

Grenseområdene Norge- Russland

Luft- og nedbørkvalitet, årsrapport 2019

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



Innhold

Innhold	2
1 Sammendrag: Luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene Norge-Russland i 2019	3
1.1 Summary: Air and precipitation quality in the Norwegian-Russian border areas in 2019.....	6
1.2 Резюме: Качество атмосферного воздуха и осадков в приграничных районах Норвегии и России в 2019 г.	9
1.3 Tiivistelmä: Ilman- ja sadeveden laatu Venäjän ja Norjan välisillä raja-alueilla 2019.....	12
2 Utslipp, målinger og grenseverdier	15
2.1 Smelteverkenes historie.....	15
2.2 Utslipp	16
2.3 Måleprogram	17
2.4 Regelverk og anbefalinger for luftkvalitet i Norge.....	19
3 Måleresultater meteorologi 2019	21
3.1 Vindhastighet og –retning.....	21
3.2 Nedbørmålinger	22
4 Måleresultater svoveldioksid (SO₂) og uorganiske komponenter	23
4.1 SO ₂ kalenderåret 2019	23
4.2 Trender av SO ₂ 1974 – 2019.....	27
4.2.1 Timemiddelverdier - grenseverdi 350 µg/m ³	27
4.2.2 Døgnmiddelverdier – grenseverdi 125 µg/m ³	28
4.2.3 Vinterhalvår og kalenderår	28
4.3 Uorganiske komponenter i nedbør.....	30
5 Måleresultater tungmetaller i svevestøv og nedbør	31
5.1 Tungmetaller i svevestøv	31
5.2 Tungmetaller i nedbør - konsentrasjon	33
5.3 Tungmetaller i nedbør - våtavsetning.....	34
6 Konklusjon	36
7 Referanseliste	38

1 Sammendrag: Luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene Norge-Russland i 2019

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. Dette medfører at smelteverkene slipper ut store mengder svoveldioksid (SO₂) og tungmetaller. Utslippene påvirker luftkvaliteten og miljøet i grenseområdene. Målestasjonene i grenseområdene har flere tilfeller av episoder med svært høye konsentrasjoner av SO₂ og nivåene av SO₂ og tungmetaller ligger høyere enn ellers i Norge.

Utslipp

Utslippene av SO₂ fra briketteringsanlegget i Zapoljarnij og nikkelsmelteverket i Nikel i Russland er i underkant av 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 gjennomgikk en oppgradering med nye produksjonslinjer i 2015 og dette ga reduserte utslipp fra Zapoljarnij, men noe 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. Selskapet Kola GMK har varslet at produksjonen vil stanse ved årsskiftet 2020/21 og at foredlingen av malm skal flyttes til Monchegorsk.

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 SO₂, tungmetaller i svevestøv og nedbør, samt meteorologi. I Karpbukta måles uorganiske¹ komponenter i nedbør. På Viksjøfjell er det utplassert passive prøvetakere for måling av langtidsmidler av SO₂-konsentrasjonen.

Luftkvalitet - SO₂

En oppsummering av måleresultatene for SO₂ i 2019 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, år) observeres i Karpdalen som er mest utsatt vinterstid på grunn av hyppig forekommende vindretning fra sør.

Generelt viser målingene at SO₂-nivåene på Svanvik var høyere i 2019 enn i 2018. Dette gjelder alle parametre, både gjennomsnitt, korttidsmiddel (10-minutter), antall verdier over fastsatte grenser (timemiddel, døgnmiddel²) og maksimumsverdier. I Karpdalen var nivåene av SO₂ litt høyere i 2019 enn året før bortsett fra høyeste time- og døgnmiddel. I januar 2019 var det to episoder på Svanvik med høye konsentrasjoner av SO₂. Under episoden 25. januar ble det sendt ut varsel til befolkningen i Svanvik-området.

¹ Som uorganiske komponenter regnes SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Ca²⁺ og K⁺ gitt som ioner.

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

Viksjøfjell ligger ca. 20 km rett nord for Zapoljarnij og er sterkt påvirket av utslippene derfra. Målinger med passive prøvetakere på Viksjøfjell viser at middelerdi av SO₂-konsentrasjonen for kalenderåret 2019 var om lag 12 µg/m³. Dette er lavere enn 2018, da var gjennomsnitt 22 µg/m³, og dette kan underbygge at utslippene fra Zapoljarnij er blitt redusert. Middelerdiene for sommermånedene og vintermånedene 2019 var henholdsvis om lag 6 µg/m³ og 18 µg/m³.

Tabell 1: Viktige nøkkeltall for SO₂ fra målingene i 2019.

Kalenderåret 2019	Svanvik	Karpdalen
Antall 10-min.verdier > 500 µg/m ³	77	2
Høyeste 10-minuttersverdi [µg/m ³]	955	800
¹⁾ Antall timemiddel > 350 µg/m ³	18	0
Høyeste timemiddelerdi [µg/m ³]	828	330
²⁾ Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³	2	0
Høyeste døgnmiddel [µg/m ³]	204	121
³⁾ Middelerdi vinter µg/m ³ (vinteren 2018/19)	6,4	11,4
Middelerdi sommer [µg/m ³]	2,8	4,3
³⁾ Årsmiddelerdi [µg/m ³]	5,1	9,3

- 1) Norsk timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse av SO₂ er 350 µg/m³ og denne kan overskrides 24 ganger pr. kalenderår.
 2) Norsk døgngrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse av SO₂ er 125 µg/m³ og denne kan overskrides tre ganger pr. kalenderår.
 3) Norsk grenseverdi for beskyttelse av økosystemet for vinterperioden (1. oktober–31. mars) og kalenderår er 20 µg/m³.

Måleresultatene i Tabell 1 viser at norske grenseverdier for luftkvalitet (SO₂) ble overholdt både på Svanvik og i Karpdalen i 2019, dette gjelder timemiddelerdi, døgnmiddelerdi og middelerdi for vintersesongen 2018/19, samt middelerdi for kalenderåret.

Luftkvalitet - tungmetaller

På Svanvik og i Karpdalen gjøres det prøvetaking av tungmetaller i svevestøv (PM₁₀), det vil si ukeprøver av Ni, Cu, Co og As, samt Al, Cd, Cr, Fe, Mn, Pb, V og Zn³. Målinger av tungmetaller i luft og nedbør på Svanvik og i Karpdalen viser forhøyede konsentrasjoner av spormetaller fra nikkerverkene, nikkell (Ni), kobber (Cu), kobolt (Co) og arsen (As). Gjennomsnittskonsentrasjonen for de to stasjonene er gitt i Tabell 2. Målsettingsverdiene for Ni og As ble overholdt i 2019 både på Svanvik og i Karpdalen. Også målsettingsverdi for kadmium (Cd) er overholdt.

Tabell 2: Middelerdier av metaller i luft på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2019¹.

Kalenderåret 2019	Svanvik	Karpdalen
Ni ng/m ³	6,6	7,2
Cu ng/m ³	5,7	6,4
Co ng/m ³	0,3	0,3
As ng/m ³	0,8	1,3

- 1) Målsettingsverdier for tiltak for komponentene nikkell og arsen er henholdsvis 20 ng/m³ og 6 ng/m³ Konsentrasjonene av arsen, kadmium og nikkell skal beregnes ut fra totalt innhold i PM₁₀-fraksjonen, som gjennomsnitt over et kalenderår.⁴

³ Ni: nikkell, Cu: kobber, Co: kobolt, As: arsen, Al: aluminium, Cd: kadmium, Cr: krom, Fe: jern, Mn: mangan, Pb: bly, V: vanadium, Zn: sink.

⁴ PM₁₀ («Particulate Matter») betegner partikler med aerodynamisk diameter mindre enn 10 µm (mikrometer), også benevnt svevestøv.

Nedbørkvalitet

Tre stasjoner har prøvetaking av nedbør, Karpbukt (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 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 2019

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 (SO₂) and metals. These emissions affect air quality and the environment in the border areas. The monitoring stations in the Russian-Norwegian border areas have the highest measured concentrations of SO₂ and heavy metals in all of Norway.

Emissions

The total emissions of SO₂ from the briquetting facility in Zapoliarny and the smelter in Nikel sum up to about 100 000 tonnes per year. In the 1970's/80's, the emissions of SO₂ 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 Zapoliarny has been modernized recently with two new production lines. This upgrade has reduced the emissions from Zapoliarny, but the emissions from Nikel have slightly increased. The smelters also emit heavy metals. Nickel (Ni), copper (Cu), cobalt (Co) and arsenic (As) are considered trace metals from smelter activity. Kola MMC, a subsidiary of Norilsk-Nickel, has stated that the production in Nikel will cease at the end of 2020 and that the refining process of ore from now on will take place in Monchegorsk.

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 SO₂, heavy metals sampling for analysis in particles (PM₁₀) and precipitation, as well as monitoring of meteorological parameters. In Karpbukt, there is sampling of inorganic components⁵ in precipitation. At Viksjøfjell, there is passive sampling of SO₂ (14-days mean).

Air quality - SO₂

A summary of the monitoring results for SO₂ in 2019 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 SO₂ in 2019 was a bit higher compared to 2018. This is valid for all parameters, both average values, short term mean values (10 minutes), number of exceedances (of hourly mean values, daily mean), and maximum values. In Karpdalen, the environmental impact was slightly higher in 2019 than the year before except for maximum hourly and daily values. In January 2019, there were two episodes at Svanvik with high concentrations of SO₂. During the last episode on 25th January, a warning was sent to the residents in the Svanvik area.

⁵ Inorganic components include SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Ca²⁺, K⁺ given as ions.

Viksjøfjell is located about 20 km north of Zapoliarny and is strongly affected by the emissions from the briquetting facility. Monitoring of SO₂, using passive samplers at Viksjøfjell, shows that the average concentration for the calendar year 2019 was about 12 µg/m³. This is lower than 2018, annual mean value then was 22 µg/m³. This observed decrease is probably due to reduced emissions from the Zapoliarny facility. Seasonal mean concentrations for summer/winter months in 2019 were about 6 µg/m³ and 18 µg/m³, respectively.

Table 1: Key values for SO₂ results in 2019.

Calendar year 2019	Svanvik	Karpdalen
# 10 minute average values > 500 µg/m ³	77	2
Highest 10 minute average value [µg/m ³]	955	800
¹⁾ # Hourly average values > 350 µg/m ³	18	0
Highest hourly average value [µg/m ³]	828	330
²⁾ # Daily averages > 125 µg/m ³	2	0
Highest daily average [µg/m ³]	204	121
³⁾ Average value winter [µg/m ³] (winter 2018/19)	6.4	11.4
Average value [µg/m ³] summer	2.8	4.3
³⁾ Annual mean value [µg/m ³]	5.1	9.3

1) The Norwegian limit value for protection of human health for hourly mean SO₂ concentrations is 350 µg/m³, and can be exceeded no more than 24 times a year.

