



MILJØOVERVÅKNING

M-384 | 2015

Grenseområdene Norge-Russland

Luft- og nedbørkvalitet, april 2014-mars 2015



KOLOFON

Utførende institusjon

NILU - Norsk institutt for luftforskning
P.O. Box 100, 2027 Kjeller

ISBN-nr.

978-82-425-2787-5 (trykt)
978-82-425-2788-2 (elektronisk)

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Tore Flatlandsmo Berglen

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Tor Johannessen

M-nummer

384 | 2015

År

2015

Sidetall

116

Miljødirektoratets kontraktnummer

5008043

Utgiver

NILU - Norsk institutt for luftforskning
NILU OR 21/2015
NILU prosjekt nr.: O-8976

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Tore Flatlandsmo Berglen, Franck Dauge, Erik Andresen, Lars Ola Nilsson, Dag Tønnesen, Marit Vadset og Rita Larsen Våler

Tittel - norsk og engelsk

Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2014-mars 2015.
Air quality monitoring in the border areas of Norway and Russia - progress report April 2014-March 2015.

Sammendrag - summary

Smelteverkene på russisk side av den norsk-russiske grense slipper ut store mengder svoveldioksid (SO₂) og tungmetaller. Dette gir forhøyede konsentrasjoner også på norsk side. Denne rapporten inngår i kartlegging av miljøbelastningen i grenseområdene og omfatter målinger av luftkvalitet, nedbørkvalitet og meteorologi.

The nickel smelters in NW Russia close to the Norwegian border emit large quantities of sulphur dioxide (SO₂) and heavy metals. These emissions lead to enhanced concentrations of environmental pollutants in the border areas, also at the Norwegian side of the border. This report is part of the national environmental monitoring program and includes air quality monitoring, precipitation chemistry and meteorology.

4 emneord

Luftkvalitet, nedbørkvalitet, tungmetaller,
Sør-Varanger

4 subject words

Air quality monitoring, precipitation chemistry,
heavy metals, Sør-Varanger

Forsidefoto

Forsidebilde: Januus Remm, Univ. Tartu, Estland. Bildet er tatt fra Nittisekshøyda i Pasvikdalen og viser smelteverket i Nikel. Smelteverket ligger nord for selve byen, den nordlige delen av byen kan sees til høyre i bildet. Det er utslipp både fra de tre pipene og fra smeltehallen/bygningene, såkalte diffuse utslipp. Bildet er tatt 8. desember 2014, dvs i mørketida.

Innhold

Innhold	1
1. Sammendrag	3
2. Резюме.....	7
3. Tiivistelmä.....	11
4. Summary	15
5. Innledning	19
5.1 Historikk	19
5.2 Utslipp	19
5.3 Dagens situasjon	23
5.4 Miljøeffekter	24
6. Måleprogram og grenseverdier	27
6.1 Måleprogram	27
6.2 Målinger april 2014 - mars 2015	28
6.3 Grenseverdier fra EUs luftkvalitetsdirektiver og norske luftkvalitetskriterier	30
7. Måleresultater meteorologi.....	33
7.1 Vindmålinger	34
7.2 Temperatur	38
7.3 Luftens relative fuktighet	40
7.4 Atmosfærisk stabilitet	41
7.5 Nedbørmålinger	42
8. Måleresultater svoveldioksid (SO₂).....	43
8.1 Måleperiode 1. april 2014 - 31. mars 2015	43
8.1.1 Svanvik	45
8.1.2 Karpdalen.....	51
8.1.3 Viksjøfjell	56
8.1.4 Konsentrasjonsvindroser	58
8.2 Analyse av SO ₂ -målinger over flere år	61
8.2.1 Måleprogrammets omfang	61
8.2.2 Variasjon fra år til år av enkelte nøkkelparametre	63
8.2.3 Timemiddelverdier	66
8.2.4 Døgnmiddelverdier - grenseverdi 125 µg/m ³	67
8.2.5 Døgnmiddelverdier - øvre og nedre vurderingsterskel	68
8.2.6 Års- og vinterhalvårsmiddelverdier	68
9. Måleresultater tungmetaller i svevestøv	71
10. Måleresultater hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør.....	77
10.1 Nedbørmengde	78
10.2 Konsentrasjon i nedbør	78
10.3 Våtavsetning	80
11. Referanser og annet relevant stoff om forurensning i grenseområdene mellom Norge og Russland	87
11.1 Internettsider	87
11.2 Litteratur	89
Vedlegg A Vind- og konsentrasjonsdata Svanvik og Karpdalen april - september 2014 og oktober 2014 - mars 2015	95

Vedlegg B Værstatistikk for Svanvik, Nyrud og Kirkenes lufthavn Høybuktknoen april 2014 - mars 2015	101
Vedlegg C Plott av timemiddelverdier av SO₂, april 2014 - mars 2015	107

1. Sammendrag

Grenseområdene mellom Russland og Norge er rik på metaller og mineraler. Ved byen Nikel i Russland har det siden 1930-tallet vært smelteverk som produserer nettopp nikkel. Malmen som videreføres er rik på tungmetaller som nikkel og kobber, men inneholder også en viss mengde svovel (~5-6 %). Dette medfører at smelteverkene slipper ut store mengder svoveldioksid (SO₂) og tungmetaller. Disse utslippene påvirker luftkvaliteten og miljøet i grenseområdene. Pasvikkdalen og Jarfjord i Sør-Varanger kommune har de høyeste målte konsentrasjonene av SO₂ og tungmetaller i Norge.

Utslipp

Utslippene av SO₂ fra briketteringsanlegget i Zapoljarnij og nikkelsmelteverket i Nikel i Russland er rundt 100 000 tonn i året, hvor omtrent 40 000 tonn kommer fra Zapoljarnij og 60 000 tonn fra Nikel. Dette er omlag 5 ganger større enn Norges totale SO₂-utslipp. Disse utslippene medfører meget høye konsentrasjoner av SO₂ i smelteverkens nærområder og utslippene transporteres til Norge ved østlig og sørlig vind i og med at Nikel og Zapoljarnij ligger få kilometer fra den norske grensen. Målinger av SO₂ sammenholdt med vindretning viser klart at anleggene i Nikel og Zapoljarnij er hovedkildene til SO₂ i grenseområdene.

Utslippene var tidligere over 400 000 tonn SO₂ per år (1970/80-tallet). Dette skyldes bruk av malm fra Sibir med høyere innhold av svovel. Siden den gang har utslippene og de målte konsentrasjonene blitt redusert. Anlegget i Zapoljarnij gjennomgår nå en oppgradering med nye produksjonslinjer. Denne moderniseringen er ventet å gi reduserte utslipp fra Zapoljarnij, men økte utslipp fra Nikel.

Måleprogram

NILU har gjort målinger av luftforurensninger i grenseområdene siden 1974. Det norske måleprogrammet omfatter både meteorologiske forhold, luft- og nedbørkvalitet og finansieres av Miljødirektoratet og Klima- og miljødepartementet. Målingene er en del av det bilaterale miljøvern-samarbeidet mellom Norge og Russland. Det felles norsk-russiske miljøsamarbeidet i grense-områdene har pågått siden 1988.

Målingene på norsk side av grensen omfatter følgende stasjoner; Svanvik, Karpdalen, Karpbukt og Viksjøfjell. På Svanvik i Pasvikkdalen og i Karpdalen ved Jarfjord måles SO₂ (monitor), meteorologiske forhold, samt tungmetaller i svevestøv og nedbør. I Karpbukt måles hovedkomponenter i nedbør. I tillegg er det utplassert passive prøvetakere for måling av langtidsmidler av SO₂ på Viksjøfjell (Jarfjordfjellet). På russisk side måler Hydrometeorologisk institutt i Murmansk konsentrasjoner av SO₂ i Nikel og Zapoljarnij, i tillegg til målinger av meteorologiske forhold i Nikel og Jäniskoski.

Luftkvalitet - SO₂

En oppsummering av måleresultatene for SO₂ i perioden 1. april 2014-31. mars 2015, samt for kalenderåret 2014 er gitt i Tabell 1. Målingene viser at miljøbelastningen av SO₂ på Svanvik var høyere denne måleperioden enn den forrige. Dette gjelder alle parametre, bortsett fra middelverdi sommer 2014 som var tilnærmet uforandret. Ellers er resultatene for Svanvik preget av to episoder 28. mai og 20. oktober 2014 med svært høye konsentrasjoner. I Karpdalen var miljøbelastningen grunnet SO₂ lavere i sommersesongen 2014 og høyere vinteren 2014/15 enn foregående måleperiode.

Måleresultatene vist i Tabell 1 viser at norske grenseverdier er overholdt på Svanvik og i Karpdalen, både når det gjelder timemiddelverdi (gjennomsnitt over en time), døgnmiddelverdi (gjennomsnitt over et døgn) og middelverdi for vintersesong og kalenderår. Høyeste 10-minuttersverdi, 3541 µg/m³, målt på Svanvik 20. oktober er den høyeste 10-minuttersverdien som er målt siden man begynte å loggføre 10-minuttersverdier i 2001. Høyeste øyeblikksverdi 20. oktober var over 4900 µg SO₂/m³.

Tabell 1: Viktige nøkkeltall for SO₂ fra målingene 1. april 2014-31. mars 2015, samt kalenderåret 2014.

Rapporteringsperioden 1. april 2014 - 31. mars 2015	Svanvik	Karpdalen
Høyeste 10-minuttersverdi µg/m ³	3541	871
Høyeste timemiddelverdi µg/m ³	1418	616
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ sommer	9	0
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ vinter	11	27
Høyeste døgnmiddel sommer µg/m ³	160	59
Høyeste døgnmiddel vinter µg/m ³	396	366
Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³	2	4
Middelverdi sommer µg/m ³	8,6	6,4
¹⁾ Middelverdi vinter µg/m ³	8,9	18,2
Kalenderåret 2014		
²⁾ Antall timemiddel > 350 µg/m ³	24	15
³⁾ Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³	2	3
¹⁾ Årsmiddelverdi µg/m ³	8,8	13,2

1) Norsk grenseverdi for vinterperioden (1. oktober-31. mars) og for et kalenderår er 20 µg/m³, satt for virkning på økosystemer.

2) Norsk grenseverdi for timemiddelverdi av SO₂ er 350 µg/m³ og denne kan overskrides 24 ganger per kalenderår.

3) Norsk grenseverdi for døgnmiddelverdi av SO₂ 125 µg/m³ og denne kan overskrides tre ganger per kalenderår.

Målinger med passive prøvetakere på Viksjøfjell viser høye gjennomsnittsverdier, middelverdi for måleperioden april 2014 - mars 2015 var omlag 25 µg/m³, analysert vintermiddel 2014/15 var rundt 30 µg/m³. Det skal dog bemerkes at det er noen huller i måleserien grunnet logistikkproblemer, samt at brikkene enkelte ganger ble våte. Det gjør at målt vintermiddel er en underestimert av reelt nivå. Det er tidligere meldt at utslippene fra Zapoljarnij vil reduseres pga modernisering. Utfra målingene kan det ikke sees en reduksjon i nivåene av SO₂ på Viksjøfjell.

Luftkvalitet - tungmetaller

Tabell 2: Middelverdier av metaller i luft på Svanvik og i Karpdalen sommerhalvåret 2014, vinterhalvåret 2014/15, samt kalenderåret 2014.

Stasjon	Periode	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
Svanvik	April – september 2014	8,60	2,09	6,48	0,36
	Oktober 2014 – mars 2015	7,10	1,59	5,66	0,27
	¹⁾ Kalenderår 2014	7,77	2,02	6,67	0,31
Karpdalen	April – september 2014	6,42	1,49	5,17	0,25
	Oktober 2014 – mars 2015	11,06	3,08	9,70	0,42
	¹⁾ Kalenderår 2014	7,38	2,12	6,81	0,29

1) Målsettingsverdier ("target value") for tungmetaller er 20 ng/m³ for nikkel og 6 ng/m³ for arsen gitt som årsmiddel (gjeldende fra 1. januar 2013). Dette gjelder innholdet av tungmetaller i PM₁₀-fraksjonen.

På Svanvik og i Karpdalen gjøres det prøvetaking av tungmetaller i svevestøv/luft, dvs ukeprøver av Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co og Cr, V og Al¹. Gjennomsnittskonsentrasjonen for de to stasjonene er gitt i Tabell 2. Målinger av tungmetaller i luft og nedbør på Svanvik og i Karpdalen viser forhøyede konsentrasjoner av spormetaller fra nikkilverkene (nikkel, arsen, kobber og kobolt). Målsetningsverdiene (Ni og As) ble overholdt i 2014 både på Svanvik og i Karpdalen.

Nedbørkvalitet

På Svanvik, i Karpdalen og i Karpbukt gjøres det prøvetaking for analyser av nedbørkvalitet. Prøvene fra Karpbukt analyseres med hensyn på hovedkomponenter², mens prøvene fra Svanvik og Karpdalen analyseres med hensyn på 10 tungmetaller/elementer.

Samlet nedbør var 392 mm på Svanvik, 417 mm i Karpdalen og 593 mm i Karpbukt. Dette er mer enn foregående periode. Svanvik har lavest årsnedbør av alle luftkvalitetsstasjoner i Fastlands-Norge.

Ni, As, Cu og Co regnes som spormetaller fra smelteverkene. Trendene og mønsteret i konsentrasjonene av disse fire varierer. Det er vanskelig å gi noen fullgod forklaring på forskjellene og variasjonene siden alle fire kommer fra samme kilder/prosess.

Avsetningen med nedbør av Ni, As, Cu og Co er vanligvis langt høyere om sommeren enn om vinteren på Svanvik. Dette skyldes høyere frekvens av vind fra Nikel mot Svanvik sommerstid. I denne måleperioden var avsetningen på Svanvik lavere enn foregående periode. Avsetning av tungmetaller i nedbør har økt markant fra 2004 sammenlignet med tiden før 2004.

Meteorologi

De meteorologiske målingene i Sør-Varanger omfatter hovedsakelig vindretning, vindhastighet, temperatur og relativ fuktighet på Svanvik og i Karpdalen. Om sommeren er vindretningen på Svanvik variabel (vind fra alle kanter). Vind fra øst kan føre utslippene fra Nikel mot Svanvik. Hyppigst forekommende vindretning om vinteren er fra sør og sør-sørvest. Dette medfører at Karpdalen har høyere konsentrasjoner vinterstid.

Ellers var maksimumstemperaturen på Svanvik 27,6°C (7. juli 2014) og minimumstemperaturen vinteren 2014/15 var -34,6°C (13. januar 2015). Middelttemperaturen siste periode (et år) var 1,1°C på Svanvik og 1,2°C i Karpdalen. Dette er noe lavere enn forrige periode.

¹Pb: bly, Cd: kadmium, Zn: sink, Ni: nikkel, As: arsen, Cu: kobber, Co: kobolt, Cr: krom, V: vanadium, Al: aluminium. Al er ikke tungmetall, men analyseres og rapporteres her. Likeledes, As er et metalloid/halvmetall, men analyseres og rapporteres også her.

² Som hovedkomponenter regnes SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca, K

2. Резюме

Примыкающие к границе России с Норвегией территории богаты металлами и минералами. У п. Никеля с 30-х гг. прошлого века имеются плавильные заводы, производящие именно никель. Перерабатываемая руда богата тяжелыми металлами, как никелем и медью, а содержит также некоторое количество серы (~5-6%), что приводит к выбросу плавильными заводами больших объемов сернистого ангидрида (SO_2) и тяжелых металлов. Эти выбросы влияют на качество атмосферного воздуха и окружающую среду на приграничных территориях. В долине Паз (Pasvikdalen) и поселке Ярфьорд (Jarfjord) (муниципалитет Сёр-Варангер (Sør-Varanger)) имеются самые высокие зафиксированные в Норвегии концентрации SO_2 и тяжелых металлов.

Выбросы

Выбросы SO_2 с брикетировочного завода в г. Заполярном и никелеплавильного завода в п. Никеле (Россия) составляют около 100 тыс. тонн в год, из чего около 40 тыс. тонн идет из г. Заполярного, а 60 тыс. тонн из п. Никеля. Это примерно в 5 раз больше суммарных выбросов SO_2 Норвегии. Эти выбросы приводят к очень высоким концентрациям SO_2 на примыкающих к плавильным заводам территориях, и поскольку Никель и Заполярный находятся в немногих километрах от норвежской границы, при восточных и южных ветрах выбросы переносятся на Норвегию. Измерения уровней SO_2 в сопоставлении с направлением ветра явно показывают, что основными источниками SO_2 на приграничных территориях являются объекты в п. Никеле и г. Заполярном.

Раньше (в 70-е - 80-е гг. прошлого века) выбросы вследствие применения сибирской руды с более высоким содержанием серы превышали 400 тыс. тонн SO_2 в год. С тех пор сокращаются выбросы, уменьшаются фиксируемые концентрации. В настоящее время объект в г. Заполярном модернизируется, внедряются новые линии производства, в результате ожидается снижение выбросов из г. Заполярного, а повышение выбросов из п. Никеля.

Программа измерений

Норвежским институтом исследования атмосферного воздуха (NILU) измерения загрязнений атмосферного воздуха в приграничных районах производятся с 1974 г. Норвежская программа измерений, включающая как метеорологические условия, так и качество воздуха и осадков, финансируется Агентством окружающей среды и Министерством климата и окружающей среды. Измерения являются частью двустороннего норвежско-российского сотрудничества в области охраны окружающей среды. Совместное норвежско-российское сотрудничество в области охраны окружающей среды на приграничных территориях осуществляется с 1988 г.

Измерения с норвежской стороны границы включают комплексы измерений в следующих пунктах: Сванвик (Svanvik), Карпдален (Karpdalen), Карпбукт (Karpbukt), Викшёфельл (Viksjøfjell). В п. Сванвик (долина р. Паз) и д. Карпдален у Ярфьорда измеряются SO_2 (монитор), метеорологические условия, а также тяжелые металлы в взвешенной пыли и осадках. В п. Карпбукт измеряются главные составные осадков. Дополнительно на х. Викшёфельл (Ярфьордфельл (Jarfjordfjellet)) размещены дощечки для измерения долгосрочных средних показателей. С российской стороны Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды выполняет измерения концентрации SO_2 в п. Никеле и г. Заполярном, а также метеорологических данных в пп. Никеле и Янискоски.

Качество воздуха - SO_2

Обобщение зафиксированных показателей SO_2 за период 1 апреля 2014 г. - 31 марта 2015 г., а также за календарный 2014 г. приведено в Таблице 1. Измерения показывают, что в п. Сванвик экологическое воздействие SO_2 в течение данного периода измерений было выше предыдущего по всем параметрам, за исключением среднего показателя лета 2014 г., который был почти без изменений. Впрочем, результаты по п. Сванвик характеризуются двумя эпизодами, 28 мая и 20 октября 2014 г., с весьма высокими концентрациями. В д. Карпдален экологическое воздействие SO_2 в летний сезон 2014 г. было ниже, а зимой 2014-2015 гг. было выше предыдущего периода измерений.

Приведенные в Таблице 1 результаты измерений показывают соблюдение в п. Сванвик и д. Карпдален норвежских предельно допустимых концентраций, как по среднечасовым показателям (средней величине за час), среднесуточным показателям (средней величине за сутки), так и по средним показателям за зимний сезон и за календарный год. Наивысший показатель за 10-минутный период, 3541 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, зафиксированный в п. Сванвик 20 октября, - самый высокий с начала фиксирования показателей за 10-минутные периоды в 2001 г. Максимальный показатель 20 октября превысил 4900 $\mu\text{г}/\text{м}^3$.

Таблица 1: Важные ключевые показатели SO_2 из измерений 1 апреля 2014 г. - 31 марта 2015 г., а также за календарный 2014 г.

Период отчетности 1 апреля 2014 г. – 31 марта 2015 г.	Сванвик	Карпдален
Наивысший 10-минутный показатель $\mu\text{г}/\text{м}^3$	3541	871
Наивысший среднечасовой показатель $\mu\text{г}/\text{м}^3$	1418	616
Количество среднечасовых показателей >350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$ летом	9	0
Количество среднечасовых показателей >350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$ зимой	11	27
Наивысший среднесуточный показатель летом $\mu\text{г}/\text{м}^3$	160	59
Наивысший среднесуточный показатель зимой $\mu\text{г}/\text{м}^3$	396	366
Количество среднесуточных показателей > 125 $\mu\text{г}/\text{м}^3$	2	4
Средний показатель лета $\mu\text{г}/\text{м}^3$	8,6	6,4
¹⁾ Средний показатель зимы $\mu\text{г}/\text{м}^3$	8,9	18,2
Календарный 2014 г.		
²⁾ Количество среднечасовых показателей >350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$	24	15
³⁾ Количество среднесуточных показателей > 125 $\mu\text{г}/\text{м}^3$	2	3
¹⁾ Среднегодовой показатель, $\mu\text{г}/\text{м}^3$	8,8	13,2

1) Норвежский предельно допустимый уровень за зимний период (1 октября - 31 марта) и за календарный год, установленный в части воздействия на экосистемы, составляет 20 $\mu\text{г}/\text{м}^3$.

2) Предельно допустимый среднечасовой показатель SO_2 Норвегии составляет 350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, допускается его превышение 24 раза в календарный год.

3) Норвежский предельно допустимый среднесуточный показатель SO_2 составляет 125 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, допускается 3 превышения в календарный год.

Измерения пассивными средствами на х. Викшёфьелл показывают высокие средние показатели, средний показатель за период измерений апрель 2014 г. - март 2015 г. - примерно 25 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, проанализированный средний показатель за зиму 2014 - 2015 гг. был около 30 $\mu\text{г}/\text{м}^3$. Следует отметить, однако, что в серии измерений из-за проблем с логистикой имеются сбои, и что были некоторые случаи, когда средства измерения промокли, что привело к занижению в измерениях реального уровня среднесезонного показателя. На основании измерений снижения уровней SO_2 на х. Викшёфьелл не наблюдается.

Качество воздуха - тяжелые металлы

Таблица 2: Средние показатели металлов в атмосферном воздухе в п. Сванвик и д. Карпдален за летнее полугодие 2014 г. и зимнее полугодие 2014-2015 гг., а также за календарный 2014 г.

Станция	Период	Ni нг/м ³	As нг/м ³	Cu нг/м ³	Co нг/м ³
Сванвик	Апрель – сентябрь 2014 г.	8,60	2,09	6,48	0,36
	Октябрь 2014 г. – март 2015 г.	7,10	1,59	5,66	0,27
	¹⁾ Календарный 2014 г.	7,77	2,02	6,67	0,31
Карпдален	Апрель – сентябрь 2014 г.	6,42	1,49	5,17	0,25
	Октябрь 2014 г. – март 2015 г.	11,06	3,08	9,70	0,42
	¹⁾ Календарный 2014 г.	7,38	2,12	6,81	0,29

1) Целевые показатели («target value») по металлам: никель - 20 нг/м³, мышьяк - 6 нг/м³ утверждены среднегодовыми величинами (действующие с 1 января 2013 г.).

В п. Сванвик и д. Карпдален измеряется содержание металлов в взвешенной пыли (атмосферном воздухе), т. е. недельные пробы на Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V, Al³. Средние концентрации на указанных измерительных комплексах приведены в Таблице 2. Измерения содержания тяжелых металлов в воздухе и осадках в п. Сванвик и д. Карпдален показывают повышенные концентрации металлов-индикаторов никелевых заводов (никель, мышьяк, медь, кобальт).

В 2014 г. уровни Ni, As были в рамках целевых показателей как в п. Сванвик, так и в д. Карпдален.

Качество осадков

В п. Сванвик, д. Карпдален и п. Карпбукт изымаются пробы для анализа качества осадков. Пробы из п. Карпбукт анализируются на главные составные⁴, а пробы из п. Сванвик и д. Карпдален анализируются на 10 тяжелых металлов (элементов).

Совокупные осадки в п. Сванвик составили 392 мм, в д. Карпдален 417 мм, а в п. Карпбукт 593 мм. Это больше, чем в предыдущий период. Сванвик имеет самые низкие годовые осадки всех комплексов измерений качества атмосферного воздуха на норвежском материке.

Ni, As, Cu, Co считаются металлами-индикаторами плавильных заводов. Тренды и образ их концентраций варьируются. Трудно убедительно объяснить разницы и вариации, поскольку все четыре идут из тех же источников (процессов).

Выделение Ni, As, Cu, Co осадками в п. Сванвик обычно гораздо больше летом, чем зимой. Причиной этому является высшая частотность ветров с п. Никеля на п. Сванвик в летнее время. За указанный период измерений выделение в п. Сванвик было ниже, чем за предыдущий период. Выделение тяжелых металлов осадками, резко увеличилось с 2004 г. по сравнению с периодом до 2004 г.

Метеорология

Измерения метеорологических данных в Сёр-Варангере в основном включают направление ветра, силу ветра, температуру, относительную влажность в п. Сванвик и д. Карпдален. Летом направление ветра в п. Сванвик варьируется (ветры со всех сторон). Восточные ветры могут нести выбросы из п. Никеля на п. Сванвик. Зимой преобладают южные и юго-юго-западные ветры, что означает повышение концентраций в д. Карпдален в зимнее время.

³ Pb – свинец, Cd – кадмий, Zn – цинк, Ni – никель, As – мышьяк, Cu – медь, Co – кобальт, Cr – хром, V – ванадий, Al – алюминий. Al тяжелым металлом не является, а здесь анализируется и учитывается. Таким же образом As – металлоид (полуметалл), а здесь также анализируется и учитывается

⁴ Главными составными считаются SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca, K

Впрочем, самая высокая температура в п. Сванвик составила 27,6° по Цельсию (7 июля 2014 г.), а самая низкая температура зимы 2014-2015 гг. - -34,6° по Цельсию (13 января 2015 г.). Средняя температура прошлого периода измерений (за год) составила 1,1° по Цельсию в п. Сванвик, а в д. Карпдален - 1,2° по Цельсию, что нечто ниже прошедшего периода.

Перевод с норвежского Дага Клаастада

3. Tiivistelmä

Venäjän ja Norjan välinen rajaseutu on hyvin metalli- ja mineraalirikasta aluetta. Venäjällä sijaitsevassa Nikkelissä on ollut nikkeliä tuottava sulatto 1930-luvulta lähtien. Jatkojalostettava malmi sisältää paljon raskasmetalleja, kuten nikkeliä ja kuparia, mutta myös jonkin verran rikkiä (~5-6 %). Tämän takia sulaton päästöt sisältävät suuria määriä rikkidioksidia (SO₂) ja raskasmetalleja. Nämä päästöt vaikuttavat raja-alueiden ilmanlaatuun ja ympäristöön. Paatsjoen laaksossa ja Jarfjordin (Rautavuonon) alueella Etelä-Varangin kunnassa on mitattu Norjan korkeimmat SO₂- ja raskasmetallipitoisuudet ilmassa.

Päästöt

Zapoljarnyn briketointilaitoksen ja Nikkelin sulaton yhteiset vuosittaiset SO₂- päästöt ovat noin 100 000 tonnia, joista noin 40 000 tonnia tulee Zapoljarnysta ja 60 000 tonnia Nikkelistä. Luku on noin viisinkertainen Norjan SO₂-kokonaispäästöihin verrattuna. Päästöt aiheuttavat erittäin korkeita SO₂-pitoisuuksia sulaton lähiympäristössä. Päästöt ajautuvat itä- ja etelätuulten mukana Norjan puolelle, koska Nikkeli ja Zapoljarny sijaitsevat vain muutaman kilometrin päässä Norjan rajasta. SO₂- mittaukset verrattuna tuulten suuntiin osoittavat selvästi, että Nikkelin ja Zapoljarnyn laitokset ovat raja-alueiden SO₂- päästöjen päälähteitä raja-alueilla.

Aiemmat päästöt olivat 400 000 tonnia SO₂ vuodessa (1970/80-luvuilla). Tämä johtui siitä, että aiemmin jalostettava malmi oli peräisin Siperiasta ja sisälsi korkeampia määriä rikkiä. Päästöt ovat sittemmin pienentyneet ja mitatut pitoisuudet laskeneet. Zapoljarnyn laitosta uudistetaan parhaillaan uusilla tuotantolinjoilla. Nykyaikaistamisen odotetaan vähentävän Zapoljarnyn päästöjä, mutta vastavuoroisesti lisäävän Nikkelin päästöjä.

Mittausohjelma

Norjan ilmantutkimuslaitos NILU on mitannut raja-alueiden ilmansaasteita vuodesta 1974 lähtien. Norjan mittausohjelma käsittää sekä meteorologiset olosuhteet että ilman- ja sadeveden laadun. Ohjelman rahoittajat ovat ympäristöhallinto ja ilmasto- ja ympäristöministeriö. Mittaukset ovat osa Norjan ja Venäjän välistä yhteistyötä ympäristön suojelemiseksi. Yhteinen norjalaisvenäläinen ympäristöyhteistyö raja-alueella on jatkunut vuodesta 1988 lähtien.

Norjan puolella mittauksia tehdään seuraavilla asemilla: Svanvik, Karpdalen, Karpbukt ja Viksjøfjell. Paatsjoenlaaksossa sijaitsevalla Svanvikin asemalla ja Rautavuonon Karpdalenissa tarkkaillaan rikkidioksidia (SO₂) (seuranta), meteorologisia olosuhteita, raskasmetalleja leijumassa ja sadevedessä. Karpbuktissa pääkomponentteja mitataan sadevedestä. Viksjøfjell-tunturiin (Rautavuonon tunturiin) on lisäksi asennettu mittareita pitkäaikaiskeskiarvoille. Murmanskin hydrometeorologian laitos mittaa SO₂- pitoisuuksia Nikkelissä ja Zapoljarnyssa sekä meteorologisia olosuhteita Nikkelissä ja Jäniskoskella.

Ilmanlaatu, SO₂

Taulukossa 1 nähdään SO₂- mittausten tulokset ajanjaksolta 1.4.2014- 31.3.2015 ja kalenterivuodelta 2014. Tulosten perusteella voidaan todeta, että SO₂:n aiheuttama ympäristökuormitus on Svanvikissa tällä mittausajanjaksolla ollut edellistä korkeammalla tasolla. Tämä koskee lähes kaikkia tunnuslukuja. Ainoastaan kesän 2014 keskiarvo oli lähes muuttumaton aikaisempaan verrattuna. Svanvikin mittaustuloksissa huomio kiinnittyy päiviin 28.5. ja 20.10 2014, jolloin pitoisuudet nousivat erittäin korkealle. SO₂:sta johtuva ympäristökuormitus oli Karpdalenissa matalampi kesäkaudella 2014 ja korkeampi talvella 2014/15 aikaisempaan mittausjaksoon verrattuna.

Taulukosta 1 luettavista mittaustuloksista käy ilmi, että Svanvikissa ja Karpdalenissa pysyttiin norjalaisissa raja-arvoissa sekä tuntikeskiarvoissa (keskiarvo tunnin aikana), vuorokausikeskiarvoissa (keskiarvo vuorokauden aikana) että talvikauden ja kalenterivuoden keskiarvoissa. Svanvikissa mitattiin 20.10. korkein 10-minuuttiarvo,

joka oli 3541 µg/m³. Luku on samalla myös korkein mitattu 10-minuuttiarvo mittausten aloittamisesta alkaen vuonna 2001. Korkein hetkellinen arvo 20. 10. oli 4900 µg SO₂/m³.

Taulukko 1: Tärkeitä SO₂:n tunnuslukuja 1.4.2014 - 31.3.2015 väliseltä mittausajanjaksolta sekä kalenterivuodelta 2014.

Raportointijakso 1.4.2014 - 31.3.2015	Svanvik	Karpdalen
Korkein 10-minuuttiarvo µg/m ³	3541	871
Korkein tuntikeskiarvo µg/m ³	1418	616
> 350 µg/m ³ tuntikeskiarvojen määrä kesällä	9	0
> 350 µg/m ³ tuntikeskiarvojen määrä talvella	11	27
Korkein vuorokausikeskiarvo kesällä µg/m ³	160	59
Korkein vuorokausikeskiarvo talvella µg/m ³	396	366
> 125 µg/m ³ vuorokausikeskiarvojen määrä	2	4
Keskiarvo kesällä µg/m ³	8,6	6,4
¹⁾ Keskiarvo talvella µg/m ³	8,9	18,2
Kalenterivuosi 2014		
2) > 350 µg/m ³ tuntikeskiarvojen määrä talvella	24	15
3) > 125 µg/m ³ vuorokausikeskiarvojen määrä	2	3
¹⁾ Vuorokausikeskiarvo µg/m ³	8,8	13,2

1) Norjassa raja-arvo talvikaudella (1. 10.-31. 3.) ja kalenterivuodelle on 20 µg/m³, joka on asetettu vaikutuksista ekosysteemiin.

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

3) Norjassa raja-arvo SO₂:n vuorokausikeskiarvolle on 125 µg/m³, joka saa ylittyä kaksi kertaa kalenterivuoden aikana.

Viksjøfjellin passiivisen näytteenoton mittaustulosten keskiarvot olivat korkeita; ajanjaksolla huhtikuu 2014 - maaliskuu 2015 noin 25 µg/m³, analysoitu talvikeskiarvo 2014/15 oli noin 30 µg/m³. On kuitenkin huomattava, että mittaussarjoissa oli joitakin aukkoja, jotka johtuivat logistiikkaongelmista ja siitä, että palat kostuivat ajoittain. Mitattu talvikeskiarvo on edellä mainituista syistä johtuen todellista tasoa alempana. Aikaisemmin on ilmoitettu Zapoljarnyn päästöjen laskevan uudistamistöiden seurauksena. Viksjøfjellin mittausten perusteella SO₂-tasoissa ei kuitenkaan voida nähdä laskua.

Ilmanlaatu, raskasmetallit

Taulukko 2:Svanvikin ja Karpdalenin asemilla ilmasta mitatut metallien keskiarvot kesäkaudella 2014, talvikaudella 2014/15 ja kalenterivuonna 2014.

Asema	Ajanjakso	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
Svanvik	Huhti-syyskuu 2014	8,60	2,09	6,48	0,36
	Lokakuu 2014- maaliskuu 2015	7,10	1,59	5,66	0,27
	¹⁾ Kalenterivuosi 2014	7,77	2,02	6,67	0,31
Karpdalen	Huhti-syyskuu 2014	6,42	1,49	5,17	0,25
	Lokakuu 2014- maaliskuu 2015	11,06	3,08	9,70	0,42
	¹⁾ Kalenterivuosi 2014	7,38	2,12	6,81	0,29

1) Raskasmetallien tavoitearvot ("target value") ovat vuosikeskiarvoina ilmoitettuina 20 ng/m³ nikkelille ja 6 ng/m³ arseenille (voimassa 1.1. 2013 lähtien).

Svanvikin ja Karpdalenin asemilla otetaan näytteitä raskasmetalleista leijumassa/ilmassa, toisin sanoen viikkonäytteet seuraavista: Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co og Cr, V ja Al[1]. Näillä kahdella asemalla mitattujen pitoisuuksien keskiarvot ilmoitetaan taulukossa 2. Svanvikin ja Karpdalenin raskasmetallimittaukset ilmasta ja sadevedestä osoittavat sulattamon hivenmetalleiden (nikkeli, arseeni, kupari ja koboltti) kohonneita pitoisuuksia. Tavoitearvot (Ni ja As) saavutettiin vuonna 2014 sekä Svanvikissa että Karpdalenissa.

Sadannan laatu

Svanvikissa, Karpdalenissa ja Karpbuktassa otetaan näytteitä sadeveden laadun analysoimiseksi. Karpbuktan näytteistä analysoidaan pääkomponentit[2], kun taas Svanvikin ja Karpdalenin näytteistä analysoidaan 10 raskasmetallia/elementtiä.

Svanvikin kokonaissadanta oli 392 mm, Karpdalenin 417 m ja Karpbuktin 593 mm. Sadantaa kertyi enemmän kuin edellisellä seurantajaksoilla. Svanvikin vuosisadanta on matalin kaikista manner-Norjan ilmanlaatua mittaavista asemista.

Nikkeliä, arseenia, kuparia ja kobolttia pidetään sulattamon hivenmetalleina. Näiden metallien pitoisuuksien suuntaukset ja mallit vaihtelevat. On vaikeaa antaa yhtä tyhjentävää selitystä muutoksille ja vaihtelulle, koska kaikki neljä ainetta ovat lähtöisin samasta lähteestä/prosessista.

Sadannan raskasmetallilaskeumat (Ni, As, Cu ja Co) ovat Svanvikissa tavallisesti korkeampia kesällä kuin talvella. Tämä johtuu siitä, että tuulen suunta on kesäisin useimmiten Nikkelistä Svanvikiin päin. Svanvikissa mitattu laskeuma oli kuitenkin tällä mittausjaksolla aikaisempaa matalampi. Metallipitoisuudet sadannassa ovat lisääntyneet huomattavasti vuodesta 2004 verrattuna aikaan ennen vuotta 2004.

Säähavainnot

Meteorologiset mittaukset Etelä-Varangin kunnassa käsittävät pääasiallisesti tuulen suunnan, tuulen voimakkuuden, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden Svanvikissa ja Karpdalenissa. Tuulen suunta vaihtelee kesäisin Svanvikissa (tuulee kaikista ilmansuunnista). Idästä puhaltava tuuli voi johtaa Nikkelin päästöt Svanvikiin. Talvisin tuuli puhaltaa useimmiten etelästä ja kaakosta. Tämän vuoksi Karpdalenin pitoisuudet ovat korkeimmillaan talvisin.

Korkein Svanvikissa mitattu lämpötila oli 27,6 °C (7.7.2014) ja alin talvella 2014/15 mitattu lämpötila oli -34,6 °C (13.12.2015). Viime vuosiseurantajakson keskilämpötila oli Svanvikissa 1,1 °C ja Karpdalenissa 1,2 °C. Keskilämpötila on hieman aikaisempaa seurantajaksoa matalampi.

[1]Pb: lyijy, Cd: kadmium, Zn: sinkki, Ni: nikkeli, As: arseeni, Cu: kupari, Co: koboltti, Cr: kromi, V: vanadium, Al: alumiini. Alumiini ei ole raskasmetalli, mutta sitä analysoidaan ja siitä raportoidaan tässä yhteydessä. Arseeni on puolestaan puolimetalli, mutta sitäkin analysoidaan ja siitä raportoidaan tässä.

[2] Pääkomponentteina pidetään seuraavia: SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca, K

4. Summary

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 nickel and other metals, but there is also a certain percentage of sulphur (typically 5-6%). 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 Pasvik valley and Jarfjord area in South-Varanger municipality have the highest measured concentrations of SO₂ in all of Norway.

Emissions

The total emissions of SO₂ from the briquetting facility in Zapolyarnij and the smelter in Nikel sum up to around 100 000 tonnes per year, about 40 000 tonnes from Zapolyarny and 60 000 tonnes from Nikel respectively. This is about 5 times larger than the total SO₂ emissions from all sources in Norway. These emissions contribute to very high SO₂ concentrations in the Norwegian-Russian border area. The facilities are located close to the border and the emissions enter Norway with eastern and southerly winds. The continual monitoring of SO₂ in relation to wind direction clearly shows that the industries in Zapolyarny and Nikel are the main source of SO₂ in the border areas.

The emissions of SO₂ were even higher in the 1970's/80's. These high emissions were due to use of ore imported from Siberia, with a very high content of sulphur. Since then the emissions and the measured concentrations have been reduced. The briquetting facility in Zapolyarny is under reconstruction/upgrade with new production lines. This upgrade will reduce the emissions from Zapolyarny, but the emissions from Nikel are expected to increase.

Measurement Program

NILU has been measuring air pollutants in the border areas since 1974. The measurements in this report are part of the Norway national government program for monitoring air pollution and are also a part of bilateral cooperation between Norway and Russia. This Norwegian-Russian cooperation for the environment in the border area has been ongoing since 1988. The Norwegian measurement program includes collecting data on meteorological conditions, air quality, and precipitation, in which the program is financed by the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet) in cooperation with the Norwegian Ministry of Climate and Environment (KLD).

During the period April 2014 - March 2015 the measurements on the Norwegian side of the border were taken from the following stations: Svanvik, Karpdalen, Karpbukt, and Viksjøfjell. The Svanvik station (located 8 km west of Nikel) and the Karpdalen station (at Jarfjord, located 15 km east of Kirkenes, and about 30 km north of Nikel) includes continuous measurements of SO₂ using monitor, meteorological conditions, and sampling and analysis of heavy metals in particles and precipitation. In Karpbukt there is sampling of precipitation for analysis of main components⁵ in precipitation. In addition, at Viksjøfjell (at Jarfjordfjellet) SO₂ passive sampling was performed. On the Russian side of the border the Hydrometeorological Institute in Murmansk measures SO₂ concentrations in Nikel and Zapolyarny, as well as measuring the meteorological conditions in Nikel and Jäniskoski.

