et måleprogram hvor det gjøres kontinuerlige målinger (monitorer) er det derfor svært viktig å samtidig måle meteorologiske parametre.

Smelteverket i Nikel er den største enkeltkilden for forurensning i området, men det finnes ingen meteorologiske målinger fra Nikel som er åpent tilgjengelige. NILUs stasjon på Svanvik ligger cirka 8 km vest for Nikel by og er den norske stasjonen som ligger nærmest smelteverket (Figur 1). NILU gjør også målinger i Karpdalen. Både Svanvik og Karpdalen måler vind, temperatur, trykk, relativ fuktighet og om det kommer nedbør. I tillegg til NILUs målinger gjøres det også meteorologiske målinger på Nyrud, Skogfoss, Svanvik (NIBIO LMT), Høybuktmoen og Øvre Neiden (se [www.yr.no](http://www.yr.no) og [eklima.met.no](http://eklima.met.no)). Detaljerte data er gjengitt i Vedlegg til denne rapporten.

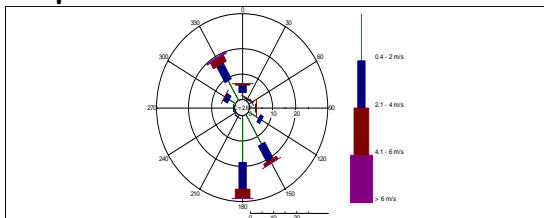
#### 3.1 Vindhastighet og –retning

Om vinteren er fremherskende vindretning fra sør mot nord. Dette skyldes det generelle sirkulasjonsmønsteret i atmosfæren. Smelteverket er plassert nord for byen og derved bringes utslippene nordover og bort fra Nikel by vinterstid. Plasseringen var utvilsomt et bevisst valg da smelteverket og bebyggelsen ble anlagt på 1930-tallet. Vindroser for Svanvik og Karpdalen for kalenderåret 2018 er vist i Figur 2. Vindroser viser hvor ofte det blåser **fra** ulike retninger.

**Svanvik 2018**



**Karpdalen 2018**



Figur 2: Vindroser for Svanvik og Karpdalen for januar – desember 2018 (vindrosene viser frekvensen i prosent av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser **fra** disse retningene. Symbolet C i midten av vindrosene angir frekvensen av vindstille (i prosent vindhastigheten har vært mindre enn 0,4 m/s).

Svanvik er en frittliggende stasjon og det blåser fra «alle kanter» med noe større andel fra sørlig kant (Figur 2 venstre del). Vind fra østlig til sørøstlig kant (sektorene 90°, 120° og 150°) vil bringe utslippene fra Nikel mot Svanvik. Vinden i Karpdalen er mer preget av topografi der vinden følger dalføret ut (fra sør) og inn (fra nord) dalen. Fremherskende vindretning er fra sør om vinteren hvor vinden kommer fra sørlig retning i over halvparten av tiden. Derfor viser også Karpdalen høyest miljøbelastning vinterstid.

På Svanvik stod vinden fra østlig kant (fra smelteverket) i kun 7% av tiden. Dette er lavere andel vind fra øst enn tidligere år og er en medvirkende årsak til at Svanvik har lave verdier av SO<sub>2</sub> i 2018. I Karpdalen stod vinden fra sør i 60% av tiden. I 2018 som i 2017 var vinden

svakere enn tidligere år. Dette gjelder både gjennomsnittlig vindhastighet (1,9 m/s på Svanvik, 2,0 m/s i Karpdalen) og maksimal vindhastighet (10,2 m/s på Svanvik 22. november, 8,6 m/s i Karpdalen 26. mai).

### 3.2 Nedbørmålinger

NILU gjør prøvetaking for analyse av uorganiske komponenter<sup>35</sup> og tungmetaller i nedbør ved tre stasjoner: Svanvik, Karpdalen (begge tungmetaller) og Karpbukt (uorganiske komponenter), se Figur 1 for stasjonsplassering. Formålet med målingene er å tallfeste tilførsel av uorganiske komponenter og metaller, men målingene gir også mengde nedbør. På Svanvik ble det i 2018 målt 418 mm nedbør, i Karpdalen 464 mm og i Karpbukt 567 mm. Resultatene fra nedbørmålingene er diskutert i kap. 4.3 (uorganiske komponenter) og kap. 5.2 (tungmetaller). Detaljerte resultater og måledata for de tre stasjonene er vist i vedlegget til denne rapport. Dette gjelder også andre meteorologiske parametre som temperatur, relativ fuktighet og lufttrykk.

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). Karpbukt ute ved kysten har mest nedbør. Svanvik er eneste stasjon av disse tre som har utarbeidet nedbørnormal (middel for 1961-1990, 435 mm). Det kom litt mindre nedbør enn normalen på Svanvik i 2018 (418 mm mot 435 mm).

---

<sup>35</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.

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

### 4.1 SO<sub>2</sub> kalenderåret 2018

Målingene viser at SO<sub>2</sub>-nivåene på Svanvik var lavere i 2018 enn i 2017. Dette gjelder alle parametre, både gjennomsnitt, korttidsmiddel (10-minutter), antall verdier over fastsatte grenser (timemiddel, døgnmiddel<sup>36</sup>) og maksimumsverdier. Lav miljøbelastning skyldes delvis at andelen vind fra smelteverkene mot stasjonen på Svanvik var lavere i 2018 enn tidligere år (dvs. mindre vind fra øst). I Karpdalen var SO<sub>2</sub>-nivåene litt høyere i 2018 enn året før. Et sammendrag av de viktigste måleresultatene for Svanvik og Karpdalen er gitt i Tabell 5 og Tabell 6. Norske grenseverdier for luftkvalitet (SO<sub>2</sub>) ble overholdt både på Svanvik og i Karpdalen i 2018.

Svanvik har typisk de høyeste konsentrasjonene av SO<sub>2</sub> på kort tidsskala (10-minutter, time). Dette skyldes nærheten til Nikelverket. De høyeste konsentrasjonene for lengre tidsskala (måned, sesong) observeres derimot oftest i Karpdalen. Karpdalen er typisk mest utsatt vinterstid pga. hyppigst forekommende vindretning fra sør. Karpdalen mottar også luft fra Nikel (i sør) og Zapoljarnij (i sør-øst). Det er vanskelig å skille ut bidrag fra Zapoljarnij på Svanvik i.o.m. at Nikel ligger mellom de to.

Tabell 5: Sammendrag av målinger av SO<sub>2</sub> med monitor på Svanvik i 2018 (enheter konsentrasjon µg/m<sup>3</sup> og antall).

