



MILJØ-
DIREKTORATET

RAPPORT

M-204/2014

Grenseområdene Norge-Russland

Luft- og nedbørkvalitet, april 2013-mars 2014



Forsidebilde: Birgitte Wisur Olsen, Sør-Varanger avis. Smelteverket i Nikel sett østfra med Norge i bakgrunnen. Smelteverket ligger nord for selve byen. Det er utslipp både fra de tre pipene og fra smeltehallen/bygningene, såkalte diffuse utslipp. Bildet er tatt i mars 2014.

Forord

NILU - Norsk institutt for luftforskning har overvåket luftkvaliteten i grenseområdene siden 1974. Hensikten med måleprogrammet er å kartlegge forekomst og omfang av luftforurensninger fra smelteverkene på russisk side og deres virkninger på miljøet.

I 1988 fikk NILU i oppdrag fra daværende Statens forurensningstilsyn (SFT) å planlegge en større undersøkelse av forurensningssituasjonen i Sør-Varanger. I perioden 1.10.1988-31.3.1991 gjennomførte NILU en omfattende undersøkelse av luftkvalitet, nedbørkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon i området, den såkalte basisundersøkelsen. Fra 1991 til 2008 ble omfanget av måleprogrammet på norsk og russisk side gradvis redusert, og har nå karakter av et mer langsiktig overvåkingsprogram som bør pågå fram til utslippene fra nikkel-smelteverkene på russisk side er vesentlig redusert.

Dagens måleprogram finansieres av Miljødirektoratet og Klima- og miljødepartementet (KLD)¹. Norge finansierer og utfører kun målinger på norsk side av grensen. I 2008 ble måleprogrammet utvidet idet målingene av svoveldioksid (SO₂) og meteorologi i Karpdalen ble gjenopptatt. I tillegg ble det bevilget midler til målinger av tungmetaller i svevestøv på Svanvik. Sommeren 2009 ble det også utplassert passive prøvetakere for målinger av SO₂ på Viksjøfjell, måleresultatene for disse tas også med i denne rapporten. Høsten 2011 ble det startet målinger av tungmetaller i svevestøv i Karpdalen, målinger av tungmetaller i nedbør ble startet sommeren 2013. Utvidelsene av måleprogrammet de senere år er fornuftige og det er nå to likeverdige stasjoner på Svanvik og i Karpdalen som måler meteorologi, SO₂ og tungmetaller kontinuerlig. Målingene gir et bedre bilde av forurensningssituasjonen i grenseområdene nå enn tidligere.

Medforfatterne har på ulike måter bidratt i prosjektet og til rapporten. I tillegg bør nevnes Rolf Haugen som har brukt mye tid og energi på databehandling og Berit Frogner og Arve Bjerke som har gjort analyser. Intern kvalitetssikring er utført av Claudia Hak, korrekturleser er Elisabeth Basteson. De lokale stasjonsholderne, Bioforsk Jord og Miljø, Svanhovd (hovedsakelig Bård Spachmo), Leif Vonka i Karpdalen, Roy Hallonen i Karpbukta og Forsvaret (Viksjøfjell) gjør alle en god jobb og takkes for grundig feltarbeid. Kontaktpersoner hos Miljødirektoratet, Tor Johannessen og Anne Berteig takkes for godt samarbeid. Likeledes er konstruktive innspill fra Sigmund Guttu nyttige. Kontaktpersoner i Klima- og miljødepartementet, Jan Thompson og Ingrid Lillehagen takkes for entusiasme og ivrige kommentarer.

Alle ved Bioforsk Jord og Miljø og Strålevernet på Svanhovd takkes for godt samarbeid og mange gode diskusjoner. Herværende årsrapport dekker perioden 1.4.2013-31.3.2014. Rapporten er bygget over samme lest som tidligere rapporter. Som tidligere år er sammendrag oversatt til russisk, det er også et kortfattet sammendrag på engelsk.

NILU, Svanvik, august 2014

Tore Flatlandsmo Berglen
Seniorforsker, prosjektleder

¹ 1. januar 2014 skiftet Miljøverndepartementet navn til Klima- og miljødepartementet.

Innhold

Forord	1
Innhold	3
1. Sammenheng	5
2. Резюме	9
3. Summary	13
4. Innledning	17
4.1 Historikk	17
4.2 Utslipp	17
4.3 Dagens situasjon	21
4.4 Miljøeffekter	22
5. Måleprogram og grenseverdier	24
5.1 Måleprogram	24
5.2 Målinger april 2013 - mars 2014	24
5.3 Grenseverdier fra EUs luftkvalitetsdirektiver og norske luftkvalitetskriterier	27
6. Måleresultater meteorologi	30
6.1 Vindmålinger	31
6.2 Temperatur	34
6.3 Luftens relative fuktighet	35
6.4 Atmosfærisk stabilitet	35
6.5 Nedbørmålinger	36
7. Måleresultater svoveldioksid (SO ₂)	37
7.1 Måleperiode 1. april 2013 - 31. mars 2014	37
7.1.1 Svanvik	39
7.1.2 Karpdalen	42
7.1.3 Viksjøfjell	45
7.1.4 Konsentrasjonsvindroser	48
7.2 Analyse av SO ₂ -målinger over flere år	51
7.2.1 Måleprogrammets omfang	51
7.2.2 Variasjon fra år til år av enkelte nøkkelparametre	53
7.2.3 Timemiddelverdier	56
7.2.4 Døgnmiddelverdier - grenseverdi 125 µg/m ³	57
7.2.5 Døgnmiddelverdier - øvre og nedre vurderingsterskel	58
7.2.6 Års- og vinterhalvårsmiddelverdier	58
8. Måleresultater tungmetaller i svevestøv	60
9. Måleresultater hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør	66
9.1 Nedbørmengde	67
9.2 Konsentrasjon i nedbør	67
9.3 Våtavsetning	69
10. Referanser og annet relevant stoff om forurensning i grenseområdene mellom Norge og Russland	75
10.1 Internettsteder	75
10.2 Litteratur	77
Vedlegg A Vind- og konsentrasjons data Svanvik og Karpdalen april - september 2013 og oktober 2013 - mars 2014	83
Vedlegg B Plott av timemiddelverdier av SO ₂ , april 2013 - mars 2014	89

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 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. Pasvikdalen 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 smelteverkene nærrområder og utslippene transporteres til Norge ved østlig og sørlig vind i og med at Nikel og Zapoljarnij ligger få kilometer fra den norske grensen.

De kontinuerlige registreringene av SO₂ sammenholdt med vindretning viser klart at anleggene i Nikel og Zapoljarnij er hovedkildene til SO₂ i grenseområdene. En samlet analyse av SO₂-forurensningen i grenseområdene i perioden 1974-2012 viser at utslippene (og konsentrasjonene) nådde et maksimum på slutten av 1970-tallet/begynnelsen av 1980-tallet. Siden den gang har utslippene og de målte konsentrasjonene blitt redusert. Utslippene av SO₂ er nå rundt ¼ av hva de var for 35 år siden.