Air Quality - SO₂

A summary of the measurement results for SO₂ during the period 01 April 2014 - 31 March 2015 is presented in Table 1. The monitoring results show that the environmental impact from SO₂ pollution was higher at Svanvik during this monitoring period than the previous (April 2013 - March 2014). This statement is valid for all parameters, except summer seasonal mean (unchanged). The monitoring results from Svanvik are very much influenced by two episodes with very high concentrations, i.e. 28. May and 20. October 2014. In Karpdalen the environmental impact from SO₂ pollution was lower during the summer season 2014 and higher during the winter season 2014/15 than the previous monitoring period.

⁵ Typical main components are defined as SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca, K.

The values presented in Table 1 show that the monitoring results for SO₂ are in compliance with Norwegian legislation, both concerning hourly mean values, daily mean values and seasonal mean and annual mean values. The highest 10-minute value, 3541 µg/m³, monitored at Svanvik 20. October 2014 is the highest 10-minute value recorded since 2001 (when NILU began recording of 10-minute values). Highest instant value 20. October 2014 at Svanvik was over 4900 µg/m³.

Table 1: Key values for SO₂ measurements taken from 01 April 2014 - 31 March 2015, as well as calendar year 2014.

01 April 2014 – 31 March 2015	Svanvik	Karpdalen
Highest 10 minute value µg/m ³	3541	871
Highest hourly average value µg/m ³	1418	616
# Hourly average values > 350 µg/m ³ summer	9	0
# Hourly average values > 350 µg/m ³ winter	11	27
Highest daily average µg/m ³ summer	160	59
Highest daily average µg/m ³ winter	396	366
# Daily averages > 125 µg/m ³	2	4
Average value µg/m ³ summer	8.6	6.4
¹⁾ Average value µg/m ³ winter	8.9	18.2
Calendar year 2014		
²⁾ # Hourly average values > 350 µg/m ³	24	15
³⁾ # Daily averages > 125 µg/m ³	2	3
¹⁾ Average value µg/m ³	8.8	13.2

- 1) The Norwegian limit value for impacts to ecosystems is 20 µg/m³ SO₂ per winter season and per calendar year.
 2) The Norwegian limit value for hourly mean SO₂ concentrations is 350 µg/m³, and can be exceeded no more than 24 times a year.
 3) The Norwegian limit value for daily mean SO₂ concentration is 125 µg/m³, and can be exceeded no more than 3 times a year.

Passive sampling measurements taken at Viksjøfjell showed high values. During the monitoring period April 2014 - March 2015 the mean concentration was 25 µg/m³, while during winter season 2014/15 the mean concentration was about 30 µg/m³. It should be noted though that there were periods with no sampling and periods where the samplers were wet. These concentrations then represent an underestimation of the real values. The emissions from Zapolyarny are expected to decrease due to a technical upgrade. The monitoring results at Viksjøfjell show no decreasing trend compared to previous monitoring periods.

Air Quality - metals

From October 2008, NILU began measuring heavy metals in particles/air at Svanvik (Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V and Al⁶). In autumn 2011 sampling of particles/air was initiated in Karpdalen. Both stations now take samples at weekly intervals. The average concentrations found at these two stations are given in Table 2. Monitoring of metals in air and precipitation at Svanvik and in Karpdalen shows enhanced concentrations of specific trace metals from the smelting industries (nickel, arsenic, copper and cobalt). The values presented in Table 2 show that the monitoring results for Ni and SO₂ are in compliance with Norwegian legislation, given as annual mean values.

⁶Pb:lead, Cd: cadmium, Zn: zink, Ni: nickel, As: arsenic, Cu: copper, Co: cobalt, Cr: chromium, V: vanadium, Al: aluminum. As is strictly speaking not a metal but a metalloid, but is listed among metals here.

Table 2: Average values of elements found in air at Svanvik and in Karpdalen during summer season 2014, winter season 2014/2015, as well as calendar year 2014.

Station	From date	To date	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
Svanvik	April 2014	September 2014	8.60	2.09	6.48	0.36
	October 2014	March 2015	7.10	1.59	5.66	0.27
	1) Calendar year 2014		7.77	2.02	6.67	0.31
Karpdalen	April 2014	September 2014	6.42	1.49	5.17	0.25
	October 2014	March 2015	11.06	3.08	9.70	0.42
	1) Calendar year 2014		7.38	2.12	6.81	0.29

1) The target values for metals are 20 ng/m³ for nickel and 6 ng/m³ for arsenic given as annual average.

Precipitation Quality

Precipitation quality is monitored at Svanvik, in Karpdalen and in Karpbukt. Samples from Karpbukt are analyzed for the typical main components, while samples from Svanvik and Karpdalen are analyzed for metals.

Total precipitation added up to 392 mm at Svanvik, 417 mm in Karpdalen and 593 mm in Karpbukt respectively. This is an increase in comparison to the previous monitoring period. Svanvik has the lowest annual precipitation amounts in comparison to all of the other air quality monitoring stations in mainland Norway.

Ni, As, Cu and Co are considered trace metals from smelter industry. The trends in concentrations of these four elements do vary. However it is difficult to explain these different patterns since they are all 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. During this monitoring period the deposition of Ni slightly decreased compared to previous monitoring periods. Deposition of metals with precipitation have risen from 2004 in comparison to years before 2004.

Meteorology

The meteorological measurements in South-Varanger mainly include wind direction, wind speed, temperature, and relative humidity at Svanvik and in Karpdalen. During the summer, wind direction at Svanvik is variable. Wind from the east normally gives increased SO₂ concentrations at Svanvik due to the emissions from Nikel. The most frequently occurring wind direction during winter is from the south and south-west. This means that Karpdalen experiences the highest concentrations during winter time.

The maximum temperature recorded at Svanvik was 27.6 °C (7. July 2014), the minimum temperature recorded was -34.6 °C (13. January 2015). The average temperature for the entire period was 1.1 °C at Svanvik and 1.2 °C in Karpdalen. This is lower than the previous monitoring period.

5. Innledning

Grenseområdene mellom Russland og Norge er rik på metaller og mineraler. Ved byene Nikel og Zapoljarnij i Russland er det gruver og smelteverk som produserer nikkell. Malmen som videreføres er rik på nikkell og andre tungmetaller, men inneholder også en viss mengde svovel (~5-6 %). Dette medfører at smelteverkene slipper ut store mengder svoveldioksid (SO₂) og tungmetaller. Disse utslippene påvirker luftkvaliteten og miljøet i grenseområdene.

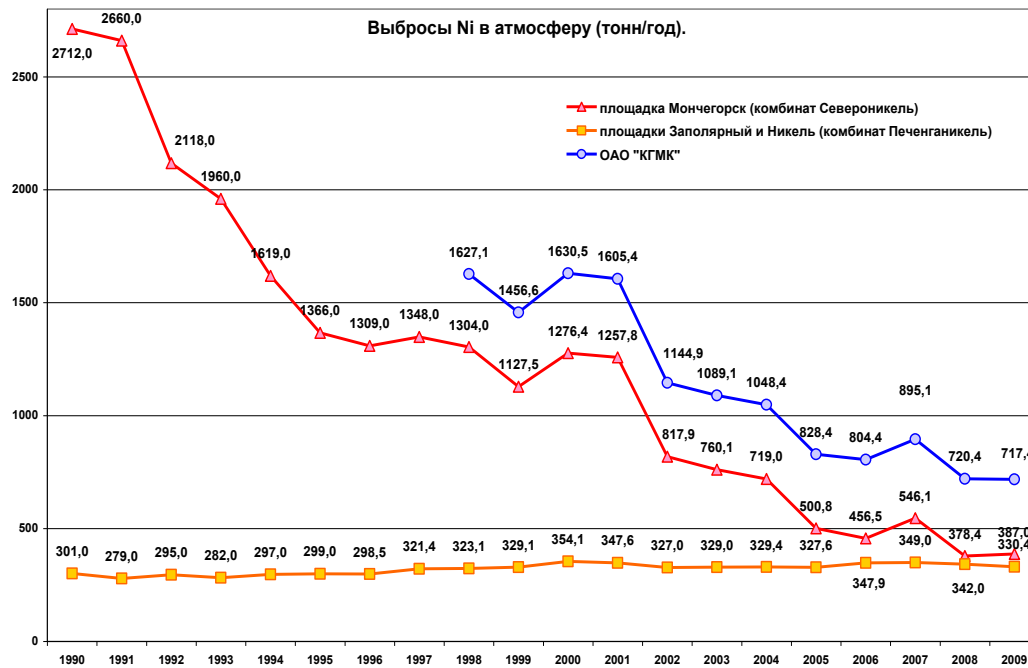
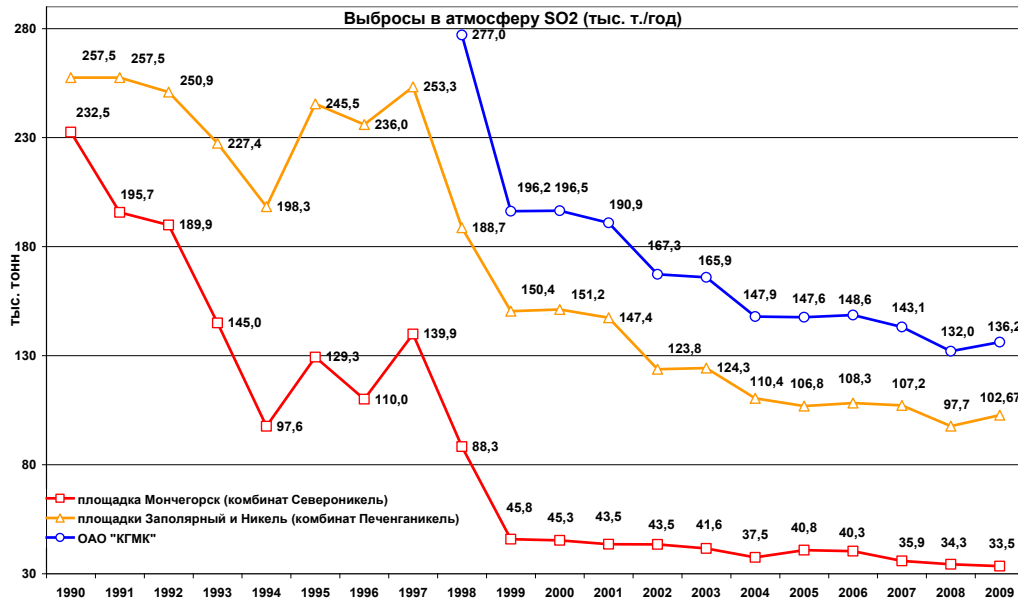
5.1 Historikk

Området øst i Pasvikdalen var finsk fra 1920 og fram til krigen (kalt Finskekilen eller Petsamo). Sommeren 1921 fant en ung, finsk geologistudent nikkell i berggrunnen i dette området. På 1930-tallet ble det anlagt smelteverk ved byen Kolosjoki for å utvinne og foredle disse nikkelforekomstene. Nikkell er en viktig bestanddel i rustfritt stål og smelteverket var et viktig strategisk mål under 2. verdenskrig/ Fortsettelseskrigen / Den store Fedrelandskrigen (Jacobsen, 2006). Etter siste krig ble området øst for Pasvikelva en del av Sovjetunionen og byen og smelteverket skiftet navn til Nikel. Det har pågått utvinning og produksjon av nikkell siden den gang. Etter oppløsningen av Sovjetunionen og opprettelsen av Den russiske føderasjon på 1990-tallet ble verket privatisert. Verket eies i dag av Kola Bergverkskompani (ofte forkortet Kola MMC eller Kola GMK), som igjen er en del av Norilsk-Nikkellkombinatet.

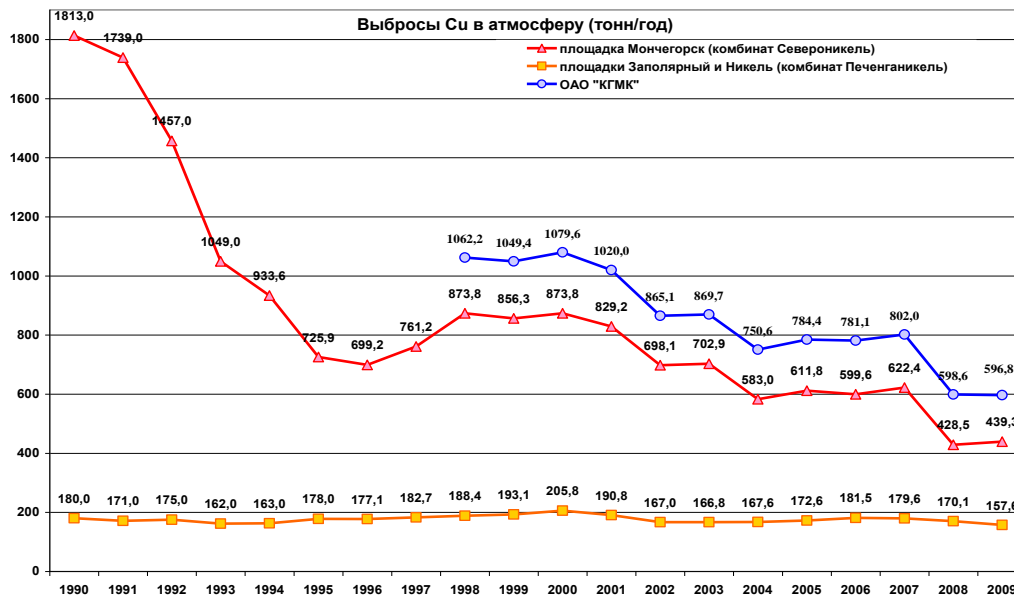
5.2 Utslipp

Aktiviteten i grenseområdene består i dag av gruver rundt Zapoljarnij og Nikel⁷. Deretter et anriknsanlegg i Zapoljarnij hvor malmen knuses, oppkonsentreres og hvor det lages små malmpellets. Pelletsen sendes så til smelteverket i Nikel (se bildet på forsiden) som produserer nikkellmatte. Nikkellmatte er et mellomprodukt i foredlingen av nikkellmalm og inneholder omlag 40 % nikkell. Deretter sendes nikkellmatten til smelteverket i Monchegorsk som viderefører denne og produserer ren nikkell og andre nikkellrelaterte produkter. Kart (Figur 4) på side 29 viser geografisk plassering av utslippskildene og NILUs målestasjoner. Utslippene av svoveldioksid fra Nikel og Zapoljarnij skyldes høyt innhold av svovel i selve malmen. Utslippene av SO₂ fra smelteverkene i grenseområdene har gått gradvis nedover de siste 20-30 årene, men totale svovelutslipp fra virksomhetene i Nikel og Zapoljarnij utgjør fortsatt omlag 100'000 tonn SO₂ per år, 60'000 tonn fra Nikel og rundt 40'000 tonn fra Zapoljarnij (Figur 1). Dette er mer enn 5 ganger større enn Norges samlede utslipp. Rundt 1980 var de totale utslippene over 400'000 tonn SO₂ per år. De store utslippene den gang, skyldtes bruk av malm fra Norilsk i Sibir med meget høyt innhold av svovel (opptil 24 % S). I tillegg til SO₂ er det også anseelige utslipp av tungmetaller fra anleggene i Nikel og Zapoljarnij. De offisielle rapporterte utslippstallene for 2009 utgjorde til sammen 330 tonn nikkell og 158 tonn kobber (Figur 1).

⁷ For videre detaljer, se <http://www.nornik.ru/en/about-norilsk-nickel/operations/kola-mmc/> [URL 23-05-2014]



Figur 1: Utslippstall fra Kola MMC (datterselskap av Norilsk-Nickel): Utslipp av SO₂ (øverst denne side, enhet 1000 tonn/år), Ni (nederst denne side, enhet tonn/år) og Cu (neste side, enhet tonn/år). Orange kurve viser utslipp fra Pechenganikel (Nikel og Zapolyarnij), rød kurve viser Severonikel (verk i Monchegorsk) og blå viser sumner.



Figur 1 forts.

Tidligere er det meldt at anlegget i Zapoljarnij gjennomgår en modernisering med installering av nye produksjonslinjer. Ombyggingen har til dels budt på store tekniske problemer og utfordringer, men det ser nå ut til at problemene er løst. Det blir opplyst fra smelteverket at første produksjonslinje ble satt i drift i desember 2014, mens den andre skal settes i drift i desember 2015⁸. Moderniseringen innebærer to vesentlige forandringer. De nye produksjonslinjene vil gi nevestore briketter, ikke pellets som tidligere. Brikettene er større og gir mindre friksjon og derved mindre støvutslipp. For det andre innebærer moderniseringen at malmbrikettene tørkes, ikke røstes⁹ slik de ble tidligere. Dermed vil svovelet forbli i malmen og ikke slippes ut. Utslippene av SO₂ i Zapoljarnij vil etter planen reduseres til 6'000 tonn pr år. Men svovelet forblir i malmbrikettene og vil deretter slippes ut fra anlegget i Nikel når brikettene videreføres der. Reduksjonen i Zapoljarnij vil derved gi økte utslipp i Nikel. Nikel ligger nærmere norskeregrensen enn Zapoljarnij og endringen i utslippsmønsteret vil gi økt miljøbelastning på norsk side. Det er planer for ombygging og oppgradering av smelteverket i Nikel, men dette vil ta noe lenger tid.

Etter planen vil moderniseringen også innebære at utslipp av tungmetaller fra Zapoljarnij vil reduseres i og med at utslipp av støv blir mindre.

⁸ Opplysningene om moderniseringen er gitt av miljødirektør ved smelteverket Mikhail Shkondin under ekspertgruppemøte i Murmansk 15. april 2015.

⁹ Røsting er den prosessen som utføres når malm varmes opp over lang tid for å fjerne forurensning/uønskede komponenter fra malmen.



Figur 2: Røyken fra smelteverket i Nikel sett fra torget foran rådhuset 18. april 2015. Bildene er tatt med kun få minutter mellomrom. Den gule bygningen er rådhuset i Nikel. Bildene viser hvordan utslippene kan skifte raskt, både med tanke på mengde og farge (gul røyk på venstre bilde og svart røyk på høyre). Merk dog at røyken her kommer fra to ulike piper. Foto: Benjamin Flatlandsmo Berglen.

Bildet på forsiden viser selve smelteverket i Nikel, mens Figur 2 og Figur 3 (neste side) viser eksempler på utslipp slik de sees fra norsk side. I 2008 ble den ene pipen delvis demontert og det er nå to høye og en kortere pipe ved verket.

Angående utslipp vist i Figur 2 og Figur 3, så er SO_2 en usynlig gass og synes derfor ikke på bildet, røyken som sees er hovedsakelig vanndamp og partikler. Fargen på røyken kan variere fra tilnærmet hvit, gulaktig, ulike sjatteringer i grått og over mot svart (se også bilde av røyken fra Nikel i Figur 12 på side 49). Årsaken til variasjonen er ukjent. En stor andel av utslippene er såkalte diffuse utslipp som slippes ut direkte fra selve smeltehallen og bygningene, ikke fra pipene. Dette er røyk og avgasser som slippes ut nær bakken og som forblir i bakkenivå ved stabile forhold. Diffuse utslipp bidrar til høye bakke-konsentrasjoner i smelteverkets nærområde, og utslippene driver innover Nikel by ved vind fra nordlig kant (byen ligger like sørvest for verket). På mange måter fungerer ikke pipene etter hensikten. Formålet med en pipe er å slippe ut forurensningen høyt oppe slik at utslippet fortynnes og konsentrasjonen er lavere når røykfanen når bakken. Ved utslipp i bakkenivå blir konsentrasjonen meget høy nær utslippspunktet. Andelen diffuse utslipp virker å ha økt de senere årene. En mulig forklaring er at sørveggen på smelteverket er tatt ned og røyk unnslipper direkte ut i friluft fra smeltehallen.

Vedrørende utslipp av tungmetaller er det installert filtre i pipene slik at pipeutslipp inneholder en forholdsmessig mindre andel tungmetaller sammenlignet med diffuse utslipp som kommer direkte fra bygningene.



Figur 3: Smelteverket og Nikel by, sett fra Høyde 96 i Pasvikdalen 19. juni 2008. Pasvikvassdraget og Svanevann skiller Norge og Russland. Nordlig vind bringer utslippene inn mot Nikel by. SO_2 -middelkonsentrasjonen på stasjonen i Nikel by var omlag $1500 \mu g/m^3$ da bildet ble tatt. Foto: Christoffer Aalerud, Fylkesmannen i Finnmark.

Figur 3 er en god illustrasjon av utslippene og forurensningen i Nikel. Her driver utslippene sørover inn over Nikel by. En forholdsvis stor andel av utslippene kommer direkte fra bygningene. Da får utslippene intet løft, og det er svært liten fortykning før utslippet når bakken. Resultatet er høye målte bakkekonsentrasjoner i nærområdet. Målte time-konsentrasjoner i Nikel by i perioden da bildet ble tatt var $1470 \mu g/m^3$ (19. juni 2008 kl. 11-12 norsk tid) og $1527 \mu g/m^3$ (kl. 12-13). De målte 10-minuttersverdiene var tidvis enda høyere.

Mengden utslipp/røygass fra smelteverket i Nikel er sterkt varierende på kort tidsskala. Med kun minutters mellomrom kan det variere fra tilnærmet intet utslipp til så å velte røyk ut av pipene/bygningene. Dette skyldes sannsynligvis produksjonsmønsteret. Merk dog at det ikke foreligger detaljerte opplysninger om produksjonen eller produksjonsmetodene.

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

5.3 Dagens situasjon

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

Fra 2004 og framover har man observert en økning i konsentrasjonene av tungmetaller i nedbør (se Tabell 30 og Tabell 32, samt Figur 22 i kap. 10.3). Dette bør overvåkes nøye.

5.4 Miljøeffekter

Områdene rundt Pasvikelva og Jarfjord i Sør-Varanger kommune i Øst-Finnmark har størst påvirkning av forsurende SO₂ og skadelige tungmetaller i hele Norge (www.miljostatus.no), og innhold av tungmetallene kobber (Cu) og nikkel (Ni) i moser er blant de høyeste i Europa (AMAP 2005, Harmens et al., 2015). Overvåking av effektene i regionen fra disse utslippene har vært en viktig del av miljøarbeidet helt siden 1980-tallet; både i form av nasjonale overvåkingsprogrammer i Norge, Finland og Russland, men også som et samarbeid mellom de tre landene. Det trilaterale Pasvikprogrammet (Fylkesmannen i Finnmark 2008) bidro til økt kunnskap på 2000-tallet, og enkeltprosjekter har siden bidratt med kunnskap på viktige områder. For luft er det permanente systemer for miljøovervåking (bl.a. herværende prosjekt), samt at det bl.a. er overvåking av vannkvalitet på Jarfjordfjellet (Garmo et al., 2014)

Gjennom det trilaterale prosjektet TEC (Trilateral cooperation on Environmental Challenges in the Joint Border Area) har det de siste årene blitt gjennomført en god del nye undersøkelser både når det gjelder miljøtilstanden og matsikkerhet i grenseområdet (Ylikörkkö et al., 2015). Dette prosjektet har hatt flere ulike deler og blant annet gjort innledende undersøkelser av mulige kombinerte effekter av klimaendringer og forurensning. Alger, plankton og fisk er blitt undersøkt videre ut fra tidligere studier, og her finnes et godt grunnlag for å evaluere forandringer i vannkvalitet på grunn av forurensning, innføring av nye arter, klimaendringer osv. Fortsatt ses de sterkeste effektene av forurensning i den russiske innsjøen Kuetsjärvi ved byen Nikel. Men innføring av fremmede arter som for eksempel lagesill til Pasvikelva, og vassdragsreguleringen med sju kraftverk og tilhørende dammer, spiller også stor rolle på vann-økosystemenes funksjon og tilstand.

Mest åpenbar effekt direkte fra de svære forsurende nedfallene av svoveldioksid i 1970- og 80 tallene er den ødeleggelse av vegetasjon og landskap som fortsatt er utbredt mellom byene Nikel og Zapoljarnij. Fjernanalyse viser at arealer med reinlav-hei på disse følsomme subarktiske alpine tundraområdene ble tydelig redusert og områder med ødelagt landskap økte betydelig i areal fra 1973 til 1999, spesielt åpenbart mellom 1973 og 1985 (Tømmervik, Høgda og Solheim 2003). I områdene som er hardest forurenset er vegetasjonen forsvunnet, med tilhørende store erosjonsproblemer.

I denne perioden ble det også observert direkte påvirkning fra svovelnedfall på vegetasjon i Norge i områdene nær den russiske metallindustrien, men i betydelig mindre omfang enn i Russland (Fylkesmannen i Finnmark 2008, Myking et al., 2009). I de ødelagte landområdene i Russland kan man nå, når svovelutslippene er gått ned, finne tegn som tyder på at enkelte pionerarter av mose og lav er i ferd med å etablere seg igjen (Fylkesmannen i Finnmark 2008). Revegeteringsprosjekter i områdene ved Nikel har hatt noe fremgang, selv om mye gjenstår.

Ferskvannssystemer og landbaserte (terrestriske) økosystemer på norsk side av grensen ser dermed ut til å ha klart seg relativt godt trass i utslippene fra smelteverkene i nordvestre Russland. Dette gjelder spesielt effekter av forsurende SO₂. Viktige årsaker er at de mest nærliggende områdene i Norge i Pasvik, vest for Nikel, er forskånet for den verste eksponering av SO₂ da fremherskende vindretning er fra sør i dette området. En annen viktig grunn er stor pH-bufrende evne i berggrunnen i området ved Svanvik, og i tillegg at utslippene fra anleggene inneholder støv med pH-bufrende evner. Jarfjordområdet, som ligger nord for Nikel og Zapoljarnij er mer utsatt for nedfall av luftforurensning, og granittberggrunnen her er mer følsom for forsurende. Her har imidlertid minkende forsurende nedfall de seneste tiårene resultert i økende pH-verdier og mindre forsurende (Fylkesmannen i Finnmark, 2008, Garmo, Scancke og Høgåsen 2014, Puro-Tahvanainen et al., 2011).

Når det gjelder tungmetaller er det tre måleprogrammer på norsk side som alle viser samme trend med økning i tungmetaller, spesielt for Cu og Ni, i grenseområdene mellom Norge og Russland de siste ti årene. Det er programmet for overvåking av norske innsjøer (Garmo et al., 2014), programmet for innsamling og analyse av mose hvert 5. år (Steinnes, Berg og Uggerud 2011a, Steinnes et al., 2011b) og herværende program. I tillegg så avslører analyse av tungmetaller i ulike lag ned i sediment-prøver fra opptil 45 innsjøer økt nedfall i nåtid, sammenliknet med for-industriell tid, og med størst avsetning det siste årtiene (2001-2010) (Dauvalter og Rognerud 2001, Rognerud et al., 2013, Ylikörkkö et al., 2015). Avsetning av Ni og Cu, men også kobolt (Co), arsen (As), kadmium (Cd), bly (Pb) og kvikksølv (Hg) er betydelig høyere nærmere metallindustrien og spesielt utsatte er områdene nord-nordøst for verkene.

Det er også funnet forhøyede verdier av tungmetaller i fisk i området. Fisken i Pasvik-vassdraget er stort sett frisk, men verdiene i fisk i en del sjøer på russisk side nær smelteverket i Nikel viser store mengder tungmetaller (Vannregionmyndigheten Finnmark 2009, Ylikörkkö et al., 2015), og miljøgifter; spesielt innsjøen Kuetsjärvi ved byen Nikel, som i tillegg til utslipp til luft og også direkte mottar smelteverkets og byen Nikel sine avløpsvann. Forhøyede verdier av kvikksølv og organiske miljøgifter (som DDT og PCB) er funnet i Kuetsjärvi ved Nikel og nedstrøms i Pasvikelva ved Skrukkebukta. Disse forbindelsene kan sannsynligvis også ha andre kilder enn metallindustrien, dette bør undersøkes videre.

Jarfjordområdet er betydelig eksponert for forurensning. Innsjøer her, nærmest forurensningskildene, har de høyeste nivåene av tungmetaller og miljøgifter. En del av disse innsjøene er også påvirket av lang-transportert kvikksølv, og av dioksiner fra gamle utslipp fra AS Syd-Varanger i Kirkenes. På tross av dette så viser de seneste undersøkelsene at den økologiske tilstanden til de undersøkte innsjøene kan betraktes som moderat god til god (G. Christensen, pers. komm.) (Ylikörkkö et al., 2015).

Moser er ekstremt følsomme indikatorer på nedfall da de tar opp stort sett all næring fra nedbør. Undersøkte moser i regionen hadde samtlige høye konsentrasjoner av Cu og Ni, men de på lokaliteter i Russland (5-7 km fra smelteverket i Nikel), hadde høyere nivåer enn de i Norge (8-12 km) og betydelig høyere enn de i Finland (40-80 km) (Rautio og Poikolainen 2014). Nivåene av tungmetaller i moser var omtrent de samme i 2011 som i 2004, men nivåene i 2011 lå noe høyere på lokaliteter aller nærmest smelteverket. Dette var også gyldig for nåler på furutrær i noen tilfeller. Dette studiet viste at mesteparten av tungmetallene avsettes mindre enn 15 km fra smelteverket i Nikel. Svovelkonsentrasjoner i nåler på furutrær var høyest i noen av lokalitetene nærmest Nikel og verdiene generelt omtrent de samme 2011 som 2014.

Prøvetaking av jord viser at nivåene av Cu og Ni er høye i Pasvik med en tendens til økning de senere år. Pb (bly) og Hg (kvikksølv) forekommer i høye konsentrasjoner i jord nær Kirkenes, hvilket antyder lokale kilder til disse (Jensen et al., 2013). I grunnvannet på Svanvik er ikke konsentrasjonene av noen av tungmetallene høye (Jæger og Frengstad 2015). Utslippene av tungmetaller har økt den siste tiden. Dette kan gi opphopning av tungmetaller i biomasse, som med tiden, og i kombinasjon med for eksempel klimaendringer, kan lede til forandringer av prosesser og omsetning i økosystemene.

Utslippene til luft fra smelteverkene har hatt omfattende følger for fugler og små pattedyr med risiko for nedsatt helse og reduserte reproduksjonsevner. Konsentrasjonene av tungmetaller i svarthvite fluesnappere er høyere i nærheten av smelteverkene enn i mindre forurensete områder og formeringsevnen har avtatt i disse områdene. Antallet gråsidemus, rødmus og vanlig spissmus er lavere 7 kilometer fra Nikel enn 13 kilometer unna byen. Bestanden av gråsidemus er rundt fem ganger så stor som rødmus-bestanden i forurensete områder mens rødmusa vanligvis er mer utbredt (Fylkesmannen i Finnmark, 2008).

Det er gjort en del undersøkelser vedrørende matsikkerhet og helse i grenseregionen gjennom det trilaterale TEC-prosjektet (Ylikörkkö et al., 2015). Foreløpige resultater viser forhøyede nivåer av tungmetaller i bær og sopp, spesielt i nærheten av smelteverket, og forhøyde nivåer av kvikksølv i ferskvannsfisk i flere av de undersøkte innsjøene. Derimot er nivåer av metaller i elg og rein lave mens det er funnet forhøyde nivåer av dioksiner i reinkjøtt (T. Sandanger, pers. komm.). Her vil pågående og kommende undersøkelser være svært viktige for videre informasjon.

6. Måleprogram og grenseverdier

6.1 Måleprogram

På norsk side startet målinger av SO₂ i Kirkenes og på Svanvik i 1974. I 1978 ble målingene utvidet med to nye stasjoner, Holmfoss og Jarfjordbotn. I 1986 ble stasjonen i Jarfjordbotn flyttet til Karpdalen. Under den såkalte basisundersøkelsen i 1988 ble målenettet ytterligere utvidet med stasjoner på Viksjøfjell, Noatun og Kobbfoss. De første årene ble målingene utført ved hjelp av en "kommunekasse" der SO₂ ble absorbert i en løsning og analysert i laboratoriet etterpå. Nå gjøres målinger med kontinuerlige monitører hvor resultatene etter en enkel kvalitetssikring legges ut på internett i nær sanntid (www.luftkvalitet.info).

På russisk side ble det satt i gang norske SO₂-målinger på tre russiske stasjoner; SOV1, SOV2 (Maajärvi¹⁰) og SOV3 i 1990. I 1991 ble det opprettet en norsk stasjon i Nikel by som målte SO₂.

Utover 1990-årene ble de fleste stasjonene nedlagt pga. reduserte bevilgninger. I rapporteringsperioden 2014/2015 måles SO₂ i luft og meteorologi på Svanvik, samt tungmetaller i luft og tungmetaller i nedbør. Tungmetaller vil aldri opptre i gassform ved normal trykk og temperatur. Tungmetaller som måles her er festet til partikler/svevestøv. Uttrykkene "tungmetaller i luft" og "tungmetaller i svevestøv" beskriver samme fenomen og brukes ofte om hverandre. Stasjonen i Karpdalen er fullt operativ og måler SO₂ og meteorologi, samt tungmetaller i luft og nedbør. Fra juli 2009 gjøres det målinger med passive SO₂-prøvetakere på Viksjøfjell. Disse resultatene rapporteres også her. Stasjonen i Karpbukt har prøvetaking for analyse av hovedkomponenter i nedbør.

Fram til august 2008 hadde NILU en stasjon i Nikel by som målte SO₂ (instrument finansiert av det norske Miljøverndepartementet). Denne ble da stengt av russiske myndigheter pga. manglende formelle tillatelser. HydroMet i Murmansk gjør i dag egne målinger av SO₂ i bl.a. Nikel og Zapoljarnij. Resultatene fra disse målingene er offentlig tilgjengelige¹¹. Samarbeidet mellom Russland og Norge om miljøovervåkingen er bedret de siste årene og den norsk-russiske ekspertgruppen for luft møtes jevnlig for å utveksle data og informasjon.

Den norsk-russiske ekspertgruppen for luft har utarbeidet en felles rapport om luftkvaliteten i grenseområdene (publisert i mars 2015¹²). Rapporten gir en god oversikt over norske og russiske grenseverdier for luftkvalitet, måle- og analysemetoder, samt måleprogram og -resultater på norsk og russisk side. Rapporten ble laget etter initiativ fra den felles norsk-russiske miljøkommisjon.

Finland har også egne målestasjoner som måler konsentrasjoner av SO₂. I finsk Lappland er det nå to stasjoner med SO₂-målinger, Muonio og Enare. Måleresultatene legges fortløpende ut på internett på samme måte som i Norge¹³ (se også referanseliste kap.11.1 for utfyllende adresser).

I 2008 og 2011 ble måleprogrammet utvidet til også å omfatte tungmetaller i luft hhv. på Svanvik og i Karpdalen. Sommeren 2013 ble det igangsatt prøvetaking og analyse av tungmetaller i nedbør i Karpdalen.

Denne måleperioden er også filtrene som brukes til partikkelprøvetaking veid før og etter eksponering. På denne måten kan man beregne avsatt støv og få konsentrasjon av svevestøv i luft på Svanvik og i Karpdalen.

¹⁰ "järvi" er finsk og betyr innsjø, den tilsvarende samiske betegnelsen er "jav'ri". Järvi og jav'ri brukes tidvis omhverandre i stedsnavn i grenseområdene.

¹¹ http://www.kolgimet.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=239 [URL 01-05-14]

¹² Nedlastbar fra: <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/Januar1/Russian-Norwegian-ambient-air-monitoring-in-the-border-areas/> [URL 08-06-2015]

¹³ <http://www.ilmanlaatu.fi/ilmanynt/nyt/ilmanynt.php> [URL 01-05-2014]

6.2 Målinger april 2014 – mars 2015

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden april 2014 - mars 2015 er vist i *Tabell 3* og *Tabell 4*. Plasseringen av målestasjonene er vist i *Figur 4*.

Tabell 3: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden april 2014 - mars 2015.

Stasjon	SO ₂ (timeverdier)	SO ₂ (14 dagers middel)	Tungmetaller (Syv dagers middel)
Svanvik	X		x
Karpdalen	X		x
Viksjøfjell		x	

Tabell 4: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden april 2014 - mars 2015.

Stasjon	Nedbørkvalitet (ukeverdier)	Meteorologiske forhold (timeverdier)				
		Vindretning	Vindhastighet	Temperatur	Relativ fuktighet	Luftrykk
Svanvik	x ¹⁾	x	x	x	x	x
Karpdalen	x ¹⁾	x	x	x	x	x
Karpbukt	x ²⁾					

1) Tungmetaller i nedbør.

2) Hovedkomponenter i nedbør.

På Svanvik og i Karpdalen måles SO₂ med kontinuerlig registrerende instrumenter. Data fra stasjonene overføres trådløst til NILU med GSM eller GPRS senest 2 timer etter at målingene er utført. Etter en enkel automatisk kvalitetskontroll for å luke ut åpenbare feil legges dataene ut på internett (www.luftkvalitet.info). Disse dataene er ikke endelig kvalitetskontrollerte. Ved hvert månedsskifte gjennomgår dataene en grundig kvalitetssjekk (SO₂ og meteorologi) og de skaleres for å kompensere for drift i instrumentet (SO₂). Deretter legges de så over i NILUs databaser. SO₂-instrumentene på Svanvik og i Karpdalen kalibreres av lokal stasjonsholder omlag en gang pr. uke. Alle instrumenter gjennomgår kvartalsvis ettersyn av ingeniør fra NILU.

På Viksjøfjell måles SO₂ med passive prøvetakere. Dette er små «brikker» som eksponeres og som så sendes til NILU for analyse. Prøvetakerne eksponeres i 14 dager av gangen og gir gjennomsnittlig konsentrasjon for denne perioden.

På Svanvik og i Karpdalen tas det også filterprøver av tungmetaller i luft/svevestøv for de ti metallene Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V og Al¹⁴ (dog er As strengt tatt et halvmetall/metalloid). Filtrene skiftes av lokale stasjonsholdere og sendes NILU for analyse. Fra høsten 2011 ble også prøvetakingsfrekvensen endret slik at det nå tas ukeprøver hvor alle filtre analyseres. Siden grenseverdiene for tungmetaller i luft er satt for årsmiddel i PM₁₀ er det mest relevant og anvendelig å ta ukeprøver som i sum utgjør kontinuerlige målinger. Tidligere ble det tatt døgnprøver og kun de mest eksponerte filtrene ble analysert. Dette ga maksimumskonsentrasjon/ maksimal belastning, men ikke middel-konsentrasjon.

I Karpbukt, på Svanvik og i Karpdalen tas det ukeprøver av nedbør. Prøvene fra Karpbukt analyseres med hensyn på nedbørmengde, ledningsevne, pH og hovedkomponentene SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca og K, mens prøvene fra Svanvik og Karpdalen analyseres med hensyn på de samme 10 komponentene som i luft (Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V og Al), samt nedbørmengde.

Data fra dette prosjektet publiseres også i NILUs oversiktsrapporter som presenterer resultater fra overvåkingen av luft- og nedbørkjemi i Norge i 2014 (Nizzetto et al., 2015, Aas et al., 2015).

¹⁴ Pb: bly, Cd: kadmium, Zn: sink, Ni: nikkell, As: arsen, Cu: kobber, Co: kobolt, Cr: krom, V: vanadium, Al: aluminium.



Figur 4: Målestasjoner for luftkvalitet, nedbørskvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene mellom Norge og Russland i perioden april 2014-mars 2015. Data fra de norske stasjonene rapporteres og analyseres i denne studien.

På Svanvik måles vindhastighet, vindretning, temperatur og relativ fuktighet og lufttrykk 10 m over bakken (Vaisala WTX-520 fra 19. september 2013, før dette var det et Aanderaa-instrument som også målte temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m (ΔT) som er et mål for atmosfærisk stabilitet (vertikal blanding). Instrumentene på Svanvik er plassert i 10 m høyde for å få målinger som er upåvirket av bygninger (målebua) og eksempelvis trær. I Karpdalen brukes en Vaisala WTX-520 værstasjon 4 m over bakken som måler vindhastighet, vindretning, temperatur, relativ fuktighet samt lufttrykk.