Svanvik	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnobs	Antall døgnmidler		Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier				Høyeste 10 min verdi	Antall 10 min > 500
				>20	>125			<100	100-350	350-500	>500		
Januar	4,3	26,6	30	1	0	59,6	695	695	0	0	0	84,9	0
Februar	5,0	27,0	28	1	0	143,2	661	658	3	0	0	170,6	0
Mars	4,4	38,4	31	2	0	115,3	736	733	3	0	0	339,9	0
April	4,8	33,4	30	1	0	194,7	709	706	3	0	0	262,1	0
Mai	4,9	37,2	31	1	0	479,6	737	732	4	1	0	731,4	3
Juni	2,2	46,8	30	1	0	288,9	703	698	5	0	0	761,0	3
Juli	<0,3 <sup>1)</sup>	1,7	12	0	0	6,9	236	236	0	0	0	7,7	0
August	1,2	14,0	31	0	0	180,1	705	704	1	0	0	428,3	0
September	1,1	14,0	30	0	0	177,5	710	708	2	0	0	481,2	0
Oktober	0,8	13,8	31	0	0	177,9	739	738	1	0	0	264,8	0
November	2,4	40,8	30	1	0	348,4	711	707	4	0	0	408,4	0
Desember	0,7	5,7	31	0	0	43,2	730	730	0	0	0	59,4	0
<b>2018</b>	<b>2,8<sup>2)</sup></b>	<b>46,8</b>	<b>345</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>479,6</b>	<b>8072</b>	<b>8045</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>761,0</b>	<b>6</b>

1) Kun 32% datadekning pga instrumentproblemer.

2) Årsmiddel.

Når vinden kommer fra smelteverkene mot målestasjonene oppleves høye, kortvarige konsentrasjoner, kalt episoder. Episoder kjennetegnes ved at SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene stiger

<sup>36</sup> Timemiddel betegner gjennomsnittskonsentrasjon over en time, døgnmiddel betegner gjennomsnittskonsentrasjon over et døgn og tilsvarende for månedsmiddel og årsmiddel.



raskt, ofte i løpet av minutter, fra tilnærmet null opp til flere hundre  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den brå økningen skyldes at stasjonen plutselig kommer innenfor røykfanen fra verkene. De norske målestasjonene på Svanvik og i Karpdalen ligger bare noen kilometer fra utslippspunktene og på denne avstanden er røykfanen klart definert. Dvs. at det er et skarpt skille i atmosfæren mellom ren bakgrunnsluft og luft i røykfanen fra smelteverkene.

Tabell 6: Sammenheng av målinger av  $\text{SO}_2$  med monitor i Karpdalen i 2018 (enheter konsentrasjon  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og antall).

Karpdalen	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgno-obs	Antall døgnmidler		Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier				Høyeste 10 min verdi	Antall 10 min > 500
				>20	>125			<100	100-350	350-500	>500		
Januar	26,1	111,6	31	11	0	358,5	738	687	49	2	0	700,8	2
Februar	21,6	146,2	28	7	1	406,3	665	630	34	1	0	589,1	2
Mars	9,7	72,5	31	4	0	295,6	736	717	19	0	0	324,1	0
April	7,9	66,9	30	2	0	373,4	699	690	8	1	0	388,7	0
Mai	3,8	20,5	31	0	0	175,7	738	732	6	0	0	412,0	0
Juni	1,9	16,8	30	0	0	196,8	711	709	2	0	0	444,8	0
Juli	3,2	30,7	31	1	0	257,7	709	705	4	0	0	340,9	0
August	7,0	39,9	30	4	0	224,6	674	659	15	0	0	488,5	0
September	4,9	26,5	30	2	0	148,0	709	703	6	0	0	287,5	0
Oktober	2,0	9,5	31	0	0	103,3	738	737	1	0	0	169,4	0
November	6,6	41,3	30	3	0	204,5	714	707	7	0	0	350,3	0
Desember	7,2	92,2	31	1	0	217,9	733	719	14	0	0	316,5	0
<b>2018</b>	<b>8,4<sup>1)</sup></b>	<b>146,2</b>	<b>364</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>406,3</b>	<b>8564</b>	<b>8395</b>	<b>165</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>700,8</b>	<b>4</b>

1) Årsmiddel

Høyeste 10-minuttersverdi av  $\text{SO}_2$  i 2018 var  $761 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som ble målt på Svanvik 18. juni fra 12:00-12:10 (se tabell med detaljerte 10-minuttersverdier over  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i vedlegget). Det var tre 10-minuttersverdier over  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  16. mai og tre 18. juni, til sammen seks i 2018. Det var to episoder i Karpdalen med konsentrasjoner over  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1. januar og 7. februar), hver hadde to 10-minuttersperioder med konsentrasjon over  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dvs. at det var færre og svakere episoder på Svanvik i 2018 enn i 2017, mens det var flere og sterkere episoder i Karpdalen. Det ble ikke sendt ut varsel til befolkningen om høye konsentrasjoner i 2018 (jfr. system for varsling av kommunens innbyggere omtalt i kap. 2.3).

Det var kun én timemiddelverdi over  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på Svanvik i 2018 (maksimum  $479,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  målt 18.juni), mens det i Karpdalen var fire timemiddelverdier over  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1. januar, 24. januar, 7. februar med maksimum  $406,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og 1. april)<sup>37</sup>. Norsk lov tillater 24 overskridelser i løpet av et kalenderår (jfr Tabell 3) og norsk grenseverdi for time ble overholdt på Svanvik og i Karpdalen i 2018. Merk at lufta på Svanvik var lite forurenset i 99,6% av tiden (konsentrasjoner lavere  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og moderat forurenset i 0,3% av tiden ( $100 - 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). I Karpdalen var lufta lite forurenset i 98,0% av tiden og moderat

<sup>37</sup> Grafisk fremstilling av de timesvise data er gitt i Vedlegget til denne rapport.

forurenset i 1,9% av tiden, jfr. kategoriseringen på Luftkvalitet i Norge, Helseråd og forurensningsklasser<sup>38</sup>.

Høyeste døgnmiddel på Svanvik var 46,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2018 (målt 18. juni). Det var et døgnmiddel over 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Karpdalen (146,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  målt 24. februar). Norsk lov tillater 3 overskridelser av 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i løpet av et kalenderår (jfr. Tabell 3) og norsk grenseverdi for døgn ble derved overholdt på Svanvik og i Karpdalen i 2018.

Høyeste månedsmiddel på Svanvik i 2018 var 5,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (februar). Karpdalen hadde høyeste månedsmidler i januar (26,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og februar (21,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), jfr. Tabell 6 hvor det tydelig fremgår hvordan Karpdalen er hardest belastet om vinteren (januar – mars, november og desember), dette skyldes som sagt fremherskende vindretning fra sør vinterstid.

Sesongmiddel for vinteren 2017/18 på Svanvik var 7,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og i Karpdalen 16,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette er en oppgang for begge stasjoner sammenlignet med vinteren før. Vinteren 2016/17 var konsentrasjonene hhv 4,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og 10,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . På Svanvik er det spesielt november 2017 (middelverdi 24,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) som bidrar til høyere sesongverdi.

Middelverdien på Svanvik i kalenderåret 2018 var 2,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det er en halvering sammenlignet med 2017. Årsgjennomsnitt i Karpdalen i 2018 var 8,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en svak oppgang fra 2017 (7,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Norsk grenseverdi for beskyttelse av økosystemer er 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (midlingstid vinterperioden 1/10-31/3 og kalenderår, jfr Tabell 3) og norsk grenseverdi for vintersesong og kalenderår ble derved overholdt på Svanvik og i Karpdalen vinteren 2017/18 og i 2018.