Måleprogram

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

I perioden april 2013-mars 2014 omfattet målingene på norsk side av grensen følgende stasjoner; Svanvik, Karpdalen, Karpbukt og Viksjøfjell. På Svanvik måles SO₂ (monitor), meteorologiske forhold, samt tungmetaller i svevestøv og nedbør. Karpdalen ved Jarfjord måler SO₂ (monitor) og meteorologi, samt tungmetaller i svevestøv og tungmetaller i nedbør fra august 2013. I Karpbukt måles hovedkomponenter i nedbør. I tillegg er det utplassert passive prøvetakere for måling av langtidsmidler 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. Målingene av SO₂ er åpent tilgjengelige. I herværende rapport presenteres data fra målingene som NILU gjør på oppdrag fra norske myndigheter, det vil si målestasjonene på norsk side.

Luftkvalitet SO₂

En oppsummering av måleresultatene for SO₂ i perioden 1. april 2013-31. mars 2014 er gitt i Tabell 1. Målingene viser at miljøbelastningen av SO₂ var høyere i sommersesongen 2013 og lavere i vintersesongen 2013/14 enn forrige måleperiode. Dette gjelder for sesongmidler, døgnmiddelkonsentrasjoner (gjennomsnitt over et døgn) og timemiddelkonsentrasjoner (gjennomsnitt over en time).

Tabell 1: Viktige nøkkeltall for SO₂ fra målingene 1. april 2013-31. mars 2014.

Parameter	Svanvik	Karpdalen
Høyeste 10-minuttersverdi µg/m ³	1113	862
Høyeste timemiddelverdi µg/m ³	744	714
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ sommer	9	10
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ vinter	5	4
Høyeste døgnmiddel sommer µg/m ³	130	119
Høyeste døgnmiddel vinter µg/m ³	100	164
Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³	1	1
Middelverdi sommer µg/m ³	8,7	11,0
Middelverdi vinter µg/m ³	7,3	18,3

Den norske grenseverdien for timemiddelverdi av SO₂ er 350 µg/m³ og denne kan overskrides 24 ganger per kalenderår. På Svanvik var det 14 timemiddelverdier over 350 µg/m³ i rapporteringsperioden april 2013 - mars 2014 og 15 i kalenderåret 2013. Karpdalen hadde 14 timemiddelverdier over 350 µg/m³ i rapporteringsperioden og likeledes 15 i kalenderåret 2013. Det vil si at norsk grenseverdi for timemiddel ble overholdt i 2013.

For døgn er den norske grenseverdien for SO₂ 125 µg/m³ og denne kan overskrides tre ganger per kalenderår. På Svanvik var det en døgnmiddelverdi over 125 µg/m³ i rapporteringsperioden april 2013 - mars 2014 og to i kalenderåret 2013. Karpdalen hadde en døgnmiddelverdi over 125 µg/m³ i rapporteringsperioden og to i kalenderåret 2013. Det vil si at norsk grenseverdi for døgnmiddel ble overholdt i 2013.

Den norske grenseverdien for et kalenderår og for vinterperioden (1. oktober-31. mars), satt for virkning på økosystemer, er 20 µg/m³. For kalenderåret 2013 ble grenseverdien for årsmiddel ikke overskredet, verken på Svanvik (årsmiddel 7,6 µg/m³) eller i Karpdalen (årsmiddel 15,6 µg/m³). Heller ikke vinteren 2013/14 ble grensen overskredet, verken på Svanvik (sesongmiddel 7,3 µg/m³) eller i Karpdalen (sesongmiddel 18,3 µg/m³). Målinger med passive prøvetakere på Viksjøfjell viser høye gjennomsnittsverdier, middelverdi for måleperioden april 2013 - mars 2014 var omlag 27 µg/m³, analysert vintermiddel 2013/14 var rundt 25 µg/m³. Det skal dog bemerkes at det var en 14-dagers periode uten prøvetaking, samt fire perioder hvor brikkene ble våte. Det gjør at målt vintermiddel er en underestimert av reelt nivå.

Luftkvalitet tungmetaller

Fra oktober 2008 måles det også tungmetaller i svevestøv/luft på Svanvik (Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co og Cr, V og Al²). I november 2011 ble det igangsatt målinger av tungmetaller i svevestøv/luft i Karpdalen. Begge stasjoner måler nå ukeprøver. Middelkonsentrasjonen 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).

Tabell 2: Middelverdier av metaller i luft på Svanvik og i Karpdalen sommerhalvåret 2013, vinterhalvåret 2013/14, samt kalenderåret 2013.

Stasjon	Periode	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
Svanvik	April – september 2013	10,67	2,27	10,25	0,44
	Oktober 2013 – mars 2014	6,77	1,70	6,87	0,25
	Kalenderår 2013	9,79	2,02	9,25	0,37
Karpdalen	April – september 2013	12,91	2,56	12,12	0,52
	Oktober 2013 – mars 2014	7,82	3,66	8,94	0,30
	Kalenderår 2013	17,95	4,44	16,62	0,66

²Pb: 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.

Målsetningsverdier ("target value") for tungmetaller er 20 ng/m³ for nikkel og 6 ng/m³ for arsen gitt som årsmiddel (gjeldende fra 1. januar 2013). Målsetningsverdiene ble overholdt i 2013 både på Svanvik og i Karpdalen.

Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet ble målt på Svanvik og Karpbukt i sommerhalvåret 2013 og i vinterhalvåret 2013/14, samt i Karpdalen fra august 2013. Prøvene fra Karpbukt analyseres med hensyn på hovedkomponenter³, mens prøvene fra Svanvik og Karpdalen bare analyseres med hensyn på tungmetaller/elementer.

Samlet nedbør var 284 mm på Svanvik og 463 mm i Karpbukt. Det falt mindre nedbør på Svanvik og i Karpbukt april 2013 - mars 2014 sammenlignet med foregående periode. Svanvik har lavest årsnedbør av alle luftkvalitetsstasjoner i Fastlands-Norge.

Når det gjelder hovedkomponentene, er dette stoffer som mer eller mindre finnes i all nedbør. Men det er en viss andel antropogent (menneskeskapt) bidrag, slik at dette også regnes som forurensning. pH i nedbør i Karpbukt er rundt 5. Nivået av SO₄²⁻ er noe høyere denne rapporteringsperioden sammenlignet med forrige, og også noe høyere enn norske bakgrunnsstasjoner.

Nedbørprøvene fra Svanvik analyseres for konsentrasjoner av 10 tungmetaller. Konsentrasjoner av tungmetaller i sommerhalvåret 2013 var høyere enn sommeren 2012. For vinterhalvåret 2013/14 gikk konsentrasjonene av alle 10 metallene ned sammenlignet med vinteren før (i varierende grad). Eksempelvis gikk konsentrasjonene av Ni og Co ned til 1/3 av konsentrasjonene vinteren før. Det er vanskelig å gi noen fullgod forklaring på forskjellen i trender for Ni, As, Cu og Co siden alle fire regnes som spormetaller fra smelteverkene.