Landbruksmeteorologisk datatjeneste (NIBIO) har også en værstasjon på Svanvik som måler vind og temperatur i 10m. Data fra denne legges ut på yr.no. Meteorologisk institutt har værstasjon ved Kirkenes lufthavn (Høybukta). Her måles vindretning, vindhastighet, temperatur, nedbør og luftfuktighet. I oktober 2012 ble det også opprettet en målestasjon ved Nyrud som måler nedbør, temperatur og snødybde. Stasjonen på Nyrud var erstatning for en tidligere stasjon på Noatun (se Vedlegg B).

Svanvik er også en av 33 stasjoner som er med i et landsdekkende varslingsnettverk som kontinuerlig måler radioaktivitet i omgivelsene, radnett¹⁵. Dette nettverket driftes av Statens strålevern og ble etablert etter Tsjernobyl-ulykken i 1986. Stasjonen overfører data via GPRS, og det varsles automatisk hvis strålingen går over fastsatte grenser (Møller et al., 2014). I tillegg har Svanvik en av fem luftfilterstasjoner som er en del av

¹⁵ For mer informasjon, se <http://radnett.nrpa.no> [URL 08-06-2015]

Statens strålevernnettverk for overvåknings- og varslingssystem for radioaktivitet i luft (også Møller et al., 2014). Filtrene herfra byttes ukentlig.

EU-direktivet 2008/50/EC krever måldata minst 90% av tiden hvert år for de stasjonene som skal innrapportere SO₂ måldata til EU. Dette kravet er oppfylt på de norske stasjonene (Svanvik og Karpdalen) og ble stort sett oppfylt i Nikel da denne var i drift. Russland er ikke underlagt EUs regelverk og rapporteringsplikt. De norske grenseverdiene er de samme som EUs grenseverdier og representerer et godt mål for hvilke konsentrasjoner og belastninger som vurderes som skadelige for miljø, vegetasjon, og menneskers helse.

6.3 Grenseverdier fra EUs luftkvalitetsdirektiver og norske luftkvalitetskriterier

Norge implementerte i 2002 EU-direktivene for luftkvalitet i "Forskrift om lokal luftkvalitet". Dette innebærer at EUs grense- og målsetningsverdier er et minstekrav til luftkvalitet i Norge og at overskridelser av grense- og målsetningsverdiene utløser krav om avbøtende tiltak for å bedre luftkvaliteten. Denne forskriften er fra 1.7.2004 en del av "Forskrift om begrensning av forurensning" (forurensningsforskriften¹⁶). Kommunene er delegert forurensningsmyndighet etter forskriften om lokal luftkvalitet (kapittel 7).

Gjennom EU-direktivene for luftkvalitet, 2008/50/EF og 2004/107/EF, gir forurensningsforskriftens kapittel 7 en rekke terskelverdier i tillegg til selve grense- og målsetningsverdiene. Overskridelser av disse utløser forskjellige plikter for forurensningsmyndigheten og anleggseiere (forurenser). Følgende begreper er viktige å forstå:

- *grenseverdi*: et nivå som er fastsatt for å unngå, forebygge og minske de skadelige effektene på helse og/eller på miljøet i sin helhet, som skal oppnås innen en viss tidsfrist, og som ikke skal overskrides når det er oppnådd. Overskridelser utløser krav om tiltak hos anleggseier.
- *målsetningsverdi*: et nivå med samme hensikt som grenseverdiene. Overskridelser utløser krav om tiltak hos anleggseier så lenge kostnadene ikke er uforholdsmessig høye.
- *alarmterskel*¹⁷: et nivå som ved kortvarig eksponering utgjør en risiko for menneskers helse og der forurensningsmyndighet umiddelbart skal sette i gang informasjonstiltak.
- *øvre vurderingsterskel*: et nivå som gir føringer for omfang av overvåkningsprogram innenfor et område. Ved overskridelse av øvre vurderingsterskel er "høykvalitetsmålinger" obligatoriske. Det er også plikt til å utarbeide tiltaksutredning ved nivåer over denne terskelen. Terskelverdien regnes som overskredet hvis konsentrasjonene har vært over terskelen minimum tre år av de siste fem.
- *nedre vurderingsterskel*: et nivå som gir føringer for omfang av overvåkningsprogram. Ved overskridelse av nedre vurderingsterskel er overvåking påkrevd, men noen "høykvalitetsmålinger" kan erstattes med beregningsmetoder så lenge konsentrasjonen ikke er over øvre vurderingsterskel. Ved konsentrasjoner under dette nivået er det tilstrekkelig med beregningsmetoder og faglig skjønn for å vurdere luftkvaliteten. Terskelverdien regnes som overskredet hvis konsentrasjonene har vært over terskelen minimum tre år av de siste fem.

Tabell 5 gir grenseverdier, alarmterskel, vurderingsterskler for SO₂ i luft for beskyttelse av helse og økosystemer. Grenseverdiene for beskyttelse av helse trådte i kraft i 2005, mens grenseverdien for beskyttelse av økosystemer trådte i kraft i 2002. I tillegg er Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier¹⁸ gitt. Dette er helsemessige betraktninger av hvilke konsentrasjoner som gir et minimum av helseeffekter i befolkningen og har ingen forvaltningsmessig status.

¹⁶ FOR 2004-06-01 nr 931: <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html#7-6> [URL 08-06-2015]

¹⁷ Se forurensningsforskriftens kap 7, § 7-10 Alarmterskler.

¹⁸ <http://www.fhi.no/dokumenter/5f190bc3fa.pdf> [URL 08-06-2015]

Tabell 6 gir grenseverdi for PM₁₀ i luft (PM₁₀: partikler med diameter mindre enn 10 µm).

Tabell 7 gir målsetningsverdier, vurderingsterskler og luftkvalitetskriterier for nikkel, arsen og kadmium i luft for beskyttelse av helse. Konsentrasjonene beregnes ut fra totalt innhold av PM₁₀-fraksjonen. Målsetningsverdiene trådte i kraft i 2013.

Som tidligere nevnt krever EU-direktivet 2008/50/EF måledata minst 90% av tiden hvert år for de stasjonene som skal innrapportere SO₂ måledata til EU. Når det gjelder målinger av tungmetaller krever EU-direktivet 2004/107/EF måledata minst 14 % av tiden for indikative målinger og 50 % av tiden for kontinuerlige målinger. Kravet til datafangst er 90 % av denne tiden. EU-direktivene gir videre krav om årlige rapporteringer fra medlemslandene senest 9 måneder etter årets slutt. Bl.a. skal det rapporteres om soner hvor grense- og målsetningsverdier overskrides, hvilke nivåer som er målt, og på hvilke dager disse nivåene er målt. Videre skal årsaken til de høye verdiene rapporteres (artikkel 27 i 2008/50/EF). Senest to år etter utgangen av det året slike høye konsentrasjoner er registrert, skal EU-kommisjonen overleveres tiltaksutredninger som beskriver tiltak som må gjennomføres for at grense- og målsetningsverdiene skal overholdes innen direktivets frist og overholdes etter fristen (artikkel 23). Hvert 3. år skal EU-kommisjonen underrettes om framdriften knyttet til gjennomføringen av tiltak.

EUs regelverk gjelder altså for Norge gjennom EØS-avtalen. Russland er ikke medlem av EU og grense- og målsetningsverdiene nevnt i dette kapitlet kommer derfor ikke til anvendelse i Russland. EUs grense- og målsetningsverdier er sammen med nasjonale luftkvalitetskriterier allikevel brukt som sammenligningsgrunnlag i denne rapporten. Disse verdiene representerer konsentrasjoner og avsetninger med ulike grader av effekter på miljø og helse.

Tabell 5: Grenseverdier, alarmterskel, vurderingsterskler og luftkvalitetskriterier for SO₂ for beskyttelse av helse og økosystemer¹⁹.

Type grenseverdi	Virkning på	Gjelder innen	Femten minutters-verdi (µg/m ³)	Timemiddel-verdi (µg/m ³)	Døgnmiddel-verdi (µg/m ³)	Oktober-mars (µg/m ³)	Kalenderår (µg/m ³)	Antall tillatte overskridelser i kalenderåret	Grenseverdien gjeldende fra
Grenseverdi	Helse	EU / EØS		350	500 ¹⁾			24	01.01.2005
Alarmterskel								3	
Grenseverdi								3	
Øvre vurderingsterskel								3	
Nedre vurderingsterskel								3	
Luftkvalitetskriterium	Helse	Norge	300		20			0	
Grenseverdi	Økosystem	EU / EØS						0	04.10.2002
Øvre vurderingsterskel								0	
Nedre vurderingsterskel								0	

¹⁾ Helsefare ved eksponering i minst 3 påfølgende timer.

¹⁹ µg betegner mikrogram, dvs. 1/1'000'000 gram ("million'te dels") gram.

Tabell 6: Grenseverdier av PM₁₀ for beskyttelse av menneskets helse.

Komponent		Midlingstid	Grenseverdi	Antall tillatte overskridelser av grenseverdien	Dato for oppnåelse av grenseverdi
Svevestøv PM ₁₀					
1.	Døgngrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse.	1 døgn (fast)	50 µg/m ³ PM ₁₀	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 35 ganger pr. år.	1. januar 2005
2.	Årgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse.	Kalenderår	40 µg/m ³ PM ₁₀		1. januar 2005

Det kan også opplyses om at det foreligger forslag om skjerping av grenseverdiene, gjeldende fra 2016. Forslaget innebærer 30 overskridelser pr år for døgnerverdi, senking fra 40 µg/m³ til 25 µg/m³ for årsmiddel.

Tabell 7: Målsetningsverdier, vurderingsterskler og luftkvalitetskriterier for arsen, kadmium og nikkel for beskyttelse av helse²⁰.

Type grenseverdi		Virkning på	Gjelder innen	Kalenderår (ng/m ³)	Målsetningsverdien gjeldende fra
Arsen	Målsetningsverdi	Helse	EU / EØS	6	1.1.2013
	Øvre vurderingsterskel			3,6	
	Nedre vurderingsterskel			2,4	
	Luftkvalitetskriterium		Norge	2	
Kadmium	Målsetningsverdi	Helse	EU / EØS	5	1.1.2013
	Øvre vurderingsterskel			3	
	Nedre vurderingsterskel			2	
	Luftkvalitetskriterium		Norge	2,5	
Nikkel	Målsetningsverdi	Helse	EU / EØS	20	1.1.2013
	Øvre vurderingsterskel			14	
	Nedre vurderingsterskel			10	
	Luftkvalitetskriterium		Norge	10	

Verdens helseorganisasjon (WHO) utarbeider også retningslinjer (Air quality guideline) for nivåer av luftforurensning. Disse kan sammenliknes med de norske luftkvalitetskriteriene. WHO's grense for SO₂ korttidsmiddel er 500 µg/m³ som gjennomsnitt over 10 minutter. Dette tilsvarer i praksis WHO's tidligere retningslinje på 350 µg/m³ som timemiddelverdi. WHO anbefaler døgnmiddelkonsentrasjoner under 20 µg/m³, som tilsvarer de norske luftkvalitetskriteriene.

Russiske grenseverdier er utførlig presentert i fellesrapporten fra ekspertgruppen. Russland opererer med begrepet MAC («Maximum Allowable Concentration»). For 20-minutters midler er grensen 500 µg/m³ for SO₂. For døgnmiddel og årsmiddel er MAC 50 µg/m³.

For tungmetaller i vann er tålegrense for nikkel i nedbør beregnet til 4-6 mg/(m² år) for Øst-Finnmark (gitt som avsetning). Dette gjelder med tanke på drikkevann (Reinds et al., 2006).

²⁰ ng betegner nanogram, dvs. 1/1'000'000'000 ('milliard'te del') gram.

7. Måleresultater meteorologi

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 måle meteorologiske parametre i tillegg. NILU gjør målinger av meteorologiske parametre både på Svanvik og i Karpdalen.

Smelteverket i Nikel er den største enkeltkilden for forurensning i området, men det finnes ingen meteorologiske målinger fra Nikel som er åpent tilgjengelige. Svanvik i Pasvikdalen om lag 9 km vest for Nikel by er den norske stasjonen som ligger nærmest smelteverket. Karpdalen ligger ved Jarfjordfjellet om lag 30 km nord for Nikel. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 4. Stasjonen på Svanvik ligger fritt og målingene herfra regnes for å være representative for forholdene i området og analyseres i dette kapitlet. Måleresultatene lagres som timemiddelverdier.

Målinger fra Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT) på Svanvik (stasjon Pasvik), Kirkenes Lufthavn Høybuktmoen og Nyrud benyttes for å kvalitetssikre og sammenligne målingene av temperatur og relativ fuktighet. Resultater fra alle disse tre stasjonene legges løpende ut på www.yr.no.

Svanvik og Karpdalen har samme instrumentering, dvs Vaisala WTX-520. Instrumentet er plassert i 10 m på Svanvik og 4 m i Karpdalen. Tidligere var det et Aanderaa-instrument på Svanvik, men det ble faset ut 19. september 2013. Vaisala måler ikke stabilitet (ΔT) slik Aanderaa gjorde, se kap 7.4 for diskusjon.

Tabell 8 viser datadekningen for de meteorologiske målingene på Svanvik og i Karpdalen. Manglende vinddata i perioder om vinteren skyldes som regel problemer med snø på instrumentet. Dette oppdages som oftest ved at målingene viser konstant vindhastighet og/eller -retning over en lengre periode. Det er tegn på at noe er galt og resultatene strykes. Disse periodene sammenfaller som regel også med lav temperatur.

Forskjell i datadekning mellom vindhastighet og vindretning skyldes vindstille forhold. I praksis er det vindretningsdata for alle timer med data for vindhastighet.

Tabell 8: Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene på Svanvik og i Karpdalen i periodene april-september 2014 og oktober 2014-mars 2015.

Stasjon	Måned	Vind-hastighet	Vind-retning	Temperatur	Rel. fuktighet	Trykk	Nedbør ¹
Svanvik	April 2014	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	Mai	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	-
	Juni	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	Juli	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	-
	August	98,3	98,3	98,3	98,3	73,8	-
	September	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	-
	Apr. - sept.2014	99,7	99,7	99,7	99,7	79,1	-
	Oktober 2014	100,0	100,0	100,0	100,0	11,2	-
	November	93,6	93,6	100,0	100,0	100,0	-
	Desember	62,9	62,9	100,0	100,0	100,0	-
	Januar 2015	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	Februar	99,3	99,3	100,0	100,0	100,0	-
	Mars	99,5	99,5	100,0	100,0	100,0	-
Okt.2014 - mar.2015	92,4	92,4	100,0	100,0	84,9	-	
Stasjon	Måned	Vind-hastighet	Vind-retning	Temperatur	Rel. fuktighet	Trykk	Nedbør ¹
Karpdalen	April 2014	99,7	99,7	99,7	100,0	100,0	-
	Mai	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	Juni	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	-
	Juli	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	-
	August	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	-
	September	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	-
	Apr. - sept.2014	99,4	99,4	99,5	99,5	99,5	-
	Oktober 2014	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	November	94,4	95,0	99,3	99,3	99,3	-
	Desember	78,6	78,6	78,6	78,6	100,0	-
	Januar 2015	92,6	92,6	100,0	100,0	100,0	-
	Februar	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	-
	Mars	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
Okt.2014 - mar.2015	94,1	94,2	96,2	96,2	99,8	-	

¹⁾ Vaisala nedbørmåler består av en «tromme» som registrerer nedbør som faller og treffer. Erfaringsmessig er mengde underrapportert, spesielt om vinteren, men målingene indikerer når det har vært nedbør. Dataene strykes i kvalitetskontrollen hvis nedbørmengde vurderes som gal. På begge stasjoner er det prøvetaking for tungmetaller i nedbør og mengde nedbør kan beregnes utfra disse.

7.1 Vindmålinger

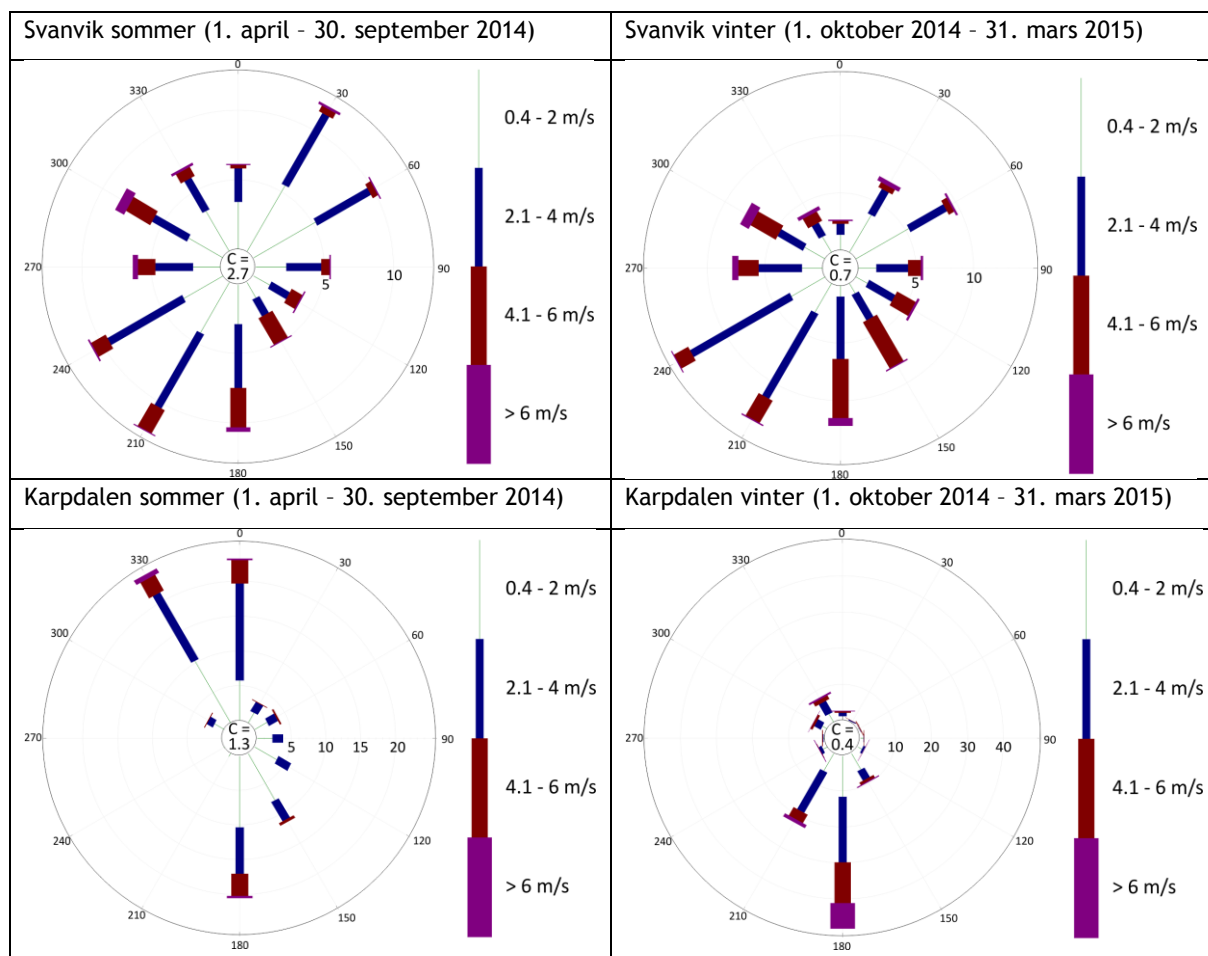
Figur 5 viser vindrosener for periodene april-september 2014 og oktober 2014-mars 2015 fra Svanvik og Karpdalen. Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser **fra** disse retningene. Symbolet C i midten av vindrosene står for frekvensen av vindstille. Med vindstille menes her at gjennomsnittlig vindhastighet har vært mindre enn 0,4 m/s. Se også vedlegg A for oversikt over vindhastigheter og -retninger.

Om sommeren «blåser det fra alle kanter» på Svanvik. Vindretningsfordelingen på Svanvik sommeren 2014 liknet i hovedtrekk på fordelingen fra sommeren før (2013). Forekomsten av vind fra østlig kant var omtrent som sommeren 2013. Smelteverket ligger øst-sørøst for Svanvik (se Figur 4) og vind fra østlig til sørøstlig kant

(sektorene 90°, 120° og 150°) vil bringe utslippene fra Nikel mot Svanvik. Anlegget i Zapoljarnij ligger nærmest rett øst for Svanvik og øst-nordøst (sektorene 60° og 90°) kan bringe utslipp fra Zapoljarnij inn mot Svanvik.

Om vinteren er hyppigst forekommende vindretning på Svanvik klart fra sør/sørlig kant. Disse vindretningene vil bringe utslippene nordover fra Nikel, bort fra selve Nikel by og inn over Jarfjordfjellet og Karpdalen.

Vinden i Karpdalen er preget av topografiske effekter. I Karpdalen er hyppigst forekommende vindretning om sommeren fra sør og sørøst og nord og nordvest hvor vinden følger dalføret ut/inn dalen. Om vinteren er hyppigst forekommende vindretning klart fra sør og sør-sørvest hvor vinden kommer fra sørlig retning i over 3/4 av tiden. Vind fra sør og sør-øst bringer utslipp fra smelteverkene inn over Karpdalen. Vind fra vest forekommer sjelden, det er en kolle like vest for stasjonen (Figur 13).



Figur 5: Vindrosere fra Svanvik og Karpdalen for periodene april-september 2014 og oktober 2014 - mars 2015 (vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene).

Tabell 9 gir andel vindstille, midlere vindhastighet, hyppigheten av vind over 6 m/s, maksimal timemidlet vindhastighet månedsvis og totalt for sommerhalvåret 2014 og vinterhalvåret 2014/15 for Svanvik og Karpdalen. Høyeste timemiddelvind på Svanvik ble målt 17. desember 2014 (15,9 m/s). Dette er noe sterkere vind enn foregående måleperiode. Andel vindstille på Svanvik og i Karpdalen i perioden er omlag som foregående periode.

Tabell 9: Statistikk over vindhastighet på Svanvik og i Karpdalen i periodene april - september 2014 og oktober 2014-mars 2015 (m/s).

Stasjon	Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindhastighet (m/s)	Andel > 6 m/s (%)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.
Svanvik	April 2014	1,9	3,0	4,9	10,4	5. kl 05
	Mai	6,1	2,1	0,0	5,7	14. kl 14
	Juni	2,4	2,3	0,0	5,4	20. kl 17
	Juli	3,0	2,1	0,0	5,0	25. kl 09
	August	4,1	1,6	0,0	4,7	4. kl 09
	September	8,9	2,0	1,1	6,7	15. kl 05
	Apr. - sept.2014	4,4	2,2	1,0	10,4	5. april kl 05
	Oktober 2014	2,0	2,6	2,4	7,0	23. kl 14
	November	0,1	3,0	5,5	15,3	13. kl 21
	Desember	1,5	3,5	2,8	15,9	17. kl 16
	Januar 2015	0,3	2,6	0,7	6,5	18. kl 12
	Februar	0,0	3,6	6,4	9,3	8. kl 01
	Mars	0,5	3,7	3,4	13,3	19. kl 21
	Okt.2014 - mar.2015	0,7	3,1	3,5	15,9	17. des. kl 16
Karpdalen	April 2014	0,8	2,9	4,6	8,3	5. kl 05
	Mai	0,8	2,3	0,0	6,0	14. kl 09
	Juni	0,6	2,6	0,4	6,4	19. kl 15
	Juli	0,8	2,3	0,0	5,7	2. kl 10
	August	3,0	1,8	0,4	6,3	20. kl 07
	September	2,1	2,0	1,3	6,9	26. kl 15
	Apr. - sept.2014	1,4	2,3	1,1	8,3	5. april kl 05
	Oktober 2014	0,9	2,4	1,9	8,0	24. kl 12
	November	1,3	2,2	3,1	14,9	15. kl 13
	Desember	0,2	3,6	11,5	10,3	29. kl 18
	Januar 2015	0,0	2,8	3,6	9,6	23. kl 15
	Februar	0,0	3,9	15,9	11,1	8. kl 01
	Mars	0,1	4,0	17,2	13,0	7. kl 15
	Okt.2014 - mar.2015	0,4	3,1	8,8	14,9	15. nov. kl 13

Når det gjelder andelen vindstille bør det bemerkes at det ble skiftet instrument på Svanvik 19. september 2013. Tidligere ble det brukt et Aanderaa-instrument som målte vindhastighet ved hjelp av en mekanisk vindmåler (propell med skåler) hvor det var en viss friksjon og det krevde en viss hastighet for å bevege vindmåleren. Vaisala-instrumentet benytter en akustisk metode, dvs et system av høyttalere og mikrofoner for å beregne vind, og det har derved ingen bevegelige deler og ingen friksjon. Andelen vindstille blir derved større med Aanderaa enn med Vaisala, siden det kreves sterkere vind for å få Aanderaa-vindmåleren til å rotere.

7.2 Temperatur

Tabell 10 gir en oversikt over temperaturmålingene på Svanvik, i Karpdalen, Meteorologisk institutts stasjon på Kirkenes lufthavn Høybukthoen (inkl. normaltemperaturen/middelverdien for 30-årsperioden 1961-1990) og på Nyrud. Den høyeste temperaturen på NILUs stasjon på Svanvik i perioden var 27,6 °C og ble målt 7. juli 2014 kl. 14-15 (norsk sommertid). LMT sine målinger i 2 m på Svanvik viste også høyeste temperatur 7. juli. Maksimumstemparatoren i Karpdalen var 27,0 °C, det ble målt 27,0 °C både 7. juli kl. 12-13 og 7. august kl. 15-16. Kirkenes lufthavn hadde maksimumstemperatur 6. juni (28,0 °C), mens Nyrud målte høyeste temperatur 5. august (31,0 °C).

Den laveste temperaturen ved NILUs instrument på Svanvik var -34,6 °C (13. januar 2015 kl. 11-12). Sola kom tilbake til Svanvik etter mørketiden mandag 19. januar. På LMTs stasjon i 2 m høyde på Svanvik var minimumstemperaturen -35,7 °C (13. januar 2015). I Karpdalen var minimumstemperaturen -32,5 °C (også 13. januar 2015 kl. 9-10). Kirkenes lufthavn hadde -35,7 °C som minimum (12. januar 2015), mens Nyrud hadde -38,8 °C som laveste temperatur (11. januar 2015). Siste frostnatt på Svanvik (T målt 10 m over bakken) våren 2014 var natten mellom 15. og 16. mai. Første tilfelle av frost høsten 2014 forekom natten mellom 19. og 20 september. Dvs at det var fire måneder uten frost i Pasvik sommeren 2014.

Lokale forskjeller i temperatur og nattefrost på bakken kan forekomme selv om sommeren. Snøfall er observert i alle årets 12 måneder i Pasvik. Karpdalen og Kirkenes lufthavn ligger nærmere kysten enn Svanvik og Nyrud og har generelt lavere maksimumstemperatur og høyere minimumstemperatur. Merk også at maksimumstemperaturen er over 0 °C for alle månedene, dvs. at det var milde perioder selv vinterstid. Middelttemperaturen siste periode (et år) var 1,1 °C på Svanvik og 1,2 °C i Karpdalen. Dette er noe lavere enn forrige periode.

Tabell 10: Temperaturer på Svanvik (NILUs instrument 10 m over bakken), Svanvik (LMTs instrument), i Karpdalen (NILU 4 m over bakken), Kirkenes lufthavn Høybuktnoen (inkl. normalen for 1961 - 1990) og Nyrud i perioden april 2014 - mars 2015. Enhet °C. Kilder eksterne data: LMT og klima.

Stasjon		April 2014	Mai 2014	Juni 2014	Juli 2014	August 2014	September 2014
Svanvik NILU	Middel	-0,1	4,1	8,8	14,2	12,5	7,3
	Maks.	8,4	20,5	24,6	27,6	27,4	17
	Min.	-14,8	-5,9	0,7	5,2	3,0	-2,8
Svanvik LMT	Middel	-0,1	4,3	9,4	16,4	12,8	6,9
	Maks.	9,5	23,3	27,2	30,3	28,5	18,8
	Min.	-18,1	-7,9	-1,1	4,7	1,2	-6,0
Karpdalen	Middel	-0,6	3,2	7,6	12,6	11,7	6,9
	Maks.	7,5	19,9	25,3	27,0	27,0	16,5
	Min.	-16,2	-9,8	-1,8	4,1	1,4	-3,8
Kirkenes lufthavn	Middel	-0,6	3,6	7,8	13,1	12,4	7,1
	Maks.	7,1	19,1	28,0	27,4	27,8	17,1
	Min.	-11,8	-5,6	0,4	4,4	5,5	-4,3
	Normal	-2,4	3,0	8,5	12,1	10,5	6,2
Nyrud	Middel	0,0	4,5	9,8	15,6	13,1	6,8
	Maks.	10,8	23,1	27,9	29,6	31,0	19,2
	Min.	-19,9	-9,0	-1,1	4,4	0,9	-6,5
		Oktober 2014	November 2014	Desember 2014	Januar 2015	Februar 2015	Mars 2015
Svanvik NILU	Middel	0,7	-4,5	-8,7	-13,3	-6,1	-1,6
	Maks.	10,1	2,7	2,6	0,7	2,3	6,7
	Min.	-9,8	-18,8	-27,4	-34,6	-25,9	-20,0
Svanvik LMT	Middel	0,2	-4,8	-9,3	-14,2	-6,7	-1,9
	Maks.	10,5	2,7	2,6	0,7	2,4	7,0
	Min.	-14,2	-20,6	-28,7	-35,7	-27,0	-23,6
Karpdalen	Middel	0,2	-4,3	-4,7	-12,2	-5,9	-1,6
	Maks.	10,2	3,5	2,7	0,3	2,0	6,2
	Min.	-11,5	-19,7	-18,9	-32,5	-21,4	-21,5
Kirkenes lufthavn	Middel	0,5	-3,9	-7,8	-11,9	-6,2	-1,8
	Maks.	10,4	4,7	2,0	1,7	1,6	6,1
	Min.	-11,1	-14,4	-23,3	-30,8	-17,5	-16,8
	Normal	0,4	-5,5	-9,7	-11,8	-11,3	-7,4
Nyrud	Middel	-0,2	-6,5	-9,9	-15,9	-7,2	-2,0
	Maks.	11,0	2,7	2,6	0,7	2,2	8,3
	Min.	-18,0	-23,9	-32,2	-38,8	-30,2	-25,4

7.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 11 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i periodene april-september 2014 og oktober 2014-mars 2015 for stasjonene Svanvik (10 og 2 m over bakken), Karpdalen, Kirkenes lufthavn Høybuktknoen og Nyrud. Et generelt trekk for alle stasjonene er at de laveste middelverdiene av relativ fuktighet ble målt i sommermånedene. Dette skyldes at temperaturen er høyere om sommeren slik at luften dermed kan ta opp mer fuktighet. På Svanvik der NILU og LMT har instrumenter i hhv. 10 og 2 m viser målingene høyere relativ fuktighet nær bakken i sommermånedene. Et annet generelt trekk er at stasjonene nær sjøen (Høybuktknoen og Karpdalen) viser noe høyere verdier enn stasjonene inne i landet, dvs. innlandsluften er tørrere enn den fuktige sjøluften. Karpdalen mottar også luft både sørfra ("innlandsluft") og nordfra ("sjøluft"), se vindroser Figur 5. Nyrud viser høye verdier i enkelte måneder. En plausibel forklaring på dette er at stasjonen ligger nær Pasvikelva og derved påvirkes av den. På kalde dager dannes det ofte tåke/frosttåke nær elva, med tilhørende høy luftfuktighet (illustrasjon i Figur 6). I denne delen av Pasvikelva er det forholdsvis sterk strøm og isen legger seg sent om høsten og går tidlig om våren.

Tabell 11: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet (%) på Svanvik (NILUs instrument 10 m over bakken), Svanvik (LMTs instrument 2 m over bakken), i Karpdalen (NILUs instrument 4 m over bakken), Kirkenes lufthavn Høybuktknoen og Nyrud i perioden april 2014 - mars 2015. Enhet °C. Kilder eksterne data: LMT og eklima.

Stasjon	April 2014	Mai 2014	Juni 2014	Juli 2014	August 2014	September 2014
Svanvik NILU	67	67	68	72	78	77
Svanvik LMT	72	70	71	75	82	72
Karpdalen	74	72	73	76	82	79
Kirkenes lufthavn	76	72	74	78	82	79
Nyrud	69	69	69	73	81	82
	Oktober 2014	November 2014	Desember 2014	Januar 2015	Februar 2015	Mars 2015
Svanvik NILU	80	75	71	80	85	83
Svanvik LMT	86	88	85	80	77	74
Karpdalen	84	79	74	85	87	86
Kirkenes lufthavn	87	88	88	84	80	78
Nyrud	87	90	87	83	79	73



Figur 6: Tåke i Gjøkbukta, Øvre Pasvik naturreservat, 4. august 2014. Bildet er tatt fra Noatun og sørover. Noatun ligger omlag 2 km nord for Nyrud nedover Pasvikelva (se kart i Figur 4). Det var tidligere en meteorologisk stasjon her som siden ble erstattet av stasjonen på Nyrud. NILU hadde også målestasjon for SO_2 på Noatun under basisundersøkelsen 1988-1991. Foto: Rolf Kollstrøm.

7.4 Atmosfærisk stabilitet

Tidligere målte NILU temperaturdifferansen (ΔT) mellom 10 m og 2 m.o.b. ($T_{10m} \div T_{2m}$) med Aanderaa-instrumentet (faset ut i september 2013). ΔT er et mål for termisk stabilitet som er avgjørende for den vertikale spredningen og fortynningen av luftforurensninger. Fire stabilitetsklasser er definert; ustabil sjiktning, nøytral sjiktning, lett stabil sjiktning og stabil sjiktning.

Nøytral sjiktning, det vil si når temperaturen avtar litt med høyden, forekommer oftest ved overskyet vær med eller uten nedbør og i perioder med sterk vind. Nøytral temperatursjiktning gir vanligvis gode spredningsforhold. Ustabil sjiktning, når temperaturen avtar raskt med høyden, forekommer ved sterk solinnstråling som gir oppvarming av bakken. Ustabil sjiktning gir god vertikal spredning av bakkenære utslipp, men er ugunstig ved utslipp fra høye skorsteiner fordi utslippene vil nå bakken nær kilden før de er særlig fortynt, noe som kan gi høye bakkekonsentrasjoner.

Lett stabil og stabil sjiktning, det vil si at temperaturen øker med høyden (inversjon), forekommer oftest om natta og om vinteren når det er sterk utstråling og avkjøling ved bakken og lite vind. Ved slike forhold undertrykkes spredningen av luftforurensninger. Dette er mest ugunstig for utslipp fra kilder nær bakken, som diffuse utslipp, som vil tynnes og transporteres langsomt. Men ved stabil sjiktning vil ikke utslipp fra høye skorsteiner nå bakken før på store avstander.

Stabilitet og spredning fra Nikel

Utslippene fra smelteverket i Nikel kommer som tidligere nevnt både fra pipene og fra selve bygningene (diffuse utslipp). Ved lett stabil og stabil sjiktning er det inversjon, dvs. at temperaturen øker opp til et visst maksimumsnivå hvorpå temperaturen igjen avtar med høyden. Dette temperaturmaksimumet virker som et lokk og hindrer vertikal spredning fra bakken. Utslipp under dette nivået (diffuse utslipp fra bygningene) vil ikke slippe igjennom lokket. Dette sees ved at utslippet fra bygningene ved smelteverket driver langs bakken med meget langsom vertikal fortykning opp til et visst nivå. Det er ofte vindstille eller svak vind under slike forhold. Utslippet fra pipene er ofte over dette lokket og blandes raskt i den frie atmosfære, dog ikke nedover. Denne situasjonen med inversjon (lett stabil og stabil sjiktning) forekommer som sagt hyppigst om vinteren. Vinterstid er hyppigst forekommende vindretning fra sør (se vindroser i Figur 5) og utslippene driver da (heldigvis) nordover og vekk fra selve Nikel by.

Ved ustabil og nøytral sjiktning er det relativt god vertikal blanding, og utslippene fra bygningene blandes oppover og utslipp fra pipene blandes nedover. Imidlertid ligger Nikel by såpass nær smelteverket at utslippene fra bygningene uansett vil drive langs bakken innover byen ved vind fra nord, avstanden/tiden er for kort slik at utslippene ikke rekker å blandes mye vertikalt. Bildet i Figur 3 tatt 19. juni 2008 viser spredning fra smelteverket. Det var nøytral sjiktning rundt tidspunktet da bildet ble tatt og derved forholdsvis god vertikal spredning. Røykfanene fra bygningene og pipe er adskilt nær smelteverket, men så blandes de og former en gråhvit fane som driver inn over Nikel by.

7.5 Nedbørmålinger

I forbindelse med nedbørsprøver som analyseres for tungmetaller (Svanvik og Karpdalen) og hovedkomponenter (Karpbukt) måles det også mm nedbør på ukesbasis. Disse resultatene er presentert i kap. 10.

8. Måleresultater svoveldioksid (SO₂)

Svanvik og Karpdalen har kontinuerlig registrerende instrumenter som måler SO₂-konsentrasjonen hvert 10. sekund. Dataloggeren på instrumentet regner ut gjennomsnitt for 10 minutter og 1 time som så overføres til NILU. Høy tidsoppløsning er nødvendig for å måle maksimalkonsentrasjoner i episoder. Dette gir informasjon om hvor lenge episodene varer og hvor ofte de forekommer. Timemiddelverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r).

De kontinuerlig registrerende instrumentene (API100-monitorene) måler i blandingsforhold (antall molekyler SO₂ pr antall molekyler luft) og har en usikkerhet avhengig av måleområdet; 5 ppb²¹ for blandingsforhold mellom 0 og 40 ppb, 12,5% for måleverdier over 40 ppb. Faktoren som brukes til å beregne konsentrasjonene er fastsatt av EU og antar en fast lufttemperatur lik 20 °C og et fast atmosfærisk trykk lik 1013 hPa (mbar). Faktoren er da 2,66 (1 ppb SO₂ gir 2,66 µg/m³). Dette vil si at de målte konsentrasjonene er beregnet i forhold til en referansetemperatur 20 °C.

8.1 Måleperiode 1. april 2014 – 31. mars 2015

Tabell 12 viser at datadekningen på Svanvik og Karpdalen var stort sett meget god, over 97% for alle måneder, bortsett fra Svanvik i mars 2015. Da ble 2,5 dager strøket pga instrumentfeil. Det er ikke praktisk mulig å oppnå 100% datadekning. Instrumentet kalibreres jevnlig, på Svanvik gjøres dette en gang pr uke og kalibreringsverdiene strykes. Det blir derved ikke gjort målinger mens kalibrering pågår.

Tabell 12: Datadekning i prosent av tiden for SO₂-målingene på Svanvik og i Karpdalen i periodene april - september 2014 og oktober 2014 - mars 2015.

Måned	Svanvik	Karpdalen
April 2014	99,4	97,4
Mai	99,1	98,0
Juni	98,9	98,1
Juli	99,5	95,7
August	97,0	98,7
September	99,3	97,6
Apr.-sept. 2014	98,9	98,8
Oktober 2014	99,3	98,8
November	99,2	97,8
Desember	99,1	99,1
Januar 2015	99,5	98,4
Februar	99,3	97,6
Mars	90,6	98,8
Okt. 2014 – mar. 2015	97,8	98,4

²¹ ppb: parts per billion, dvs. milliard'tedele, 1 / 1'000'000'000.

Tabell 13: Sammendrag av målinger av SO₂ med kontinuerlig registrerende instrument på Svanvik og i Karpdalen i periodene april - september 2014 og oktober 2014-mars 2015 (enhet konsentrasjon µg/m³).