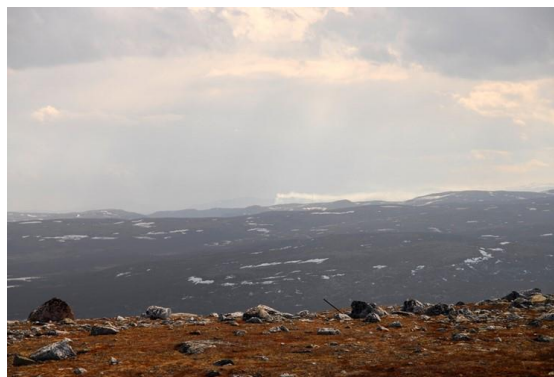
### **Viksjøfjell**

Viksjøfjell ligger ca. 20 km rett nord for Zapoljarnij og stasjonen er sterkt påvirket av utslippene derfra. Målingene av  $\text{SO}_2$  på Viksjøfjell gjøres ved hjelp av passive prøvetakere som henges opp på en sydvendt vegg. Prøvetakerne blir eksponert i 14 dager og så analysert. To prøvetakere eksponeres samtidig. Målingene gjøres i samarbeid med Forsvaret.

Det er værhardt på Viksjøfjell og prøvetakerne kan bli våte av horisontalt regn eller tåke. Det er tidvis stor forskjell mellom de to prøvetakerne som blir eksponert samtidig. Dette skyldes som regel fuktighet i en av prøvetakerne som igjen gir usikre målinger. Merk dog at analyseresultatene heller blir for lave enn for høye.

---

<sup>38</sup> <https://luftkvalitet.miljostatus.no/artikkel/613> [besøkt 12. juni 2019].



*Bilde 3: Utsikt fra Viksjøfjell sørover. Viksjøfjell ligger rett nord for Zapoljarnij og røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij sees i det fjerne. Foto: Christoffer Aalerud, Fylkesmannen i Finnmark.*

Middelverdi av SO<sub>2</sub> for kalenderåret 2018 på Viksjøfjell var om lag 22 µg/m<sup>3</sup> (gjennomsnitt av de to prøvetakerne<sup>39</sup>). Dette er noe høyere enn 2017 (da var gjennomsnitt 15 µg/m<sup>3</sup>), men lavere enn for noen år siden og dette kan underbygge at utslippene fra Zapoljarnij er reduserte. Middelverdien sommersesongen 2018 var om lag 12 µg/m<sup>3</sup> (middel av de to prøvetakerne), for vintermånedene var middelverdien rundt 29 µg/m<sup>3</sup>. Dette viser igjen hvordan vinteren er verst med tanke på miljøbelastning. Viksjøfjell mottar luft både fra Zapoljarnij og Nikel. For detaljerte data, se vedlegget til denne rapport.

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

Det ble påbegynt målinger i Kirkenes-området og på Svanvik i 1974 (Hagen, 1977). Senere ble programmet utvidet med stasjonene Holmfoss og Jarfjordbotn. Under den koordinerte Basisundersøkelsen 1988-1991 ble det gjort målinger på stasjonene Kirkenes, Svanvik, Holmfoss, Karpdalen, Viksjøfjell, Noatun og Kobbfoss i tillegg til sovjetiske stasjoner finansiert av norske myndigheter (SOV1, SOV 2/Maajärvi<sup>40</sup>, SOV3 og Nikel, se kart Figur 1). Fra 1988 gjøres det målinger med kontinuerlig registrerende målinger som gir meget høy tidsoppløsning (monitor måler hvert 10. sekund). I måleprogrammet nå gjøres det målinger på Svanvik og i Karpdalen, samt langtidsmidler på Viksjøfjell.

Utslippene av SO<sub>2</sub> ligger nå i underkant av 100 000 tonn pr. år, mens de på 1970- og 80-tallet var rundt 400 000 tonn pr. år. Nedgangen i utslipp fra Zapoljarnij og Nikel gjenspeiler seg også i nedgang i målte konsentrasjoner på Svanvik og i Karpdalen. Likevel forekommer det fortsatt episoder med høye verdier både på Svanvik og i Karpdalen.

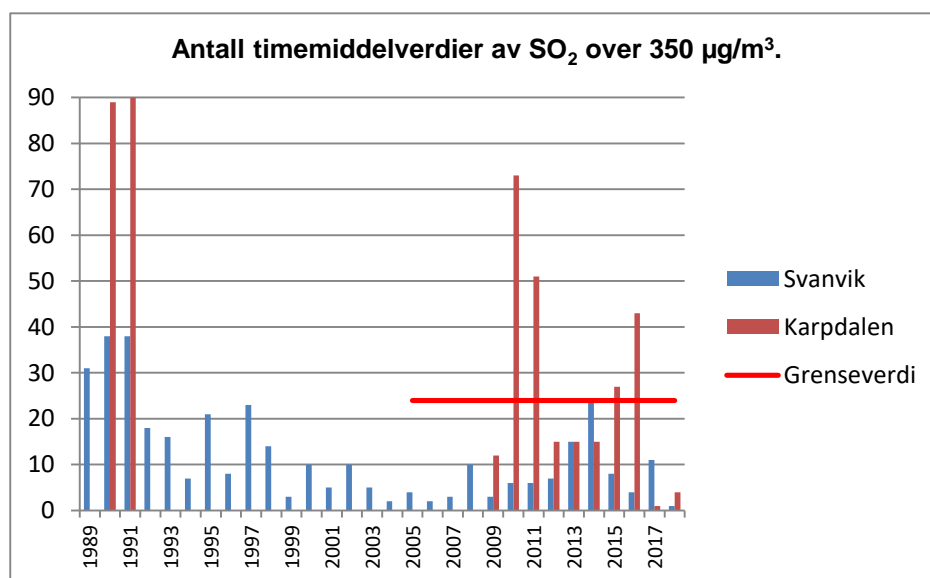
### 4.2.1 Timemiddelverdier - grenseverdi 350 µg/m<sup>3</sup>

Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> er målt siden 1989 på Svanvik. I Karpdalen er det målinger fra 1. oktober 1988 – 15. mars 1991 og fra 16. oktober 2008 – d.d. Figur 3 viser antall overskridelser av nåværende grenseverdi hvert år fram til 2018. Fra 1992 er antall

<sup>39</sup> Passive prøvetakere har høyere usikkerhet enn monitormålinger og målingene på Viksjøfjell er mer indikative enn kvalitative, dvs. de gir mer en indikasjon på nivåene av forurensning enn nøyaktig tallnivå. Pga. denne usikkerheten vurderes ikke resultatene fra Viksjøfjell opp mot grenseverdiene i forurensningsforskriften.

<sup>40</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.

overskridelser på Svanvik under gjeldende grenseverdier, gitt at det er tillatt med 24 overskridelser i året. Karpdalen viser overskridelse av gjeldende grenseverdi fire av de siste ti årene (2010, 2011, 2015 og 2016).