Avsetningen med nedbør av Ni, As, Cu og Co er vanligvis langt høyere om sommeren enn om vinteren på Svanvik. Dette skyldes at frekvensen av vind fra Nikel mot Svanvik er klart høyere om sommeren enn om vinteren. Sommeren 2013 gikk avsetningen av Ni noe ned, As og Co var tilnærmet like og avsetningen av Cu gikk opp sammenlignet med sommeren før. Vinteren 2013/14 var avsetningen lavere enn vinteren før, men høyere enn vinteren 2011/12. 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). Hyppigst forekommende vindretning om vinteren er fra sør og sør-sørvest. Vind fra øst gir vanligvis forhøyede SO₂-konsentrasjoner på Svanvik på grunn av utslippene i Nikel. I Karpdalen kanaliseres vinden nord-sør og hyppigst forekommende vindretning om vinteren er fra sør. Ellers var minimumstemperaturen vinteren 2013/14 -35,1°C på Svanvik (januar 2014) og maksimumstemperaturen var 29,2°C (1. juni 2013). Middelttemperaturen siste periode (et år) var 1,7°C på Svanvik og 2,0°C i Karpdalen. Dette er noe høyere enn forrige periode.

³ 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. Никель с 30-х гг. прошлого века имеются плавильные заводы, производящие никель. Перерабатываемая руда содержит большую долю никеля, других тяжелых металлов, а содержит также некоторое количество серы (~5-6%), что приводит к выбросу плавильными заводами больших объемов сернистого ангидрида (SO₂) и тяжелых металлов. Эти выбросы воздействуют на качество атмосферного воздуха и окружающую среду на приграничных территориях. В долине Паз (Pasvikdalen) и поселке Ярфьорд (Jarffjord) (муниципалитет Сёр-Варангер (Sør-Varanger)) имеются самые высокие зафиксированные в Норвегии концентрации SO₂ и тяжелых металлов.

Выбросы

Выбросы SO₂ с брикетировочного завода в г. Заполярный и никелеплавильного завода в п. Никель (Россия) составляют около 100 тыс. тонн в год, из чего около 40 тыс. тонн идет из г. Заполярный, а 60 тыс. тонн из п. Никель. Это примерно в 5 раз больше суммарных выбросов SO₂ Норвегии. Эти выбросы приводят к очень высоким концентрациям SO₂ 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.

Продолжающиеся измерения уровней SO₂ в сопоставлении с направлением ветра явно показывают, что основными источниками SO₂ на приграничных территориях являются объекты в п. Никель и г. Заполярный. Итоговый анализ загрязнений приграничных территорий SO₂ в период 1974-2012 гг. показывает, что выбросы (и концентрации) достигли максимума в конце 1970-х - начале 1980-х годов. С тех пор сокращаются выбросы, уменьшаются фиксируемые концентрации. Выбросы SO₂ теперь составляют около ¼ объема 35-летней давности.

Программа измерений

Норвежским институтом исследования атмосферного воздуха (NILU) измерения загрязнений атмосферного воздуха в приграничных районах производятся с 1974 г. Измерения, входящие в Государственную программу мониторинга загрязнений, 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. Норвежская программа измерений, включающая как метеорологические условия, так и качество воздуха и осадков, финансируется Агентством по окружающей среде и Министерством климата и окружающей среды.

В период с апреля 2013 г. по март 2014 г. измерения с норвежской стороны границы включали комплексы измерений в следующих пунктах: Сванвик (Svanvik), Карпдален (Karpdalen), Карпбукт (Karpbukt), Викшёфельл (Viksjøfjell). В п. Сванвик измеряются SO₂ (монитор), метеорологические условия, а также тяжелые металлы в взвешенной пыли и осадках. В д. Карпдален у Ярфьорда измеряются SO₂ (монитор) и метеорологические данные, а также тяжелые металлы в взвешенной пыли с августа 2013 г. тяжелые металлы в осадках. В п. Карпбукт измеряются главные составные осадков. Дополнительно на х. Викшёфельл (Ярфьордфельл (Jarffjordfjellet)) размещены дощечки для измерения долгосрочных средних показателей. С российской стороны Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды выполняет измерения концентрации SO₂ в п. Никель и г. Заполярный, а также метеорологических данных в пп. Никель и Янискоски. Измерения SO₂ открыто доступны. В настоящем отчете представлены данные измерений, выполняемых NILU по поручению норвежских властей, т. е. комплексов измерений с норвежской стороны.

Качество воздуха - SO₂

Обобщение зафиксированных показателей SO₂ за период 1 апреля 2013 г. - 31 марта 2014 г. приведены в Таблице 1. Измерения показывают, что воздействие SO₂ на окружающую среду в летний сезон 2013 г. было выше, а в зимний сезон 2013-2014 гг. было ниже предыдущего периода измерений. Это касается среднесезонных показателей, среднесуточных показателей (средней величины за сутки) и среднечасовых показателей (средней величины за час).

Таблица 1: Важные ключевые показатели SO₂ из измерений 1 апреля 2013 г. - 31 марта 2014 г.

Параметр	Сванвик	Карпдален
Наивысший 10-минутный показатель $\mu\text{г}/\text{м}^3$	1113	862
Наивысший среднечасовой показатель $\mu\text{г}/\text{м}^3$	744	714
Количество среднечасовых показателей >350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$ летом	9	10
Количество среднечасовых показателей >350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$ зимой	5	4
Наивысший среднесуточный показатель летом $\mu\text{г}/\text{м}^3$	130	119
Наивысший среднесуточный показатель зимой $\mu\text{г}/\text{м}^3$	100	164
Количество среднесуточных показателей > 125 $\mu\text{г}/\text{м}^3$	1	1
Средний показатель лета $\mu\text{г}/\text{м}^3$	8,7	11,0
Средний показатель зимы $\mu\text{г}/\text{м}^3$	7,3	18,3

Предельно допустимый среднечасовой показатель SO₂ Норвегии составляет 350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, допускается его превышение 24 раза в календарный год. В п. Сванвик в течение периода отчетности апрель 2013 г. по март 2014 г. было 14 среднечасовых показателей выше 350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, а в течение 2013 календарного года - 15. В д. Карпдален в течение периода отчетности было 14 среднечасовых показателей выше 350 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, а также 15 в течение 2013 календарного года, что значит соблюдение предельно допустимого среднечасового показателя Норвегии в 2013 г.

Норвежский предельно допустимый среднесуточный показатель SO₂ составляет 125 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, допускается 3 превышения в календарный год. В п. Сванвик в течение периода отчетности апрель 2013 г. по март 2014 г. был 1 среднесуточный показатель выше 125 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, а в течение 2013 календарного года - 2. В д. Карпдален в течение периода отчетности был 1 среднесуточный показатель выше 125 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, а в течение 2013 календарного года - 2. Это значит, что в 2013 г. соблюдался норвежский предельно допустимый среднесуточный показатель.