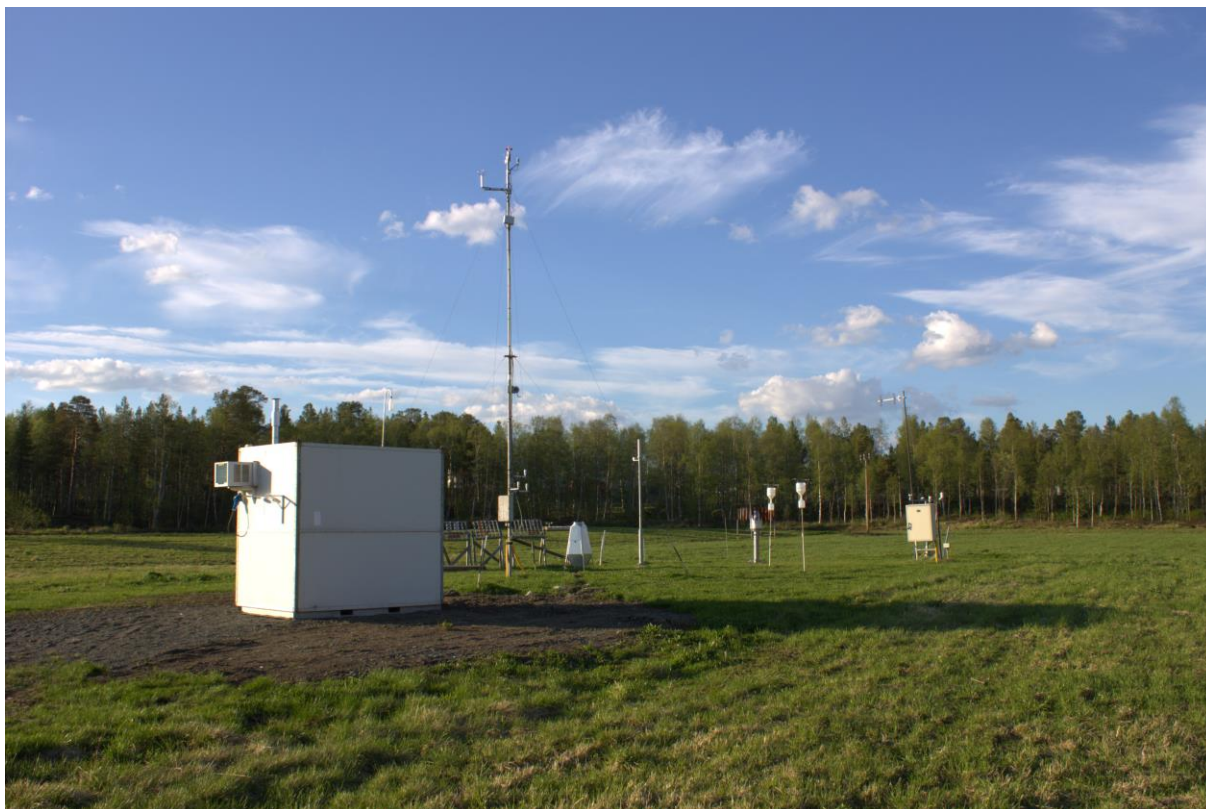
Svanvik	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnobs	Antall døgnmidler				Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier			
				>50	>75	>90	>125			>100	>350	>700	>1000
April 2014	2,9	52,8	30	1	0	0	0	355,1	716	6	1	0	0
Mai	13,6	160,3	31	2	1	1	1	933,4	737	28	2	1	0
Juni	7,6	74,7	30	1	0	0	0	259,9	712	12	0	0	0
Juli	7,1	69,5	31	1	0	0	0	394,7	740	14	2	0	0
August	13,8	72,2	31	5	0	0	0	731,6	722	26	3	1	0
September	6,8	44,4	30	0	0	0	0	417,3	715	3	1	0	0
Apr. - sept. 2014	8,6	160,3	183	10	1	1	1	933,4	4342	89	9	2	0
Oktober 2014	17,3	396,2	31	2	1	1	1	1417,5	739	32	11	5	1
November	0,8	5,8	30	0	0	0	0	16,2	714	0	0	0	0
Desember	8,8	110,0	31	1	1	1	0	247,3	737	17	0	0	0
Januar 2015	16,8	89,9	31	3	1	0	0	206,3	740	22	0	0	0
Februar	6,4	61,1	28	1	0	0	0	203,3	667	13	0	0	0
Mars	2,1	48,7	29	0	0	0	0	176,1	674	4	0	0	0
Okt. 2014-mar. 2015	8,9	396,2	180	7	3	2	1	1417,5	4271	88	11	5	1
Karpdalen	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnobs	Antall døgnmidler				Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier			
				>50	>75	>90	>125			>100	>350	>700	>1000
April 2014	4,0	37,6	30	0	0	0	0	276,0	714	8	0	0	0
Mai	8,1	37,9	31	0	0	0	0	237,3	732	14	0	0	0
Juni	4,6	36,0	30	0	0	0	0	258,1	716	8	0	0	0
Juli	4,8	36,4	31	0	0	0	0	261,4	730	12	0	0	0
August	6,6	59,3	31	1	0	0	0	309,4	735	10	0	0	0
September	10,4	51,8	30	1	0	0	0	252,6	710	8	0	0	0
Apr. - sept. 2014	6,4	59,3	183	2	0	0	0	309,4	4337	60	0	0	0
Oktober 2014	16,4	121,3	31	3	2	2	0	612,4	735	41	2	0	0
November	1,9	12,1	30	0	0	0	0	73,1	704	0	0	0	0
Desember	37,3	206,8	31	8	4	3	2	616,4	737	86	11	0	0
Januar 2015	34,0	366,2	31	5	2	2	2	528,1	732	61	14	0	0
Februar	8,7	44,4	28	0	0	0	0	323,7	656	13	0	0	0
Mars	9,1	55,5	31	2	0	0	0	339,3	735	21	0	0	0
Okt. 2014 - mar. 2015	18,2	366,2	182	18	8	7	4	616,4	4299	222	27	0	0

I slutten av august 2014 startet et utbrudd på vulkanen Holuhraun på Island (64.85°N , 16.83°V)²². Utbruddet varte til 27. februar 2015. Det var store utslipp av svovel og aske fra vulkanen. Beregnede utslippsmengder tilsvarer 400 kg SO_2/s , med maksimum opp til 1300 kg SO_2/s . Utslippene fra vulkanen kunne spores i Tromsø (4. september 2014). Det pågår et prosjekt finansiert av norsk romsenter for å se om utslipp fra vulkanen påvirket stasjonene i grenseområdene. Resultater fra dette prosjektet vil bli presentert i en egen studie.

Et sammendrag av SO_2 -målingene på Svanvik og Karpdalen i perioden april 2014 - mars 2015 er gitt i Tabell 13. Grafisk fremstilling av de timevise dataene er gitt i Vedlegg C. I Tabell 16 gjengis noen nøkkeltall fra Tabell 13 og disse verdiene sammenlignes med tall fra foregående rapporteringsperioder.

8.1.1 Svanvik

NILU har målt luftkvaliteten på Svanvik siden 1974. Målestasjonen er vist i Figur 7. Svanvik er en viktig målestasjon, ikke bare for dette måleprogrammet, men også for Strålevernet, NIBIO/LMT, NVE²³ m.fl. Dette gjenspeiles av alle de ulike instrumentene som er utplassert. Svanvik ligger 8,5 km vest for Nikel og pipene ved smelteverket og røyken kan sees fra Svanvik (se Figur 12).



Figur 7: NILUs målestasjon på Svanvik. Den ligger ute på jordet ved Svanhovd miljøsentor (NIBIO). Merk inntak for støvmålinger på taket til venstre og inntak for SO_2 -målinger på taket til høyre (svanehals). Masten har meteorologiinstrumenter 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 og Ferm, 2014). Strålevernets instrumenter er skjult bak måleboden.

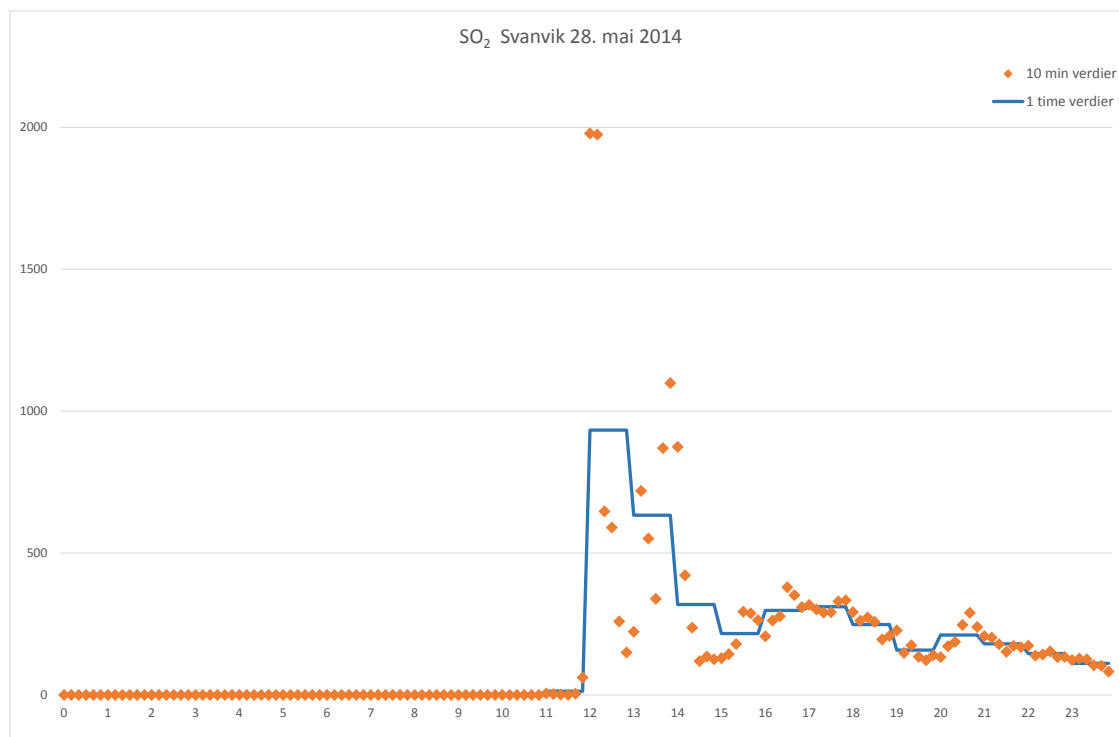
Generelt viser målingene at miljøbelastningen på Svanvik grunnet SO_2 i denne rapporteringsperioden var høyere både i sommersesongen 2014 og i vintersesongen 2014/15 enn den forrige (gjelder for 10-minuttersmiddel, timemiddel- og døgnmiddelverdier). Dette skyldes først og fremst episodene på Svanvik 28. mai og 20. oktober.

²² <http://en.vedur.is/earthquakes-and-volcanism/volcanic-eruptions/holuhraun/> [URL 15-06-2015]

²³ Strålevernet: engelsk nrpa, Norwegian Radiation Protection Authority. LMT: Landbruksmeteorologisk tjeneste (NIBIO AgroMetBase). NVE: Norges Vassdrags- og Energidirektorat.

Episode 28. mai

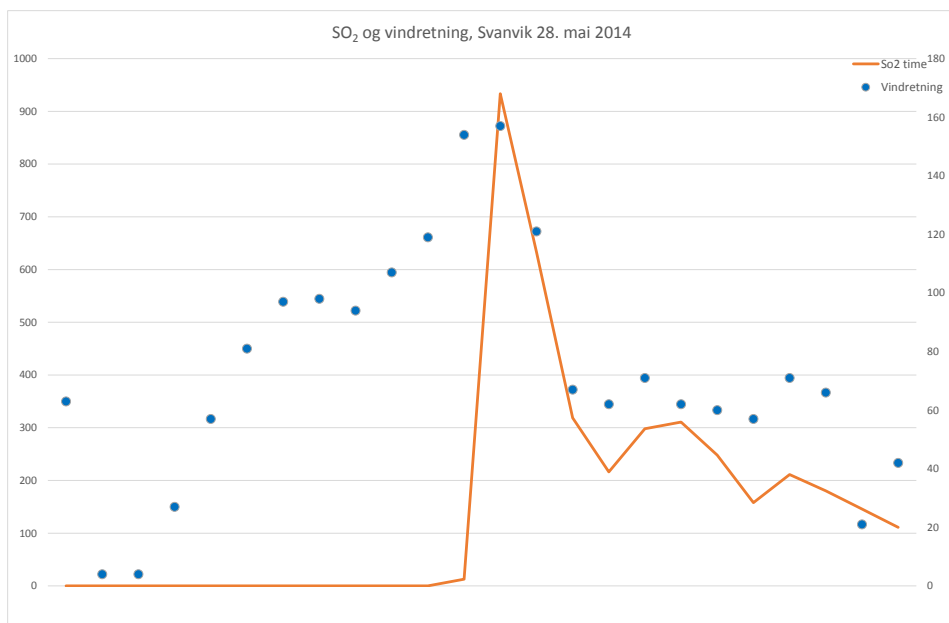
Onsdag 28. mai 2014 inntraff det en episode på Svanvik. Konsentrasjonene var meget lave inntil kl. 12 da røykfanen fra Nikelverket brått slo inn på stasjonen (alle tidspunkter oppgitt i norsk sommertid). Det gikk bare 10 minutter fra konsentrasjonen var rundt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kl. 11:55) til konsentrasjonen var over $2500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kl. 12:05 målt som øyeblikksverdi). Dette viser igjen hvor skarpt røykfanen er definert og avgrenset. 10-minuttersverdier og timeverdier er gjengitt i Figur 8. De høyeste 10-minuttersverdiene forekom mellom kl. 12:00 og 12:20, hhv 1978,9 og 1975,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette var inntil da de høyeste 10-minuttersverdiene som var målt siden man begynte å loggføre 10-minuttersverdier i 2001. Den gamle maksimumsverdien var 1416,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ målt 5.mai 2003. Timemiddelverdien fra kl. 12-13 var 933,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasjonen økte brått rundt kl. 12 og avtok så gradvis utover ettermiddagen.



Figur 8: SO_2 -konsentrasjoner på Svanvik 28. mai 2014 gitt som gjennomsnitt over 10 minutter og gjennomsnitt over en time. Klokkeslett vises i norsk sommertid. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

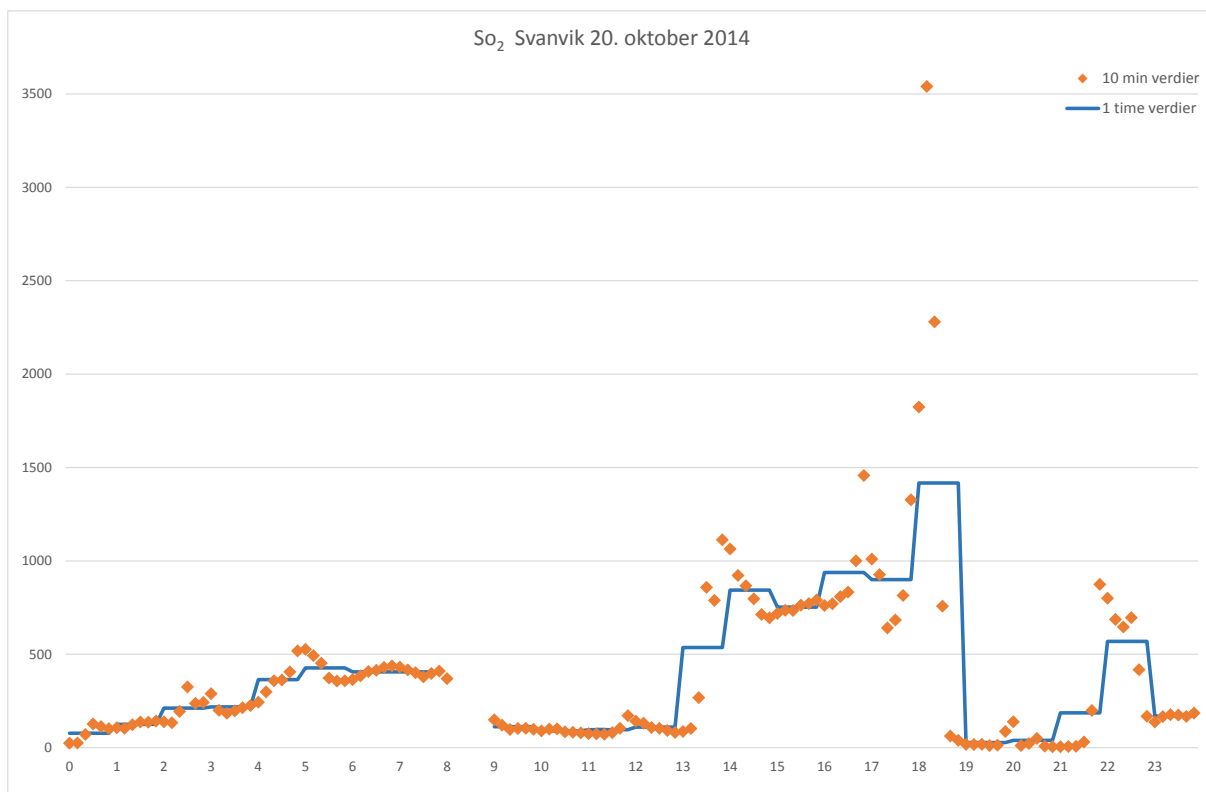
Sammenhengen mellom SO_2 -konsentrasjoner og vindretning er vist i Figur 9. Om natten kommer vinden fra nord, men dreier til østlig vind på morgenen/formiddagen (sektor 60° - 120°). Vinden dreier ytterligere mot sør og røykfanen slår inn på stasjonen når vinden kommer fra sørøstlig kant (150°). Siden dreier vinden tilbake mot øst (60° - 70°) og senere mot nord når konsentrasjonene synker og episoden dør ut. Merk dog at vindretningsdataene er fra Svanvik og vindbanene kan både variere og dreie på vei fra Nikel til stasjonen på Svanvik. Vindhastigheten varierte mellom 1,6 og 2,6 m/s (timemiddel) under episoden.

De høye konsentrasjonene målt 28. mai skyldes en kombinasjon av ufordelaktig vindretning og store utslipp. HydroMet i Murmansk gjør målinger av luftkvaliteten i Nikel by. De rapporterte om forhøyede konsentrasjoner i Nikel by i perioden 27.-29. mai. HydroMet varslet smelteverket som da reduserte produksjonen og derved utslippene (HydroMet, personlig kommunikasjon).



Figur 9: SO_2 -konsentrasjoner på Svanvik 28. mai 2014 sammenholdt med vindretning (timeverdier). Enhet konsentrasjon: $\mu g/m^3$ (vestre akse), enhet vindretning: grader (høyre akse).

Episode 20. oktober

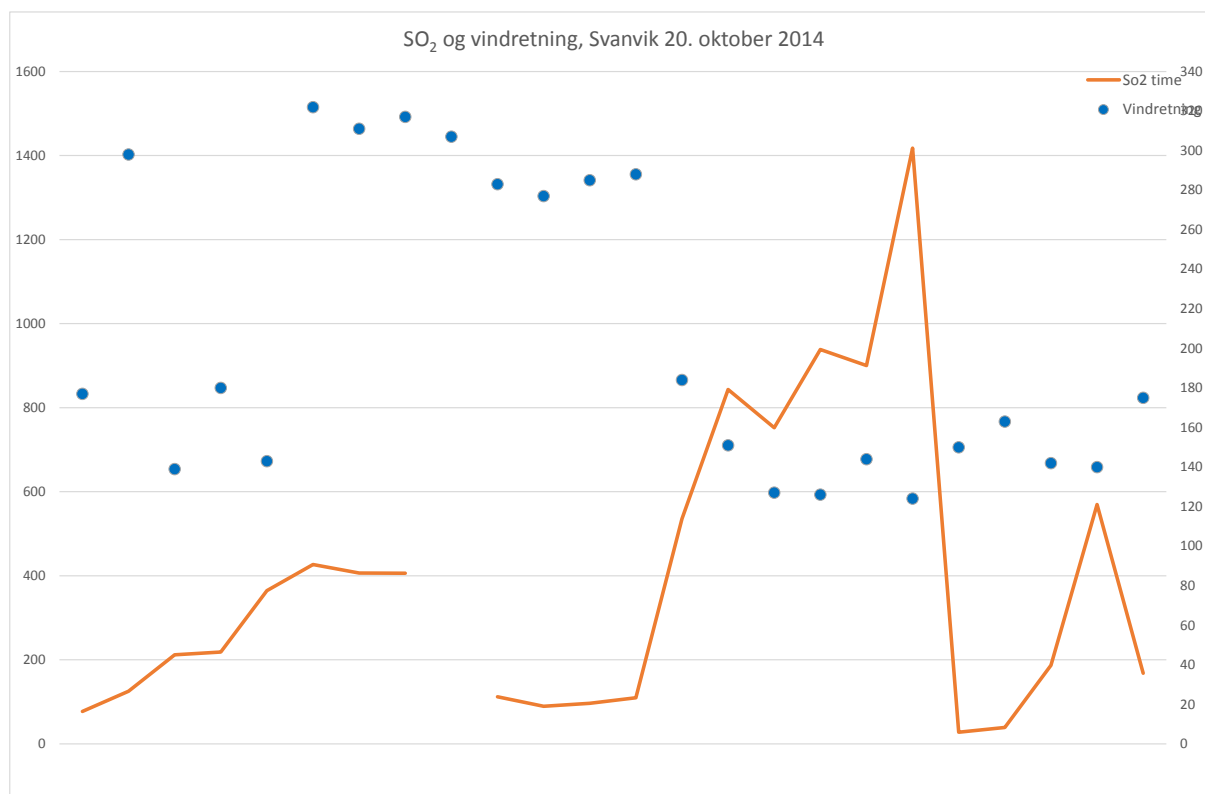


Figur 10: SO_2 -konsentrasjoner på Svanvik 20. oktober 2014 gitt som gjennomsnitt over 10 minutter og gjennomsnitt over en time. Klokkeslett vises i norsk sommertid. Enhet: $\mu g/m^3$.

Mandag 20. oktober 2014 inntraff det også en episode på Svanvik med enda høyere konsentrasjoner enn de som ble observert 28. mai. Værmessig var 20. oktober en kald dag med temperaturer mellom $\pm 2^\circ C$ og $\pm 6^\circ C$ og svak vind med stabile forhold. Episoden begynte ved at det bygget seg opp med økende konsentrasjoner gjennom

natten (se 10-minuttersverdier og timeverdier i Figur 10). På formiddagen var det litt lavere konsentrasjoner som igjen økte rundt kl. 13. Siden var det vedvarende høye konsentrasjoner med maksimum litt etter kl. 18. Rundt kl. 19 minket konsentrasjonene, men økte igjen kl 22-23. De høyeste konsentrasjonene ble målt kl. 18:18 med øyeblikkskonsentrasjoner over $4900 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 10-minuttersverdi fra 18:10 - 18:20 var $3541 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er høyeste verdi målt siden man begynte med logging av 10-minuttersverdier i 2001 (den gamle maksimumsnoteringen var da fra 28. mai). Tilsvarende var høyeste timeverdi $1418 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fra kl. 18-19.

Som med episoden 28. mai er det laget plott som viser sammenhengen mellom SO_2 -konsentrasjoner og vindretning (Figur 11). Målinger av vindretning viser først vind fra østlig kant, så en del vind fra nord og deretter østlig kant på ettermiddag/kveld. Til disse målingene bør det bemerkes at det var rolige og stabile forhold under hele episoden med meget lav vindhastighet. Om natten var målt vindhastighet lavere enn 1 m/s . Eneste timene med vindhastigheter over $1,5 \text{ m/s}$ var kl. 17-22. Det er vanskelig å måle korrekt vindretning når luften nærmest siger langs bakken. Det kan derfor være feilkilder i de målte dataene. Mellom kl. 17 og 22 var vindhastigheten mellom $1,5 \text{ m/s}$ og $2,9 \text{ m/s}$ og vindretningen var fra sektor 130° - 170° , dvs fra sør-øst.



Figur 11: SO_2 -konsentrasjoner på Svanvik 20. oktober 2014 sammenholdt med vindretning (timeverdier). Enhet konsentrasjon: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (venstre akse), enhet vindretning: grader (høyre akse).

Måleperioden april 2014 - mars 2015

I sommerhalvåret april - september 2014 var det 33 10-minutters verdier over WHO's retningslinje på $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik (se Tabell 14) mot 14 sommeren før. Disse var fordelt på ni ulike dager (29. april, 3. og 28. mai, 9. juni, 5. og 12. juli, samt 10., 11. og 24. august). I vinterhalvåret 2014/15 var det 38 verdier over dette nivået mot 14 vinteren før. Alle overskridelsene forekom 20. oktober. Maksimumsverdien $3541 \mu\text{g}/\text{m}^3$ den 20. oktober kl. 18:10-18:20 var som nevnt den høyeste registrerte 10-minuttersverdien denne måleperioden og også høyeste verdi siden 2001. Maksimum 10-minuttersverdi foregående periode var $1113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ målt 19. februar 2014.

$350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er norsk grenseverdi for timemiddel. Antallet timemiddelverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik var likt for sommersesongen 2014 sammenlignet med perioden før (ni begge år). I vintersesongen 2014/15 var det 11 timemidler over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mot fem vinteren før. Alle 11 forekom 20. oktober. Høyeste timemiddelverdi på

Svanvik i perioden april 2014 - mars 2015 var $1418 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20. oktober 2014 kl. 18-19 norsk sommertid, jfr. tidligere avsnitt).

Den høyeste døgnmiddelverdien på Svanvik var $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 2014 og $396 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 2014/15. Begge maksimumsverdier var høyere enn foregående periode. Igjen var det 28. mai og 20. oktober som utpreget seg. Det var to døgnmiddelverdier over $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som er norsk grenseverdi for døgn med tre tillatte overskridelser per kalenderår (en perioden før). WHO's retningslinje ("target guideline") på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som døgnmiddelverdi er langt unna å oppfylles i grenseområdene.

Av Tabell 16 ser man at middelverdien på Svanvik sommeren 2014 ($8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) var nest høyeste sesonggjennomsnitt de åtte siste måleperiodene sett under ett, kun $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ april 2013-mars 2014 er høyere. Middelverdien vinteren 2014/15 ($8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er den høyeste gjennomsnittsverdien de siste åtte måleperiodene. Til disse verdiene skal det bemerkes at episodene 28. mai og 20. oktober bidrar sterkt til at gjennomsnittet er høyt.

Tidligere målinger av standardavviket i vindretningen på Viksjøfjell tyder på at røykfanene fra de høye pipene i Nikel og Zapoljarnij er ganske smale, som oftest med bare noen få kilometers utstrekning. Dette vil også gjelde for Svanvik. Konsentrasjonen blir derfor høy når røykfanen sveiper over målestasjonen, mens bare noen graders endring i vindretningen kan føre til at målestasjonen ikke blir eksponert. I lange perioder er stasjonen ikke eksponert, eller verdiene er lavere enn deteksjonsgrensen. Denne variasjonen i konsentrasjonsnivået vises klart i Figur 8 og i Figur 10, samt i Vedlegg C.



Figur 12: Røyken fra smelteverket i Nikel sett fra taket på bjørnesentret ved Svanhovd miljøsenster (NIBIO). Bildet er tatt 16. mai 2013. Vinddraget står fra sør og bringer utslippene nordover. Legg merke til at røyken stiger opp til et visst nivå og bringes så horisontalt nordover. Bygningen midt i bildet er hestesenteret tilhørende Pasvik Folkehøyskole.

Tabell 14: 10-minuttersverdier av SO₂ over 500 µg/m³ på Svanvik i perioden april 2014 - mars 2015.

Stasjon	Dato	Fra kl.	Til kl.	10-min. verdi	Timeverdi
Svanvik	29.04.2014	01:30	01:40	578,5	226,0
	03.05.2014	09:20	09:30	536,2	214,2
	03.05.2014	12:20	12:30	543,1	322,0
	03.05.2014	12:30	12:40	589,7	322,0
	28.05.2014	12:00	12:10	1978,9	933,4
	28.05.2014	12:10	12:20	1975,3	933,4
	28.05.2014	12:20	12:30	647,4	933,4
	28.05.2014	12:30	12:40	590,1	933,4
	28.05.2014	13:10	13:20	718,9	633,6
	28.05.2014	13:20	13:30	551,1	633,6
	28.05.2014	13:40	13:50	870,0	633,6
	28.05.2014	13:50	14:00	1099,5	633,6
	28.05.2014	14:00	14:10	874,7	318,8
	09.06.2014	10:40	10:50	586,4	159,2
	09.06.2014	11:10	11:20	534,1	229,5
	05.07.2014	06:40	06:50	512,0	369,3
	05.07.2014	06:50	07:00	551,2	369,3
	05.07.2014	07:00	07:10	524,1	344,4
	12.07.2014	05:30	05:40	504,1	394,7
	10.08.2014	16:00	16:10	880,2	298,0
	10.08.2014	18:30	18:40	554,0	202,4
	11.08.2014	12:30	12:40	610,5	328,7
	11.08.2014	13:00	13:10	549,6	446,7
	11.08.2014	13:10	13:20	772,4	446,7
	24.08.2014	11:20	11:30	972,1	731,6
	24.08.2014	11:30	11:40	1198,6	731,6
	24.08.2014	11:40	11:50	680,0	731,6
	24.08.2014	11:50	12:00	733,0	731,6
	24.08.2014	12:00	12:10	698,1	661,6
	24.08.2014	12:10	12:20	758,0	661,6
	24.08.2014	12:20	12:30	865,4	661,6
	24.08.2014	12:30	12:40	640,2	661,6
	24.08.2014	12:40	12:50	585,3	661,6
	20.10.2014	04:50	05:00	518,0	364,5
	20.10.2014	05:00	05:10	526,5	426,8
	20.10.2014	13:30	13:40	858,1	535,9
	20.10.2014	13:40	13:50	788,6	535,9
	20.10.2014	13:50	14:00	1112,5	535,9
	20.10.2014	14:00	14:10	1064,4	843,5
	20.10.2014	14:10	14:20	922,6	843,5
20.10.2014	14:20	14:30	867,4	843,5	

Tabell forts. 10-minuttersverdier av SO₂ over 500 µg/m³ for Svanvik.

Stasjon	Dato	Fra kl.	Til kl.	10-min. verdi	Timeverdi
Svanvik forts.	20.10.2014	14:30	14:40	797,6	843,5
	20.10.2014	14:40	14:50	713,6	843,5
	20.10.2014	14:50	15:00	695,1	843,5
	20.10.2014	15:00	15:10	718,2	752,5
	20.10.2014	15:10	15:20	735,6	752,5
	20.10.2014	15:20	15:30	734,6	752,5
	20.10.2014	15:30	15:40	763,6	752,5
	20.10.2014	15:40	15:50	772,1	752,5
	20.10.2014	15:50	16:00	790,8	752,5
	20.10.2014	16:00	16:10	761,5	938,5
	20.10.2014	16:10	16:20	770,5	938,5
	20.10.2014	16:20	16:30	808,5	938,5
	20.10.2014	16:30	16:40	832,7	938,5
	20.10.2014	16:40	16:50	1000,7	938,5
	20.10.2014	16:50	17:00	1457,6	938,5
	20.10.2014	17:00	17:10	1009,7	900,4
	20.10.2014	17:10	17:20	926,5	900,4
	20.10.2014	17:20	17:30	640,8	900,4
	20.10.2014	17:30	17:40	683,8	900,4
	20.10.2014	17:40	17:50	814,8	900,4
	20.10.2014	17:50	18:00	1326,9	900,4
	20.10.2014	18:00	18:10	1824,6	1417,5
	20.10.2014	18:10	18:20	3540,6	1417,5
	20.10.2014	18:20	18:30	2280,0	1417,5
	20.10.2014	18:30	18:40	757,8	1417,5
	20.10.2014	21:50	22:00	874,0	186,9
	20.10.2014	22:00	22:10	800,6	569,5
	20.10.2014	22:10	22:20	686,4	569,5
	20.10.2014	22:20	22:30	647,0	569,5
	20.10.2014	22:30	22:40	696,5	569,5

8.1.2 Karpdalen

Som tidligere nevnt ble stasjonen i Karpdalen gjenåpnet 16. oktober 2008. Stasjonen ble nedlagt i 1992 (døgnprøver til 1994) og var ute av drift i 14 år før gjenåpningen. Motivasjonen for å reetablere målingene i Karpdalen var å få en bedre oversikt over eksponeringen på befolkningen også nord for smelteverkene. Som nevnt er hyppigst forekommende vindretning fra sør vinterstid og utslippene bringes nordover mot Jarfjordfjellet og Karpdalen. Målingene gjort under basisundersøkelsen 1988-1991 viste at Viksjøfjell hadde de høyeste konsentrasjonene i vintermånedene (Sivertsen et al., 1991). Men på Jarfjordfjellet bor det ingen mennesker og det er noen utfordringer knyttet til infrastruktur (værhardt og uten vei store deler av året). Karpdalen ble derfor vurdert som best egnet for å tallfeste eksponering på befolkning. Bilde av stasjonen er vist i Figur 13.



Figur 13: Målestasjonen i Karpdalen sett fra sør-øst. Stasjonen er plassert ute på et myrete jorde, samme sted som i 1986-94. Like vest for stasjonen er det en liten kolle. Måleboden har trakt og svane Hals på taket til venstre som er inntak for SO_2 , mast til høyre er meteorologiinstrumenter. Legg også merke til barduneringen, det er værhardt i Karpdalen om vinteren. Til venstre for måleboden står prøvetaker for tungmetaller i luft. Den hvite nedbørsamleren for tungmetaller i nedbør er plassert midt mellom måleboden og veien. Merk også nærhet til vei og strøm, infrastruktur er viktig kriterium for valg av plassering av målestasjon.

Målingene viser at miljøbelastningen i Karpdalen grunnet SO_2 i denne rapporteringsperioden var lavere i sommersesongen enn den forrige. For vintersesongen 2014/15 er bildet noe mer sammensatt sammenlignet med perioden før. Gjennomsnittet over vintersesongen 2014/15 er omlag som vinteren før ($18,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mot $18,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mens antall timer over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ har gått kraftig opp (fra 4 til 27). Likeledes har antall døgnmidler over $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gått opp (fra en til fire). Tallene fra siste rapporteringsperiode viser igjen hvordan Karpdalen er mest utsatt vinterstid grunnet fremherskende vindretning fra sør.

Det ble målt en 10-minuttersverdi over $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 2014 mot 37 sommeren før (og en sommeren 2012). Denne forekom 19. mai. Vinteren 2014/15 var det 52 verdier over $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mot 10 vinteren før og 296 vinteren 2010/11 (vinteren 2010/11 var dog meget spesiell, Berglen et al., 2011). De 52 verdiene over $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forekom på sju ulike dager, 21. oktober, 12., 19., 20. og 26. desember 2014, samt 13. og 16. januar 2015. Høyeste 10-minuttersverdi denne perioden var $871 \mu\text{g}/\text{m}^3$ målt 19. desember, se Tabell 14. Dette er lavere enn på Svanvik.

Tabell 15: 10-minuttersverdier av SO₂ over 500 µg/m³ i Karpdalen i perioden april 2014 - mars 2015.

Stasjon	Dato	Fra kl.	Til kl.	10-min. verdi	Timeverdi
Karpdalen	19.05.2014	08:00	08:10	621,6	1)
	21.10.2014	16:20	16:30	558,8	612,4
	21.10.2014	16:30	16:40	659,0	612,4
	21.10.2014	16:40	16:50	764,4	612,4
	21.10.2014	16:50	17:00	822,7	612,4
	21.10.2014	17:00	17:10	753,0	429,8
	21.10.2014	17:10	17:20	632,7	429,8
	12.12.2014	08:50	09:00	589,2	409,4
	12.12.2014	09:00	09:10	588,9	483,5
	12.12.2014	09:10	09:20	623,8	483,5
	12.12.2014	09:20	09:30	602,0	483,5
	12.12.2014	09:30	09:40	510,4	483,5
	19.12.2014	22:40	22:50	532,3	341,6
	19.12.2014	22:50	23:00	776,1	341,6
	19.12.2014	23:00	23:10	870,9	486,0
	19.12.2014	23:10	23:20	686,4	486,0
	20.12.2014	00:50	01:00	545,7	370,9
	20.12.2014	01:00	01:10	515,9	293,1
	26.12.2014	12:00	12:10	538,9	616,4
	26.12.2014	12:10	12:20	610,4	616,4
	26.12.2014	12:20	12:30	607,2	616,4
	26.12.2014	12:30	12:40	660,0	616,4
	26.12.2014	12:40	12:50	651,6	616,4
	26.12.2014	12:50	13:00	629,6	616,4
	26.12.2014	13:00	13:10	609,4	615,1
	26.12.2014	13:10	13:20	607,3	615,1
	26.12.2014	13:20	13:30	630,4	615,1
	26.12.2014	13:30	13:40	618,8	615,1
	26.12.2014	13:40	13:50	625,1	615,1
	26.12.2014	13:50	14:00	599,9	615,1
	26.12.2014	14:00	14:10	579,4	557,6
	26.12.2014	14:10	14:20	591,8	557,6
	26.12.2014	14:20	14:30	549,7	557,6
	26.12.2014	14:30	14:40	549,5	557,6
	26.12.2014	14:40	14:50	547,1	557,6
	26.12.2014	14:50	15:00	527,9	557,6
	26.12.2014	15:00	15:10	510,3	502,2
	26.12.2014	15:10	15:20	508,8	502,2
	26.12.2014	15:20	15:30	505,1	502,2
	26.12.2014	15:30	15:40	525,1	502,2
26.12.2014	15:40	15:50	512,7	502,2	

Tabell forts.: 10-minuttersverdier av SO₂ over 500 µg/m³ i Karpdalen i perioden april 2014 - mars 2015

Stasjon	Dato	Fra kl.	Til kl.	10-min. verdi	Timeverdi
Karpdalen forts.	13.01.2015	01:50	02:00	515,0	472,0
	13.01.2015	02:00	02:10	540,5	528,1
	13.01.2015	02:10	02:20	538,9	528,1
	13.01.2015	02:20	02:30	523,7	528,1
	13.01.2015	02:30	02:40	515,3	528,1
	13.01.2015	02:40	02:50	523,4	528,1
	13.01.2015	02:50	03:00	526,8	528,1
	13.01.2015	03:00	03:10	526,3	506,4
	13.01.2015	03:10	03:20	516,6	506,4
	13.01.2015	03:20	03:30	510,1	506,4
	13.01.2015	03:30	03:40	505,1	506,4
	16.01.2015	01:00	01:10	645,4	320,6

1) Ugyldig timeverdi 19.05. pga. lav datadekning (kalibrering fra 8:40).

Sommeren 2014 var det ingen timemiddelverdier over 350 µg/m³, mot 10 sommeren før. Vintersesongen 2014/15 var det 27 timeverdier over 350 µg/m³, to i oktober og 11 i desember 2014, samt 14 i januar 2015. Vinteren før var det fire, mens vinteren 2010/11 var det 102 timeverdier over 350 µg/m³, igjen dette var en meget spesiell vinter i Karpdalen. Maksimalt timemiddel i Karpdalen var 616 µg/m³ (26. desember 2014 kl. 12-13). De 14 timeverdiene over 350 µg/m³ i januar 2015 kom alle etter hverandre den 13. januar fra kl. 00-kl. 14. Disse ga også maksimalt døgnmiddel tilsvarende 366 µg/m³ den 13. januar 2015. Dette er høyeste døgnmiddel som er registrert siden vinteren 2010/11.

Grenseverdien på 125 µg/m³ for døgnmiddel ble ikke overskredet sommeren 2014, vinteren 2014/15 ble det målt fire overskridelser mot en vinteren før. Det er tillatt med tre overskridelser i kalenderåret.

Middelverdien i Karpdalen sommeren 2014 var 6,4 µg/m³. Sesongmiddel for vinteren 2014/15 var 18,2 µg/m³ (se Tabell 13 og Tabell 16). Dette er likt vinteren før (18,3 µg/m³ 2013/14), og dobbelt så høyt som vintermidlet på Svanvik.

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

Nærmere vurdering av opphavet for SO₂-konsentrasjonene i Karpdalen (Zapoljarnij/Nikel) er beskrevet i kap. 7.1.4 (Konsentrasjonsvindroser).

Tabell 16: Noen utvalgte SO₂-verdier fra Tabell 13 og Tabell 14 sammenlignet med tilsvarende tall for de sju foregående rapporteringsperiodene. Tidligere har data fra Nikel vært inkludert, men disse er nå utelatt ¹.