2) The Norwegian limit value for protection of human health for daily mean SO₂ concentration is 125 µg/m³, and can be exceeded no more than 3 times a year.

3) The Norwegian critical levels for the protection of vegetation is 20 µg/m³ SO₂ given for averaging period calendar year and winter season (1 October to 31 March).

The values presented in Table 1 show that the monitoring results for SO₂ for 2019 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 2018/19, 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 PM₁₀ in air on a weekly basis, i.e. Ni, Cu, Co and As, as well as Al, Cd, Cr, Fe, Mn, Pb, V and Zn⁶. Monitoring of metals in air and precipitation at Svanvik and in Karpdalen shows enhanced concentrations of specific trace elements from the smelting industries, nickel (Ni), copper (Cu), cobalt (Co), and arsenic (As). The mean concentrations found at these two stations are given in Table 2. The observed values of Ni and As are in compliance with Norwegian target values both at Svanvik and in Karpdalen. The observed concentrations of cadmium (Cd) are also below Norwegian target values.

⁶ Ni: nickel, Cu: copper, Co: cobalt, As: arsenic, Al: aluminium, Cd: cadmium, Cr: chromium, Fe: iron, Mn: manganese, Pb: lead, V: vanadium, Zn: zinc.

Table 2: Average values of elements found in ambient air at Svanvik and in Karpdalen during calendar year 2019¹.

Calendar year 2019	Svanvik	Karpdalen
Ni [ng/m ³]	6.6	7.2
Cu [ng/m ³]	5.7	6.4
Co [ng/m ³]	0.3	0.3
As [ng/m ³]	0.8	1.3

1) The target values for nickel and arsenic are 20 ng/m³ and 6 ng/m³ respectively for the total content in the PM₁₀ fraction given over a calendar year.⁷

Precipitation quality

Three stations have sampling of precipitation, Karpbukt (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 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.

⁷ PM₁₀ («Particulate Matter») describes particles with aerodynamic diameter less than 10 µm (micrometer).

1.2 Резюме: Качество атмосферного воздуха и осадков в приграничных районах Норвегии и России в 2019 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 (SO₂) 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 SO₂, при этом уровни содержания SO₂ и тяжелых металлов выше, чем в остальных частях Норвегии.

Выбросы

Выбросы SO₂ с цеха брикетирования в Заполярном и горно-металлургического комбината в Никеле (Россия) составляют менее 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 2015 г. цех брикетирования в г. Заполярном был модернизирован, были внедрены новые производственные линии, что снизило объемы выбросов в Заполярном, однако при этом несколько увеличились 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). Объединение КГМК объявило о прекращении производства в конце 2020 - начале 2021 г., при этом обогащение руды будет проводиться в Мончегорске.

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 SO₂, тяжелых металлов во взвешенной пыли и осадках, а также метеорологические условия. В Карпбукте (Karpbukt) измеряются неорганические⁸ компоненты осадков. На горе Виксёфьелль (Viksjøfjell) размещены пассивные пробоотборники для измерения долгосрочных средних показателей SO₂.

Качество атмосферного воздуха - SO₂

Обобщение зафиксированных показателей SO₂ за 2019 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 SO₂ в 2019 г. был выше, чем в 2018 г. Это касается всех параметров – средних, краткосрочных (10 минут),

⁸ Неорганическими компонентами считаются SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Ca²⁺, K⁺.

количества концентраций, превышающих установленные пределы (час, сутки⁹) и максимальных концентраций. В Карпдалене уровень концентраций SO₂ был немного выше в 2019 г., чем в предыдущем году, кроме самых высоких показателей в час и в сутки. В январе 2019 г. в Сванвике было зафиксировано два случая высоких концентраций SO₂. Во время инцидента 25 января было оповещено население, проживающие в районе Сванвика.

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 2019 календарного года показывали средние концентрации SO₂ ок. 12 мкг/м³. Это ниже, чем в 2018 г., когда средний показатель был 22 мкг/м³, и может быть подтверждением того, что объем выбросов из Заполярного снизился. Средний показатель за зимний и летний сезоны 2019 г. составил соответственно ок. 6 мкг/м³ и 18 мкг/м³.

Таблица 1: Важные ключевые показатели SO₂ из измерений, проводившихся в 2018 г.

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

1) Предельно допустимая среднечасовая концентрация SO₂ в Норвегии - 350 мкг/м³, ее превышение 24 раза допускается в календарный год.

2) Предельно допустимая среднесуточная концентрация SO₂ в Норвегии - 125 мкг/м³, 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/м³.

Приведенные в Таблице 1 результаты измерений качества воздуха показывают соблюдение в 2019 г. в Сванвике и Карпдалене норвежских предельно допустимых концентраций для (SO₂) как по среднечасовым показателям (средней величине за час), среднесуточным показателям (средней величине за сутки), так и по средним показателям за зимний сезон 2018/19 гг. и за календарный год.

Качество атмосферного воздуха – тяжелые металлы

В Сванвике и Карпдалене отбираются пробы на содержание тяжелых металлов во взвешенной пыли (PM₁₀) в атмосферном воздухе, т. е. недельные пробы на Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V и Al¹⁰. 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. В 2019 г.

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

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

ни в Сванвике, ни в Карпдалене не было превышений целевых показателей по кобальту, мышьяку, а также кадмию.

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

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

1) Целевые концентрации ("target value") по тяжелым металлам - 20 нг/м³ для никеля и 6 нг/м³ для мышьяка - указаны как среднегодовые (нормативы вступили в силу 1 января 2013 г.) и касаются содержания тяжелых металлов фракции PM₁₀-¹¹.

1) Целевые концентрации ("target value") по тяжелым металлам - 20 нг/м³ для никеля и 6 нг/м³ для мышьяка - указаны как среднегодовые (нормативы вступили в силу 1 января 2013 г.) и касаются содержания тяжелых металлов фракции PM₁₀-¹².

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.

¹¹ PM₁₀ («Particulate Matter») - частицы с аэродинамическим диаметром не более 10 мкм (микрометров), т. н. взвешенная пыль.

¹² PM₁₀ («Particulate Matter») - частицы с аэродинамическим диаметром не более 10 мкм (микрометров), т. н. взвешенная пыль.

1.3 Tiivistelmä: Ilman- ja sadeveden laatu Venäjän ja Norjan välisillä raja-alueilla 2019

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 (SO₂) ja raskasmetalleja. Kyseiset päästöt vaikuttavat raja-alueiden ilmanlaatuun ja ympäristöön. Raja-alueiden mittausasemilla on useita kertoja mitattu hyvin korkeita SO₂-pitoisuuksia ja niillä mitatut SO₂- ja raskasmetallitasot ovat korkeampia kuin muualla Norjassa.

Päästöt

Zapoljarnyn briketointilaitoksen ja Nikkelin sulaton yhteiset vuosittaiset SO₂- päästöt ovat hieman alle 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 nykyaikaistettu uusilla tuotantolinjoilla 2015, mikä vähentää Zapoljarnyn päästöjä, mutta lisää niitä jonkin verran Nikkelissä. Venäjän laitokset aiheuttavat myös raskasmetallipäästöjä. Nikkelilaitosten hivenmetalleina pidetään nikkeliä (Ni), kuparia (Cu), kobolttia (Co) ja arseenia (As). Yhtiö Kola GMK on ilmoittanut lakkauttavansa tuotannon vuodenvaihteessa 2020/2021 ja siirtävänsä malminjalostuksen Montšegorskiin.

Mittausohjelma

Norjan ilmantutkimuslaitos NILU on mitannut raja-alueiden ilmansaasteita vuodesta 1974 lähtien maan viranomaisten toimeksiannosta. Paatsjoenlaaksossa (Pasvikdalen) sijaitsevalla Svanvikin asemalla ja Rautavuonon (Jarvfjord) Karpdalenissa seurataan rikkidioksidia (SO₂), raskasmetalleja niin leijumassa kuin sadevedessä sekä meteorologisia olosuhteita. Karpbuktissa mitataan epäorgaanisia¹³ komponentteja sadevedestä. Rautavuonon tunturiin (Viksjøfjell) on lisäksi asennettu passiivisia mittareita rikkidioksidin pitkäaikaiskeskiarvoille.

Ilmanlaatu-SO₂

Taulukossa 1 nähdään tiivistelmä SO₂- mittauksen tuloksista vuodelta 2019. Korkeimmat lyhyen aikavälin pitoisuudet (10-minuuttiarvo, tuntiarvo) havaitaan tavallisimmin Svanvikissa johtuen nikkelilaitoksen läheisyydestä. Pidemmän aikavälin (kuukauden, vuodenajan, vuoden) pitoisuudet puolestaan havaitaan Karpdalenissa, joka useimmiten altistuu etelästä puhaltaviin tuuliin talviaikana.

Mittauksen perusteella voidaan yleisesti todeta, että SO₂-tasot olivat Svanvikissa vuonna 2019 korkeampia kuin vuonna 2018. Tämä koskee kaikkia muuttujia, niin keskiarvoa, lyhyen aikavälin keskimääristä havaintoarvoa (10-minuuttiarvoja), määriteltyjä rajoja ylittäviä arvoja (tuntikeskiarvo, vuorokausikeskiarvo¹⁴) ja korkeimpia arvoja. Karpdalenissa mitatut SO₂-tasot olivat vuonna 2019 hieman edellistä vuotta korkeampia lukuun ottamatta korkeimpia tunti- ja vuorokausikeskiarvoja. Rikkidioksidipitoisuudet nousivat Svanvikissa kahdesti korkeiksi tammikuun 2019 aikana. Tammikuun 25. päivän tapahtumasta lähetettiin varoitus Svanvikin alueella asuville.

Zapoljarnyn päästöt vaikuttavat voimakkaasti noin 20 km suoraan sen pohjoispuolella sijaitsevaan Viksjøfjellin alueeseen. Viksjøfjellin passiivinen näytteenotto mittasi rikkidioksidin

¹³ Epäorgaanisia komponentteja ovat SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Ca²⁺, K⁺ ja ne ilmoitetaan ioneina.

¹⁴ Tuntikeskiarvolla kuvataan keskimääräistä pitoisuutta tunnin, vuorokausikeskiarvolla vuorokauden, kuukausikeskiarvolla taas kuukauden ja vuosikeskiarvolla vuoden aikana.

keskiarvoksi kalenterivuonna 2019 noin 12 µg/m³. Keskiarvo oli matalampi kuin vuonna 2018, jolloin se oli 22 µg/m³, mikä tukee oletusta siitä, että Zapoljarnyn päästöt ovat vähentyneet. Kesä-/talvikuukausien keskimmäiset havaintoarvot olivat vuonna 2019 noin 6 µg/m³ ja 18 µg/m³.