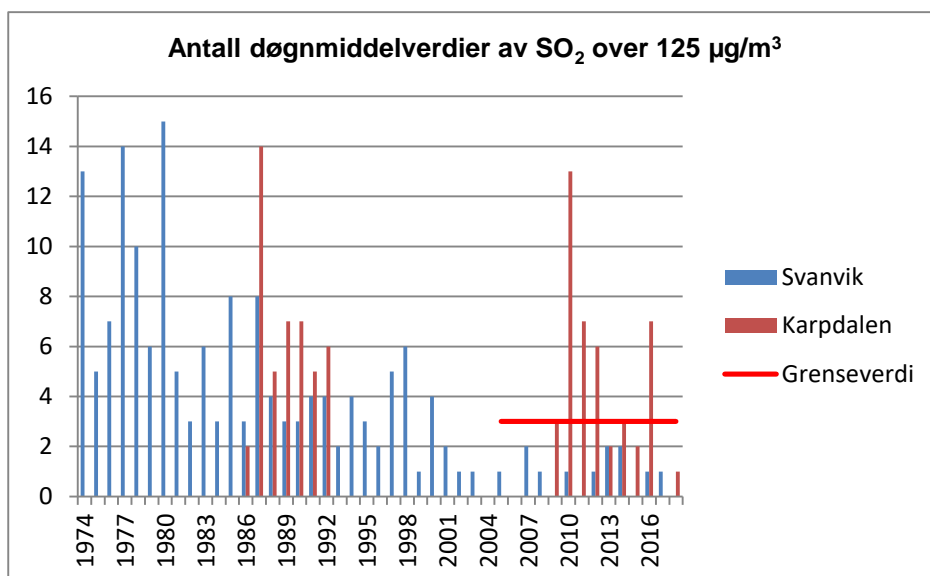
Figur 3: Antall timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> over 350 µg/m<sup>3</sup> på Svanvik (1989-2018) og i Karpdalen (1989-1990 og 2009-2018). Norsk lovverk tillater 24 overskridelser pr. kalenderår (gjeldende fra 2005, markert med rød linje).

Som vist i Figur 3 (og i Figur 4) var miljøbelastningen og de målte verdiene til dels høyere på 1980- og 1990-tallet enn i dag. Det gjelder både for antall timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> (grenseverdi fra 1.1.2005), men også for høyeste timemiddelkonsentrasjon (høyeste timemiddelverdien målt på Svanvik noensinne av NILU var 2458 µg/m<sup>3</sup> i 1990). Gitt at målingene før 1989 viser langt høyere års- og døgnmiddelkonsentrasjoner enn målingene etter 1989 er det derfor sannsynlig at timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> har forekommet hyppigere på 1970- og 1980-tallet enn i dag.

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

Den norske grenseverdien for døgnmiddel av SO<sub>2</sub> på 125 µg/m<sup>3</sup> tillates overskredet tre ganger i året og ble gjort gjeldende fra 1.1.2005 (se kap. 2.3). Figur 4 viser at antall overskridelser av 125 µg/m<sup>3</sup> på Svanvik har variert mye fra år til år, men at det generelt har vært færre overskridelser etter 2000 enn tidligere. Etter 2000 har det kun vært mellom null og to overskridelser, færrest i 2004, 2006, 2009, 2011, 2015 og 2018 med ingen overskridelser.

I Karpdalen har det vært overskridelse av grenseverdi for døgnmiddel i 2010, 2011, 2012 og 2016 (Figur 4). Igjen utpeker vinteren 2010/11 seg med meget høye verdier og stort antall døgnmiddelverdier over 125 µg/m<sup>3</sup>, 13 i 2010, 7 i 2011. Merk også at antallet døgnmidler over 125 µg/m<sup>3</sup> var over dagens grense i alle årene 1987-1992. Generelt måles de høyeste konsentrasjonene i Karpdalen om vinteren pga. hyppigst forekommende vindretning fra sør.



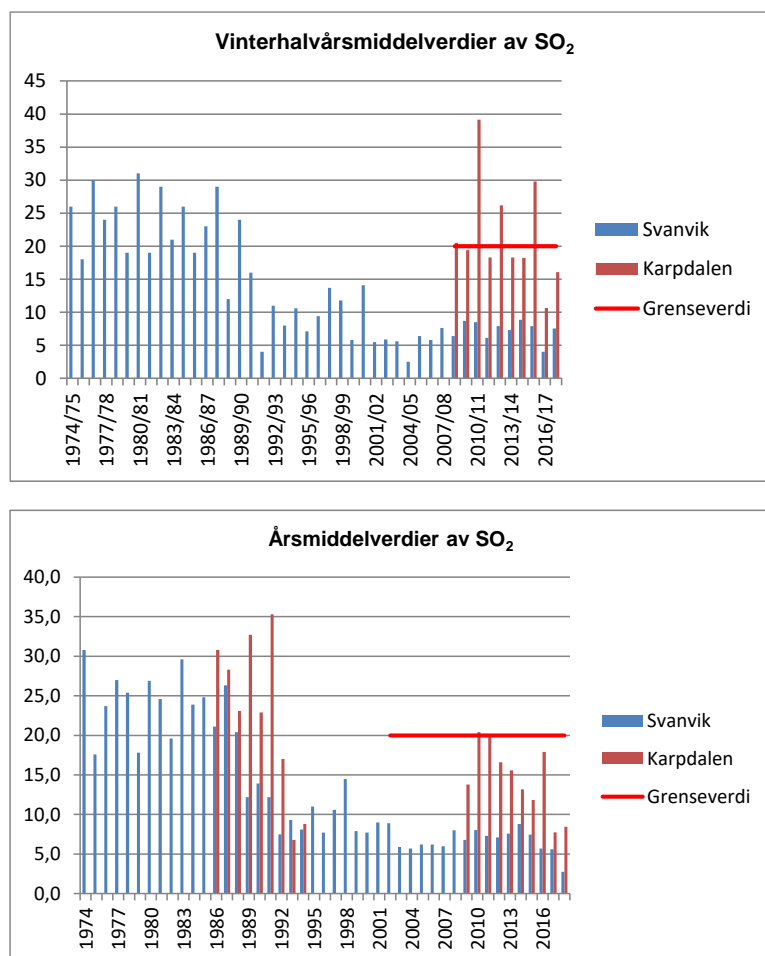
Figur 4: Antall døgnmiddelverdier av SO<sub>2</sub> over grenseverdien på 125 µg/m<sup>3</sup> på Svanvik (1974-2018) og i Karpdalen (1986-1992 og 2009-2018). Norsk lovverk tillater 3 overskridelser pr. kalenderår (gjeldende fra 2005, markert med rød linje).

#### 4.2.3 Vinterhalvår og kalenderår

Grenseverdien for beskyttelse av økosystem er 20 µg/m<sup>3</sup> både for vinterhalvår (oktober-mars) og kalenderår, gjeldende fra 4. oktober 2002 (kap. 2.3). Det er ingen grenseverdi for sommersesongen. Belastningen er mindre sommerstid enn vinterstid, først og fremst fordi det er kraftigere vind, bedre vertikal blanding av lufta og derved bedre spredning og fortykning av utslippene/røykfanen sommerstid.