Норвежский предельно допустимый уровень за календарный год и за зимний период (1 октября - 31 марта), установленный в части воздействия на экосистемы, составляет 20 $\mu\text{г}/\text{м}^3$. За 2013 календарный год предельно допустимый среднегодовой уровень не превышался, ни в п. Сванвик (среднегодовой показатель - 7,6 $\mu\text{г}/\text{м}^3$), ни в д. Карпдален (среднегодовой показатель - 15,6 $\mu\text{г}/\text{м}^3$). И зимой 2013 - 2014 гг. данный предельно допустимый уровень не превышался, ни в п. Сванвик (среднесезонный показатель - 7,3 $\mu\text{г}/\text{м}^3$), ни в д. Карпдален (среднесезонный показатель - 18,3 $\mu\text{г}/\text{м}^3$). Измерения пассивными средствами на х. Викшёфьелл показывают высокие средние показатели, за период измерения апрель 2013 г. по март 2014 г. средний показатель был около 27 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, а проанализированный средний показатель за зиму 2013 - 2014 гг. около 25 $\mu\text{г}/\text{м}^3$. При этом следует отметить, что имел место двухнедельный период без отбора проб, а также было 4 периода, когда мокли дощечки для измерения, что означает снижение зафиксированного среднесезонного показателя по сравнению с фактическим уровнем.

Качество воздуха - тяжелые металлы

С октября 2008 г. в п. Сванвик измеряется также содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co, Cr, V, Al⁴) в взвешенной пыли (атмосферном воздухе). В ноябре 2011 г. в д. Карпдален были начаты измерения содержания тяжелых металлов в взвешенной пыли (атмосферном воздухе). Оба комплекса измерений теперь фиксируют недельные пробы. Средние концентрации на двух измерительных комплексах приведены в Таблице 2. Измерения содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе и осадках в п. Сванвик и д. Карпдален показывают повышенные концентрации металлов-индикаторов никелевых заводов (никель, мышьяк, медь, кобальт).

Таблица 2: Средние показатели металлов в атмосферном воздухе в п. Сванвик и д. Карпдален за летнее полугодие 2013 г. и зимнее полугодие 2013-2014 гг. , а также за 2013 календарный год

Станция	Период	Ni нг/м ³	As нг/м ³	Cu нг/м ³	Co нг/м ³
Сванвик	Апрель – сентябрь 2013 г.	10,67	2,27	10,25	0,44
	Октябрь 2013 г. – март 2014 г.	6,77	1,70	6,87	0,25
	2013 календарный год	9,79	2,02	9,25	0,37
Карпдален	Апрель – сентябрь 2013 г.	12,91	2,56	12,12	0,52
	Октябрь 2013 г. – март 2014 г.	7,82	3,66	8,94	0,30
	2013 календарный год	17,95	4,44	16,62	0,66

Целевые показатели (target value) по тяжелым металлам: никель - 20 нг/м³, мышьяк - 6 нг/м³ утверждены среднегодовыми величинами (действующие с 1 января 2013 г.). В 2013 г. целевые показатели соблюдались как в п. Сванвик, так и в д. Карпдален.

Качество осадков

Качество осадков измерялось в пп. Сванвик и Карпбукт в летнее полугодие 2013 г. и в зимнее полугодие 2013-2014 гг. , а с августа 2013 г. также в д. Карпдален. Пробы из п. Карпбукт анализируются на главные составные⁵, а пробы из п. Сванвик и д. Карпдален анализируются только на тяжелые металлы (элементы).

Совокупные осадки в п. Сванвик составили 284 мм, а в п. Карпбукт - 463 мм. По сравнению с предыдущим периодом в п. Сванвик и в п. Карпбукт осадков было меньше с апреля 2013 г. по март 2014 г. Сванвик имеет самые низкие годовые осадки всех комплексов измерений качества атмосферного воздуха на норвежском материке.

В части концентраций главных составных в п. Карпбукт речь идет о веществах, более или менее естественно имеющих в осадках. При этом имеется некоторая доля антропогенного вклада, так что и это считается загрязнением. Показатель рН осадков в п. Карпбукт - около 5. Уровень SO₄²⁻ за данный период отчетности нечто выше предыдущего, а также нечто выше показателей комплексов фоновых измерений в Норвегии.

Пробы осадков из п. Сванвик анализируются на концентрации 10-и тяжелых металлов. В летнее полугодие 2013 г. концентрации металлов были выше лета 2012 г. За зимнее полугодие 2013-2014 гг. концентрации всех 10-и металлов понизились (в варьирующей степени) по сравнению с предыдущей зимой. Например, концентрации Ni, Co снизились до 1/3 концентраций прошлой зимой. Трудно убедительно объяснить разницу трендов по Ni, As, Cu, Co, поскольку все четыре считаются металлами-индикаторами плавильных заводов.

⁴ 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

⁵ Главными составными считаются SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca, K

Выделение Ni, As, Cu, Co осадками в п. Сванвик обычно гораздо больше летом, чем зимой. Причиной этому является явно высшая частотность ветров с п. Никель на п. Сванвик летом, чем зимой. Летом 2013 г. выделение Ni нечто снизилось, As, Co были примерно на прежнем уровне, а выделение Cu нечто выше по сравнению с предыдущим летом. Выделение зимой 2012-2013 гг. было ниже, чем предыдущей зимой, а выше, чем зимой 2011-2012 гг. Выделение тяжелых металлов осадками заметно 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 идут со всех сторон). Зимой преобладают южные и юго-западные ветры. Восточные ветры из-за выбросов в п. Никель обычно дают повышенные концентрации SO₂ в п. Сванвик. В д. Карпдален ветры канализируются в юго-северном направлении; зимой преобладают южные ветры. Впрочем, самая низкая температура зимы 2013-2014 гг. в п. Сванвик составила -35,1° по Цельсию (январь 2014 г.), а самая высокая температура лета - 29,2° по Цельсию (1 июня 2013 г.). Средняя температура последнего периода (за год) составила 1,7° по Цельсию в п. Сванвик, а 2,0° по Цельсию в д. Карпдален, что нечто выше, чем в предыдущий период.

Перевод с норвежского Дага Клаастада

3. 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 Sør-Varanger municipality have the highest measured concentrations of SO₂ in all of Norway.

Emissions

The total emissions of SO₂ from the briquetting facility in Zapoljarnij 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. A compiled analysis of SO₂ pollution in the border areas during the period 1974-2013 shows that the emissions and concentrations reached a maximum during the end of the 1970's/beginning of the 1980's. Since this period, the emissions and the measured concentrations have been reduced. The emissions of SO₂ are now approximately ¼ of the levels 35 years ago.

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 2013 - March 2014 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) includes measurements of SO₂ (continuous), meteorological conditions, including heavy metals in particles and precipitation. The Karpdalen station (at Jarfjord, located 15 km east of Kirkenes, and about 30 km north of Nikel) measures SO₂ (continuous) and meteorology, including heavy metals in particles. In Karpbukt there is sampling of precipitation for analysis of main components⁶ 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. The monitoring results of SO₂ are publicly available in near real-time. This report only presents data from the measurements NILU has conducted on assignment from Norwegian authorities on the Norwegian side of the border.

Air Quality SO₂

A summary of the measurement results for SO₂ during the period 01 April 2013 - 31 March 2014 is presented in Table 1. The monitoring results show that the environmental impact from SO₂ pollution was higher during summer season 2013 and lower during winter season 2013/14 than the previous monitoring period. This statement is valid for seasonal mean, daily mean (average over 24 hrs), and hourly mean (average over one hour) concentrations.

⁶ Typical main components are defined as SO₄, NH₄, NO₃, Na, Mg, Cl, Ca, K.

Table 1: Key values for measurements taken from 01 April 2013 - 31 March 2014.