Taulukko 1: Tärkeitä SO₂:n tunnuslukuja vuoden 2019 mittauksista

Kalenterivuosi 2019	Svanvik	Karpdalen
> 500 µg/m ³ 10-minuuttiarvojen määrä	77	2
Korkein µg/m ³ 10-minuuttiarvo	955	800
¹⁾ > 350 µg/m ³ tuntikeskiarvojen määrä	18	0
Korkein tuntikeskiarvo µg/m ³	828	330
²⁾ > 125 µg/m ³ vuorokausikeskiarvojen määrä	2	0
Korkein vuorokausikeskiarvo µg/m ³	204	121
³⁾ Keskiarvo talvella µg/m ³ (talvi 2018/2019)	6,4	11,4
Keskiarvo kesällä µg/m ³	2,8	4,3
³⁾ Vuosikeskiarvo µg/m ³	5,1	9,3

1) Norjassa raja-arvo SO₂:n tuntikeskiarvolle ihmisterveyden suojelemiseksi on 350 µg/m³, joka saa ylittyä 24 kertaa kalenterivuoden aikana.

2) Norjassa raja-arvo SO₂:n vuorokausikeskiarvolle ihmisterveyden suojelemiseksi on 125 µg/m³, joka saa ylittyä kolme kertaa kalenterivuoden aikana.

3) Norjassa raja-arvo ekosysteemin suojelemiseksi talvikaudella (1. 10.–31. 3.) ja kalenterivuodelle on 20 µg/m³.

Taulukosta 1 luettavista mittaustuloksista käy ilmi, että ilmanlaatu (SO₂) pysyi vuonna 2019 Norjassa sallittujen raja-arvojen sisällä sekä Svanvikissa että Karpdalenissa. Tämä koski niin tunnin aikana mitattua tuntikeskiarvoa, vuorokauden aikana mitattua vuorokausikeskiarvoa kuin talvikaudella 2018/2019 ja kalenterivuoden aikana mitattua keskiarvoa.

Ilmanlaatu-raskasmetallit

Svanvikin ja Karpdalenin asemilla otetaan näytteitä raskasmetalleista leijumassa/ilmassa (PM₁₀), toisin sanoen viikkonäytteet seuraavista: Ni, Cu, Co ja As sekä Al, Cd, Cr, Fe, Mn, Pb, V ja Zn¹⁵. Svanvikin ja Karpdalenin raskasmetallimittaukset ilmasta ja sadevedestä osoittavat sulattamon hivenmetallien nikkelin (Ni), kuparin (Cu), kobolttin (Co) ja arseenin (As) kohonneita pitoisuuksia. Näillä kahdella asemalla mitattujen pitoisuuksien keskiarvot ilmoitetaan taulukossa 2. Nikkelin ja arseenin tavoitearvot (Ni, As) saavutettiin vuonna 2019 sekä Svanvikissa että Karpdalenissa. Myös kadmiumin (Cd) pitoisuudet ovat pysyneet tavoitearvoissa.

¹⁵Ni: nikkeli, Cu: kupari, Co: koboltti, As: arseeni, Al: alumiini, Cd: kadmium, Cr: kromi, Fe: rauta, Mn: mangaani, Pb: lyijy, V: vanadium, Zn: sinkki.

Taulukko 2: Svanvikin ja Karpdalenin asemilla ilmasta mitatut metallien keskiarvot kalenterivuonna 2019 ¹⁾

Kalenterivuosi 2019	Svanvik	Karpdalen
Ni ng/m ³	6,6	7,2
Cu ng/m ³	5,7	6,4
Co ng/m ³	0,3	0,3
As ng/m ³	0,8	1,3

1) Raskasmetallipitoisuuksien toimenpiteitä aiheuttavat raja-arvot ovat 20 ng/m³ nikkeliä ja 6 ng/m³ arseenia. Arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet lasketaan niiden kokonaismäärästä PM10-hiukkasessa kalenterivuoden keskiarvona¹⁶.

Sadannan laatu

Näytteitä sadeveden laadun analysoimiseksi otetaan kolmella asemalla: Karpbuktin näytteistä analysoidaan epäorgaaniset komponentit, 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 Nikkelistä tuulee useimmiten Svanvikiin päin kesäisin. Karpdalen altistuu eniten talviaikaan. Metallipitoisuudet sadannassa ovat lisääntyneet huomattavasti vuodesta 2004 verrattuna aikaan ennen vuotta 2004.

¹⁶ Leijuvassa pölyssä esiintyviä aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (µm) kokoisia hiukkasia kutsutaan hengitettäväksi hiukkasiksi (PM₁₀, Particulate Matter).

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 videreforedles inneholder tungmetaller som nikkel og kobber, men også svovel (~5-6 %). Dette medfører at smelteverkene slipper ut store mengder svoveldioksid (SO₂) og tungmetaller. Disse utslippene påvirker luftkvaliteten og miljøet i grenseområdene både på norsk og russisk side.

I oktober 2019 ble det meldt at smelteverket i Nikel skulle legges ned i løpet av 2020. Dette er senere gjentatt og bekreftet fra selskapet. En ovn ble raskt lukket, senere ble det meldt at siste ovn skal stenges ved årsskiftet 2020/21. Det vil også bli omlegginger ved anlegget i Zapoljarnij. Dette vil medføre en sterk reduksjon i utslippene og påvirkningen på det ytre miljø i grenseområdene. I tillegg vil endringene ha store samfunnsmessige konsekvenser for byene Nikel og Zapoljarnij.

2.1 Smelteverkens historie

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 eies 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 Norilsk Nickel-kombinatet (<http://www.nornickel.com>).

Aktiviteten i grenseområdene består i dag (sommeren 2020) av gruver rundt Zapoljarnij (byen grunnlagt 1958) og Nikel.¹⁷ Dernest et anrikningsanlegg i Zapoljarnij hvor malmen knuses, oppkonsentreres og hvor det lages nevestore malmbriketter. Brikettene har fram til nå blitt sendt til smelteverket i Nikel (se bildet på forsiden) som produserer nikkelmatte som inneholder ca. 40% nikkel. Nikkelmatten er så sendt til verket i Monchegorsk som videreforedler og produserer ren nikkel. I løpet av 2020 skal verket i Nikel legges ned og produksjonen i Zapoljarnij legges delvis om. Heretter skal konsentratet fra Zapoljarnij enten selges direkte på verdensmarkedet i form av pulver eller sendes direkte til Monchegorsk for videreforedling der.

I 2018 stod Kola Bergverkskompani for 72% av Norilsk Nickels totale produksjon av nikkel, for kobber og platinagruppermetallene¹⁸ var andelen hhv. 18% og 61%. Det ble utvunnet 7,9 millioner tonn malm, beregnede malmforekomster utgjør til sammen 327,3 millioner tonn (kilde Norilsk Nickel sin hjemmeside, se fotnote).

¹⁷ For videre detaljer, se <https://www.nornickel.com/business/assets/kola/> [besøkt 11. mars 2020]

¹⁸ Platinagruppermetaller omfatter de seks metallene ruthenium Ru, rhodium Rh, palladium Pd, iridium Ir, osmium Os og platina Pt.

2.2 Utslipp

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 SO₂ pr. år. I dag brukes kun lokal malm og utslippene av SO₂ fra Zapoljarnij og Nikel utgjør i underkant av 100 000 tonn pr. år.¹⁹ Briketteringsanlegget i Zapoljarnij ble modernisert i 2015.²⁰ Omleggingen medførte to viktige endringer; etter dette blir det laget nevestore briketter, ikke pellets som tidligere og malmen blir tørket, ikke røstet²¹. Denne ombyggingen medførte at utslippene fra Zapoljarnij ble redusert betraktelig og mesteparten av utslippene i grenseområdene kommer i dag fra verket i Nikel. I tillegg ble det installert én ny, lukket smelteovn i Nikel. Det eksisterte videre planer om å installere ytterligere én lukket ovn, men nå blir verket lagt ned. Det er tidligere opplyst til norske myndigheter at utslippstillatelsen er 79 900 tonn SO₂ pr. år.

Det slippes også ut tungmetaller fra produksjonen. Nikkel (Ni), kobber (Cu), kobolt (Co) og arsen (As) regnes som spormetaller²² fra nikkilverkene. 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 (se Garmo og Skancke, 2019).



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 kan 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

¹⁹ Totale, rapporterte utslipp av SO₂ 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 [besøkt 11. mars 2020]

²⁰ Opplysningene om moderniseringen i Zapoljarnij ble gitt under møte i Zapoljarnij 16. mars 2016, BEAC Working Group on Environment.

²¹ Røsting er den prosessen som utføres når malm varmes opp over lang tid for å fjerne forurensning/uønskede komponenter fra malmen.

²² Spormetaller er metaller som forekommer i svært små mengder, f.eks. i luft som her, eller i kroppen.

by når vinden står fra nord, se Bilde 1 og likeledes resultater fra Murmansk UGMS sitt måleprogram²³.

2.3 Måleprogram

I 2019 utførte NILU målinger og prøvetaking på oppdrag fra Miljødirektoratet ved i alt fire norske stasjoner i grenseområdene Norge-Russland;

- Svanvik: SO₂ kontinuerlig med monitor, tungmetaller²⁴ i luft og nedbør, meteorologi²⁵
- Karpdalen: SO₂ kontinuerlig med monitor, tungmetaller i luft og nedbør, meteorologi
- Karpbukt: Uorganiske komponenter i nedbør²⁶
- Viksjøfjell: SO₂ langtidsmidler, det vil si gjennomsnitt over 14 dager

Plasseringen av NILUs målestasjonene er vist i Figur 1. Av andre måleprogrammer i luft og nedbør i grenseområdene kan nevnes målinger av meteorologi på Nyrud, Skogfoss, Svanvik og Høybuktmoen (se www.yr.no og eklima.met.no) og radioaktivitet på Svanvik og Viksjøfjell (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, DSA). I tillegg finnes det flere andre måleprogrammer når det gjelder det akvatiske og terrestriske miljø, eksempelvis Pasvikprogrammet (Fylkesmannen i Troms og Finnmark), jordparametre på Svanvik (NIBIO og NVE), korrosjon (NILU), vanntemperatur ved Skogfoss og i Sametielva (NVE) med flere.

²³ Eks. http://kolgimet.ru/monitoring-zagrjaznenija-okruzhajushchei-sredy/sostojanie-i-zagrjaznenie-atmosfernogo-vozdukha/?no_cache=1&type=uploader%3A [besøkt 13. oktober 2020]. På russisk, men lesbar ved bruk av automatisk oversettelse.

²⁴ Ni: nikkel, Cu: kobber, Co: kobolt, As: arsen (strengt tatt et halvmetall/metalloid), Al: aluminium (strengt tatt et lettmetall), Cd: kadmium, Cr: krom, Fe: jern, Mn: mangan, Pb: bly, V: vanadium, Zn: sink. I luft beregnes disse 12 utfra totalt innhold i PM₁₀-fraksjonen (svevestøv).