Figur 5 viser halvårsmiddelverdier for vinter (øvre del) og kalenderår (nedre del). For Svanvik (blå søyler) samsvarer middelverdier for vinterhalvåret med verdiene for kalender-året. Igjen sees en nedgang fra de høye verdiene på 1970/80-tallet og fram til i dag. Verdien på 20 µg/m<sup>3</sup> ble overskredet siste gang på Svanvik vinteren 1989/90 (grenseverdi 20 µg/m<sup>3</sup> gjeldende fra 4. oktober 2002).

Karpdalen hadde 16,1 µg/m<sup>3</sup> som middelverdi vinteren 2017/18 (mot 10,6 µg/m<sup>3</sup> vinteren før). Ellers sees igjen et tydelig mønster der Karpdalen har størst belastning vinterstid. Dette understrekes også ved at grenseverdien på 20 µg/m<sup>3</sup> er overskredet tre ganger for vintersesong de siste ti årene, mens den er overholdt for kalenderår. Merk også at årsmiddelverdi for Viksjøfjell (se kap. 4.1) har ligget mellom 15 og 30 µg/m<sup>3</sup> siden målingene ble gjenopptatt i 2011 (langtidsmidler gjort med passive prøvetakere).



Figur 5: Vinterhalvårsmiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik 1974/75-2017/18 og i Karpdalen (2008/09-2017/18, øvre del) og årsmiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Svanvik (1974-2018) og i Karpdalen (1986-1994 og 2009-2018, nedre del). Grenseverdi for beskyttelse av økosystem er 20 µg/m<sup>3</sup> (gjeldende fra 2002, markert med rød strek). Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

### 4.3 Uorganiske komponenter i nedbør

Prøvetaking for målinger av uorganiske komponenter<sup>41</sup> i nedbør foretas ved én målestasjon, Karpbukta. I perioden 13. november 2017 til 3. desember 2018 ble det også foretatt prøvetaking av uorganiske komponenter på Svanvik, men dette hører inn under annet måleprogram (rapport under utarbeidelse, se ellers Grøntoft, 2016). Uorganiske komponenter som måles i Karpbukta er stoffer som naturlig finnes i nedbør. Men det er en viss andel antropogent (menneskeskapt) bidrag, slik at dette også regnes som forurensning. pH i nedbør i Karpbukta 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 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 at Karpbukta ligger ved sjøen hvor det forekommer aerosoler og sjøsprøyt som inneholder salt. For utdypende sammenligning med

<sup>41</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>.

måleresultater fra andre stasjoner i Norge og historikk henvises det til Bohlin-Nizzetto og Aas (2019) og Aas m.fl. (2019).



**Bilde 4:** 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.

Årsmiddel av nedbørmengde, ledningsevne, pH og uorganiske komponenter i nedbør i Karpbukt i 2018 er vist i Tabell 7. For detaljerte månedsmiddelverdier og trender for årene 1998 – 2018 se Vedlegg til denne rapport.

**Tabell 7:** Årsmiddel av nedbørmengde, ledningsevne, pH og uorganiske komponenter i nedbør i Karpbukt i 2018 <sup>1</sup> Merk at konsentrasjonene av uorganiske komponenter er på mg-nivå (1/1 000 gram), mens tungmetaller er på µg-nivå (1/1 000 000 gram).

År	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg S/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> _corr mg S/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg N/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg N/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l
2018	567	16,0	4,9	0,4	0,3	0,2	0,1	1,1	0,1	2,0	0,2	0,1

<sup>1)</sup> Konsentrasjonene av SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel pr. liter. Å korrigere for sjøsalt vil si å bruke forholdet mellom Cl<sup>-</sup> og de andre ionene i sjøvann for å beregne bidraget fra ikke-marine kilder i den aktuelle nedbørprøven. Konsentrasjonene av NO<sub>3</sub><sup>-</sup> og NH<sub>4</sub><sup>+</sup> er gitt som mg nitrogen pr. liter.



## 5 Måleresultater tungmetaller i svevestøv og nedbør

### 5.1 Tungmetaller i svevestøv

I dette prosjektet er det 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 42</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.

Luftinntaket på instrumentet er tilpasset PM<sub>10</sub> siden lovverket definerer grenseverdien for tungmetaller som andel av PM<sub>10</sub>-fraksjonen (jfr Tabell 4 i kap. 2.3). 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, mens i Norge sorteres de største partiklene ut (Pettersen m.fl., 2017)<sup>43</sup>.

Middelverdier av Ni, Cu, Co og As i luft på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2018, samt sommersesongen 2018 er vist i Tabell 8. Detaljerte data for alle 10 elementene som analyseres (Ni, Cu, Co, As, samt Pb, Cd, Zn, Cr, V, Al) er vist i Vedlegg til denne rapport.

Tabell 8: *Middelverdier<sup>1)</sup> i luft av metaller som regnes som spormetaller fra nikkerverkene på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2018, samt sommersesongen 2018.*

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>
<b>Svanvik:</b>					
01.01.2018	01.01.2019	7,2	5,7	0,3	1,1
01.04.2018	01.10.2018	7,0	5,5	0,3	0,9
<b>Karpdalen:</b>					
01.01.2018	01.01.2019	8,8	7,6	0,3	2,2
01.04.2018	01.10.2018	7,2	5,7	0,3	1,3

<sup>1)</sup> Ved utregning av vektet<sup>44</sup> middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

I 2018 var det tidvis problemer med prøvetakingen på Svanvik og i Karpdalen slik at det er perioder uten resultater. Dette skyldes ulike årsaker, i Karpdalen er det problemer med varierende spenning slik at instrumentet stopper og det må da startes manuelt. Om vinteren

<sup>42</sup> µm betegner mikrometer, dvs. 1/1 000 000 ("million'te dels") meter, eller 1/1000 millimeter.

<sup>43</sup> Ulige prøvetakingsmetoder for tungmetaller ble også bemerket av Riksrevisjonen i sin gjennomgang av norsk-russisk miljøsamarbeid, se <https://www.riksrevisjonen.no/rapporter-mappe/no-2018-2019/undersokelse-av-norsk-russisk-miljosamarbeid/> [besøkt 2. mai 2019]

<sup>44</sup> Vektet middel eller gjennomsnitt regnes ut ved at hver enhet i grunnlaget er tillagt vekt etter eksponeringstid. Eksempelvis teller en prøve som er eksponert i 10 dager dobbelt så mye som en prøve som er eksponert i fem dager etc.



er det også problemer med is i luftinntaket som gjør at luftvolumet blir lite eller instrumentet stopper.

De målte verdiene av Ni, Cu, Co og As på Svanvik var jevnt over lavere i 2018 enn i 2017. Karpdalen viste svakere nedgang eller tilnærmet like nivåer i 2018 sammenlignet med 2017. Som tidligere omtalt er hyppigst forekommende vindretning vinterstid fra sør (se vindrose i Figur 2 på side 21), dette bringer utslippene nordover mot Karpdalen og Jarfjordfjellet. Et typisk mønster er derfor at på Svanvik er verdien for sommersesongen tilnærmet lik årsmiddelet, m.a.o. miljøbelastning er jevn hele året. Mens i Karpdalen er verdien for sommersesongen lavere enn årsmiddelet (se Tabell 8), m.a.o. miljøbelastningen er størst i vintersesongen.