Parameter	Svanvik	Karpdalen
Highest 10 minute value $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1113	862
Highest hourly average value $\mu\text{g}/\text{m}^3$	744	714
# Hourly average values > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ summer	9	10
# Hourly average values > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ winter	5	4
Highest daily average $\mu\text{g}/\text{m}^3$ summer	130	119
Highest daily average $\mu\text{g}/\text{m}^3$ winter	100	164
# Daily averages > 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1
Average value $\mu\text{g}/\text{m}^3$ summer	8.7	11.0
Average value $\mu\text{g}/\text{m}^3$ winter	7.3	18.3

The Norwegian limit value for hourly mean SO_2 concentrations is 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and can be exceeded no more than 24 times a year. At Svanvik there were 14 exceedences of this limit value during the monitoring period April 2013 - March 2014 and 15 during the calendar year 2013. Karpdalen had 14 exceedences of the limit value during the period April 2013 - March 2014 and 15 during the calendar year 2013. This means that the concentrations were in compliance with Norwegian law concerning hourly mean values.

The Norwegian limit value for daily mean SO_2 concentration is 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and can be exceeded no more than 3 times a year. There was 1 exceedence of this limit value at Svanvik for the period April 2013 - March 2014 and 2 during the calendar year 2013. Karpdalen also had 1 exceedence of this limit value for the period April 2013 - March 2014 and 2 during the calendar year 2013. This means that the concentrations were in compliance with Norwegian law concerning daily mean values.

The Norwegian limit value for impacts to ecosystems is 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 per calendar year and per winter season. For the calendar year 2013 this value was not exceeded, neither at Svanvik (annual mean 7.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nor in Karpdalen (annual mean 15.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). In the same manner, during the winter season 2013/14 this value was not exceeded at Svanvik (seasonal mean 7.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nor in Karpdalen (seasonal mean 18.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Passive sampling measurements taken at Viksjøfjell showed high values. During the monitoring period April 2013 - March 2014 the mean concentration was 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, while during winter season 2013/14 the mean concentration was about 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. It should be noted though that there was 1 14-days period with no sampling and 4 periods where the samplers were wet. These concentrations then represent an underestimation of the real values.

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 Al⁷). 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).

⁷Pb: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 2012 and winter 2012/2013.

Station	From date	To date	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
Svanvik	01.03.2013	30.09.2013	10.67	2.27	10.25	0.44
	01.10.2013	31.03.2014	6.77	1.70	6.87	0.25
	01.01.2013	31.12.2013	9.79	2.02	9.25	0.37
Karpdalen	01.03.2013	30.09.2013	12.91	2.56	12.12	0.52
	01.10.2013	31.03.2014	7.82	3.66	8.94	0.30
	01.01.2013	31.12.2013	17.95	4.44	16.62	0.66

The target values for metals are 20 ng/m³ for nickel and 6 ng/m³ for arsenic (annual average, entered into force 1. January 2013).

Precipitation Quality

Precipitation quality was monitored at Svanvik and in Karpbukt in summer 2013 and in winter 2013/2014. In addition sampling of precipitation was initiated in Karpdalen in August 2013. Samples from Karpbukt are analyzed for the typical main components, while samples from Svanvik (starting in 2004) and Karpdalen are analyzed for heavy metals.

Total precipitation added up to 284 mm at Svanvik and 463 mm in Karpbukt. There were less precipitation amounts at Svanvik and in Karpbukt in April 2013 - March 2014 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.

When examining the concentrations of the typical main components in precipitation in Karpbukt, most of the values are more or less naturally found in precipitation. However, there is a certain proportion of anthropogenic contribution which can be considered pollution. pH in precipitation in Karpbukt is around 5. The level of SO₄²⁻ is higher comparable to the previous monitoring period and also comparable to other stations in Norway.

Precipitation samples from Svanvik are analyzed for concentrations of the metals Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu, Co and Cr, V and Al. Concentrations of metals in precipitation increased from summer 2012 to summer 2013. For comparing winter 2013/2014 to the previous winter, the concentrations decreased. The concentrations of Ni and Co were ½ of the concentrations found the previous winter. It is difficult to give an adequate explanation for the different values of the elements Ni, As, Cu and Co since all four are 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 that the frequency of wind from the direction of Nikel towards Svanvik is significantly higher during summer in comparison to winter. During summer 2013 the deposition of Ni slightly decreased, As and Co were the same and Cu increased in comparison to the previous summer. During winter 2013/14 the deposition of Ni and Cu was lower in comparison to the previous winter, but higher than the winter 2011/12. 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, but winds from the north-east can be considered most dominant. The most frequently occurring wind direction during winter is from the south and south-west. Wind from the east normally gives increased SO₂ concentrations at Svanvik due to the emissions from Nikel. In Karpdalen the wind is channeled in the north-south direction, with the most frequently occurring wind direction from the south during winter. Winter 2013/2014 for the area experienced a minimum temperature of -35.1 °C at Svanvik (during January 2014) and a maximum temperature of 29.1 °C (1. June 2013); the average temperature for the entire period was 1.7 °C at Svanvik and 2.0 °C Karpdalen. This is higher than the previous monitoring period.

4. 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 selvfølgelig 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.