²⁵ Vindhastighet, vindretning, temperatur og relativ fuktighet, lufttrykk, samt nedbørsindikator. Nedbørsindikator angir om det har vært nedbør eller ei, men ikke mengde.

²⁶ Nedbørmengde, ledningsevne, pH og de uorganiske komponentene SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Ca²⁺, K⁺ (gitt som ioner)



Figur 1: Norske målestasjoner for luftkvalitet, nedbørskvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene Norge-Russland i kalenderåret 2019. Data fra de norske stasjonene rapporteres og analyseres i denne studien.

I Russland måler Murmansk Avdeling for hydrometeorologi og miljøovervåking (Murmansk UGMS) luftkvalitet og meteorologi i Zapolyarnij, Nickel og Jäniskoski. Russiske måleresultater presenteres på egen nettside²⁷. Det er også utarbeidet to fellesrapporter fra den norsk-russiske ekspertgruppen for luft som gir en oversikt over måleprogram, grenseverdier, måle- og analysemetoder og resultater på norsk og russisk side.^{28, 29} Ny rapport er planlagt i 2021.

Finland har også egne målestasjoner som måler luftkvalitet. I finsk Lappland er det nå tre stasjoner med SO₂-målinger, Utsjoki Kevo, Inari Raja-Jooseppi og Muonio Sammaltunturi³⁰.

²⁷ http://www.kolgimet.ru/monitoring-zagrjaznenija-okruzhajushchei-sredy/sostojanie-i-zagrjaznenie-atmosfernogo-vozdukh/?no_cache=1, på russisk [besøkt 11. mars 2020]

²⁸ Nedlastbar fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m322/m322.pdf> [besøkt 11.mars 2020].

²⁹ Nedlastbar fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m761/m761.pdf> [besøkt 11.mars 2020].

³⁰ <https://sv.ilmatieltenlaitos.fi/luftkvalitet>, svenskspråklig versjon, [besøkt 11. mars 2020]



Bilde 2: NILUs målestasjoner. **Svanvik** (venstre) ligger ute på jordet ved NIBIO Svanhovd. Merk inntak for støvmålinger på taket til venstre og inntak for SO₂-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 SO₂, 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.

2.4 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 økosystemet ved å sette minstekrav til luftkvalitet og sikre at disse blir overholdt. Den 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 SO₂ er gitt i Tabell 3 mens målsettingsverdier for arsen, kadmium og nikkel er gitt i Tabell 4.

Forurensningsforskriften definerer også en alarmterskel³¹ for SO₂ (§ 7-10) på 500 µg/m³ 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 SO₂ er luftkvalitetskriteriene for 15 minutter på 300 µg/m³ og 20 µg/m³ som døgnmiddel (Nasjonalt folkehelseinstitutt, 2013³²). Likeledes har en rekke offentlige institusjoner samarbeidet om å utarbeide forurensningsklasser og helse råd for en rekke typer forurensning, PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ og O₃.³³ For SO₂ karakteriseres nivåene av forurensning som lite (konsentrasjon < 100 µg/m³), moderat (100 - 350 µg/m³), høyt (350-500 µg/m³) og svært høyt (>500 µg/m³). WHO har

³¹ Alarmterskel er et konsentrasjonsnivå i utendørsluft som gir helseeffekter i befolkningen ved korttidseksposering.

³² <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/moba/pdf/luftkvalitetskriterier---virkninger-av-luftforurensning-pa-helse-pdf.pdf> [besøkt 11. mars 2020].

³³ Se forurensningsklasser gjengitt på <https://luftkvalitet.miljostatus.no/artikkel/613> [besøkt 11. mars 2020].

utarbeidet retningslinjer («air quality guidelines»)³⁴ for korttidseksponering av SO₂ (10 minutters gjennomsnitt) på 500 µg/m³ og langtidseksponering (24 timers gjennomsnitt) på 20 µg/m³.

Tabell 3: Grenseverdier for tiltak er gitt i Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) Del 3 § 7-6³⁵. Forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft skal ikke overstige følgende grenseverdier flere enn det tillatte antall ganger.

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

For nikkel (Ni) har Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet fastsatt et luftkvalitetskriterium på 10 ng/m³ som årsmiddel. For arsen (As) er luftkvalitetskriteriet 2 ng/m³ som årsmiddel, videre bly (Pb) 0,1 µg/m³ som årsmiddel, kadmium (Cd) 2,5 ng/m³ som årsmiddel, seksverdig krom (Cr VI) 0,1 ng/m³ som årsmiddel og vanadium (V) 0,2 µg/m³ som døgnmiddel (Nasjonalt folkehelseinstitutt, 2013).

Tabell 4: Målsetningsverdier for tiltak er gitt Forurensningsforskriften Del 3 § 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
Arsen	Kalenderår	6 ng/m ³
Kadmium	Kalenderår	5 ng/m ³
Nikkel	Kalenderår	20 ng/m ³

Konsentrasjonene av arsen, kadmium og nikkel skal beregnes ut fra totalt innhold i PM₁₀-fraksjonen, som gjennomsnitt over et kalenderår.

Russiske grenseverdier er utførlig presentert i fellesrapportene fra ekspertgruppen for luft (Mokrotovarova m.fl., 2015, Pettersen m.fl., 2017). Russland opererer med begrepet PDK³⁶,

³⁴ <https://www.who.int/airpollution/publications/agg2005/en/> [besøkt 11. mars 2020].

³⁵ <http://www.lovddata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html#7-6> [besøkt 11. mars 2020].

³⁶ PDK, med kyrilliske bokstaver пдк, er forkortelse for «предельно допустимыми концентрациями».

på engelsk benevnt MAC («Maximum Allowable Concentration»). For korttidsmidler (i praksis 20-minutter) er grensen $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for SO_2 , mens for døgnmiddel og årsmiddel er PDK/MAC $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3 Måleresultater meteorologi 2019

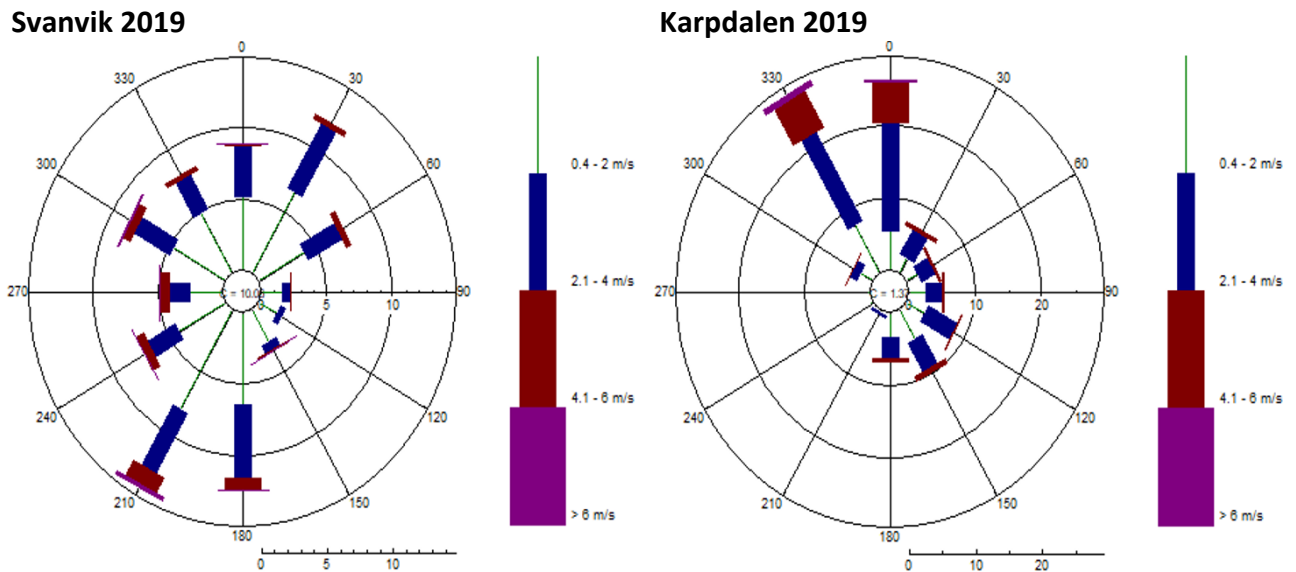
Meteorologiske målinger, spesielt vindretning og –hastighet, er grunnleggende for å bestemme spredning, transport og avsetning av luftforurensning. I et måleprogram hvor det gjøres kontinuerlige målinger (monitorer) er det derfor svært viktig å samtidig måle meteorologiske parametre.

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), Kirkenes lufthavn Høybuktmoen og Øvre Neiden (se www.yr.no og 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 vinterstid bringes utslippene videre nordover og bort fra Nikel by. Plasseringen var utvilsomt et bevisst valg da smelteverket og bebyggelsen ble anlagt på 1930-tallet. Vindroser for Svanvik og Karpdalen for kalenderåret 2019 er vist i Figur 2. Vindroser viser hvor ofte det blåser **fra** ulike retninger.

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.



Figur 2: Vindrosere for Svanvik og Karpdalen for januar – desember 2019 (vindrosene viser frekvensen i prosent av vind i tolv 30-graders sektorer, det vil si 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). Merk ulik skala i de to rosene.

På Svanvik kom vinden fra østlig kant (fra smelteverket) i kun 7% av tiden, samme andel som i 2018. Dette er lav andel vind fra øst og en medvirkende årsak til at Svanvik har lave verdier av SO_2 også i 2019. I Karpdalen stod vinden fra sørlig kant i 17% av tiden og fra nordlig kant i 60% av tiden. Dette er lav andel vind fra sør og forklarer delvis de lave verdiene i Karpdalen i 2019.

3.2 Nedbørmålinger

NILU gjør prøvetaking for analyse av uorganiske komponenter³⁷ 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 2019 målt 346 mm nedbør, i Karpdalen 482 mm og i Karpbukt 527 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.

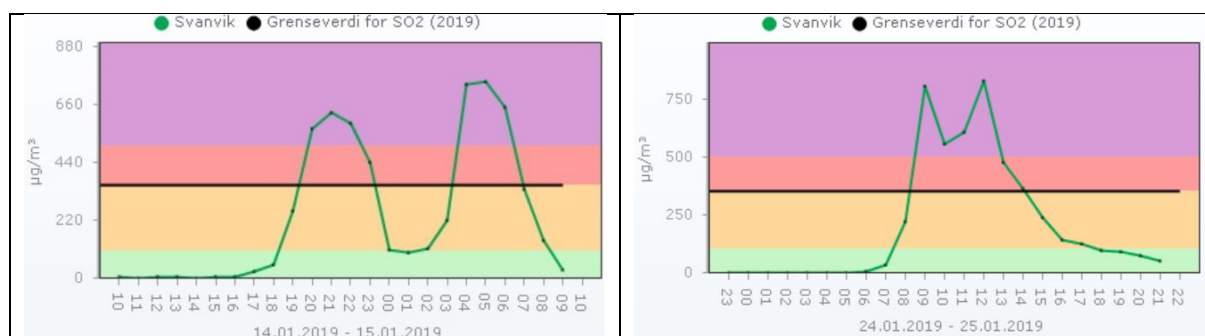
Av de tre stasjonene er Svanvik preget av innlandsklima og har minst nedbør. Karpdalen ligger noen kilometer inn i landet og er preget av luft sørfra (innlandsluft) og luft nordfra (sjøluft). Karpbukt ute ved kysten har mest nedbør. Svanvik er eneste stasjon av disse tre som har utarbeidet nedbørsnormal (middel for 1961-1990, 435 mm). Det kom markant mindre nedbør enn normalen på Svanvik i 2019 (346 mm mot 435 mm).