	Apr 2007- mar 2008	Apr 2008- mar 2009	Apr 2009- mar 2010	Apr 2010- mar 2011	Apr 2011- mar 2012	Apr 2012- mar 2013	Apr 2013- mar 2014	Apr 2014- mar 2015
Svanvik								
Høyeste 10-min.- verdi µg/m ³	998	1195	821	620	1099	1026	1113	3541
Høyeste timemiddel- verdi µg/m ³	598	787	459	433	858	582	744	1418
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ sommer	3	2	0	6	6	2	9	9
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ vinter	7	3	1	0	4	6	5	11
Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³	2	0	0	1	0	2	1	2
Høyeste døgnmiddel sommer µg/m ³	129	59	76	156	88	72	130	160
Høyeste døgnmiddel vinter µg/m ³	238	98	113	96	110	142	100	396
Middelverdi sommer µg/m ³	7,2	6	7,4	7,4	7,2	5,7	8,7	8,6
Middelverdi vinter µg/m ³	7,6	6,4	8,7	8,5	6,1	7,9	7,3	8,9
Karpdalen								
Høyeste 10-min.- verdi µg/m ³		582	695	917	1732	848	862	871
Høyeste timemiddel- verdi µg/m ³		561	579	854	838	725	714	616
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ sommer			2	4	3	0	10	0
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ vinter		9	17	102	3	15	4	27
Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³		3	5	15	3	5	1	4
Høyeste døgnmiddel sommer µg/m ³			82,7	94,9	112	79	119	59
Høyeste døgnmiddel vinter µg/m ³		263	204	507	139	260	164	366
Middelverdi sommer µg/m ³		- ²⁾	7,3	9,4	12,0	8,1	11,0	6,4
Middelverdi vinter µg/m ³		20,5 ²⁾	19,4	39,1	18,3	26,2	18,3	18,2

1) Eks var høyeste 10-minuttersverdi i Nikel 11292 µg/m³ (april 2007 - mars 2008) og 7921 µg/m³ (april - august 2008). Høyeste timeverdi var 5962 µg/m³ (april 2007 - mars 2008) og 4346 µg/m³ (april - august 2008). Antallet timemidler høyere enn 350 µg/m³ var 341 april - september 2007 og antallet timemidler høyere enn 350 µg/m³ var 135 oktober 2007 - mars 2008.

2) Karpdalen har data fra 16. oktober 2008 (5½ måneder data vinteren 2008/09).

8.1.3 Viksjøfjell

Sommeren 2009 ble det påbegynt målinger av SO₂ på Viksjøfjell. Dette er en stasjon hvor det ble gjort målinger tidligere, men som ble nedlagt i 1996. Viksjøfjell ligger på Jarfjordfjellet og er over tregrensen (391 m.o.h.). Zapoljarnij ligger sør for Viksjøfjell og man kan se røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij i godvær, se Figur 14.

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



Figur 14: Utsikt fra Viksjøfjell sørover. Røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij sees i det fjerne. Foto: Christoffer Aalerud, Fylkesmannen i Finnmark.

Måleresultater for SO₂ på Viksjøfjell er vist i Tabell 17. Det er værhardt på Viksjøfjell og en del av prøvetakerne blir våte av horisontalt regn eller tåke. Dette er forsøkt utbedret med tak over prøvetakeren. I Tabell 17 er det tidvis stor forskjell mellom de to prøvetakerne som ble eksponert samtidig. Dette skyldes som regel fuktighet i en av prøvetakerne. Væte på prøvetakerne gir usikre målinger. Merk dog at analyseresultatene heller blir for lave enn for høye. Middelerverdi for måleperioden april 2014 - mars 2015 var omlag 25 µg/m³ (middel av de to prøvetakerne), analysert vintermiddel 2014/15 var i overkant av 30 µg/m³. Det har i perioder vært problemer med forsendelsene til Viksjøfjell og derved er det noen huller i måleserien. Dette er forsøkt rettet. Det er tidligere meldt at den første nye produksjonslinjen i Zapoljarnij ble tatt i bruk i desember 2014 og at dette vil redusere utslippene fra briketteringsanlegget der. Det er vanskelig å se noen reduksjon i de målte konsentrasjonene på Viksjøfjell, for eksempel er det målt gjennomsnittskonsentrasjoner i januar 2015 på 83,7 µg/m³ og 68,7 µg/m³ (to parallelle prøvetakere).

Tabell 17: Måleresultater for SO₂ på Viksjøfjell april 2014-mars 2015. Enhet: µg/m³.

Fra dato	Til dato	Antall døgn	SO ₂ prøvetaker 1	SO ₂ prøvetaker 2
30.03.2014	13.04.2014	14	19,2	20,4
13.04.2014	27.04.2014	14	17,9	16,0
27.04.2014	11.05.2014	14	15,7	14,9
11.05.2014	25.05.2014	14	15,1	15,5
25.05.2014	08.06.2014	14	16,1	16,3
08.06.2014	22.08.2014	14	11,1	13,6
22.06.2014	06.07.2014	14	12,8	10,3
06.07.2014	20.07.2014	14	20,6	20,0
20.07.2014	03.08.2014	14	25,2	24,5
03.08.2014	17.08.2014	14	28,1	31,4
17.08.2014	31.08.2014	14	26,2	25,2
31.08.2014	14.09.2014	14	35,1	39,8
25.09.2014	05.10.2014	10	34,7	33,9
05.10.2014	19.10.2014	14	26,2	26,7
19.10.2014	02.11.2014		- ¹	- ¹
02.11.2014	16.11.2014		- ¹	- ¹
16.11.2014	30.11.2014	14	23,1	22,4
30.11.2014	14.12.2014	14	27,5	37,3
14.12.2014	26.12.2014	14	37,2	30,7
28.12.2014	11.01.2015	14	14,8	14,9
11.01.2015	25.01.2015	14	83,7	68,7
26.01.2015	08.02.2015	14	23,2	19,9
08.02.2015	22.02.2015	14	26,7	31,0
22.02.2015	08.03.2015	14	29,3	34,2
08.03.2015	22.03.2015	14	17,9	18,0
22.03.2015	06.04.2015		- ¹	- ¹

1) Ingen prøver mottatt.

8.1.4 Konsentrasjonsvindroser

Timemiddelverdiene av SO₂ på Svanvik og Karpdalen er sammenholdt med målt vindretning og vindhastighet. Ut fra dette er det beregnet konsentrasjonsvindroser som vist i Figur 15 og Figur 16, med middelkonsentrasjoner for hver av de 12 30°-vindsektorene. Konsentrasjonsvindroser viser middelkonsentrasjonen når vinden blåser fra en bestemt vindretning. I disse to figurene er det brukt samme skala for konsentrasjon. Midlede vind- og konsentrasjonsdata for Svanvik og Karpdalen sommer- og vintersesong er gjengitt i Vedlegg A.

På Svanvik var middelverdien for SO₂ 8,6 µg/m³ sommeren 2014. Vind i sektoren 120° (øst-sørøst) ga den høyeste midlede retningskonsentrasjonen med 49,5 µg/m³ (Figur 15). Til sammenligning har middelkonsentrasjonene ved vind fra de mest belastede sektorene ligget mellom 33,1 og 79 µg/m³ de siste somrene. I vinterhalvåret 2014/15 var middelkonsentrasjonen 8,9 µg/m³. Middelkonsentrasjonen ved vind fra den mest belastede sektoren (90°) var 26,1 µg/m³ (Figur 16). Foregående vintre har maksimum retningskonsentrasjon ligget mellom 56 µg/m³ og 73 µg/m³ (for 10° sektorinndeling).

Konsentrasjonsvindroser for Karpdalen sommeren 2014 og vinteren 2014/15 kan ved første øyekast virke ulogiske. For sommeren 2014 viser konsentrasjon sammenholdt med vindretning at de høyeste konsentrasjonene (27,5 µg/m³, Figur 15) opptrådte ved vind fra sektor 240°, dvs fra vest-sørvestlig kant. Konsentrasjonsvindroser for vinteren 2014/15 (Figur 16) viser at de høyeste konsentrasjonene (28,0 µg/m³) forekom når vinden stod fra sektor 270°, dvs fra rett vestlig kant. Forhøyede konsentrasjoner opptrer også når vinden står fra sørlig og østlig kant. Høye konsentrasjoner ved vind fra vest virker ulogisk sett i lys av budskapet i resten av rapporten, at kilder i sør (Nikkel) og sørøst (Zapoljarnij) er opphavet til de høye konsentrasjonene i Karpdalen. Imidlertid viser vindrosen (Figur 5) og tabellene gjengitt i Vedlegg A at sommeren 2014 forekom vind fra sektor 240° i 0,05 % av tiden, og alltid ved svak vind (opptil 2 m/s). Vinteren 2014/15 forekom vind fra sektor 270° i 0,62 % av tiden (ved vind opp til 4 m/s). Her er det altså noen få tilfeller med høy konsentrasjon som gir store utslag.

Også i tidligere rapporteringsperioder har det vært bestemte "sjeldne" vindretninger som har gitt store utslag; 35 µg/m³ ved vind fra sektor 270° vinteren 2013/14 (forrige rapport), samt eksempelvis 160 µg/m³ ved vind fra sektor 270° i 2011/12 og hhv. 101 µg/m³ og 82 µg/m³ før det, alle vindretninger forekom i mindre enn 1% av tiden. Igjen opptrådte disse høye konsentrasjonene alltid ved svak vind.

Høye verdier av SO₂ ved vind fra vest kan altså forekomme og kan forklares utfra meteorologiske analyser. En mulig forklaring på de høye verdiene ved vestlig vind er at to ulike luftmasser møtes; et sørlig vinddrag fra innlandet bringer forurensningen nordover. Ved kysten kommer luftmassene fra innlandet i kontakt med vestavinden langs kysten og forurensningen bringes så østover. Dvs. at banene som forurensningen følger får en knekk, og i Karpdalen registreres høye konsentrasjoner ved vind fra vest. NILU har sjekket at det ikke er noen lokale svovelkilder i Karpdalen som kan gi store utslag. Like vest for stasjonen er det en 20 m høy kolle (se Figur 13).



Figur 15: Middelskonentrasjoner av SO₂ på Svanvik og Karpdalen i perioden april-september 2014 (µg/m³). Figuren viser middelskonentrasjoner av SO₂ for hver av 12 30°-vindsektorer. Svanvik er mest belastet når det blåser fra anlegget i Nikel. Se tekst for diskusjon rundt Karpdalen.



Figur 16: Middelskonsentrasjoner av SO₂ på Svanvik og Karpdalen i perioden oktober 2014-mars 2015 (µg/m³). Figuren viser middelskonsentrasjoner av SO₂ for hver av 12 30°-vindsektorer.

8.2 Analyse av SO₂-målinger over flere år

8.2.1 Måleprogrammets omfang

Foregående kapittel (kap. 8.1) omhandler resultater fra siste måleperiode (april 2014 - mars 2015). I dette kapitlet analyseres måledata sortert etter kalenderår (januar-desember), altså noe forskjøvet. Dette gjøres fordi grenseverdier og målsetningsverdier gjelder for kalenderår (Tabell 5 - Tabell 7).

De norske SO₂-målingene startet i Kirkenes-området og på Svanvik allerede i 1974 (Hagen, 1977). Senere ble målingene utvidet til Holmfoss, Jarfjordbotn og Karpdalen. Da den såkalte basisundersøkelsen startet i 1988 ble nye stasjoner opprettet på Viksjøfjell, på Noatun og på Kobbfoss. I 1990 og 1991 startet også målinger på russisk side med norsk måleutstyr på SOV 1, SOV 2 (Maajärvi), SOV 3 og i Nikel (se Figur 4).

Tabell 18 gir en oversikt over måleperiodene på de ulike norskfinansierte stasjonene i grenseområdene fra starten i 1974. I tabellen er det skilt mellom døgnprøvetakere (som bare gir døgnmiddelverdier), og kontinuerlig registrerende instrumenter (monitører) hvor verdiene måles kontinuerlig og midles til timemiddelverdier. Noen stasjoner har i perioder hatt begge typer prøvetakere. I Nikel ble middelverdier over 10 minutter logget fra 1.12.2004 (fram til 31. august 2008). Monitorene som brukes på Svanvik og i Karpdalen i dag måler øyeblikkskonsentrasjoner hvert 10. sekund. Men kun midler over 10 minutter og time logges og overføres til NILU. På Svanvik er det lagret middelverdier over 10 minutter fra 1.7.2001, i Karpdalen fra gjenåpning i oktober 2008.

Merk at denne oversikten kun viser de norske/norskfinansierte stasjonene. De siste årene har russerne (HydroMet Murmansk) bygd ut sitt målenettverk og legger sine resultater ut på internett, se oversikt i referanselisten (kap. 11.1) for informasjon om Russlands og Finlands målestasjoner.

Tabell 18: Oversikt over SO₂-målinger i grenseområdene med døgnpåretakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig egistrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-2014. Merk det omfattende programmet under basisundersøkelsen 1988-1991.

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

Målested	Prøvetakings-tid	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10-'14
Kirkenes	Døgn													
Svanvik	Døgn													
Svanvik	Time													
Holmfoss	Døgn													
Jarfjordbotn	Døgn													
Karpdalen	Døgn													
Karpdalen	Time													
Viksøfjell	Time													
Noatun	Døgn													
Noatun	Time													
Kobbfoss	Døgn													
SOV 1	Time													
Maajavri	Time													
SOV 3	Time													
Nikel	Time													

8.2.2 Variasjon fra år til år av enkelte nøkkelparametre

I det etterfølgende er det gjort en statistisk analyse av SO₂-verdiene på årsbasis for de målestasjonene som fortsatt er i drift i grenseområdene. Dette gjelder Svanvik (start 1974) og Karpdalen (gjenåpnet oktober 2008). Data fra den tidligere norske stasjonen Viksjøfjell (1989-1996), den norskfinansierte stasjonen i Nikel (1991 - 31. august 2008) og den tidligere russiske stasjonen Maajärvi (1990-2001, også norskfinansiert) er også tatt med for å illustrere bedre hvor store forskjeller det er i luftkvaliteten i grenseområdene.

Tabellene og figurene nedenfor er utarbeidet for å vise hvordan luftkvaliteten er i forhold til grenseverdiene og vurderingstersklene i forurensningsforskriften og luftkvalitetskriteriene. Antall overskridelser av tidligere Nasjonale mål (døgnmiddelverdi på 90 µg/m³) er også oppgitt som sammenlikningsgrunnlag. Merk igjen at inndelingen her gjelder kalenderår og ikke rapporteringsperioder (som går fra 1. april til 31. mars påfølgende år).

Hovedtallene fra de foregående delkapitlene er sammenfattet i Tabell 19 og Tabell 20. Tabell 19 gir målestatisikk for Svanvik for årene 1974-2014. Timevise data er først tilgjengelig fra 1989. Tabell 20 gir tilsvarende statistikk for Viksjøfjell (for årene 1989-1995), Maajärvi (1990-2001), Nikel (1992-31. august 2008), samt Karpdalen (2009-2014, dvs. etter gjenåpningen).

Tabell 19: Målestatistikk for SO₂ fra Svanvik i perioden 1974-2014. Dataene logges som døgnmiddelverdier 1974-1988 og som timemiddelverdier fra 1989. Merk at her er dataene sortert etter år, ikke etter rapporteringsperiode, og tallene er derfor ikke direkte sammenlignbare med resultatene i Tabell 13 og Tabell 16.

År	Årsmiddel- verdi (µg/m ³)	Antall døgn >125 µg/m ³	Antall døgn >90 µg/m ³	Antall døgn >75 µg/m ³	Antall døgn >50 µg/m ³	Antall timer >350 µg/m ³	Data- dekning (%)
1974	30,8	13	24	35	64		96,4
1975	17,6	5	11	15	27		97,3
1976	23,7	7	16	20	41		97,8
1977	27,0	14	18	37	57		95,1
1978	25,4	10	17	23	44		85,8
1979	17,8	6	13	21	37		94,8
1980	26,9	15	25	33	54		88,8
1981	24,6	5	13	19	35		72,1
1982	19,6	3	11	17	35		86,3
1983	29,6	6	28	36	55		100,0
1984	23,9	3	20	25	48		99,7
1985	24,8	8	22	34	57		99,7
1986	21,1	3	17	25	44		99,5
1987	26,3	8	15	24	53		97,5
1988	20,4	4	11	18	36		98,4
1989	12,2	3	9	12	22	31	89,2
1990	13,9	3	8	11	31	38	93,9
1991	12,2	4	9	13	26	38	92,0
1992	7,5	4	4	5	14	18	94,2
1993	9,3	2	7	10	20	16	95,3
1994	8,1	4	5	9	16	7	97,3
1995	11,0	3	7	12	26	21	96,2
1996	7,7	2	4	4	14	8	77,2
1997	10,6	5	8	11	17	23	96,2
1998	14,5	6	14	19	34	14	98,9
1999	7,9	1	3	4	16	3	89,8
2000	7,7	4	6	8	14	10	98,2
2001	9,0	2	3	8	17	5	96,5
2002	8,9	1	6	9	20	10	98,7
2003	5,9	1	3	4	9	5	91,2
2004	5,7	0	2	5	9	2	99,2
2005	6,2	1	1	2	7	4	98,7
2006	6,2	0	2	3	8	2	97,3
2007	6,0	2	4	5	10	3	98,6
2008	8,0	1	2	4	12	10	98,4
2009	6,8	0	1	3	17	3	99,0
2010	8,0	1	6	7	15	6	98,9
2011	7,3	0	2	5	14	6	93,4
2012	7,1	1	3	4	14	7	98,7
2013	7,6	2	3	5	11	15	94,5
2014	8,8	2	4	4	18	24	98,9

Tabell 20: Målestatistikk for SO₂ fra Viksjøfjell (1989-1995), Maajärvi (1990-2001), Nikel (1992-31.8.2008) og Karpdalen (2009-2014). Alle data logges som timemiddelverdier.

Stasjon	År	Årsmiddel- verdi (µg/m ³)	Antall døgn >125 µg/m ³	Antall døgn >90 µg/m ³	Antall døgn >75 µg/m ³	Antall døgn >50 µg/m ³	Antall timer >350 µg/m ³	Data- dekning (%)
Viksjøfjell	1989	44,8	31	50	62	90	228	90,0
	1990	31,7	19	39	48	75	142	94,5
	1991	35,6	24	34	46	77	183	94,8
	1992	23,6	12	26	39	62	99	94,9
	1993	24,1	9	21	29	50	82	94,3
	1994	29,0	11	23	30	58	92	82,3
	1995	34,6	23	34	46	77	188	97,4
Maajärvi	1990	57,4	33	57	62	96	311	80,1
	1991	62,0	58	76	88	117	398	83,6
	1992	52,5	34	51	60	86	293	79,2
	1993	60,4	35	53	63	80	243	58,1
	1994	54,5	13	18	20	29	91	25,0
	1995	51,2	38	61	78	104	332	89,2
	1996	64,6	27	32	36	44	178	34,6
	1997	51,9	42	66	78	112	334	89,0
	1998	51,9	38	60	69	96	284	84,3
	1999	47,1	29	42	49	71	249	75,8
	2000	37,9	20	38	52	81	167	82,8
	2001	30,8	5	17	27	40	51	43,4
Nikel	1992	57,6	51	69	74	88	386	88,8
	1993	59,0	43	63	73	94	376	93,7
	1994	53,3	50	61	75	90	347	93,0
	1995	61,6	44	51	57	68	255	58,3
	1996	79,4	49	65	71	95	421	89,6
	1997	105,2	78	94	100	120	705	89,6
	1998	129,0	106	122	134	159	872	95,2
	1999	57,2	51	68	83	107	352	97,3
	2000	73,3	68	84	97	115	522	94,6
	2001	55,1	54	73	87	103	389	88,0
	2002	74,3	59	78	88	110	416	77,4
	2003	49,9	51	67	77	92	344	97,8
	2004	37,1	21	30	38	48	129	58,0
	2005	71,4	54	71	77	92	431	87,9
	2006	67,4	61	73	87	96	476	99,2
	2007	93,2	52	69	79	94	469	94,9
2008 ¹⁾	91,1	57	65	74	90	414	66,2	
Karpdalen	2009	13,8	3	9	11	22	12	98,6
	2010	20,4	13	17	22	39	73	97,5
	2011	19,8	7	12	16	30	51	96,2
	2012	16,6	6	10	13	35	15	98,9
	2013	15,6	2	7	12	29	15	98,0
	2014	13,2	3	7	11	24	15	98,4

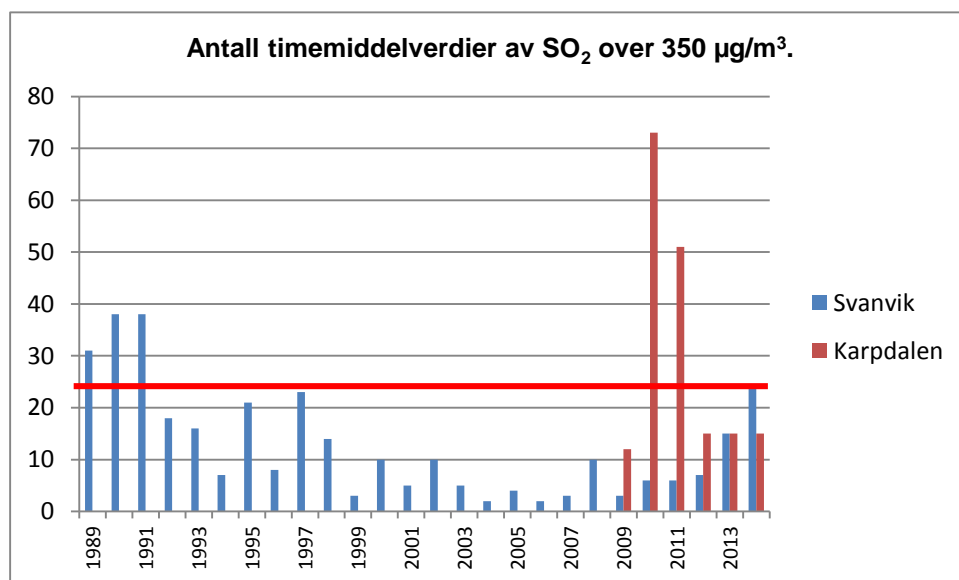
¹⁾ Nikel hadde data fram til 31. august 2008 (8 måneder) og tallene for 2008 er derfor ikke direkte sammenlignbare med tidligere år. Årsmiddelverdi 91,1 µg/m³ og antall døgn/timer er regnet ut fra 8 måneder. Datadekning 66,2 % er regnet ut fra hele året.

8.2.3 Timemiddelverdier

Grenseverdien for timemiddel av SO₂ er 350 µg/m³ som tillates overskredet 24 ganger i året (tilsvarende 0,27% av tiden med fullt datasett). Denne grenseverdien gjelder fra 1.1.2005.

Timemiddelverdier av SO₂ er målt siden 1989 på Svanvik. I 2014 var det 24 timeverdier over 350 µg/m³, mot 15 året før. Dette er det høyeste antall timeverdier over 350 µg/m³ som er registrert siden 1991 (Tabell 19). Episodene 28. mai og 20. oktober bidrar sterkt til dette høye antallet med hhv. to og 11 timeverdier over 350 µg/m³. Figur 17 viser antall overskridelser av grenseverdien hvert år fram til 2014. Fra 1992 er antall overskridelser under nåværende grenseverdier, gitt at det er tillatt med 24 overskridelser i året. Målingene fra årene før 1989 viser til dels langt høyere års- og døgnmiddelkonsentrasjoner enn målinger fra årene etter 1989. Det er derfor sannsynlig at timeverdier over 350 µg/m³ har forekommet hyppigere på 1970- og 1980-tallet enn i dag.

I Karpdalen var det 15 timemiddelverdier over 350 µg/m³ i 2014, samme som de to foregående årene. Og det var 51 i 2011 og 73 i 2010, som tidligere nevnt var vinteren 2010/11 spesiell i Karpdalen og de høye konsentrasjonene denne vinteren gjorde at det var overskridelser både i 2010 og 2011 (dvs. mer enn det tillatte antallet, 24 pr kalenderår).



Figur 17: Antall timemiddelverdier av SO₂ over grenseverdien på 350 µg/m³ på Svanvik (1989-2014) og i Karpdalen (2009-2014). Norsk lovverk tillater 24 overskridelser per kalenderår (gjeldende fra 2005, markert med rød linje).

Historisk sett har de andre stasjonene i grenseområdene, særlig de russiske, vist konsentrasjoner over 350 µg/m³ oftere enn på Svanvik. På de russiske stasjonene ble denne verdien overskredet vanligvis i 4-6 % av tiden. Nikel hadde eksempelvis 872 timeverdier høyere enn dette i 1998 (over 10 % av tiden) og 414 fra 1. januar-31. august 2008 (7 % av tiden, Tabell 20). 1998 var dog et ekstremår. På Viksjøfjell var det overskridelser i mellom 1% (82 timer i 1993) og 2,9% (228 timer i 1989) av målingene.

Høyeste målte timeverdi i Nikel de siste årene NILUs målestasjon var operativ var 5071 µg/m³ (21. mars 2008 kl. 05 norsk tid, se Tabell 16). Det kan også nevnes at de russiske målingene som HydroMet gjør i Nikel viser maksimale timeverdier over 4000 - 7000 µg/m³ (se referanseliste kap 11.1 for adresse).

På Svanvik er gjennomsnittet de 10 siste årene 8 overskridelser, tilsvarende 0,09 % av tiden, lavest i 2006 med 2 overskridelser (0,02%) og høyest i 2014 med 24 overskridelser (som sagt 0,27%). I Karpdalen var det også overskridelser i 0,17% av tiden i 2014 (av tiden med gyldige målinger, som nevnt 15 til sammen).

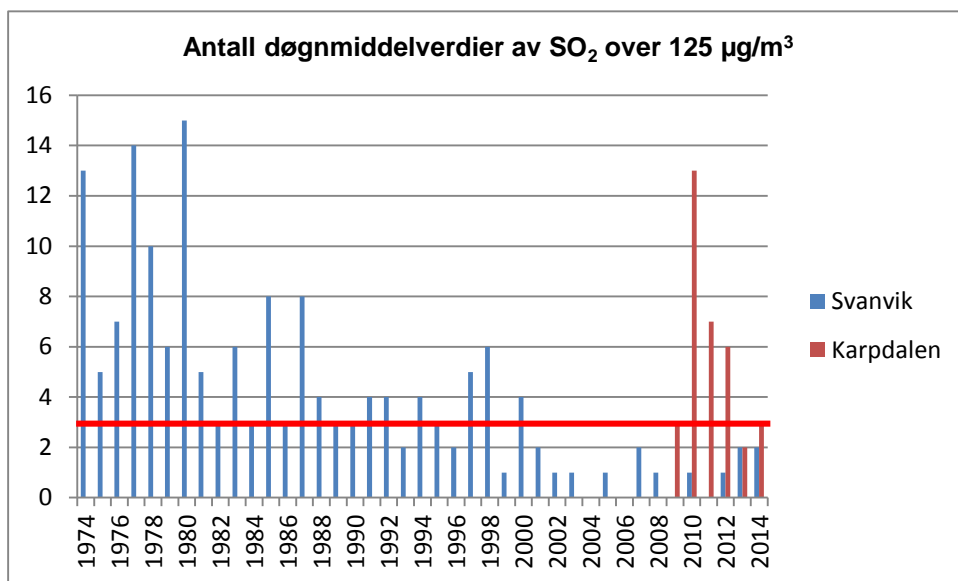
Målingene av timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik fra høsten 1988 til i dag har vist at mer enn halvparten av verdiene har vært under 1 µg/m³. Høyeste målte timemiddelverdi i 2014 på Svanvik var 1418 µg/m³ (20. oktober kl. 18-19 norsk sommertid). Den aller høyeste timemiddelverdien målt på Svanvik noensinne av NILU (fra 1989 til i dag) var 2458 µg/m³ i 1990. Høyeste målte timemiddelverdi i 2014 i Karpdalen var

616 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (26. desember kl. 12-13 norsk vintertid), høyeste verdi siden målingene ble gjenopptatt høsten 2008 er 854 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (målt 13. februar 2011 kl. 8-9).

8.2.4 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. 6).

På Svanvik var det to døgnverdier over 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2014, 28. mai og 20. oktober (også to året før). Figur 18 og Tabell 19 viser at antall overskridelser på Svanvik har variert mye fra år til år, men at det generelt har vært færre overskridelser etter 1988 enn tidligere. I løpet av de 14 siste årene har det ikke vært mer enn tre overskridelser av 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pr år. Siste år med overskridelse var år 2000 med fire tilfeller. Gjennomsnittet de 10 siste årene er 1,0 overskridelser pr år (0,3%), lavest i 2006, 2009 og 2011 med ingen overskridelser.



Figur 18: Antall døgnmiddelverdier av SO_2 over grenseverdien på 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik (1974-2014) og i Karpdalen (2009-2014). Norsk lovverk tillater 3 overskridelser per kalenderår (gjeldende fra 2005, markert med rød linje).

Målingene i Karpdalen viser tre tilfeller med døgnmiddel over 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2014, mot to året før og hhv seks, syv og 13 i 2012, 2011 og 2010. Overskridelsene forekom i januar (en, dvs i forrige rapporteringsperiode) og to i desember 2014. Dette er innenfor antall tillatte overskridelser. Karpdalen overskred grenseverdien i 0,8 % av målingene (tre av 365 dager). Generelt understreker det at de høyeste konsentrasjonene måles i Karpdalen om vinteren pga. hyppigst forekommende vindretning fra sør.

Ved de andre stasjonene i oversikten (Tabell 20) har det vært atskillig flere overskridelser av 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, særlig på de russiske stasjonene, hvor det hyppig forekom døgnmiddelverdier høyere enn 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, typisk i 10-20 % av tiden. Nikel hadde eksempelvis hele 106 overskridelser i 1998, omtrent dobbelt så mange overskridelser som "normalt". Dette tilsvarer opp mot 30 % av tiden. I 2008 (8 måneder) ble 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på døgnbasis overskredet i 22,5 % av tiden.

Igjen bør det nevnes at EUs regelverk ikke gjelder i Russland, men sammenligningen gjøres for å vise at luften i Nikel er langt unna å tilfredsstille EUs og norske krav til luftkvalitet. Det kan også nevnes at høyeste målte døgnmiddelverdi i Nikel i 2008 (1. januar-31. august) var 1092 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (12. juni). Under sommerepisoden i 2007 var maksimal målt døgnmiddelverdi på 2390 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (i juli).

Da Viksjøfjell var operativ med kontinuerlige målinger (monitor) var det overskridelser i mellom 2,5 % (1993) og 8,8 % (1989) av målingene.

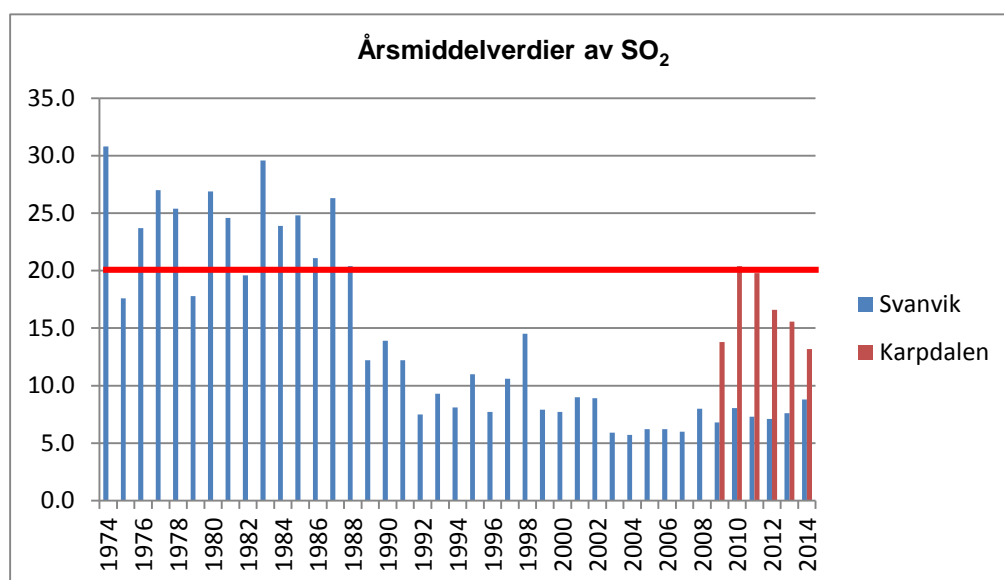
8.2.5 Døgnmiddelverdier - øvre og nedre vurderingsterskel

Luftkvalitet sammenlignes også mot øvre og nedre vurderingsterskel gitt i forurensningsforskriften og luftkvalitetsdirektivet (se kap 6.3 og Tabell 5). Vurderingstersklene definerer bl.a. krav om målinger og tiltaksutredninger. For SO₂ er øvre vurderingsterskel 75 µg/m³ og nedre vurderingsterskel 50 µg/m³ (Tabell 5).

På Svanvik var det i 2014 fire døgn over 75 µg/m³ og 18 døgn over 50 µg/m³ (Tabell 19), siste fem år er antall døgn over 75 µg/m³ mellom fire og syv, mens antall døgn over 50 µg/m³ er mellom 11 og 18. I Karpdalen var det i 2014 11 døgn over 75 µg/m³ (mellom 11 og 22 pr år siden oppstart) og 24 døgn over 50 µg/m³ (mellom 22 og 39 siden oppstarten), se Tabell 20. Døgnverdier over 75 µg/m³ har forekommet på Svanvik og i Karpdalen i alle år med målinger.

8.2.6 Års- og vinterhalvårsmiddelverdier

Grenseverdien for beskyttelse av økosystem er 20 µg/m³ både for kalenderår og vinterhalvår (oktober-mars), gjeldende fra 4. oktober 2002.



Figur 19: Årsmiddelverdier av SO₂ på Svanvik (1974-2014) og i Karpdalen (2009-2014). Grenseverdi for beskyttelse av økosystem er 20 µg/m³ (gjeldende fra 2002, markert med rød linje). Enhet: µg/m³.

Årsmiddelverdien på Svanvik var 8,8 µg/m³ i 2014. Siden 1999 har årsmiddel på Svanvik ligget mellom 5,7 µg/m³ (2004) og 9,0 µg/m³ (2001). I perioden før 1989 ble verdien på 20 µg/m³ overskredet de fleste årene på Svanvik (Figur 19), mens årsmiddelverdiene ligger under 20 µg/m³ fra 1989²⁴. Grenseverdien ble overholdt i Karpdalen i 2014 (årsmiddel 13,2 µg/m³). Maksimal årsmiddelverdi i Karpdalen siden gjenåpningen i 2008 er 20,4 µg/m³ i 2010. Grenseverdien for årsmiddel er derved overholdt alle årene siden den gang²⁵.

På de andre stasjonene vist i Tabell 20 ble derimot verdien på 20 µg/m³ overskredet for alle år hvor det ble utført målinger. Særlig store overskridelser var det på de russiske stasjonene. De meget høye verdiene i Nikel i 1997-98 i forhold til årene før og etter skyldes høyere frekvens av vind fra nordøst, dvs. fra verket mot byen og målestasjonen disse årene. Fra 1999 var verdiene på et mer "normalt nivå" i Nikel, men med en markert nedgang i 2003 og 2004, for så å gå opp på det "normale nivået" igjen i 2005. Middelverdien i Nikel i 2004 er noe usikker fordi det ikke er målinger i månedene juli-november. 2007 og 2008 viste de høyeste årsmiddelkonsentrasjonene som ble målt siden 1998 (Tabell 20). Målingene utført av HydroMet siden 2010 viser typiske

²⁴ Man kan strengt tatt ikke snakke om overskridelse av grenseverdien på Svanvik før oktober 2002 siden grenseverdien da ikke hadde trådt i kraft. Dog sammenligner vi alle årsmidler med 20 µg/m³ siden dette er gjeldende grense.

²⁵ Årsmiddelverdi i Karpdalen i 2010 var 20,4 µg/m³. Grenseverdien er 20 µg/m³, ikke 20,0 µg/m³ og 20,4 avrundes nedover til 20 og medfører derved en overholdelse av grenseverdien.

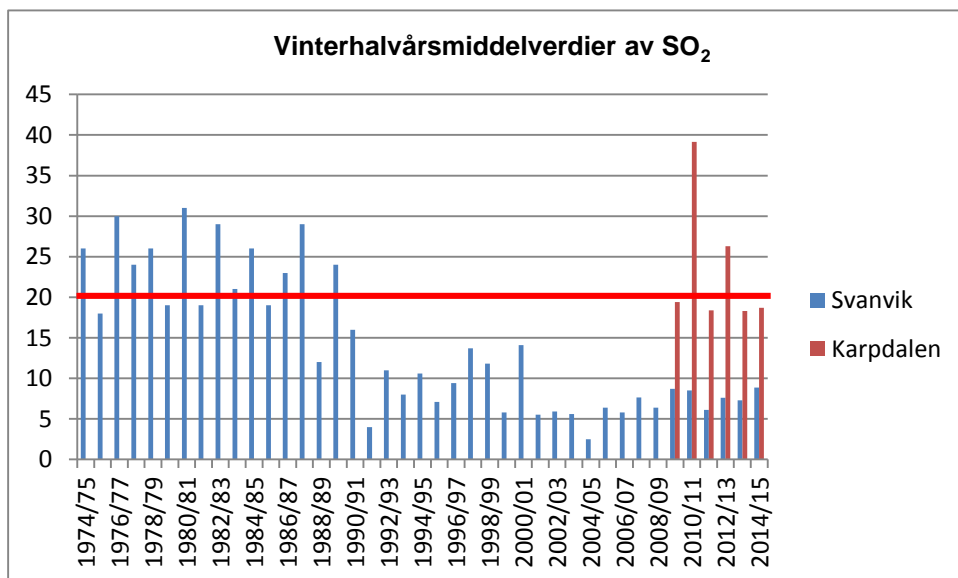
årsmiddelkonsentrasjoner i Nikel mellom $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2009) og $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2011), se fellesrapporten fra ekspertgruppen for luft (Mokrotovarova et al., 2015).

Merk også at konsentrasjonene som måles med passive prøvetakere på Viksjøfjell nå, $25\text{-}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kap. 8.1.3) er like høye som konsentrasjonene som ble målt på 1990-tallet.

SO_2 -målingene på Svanvik (Figur 19) antyder et betydelig lavere SO_2 -utslipp i Nikel de 25 siste årene enn på 1970- og 1980-tallet. Som tidligere nevnt er samlede utslipp fra Pechenga-Nikel kombinatet (Nikel og Zapoljarnij) nå omlag $100'000$ tonn SO_2 pr. år, se Figur 1 for trender i utslippene.

Figur 20 viser at vinterhalvårsmiddelverdier på Svanvik i hovedsak samsvarer med årsmiddelverdiene. Karpdalen viser noe ulikt bilde gitt at miljøbelastningen er størst om vinteren pga. fremherskende vindretning. Det er også kun fem vintre med målinger i Karpdalen.

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). Karpdalen hadde $18,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som middelverdi vinteren 2014/15. Dvs. at grenseverdien for vintersesong er overholdt. Dette er laveste vintermiddelverdi siden stasjonen i Karpdalen ble gjenåpnet i oktober 2008. Middelverdiene for vinter har variert mellom $18,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (altså 2014/15) og $39,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vinteren 2010/11, som hadde stor belastning). Se ellers diskusjon i kap 8.1.2. De andre stasjonene i grenseområdene hadde verdier over $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hver eneste vinter de var operative, unntatt Nikel i 2004/05.



Figur 20: Vinterhalvårsmiddelverdier av SO_2 på Svanvik 1974/75-2014/15 og i Karpdalen (2009/10-2014/15). Grenseverdi for beskyttelse av økosystem er $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gjeldende fra 2002, markert med rød strek). Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

9. Måleresultater tungmetaller i svevestøv

I dette prosjektet er det nå to svevestøvprøvetakere (KleinfILTERgerät), en på Svanvik som ble satt opp i oktober 2008 og en i Karpdalen som ble satt opp høsten 2011. Med svevestøv menes PM_{10} , dvs. partikler med diameter mindre enn 10 μm . 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 regnes ut.

For tidligere målinger på Svanvik ble hvert filter eksponert 24 timer (fra kl. 8 om morgenen til påfølgende dag kl. 8) og kun filtre eksponert ved vind fra øst ble analysert. Forhøyede verdier av SO_2 ble brukt som indikator for vind fra Nikel. Denne metoden ga maksimumkonsentrasjon av tungmetaller i luften, men ikke middelkonsentrasjon. Gitt at målsettingsverdiene gjelder for årsmiddel (kap. 6) ble frekvensen endret høsten 2011 slik at hvert filter nå eksponeres en uke, og alle filtrene analyseres. Dette gir middelkonsentrasjon (over uke, sesong, år), men vil samtidig ikke fange opp maksimumkonsentrasjonene.

Resultater for ukeprøver for Svanvik er vist i Tabell 21 (april - september 2014) og i Tabell 22 (oktober 2014 - mars 2015). Likeledes er resultater for Karpdalen vist i Tabell 23 (april - september 2014) og i Tabell 24 (oktober 2014 - mars 2015).