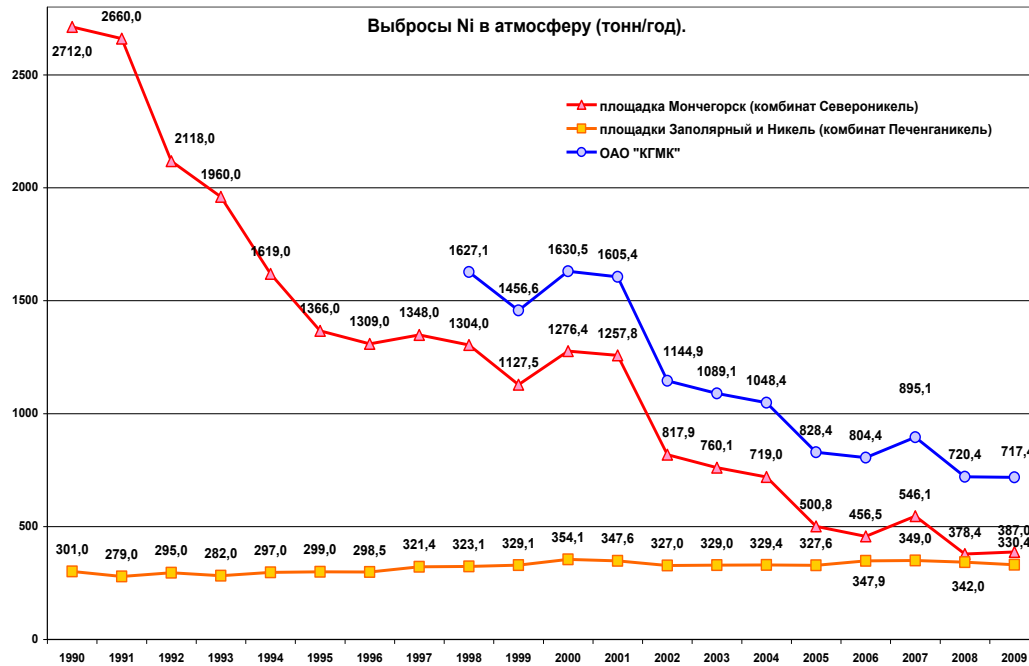
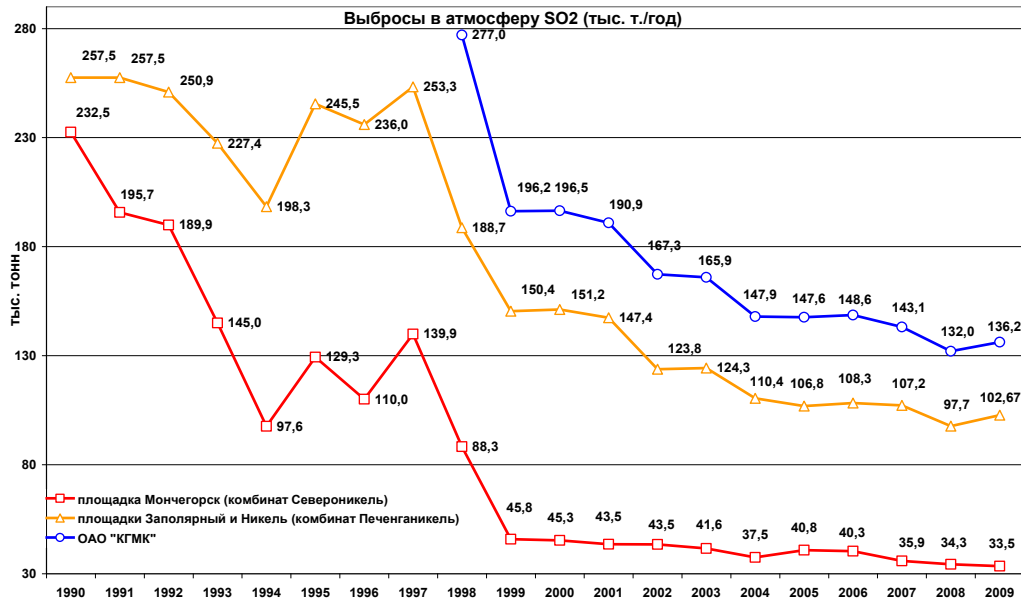
4.1 Historikk

Området øst i Pasvikdalen var finsk fra 1920 og fram til krigen (kalt Finskekilen eller Petsamo). Sommeren 1921 fant en ung, finsk geologstudent 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 / Det 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.

4.2 Utslipp

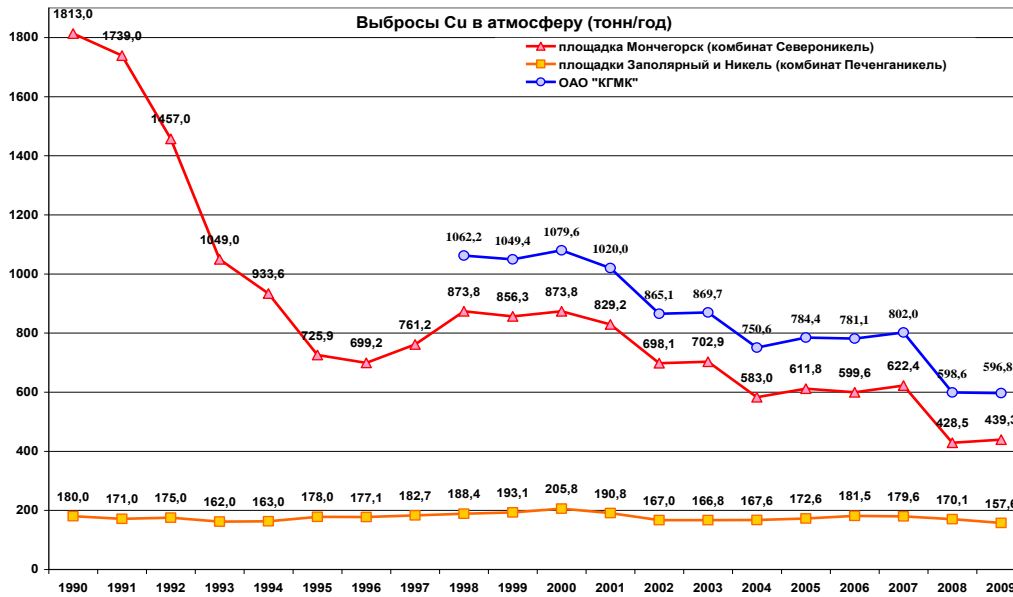
Aktiviteten i grenseområdene består i dag av gruver rundt Zapoljarnij og Nikel⁸. Deretter et anrikings- og briketteringsanlegg i Zapoljarnij hvor malmen knuses, oppkonsentreres og hvor det lages nevestore briketter. Brikettene sendes så til smelteverket i Nikel (se bildet på forsiden) som produserer 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 26 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 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 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).

⁸ 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 (Nikkel og Zapoljarnij), rød kurve viser Severonikel (verk i Monchegorsk) og blå viser sumner. ⁹

⁹ Takk til Bellona v/ Larisa Bronder for videresendelse/fremskaffelse av disse tallene.



Figur 1 forts.

Det er tidligere meldt at anlegget i Zapoljarnij skal gjennomgå en modernisering med nye produksjonslinjer. Etter planen vil moderniseringen innebære at malmbrikkene tørkes, ikke røstes¹⁰ slik de ble tidligere. Dermed vil svovelet forbli i malmen og ikke slippes ut. Utslippene av SO₂ i Zapoljarnij vil etter planen reduseres til 1'000 tonn pr år, dvs. redusert til 1/40 av nåværende utslipp. Men dette svovelet vil deretter slippes ut fra anlegget i Nikel når brikkene videreføres der. Sagt med andre ord; reduksjonen i Zapoljarnij vil gi økte utslipp i Nikel, totalutslippet reduseres ikke, utslippene vil kun "flyttes" fra Zapoljarnij til Nikel. Nikel ligger nærmere norskegrensen enn Zapoljarnij og endringen i utslippsmønsteret vil gi økt miljøbelastning på norsk side. Moderniseringsprosjektet har blitt utsatt flere ganger og det er pr dags dato (vår 2014) uklart når det blir fullført.

¹⁰ Røsting er den prosessen som utføres når malm varmes opp over lang tid for å fjerne forurensning/uønskede komponenter fra malmen.



Figur 2: Smelteverket i Nikel og utslipp sett fra Brannfjellet i Pasvikdalen. Bildet er tatt 23. juli 2007, dvs. etter den såkalte sommerepisoden i 2007. Særlig vind bringer utslippene nordover og vekk fra selve Nikel by. Merk de diffuse utslippene fra bygningene. Foto: Espen Tangen Aarnes, Bioforsk Jord og Miljø, Svanhovd.

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 (merk at på bildet i Figur 2 tatt i 2007 er det tre høye piper ved verket, mens i Figur 3 tatt i 2008 er det kun to).