³⁷ Igjen; som uorganiske komponenter regnes SO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_3^- , Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ gitt som ioner.

4 Måleresultater svoveldioksid (SO₂) og uorganiske komponenter

4.1 SO₂ kalenderåret 2019

Målingene viser at SO₂-nivåene på Svanvik var høyere i 2019 enn i 2018. Dette gjelder alle parametre, både gjennomsnitt, korttidsmiddel (10-minutter), antall verdier over fastsatte grenser (timemiddel, døgnmiddel³⁸) og maksimumsverdier. Året var spesielt preget av to episoder i januar med høye verdier av SO₂, natten 14. - 15. og formiddagen 25. januar (Figur 3). Ved episoden 25. januar ble det også sendt varsel til befolkningen i Svanvikområdet og saken fikk stor oppmerksomhet. Episoden 14. - 15. skjedde om kvelden/natta og var over før man rakk å varsle.



Figur 3: Timemiddelkonsentrasjonene av SO₂ på Svanvik under episodene 14.-15. januar (venstre del) og 25. januar (høyre del). Svart linje viser norsk grenseverdi på 350 µg/m³, fargene indikerer de fire nivåene av forurensning (grønn - lite, orange – moderat, rødt - høyt og lilla - svært høyt, se kap. 2.4. Kilde: skjermdump fra www.luftkvalitet.info.

I Karpdalen var gjennomsnittsnivåene av SO₂ litt høyere i 2019 enn året før. Samtidig var maksimumsverdiene, det vil si høyeste døgn- og timemiddel lavere i 2019 enn i 2018. Eneste unntak er høyeste 10-minuttersverdi som var noe høyere i 2019. Et sammendrag av de viktigste måleresultatene for Svanvik og Karpdalen er gitt i Tabell 5 og Tabell 6. Norske grenseverdier for luftkvalitet (SO₂) ble overholdt både på Svanvik og i Karpdalen i 2019.

Svanvik har typisk de høyeste konsentrasjonene av SO₂ 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 og med at Nikel ligger mellom de to.

³⁸ Timemiddel betegner gjennomsnittskonsentrasjon over en time, døgnmiddel betegner gjennomsnittskonsentrasjon over et døgn og tilsvarende for månedsmiddel og årsmiddel.

Tabell 5: Sammenheng av målinger av SO₂ med monitor på Svanvik i 2019 (enheter konsentrasjon µg/m³ og antall).

Svanvik	Månedsmiddel	Høyeste døgn-middel	Antall døgn-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	23,9	203,8	31	7	2	827,7	739	714	12	3	10	929,0	62
Februar	9,5	48,5	28	4	0	125,0	665	660	5	0	0	135,0	0
Mars	1,2	10,7	31	0	0	54,8	737	737	0	0	0	106,8	0
April	0,6	4,4	30	0	0	52,7	715	715	0	0	0	87,5	0
Mai	7,5	54,2	31	3	0	631,4	738	722	14	1	1	955,0	6
Juni	1,8	10,4	30	0	0	100,7	715	714	1	0	0	142,8	0
Juli	1,2	14,2	31	0	0	84,6	737	737	0	0	0	143,0	0
August	4,6	86,4	31	1	0	730,9	739	731	5	2	1	933,7	9
September	0,7	6,1	30	0	0	55,0	716	716	0	0	0	101,9	0
Oktober	2,1	10,9	31	0	0	59,8	740	740	0	0	0	75,5	0
November	4,3	31,7	30	3	0	74,6	713	713	0	0	0	91,3	0
Desember	3,9	33,5	31	1	0	77,4	737	737	0	0	0	134,6	0
2019	5,1¹⁾	203,8	365	19	2	827,7	8691	8636	37	6	12	955,0	77

1) Årsmiddel.

Når vinden kommer fra smelteverkene mot målestasjonene oppleves høye, kortvarige konsentrasjoner, kalt episoder. Episoder kjennetegnes ved at SO₂-konsentrasjonene stiger raskt, ofte i løpet av minutter, fra tilnærmet null opp til flere hundre µg/m³ (se de brå endringene i Figur 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. Det vil si at det er et skarpt skille i atmosfæren mellom ren bakgrunnsluft og luft i røykfanen fra smelteverkene.

Høyeste 10-minuttersverdi av SO₂ i 2019 var 955 µg/m³ som ble målt på Svanvik 27. mai fra 11:50-12:00 (se tabell med detaljerte 10-minuttersverdier over 500 µg/m³ i vedlegget). Det var 37 10-minuttersverdier over 500 µg/m³ 14.-15. januar, 25. januar, én 19. mai, fem 27. mai og ni 10. august, til sammen 77 i 2019.

Det var to episoder i Karpdalen med konsentrasjoner over 500 µg/m³ (11. juli og 18. august), hver hadde en 10-minuttersperiode med konsentrasjon over 500 µg/m³. Det vil si at det var flere og sterkere episoder på Svanvik i 2019 enn i 2018, mens det var færre episoder i Karpdalen. Lav andel vind fra sør i Karpdalen er medvirkende årsak til at det er få episoder med høy SO₂ i 2019. Det ble som nevnt sendt ut varsel til befolkningen om høye konsentrasjoner på Svanvik 25. januar (jfr. system for varslings av kommunens innbyggere omtalt i kap. 2.4).

Tabell 6: Sammenheng av målinger av SO₂ med monitor i Karpdalen i 2019 (enheter konsentrasjon µg/m³ 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	22,4	119,2	31	12	0	216,9	738	698	40	0	0	240,9	0
Februar	19,2	120,6	28	10	0	215,5	664	626	38	0	0	282,4	0
Mars	10,5	120,5	31	5	0	285,1	738	713	25	0	0	441,7	0
April	3,1	33,6	30	1	0	164,4	714	709	5	0	0	220,8	0
Mai	3,4	27,7	31	2	0	232,0	734	730	4	0	0	362,7	0
Juni	1,4	14,5	28	0	0	105,9	650	648	2	0	0	177,3	0
Juli	1,7	16,9	31	0	0	245,9	720	718	2	0	0	799,6	1
August	9,2	56,7	31	6	0	329,6	726	700	26	0	0	597,7	1
September	6,5	42,1	30	5	0	246,4	708	698	10	0	0	439,2	0
Oktober	3,5	62,5	31	1	0	223,6	735	728	7	0	0	232,6	0
November	19,2	89,6	30	10	0	259,5	713	672	41	0	0	311,9	0
Desember	11,6	91,9	31	6	0	198,8	728	705	23	0	0	382,5	0
2019	9,3¹⁾	120,6	363	58	0	329,6	8568	8345	223	0	0	799,6	2

1) Årsmiddel

Det var 18 timemiddelverdier over 350 µg/m³ på Svanvik i 2019 (maksimum 828 µg/m³ målt 25.januar kl. 11-12), mens det var ingen i Karpdalen over 350 µg/m³ (maksimal timeverdi 330 µg/m³ målt 18. august)³⁹. På Svanvik forekom 13 av timene med konsentrasjon over 350 µg/m³ under episodene 14.-15. og 25. januar (sju og seks, se Figur 3, deretter én 19. mai, én 27. mai og tre 10. august). Norsk lov tillater 24 overskridelser i løpet av et kalenderår (jfr Tabell 3) og norsk grenseverdi for time ble overholdt både på Svanvik og i Karpdalen i 2019. Merk at lufta på Svanvik var lite forurenset i 99,4% av tiden (konsentrasjoner lavere 100 µg/m³) og moderat forurenset i 0,4% av tiden (100 - 350 µg/m³). I Karpdalen var lufta lite forurenset i 97,4% av tiden og moderat forurenset i 2,6% av tiden, jfr. kategoriseringen på Luftkvalitet i Norge, Helseråd og forurensningsklasser⁴⁰.

Høyeste døgnmiddel på Svanvik var 204 µg/m³ i 2019 målt 25. januar, 15. januar var det 143 µg/m³. Det var to døgnmidler over 125 µg/m³ på Svanvik og ingen i Karpdalen (høyeste måling 121 µg/m³ 9. februar). Norsk lov tillater 3 overskridelser av 125 µg/m³ i løpet av et kalenderår (jfr. Tabell 3) og norsk grenseverdi for døgnet ble derved overholdt på Svanvik og i Karpdalen i 2019.

Høyeste månedsmiddel på Svanvik i 2019 var 23,9 µg/m³ (januar). Karpdalen hadde også høyeste månedsmiddel i januar (22,4 µg/m³), 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.

³⁹ Grafisk fremstilling av de timesvise data er gitt i Vedlegget til denne rapport.

⁴⁰ <https://luftkvalitet.miljostatus.no/artikkel/613> [besøkt 11. mars 2020].

Sesongmiddel (1. oktober – 31. mars) for vinteren 2018/19 på Svanvik var $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og i Karpdalen $11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er en nedgang for begge stasjoner sammenlignet med vinteren før.

Middelverdien på Svanvik i kalenderåret 2019 var $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er nær en dobling sammenlignet med 2018, hvor dog belastningen var veldig lav. Årsgjennomsnitt i Karpdalen i 2019 var $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en svak oppgang fra 2018 ($8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Norsk grenseverdi for beskyttelse av økosystemet 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 2018/19 og i 2019.

Viksjøfjell

Viksjøfjell ligger ca. 20 km rett nord for Zapoljarnij og stasjonen er sterkt påvirket av utslippene derfra. Målingene av 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.



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_2 for kalenderåret 2019 på Viksjøfjell var om lag $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gjennomsnitt av de to prøvetakerne⁴¹). Dette er lavere enn 2018 (da var gjennomsnitt $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$), og også lavere enn for noen år siden. Dette kan underbygge at utslippene fra Zapoljarnij er reduserte. Middelverdien sommersesongen 2019 var om lag $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (middel av de to prøvetakerne), for vintermånedene var middelverdien rundt $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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.

⁴¹ Passive prøvetakere har høyere usikkerhet enn monitormålinger og målingene på Viksjøfjell er mer indikative enn kvalitative, det vil si 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.