Det er noen perioder uten prøvetaking og/eller gyldige verdier. Den vanligste årsaken til at resultater blir forkastet er at luftvolumet gjennom instrumentet er for lite. Dette kan igjen skyldes både problemer med blindfilteret²⁶ i instrumentet, samt at det tidvis er problemer med strømbrudd. Ved strømbrudd stopper filterinstrumentet, og det starter ikke automatisk når strømmen kommer tilbake slik tilfellet er for monitorene. Vinterstid kan det også være problemer med at luftinntaket til instrumentet går tett av is.

Ni (nikkel), As (arsen), Cu (kobber) og Co (kobolt) regnes som spormetaller fra nikkilverkene på russisk side og det er disse fire metallene som vises i denne rapporten. Under basisundersøkelsen i 1988-1991 ble det også målt tungmetaller i svevestøv på syv forskjellige stasjoner i grenseområdene (Noatun, Kobbfoss, Svanvik, Holmfoss, Kirkenes, Karpdalen og Viksjøfjell). Maksimumsverdiene for 1990-91 på de forskjellige stasjonene lå fra 27,70 til 102,3 ng/m^3 for Ni, fra 9,50 til 88,00 ng/m^3 for As, fra 53,20 til 119,8 ng/m^3 for Cu og 2,47 til 4,05 ng/m^3 for Co (Sivertsen et al., 1991). Sammenlignet med målingene fra januar 1990 til mars 1991 er de målte verdiene av de fire tungmetallene Ni, As, Cu og Co i dag i samme størrelsesorden som for 20 år siden.

For denne rapporteringsperioden er det også målt mengde støv avsatt på filteret. Det gjøres ved at filtret veies før og etter eksponering. Basert på målt luftvolum gjennom instrumentet og mengden (masse) støv avsatt kan middelkonsentrasjonene regnes ut. Konsentrasjon av svevestøv er vist som femte resultatkolonne i Tabell 21 - Tabell 24.

Luftinntaket på instrumentet er tilpasset PM_{10} siden lovverket definerer tungmetaller som andel av PM_{10} -fraksjonen. NILU måler ikke $PM_{2,5}$ i grenseområdene.

²⁶ Blindfilter er et filter som ikke eksponeres, men som ellers behandles på samme måte som de eksponerte filtrene. Blindfilter analyseres også og dette er en kvalitetssjekk for å finne ut om prøvene har blitt forurenset for eksempel under transport eller på annen måte.

Tabell 21: Middelerverdier av elementer i luft på Svanvik sommerhalvåret 2014.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
31.03.2014	07.04.2014	0,20	0,05	0,30	0,01	-
07.04.2014	14.04.2014	0,30	0,11	0,33	0,02	-
14.04.2014	21.04.2014	0,88	0,36	0,79	0,05	-
21.04.2014	28.04.2014	3,88	0,87	2,73	0,20	-
28.04.2014	05.05.2014	13,10	3,99	10,69	0,54	-
05.05.2014	12.05.2014	5,98	2,39	4,72	0,22	3,98
12.05.2014	19.05.2014	7,98	0,75	6,07	0,31	3,14
19.05.2014	26.05.2014	9,80	1,92	6,97	0,34	3,99
26.05.2014	02.06.2014	28,71	9,59	19,34	1,09	7,67
02.06.2014	09.06.2014	14,66	3,54	10,47	0,57	6,23
09.06.2014	16.06.2014	3,16	0,62	2,69	0,13	4,08
16.06.2014	23.06.2014	10,22	1,79	7,38	0,38	2,68
23.06.2014	30.06.2014	8,26	0,67	5,58	0,29	2,81
01.07.2014	07.07.2014	16,40	2,70	13,50	0,68	5,30
07.07.2014	14.07.2014	9,36	2,19	7,33	0,47	7,24
14.07.2014	21.07.2014	14,94	2,30	11,29	0,70	8,42
21.07.2014	28.07.2014	2,26	0,57	2,16	0,20	5,36
28.07.2014	04.08.2014	6,80	1,64	4,50	0,27	5,26
07.08.2014	14.08.2014	0,52	0,20	0,28	0,02	3,82
14.08.2014	21.08.2014	10,80	4,33	8,56	0,48	5,20
21.08.2014	28.08.2014	13,04	2,74	10,26	0,54	4,03
28.08.2014	04.09.2014	34,61	8,74	25,20	1,45	7,08
04.09.2014	11.09.2014	2,65	1,04	2,27	0,13	7,10
11.09.2014	18.09.2014	1,55	0,50	1,45	0,07	13,49
18.09.2014	25.09.2014	0,42	0,16	0,77	0,06	13,28
25.09.2014	02.10.2014	4,33	0,63	3,79	0,19	4,68
Vektet middel						
31.03.2014	02.10.2014	8,60	2,09	6,48	0,36	4,80

Tabell 22: Middelerverdier av elementer i luft på Svanvik vinterhalvåret 2014/15.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
02.10.2014	09.10.2014	5,68	0,68	4,46	0,23	3,82
13.10.2014	20.10.2014	0,23 ¹⁾	0,00	0,02	0,03 ¹⁾	0,03
20.10.2014	27.10.2014	3,45	2,94	4,43	0,13	4,10
27.10.2014	03.11.2014	30,73	13,68	31,94	1,13	5,97
03.11.2014	10.11.2014	0,23 ¹⁾	0,28	0,20	0,03 ¹⁾	1,86
10.11.2014	17.11.2014	1,19	0,14	0,79	0,03 ¹⁾	2,36
17.11.2014	24.11.2014	0,23	0,03	0,17	0,03 ¹⁾	1,80
24.11.2014	01.12.2014	0,23 ¹⁾	0,04	0,09	0,03 ¹⁾	2,46
01.12.2014	08.12.2014	1,99	0,61	1,86	0,07	3,90
08.12.2014	15.12.2014	26,64	4,39	20,86	0,86	5,80
15.12.2014	22.12.2014	0,28	0,08	0,26	0,03 ¹⁾	2,14
22.12.2014	29.12.2014	5,55	0,62	4,05	0,17	3,52
29.12.2014	05.01.2015	7,85	2,27	6,78	0,26	6,48
05.01.2015	12.01.2015	24,35	2,02	15,51	0,86	4,66
12.01.2015	19.01.2015	29,83	3,37	18,98	1,00	10,58
18.02.2015	25.02.2015	0,20	0,06	0,18	0,01	2,15
25.02.2015	04.03.2015	0,37	0,18	0,55	0,02	4,21
04.03.2015	11.03.2015	0,72	0,16	0,66	0,04	1,61
11.03.2015	18.03.2015	0,11	0,11	0,25	0,02	4,21
18.03.2015	25.03.2015	8,82	1,69	6,48	0,33	4,16
25.03.2015	01.04.2015	0,31	0,12	0,42	0,02	4,43
Vektet middel²⁾						
02.10.2014	01.04.2015	7,10	1,59	5,66	0,27	3,82

¹⁾ Under deteksjonsgrensen.

²⁾ Ved utregning av vektet middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

Tabell 23: Middelerverdier av elementer i luft i Karpdalen sommerhalvåret 2014.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
31.03.2014	07.04.2014	2,14	0,42	2,30	0,15	3,59
07.04.2014	14.04.2014	40,96	21,08	41,44	1,74	3,05
14.04.2014	21.04.2014	8,25	3,66	8,23	0,36	2,84
21.04.2014	28.04.2014	11,88	2,97	8,46	0,39	3,48
28.04.2014	05.05.2014	4,71	1,49	4,09	0,20	2,14
05.05.2014	12.05.2014	56,31	6,96	37,62	1,92	3,37
12.05.2014	19.05.2014	102,92	13,70	76,57	3,80	3,35
19.05.2014	29.05.2014	66,86	14,63	46,44	2,44	3,60
29.05.2014	04.06.2014	68,91	14,38	46,43	2,59	5,83
04.06.2014	16.06.2014	107,01	28,99	89,92	5,05	6,05
16.06.2014	23.06.2014	1,81	0,31	1,30	0,09	2,71
23.06.2014	12.07.2014	100,01	17,83	76,83	3,82	4,16
12.07.2014	21.07.2014	62,28	15,94	43,73	2,78	7,55
21.07.2014	29.07.2014	10,18	3,29	10,71	1,09	6,10
29.07.2014	04.08.2014	56,79	16,28	43,67	2,07	6,16
04.08.2014	07.08.2014	18,23	5,62	15,61	0,67	11,75
07.08.2014	11.08.2014	8,43	2,06	9,11	0,72	7,54
11.08.2014	18.08.2014	68,85	8,18	54,34	2,45	4,92
18.08.2014	25.08.2014	61,36	24,39	46,96	2,19	4,05
25.08.2014	01.09.2014	60,05	11,09	53,03	2,11	8,07
01.09.2014	08.09.2014	31,11	13,56	27,96	1,15	11,55
08.09.2014	15.09.2014	52,62	3,70	38,42	1,85	11,88
15.09.2014	22.09.2014	25,44	7,16	24,93	1,18	7,51
22.09.2014	29.09.2014	130,44	29,71	116,56	5,11	3,50
29.09.2014	06.10.2014	56,74	14,97	52,75	2,08	3,58
Vektet middel						
31.03.2014	06.10.2014	6,42	1,49	5,17	0,25	5,29

1. november 2011 ble det påbegynt målinger av tungmetaller i svevestøv i Karpdalen. Filtrene eksponeres omlag en uke og sendes så til NILU for analyse. Prøvetakeren i Karpdalen er manuell, dvs. at filtrene må byttes av lokal stasjonsholder, som regel gjøres dette samtidig med kalibrering av SO₂-monitoren.

Som tidligere nevnt er hyppigst forekommende vindretning vinterstid fra sør (se vindrose Figur 5), dette bringer utslippene nordover mot Karpdalen og Jarfjordfjellet. Karpdalen viser derfor høyere konsentrasjoner enn Svanvik. Dog er verdiene for denne rapporteringsperioden lavere enn forrige periode. Det gjelder alle fire elementer vist her. Merk også at det er ingen verdier under deteksjonsgrensen i Karpdalen.

Middelkonsentrasjonene av svevestøv varierer mellom 3,82 µg/m³ (Svanvik vinteren 2014/15) og 5,29 µg/m³ (Karpdalen sommeren 2014). Dette er godt under årsgrenseverdi på 40 µg/m³ (Tabell 6). Og selv om NILU ikke måler døgnverdier av PM₁₀ er det opplagt at grenseverdi for døgn (50 µg/m³ med 35 tillatte overskridelser) ikke er brutt (teoretisk sett kan en årsmiddelverdi over 4,79 µg/m³ medføre overskridelser av døgnverdiene, men ikke i praksis). Og som en generell observasjon kan man se at sommeren 2014 var konsentrasjonen av PM₁₀ lavere på Svanvik enn i Karpdalen, men konsentrasjonene av Ni, As, Cu og Co var høyere, uten at dette er vurdert videre i detalj.

Tabell 24: Middelerverdier av elementer i luft i Karpdalen vinterhalvåret 2014/15.

Fra dato	Til dato	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³	PM ₁₀ µg/m ³
06.10.2014	13.10.2014	117,84	11,51	91,94	4,20	12,98
13.10.2014	20.10.2014	29,25	7,40	27,78	1,13	2,43
20.10.2014	27.10.2014	230,30	45,20	193,66	8,58	6,42
27.10.2014	03.11.2014	74,46	6,40	52,76	2,42	2,07
03.11.2014	10.11.2014	5,06	0,72	4,13	0,15	1,85
10.11.2014	17.11.2014	2,96	1,71	4,03	0,12	1,72
17.11.2014	24.11.2014	1,42	0,33	0,72	0,15	2,50
24.11.2014	01.12.2014	7,23	3,81	9,08	0,29	2,90
01.12.2014	08.12.2014	124,74	28,70	114,13	3,94	5,09
08.12.2014	15.12.2014	161,78	57,41	180,09	6,77	4,13
22.12.2014	29.12.2014	96,01	22,11	83,34	3,45	3,20
29.12.2014	05.01.2015	68,50	13,31	59,60	2,28	3,11
05.01.2015	12.01.2015	106,94	12,20	65,43	2,80	5,11
12.01.2015	19.01.2015	282,55	101,90	244,16	9,32	12,82
19.01.2015	26.01.2015	45,28	26,77	40,50	1,58	2,68
26.01.2015	02.02.2015	25,99	7,74	20,95	0,87	3,62
02.02.2015	09.02.2015	51,32	22,42	37,47	1,62	4,41
09.02.2015	16.02.2015	13,36	8,88	16,27	0,64	3,60
16.02.2015	23.02.2015	29,16	22,36	28,94	1,22	2,25
23.02.2015	02.03.2015	80,01	20,22	87,95	3,86	3,77
02.03.2015	09.03.2015	69,90	22,17	68,88	3,39	3,59
09.03.2015	17.03.2015	1,33	0,43	1,47	0,10	3,95
17.03.2015	23.03.2015	48,04	21,26	47,09	2,10	4,49
23.03.2015	30.03.2015	74,20	35,15	74,36	3,53	3,46
30.03.2015	06.04.2015	188,67	38,85	142,79	8,17	7,49
Vektet middel						
06.10.2014	06.04.2015	11,06	3,08	9,70	0,42	4,38

Målsetningsverdier ("target value") for tungmetaller er 20 ng/m³ for nikkel og 6 ng/m³ for arsen gitt som årsmiddel, gjeldende fra 1.1.2013 (kap. 6). Årsmidler for de fire komponentene diskutert her er gitt i Tabell 25. Resultatene viser at gjennomsnittsverdiene for 2014 for Svanvik og Karpdalen ligger under målsetningsverdi for år.

Tabell 25: Middelverdier av elementer i luft på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2014.

Stasjon	Ni ng/m³	As ng/m³	Cu ng/m³	Co ng/m³
Svanvik	7,77	2,02	6,67	0,31
Karpdalen	7,38	2,12	6,81	0,29

Tungmetaller i svevestøv måles også ved observatoriene på Birkenes II (Sør-Norge) og Zeppelin (Spitsbergen) og på Andøya (Nizzetto et al., 2015). Verdiene på disse observatoriene representerer bakgrunnsverdier og har årsmiddelverdier for 2014 mellom 0,13 og 0,40 ng/m³ for Ni, mellom 0,05 og 0,21 ng/m³ for As og mellom 0,22 og 0,59 ng/m³ for Cu. Årsmiddelkonsentrasjonen av Co i 2014 ligger mellom 0,012 og 0,037 ng/m³. Sammenlignet med disse målingene ligger middelverdiene fra stasjonene i grenseområdene typisk en faktor 10-20 høyere enn bakgrunnsstasjonene i overvåkingsprogrammet i Norge.

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

10. Måleresultater hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør

Prøvetaking for målinger av hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør foretas ved tre stasjoner: Svanvik (tungmetaller), Karpdalen (tungmetaller) og Karpbukt (hovedkomponenter), for stasjonsplassering se Figur 4. Prøvene av nedbørkvalitet tas vanligvis over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på første dato i hver måned hvis denne ikke faller på en mandag. På Svanvik har nedbørmålingene pågått siden høsten 1988. I 1990 ble det opprettet en stasjon i Karpdalen som ble nedlagt 1.4.1998 (og gjenåpnet i august 2013). Som erstatning for Karpdalen ble det opprettet ny stasjon i Karpbukt 15.9.1998. Karpbukt ligger ved Jarfjorden der Karpdalen munner ut. Det er ca. 4 km mellom de to stasjonsplasseringene. Nedbørsamleren i Karpbukt er vist i Figur 21.

Et sammendrag av månedsvise resultater for siste rapporteringsperiode er vist i Tabell 26 (Svanvik), Tabell 27 (Karpdalen) og Tabell 28 (Karpbukt). Fra 1996 er det bare utført analyse av tungmetaller i prøvene fra Svanvik (dvs. ikke hovedkomponenter). Likeledes er det fra 1.1.2004 bare utført analyse av hovedkomponenter på prøvene fra Karpbukt (dvs. ikke tungmetaller). Fra 2009 er det også analysert for vanadium (V) og aluminium (Al^{27}) i nedbør. Dette er gjort for at man skal analysere på de samme metallene i både luft og nedbør.



Figur 21: Nedbørsamleren i Karpbukt. Plasttrakt fanger nedbøren som samles i en plastflaske. 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.

²⁷ Igjen; Al er ikke tungmetall, men analyseres og rapporteres her. Likeledes, As er et metalloid/halvmetall, men analyseres og rapporteres også her.

10.1 Nedbørmengde

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 (innlandluft) og luft nordfra (sjøluft) og ligger mellom de to mtp. mengde nedbør. Karpbukta ute ved kysten har mest nedbør. Et generelt trekk er at det i måleperioden april 2014 - mars 2015 regnet mer i sommerhalvåret og litt mindre i vinterhalvåret sammenlignet med foregående måleperiode. Samlet falt det 392 mm på Svanvik, 417 mm i Karpdalen og 593 mm i Karpbukta 1. april 2014 - 31. mars 2015. Svanvik er eneste stasjon av disse tre som har utarbeidet nedbørsnormal (middel for 1961-1990). Sammenlignet med normalen for Svanvik kom det mer nedbør sommeren 2014 (bortsett fra juli) og mindre nedbør enn normalen vinteren 2014/15. Pasvikdalen er meget tørr, rundt 300 - 400 mm som årsnedbør er lite. Samtidig faller mye av dette i sommerhalvåret/vekstsesongen. Kombinert med mange lystimer (midnattsol fra 19. mai til slutten av juli) gjør dette at Pasvikdalen er grønn og frodig trass i lite totalnedbør.

10.2 Konsentrasjon i nedbør

På Svanvik ble det målt lavere konsentrasjoner av tungmetaller i nedbør i sommerhalvåret 2014 enn sommeren 2013. Konsentrasjonen av Ni og Co gikk ned med nesten 60%, Cu gikk ned med 70%, mens konsentrasjonen av As gikk ned 40%. For vinterhalvåret 2014/15 gikk konsentrasjonene av fem komponenter ned (bl.a. As og Cu), tre var uforandret (Cd, Ni, Co), mens konsentrasjonene av to metaller økte (Zn og Al) sammenlignet med vinteren før. Variasjonen var ulik for de ulike komponentene.

Tabell 26: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør på Svanvik i periodene april-september 2014 og oktober 2014-mars 2015.

Måned	Nedbørmengde mm	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	Al µg/l
April	11,8	0,69	0,02	8,92	4,50	0,25	16,09	0,14	0,26	0,29	11,25
Mai	73,9	1,15	0,09	4,76	18,30	1,65	27,95	0,55	0,21	0,82	16,79
Juni ¹⁾	70,4	0,18	0,01	2,77	3,92	0,26	4,21	0,11	0,07	0,08	5,90
Juli ²⁾	22,8	0,42	0,02	2,56	11,63	0,40	9,25	0,36	0,20	0,16	34,95
August	86,4	1,40	0,06	2,05	16,54	1,19	20,27	0,47	0,16	0,15	13,21
September	34,0	1,04	0,06	3,74	17,44	1,65	21,08	0,45	0,19	0,28	23,80
April - sept. 2014 ¹⁾²⁾	299,4	0,91	0,05	3,39	13,26	1,04	17,48	0,38	0,16	0,32	15,16
Oktober	20,4	0,83	0,06	3,11	23,65	1,05	29,23	0,70	0,30	0,40	25,07
November	19,4	0,46	0,02	5,33	10,81	0,36	7,55	0,30	0,16	0,16	18,64
Desember	18,9	0,50	0,05	13,21	16,03	0,59	24,27	0,47	0,28	0,50	49,64
Januar	10,5	0,79	0,10	3,66	31,59	1,29	50,80	1,11	0,23	1,53	16,71
Februar	5,3	0,43	0,04	7,28	16,92	0,38	16,03	0,52	0,13	0,64	8,79
Mars	17,9	0,78	0,04	13,83	6,01	0,33	13,98	0,19	0,23	0,45	8,76
Okt. 2014 - mars 2015	92,5	0,65	0,05	8,02	16,50	0,66	22,40	0,51	0,24	0,52	23,71

¹⁾ Kun to prøver i juni.

²⁾ Kun to prøver i juli.

Sommeren 2013 ble det satt i gang prøvetaking av tungmetaller i nedbør i Karpdalen. Resultatene for april 2014 - mars 2015 er vist i Tabell 27. Middelkonsentrasjonene i nedbør på Svanvik og i Karpdalen vinteren 2014/15 er innenfor 50% differanse. Eneste unntak er Al som viser høyere konsentrasjon i Karpdalen sommerstid (36,35 µg/l vs. 15,16 µg/l).

Tabell 27: Månedsverdier og vinterhalvårsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør i Karpdalen i periodene april-september 2014 og oktober 2014-mars 2015.

Måned	Nedbør- mengde mm	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	Al µg/l
April	25,0	1,07	0,06	10,00	15,41	1,45	22,29	0,45	0,73	0,60	21,54
Mai ¹⁾	0,9	1,44	0,05	26,33	36,97	1,59	29,99	1,19	1,32	0,93	100,66
Juni	71,7	0,07	0,00	1,18	0,78	0,08	1,22	0,03	0,05	0,06	12,09
Juli	22,9	2,05	0,09	14,84	30,61	1,35	32,46	1,02	0,86	0,83	208,75
August	112,3	0,56	0,03	3,37	5,03	0,48	4,42	0,17	0,15	0,18	22,53
September	34,7	1,04	0,08	9,58	23,60	1,48	24,03	0,67	0,28	0,34	26,32
April - sept. 2014 ¹⁾	267,5	0,67	0,04	5,27	9,57	0,67	10,27	0,30	0,26	0,26	36,35
Oktober	30,9	1,18	0,07	6,82	37,06	1,41	40,51	1,10	0,66	0,61	36,15
November	24,9	1,09	0,12	16,59	52,03	1,49	48,89	1,43	0,53	0,55	33,74
Desember	41,0	0,53	0,05	3,75	9,82	0,60	19,25	0,27	0,13	0,41	16,70
Januar	25,2	0,46	0,03	3,55	9,03	0,36	14,21	0,27	0,10	0,70	12,79
Februar ²⁾	3,6	0,44	0,03	2,52	15,01	0,27	10,60	0,36	0,12	0,72	9,81
Mars	23,6	0,81	0,06	7,58	12,88	0,78	18,90	0,48	0,31	0,55	21,13
Okt. 2013 - mars 2014 ²⁾	149,2	0,79	0,06	7,07	22,97	0,90	27,47	0,67	0,33	0,55	23,44

¹⁾ Kun en prøve i mai.

²⁾ Kun to prøver i februar.

Som tidligere nevnt regnes Ni, Cu, Co og As som sporelementer fra de russiske nikkilverkene. Hvis man ser spesielt på disse fire sporelementene målt på Svanvik er det ulike trender i konsentrasjonene av disse. Det er vanskelig å gi noen fullgod forklaring på denne forskjellen siden alle fire regnes som spormetaller fra smelteverkene. En mulighet er at det er brukt noe forskjellig sammensetning av malm i nikkelproduksjonen eller at produksjons-metodene varierer, men dette er kun hypoteser. Et annet poeng er at partiklene har ulike hygroskopiske egenskaper slik at det varierer hvor raskt de tas opp i skydråpene og så regnes ut. Mønsteret for konsentrasjoner av metaller i nedbør er også forskjellig fra mønsteret for konsentrasjoner av metaller i luft (kap.9), 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.

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.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på 5 norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Tungmetallene Ni, As, Cu, Co, Cr og V i nedbør analyseres nå bare på Birkenes og på Svanvik. Utenom Pb og Zn er det betydelig høyere konsentrasjoner på Svanvik og i Karpdalen enn på de andre stasjonene i 2014 (Nizzetto et al., 2015).

Tabell 28: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og hovedkomponenter i nedbør i Karpbukt i periodene april-september 2014 og oktober 2014-mars 2015.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µs/cm	pH	SO ₄ mg S/l	NH ₄ mg N/l	NO ₃ mg N/l	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	K mg/l
April	45,1	42,96	4,53	1,03	0,19	0,17	3,89	0,49	6,89	0,31	0,17
Mai	68,1	19,59	4,63	0,74	0,1	0,11	0,92	0,16	1,63	0,26	0,08
Juni	115,0	16,79	5,15	0,3	0,06	0,04	1,79	0,23	3,1	0,12	0,28
Juli	15,2	19,58	4,75	0,7	0,18	0,24	0,93	0,17	1,42	0,26	0,32
August	115,5	10,68	4,91	0,33	0,12	0,11	0,46	0,06	0,75	0,11	0,06
September	39,4	33,62	4,58	1,02	0,16	0,09	2,45	0,34	4,16	0,24	0,42
April - sept. 2014	398,3	18,44	4,82	0,52	0,11	0,09	1,34	0,19	2,3	0,17	0,19
Oktober	43,7	24,48	4,82	0,76	0,34	0,09	1,75	0,22	2,95	0,21	0,31
November	32,4	34,38	4,98	0,58	0,21	0,08	3,87	0,49	6,71	0,28	0,22
Desember	36,4	23,27	4,81	0,49	0,19	0,1	2,06	0,27	3,6	0,16	0,1
Januar 2015	34,3	21,15	4,95	0,33	0,12	0,08	2,17	0,27	3,87	0,15	0,09
Februar	19,0	60	5,18	0,76	0,18	0,07	7,82	0,93	13,97	0,45	0,32
Mars	28,4	26,54	4,68	0,59	0,1	0,11	1,95	0,26	3,51	0,22	0,1
Okt. 2014 - mars 2015	194,2	29,09	4,86	0,58	0,2	0,09	2,86	0,36	5,02	0,23	0,19

Konsentrasjonene av SO₄ er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel pr. liter. Konsentrasjonene av NO₃ og NH₄ er gitt som mg nitrogen pr. liter

Hovedkomponenter som måles i Karpbukt er stoffer som mer eller mindre naturlig finnes i nedbør. Men det er en viss andel antropogent (menneskeskapt) bidrag, slik at dette også regnes som forurensning. Merk at konsentrasjonene av hovedkomponenter er på mg-nivå (1/1 000 gram), mens tungmetaller er på µg-nivå (1/1 000 000 gram). pH i nedbør i Karpbukt er rundt og noe under 5. Ledningsevne er et mål på et stoffs evne til å lede elektrisitet og gir samtidig et mål for vannets renhet, ledningsevnen øker jo mer salter og karbondioksid som er løst i vannet. Nivået av SO₄²⁻ er noe lavere denne rapporteringsperioden sammenlignet med forrige, men høyere enn norske bakgrunnsstasjoner (Aas et al., 2015). Ellers er det endel Na og Cl i nedbøren, også kalt bordsalt når det kombineres. Dette skyldes selvfølgelig at Karpbukt ligger ved sjøen hvor det forekommer aerosoler og sjøsprøyt som inneholder salt. For utdypende sammenligning med måleresultater fra andre stasjoner i Norge og historikk henvises det til Nizzetto et al., 2015 og Aas et al., 2015.

10.3 Våtavsetning

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene både for sommerhalvåret 2014 og vinterhalvåret 2014/15. Avsetningstallene (enhet: mg/m²) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet: µg/liter eller mg/liter²⁸) multipliseres med nedbøren (1 mm nedbør tilsvarer 1 liter/m²) for hver uke og summeres over sommerhalvåret 2014 og vinterhalvåret 2014/15. Resultatene er vist i Tabell 29 til Tabell 32 sammen med avsetningstall for tidligere år.

²⁸ 1 000 µg = 1 mg, likeledes 1 000 000 µg = 1 000 mg = 1 g.

Tabell 29: Avsetning av hovedkomponenter med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 2014. H⁺ angis i µekv/m², konsentrasjoner av ulike forsurende stoffer sammenveies ofte til syre-ekvivalenter ved hjelp av stoffenes forsurende effekt.

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

Tabell 30: Avsetning av metaller med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 2014.

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

1) Liten datadekning i juni og juli.

Tabell 31: Avsetning av hovedkomponenter med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2014/15. H⁺ angis i µekv/m², konsentrasjoner av ulike forsurende stoffer sammenveies ofte til syre-ekvivalenter ved hjelp av stoffenes forsurende effekt.

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

Tabell 32: Avsetning av metaller med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2014/15.

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

¹⁾ Liten datadekning i januar og februar 2014.

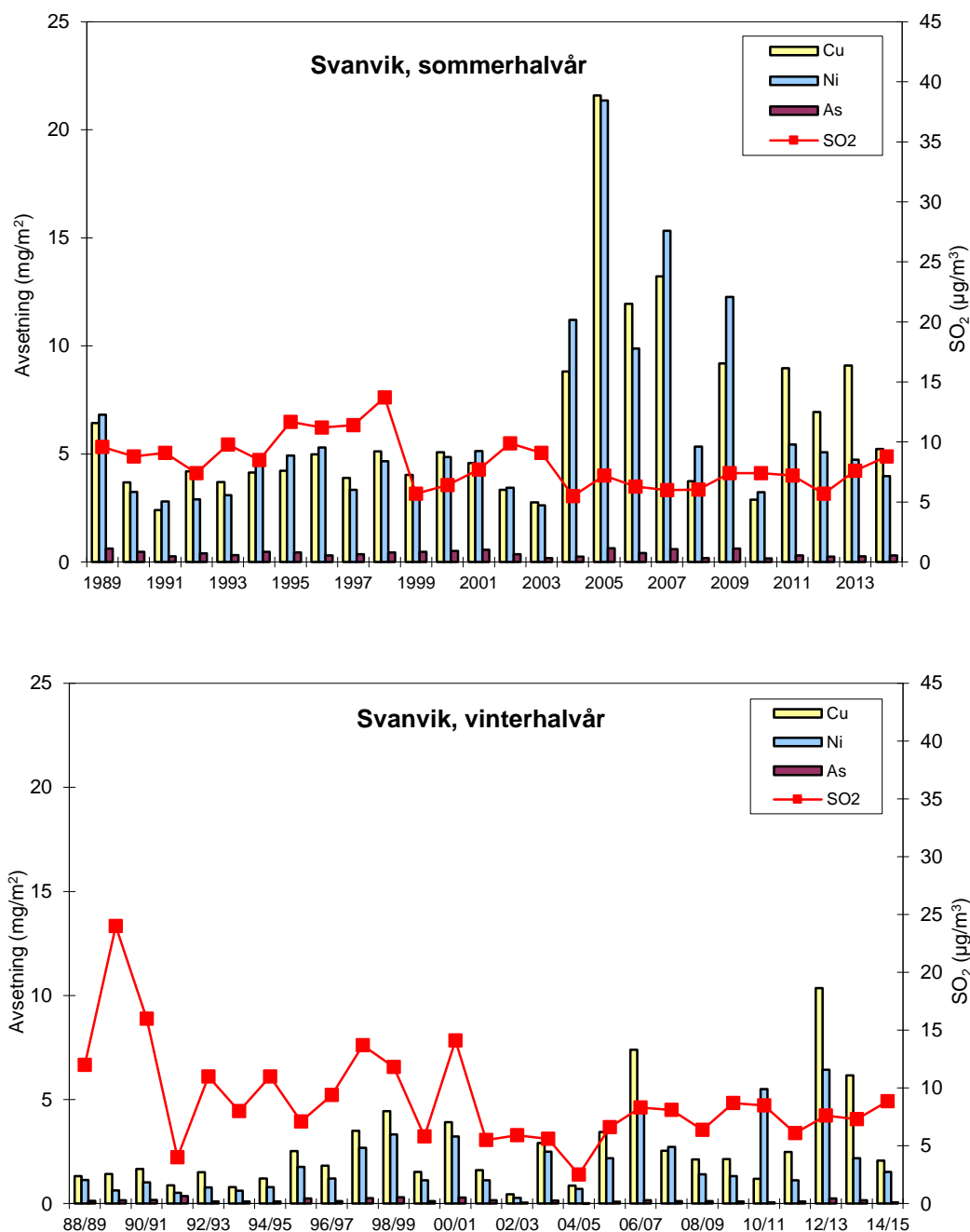
Avsetningen i nedbør av Cu, Ni og As på Svanvik for sommerhalvårene fra 1989 til 2014 og for vinterhalvårene fra 1988/89 til 2014/15 er vist i Figur 22 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO₂. Avsetningen av Ni og Co gikk noe ned, As gikk noe opp, mens avsetningen av Cu nesten ble halvert sammenlignet med sommeren før (2013, se også tallene i Tabell 30). Vinterhalvåret 2014/15 var avsetningen lavere enn vinteren før, for As og Co ble avsetningen redusert til 1/3 (Tabell 32).

Avsetningen av nikkel på Svanvik sommeren 2014 (3,97 mg/m²) og vinteren 2014/15 (1,53 mg/m²), samt i Karpdalen sommeren 2014 (2,56 mg/m²) og vinteren 2014/15 (3,43 mg/m²) er under tålegrense for nikkel i nedbør beregnet til 4-6 mg/(m² år) for Øst-Finnmark. Dette gjelder med tanke på drikkevann (Reinds et al., 2006, se også kap. 6). For ytterligere diskusjon om vannkvalitet henvises til annen rapport under overvåkingsprogrammet (Garmo et al., 2014).

Avsetningen av disse metallene på Svanvik er vanligvis langt høyere om sommeren enn om vinteren (se Figur 22). Sesongvariasjonen skyldes at frekvensen av vind fra Nikel mot Svanvik er klart høyest i sommerhalvåret (se vindrose Figur 5). Som tidligere nevnt er det nå kontinuerlige målinger av tungmetaller i svevestøv både på

Svanvik og i Karpdalen (kap. 9). Det er prøvetaking og analyse av tungmetaller i nedbør i Karpdalen fra august 2013. Dette vil i sum gi et godt bilde av spredningen av tungmetaller fra smelteverkene og sesongvariasjonen av disse.

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 et al., 2007). Økningen gjenspeiles også i konsentrasjonene i vann og innsjøer i grenseområdene (Garmo et al., 2014). 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 22: Avsetning med nedbør av Cu, Ni og As (mg/m²) i sommerhalvårene fra 1989 til 2014 og i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2014/15. Halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO₂ er også vist (µg/m³).

11. Referanser og annet relevant stoff om forurensning i grenseområdene mellom Norge og Russland

11.1 Internettsteder

Her er det listet opp endel hjemmesider som er relevante for dette overvåkingsprosjektet (oppdatert pr mai 2014).

Miljødirektoratet (eng Norwegian Environment Agency), tidligere Klif (Klima- og forurensningsdirektoratet):
www.miljodirektoratet.no

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

NILU - Norsk institutt for luftforskning:
www.nilu.no

Luftkvalitet.info der SO₂ på Svanvik og i Karpdalen vises i nær sanntid:
<http://www.luftkvalitet.info/home.aspx>
<http://www.luftkvalitet.info/home.aspx?type=Area&id={a7a5388b-2cae-4c04-8f8e-d39463e64974}>
<http://www.luftkvalitet.info/home.aspx?type=Area&id={9e567f24-0ccb-42af-95d4-e88dea291924}>

Miljøstatus i Finnmark:
<http://fylker.miljostatus.no/finnmark/>

Miljøstatus. Avsetning av svovel og nitrogen, kart.
www.miljostatus.no/Tema/Luftforurensning/Sur-nedbor/Avsetning-av-svovel-nitrogen/

Miljøstatus. Kobber i mose, animasjon.
www.miljostatus.no/Tema/Luftforurensning/Nedfall-av-tungmetaller/Kart-Kobber-i-mose/

Fylkesmannen i Finnmark - Miljøvernavdelinga:
<http://fylkesmannen.no/Finnmark/Miljo-og-klima/>

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

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

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

Statens strålevern:
<http://www.nrpa.no/>

Bioforsk Svanhøvd:
http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/bioforsk/forskingssenter/senter/avdeling?p_dimension_id=15009
<http://www.svanhovd.no/>

Barentssekretariatet:
<http://www.barents.no/>

Barentsobserver (nettavis med mye relevant stoff om grenseområdene)

<http://www.barentsobserver.com/>

Miljøvernorganisasjoner:

<http://naturvernforbundet.no/>

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

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

<http://www.bellona.ru/> (på russisk)

<http://www.nu.no>

Norilsk-Nickel:

<http://www.nornik.ru/en/>

Finske meteorologiske institutt

<http://ilmatieteenlaitos.fi/>

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

Luftkvalitet nu (Finland):

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

<http://www.ilmanlaatu.fi/ilmanynt/nyt/ilmanynt.php>

SO₂-målinger i finsk Lappland:

<http://www.ilmanlaatu.fi/ilmanynt/nyt/ilmanynt.php?as=41&rs=Valitse+kunta&ss=Valitse+mittauspaikka&p=sulphurdioxide&pv=01.05.2011&h=10&et=map&ls=ruotsi>

Russiske måleresultater

http://www.kolgimet.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=239

11.2 Litteratur

L.O. Hagen og medforfattere har skrevet tilsammen 22 halvårs- og årsrapporter for dette prosjektet fra 1991 og fram til 2006. Av disse er kun den siste tatt med i referanselisten.

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

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

Baklanov, A. (1994) Monitoring and modelling of SO₂ and heavy metals in the atmosphere of the Kola peninsula in accordance with Russian-Norwegian programme on co-operation. Apatity, Russian Academy of Sciences, Kola Science Centre, Institute of Northern Ecological Problems.

Baklanov, A., Rodyushkina, I.A. (1996) Investigation of local transport of pollutants in the atmosphere of the Kola Subarctic (in Russian). Russian Academy of Sciences. Kola Science Centre. Institute of Northern Ecological Problems.

Bekkestad, T., Berg, T. (1996) Tungmetallforurensning i grenseområdet Norge-Russland. Kjeller, NILU (NILU OR, 70/96).

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

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

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

Berglen, T.F., Arnesen, K., Rode, A., Tønnesen, D. (2011) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2010-mars 2011. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1106/2011. TA 2838/2011) (NILU OR, 31/2011).

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

Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Haugsbakk, I., Nilsson, L.O., Ofstad, T., Tønnesen, D., Vadset, M., Våler, R.L. (2013) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2012 - mars 2013. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1153/2013.) (Miljødirektoratet rapport, M-41/2013) (NILU OR, 42/2013).

Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Haugsbakk, I., Nilsson, L.O., Ofstad, T., Tønnesen, D., Vadset, M., Våler, R.L. (2014) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2013 - mars 2014. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-204/2014) (NILU OR, 33/2014).

Bjerke, J.W., Tømmervik, H., Finne, T.E., Jensen, H., Lukina, N., Bakkestuen, V. (2006) Epiphytic lichen distribution and plant leaf heavy metal concentrations in Russian-Norwegian boreal forests influenced by air pollution from nickel-copper smelters. *Boreal Environ. Res.*, 11, 441-450.

- Bruteig, I.E. (1984) Epifyttisk lav som indikator på luftforureining i Aust-Finnmark. Hovedfagsoppgåve, Universitetet i Trondheim.
- Dauvalter, V., Rognerud, S. (2001) Heavy metal pollution in sediments of the Pasvik River drainage. *Chemosphere*, 42, 9-18.
- Dauvalter, V.A., Kashulin, N.A., Sandimirov, S.S., Terentjev, P., Denisov, D., Amundsen, P.-A. (2011) Chemical composition of lake sediments along a pollution gradient in a subarctic watercourse. *J. Environ. Sci. and Health, Part A*, 46, 1020-1033, doi: 10.1080/10934529.2011.584503.
- European Commission (1996) Council Directive 96/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management. (Rammedirektivet). *Off. J. Eur. Communities*, L296, 21/11/1996, 0055-0063.
- European Commission (1999) Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. *Off. J. Eur. Communities*, L163, 29/06/1999, 0041-0060.
- EU (2005) Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. *Off. J. Eur. Union*, L 23, 3-16.
- Garmo, Ø., Scancke, L.B., Høgåsen, T (2014) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - vannkjemiske effekter 2013. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (Statlig program for forurensningsovervåking. M-rapport 173/2014). (NIVA-rapport 6674-2014).
- Grøntoft, T., Ferm, M. (2014) International co-operative programme on effects on materials, including historic and cultural monuments. Trend exposure programme 2011 - 2012. Environmental data report October 2011 to December 2012. Kjeller, NILU (UN/ECE International co-operative programme on effects on materials, including historic and cultural monuments. Report no. 75) (NILU OR, 23/2014).
- Hagen, L.O. (1977) Landsoversikt over luftforurensningstilstanden i Norge, resultater av målingene i kommunene i perioden oktober 1973 - mars 1976. Med databilag. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 14/77).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Johnsrud, M. (1989) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1.7.1989. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 46/89).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Johnsrud, M., Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 2 pr. 1.3.1990. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 17/90).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J., Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 3 pr. 1.9.1990. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 79/90).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J., Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 4 pr. 1.3.1991. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 32/91).
- Hagen, L.O., Aarnes, M.J., Henriksen, J.F., Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 67/91).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Arnesen, K. (2006) Grenseområdene i Norge og Russland. Luft og nedbørkvalitet, april 2005-mars 2006. Kjeller, NILU (NILU OR, 69/2006).
- Harmens, H., Norris, D.A., Steinnes, E., Kubin, E., Piispanen, J., Alber, R., Aleksiyenak, Y., Blum, O., Coşkun, M., Dam, M., De Temmerman, L., Fernández, J.A., Frolova, M., Frontasyeva, M., González-Miqueo, L., Grodzińska, K., Jeran, Z., Korzekwa, S., Krmar, M., Kvietskus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S.H., Mankovská, B., Pesch, R., Rühling, A., Santamaria, J.M., Schröder, W., Spiric, Z., Suchara, I., Thöni, L., Urumov, V., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2010) Mosses as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition: Spatial patterns and temporal trends in Europe. *Environ. Pollut.*, 158, 3144-3156.