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, ulike sjatteringer i grått og over mot svart (se også bilde av røyken fra Nikel i Figur 7 på side 40). 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 nord (byen ligger like sør for verket). På mange måter fungerer ikke pipene etter hensikten. Formålet med en pipe er å slippe ut forurensningen høyt oppe slik at utslippet fortynnes og konsentrasjonen er lavere når røykfanen når bakken. Ved utslipp i bakkenivå blir konsentrasjonen meget høy nær utslippspunktet. Andelen diffuse utslipp virker å ha økt de senere årene. En mulig forklaring er at sørveggen på smelteverket er tatt ned og røyk unnslipper direkte ut i friluft fra smeltehallen.



Figur 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).

4.3 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 29 og Tabell 31, samt Figur 17 i kap. 9.3). Dette bør overvåkes nøye.

4.4 Miljøeffekter

Områdene omkring Pasvikelva og Jarfjord i Sør-Varanger kommune i Øst-Finnmark har størst påvirkning av forsurende SO₂ og skadelige tungmetaller i hele Norge, og innhold av tungmetallene kobber (Cu) og nikkel (Ni) i moser er blant de høyeste i Europa (AMAP, 2005; Harmens et al., 2010). 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. I de senere år har for eksempel det trilaterale Pasvikprogrammet (Fylkesmannen i Finnmark, 2008) bidratt til økt kunnskap.

Ferskvannøkosystemer og landbaserte (terrestriske) økosystemer på norsk side av grensen ser ut til å ha klart seg relativt godt trass i utslippene fra smelteverkene i nordvestre Russland. Dette gjelder spesielt effekter av forsurende SO₂. Den viktigste grunnen til dette 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 med dets granittberggrunn er mer følsomt for forsurende nedfall, men her har det minkende forsurende nedfall de seneste tiårene resultert i økende pH-verdier og mindre forsurende (Puro-Tahvanainen et al., 2011; Fylkesmannen i Finnmark, 2008, Garmo et al., 2014).

Når det gjelder tungmetaller er det tre måleprogrammer på norsk side som alle viser samme trend; programmet for overvåking av norske innsjøer (Garmo et al., 2014), programmet for innsamling og analyse av mose hvert 5. år (Steinnes et al., 2011a, 2011b) og herværende program. Alle tre viser økning i tungmetaller i grenseområdene mellom Norge og Russland. Dette er tungmetaller som er sluppet ut til luft fra smelteverkene på russisk side, transportert med luftmasser og så avsatt.

Problematikken med tungmetaller er, som nevnt, ikke løst og også i innsjøer på norsk side i Jarfjord viser konsentrasjonene av Ni og Cu en økning for tidsrommet 2004 til i dag sammenlignet med tidsrommet før 2004 (Garmo et al., 2014, Schartau et al., 2011, Lappalainen et al., 2007). Denne økningen i 2004 sees også i målinger av avsetning på Svanvik (Figur 17). Tegn på forbedring er funnet i små sjøer og bekker på norsk side ved flere andre tungmetaller, for eksempel ved bly, som ikke stammer fra metallsmelteverkene.

Det er også funnet forhøyede verdier av tungmetaller i fisk og sedimenter i området. Fisken i Pasvik-vassdraget er i stort sett frisk, men verdiene i fisk i en del sjøer på russisk side i nabolaget omkring smelteverket i Nikel viser store mengder tungmetaller (Fylkesmannen, 2008, Kashulin et al. 2011), 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. For ytterligere informasjon om vannkvalitet i grenseområdene og Pasvikvassdraget, se f.eks. Garmo et al. (2014) og Puro-Tahvanainen et al. (2011).

Selv om de terrestriske (landbaserte) økosystemene på norsk side grensen har klart seg bra, er situasjonen annerledes på flere steder på russisk side, spesielt området mellom verkene i Nikel og Zapoljarnij. Det er her i områdene nord og nordøst for Nikel som skadevirkningene er størst fordi vinden vanligvis blåser utslippene i den retningen (se vindrose fig. 6). I områdene som er hardest forurenset er vegetasjonen forsvunnet, med tilhørende store erosjonsproblemer, eller er blitt dominert av lyng og kratt istedenfor reinlav, vanlige skogsmoser og levermose som er mer sårbare for tungmetaller og andre miljøgifter. Siden 1970-årene har sammensetningen av vegetasjonen forandret seg betydelig, men det finnes tegn som tyder på at enkelte pionerarter av mose og lav nå er i ferd med å etablere seg igjen (Fylkesmannen i Finnmark, 2008).

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 svartvite fluesnappere er høyere i nærheten av smelteverkene enn i mindre forurensete områder og formeringsevnen har avtatt i disse områdene. Antallet gråsidemus, rødumus og vanlig spissmus er lavere 7 kilometer fra Nikel enn 13 kilometer unna byen. Bestanden av gråsidemus er rundt fem ganger så stor som rødumus-bestanden i forurensete områder mens rødumus vanligvis er mer utbredt (Fylkesmannen i Finnmark, 2008).

Det er ikke påvist miljøgifter i grunnvannet på norsk side i grenseområdet og i grunnvannet på Svanvik er ikke konsentrasjonene av noen av tungmetallene høye (Jæger, 2011). De pågående og i siste tid økende utslipp av tungmetaller er dog fanget opp i moser, som ofte er brukt som indikator da de tar opp næringsstoffer i hovedsak fra nedbør. I moser i Svanvik har konsentrasjoner av Ni og Cu øket omtrent ti (10) ganger fra 1977 til i

dag og i Grense Jakobselv har Ni øket tre ganger og Cu 1,5 gang (Steinnes et al., 2011a og b). Dette varsler om en opphopning av tungmetaller i biomasser, som med tiden kan lede til forandringer av prosesser og omsetning i økosystemene.

5. Måleprogram og grenseverdier

5.1 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 monitorer hvor resultatene etter en enkel kvalitetssikring legges ut på internett direkte (www.luftkvalitet.info).

På russisk side ble det satt i gang norske SO₂-målinger på tre russiske stasjoner; SOV1, SOV2 (Maajärvi¹¹) 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 2013/2014 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 Karpbukta 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 tilgjengelige¹². 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. En felles rapport om luftkvaliteten i grenseområdene skal presenteres for 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.10.1 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.

5.2 Målinger april 2013 – mars 2014

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden april 2013 - mars 2014 er vist i Tabell 3 og Tabell 4. Plasseringen av målestasjonene er vist i Figur 4.

¹¹ "järvi" er finsk og betyr innsjø, den tilsvarende samiske betegnelsen er "jav'ri". Järvi og jav'ri brukes tidvis om hverandre i stedsnavn i grenseområdene.

¹² http://www.kolgimet.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=239 [URL 01-05-14]

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

Tabell 3: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden april 2013 - mars 2014.

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 2013 - mars 2014.

Stasjon	Nedbørkvalitet (ukeverdier)	Meteorologiske forhold (timeverdier)					
		Vind- retning	Vind- hastighet	Temperatur	Relativ fuktighet	Stabilitet	Luftrykk
Svanvik	x ¹⁾	x	x	x	x	x ²⁾	x
Karpdalen	x ³⁾	x	x	x	x		x
Karpbukt	x ⁴⁾						

1) Tungmetaller i nedbør.

2) 19. september 2013 ble det byttet instrument på Svanvik. Det gamle Aanderaa-instrumentet ble faset ut og Vaisala WTX-520 ble installert (samme instrument som Karpdalen). Det gjør at målinger av stabilitet (ΔT) utgår.