Målsettingsverdier for tungmetaller er 20 ng/m<sup>3</sup> for nikkel og 6 ng/m<sup>3</sup> for arsen gitt som årsmiddel (kap. 2.3). Resultatene viser at gjennomsnittsverdiene for 2018 for Svanvik (årsmiddel 7,2 ng/m<sup>3</sup> for Ni og 1,1 ng/m<sup>3</sup> for As) og for Karpdalen (årsmiddel 8,8 ng/m<sup>3</sup> for Ni og 2,2 ng/m<sup>3</sup> for As) ligger godt under målsettingsverdiene. De målte verdiene av nikkel er også under norske luftkvalitetskriterier fastsatt av Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet (10 ng/m<sup>3</sup>). For arsen er årsmiddel i Karpdalen i 2018 (2,2 ng/m<sup>3</sup>) lik luftkvalitetskriteriet (2 ng/m<sup>3</sup>)<sup>45</sup>.

Resultater for bly (Pb), kadmium (Cd), sink (Zn), krom (Cr), vanadium (V) og aluminium (Al) er vist i Tabell 9. Merk at disse metallene har andre kilder enn spormetallene fra smelteverkene og de målte verdiene skyldes i stor grad langtransportert forurensning. Konsentrasjonsmønsteret er derfor ulikt sammenlignet med spormetallene Ni, Cu, Co og As, både i tid (om sommeren eller vinteren har høyeste konsentrasjoner), i rom (om Svanvik eller Karpdalen er høyest), og ulikt mellom de seks komponentene.

Tabell 9: Middelveier i luft av andre metaller på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2018, samt sommersesongen 2018.

Fra dato	Til dato	Pb ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Zn ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	V ng/m <sup>3</sup>	Al ng/m <sup>3</sup>
<b>Svanvik:</b>							
01.01.2018	01.01.2019	1,6	0,1	5,9	0,3	2,0	42,2
01.04.2018	01.10.2018	1,3	0,1	4,0	0,3	1,4	58,6
<b>Karpdalen:</b>							
01.01.2018	01.01.2019	3,5	0,2	10,2	0,3	3,6	29,7
01.04.2018	01.10.2018	2,6	0,1	5,3	0,3	1,9	46,5

<sup>41</sup> Ved utregning av vektet middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

Grenseverdi for bly (Pb, 0,5 µg/m<sup>3</sup>, tilsvarende tallverdi 500 ng/m<sup>3</sup>) var overholdt med 1,6 ng/m<sup>3</sup> og 3,5 ng/m<sup>3</sup> som årsgjennomsnitt hhv på Svanvik og i Karpdalen. Også målsettingsverdi for kadmium (Cd, 5 ng/m<sup>3</sup> som årsmiddel) er overholdt gitt at årsgjennomsnittet i grense-områdene i 2018 var hhv. 0,1 ng/m<sup>3</sup> (Svanvik) og 0,2 ng/m<sup>3</sup> (Karpdalen). Norske luftkvalitetskriterier er overholdt med god margin for bly (Pb) siden

<sup>45</sup> Luftkvalitetskriteriet er 2 ng/m<sup>3</sup>, ikke 2,0 ng/m<sup>3</sup> og 2,2 avrundes nedover til 2 og medfører derved en overholdelse av luftkvalitetskriteriet.

kriteriet tillater  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (tilsvarer  $100 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) og årsmiddelverdiene som sagt er  $1,6 \text{ ng}/\text{m}^3$  (Svanvik) og  $3,5 \text{ ng}/\text{m}^3$  (Karpdalen). Nivåene av kadmium (Cd) er også langt under luftkvalitetskriteriet.

For spormetallene Ni, Cu, Co og As er de målte verdiene i dag i samme størrelsesorden som under Basisundersøkelsen 1988-1991. Merk at utslippene av svoveldioksid den gang var rundt 250 000 tonn pr år fra Zapoljarnij og Nikel, dvs. rundt 2,5 ganger høyere enn i dag. Utslippene av tungmetaller var dårlig kjent på den tiden<sup>46</sup>. Dog er det ikke samsvar mellom offisielle russiske utslippstall og norske/finske måleprogrammer ang. økning i tungmetaller rundt 2004.

Tungmetaller i svevestøv måles også ved observatoriene på Birkenes II (Sør-Norge) og Zeppelinfjellet (Spitsbergen) og på Andøya (Bohlin-Nizzetto og Aas, 2019). Verdiene på disse observatoriene representerer bakgrunnsverdier og har årsmiddelverdier for 2018 mellom  $0,15$  og  $0,24 \text{ ng}/\text{m}^3$  for Ni, mellom  $0,19$  og  $0,68 \text{ ng}/\text{m}^3$  for Cu og mellom  $0,01$  og  $0,03 \text{ ng}/\text{m}^3$  for Co. Årsmiddelkonsentrasjonen av As i 2018 ligger mellom  $0,03$  og  $0,17 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Sammenlignet med disse målingene ligger middelverdiene av Ni, Cu, Co og As fra stasjonene i grenseområdene typisk en faktor 15-40 høyere enn bakgrunnsstasjonene ellers i Norge.

## 5.2 Tungmetaller i nedbør - konsentrasjon

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 påbegynt prøvetaking i Karpdalen som opphørte 1. april 1998 (og påbegynt igjen 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.

Årsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør på Svanvik og i Karpdalen i 2018 er vist i Tabell 10, mens detaljerte månedsmiddelverdier er vist i Vedlegg til denne rapporten.

Tabell 10: Årsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør på Svanvik og i Karpdalen i 2018.

Stasjon	Nedbør- mengde mm	Pb $\mu\text{g}/\text{l}$	Cd $\mu\text{g}/\text{l}$	Zn $\mu\text{g}/\text{l}$	Ni $\mu\text{g}/\text{l}$	As $\mu\text{g}/\text{l}$	Cu $\mu\text{g}/\text{l}$	Co $\mu\text{g}/\text{l}$	Cr $\mu\text{g}/\text{l}$	V $\mu\text{g}/\text{l}$	Al $\mu\text{g}/\text{l}$
Svanvik	418	0,9	0,1	4,3	26,5	0,9	30,5	0,7	0,3	0,4	35,5
Karpdalen	464	0,8	0,1	8,1	22,5	0,7	21,9	0,7	0,4	0,5	66,9

Spormetallene fra smelteverkene (nikkel Ni, kobber Cu, kobolt Co og arsen As) viser noe ulikt konsentrasjonsmønster over året. På Svanvik ble de høyeste konsentrasjonene av Ni i nedbør målt i januar, mai, juni, september og november. Cu viser de høyeste

<sup>46</sup> For å beregne de offisielle utslippstallene av tungmetaller ble det brukt en massebalansemetode som gir veldig usikre resultater.

konsentrasjonene i januar, februar, mai, september og november, Co i januar, februar, mai, juni, september og november og As i april, mai, juni og september. Merk samtidig at SO<sub>2</sub> viste de høyeste konsentrasjonene i januar - mai (Tabell 5). I Karpdalen sees generelt de høyeste verdiene i mai og i august, mens SO<sub>2</sub> er høyest i januar og februar. Det er derved ikke noe 1:1-forhold mellom konsentrasjonen av SO<sub>2</sub> og konsentrasjonene av tungmetaller, ei heller mellom de ulike spormetallene fra nikkilverkene. For alle fire spormetaller var konsentrasjonene høyere eller lik (Co) på Svanvik sammenlignet med Karpdalen.