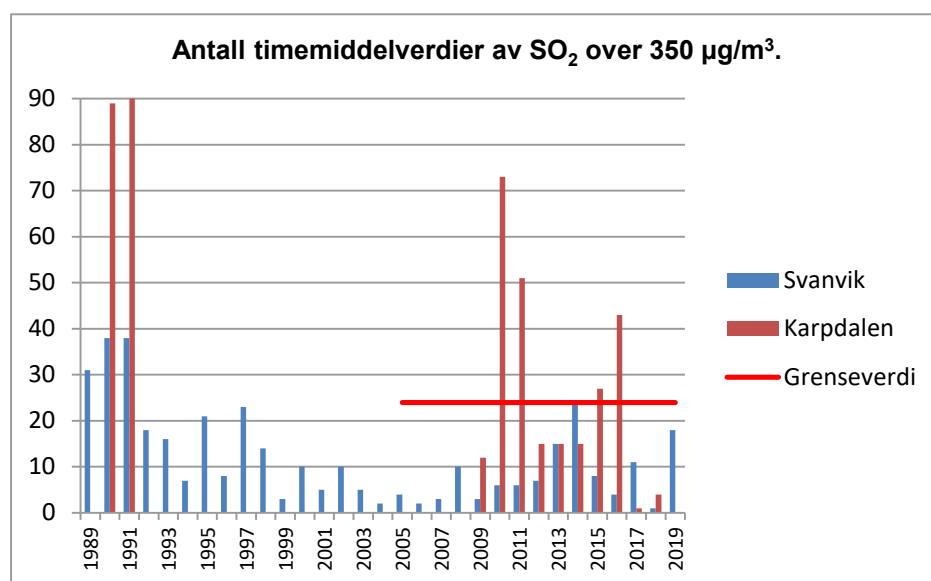
4.2 Trender av SO₂ 1974 – 2019

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/Maajärvi⁴², 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 SO₂ 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/m³

Timemiddelverdier av SO₂ 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 4 viser antall overskridelser av nåværende grenseverdi hvert år fram til 2019. Fra 1992 er antall overskridelser på Svanvik under någjeldende 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 4: Antall timemiddelverdier av SO₂ over 350 µg/m³ på Svanvik (1989-2019) og i Karpdalen (1989-1990 og 2009-2019). Norsk lovverk tillater 24 overskridelser pr. kalenderår (gjeldende fra 2005, markert med rød linje).

Som vist i Figur 4 (og i Figur 5) 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/m³

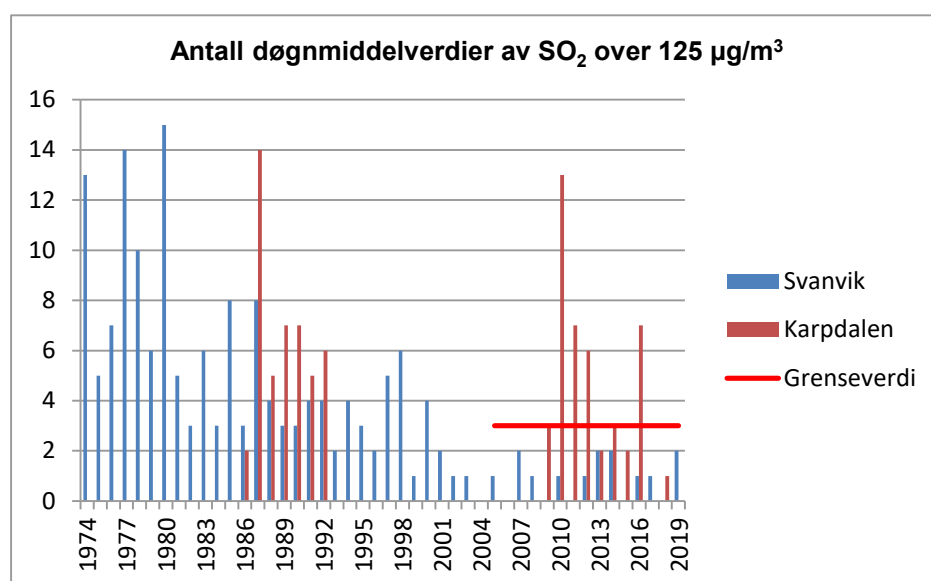
⁴² "järvi" er finsk og betyr innsjø, den tilsvarende samiske betegnelsen er "jav'ri". Järvi og jav'ri brukes tidvis om hverandre i stedsnavn i grenseområdene.

(grenseverdi fra 1.1.2005), men også for høyeste timemiddelkonsentrasjon (høyeste timemiddelverdien målt på Svanvik noensinne av NILU var $2458 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1990). Gitt at målingene før 1989 viser langt høyere års- og døgnmiddelkonsentrasjoner enn målingene etter 1989 er det derfor sannsynlig at timemiddelverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ har forekommet hyppigere på 1970- og 1980-tallet enn i dag.

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

Den norske grenseverdien for døgnmiddel av SO_2 på $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tillates overskredet tre ganger i året og ble gjort gjeldende fra 1.1.2005 (se kap. 2.4). Figur 5 viser at antall overskridelser av $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik har variert mye fra år til år, men at det generelt har vært færre overskridelser etter 2000 enn tidligere. 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 5). Igjen utpeker vinteren 2010/11 seg med meget høye verdier og stort antall døgnmiddelverdier over $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 13 i 2010, 7 i 2011. Merk også at antallet døgnmidler over $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ var over dagens grense i alle årene 1987-1992. Generelt måles de høyeste konsentrasjonene i Karpdalen om vinteren pga. hyppigst forekommende vindretning fra sør.

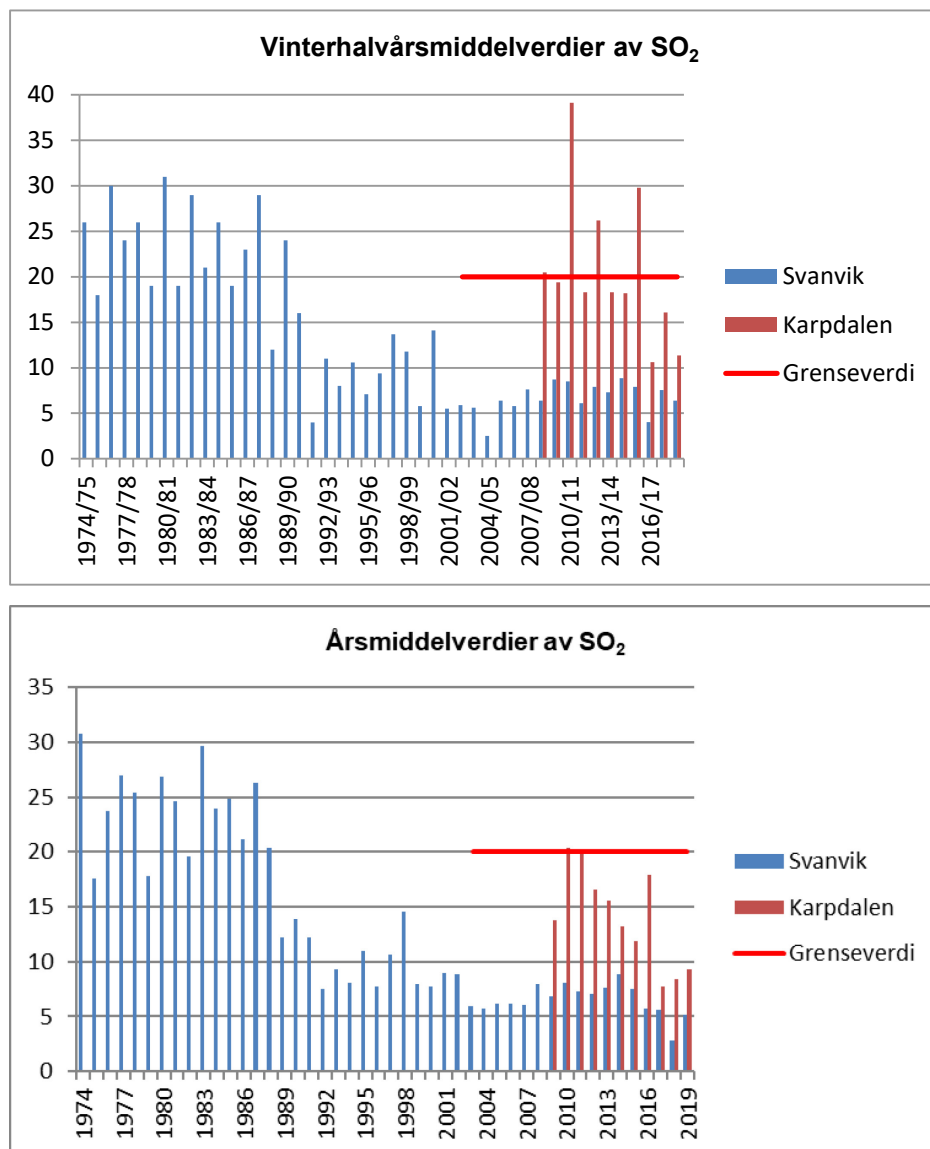


Figur 5: Antall døgnmiddelverdier av SO_2 over grenseverdien på $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik (1974-2019) og i Karpdalen (1986-1992 og 2009-2019). Norsk lovverk tillater 3 overskridelser pr. kalenderår (gjeldende fra 2005, markert med rød linje).

4.2.3 Vinterhalvår og kalenderår

Grenseverdien for beskyttelse av økosystemet er $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ både for vinterhalvår (oktober-mars) og kalenderår, gjeldende fra 4. oktober 2002 (kap. 2.4). 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 6 viser halvårsmiddelverdier for vinter (øvre del) og kalenderår (nedre del). For Svanvik (blå søyler) samsvarer middelverdier for vinterhalvåret stort sett med verdiene for kalenderåret. Igjen sees en nedgang fra de høye verdiene på 1970/80-tallet og fram til i dag. Verdien på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet siste gang på Svanvik vinteren 1989/90 (grenseverdi $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gjeldende fra 4. oktober 2002).



Figur 6: Vinterhalvårsmiddelverdier av SO_2 på Svanvik 1974/75-2018/19 og i Karpdalen (2008/09-2018/19, øvre del) og årsmiddelverdier av SO_2 på Svanvik (1974-2019) og i Karpdalen (1986-1994 og 2009-2019, nedre del). Grenseverdi for beskyttelse av økosystemet er $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gjeldende fra 4. oktober 2002, markert med rød strek). Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Karpdalen hadde $11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som middelverdi vinteren 2018/19 (mot $16,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren før). Ellers sees igjen et tydelig mønster der Karpdalen har størst belastning vinterstid. Dette understrekes også ved at grenseverdien på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er overskredet tre ganger for vinter-sesong de siste ti årene, mens den er overholdt for kalenderår. Merk også at årsmiddelverdi for Viksjøfjell (se kap. 4.1) har ligget mellom 12 og $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ siden målingene ble gjenopptatt i 2011 (langtidsmidler gjort med passive prøvetakere).