- Harmens, H., Norris, D.A., Sharps, K., Mills, G., Alber, R., Aleksiyenak, Y., Blum, O., Cucu-Man, S.M., Dam, M., De Temmerman, L., Ene, A., Fernandez, J.A., Martinez-Abaigar, J., Frontasyeva, M., Godzik, B., Jeran, Z., Lazo, P., Leblond, S., Liiv, S., Magnusson, S.H., Mankovska, B., Karlsson, G.P., Piispanen, J., Poikolainen, J., Santamaria, J.M., Skudnik, M., Spiric, Z., Stafilov, T., Steinnes, E., Stihi, C., Suchara, I., Thoni, L., Todoran, R., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2015) Heavy metal and nitrogen concentrations in mosses are declining across Europe whilst some "hotspots" remain in 2010. *Environ. Pollut.*, 200, 93-104.
- Henriksen, J.F., Mikhailov, A.A., Mikhailovski, Y.N. (1992) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 54/92).
- Henriksen, J.F., Mikhailov, A.A. (1997) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Part II. Kjeller, NILU (NILU OR, 37/97).
- Høiskar, B.A.K., Haugen, R. (2005) Nettverket for overvåking av radioaktivitet i luft i Norge. Årsrapport 2004. Kjeller, NILU (NILU OR, 17/2005).
- Hønneland, G., Rowe, L. (2008) Fra svarte skyer til helleristninger. Norsk-russisk miljøvernssamarbeid gjennom 20 år. Trondheim, Tapir akademisk forlag.
- Jacobsen, A.R. (2006) Nikkel, jern og blod. Krigen i Nord 1939-1945. Oslo, Aschehoug.
- Jensen, H.K.B., Finne, T.E., Gwynn, J., Kiel Jensen, L. (2012). Forurensningsbelastning i humusprøver fra østlige og indre Finnmark: tungmetaller, radioaktive elementer, arsen, og PAH(16) og variasjoner i perioden 1995-2011. Trondheim, Norges geologiske undersøkelse (NGU Rapport, 2012.042).
- Jæger, Ø. (2011) Landsomfattende mark- og grunnvannnett - årsrapport 2010. Trondheim, Norges Geologiske undersøkelse (NGU Rapport, 2011.028).
- Jæger, Ø., Frengstad, B. (2015) Landsomfattende mark- og grunnvannnett - årsrapport 2013 og 2014. Trondheim, Norges geologiske undersøkelse (NGU Rapport, 2015.004).
- Kashulin, N.A., Terentyev, P.M., Amundsen, P.-A., Dauvalter, V.A., Sandimirov, S.S., Kashulin, A.N. (2011) Specific Features of Accumulation of Cu, Ni, Zn, Cd, and Hg in Two Whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) Morphs Inhabiting the Inari-Pasvik Lacustrine-Riverine System. *Aquat. Toxicol.*, 4, 383-392.
- Lappalainen, A., Tammi, J., Puro-Tahvanainen, A. (2007) The effects of nickel smelters on water quality and littoral fish species composition in small water courses in the border area of Finland, Norway and Russia. *Boreal Environ. Res.*, 12, 455-466.
- Mc Innes, H., Sivertsen, B., Arnesen, K. (2007) Grenseområdene i Norge og Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2006-mars 2007. Kjeller, NILU (NILU OR, 43/2007).
- Miljøverndepartementet (2004) Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Oslo (FOR 2004-06-01 nr 931).
URL: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/lldes?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html>
- Myking, T., Aarrestad, P.A., Derome, J., Bakkestuen, V., Bjerke, J.W., Gytarsky, M., Isaeva, L., Karaban, R., Korotkov, V., Lindgren, M., Lindroos, A.-J., Røsberg, I., Salemaa, M., Tømmervik, H., Vassilieva, N. (2009) Effects of air pollution from a nickel-copper industrial complex on boreal forest vegetation in the joint Russian-Norwegian-Finnish border area. *Boreal Environ. Res.*, 14, 279-296.
- Møller, B., Dyve, J.E. (2014) Overvåking av radioaktivitet i omgivnadene 2013. Resultat frå Strålevernet sine Radnett- og luftfilterstasjonar og frå Sivilforsvaret si radiacmåleteneste. Østerås, Statens strålevern (StrålevernRapport, 2014:4).
- Nizzetto, P.B., Aas, W., Warner, N. (2015) Monitoring of environmental contaminants in air and precipitation, annual report 2014. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-368/2015) (NILU OR, 19/2015).

- Norton, S.A., Henriksen, A., Appelby, P.G., Ludwig, L.L., Vereault, D.V., Traaen, T.S. (1992) Trace metal pollution in Eastern Finnmark, Norway, as evidenced by studies of lake sediments. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 487/92).
- Odasz-Albrigtsen, A.M., Tømmervik, H., Murphy, P. (2000) Decreased photosynthetic efficiency in plant species exposed to multiple airborne pollutants along the Russian-Norwegian Border. *Can. J. Bot.*, 78, 1021-1033.
- Puro-Tahvanainen, A., Zueva, M., Kashulin, N., Sandimirov, S., Christensen, G.N., Grekelä, I. (2011) Pasvik water quality report. Environmental Monitoring Programme in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area. Rovaniemi, Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland (ELY Report 7/2011).
- Rautio, P., Poikolainen, J. (2014) State of the terrestrial environment in the joint Finnish, Norwegian and Russian border area in 2011 on the basis of bioindicators - Final technical report of the Pasvik programme. In *Reports*, 21. Rovaniemi, Finland, Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland (Reports, 4/2014).
- Rambæk, J.P., Steinnes, E. (1980) Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller, IFA (Institutt for atomenergi, Work report A7).
- Reinds, G.J., Groenenberg, J.E., W. de Vries, W. (2006) Critical loads of copper, nickel, zinc, arsenic, chromium and selenium for terrestrial ecosystems at a European scale. A preliminary assessment. Wageningen, Alterra (Alterra-rapport, 1355).
- Rognerud, S. (1990) Sedimentundersøkelser i Pasvikelva høsten 1989. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 401/90).
- Rognerud, S., Dauvalter, V., Fjeld, E., Skjelkvåle, B.L., Christensen, G., Kashulin, A. (2013) Spatial trends of trace-element contamination in recently deposited lake sediment around the Ni-Cu smelter at Nikel, Kola Peninsula, Russian Arctic. *Ambio*, 42, 13.
- Sandanger, T.M., Anda, E., Berglen, T.F., Evenset, A., Christensen, G., Heimstad, E.S. (2013) Health and environmental impacts in the Norwegian border area related to local Russian industrial emissions. Knowledge status. Kjeller, NILU (NILU OR, 40/2013).
- Schartau, A.K., Fjellheim, A., Walseng, B., Skjelkvåle, B.L., Halvorsen, G.A., Skancke, L.B., Saksgård, R., Manø, S., Solberg, S., Jensen, T.C., Høgåsen, T., Hesthagen, T., Aas, W., Garmo, Ø. (2011) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1094/2011, TA-2793/2011). (NIVA-rapport, 6214-2011).
- Schartau, A.K., Sjøeng, A.M.S., Fjellheim, A., Walseng, B., Skjelkvåle, B.L., Halvorsen, G., Raddum, G.G., Skancke, L.B., Saksgård, R., Solberg, S., Høgåsen, T., Hesthagen, T., Aas, W. (2008) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2007. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1036/2008) (TA-2349/2008) (NIVA-rapport, 5666-2008).
- Schjoldager, J. (1979) Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 39/79).
- Schjoldager, J., Semb, A., Hanssen, J.E., Bruteig, I.E., Rambæk, J.P. (1983) Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 55/83).
- Sivertsen, B., Baklanov, A., Hagen, L.O., Makarova, T. (1994) Air pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary Report 1991-1993. Kjeller, NILU (NILU OR, 56/94).
- Sivertsen, B., Hagen, L.O., Hellevik, O., Henriksen, J.F. (1991) Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990-mars 1991. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 69/91).

- Sivertsen, B., Makarova, T., Hagen, L.O., Baklanov, A.A. (1992) Air pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1990-1991. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 8/92).
- Sivertsen, B., Schjoldager, J. (1991) Luftforurensninger i Finnmark fylke. Lillestrøm, NILU (NILU OR, 75/91).
- Sivertsen, T. (1991) Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. Trondheim, Direktoratet for naturforvaltning. (Naturens tålegrenser. Fagrapport 22. DN-notat, 1991-15).
- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo, SFT (SFT-rapport, 92:16).
- Statens forurensningstilsyn (2002) Air pollution effects in the Norwegian-Russian border area. A status report. Oslo, SFT (TA-1860/2002).
- Stebel, K., Christensen, G., Derome, J., Grekelä, I. (eds.) (2007) State of the environment in the Norwegian, Finnish, and Russian border area. Rovaniemi, Lappland Regional Environment Centre (The Finnish Environment, 6/2007).
- Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T. (2011a) Three decades of atmospheric metal deposition in Norway as evident from analysis of moss samples. *Sci. Total Environ.*, 412-413, 351-358.
- Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T., Pfaffhuber, K.A. (2011b) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2010 Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1109/2011. TA-2859/2011) (NILU OR, 60/2011).
- Symon, C. (2008) Pasviksprogrammet oppsummeringsrapport. Miljøtilstanden i grenseområdene mellom Norge, Finland og Russland. Vadsø, Fylkesmannen i Finnmark (Rapport, 1-2008).
- Traaen, T.S., Henriksen, A., Rognerud, S. (1990) Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (NIVA-rapport O-89076) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport, 402/90).
- Traaen, T.S. (1991) Forsuring og tungmetallforurensning i Sør-Varanger. Fremdriftsrapport for 1990. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport, 481/92).
- Traaen, T.S., Henriksen, A., Källqvist, T., Wright, R.R. (1993) Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Vannkjemiske undersøkelser 1986-1992. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport, 511/93).
- Tømmervik, H., Johansen, B., Eira, A.N. (1989) Kartlegging av forurensningsskader på lavbeitene i østre Sør-Varanger reinbeitedistrikt ved hjelp av satelittbilder. Tromsø, FORUT (FORUT Rapport, R 0037).
- Tømmervik, H., Johansen, B.E., Pedersen, J.P. (1995) Monitoring the effects on air pollution terrestrial ecosystems in Varanger (Norway) and Nikel-Pechenga (Russia) using remote sensing. *Sci. Total Environ.*, 160-161, 753-767.
- Tømmervik, H., Johansen, M.E., Pedersen, J.P., Guneriussen, T. (1998) Integration of remote sensed and in-situ data in an analysis of the air pollution effects on terrestrial ecosystems in border areas between Norway and Russia (Russia). *Environ. Monit. Assess.*, 49, 51-85.
- Tømmervik, H., Høgda, K.A., Solheim, I. (2003) Monitoring vegetation changes in Pasvik (Norway) and Pechenga in Kola Peninsula (Russia) using multi-temporal Landsat MSS/TM data. *Rem. Sens. Environ.*, 85, 370-388.
- Vannregionmyndigheten Finnmark (2009) Forvaltningsplan for Finnmark, vannområdene Tana, Neiden og Pasvik for perioden 2010-2015. Vadsø, Vannregionmyndigheten i Finnmark.

- World Health Organization (2006) WHO air quality guidelines global update 2005. Report on a Working Group meeting, Bonn, Germany, 18-20 October 2005. København, WHO.
- Wright, R.F., Traaen, T.S. (1992) Dalelva, Finnmark, northernmost Norway: prediction of future acidification using the MAGIC model. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport, 486/92).
- Ylikörkkö, J., Christensen, G., Kashulin, N., Denisov, D., Andersen, H.J., Jelkänen, E. (eds.) (2015) Environmental challenges in the joint border area of Norway, Finland and Russia. Rovaniemi, Finland, Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland (Reports, 41).
- Aamlid, D., Myking, T. (2010) Forest ecosystem monitoring in the Pasvik River valley and adjoining area. In: *John Derome (1947-2010) Memorial seminar, Rovaniemi 2010*. Vantaa, Finnish Forest Research Institute (Working papers, 180). pp. 19-20. URL: www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp180.pdf
- Aamlid, D., Skogheim, I. (2001) The occurrence of Hypogymnia physodes and Melanelia olivacea lichens on birch stems in northern boreal forest influenced by local air pollution. *Nor. Geogr. Tidsskr.*, 55, 94-98.
- Aas, W., Fiebig, M., Solberg, S., Yttri, K. (2015) Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway, annual report 2014. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-367/2015) (NILU OR, 20/2015).

Vedlegg A

Vind- og konsentrasjonsdata Svanvik og Karpdalen april – september 2014 og oktober 2014 – mars 2015

Vind- og konsentrasjonsdata Svanvik 1. mars - 30. september 2014 (sommer)

Vindretning	Forekomst i %				Vindrose
	Hastighetsklasser vind				
	0,0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s	
30	7,01	8,93	0,44	0	16,37
60	5,05	5,14	0,37	0	10,56
90	2,74	2,31	0,12	0	5,17
120	1,55	0,48	0	0	2,03
150	1,5	0,37	0,02	0	1,89
180	4,52	3,83	0,74	0	9,09
210	5,3	3,99	1,57	0,05	10,91
240	3,11	2,79	1,01	0,09	7,01
270	2,14	1,8	0,76	0,21	4,91
300	3,62	3,18	1,59	0,58	8,97
330	4,98	3,83	0,55	0,05	9,41
360	5,26	3,76	0,23	0	9,25
Stille < 0,4 m/s	4,43	0	0	0	4,43
Total	51,22	40,41	7,4	0,97	100

Vindretning	Gjennomsnittskonsentrasjon i $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
	Hastighetsklasser vind				Snitt	Standardavvik
	0.0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s		
30	6,56	1,91	0,58	-	3,87	0,85
60	21,72	17,04	0,05	-	18,69	2,27
90	43,16	31,05	0,39	-	36,8	5,14
120	38,35	85,22	-	-	49,54	10,34
150	29,37	41,8	20,65	-	31,69	13,33
180	8,58	2,06	0,2	-	5,15	1,8
210	6,21	4,36	0,11	0	4,63	0,77
240	10,56	3,93	0,11	0,71	6,28	1,07
270	6,53	1,45	0	0,52	3,38	0,67
300	2,74	3,98	3,53	3,95	3,4	0,67
330	2,11	0,77	0	2,94	1,44	0,42
360	3,49	0,75	0,9	-	2,32	0,51
Stille $\leq 0,4$	4,63	-	0	0	4,63	1,38
Snitt	10,84	-	0	0	8,55	
Standardavvik	0,98	-	0	0	0,58	

Vind- og konsentrasjonsdata Svanvik 1. oktober 2014 - 31. mars 2015 (vinter)

Vindretning	Forekomst i %				Vindrose
	Hastighetsklasser vind				
	0,0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s	
30	3,78	2,44	0,48	0,36	7,05
60	5,28	3,65	0,51	0,15	9,59
90	1,55	2,77	1,09	0,18	5,58
120	1,14	2,61	1,85	0,15	5,76
150	1,01	2,51	4,62	0,1	8,24
180	0,96	5,43	5,12	0,63	12,15
210	2,92	8,5	2,23	0,08	13,72
240	3,37	9,97	1,4	0,05	14,79
270	1,8	3,75	1,75	0,51	7,81
300	2,03	2,54	2,49	0,84	7,89
330	1,57	1,24	0,94	0,3	4,06
360	1,34	0,94	0,23	0,1	2,61
Stille < 0,4 m/s	0,74	0	0	0	0,74
Total	27,5	46,35	22,7	3,45	100

Vindretning	Gjennomsnittskonsentrasjon i $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
	Hastighetsklasser vind				Snitt	Standardavvik
	0.0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s		
30	15,93	17,73	2,56	0,53	14,86	1,92
60	25,34	26,41	22,94	0	25,22	2,06
90	8,53	34,21	34,6	0	26,08	3,09
120	74,22	5,94	5,38	0	19,14	8,21
150	80,06	2,64	2,13	0,34	11,86	4,4
180	30,56	0,83	1,01	0,58	3,25	1,27
210	3,29	0,67	0,73	1,47	1,24	0,35
240	1,47	1,07	0,11	0,01	1,07	0,25
270	6,28	2,15	0,31	0,31	2,57	0,65
300	19,42	5,71	0,33	0,47	6,99	1,91
330	26,19	0,06	-0,34	0,25	10,11	3,91
360	9,06	0,79	0,09	0,57	4,98	2,01
Stille $\leq 0,4$	2,89	-	0	0	2,89	1,18
Snitt	19,03	-	0	0	9,04	
Standardavvik	2,44	-	0	0	0,73	

Vind- og konsentrasjonsdata Karpdalen 1. mars- 30. september 2014 (sommer)

Vindretning	Forekomst i %				Vindrose
	Hastighetsklasser vind				
	0,0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s	
30	1,67	1,51	0,02	0	3,2
60	2,02	1,51	0,16	0	3,68
90	2,15	1,53	0	0	3,68
120	3,61	2,02	0	0	5,63
150	7,67	3,17	0,39	0	11,24
180	10,22	6,7	3,15	0,25	20,32
210	0,46	0	0	0	0,46
240	0,05	0	0	0	0,05
270	0,07	0	0	0	0,07
300	1,58	1	0,05	0	2,62
330	10,26	11,03	2,55	0,67	24,51
360	5,77	13,88	3,38	0,16	23,19
Stille < 0,4 m/s	1,34	0	0	0	1,34
Total	46,87	42,33	9,71	1,09	100

Vindretning	Gjennomsnittskonsentrasjon i µg/m ³					
	Hastighetsklasser vind				Snitt	Standardavvik
	0.0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s		
30	2,19	1,48	0,62	-	1,85	0,71
60	4,29	0,7	7,05	-	2,95	1,06
90	4,41	0,65	-	-	2,85	1,03
120	14,38	3,43	-	-	10,46	1,97
150	14,88	17,58	9,64	-	15,46	1,45
180	7,22	19,12	7,53	88,78	12,21	1,14
210	11,9	-	-	-	11,9	8,82
240	27,52	-	-	-	27,52 ¹⁾	27,61
270	0,19	-	-	-	0,19	0,12
300	2,22	0,47	0,82	-	1,53	0,33
330	4,89	1,72	2,35	0,84	3,09	0,28
360	4,24	0,98	1,47	1,13	1,86	0,28
Stille <= 0,4	3,5	-	0	0	3,5	0,77
Snitt	7,5	-	0	0	6,42	
Standardavvik	0,5	-	0	0	0,34	

¹⁾ Maksimum, se tekst for diskusjon av disse verdiene

Vind- og konsentrasjonsdata Karpdalen 1. oktober 2014 - 31. mars 2015 (vinter)

Vindretning	Forekomst i %				Vindrose
	Hastighetsklasser vind				
	0,0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s	
30	0,17	0,12	0,02	0	0,32
60	0,3	0,05	0,17	0	0,52
90	0,79	0,12	0,02	0	0,94
120	1,18	0,52	0,05	0,02	1,78
150	5,11	3,01	0,74	0,2	9,06
180	11,26	18,19	11,33	6,94	47,72
210	5,53	12,79	2,67	0,91	21,9
240	1,28	0,79	0,1	0,07	2,25
270	0,32	0,25	0,05	0	0,62
300	1,51	2,02	0,62	0,02	4,17
330	2,72	3,63	1,04	0,44	7,83
360	1,06	0,99	0,35	0,07	2,47
Stille < 0,4 m/s	0,44	0	0	0	0,44
Total	31,67	42,48	17,16	8,69	100

Vindretning	Gjennomsnittskonsentrasjon i µg/m ³					
	Hastighetsklasser vind				Snitt	Standardavvik
	0.0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s		
30	0,27	0,56	-1,21	-	0,27	0,37
60	0,67	20,39	-0,91	-	2,02	2,08
90	9,77	1,83	1,85	-	8,52	7,63
120	19,67	3,58	-0,6	23,98	14,48	5,54
150	26,73	10,82	23,65	12,46	20,88	2,68
180	17,99	15,86	18,52	19,15	17,47	1,09
210	35,35	21,82	1,38	3,87	22	2,2
240	8,78	25,72	63,71	39,57	18,17	4,66
270	33,22	8,03	93,86	-	28 ¹⁾	9,07
300	2,06	0,57	0,6	0,16	1,11	0,42
330	4,09	0,92	0,83	2,85	2,12	0,58
360	2,94	4,14	1,75	1,6	3,21	1,14
Stille <= 0,4	10,21	-	0	0	10,21	7,64
Snitt	19,25	-	0	0	16,31	
Standardavvik	1,69	-	0	0	0,78	

¹⁾ Maksimum, se tekst for diskusjon av disse verdiene

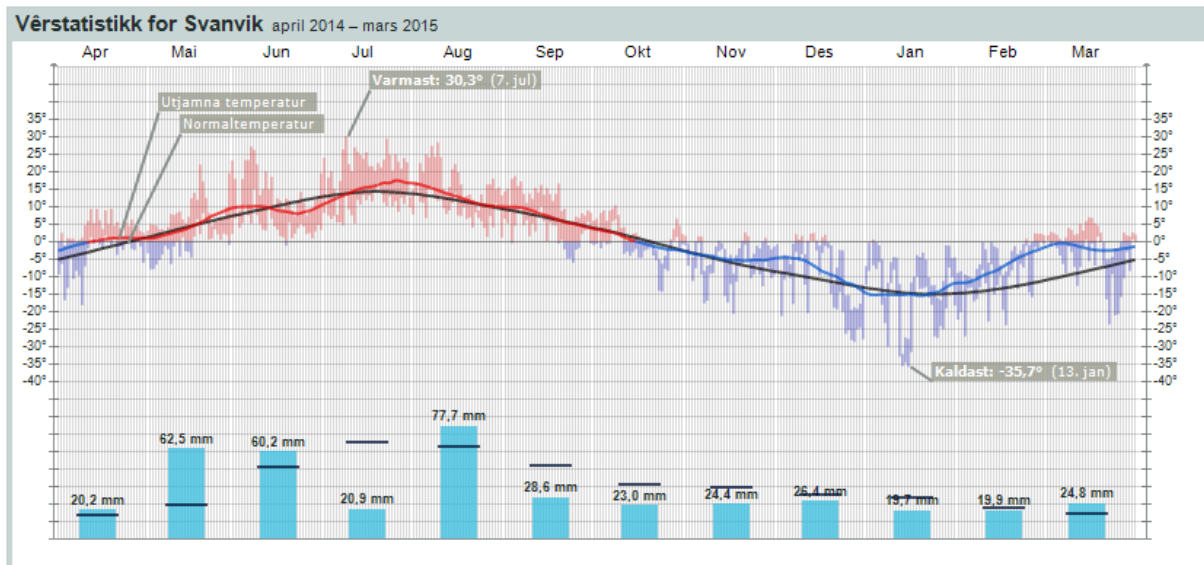
Vedlegg B

Værstatistikk for Svanvik, Nyrud og Kirkenes lufthavn Høybukthoen april 2014 - mars 2015

Dataene er gjengitt med tillatelse fra MET og NIBIO/LMT. Kontaktpersoner Inger Marie Nordin (MET) og Berit Nordskog (NIBIO).

Svanvik:

http://www.yr.no/stad/Noreg/Finmark/S%C3%B8r-Varanger/Svanvik_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html



[Forklaring til grafen.](#)

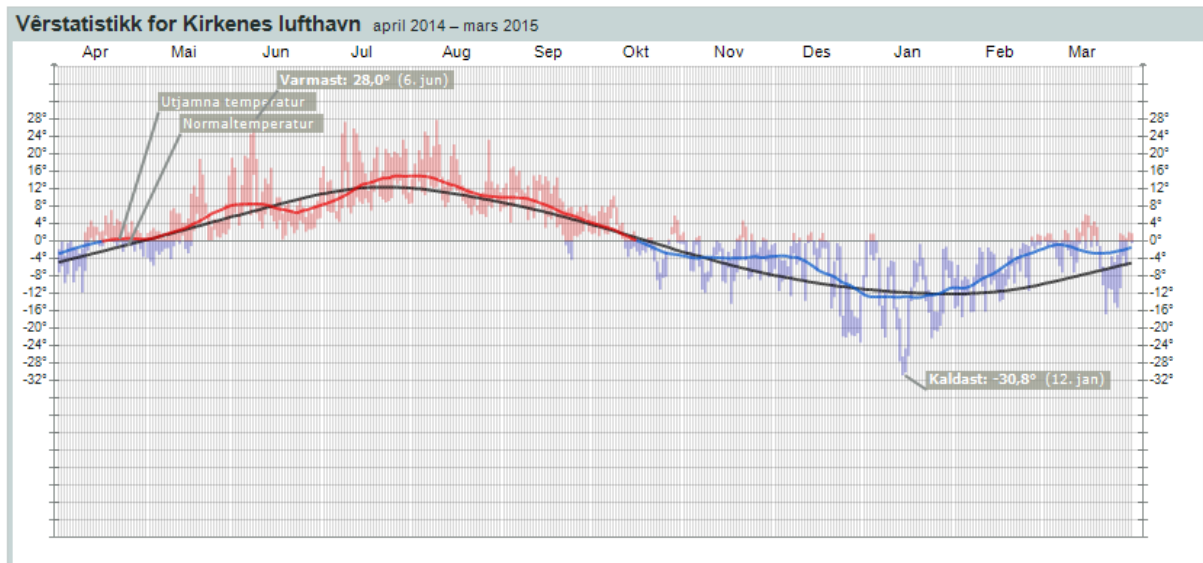
Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

Månader	Temperatur				Nedbør			Vind	
	Gjennomsnitt	Normal	Varmast	Kaldast	Totalt	Normal	Mest på ett døger	Gjennomsnitt	Sterkast vind
mar 2015	-1,9°	-8,0°	7,0° 15. mar	-23,6° 22. mar	24,8 mm	17,0 mm	9,7 mm 20. mar	1,5 m/s	4,6 m/s 28. mar
feb 2015	-6,7°	-13,0°	2,4° 25. feb	-27,0° 1. feb	19,9 mm	21,0 mm	7,1 mm 8. feb		
jan 2015	-14,2°	-14,5°	0,7° 1. jan	-35,7° 13. jan	19,7 mm	28,0 mm	3,8 mm 18. jan	0,6 m/s	
des 2014	-9,3°	-11,0°	2,6° 12. des	-28,6° 26. des	26,4 mm	30,0 mm	4,7 mm 22. des	0,6 m/s	
nov 2014	-4,9°	-6,0°	2,7° 19. nov	-20,6° 15. nov	24,4 mm	35,0 mm	6,6 mm 4. nov		
okt 2014	0,2°	0,5°	10,5° 6. okt	-14,2° 22. okt	23,0 mm	37,0 mm	5,1 mm 28. okt		
sep 2014	6,9°	6,5°	18,8° 2. sep	-6,0° 22. sep	28,6 mm	50,0 mm	6,3 mm 25. sep	3,2 m/s	11,5 m/s 9. sep
aug 2014	12,7°	11,5°	28,5° 7. aug	1,2° 29. aug	77,7 mm	63,0 mm	21,7 mm 20. aug	2,7 m/s	25,3 m/s 20. aug
jul 2014	15,1°	14,0°	30,3° 7. jul	4,7° 6. jul	20,9 mm	66,0 mm	7,5 mm 4. jul	2,0 m/s	5,6 m/s 24. jul
jun 2014	9,4°	10,5°	27,2° 5. jun	-1,1° 17. jun	60,2 mm	49,0 mm	18,7 mm 6. jun	2,1 m/s	6,6 m/s 20. jun
mai 2014	4,2°	4,5°	23,3° 30. mai	-7,9° 2. mai	62,5 mm	23,0 mm	18,5 mm 23. mai	1,9 m/s	6,6 m/s 14. mai
apr 2014	0,1°	-2,0°	9,5° 19. apr	-18,1° 9. apr	20,2 mm	16,0 mm	3,4 mm 28. apr	2,8 m/s	11,0 m/s 5. apr

Kirkenes lufthavn Høybuktaen:

[http://www.yr.no/stad/Noreg/Finnmark/S%C3%B8r-](http://www.yr.no/stad/Noreg/Finnmark/S%C3%B8r-Varanger/Kirkenes_lufthavn_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html)

[Varanger/Kirkenes_lufthavn_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html](http://www.yr.no/stad/Noreg/Finnmark/S%C3%B8r-Varanger/Kirkenes_lufthavn_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html) [URL 07-04-2015]



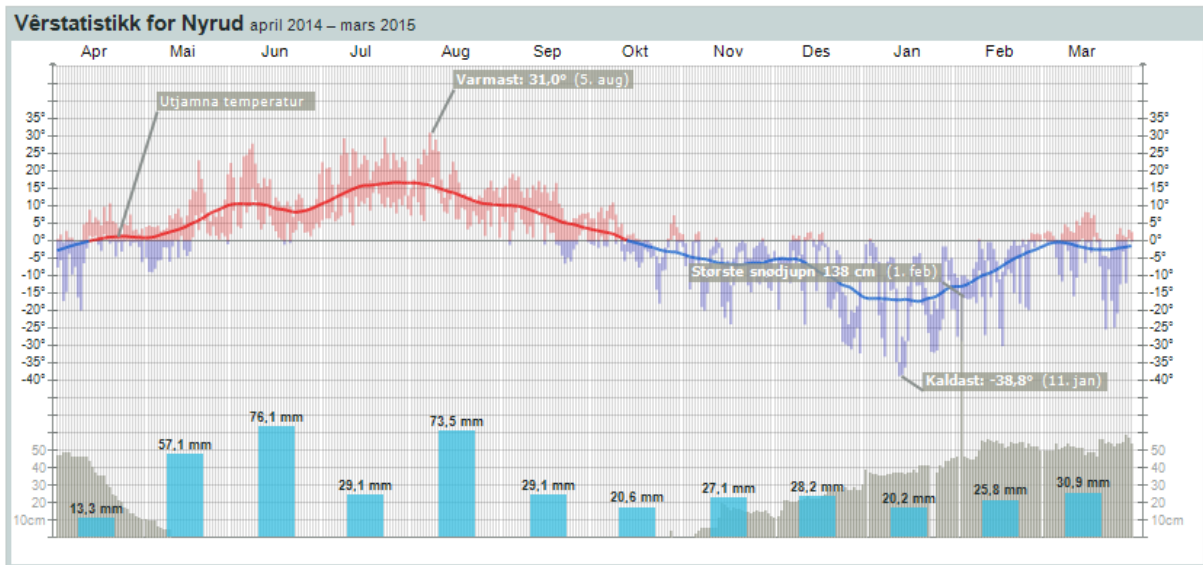
[Forklaring til grafen.](#)

Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

Månader	Temperatur				Vind	
	Gjennomsnitt	Normal	Varmast	Kaldast	Gjennomsnitt	Sterkast vind
mar 2015	-2,3°		6,1° 15. mar	-16,8° 22. mar	6,7 m/s	15,1 m/s 13. mar
feb 2015	-6,2°		1,6° 27. feb	-17,5° 1. feb	6,7 m/s	14,0 m/s 13. feb
jan 2015	-11,9°		1,7° 1. jan	-30,8° 12. jan	4,6 m/s	12,5 m/s 18. jan
des 2014	-7,7°		2,0° 12. des	-23,3° 29. des	4,6 m/s	14,2 m/s 7. des
nov 2014	-3,9°		4,7° 19. nov	-14,4° 15. nov	5,4 m/s	20,8 m/s 4. nov
okt 2014	0,4°		10,4° 6. okt	-11,1° 22. okt	4,7 m/s	12,9 m/s 23. okt
sep 2014	7,7°		17,1° 2. sep	-4,3° 22. sep	4,8 m/s	13,7 m/s 26. sep
aug 2014	12,4°		27,8° 7. aug	5,5° 24. aug	3,1 m/s	11,0 m/s 4. aug
jul 2014	13,0°		27,4° 7. jul	4,4° 5. jul	3,9 m/s	10,3 m/s 25. jul
jun 2014	7,8°		28,0° 6. jun	0,4° 16. jun	4,5 m/s	12,5 m/s 20. jun
mai 2014	3,6°		19,1° 30. mai	-5,6° 3. mai	4,1 m/s	10,3 m/s 18. mai
apr 2014	-0,6°		7,1° 19. apr	-11,8° 9. apr	5,9 m/s	18,6 m/s 5. apr

Nyrud:

http://www.yr.no/stad/Noreg/Finmark/S%C3%B8r-Varanger/Nyrud_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html [URL 07-04-2015].



[Forklaring til grafen.](#)

Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

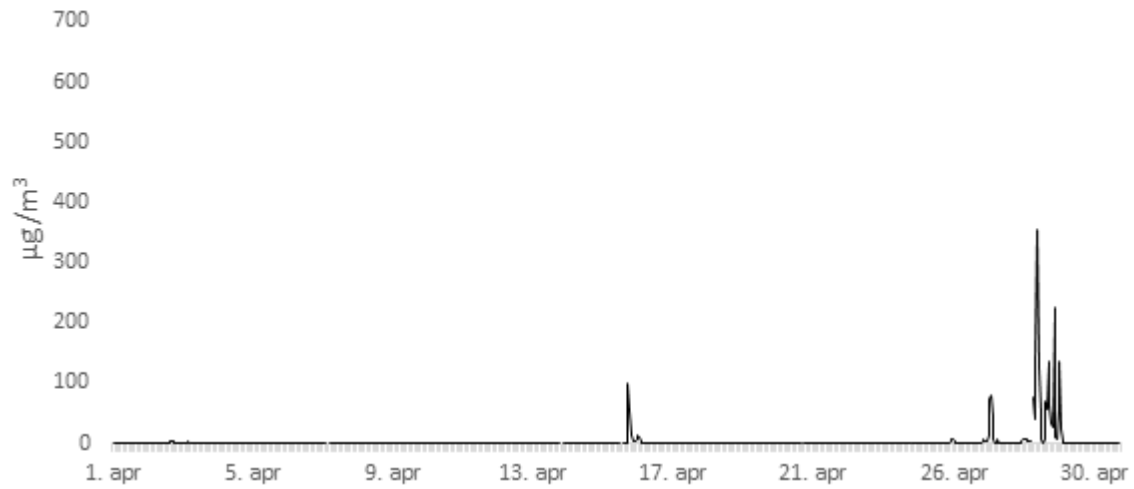
Månader	Temperatur				Nedbør		
	Gjennomsnitt	Normal	Varmast	Kaldast	Totalt	Normal	Mest på ett døger
mar 2015	-2,0°		8,3° 15. mar	-25,4° 22. mar	30,9 mm		9,3 mm 20. mar
feb 2015	-7,2°		2,2° 25. feb	-30,2° 15. feb	25,8 mm		10,1 mm 8. feb
jan 2015	-15,9°		0,7° 1. jan	-38,8° 11. jan	20,2 mm		3,5 mm 2. jan
des 2014	-9,9°		2,6° 12. des	-32,2° 29. des	28,2 mm		5,8 mm 3. des
nov 2014	-6,5°		2,7° 4. nov	-23,9° 15. nov	27,1 mm		8,0 mm 12. nov
okt 2014	-0,2°		11,0° 6. okt	-18,0° 22. okt	20,6 mm		7,0 mm 28. okt
sep 2014	6,8°		19,2° 2. sep	-6,5° 20. sep	29,1 mm		9,1 mm 25. sep
aug 2014	13,3°		31,0° 5. aug	0,9° 29. aug	73,5 mm		17,2 mm 20. aug
jul 2014	15,4°		29,6° 21. jul	4,4° 10. jul	29,1 mm		7,9 mm 12. jul
jun 2014	9,8°		27,9° 6. jun	-1,1° 17. jun	76,1 mm		19,1 mm 13. jun
mai 2014	4,5°		23,1° 19. mai	-9,0° 3. mai	57,1 mm		18,9 mm 21. mai
apr 2014	0,0°		10,8° 19. apr	-19,9° 9. apr	13,3 mm		1,5 mm 15. apr

Vedlegg C

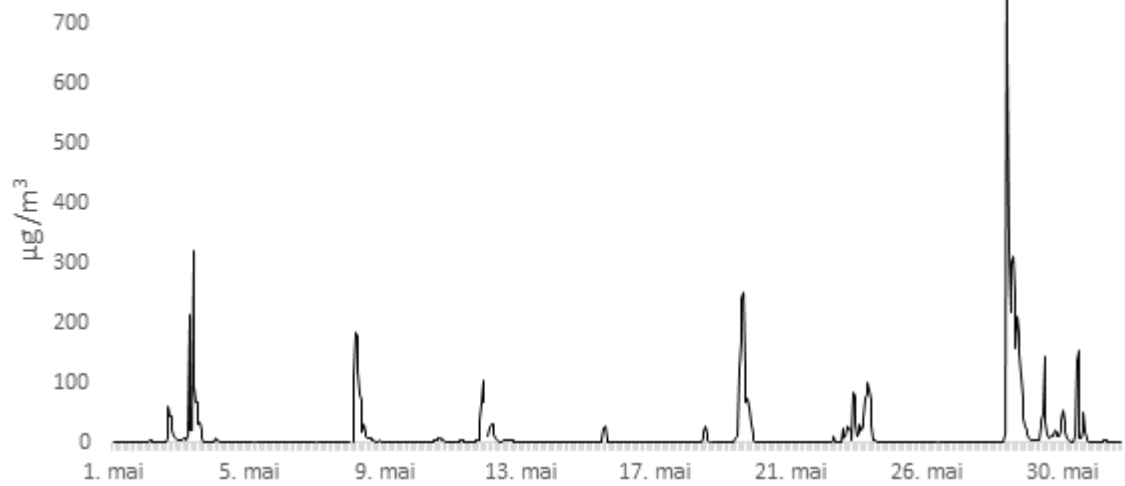
Plott av timemiddelverdier av SO₂, april 2014 - mars 2015

Timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik april - juni 2014.