Konsentrasjonene av de fleste elementene var stort sett uforandret i 2018 sammenlignet med 2017. Eneste unntak er Al som gikk opp på begge stasjonene og Zn og Ni i Karpdalen som gikk noe opp. Cu og As gikk ned på begge stasjonene, Co gikk noe ned på Svanvik. Dette viser igjen at det er variasjoner fra år til år, fra komponent til komponent og mellom Svanvik og Karpdalen.

Det er vanskelig å gi noen fullgod forklaring på forskjellen i trender mellom de fire spormetallene siden alle fire stammer fra smelteverkene. En mulighet er at det er brukt noe forskjellig sammensetning av malm i produksjonen eller at produksjonsmetodene varierer, men dette er kun hypoteser. Et annet poeng er at partiklene har ulike hygroskopiske egenskaper, det varierer hvor mye fuktighet de tiltrekker seg, og derved varierer det hvor raskt de tas opp i skydråpene og så regnes ut. Likeledes kan de ulike metallene stamme fra ulike prosesser i produksjonen. Metallene kan også opptre i ulike størrelser av partiklene som transporteres på litt forskjellige måter. 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 produksjonsprosessene i Zapoljarnij og Nikel vil påvirke utslippene av de ulike elementene.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på tre norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking (Birkenes, Hurdal, Kårvatn). Tungmetallene Ni, Cu, Co, As, Cr og V i nedbør analyseres nå bare på Birkenes, på Svanvik og i Karpdalen. I tillegg analyseres Mn på Birkenes og Al i grenseområdene. Utenom Zn, er det betydelig høyere konsentrasjoner på Svanvik og i Karpdalen enn på de andre stasjonene i 2018 (Bohlin-Nizzetto og Aas, 2019).

### 5.3 Tungmetaller i nedbør - våtavsetning

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene, både for vinterhalvåret 2017/18 og sommerhalvåret 2018. Avsetningstallene (enhet: mg/m<sup>2</sup>) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet: µg/liter eller mg/liter <sup>47</sup>) multipliseres med nedbøren (1 mm nedbør tilsvarer 1 liter/m<sup>2</sup>) for hver uke og summeres over en sesong.

---

<sup>47</sup> 1 000 µg = 1 mg, likeledes 1 000 000 µg = 1 000 mg = 1 g.

Tabell 11: Avsetning av metaller med nedbør vinterhalvåret 2017/18 og sommerhalvåret 2018 på Svanvik og i Karpdalen. Enhet: mg/m<sup>2</sup> (gitt pr. sesong).

Stasjon	Sesong	Pb mg/m <sup>2</sup>	Cd mg/m <sup>2</sup>	Zn mg/m <sup>2</sup>	Ni mg/m <sup>2</sup>	As mg/m <sup>2</sup>	Cu mg/m <sup>2</sup>	Co mg/m <sup>2</sup>	Cr mg/m <sup>2</sup>	V mg/m <sup>2</sup>	Al mg/m <sup>2</sup>
Svanvik	2017/18 <sup>1)</sup>	0,1	0,0	0,7	3,8	0,1	5,3	0,1	0,0	0,1	1,9
Karpdalen	2017/18 <sup>1)</sup>	0,1	0,0	1,1	3,2	0,1	4,1	0,1	0,0	0,1	2,9
Svanvik	2018 <sup>2)</sup>	0,3	0,0	1,2	8,4	0,3	8,7	0,2	0,1	0,1	5,7
Karpdalen	2018 <sup>2)</sup>	0,3	0,0	2,6	6,7	0,3	5,9	0,2	0,1	0,1	25,8

1) Vintersesong oktober – mars

2) Sommersesong april - september

Resultatene for vinterhalvåret 2017/18 og sommerhalvåret 2018 er vist i Tabell 11. Avsetningstall for tidligere år er vist i vedlegget til denne rapport. Merk at resultatene her angis pr. sesong (sommer/vinter). Dette skyldes at værmønsteret (meteorologi) viser et klart sesongmønster, eksempelvis fremherskende vind fra sør vinterstid. Komponenter som har grenseverdier gitt pr. kalenderår (eks. SO<sub>2</sub> i luft i kap. 4 og tungmetaller i luft i kap. 5.1) er oppgitt og analysert pr år.

Avsetningen i nedbør av Ni og Cu på Svanvik for vinterhalvårene fra 1988/89 til 2017/18 og for sommerhalvårene fra 1989 til 2018 er vist i Figur 6 sammen med sesongkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub>. Trender for alle 10 metallene som er analysert er gitt i Vedlegget til denne rapport. Der er det også gjengitt figur for Karpdalen.