4.3 Uorganiske komponenter i nedbør

Prøvetaking for målinger av uorganiske komponenter⁴³ i nedbør foretas ved én målestasjon, Karpbukt. Uorganiske komponenter som måles i Karpbukt 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 Karpbukt er rundt og noe under 5. Ledningsevne er et mål på et stoffs evne til å lede elektrisitet og gir samtidig et mål for vannets renhet, ledningsevnen øker jo mer salter og karbondioksid som er løst i vannet. Nivået (konsentrasjonen) av sulfat er noe ned i denne rapporteringsperioden (2019) sammenlignet med forrige (2018), men høyere enn norske bakgrunnsstasjoner (Aas m.fl., 2020). Ellers er det endel Na og Cl i nedbøren, også kalt bordsalt når det kombineres. Dette skyldes at Karpbukt ligger ved sjøen hvor det forekommer aerosoler og sjøsprøyt som inneholder salt. For utdypende sammenligning med måleresultater fra andre stasjoner i Norge og historikk henvises det til Bohlin-Nizzetto m.fl. (2020) og Aas m.fl. (2020).



Bilde 4: Stasjonen i Karpbukt, nedbørsamleren som brukes om sommeren (venstre) og snøsamleren som brukes om vinteren. Plasttrakten fanger sommernedbøren i en plastflaske. Om vinteren samles snø i prøvetakeren som så må smeltes og fylles på flasker før forsendelse. Ringen øverst sørger for at fugler setter seg på ringen framfor på 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 2019 er vist i Tabell 7. For detaljerte månedsmiddelverdier og trender for årene 1998 – 2019 se Vedlegg til denne rapport.

Tabell 7: Årsmiddel av nedbørmengde, ledningsevne, pH og uorganiske komponenter i nedbør i Karpbukt i 2019¹. Merk at konsentrasjonene av uorganiske komponenter er på mg-nivå (1/1 000 gram), mens tungmetaller i nedbør (Tabell 10) er på µg-nivå (1/1 000 000 gram).

År	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO ₄ ²⁻ mg S/l	SO ₄ ²⁻ _corr mg S/l	NH ₄ ⁺ mg N/l	NO ₃ ⁻ mg N/l	Na ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	K ⁺ mg/l
2019	527	17,8	5,0	0,4	0,2	0,1	0,1	1,7	0,2	3,0	0,2	0,1

¹) Konsentrasjonene av SO₄²⁻ er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel pr. liter. Å korrigere for sjøsalt vil si å bruke forholdet mellom Cl⁻ og de andre ionene i sjøvann for å beregne bidraget fra ikke-marine kilder i den aktuelle nedbørprøven. Konsentrasjonene av NO₃⁻ og NH₄⁺ er gitt som mg nitrogen pr. liter.

⁴³ Igjen; som uorganiske komponenter regnes SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Ca²⁺, K⁺.

5 Måleresultater tungmetaller i svevestøv og nedbør

5.1 Tungmetaller i svevestøv

I dette prosjektet er det to prøvetakere for svevestøv (Kleinfiltregerät). 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, det vil si at filtrene må byttes av lokal stasjonsholder. Med svevestøv menes PM₁₀, partikler med aerodynamisk diameter mindre enn 10 µm⁴⁴. Prøvetakingen foregår ved at luft suges inn gjennom et filter der støv avsettes. Etterpå sendes filtrene til NILUs laboratorier for analyse av 12 metaller (Ni, Cu, Co og As, samt Al, Cd, Cr, Fe, Mn, Pb, V og Zn). 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 PM₁₀ siden lovverket definerer grenseverdien for tungmetaller som andel av PM₁₀-fraksjonen (jfr Tabell 4 i kap. 2.4). 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, det vil si også partikler større enn 10 µm, mens i Norge sorteres de største partiklene ut (Pettersen m.fl., 2017).⁴⁵

Middelverdier av Ni, Cu, Co og As i luft på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2019, samt sommersesongen 2019 er vist i Tabell 8. Detaljerte data for alle 12 elementene som analyseres (Ni, Cu, Co, As, samt Al, Cd, Cr, Fe, Mn, Pb, V og Zn) er vist i Vedlegg til denne rapport.

Tabell 8: *Middelverdier¹⁾ i luft av metaller som regnes som spormetaller fra nikkilverkene på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2019, samt sommersesongen 2019.*

Stasjon/ periode	Ni ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³	As ng/m ³
Svanvik:				
2019	6,6	5,7	0,3	0,8
Apr.-sep. 2019	5,5	4,4	0,2	0,5
Karpdalen:				
2019	7,2	6,4	0,3	1,3
Apr.-sep. 2019	7,6	5,6	0,3	0,9

¹⁾ Ved utregning av vektet middel⁴⁶ er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

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

⁴⁴ µm betegner mikrometer, det vil si 1/1 000 000 ("million'te dels") meter, eller 1/1000 millimeter.

⁴⁵ Ulike 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 1. september 2020]

⁴⁶ 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 og så videre.

problemer med is i luftinntaket som gjør at luftvolumet blir lite eller instrumentet stopper. Tordenvær kan også slå ut instrumentene.

På Svanvik gikk de målte verdiene av Ni og As noe ned fra 2018 til 2019 mens Cu og Co var tilnærmet uforandret. I Karpdalen gikk verdiene av Ni, Cu og As ned, mens Co ikke viste noen forandring fra 2018 til 2019.

Målsettingsverdier for tungmetaller er 20 ng/m³ for nikkel og 6 ng/m³ for arsen gitt som årsmiddel (kap. 2.4). Resultatene viser at gjennomsnittsverdiene for 2019 for Svanvik (årsmiddel 6,6 ng/m³ for Ni og 0,8 ng/m³ for As) og for Karpdalen (årsmiddel 7,2 ng/m³ for Ni og 1,3 ng/m³ for As) ligger godt under målsettingsverdiene. De målte verdiene av nikkel og arsen er også under norske luftkvalitetskriterier fastsatt av Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet, disse er 10 ng/m³ for Ni og 2 ng/m³ for arsen (kap. 2.4).

Resultater for aluminium (Al), kadmium (Cd), krom (Cr), jern (Fe), mangan (Mn), bly (Pb), vanadium (V) og sink (Zn) er vist i Tabell 9. Merk at disse metallene delvis 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 åtte komponentene.

Tabell 9: Middelverdier i luft av andre metaller på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2019, samt sommersesongen 2019.

Stasjon/ periode	Al ng/m ³	Cd ng/m ³	Cr ng/m ³	Fe ng/m ³	Mn ng/m ³	Pb ng/m ³	V ng/m ³	Zn ng/m ³
Svanvik:								
2019	26,3	0,1	0,2	43,5	0,6	1,8	2,0	5,2
Apr.-sep. 2019	38,9	0,1	0,2	53,5	0,7	1,4	0,9	3,3
Karpdalen:								
2019	17,3	0,2	0,2	34,4	0,4	2,5	2,6	7,4
Apr.-sep. 2019	25,1	0,1	0,2	41,9	0,5	1,9	0,8	4,8

¹⁾ Ved utregning av vektet middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

Grenseverdi for bly (Pb, 0,5 µg/m³, tilsvarende tallverdi 500 ng/m³) var overholdt med 1,8 ng/m³ og 2,5 ng/m³ som årsgjennomsnitt hhv på Svanvik og i Karpdalen. Også målsettingsverdi for kadmium (Cd, 5 ng/m³ som årsmiddel) er overholdt gitt at årsgjennomsnittet i grense-områdene i 2019 var hhv. 0,1 ng/m³ (Svanvik) og 0,2 ng/m³ (Karpdalen). Norske luftkvalitetskriterier er overholdt med god margin for bly (Pb) siden kriteriet tillater 0,1 µg/m³ (tilsvarende 100 ng/m³) og årsmiddelverdiene som sagt er 1,8 ng/m³ og 2,5 ng/m³. 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, det vil si rundt 2,5 ganger høyere enn i dag.

Utslippene av tungmetaller var dårlig kjent på den tiden.⁴⁷ Dog er det ikke samsvar mellom offisielle russiske utslippstall og norske/finske måleprogrammer vedrørende 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 m.fl., 2020). Verdiene på disse observatoriene representerer bakgrunnsverdier og har årsmiddelverdier for 2019 mellom 0,18 og 0,23 ng/m³ for Ni, mellom 0,41 og 1,14 ng/m³ for Cu og mellom 0,015 og 0,020 ng/m³ for Co. Årsmiddelkonsentrasjonen av As i 2019 ligger mellom 0,04 og 0,14 ng/m³. Sammenlignet med disse målingene ligger middelverdiene av Ni, Cu, Co og As fra stasjonene i grenseområdene typisk en faktor 10-40 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, det vil si at støvpartikler inneholdende tungmetaller daler ned i trakten/flasken.

Årsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør på Svanvik og i Karpdalen i 2019 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 2019.

Stasjon	Nedbør- mengde mm	Ni µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	As µg/l	Al µg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Pb µg/l	V µg/l	Zn µg/l
Svanvik	346	40,9	56,0	1,2	0,6	88,9	0,1	0,4	1,0	0,8	4,4
Karpdalen	482	14,9	21,9	0,4	0,3	125,9	0,0	0,3	1,1	0,4	6,5

På Svanvik ble de høyeste konsentrasjonene av spormetallene Ni, Cu, Co og As i nedbør målt i februar og mai. Merk samtidig at SO₂ viste de høyeste konsentrasjonene i januar og februar (Tabell 5). I Karpdalen sees generelt de høyeste verdiene i mai, i august og i september, mens SO₂ er høyest i januar-mars og i november-desember, jfr. resonnement om fremherskende vindretning fra sør om vinteren. Det er derved ikke noe 1:1-forhold mellom konsentrasjonen av SO₂ og konsentrasjonene av tungmetaller, ei heller mellom de ulike enkeltmålingene av spormetallene fra nikkelverkene. For alle fire spormetaller var konsentrasjonene høyere på Svanvik sammenlignet med Karpdalen.

⁴⁷ For å beregne de offisielle utslippstallene av tungmetaller ble det brukt en massebalansemetode som gir veldig usikre resultater.

På Svanvik gikk konsentrasjonene av de fleste elementene opp i 2019 sammenlignet med 2018, mens Cd, Cr og Zn var tilnærmet uforandret. I Karpdalen gikk konsentrasjonene ned (Ni, Co, As, Cd, Zn) eller var uforandret (Cu, Cr, V), unntatt Al og Pb som gikk opp. 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 Cd, Pb, 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 V er det til dels betydelig høyere konsentrasjoner på Svanvik og i Karpdalen enn på de andre stasjonene i 2019 (Bohlin-Nizzetto m.fl., 2020).