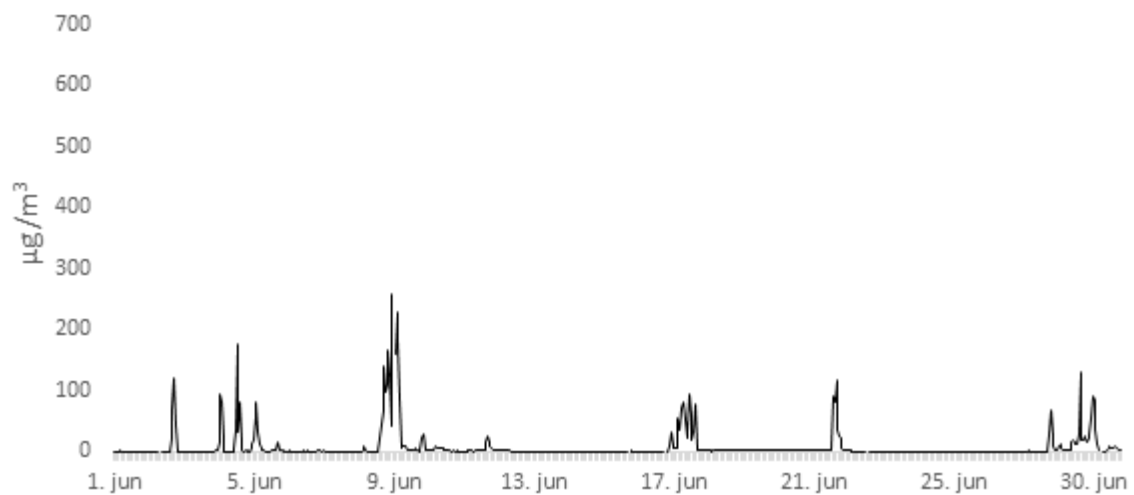
SO₂ - Svanvik april 2014



SO₂ - Svanvik mai 2014

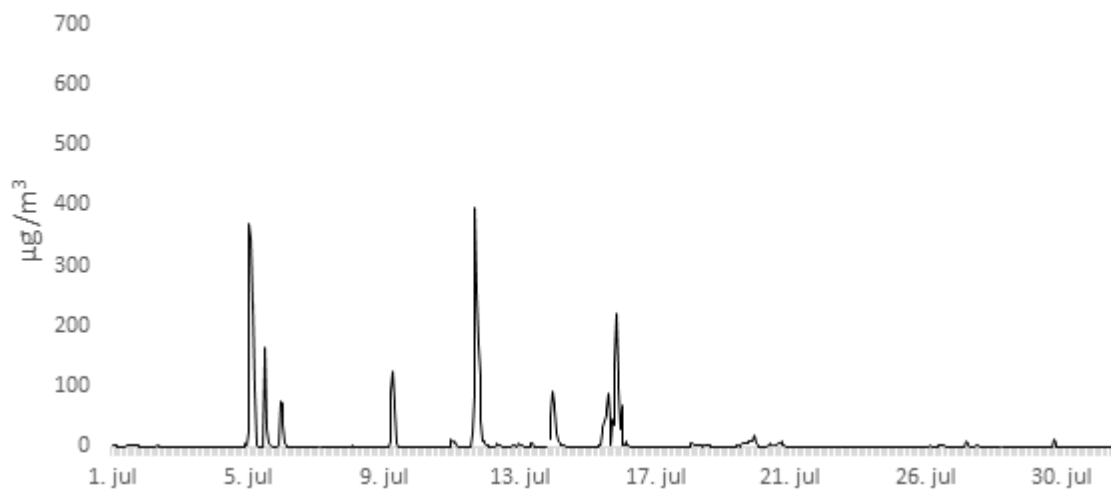


SO₂ - Svanvik juni 2014

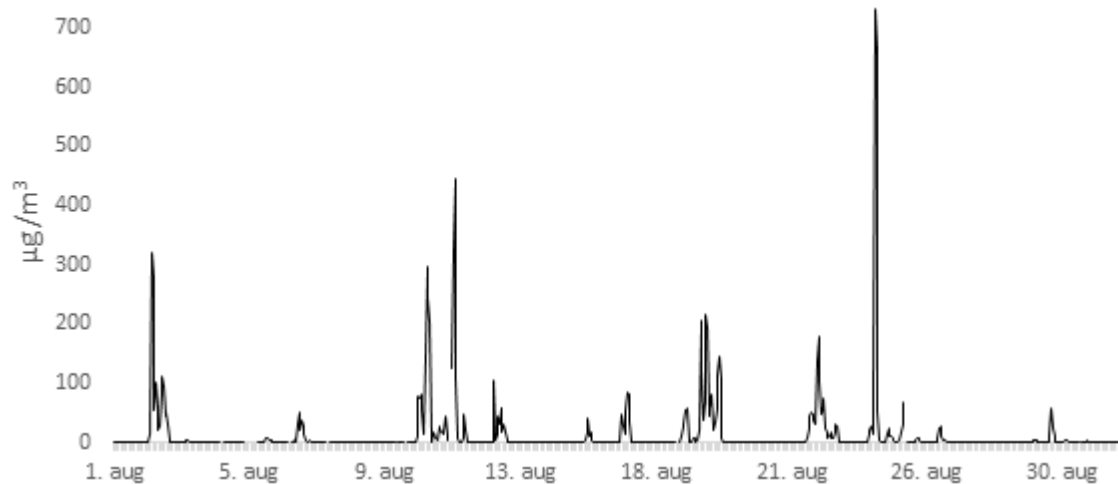


Timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik juli - september 2014.

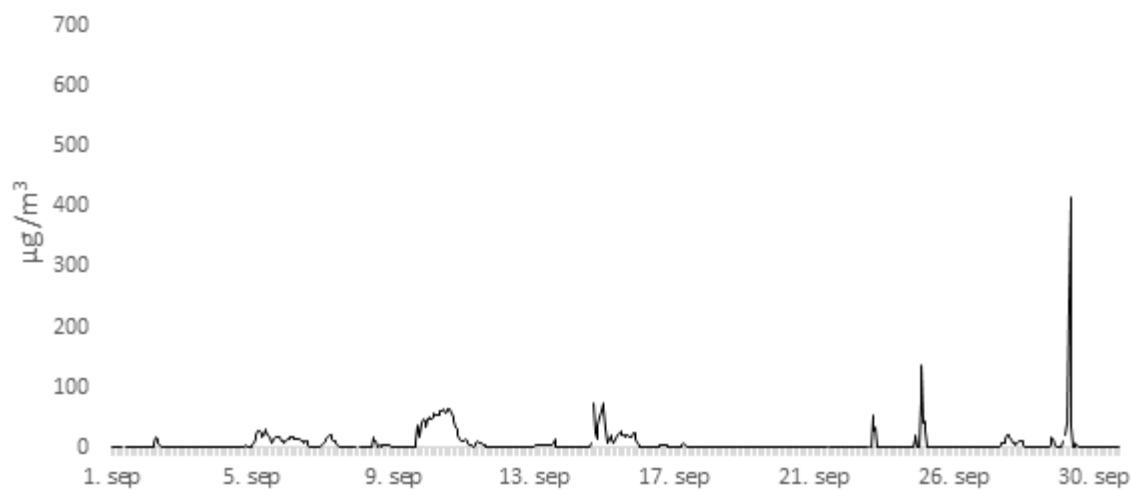
SO₂ - Svanvik juli 2014



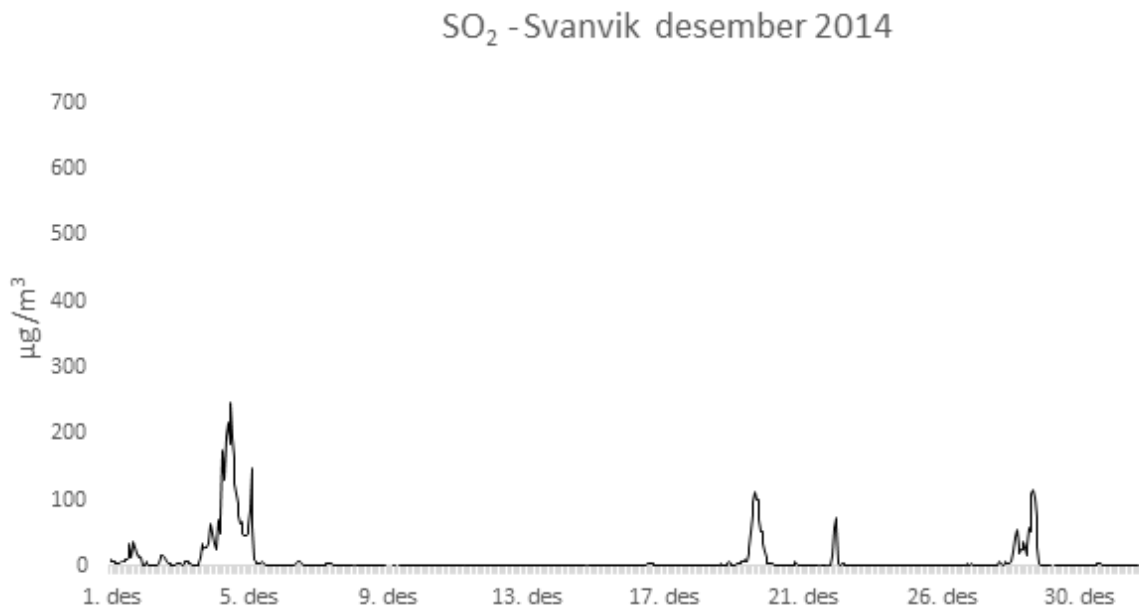
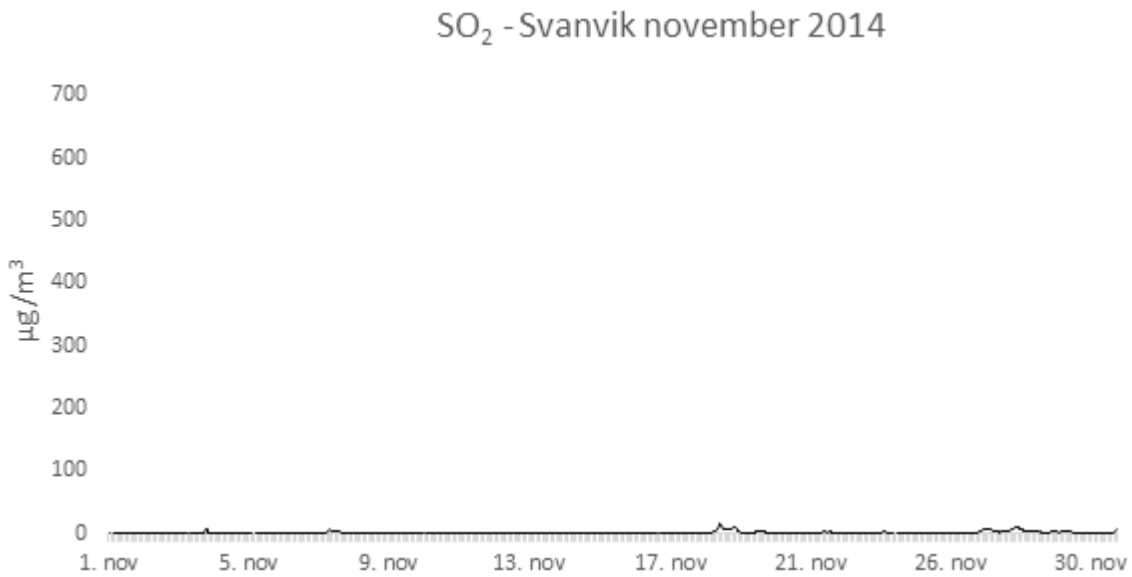
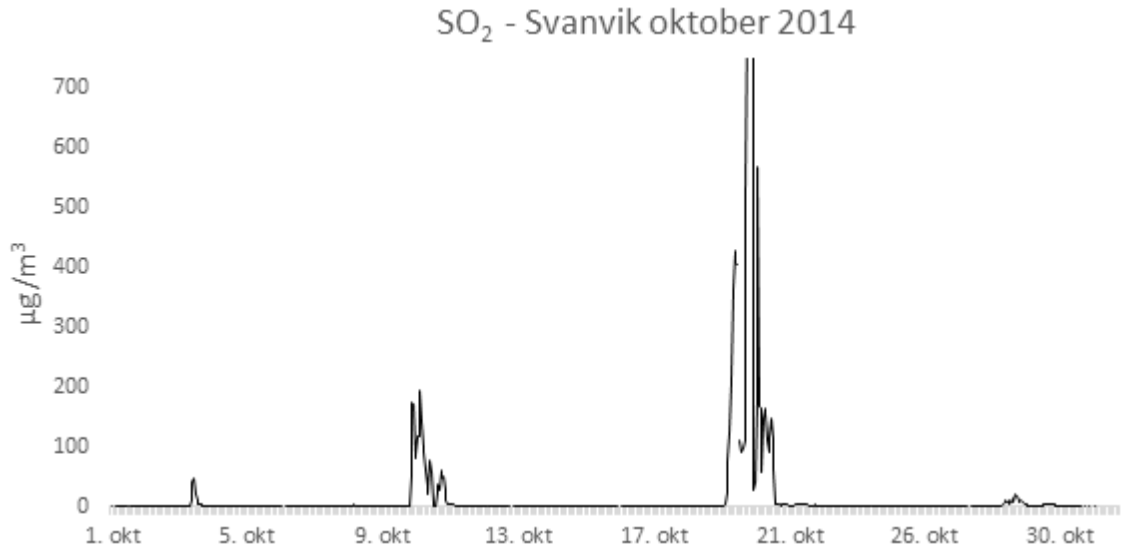
SO₂ - Svanvik august 2014



SO₂ - Svanvik september 2014

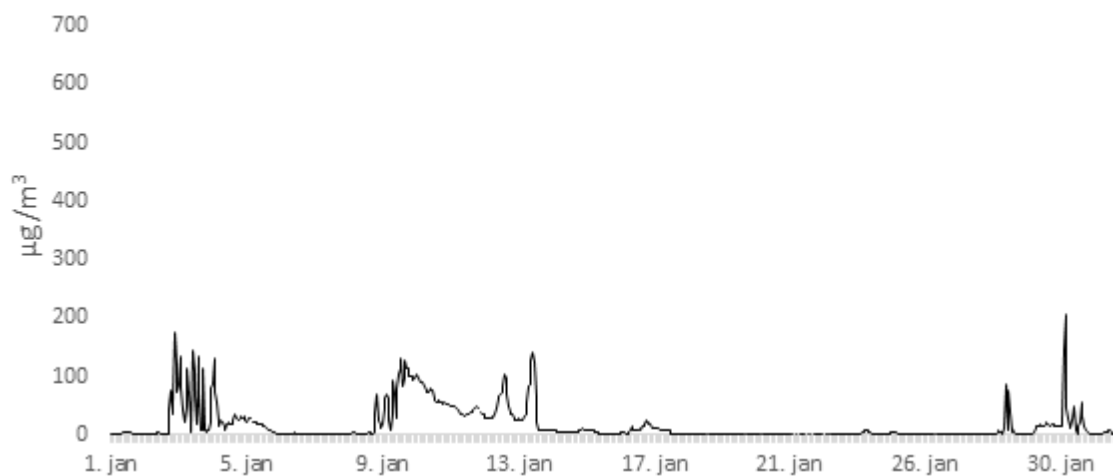


Timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik oktober - desember 2014.

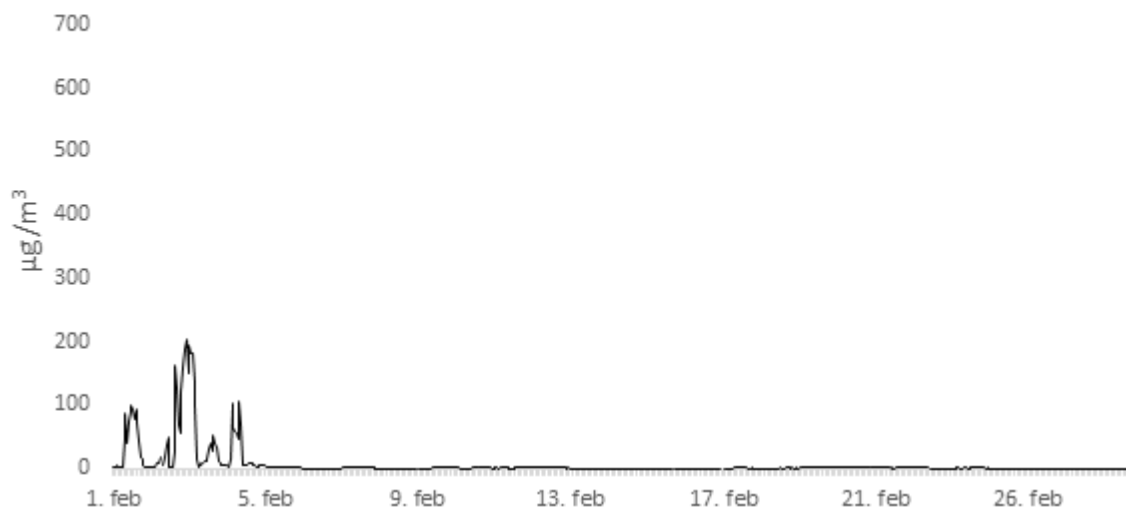


Timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik januar - mars 2015.

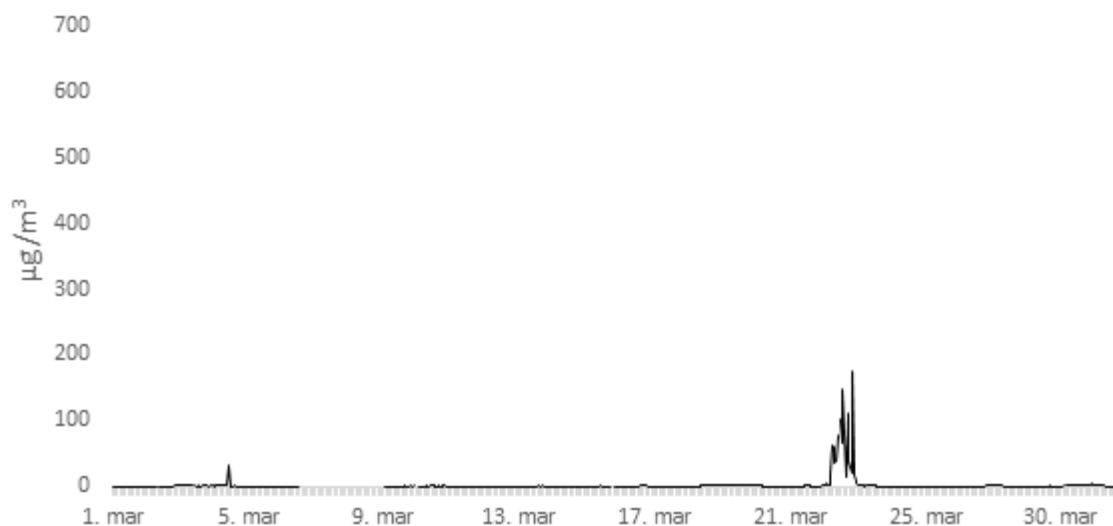
SO₂ - Svanvik januar 2015



SO₂ - Svanvik februar 2015

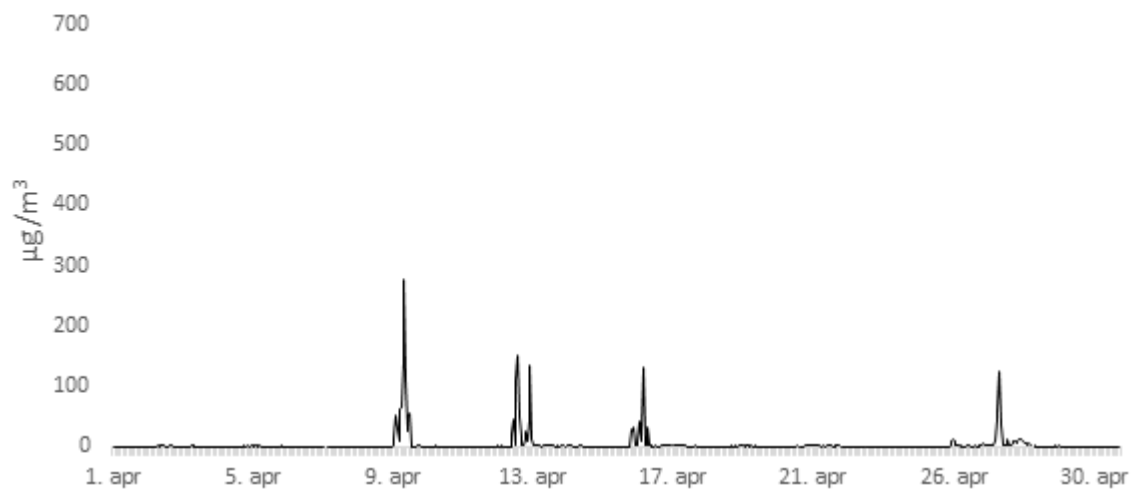


SO₂ - Svanvik mars 2015

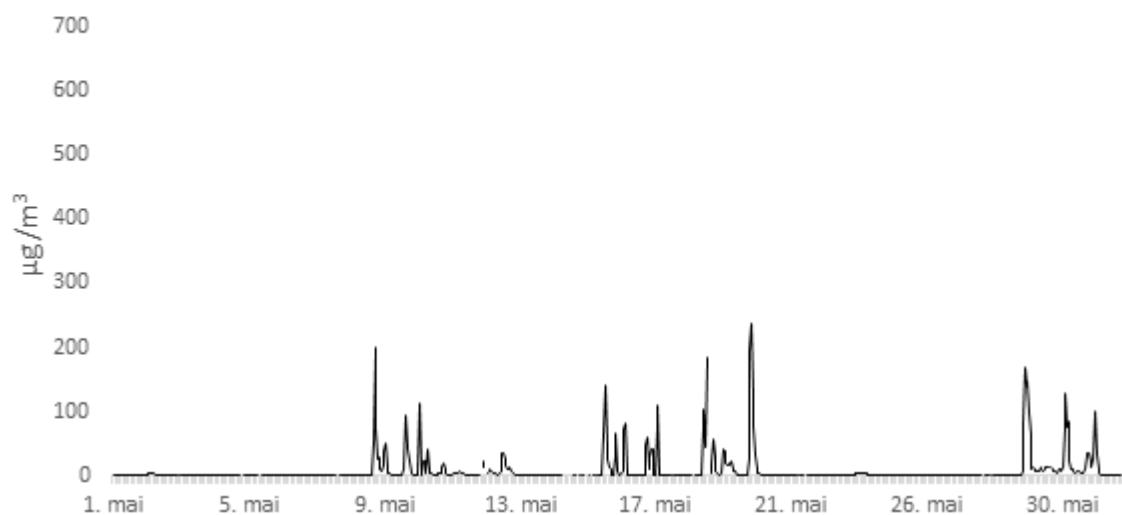


Timemiddelverdier av SO₂ i Karpdalen april - juni 2014.

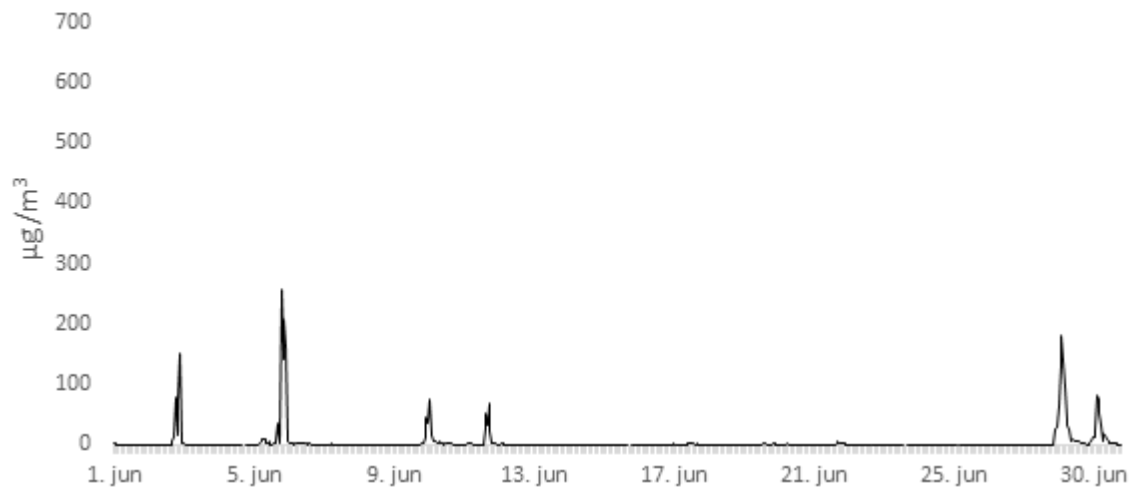
SO₂ - Karpdalen april 2014



SO₂ - Karpdalen mai 2014

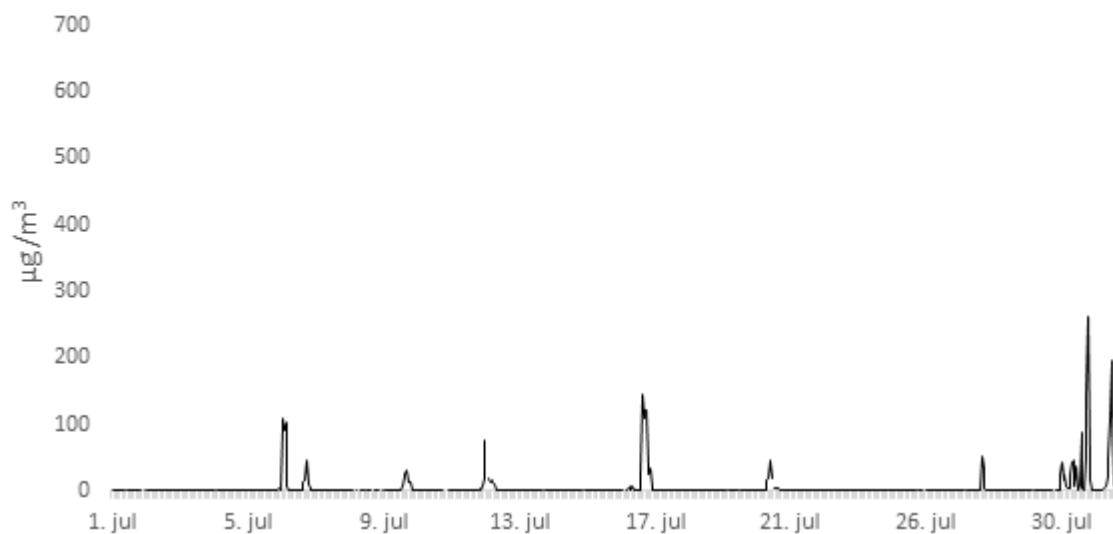


SO₂ - Karpdalen juni 2014

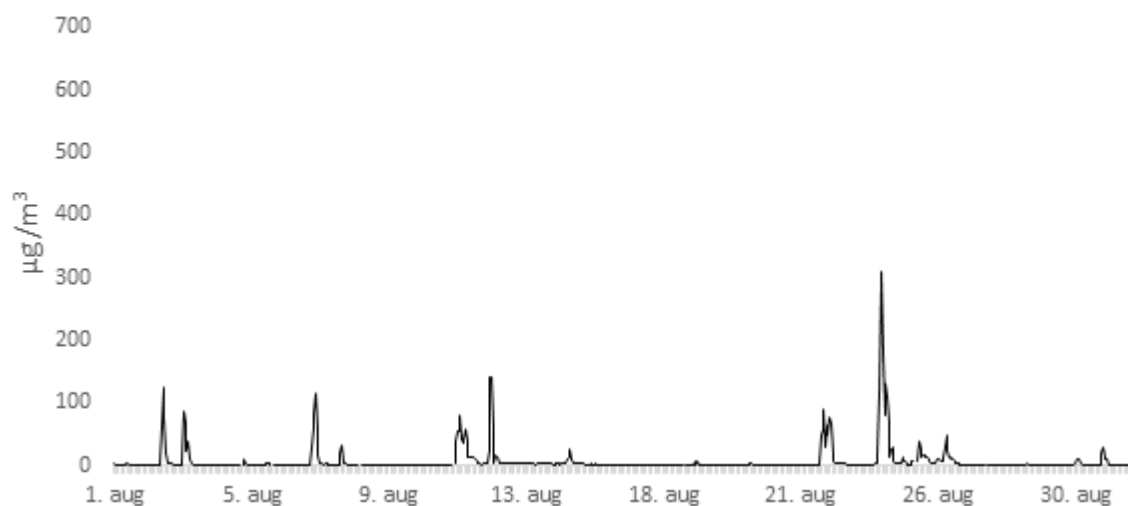


Timemiddelverdier av SO₂ i Karpdalen juli - september 2014.

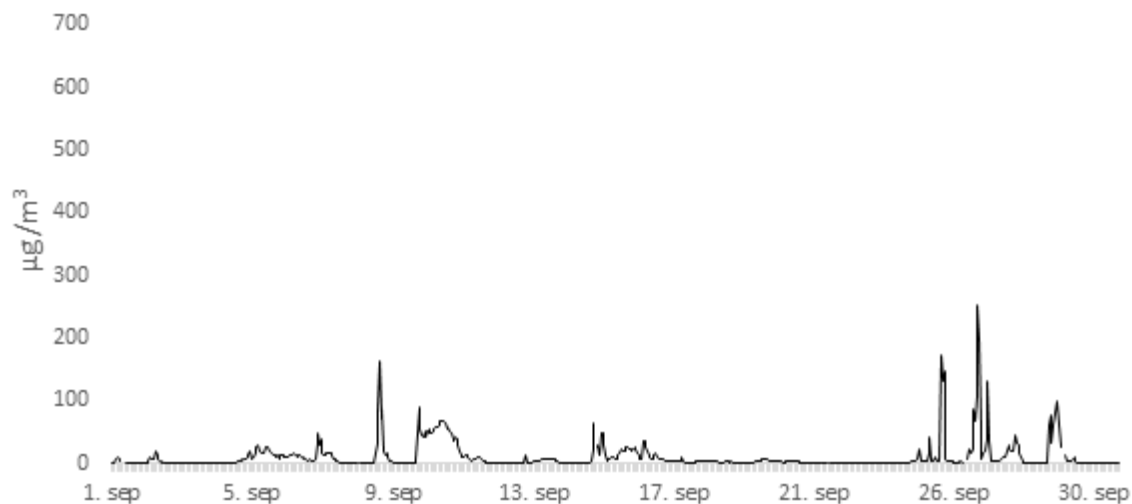
SO₂ - Karpdalen juli 2014



SO₂ - Karpdalen august 2014

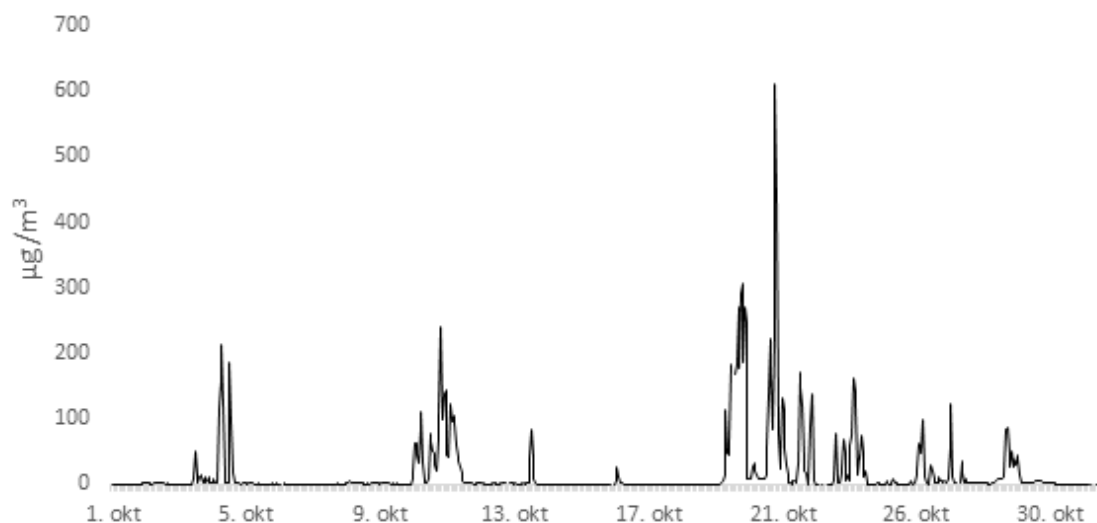


SO₂ - Karpdalen september 2014

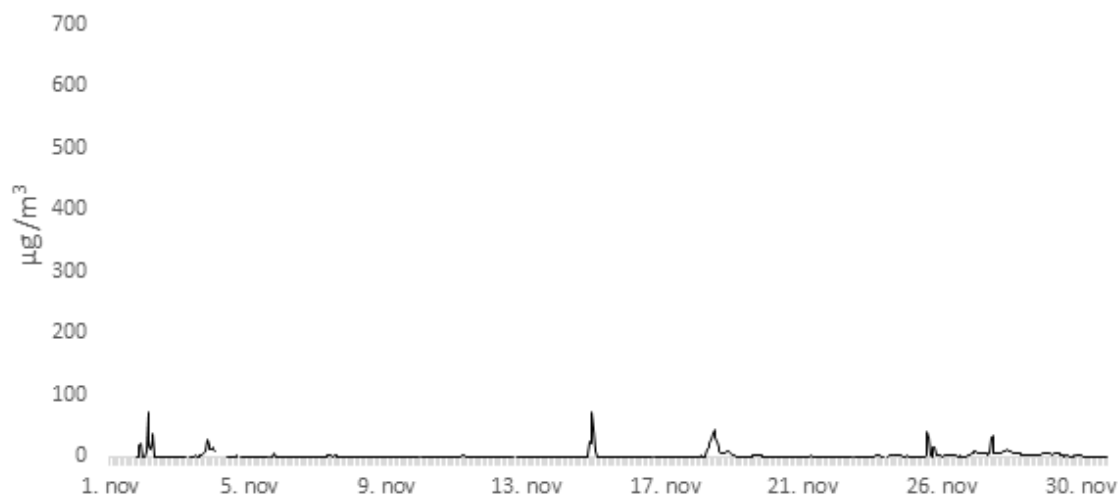


Timemiddelverdier av SO₂ i Karpdalen oktober - desember 2014.

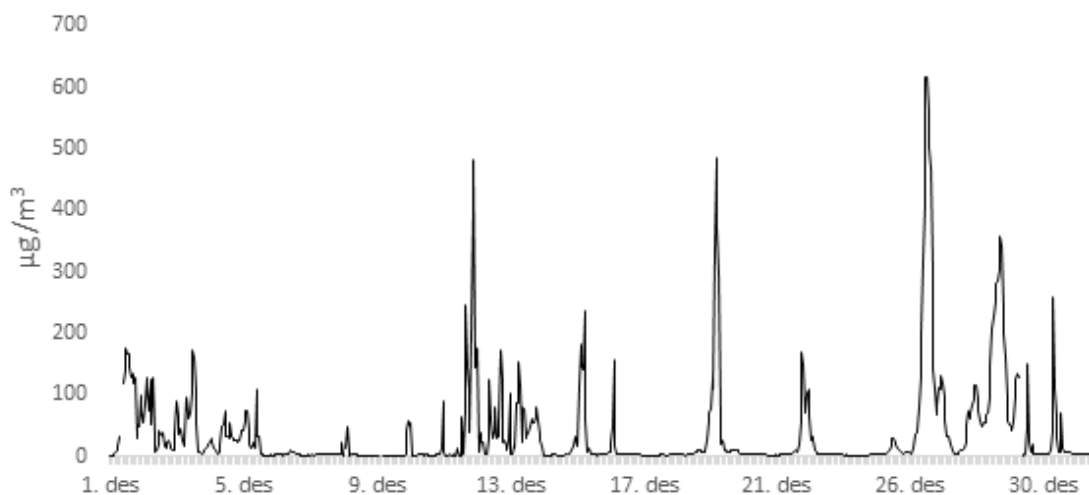
SO₂ - Karpdalen oktober 2014

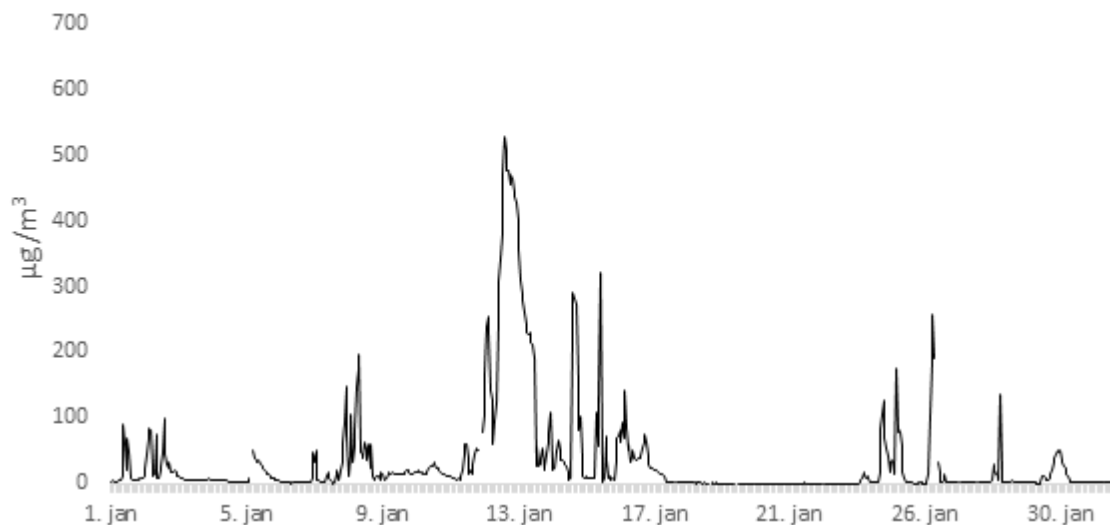
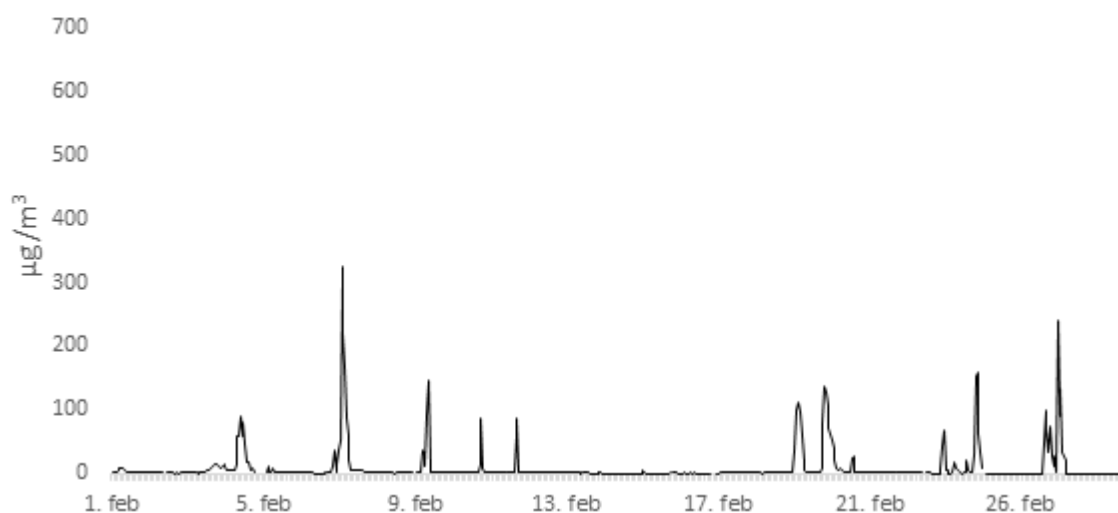
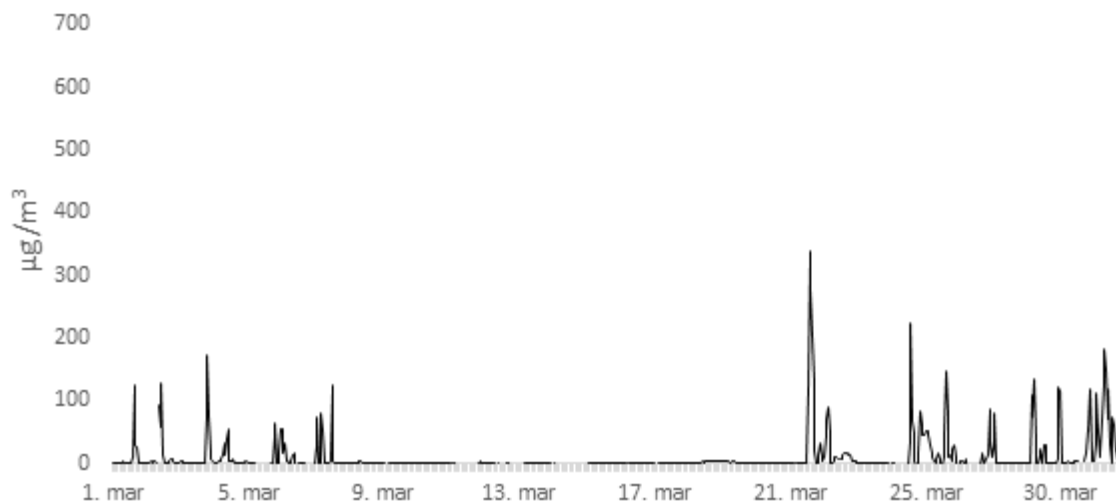


SO₂ - Karpdalen november 2014



SO₂ - Karpdalen desember 2014



Timemiddelverdier av SO₂ i Karpdalen januar - mars 2015.SO₂ - Karpdalen januar 2015SO₂ - Karpdalen februar 2015SO₂ - Karpdalen mars 2015

Miljødirektoratet

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

E-post: post@miljodir.no

Nett: www.miljodirektoratet.no

Post: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Grensesvingen 7, 0661 Oslo

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

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

Vi gjennomfører og gir råd om utvikling av klima- og miljøpolitikken. Vi er faglig uavhengig. Det innebærer at vi opptrer selvstendig i enkeltsaker vi avgjør, når vi formidler kunnskap eller gir råd. Samtidig er vi underlagt politisk styring.

Våre viktigste funksjoner er at vi skaffer og formidler miljøinformasjon, utøver og iverksetter forvaltningsmyndighet, styrer og veileder regionalt og kommunalt nivå, gir faglige råd og deltar i internasjonalt miljøarbeid.