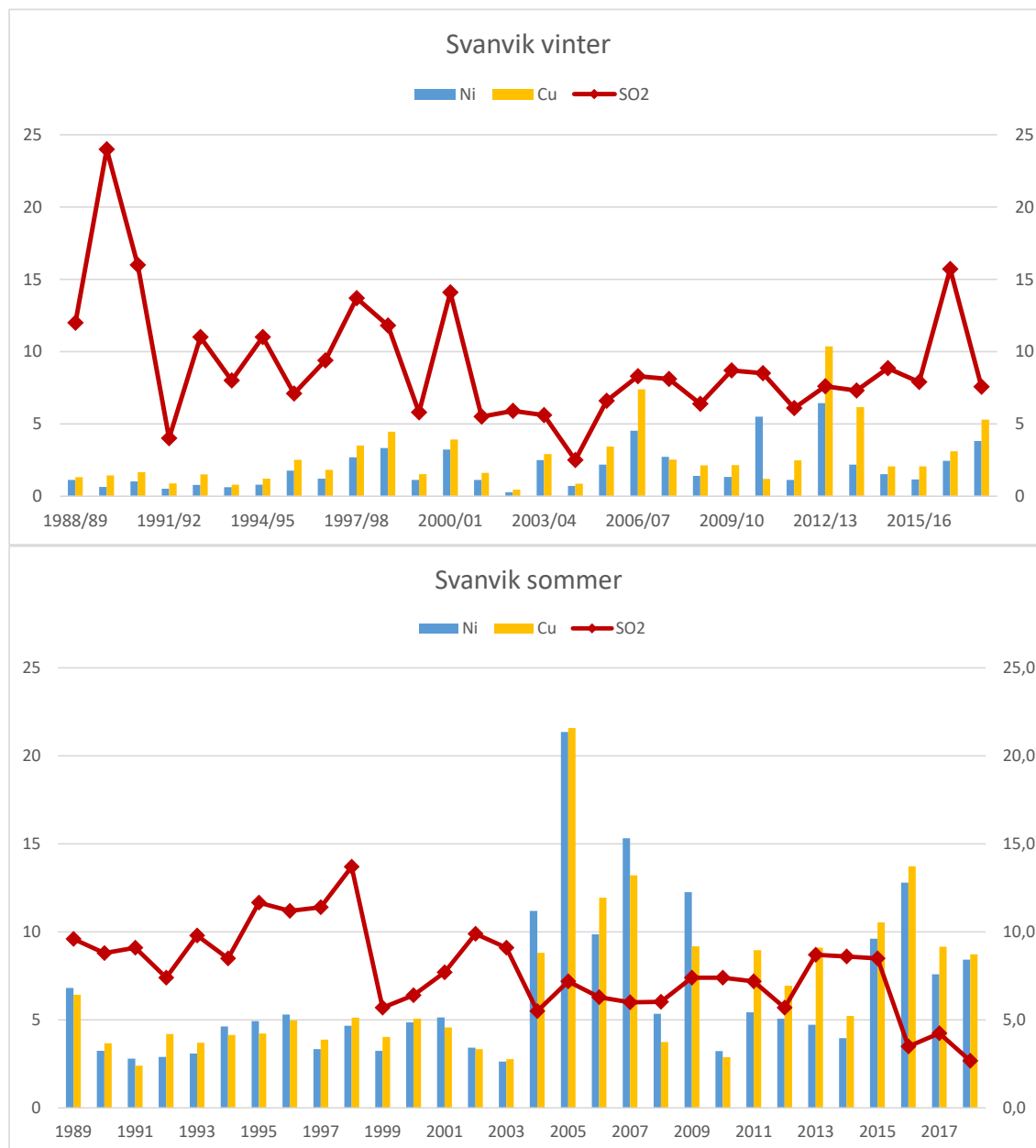
Når det gjelder avsetningen av de fire elementene Ni, Cu, Co og As vinteren 2017/18 så gikk de ned i Karpdalen sammenlignet med vinteren før (2016/17). På Svanvik økte alle fire sammenlignet med vinteren før. Også for de seks andre elementene var det stort sett nedgang i Karpdalen og oppgang på Svanvik sammenlignet med vinter før. For sommersesongen 2018 var det oppgang i avsetning av alle 10 metallene i Karpdalen, mens på Svanvik var det små endringer for spormetallene fra nikkerverket og oppgang eller uforandret for de seks andre.

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 6). 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), samt at det også er prøvetaking og analyse av tungmetaller i nedbør på disse stasjonene. Dette vil i sum gi et godt bilde av spredningen av tungmetaller fra smelteverkene og sesongvariasjonen av disse.

Merk også den markerte økningen i avsetning av Ni og Cu sommeren 2004. Den økte avsetningen er også observert på andre målestasjoner, for eksempel i Nord-Finland (Stebel

m.fl., 2007). Økningen gjenspeiles også i konsentrasjonene i vann og innsjøer i grenseområdene (Garmo og Skancke, 2018). Det er ikke funnet noen fullgod forklaring på dette. Økning av konsentrasjoner av tungmetaller i nedbør var også foranledning til at det ble bevilget midler til målinger av tungmetaller i luft på Svanvik i 2008 og i Karpdalen i 2011.



Figur 6: Avsetning på Svanvik med nedbør av Ni og Cu (søylar, enhet mg/m<sup>2</sup>) i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2017/18 (øvre del) og i sommerhalvårene fra 1989 til 2018 (nedre del). Halvårsmiddelskonsentrasjonene av SO<sub>2</sub> er også vist (rød linje, enhet µg/m<sup>3</sup>).

## 6 Konklusjon

Måleresultatene viser at norske grenseverdier for luftkvalitet (SO<sub>2</sub>) ble overholdt både på Svanvik og i Karpdalen i 2018, dette gjelder timemiddelverdi (gjennomsnitt over en time), døgnmiddelverdi (gjennomsnitt over et døgn) og middelverdi for vintersesongen 2017/18, samt kalenderår.

Svanvik og Karpdalen kan oppleve kortvarige, høye konsentrasjoner av SO<sub>2</sub>, også kalt episoder.

Målingene viser at SO<sub>2</sub>-nivåene på Svanvik var lavere i 2018 enn i 2017. Dette gjelder alle parametre, både gjennomsnitt, antall verdier over fastsatte grenser (døgnmiddel, timemiddel, 10-minuttersmiddel) og maksimumsverdier. I Karpdalen var SO<sub>2</sub>-nivåene litt høyere i 2018 enn året før. Svanvik har typisk de høyeste konsentrasjonene av SO<sub>2</sub> på kort tidsskala (10-minutter, time). Dette skyldes nærheten til Nikelverket. De høyeste konsentrasjonene for lengre tidsskala (måned, sesong) observeres derimot oftest i Karpdalen. Karpdalen er typisk mest utsatt vinterstid pga. hyppigst forekommende vindretning fra sør.

Prøvetaking av tungmetaller/elementer i luft og nedbør viser forhøyede verdier (dvs. høyere enn bakgrunnsverdier) av Ni, Cu, Co, As som regnes som spormetaller fra nikkelsmelteverkene. Norske målsettingsverdier for Ni og As i luft er overholdt. Norske måleprogrammer viser en økning i nivåene av tungmetaller fra 2004 sammenlignet med tiden før 2004. Det er ikke samsvar mellom trender i offisielle utslippstall av tungmetaller fra Russland og trender i norske og finske måleprogrammer i grenseområdene.

Mer informasjon om måleprogrammet, bakgrunn, historikk, tidligere måleresultater, trender og mer utfyllende finnes i vedlegg til denne rapport. Det er også mer informasjon om prosjektene på Miljødirektoratets hjemmeside, se [www.miljodirektoratet.no](http://www.miljodirektoratet.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.aspx>

<http://www.luftkvalitet.info/home/airquality.aspx?type=1&topic=1&id=%7b9aed45c7-5cb6-4dd0-83ec-b76455a188d5%7d> [alle besøkt 2. mai 2019]

## 7 Referanseliste

- 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).
- Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Tønnesen, D., Vadset, M., Våler, R.L. (2018) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet kalenderåret 2017. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-1069/2018) (NILU rapport, 14/2018).
- 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).
- 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. (2016) NILU-målinger i programmet ECE-ICP-materialer, 1987 - 2011. Måleresultater og trender for NILU-stasjonene i måleprogrammet ECE ICP-materialer under konvensjonen for langtransporterte luftforurensninger (CLRTAP), 1987 – 2011. Kjeller, NILU (NILU rapport 18/2016).
- 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).
- Jacobsen, A.R. (2006) Nikkel, jern og blod. Krigen i Nord 1939-1945. Oslo, Aschehoug.
- Miljøverndepartementet (2004) Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Oslo (FOR 2004-06-01 nr 931). URL: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html> [besøkt 21. 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).
- Nasjonalt folkehelseinstitutt (2013) Luftkvalitetskriterier. Virkninger av luftforurensning på helse. Oslo, Nasjonalt folkehelseinstitutt (Rapport 2013:9). Tilgjengelig 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 2. mai 2019].
- 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).

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).

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).



## **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>

ISBN: 978-82-425-2982-4

ISSN: 2464-3327