5.3 Tungmetaller i nedbør - våtavsetning

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene, både for vinterhalvåret 2018/19 og sommerhalvåret 2019. Avsetningstallene (enhet: mg/m²) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet: µg/liter eller mg/liter⁴⁸) multipliseres med nedbøren (1 mm nedbør tilsvarer 1 liter/m²) for hver uke og summeres over en sesong.

Tabell 11: Avsetning av metaller med nedbør vinterhalvåret 2018/19 og sommerhalvåret 2019 på Svanvik og i Karpdalen. Enhet: mg/m² (gitt pr. sesong).

Stasjon	Sesong	Ni mg/m ²	Cu mg/m ²	Co mg/m ²	As mg/m ²	Al mg/m ²	Cd mg/m ²	Cr mg/m ²	Pb mg/m ²	V mg/m ²	Zn mg/m ²
Svanvik	2018/19 ¹⁾	5,4	6,0	0,2	0,1	10,4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,5
Karpdalen	2018/19 ¹⁾	2,7	3,4	0,1	0,1	5,4	0,0	0,1	0,1	0,1	1,5
Svanvik	2019 ²⁾	8,3	11,4	0,2	0,2	27,2	0,0	0,1	0,2	0,1	1,1
Karpdalen	2019 ²⁾	5,1	7,5	0,1	0,1	54,8	0,0	0,1	0,3	0,1	1,4

1) Vintersesong oktober – mars

2) Sommersesong april - september

⁴⁸ 1 000 µg = 1 mg, likeledes 1 000 000 µg = 1 000 mg = 1 g.

Resultatene for vinterhalvåret 2018/19 og sommerhalvåret 2019 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. SO₂ i luft i kap. 4 og tungmetaller i luft i kap. 5.1) er oppgitt og analysert pr år.

Når det gjelder avsetningen av de fire elementene Ni, Cu, Co og As vinteren 2018/19 så gikk Ni, Cu og Co opp på Svanvik sammenlignet med vinteren før (2017/18), mens As var tilnærmet uforandret. I Karpdalen gikk Ni, Cu og Co ned, As var uforandret. Sommersesongen 2019 var Ni tilnærmet uforandret på Svanvik, men gikk ned i Karpdalen. Cu gikk opp begge steder, Co var tilnærmet uforandret, mens avsetning av As gikk ned sammenlignet med sommeren før (2018). For de seks andre metallene gikk Al kraftig opp både vinter og sommer, Cr gikk noe opp og Zn gikk ned, mens det var liten endring for de andre.

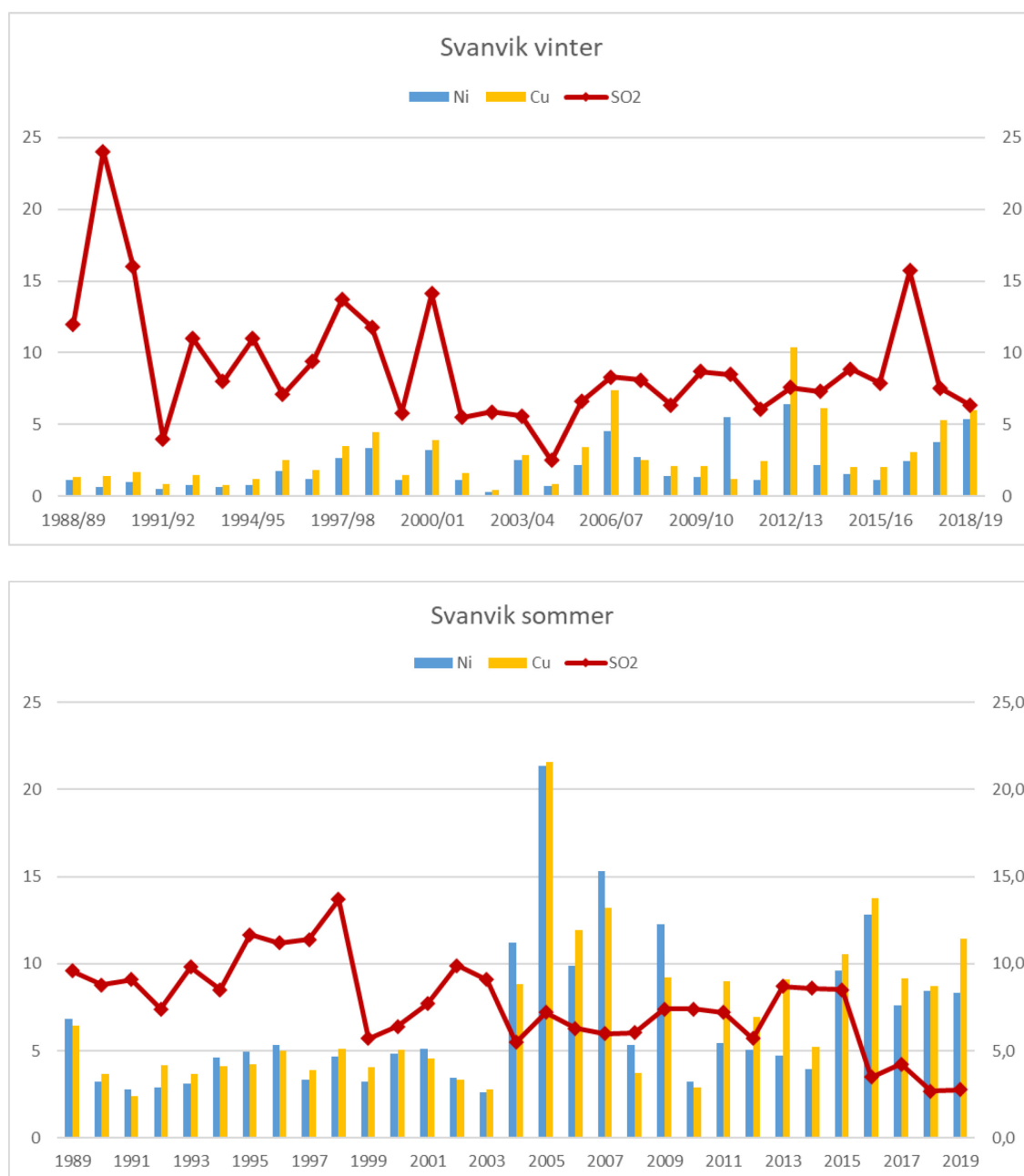
Avsetningen i nedbør av Ni og Cu på Svanvik for vinterhalvårene fra 1988/89 til 2018/19 og for sommerhalvårene fra 1989 til 2019 er vist i Figur 7 sammen med sesongkonsentrasjoner av SO₂. Trender for alle 10 metallene som er analysert er gitt i Vedlegget til denne rapport. Der er det også gjengitt figur for Karpdalen.

Avsetningen av nikkell på Svanvik vinteren 2018/19 (5,4 mg/m²) og sommeren 2019 (8,3 mg/m²), samt i Karpdalen vinteren 2018/19 (2,7 mg/m²) og sommeren 2019 (5,1 mg/m²), er i sum over tålegrense for nikkell i nedbør beregnet til 4-6 mg/(m² 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, 2019).

Avsetningen av disse elementene på Svanvik er vanligvis langt høyere om sommeren enn om vinteren (se Figur 7). 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-Finland⁴⁹. Økningen gjenspeiles også i konsentrasjonene i vann og innsjøer i grenseområdene (Garmo og Skancke, 2019). 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.

⁴⁹ Se eksempelvis www.pasvikmonitoring.org [besøkt 16. september 2020] og tilhørende rapporter.



Figur 7: Avsetning på Svanvik med nedbør av Ni og Cu (søyler, enhet mg/m^2) i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2018/19 (øverste figur) og i sommerhalvårene fra 1989 til 2019 (nederste figur). Halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO_2 er også vist (rød linje, enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

6 Konklusjon

Måleresultatene viser at norske grenseverdier for luftkvalitet (SO_2) ble overholdt både på Svanvik og i Karpdalen i 2019 for både timemiddelverdi (gjennomsnitt over en time), døgnmiddelverdi (gjennomsnitt over et døgn) og middelverdi for vintersesongen 2018/19, samt for kalenderåret.

Svanvik og Karpdalen kan oppleve kortvarige, høye konsentrasjoner av SO₂, også kalt episoder. I januar 2019 var det to episoder på Svanvik med høye konsentrasjoner av SO₂. Under episoden 25. januar 2019 ble det sendt ut varsel til befolkningen i Svanvik-området.

Målingene viser at SO₂-nivåene på Svanvik var høyere i 2019 enn i 2018. Dette gjelder alle parametre, både gjennomsnitt, korttidsmiddel (10-minutter), antall verdier over fastsatte grenser (timemiddel, døgnmiddel) og maksimumsverdier. I Karpdalen var nivåene av SO₂ litt høyere i 2019 enn året før bortsett fra høyeste døgn- og timemiddel. Svanvik har typisk de høyeste konsentrasjonene av SO₂ 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 på grunn av hyppigst forekommende vindretning fra sør.

Prøvetaking av tungmetaller i luft og nedbør viser forhøyede verdier (det vil si høyere enn bakgrunnsverdier) av Ni, Cu, Co, As som regnes som spormetaller fra nikkelsmelteverkene. Norske målsettingsverdier for Ni og As, samt kadmium (Cd) 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 informasjon finnes i vedlegg til denne rapport. Det er også mer informasjon om prosjektene på Miljødirektoratets hjemmeside, se <http://www.miljodirektoratet.no>.

På «Luftkvalitet.info» vises SO₂ på Svanvik og i Karpdalen 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 8. september 2020]

7 Referanseliste

- Aas, W., Eckhardt, S., Fiebig, M., Solberg, S., Yttri, K.E. (2020) Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway. Annual Report 2019. Kjeller, NILU (Norwegian Environment Agency, M-1710|2020) (NILU report 4/2020).
- Bohlin-Nizzetto, P., Aas, W. and Nikiforov, V. (2020) Monitoring of environmental contaminants in air and precipitation. Annual report 2019. Kjeller, NILU (Norwegian Environment Agency, M-1736|20120) (NILU report, 6/2020).
- Garmo, Ø.A. og Skancke, L.B. (2019) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – vannkjemiske effekter 2018. Oslo, Norsk institutt for vannforskning. Statlig program for forurensningsovervåking. (Miljødirektoratet rapport, M-1466/2019). (NIVA-rapport 7416-2019).
- 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 16. september 2020].
- 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: <http://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2013/luftkvalitetskriterier---virkninger-av-luftforurensning-pa-helse-pdf.pdf>. [besøkt 16. september 2020].
- 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).

NILU – Norsk institutt for luftforskning

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

NILUs verdier: Integritet – Kompetanse – Samfunnsnytte

NILUs visjon: Forskning for en ren atmosfære

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, 2027 KJELLER

E-post: nilu@nilu.no

<http://www.nilu.no>

ISBN: 978-82-425-3020-2

ISSN: 2464-3327