3) Tungmetaller i nedbør fra juli 2013.

4) 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 og manuell 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). 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 ukesprøver 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 og på Svanvik (og i Karpdalen fra juli 2013) 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 Svanvik og Karpdalen publiseres også i NILUs oversiktsrapporter som presenterer resultater fra overvåkingen av luft- og nedbørkjemi i Norge i 2013 (Nizzetto et al., 2014, Aas et al., 2014).

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 2013-mars 2014. Data fra de norske stasjonene rapporteres og analyseres i denne studien.

På Svanvik måles vindhastighet, vindretning, temperatur og relativ fuktighet 10 m over bakken, samt temperaturen 2 m over bakken. Inntil 19. september 2013 var det også målinger av temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m (ΔT) som et mål for atmosfærisk stabilitet (vertikal blanding). På denne datoen ble det byttet instrument på Svanvik. Det gamle Aanderaa-instrumentet ble faset ut og Vaisala WTX-520 ble installert (samme instrument som i Karpdalen). Det gjør at målinger av stabilitet utgår. 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 værstasjon 4 m over bakken som måler vindhastighet, vindretning, temperatur, relativ fuktighet, samt lufttrykk.

Meteorologisk institutt har værstasjon ved Kirkenes lufthavn (Høybuktkmoen). Her måles vindretning, vindhastighet, temperatur, nedbør og luftfuktighet 3-4 ganger i døgnet. Bioforsk har også en værstasjon på Svanvik som måler vind og temperatur i 10m. Data fra denne legges ut på yr.no. I oktober 2012 ble det også opprettet en målestasjon ved Nyrud som måler nedbør, temperatur og snødybde.

Svanvik er også en av 33 stasjoner som er med i et landsdekkende varslingsnettverk som kontinuerlig måler radioaktivitet i omgivelsene, radnett¹⁵. Dette nettverket drives 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., 2013). I tillegg har Svanvik en av fem luftfilterstasjoner som er en del av

¹⁵ For mer informasjon, se <http://radnett.nrpa.no> [URL 01-05-2014]

Statens strålevernnettverk for overvåknings- og varslingssystem for radioaktivitet i luft (også Møller et al., 2013). Filtrene herfra byttes ukentlig.

EU-direktivet 2008/50/EC krever måledata minst 90% av tiden hvert år for de stasjonene som skal innrapportere SO₂ måledata 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.

5.3 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 forurensningsforskriften 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 uforholdsmessige 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 om 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 26-05-2013]

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

¹⁸ <http://www.fhi.no/dokumenter/5f190bc3fa.pdf> [URL 23-05-2013]

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 utfra 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"),

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.	Døgn grenseverdi 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.	Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse.	Kalenderår	40 µg/m ³ PM ₁₀		1. januar 2005

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			-	
Kadmium	Målsetningsverdi	Helse	EU / EØS	5	1.1.2013
	Øvre vurderingsterskel			3	
	Nedre vurderingsterskel			2	
	Luftkvalitetskriterium			-	
Nikkel	Målsetningsverdi	Helse	EU / EØS	20	1.1.2013
	Øvre vurderingsterskel			14	
	Nedre vurderingsterskel			10	
	Luftkvalitetskriterium			-	

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.

Det bør også nevnes at i Russland gjelder 500 µg/m³ som grense for timemiddel for SO₂ (MAC: Maximum Allowable Concentration).

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.

6. 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 Meteorologisk institutts stasjon på Høybukta (Kirkenes Lufthavn) benyttes for å sammenligne temperaturmålingene. Bioforsk har også en målestasjon på Svanvik hvor målingene legges ut på yr.no. Data fra denne stasjonen er brukt for å sammenligne og kvalitetssikre målingene som NILU gjør, men de gjengis ikke her. I oktober 2012 åpnet Meteorologisk institutt (met.no) stasjon på Nyrud som måler temperatur og snødybde. Data fra denne legges også ut på yr.no fortløpende.

19. september 2013 ble det byttet instrument på Svanvik. Det gamle Aanderaa-instrumentet ble faset ut og Vaisala WTX-520 ble installert. Dette er samme instrument som i Karpdalen. Dette medfører blant annet at målinger av stabilitet (ΔT) og høyeste verdi av vindhastighet midlet over 2 sekunder for hver time (vindkast eller "gust") utgår (Tabell 8).

Tabell 8 viser datadekningen for de meteorologiske målingene på Svanvik og i Karpdalen. Aanderaa-instrumentet på Svanvik var ikke driftsstabilt den siste tiden det var utplassert, noe som også sees i oversikten over datatilgjengelighet (dårlig dekning april, samt juni - september 2013). Ellers skyldes manglende vinddata i perioder om vinteren 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. Det har også vært tekniske problemer med "scanning unit" på Svanvik, samt at det er en del strøbrudd som medfører at instrumentet faller ut.

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 2013 og oktober 2013-mars 2014. Merk at det var skifte av instrument på Svanvik 19. september 2013 (Aanderaa ut, Vaisala WTX 520 inn).

Stasjon	Måned	Vind-hastighet	Vind-retning	Temperatur	Rel. fuktighet	Trykk	Nedbør ¹
Svanvik	April 2013	45,7	37,6	45,7	45,1	0,0	-
	Mai	99,9	99,9	99,9	100,0	0,0	-
	Juni ²	100,0	92,9	99,9	33,2	0,0	-
	Juli ²	78,5	76,2	78,5	0,0	0,0	-
	August ²	54,3	71,2	71,2	0,0	0,0	-
	September	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	-
	Apr. - sept.2013	71,5	71,5	74,3	29,8		-
	Oktober 2013	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	-
	November	100,0	100,0	100,0	100,0	100	-
	Desember	98,1	98,1	100,0	100,0	100	-
	Januar 2014	98,1	98,3	99,9	99,9	99,9	-
	Februar	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	Mars	99,2	99,6	100,0	100,0	100,0	-
	Okt.2013 - mar.2014	99,3	99,3	100,0	100,0	100,0	-
Stasjon	Måned	Vind-hastighet	Vind-retning	Temperatur	Rel. fuktighet	Trykk	Nedbør ¹
Karpdalen	April 2013	97,5	97,5	98,6	98,6	98,6	-
	Mai	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	Juni	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	-
	Juli	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	-
	August	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	September	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	-
	Apr. - sept.2013	99,2	99,2	99,4	99,4	99,4	-
	Oktober 2013	98,0	98,0	98,3	98,4	98,4	-
	November	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	-
	Desember	83,1	83,1	100,0	100,0	100,0	-
	Januar 2014	52,2	52,2	98,5	98,5	98,5	-
	Februar	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	-
	Mars	96,1	96,5	99,2	99,2	99,2	-
	Okt.2013 - mar.2014	87,8	87,9	99,2	99,2	99,2	-

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.

²⁾ Det oppstod en feil med Aanderaa-instrumentet sommeren 2013 man ikke fikk rettet opp pga leveringsproblemer for reservedeler sommerstid. Problemer med driftssikkerhet var et avgjørende argument for å bytte ut Aanderaa med Vaisala.

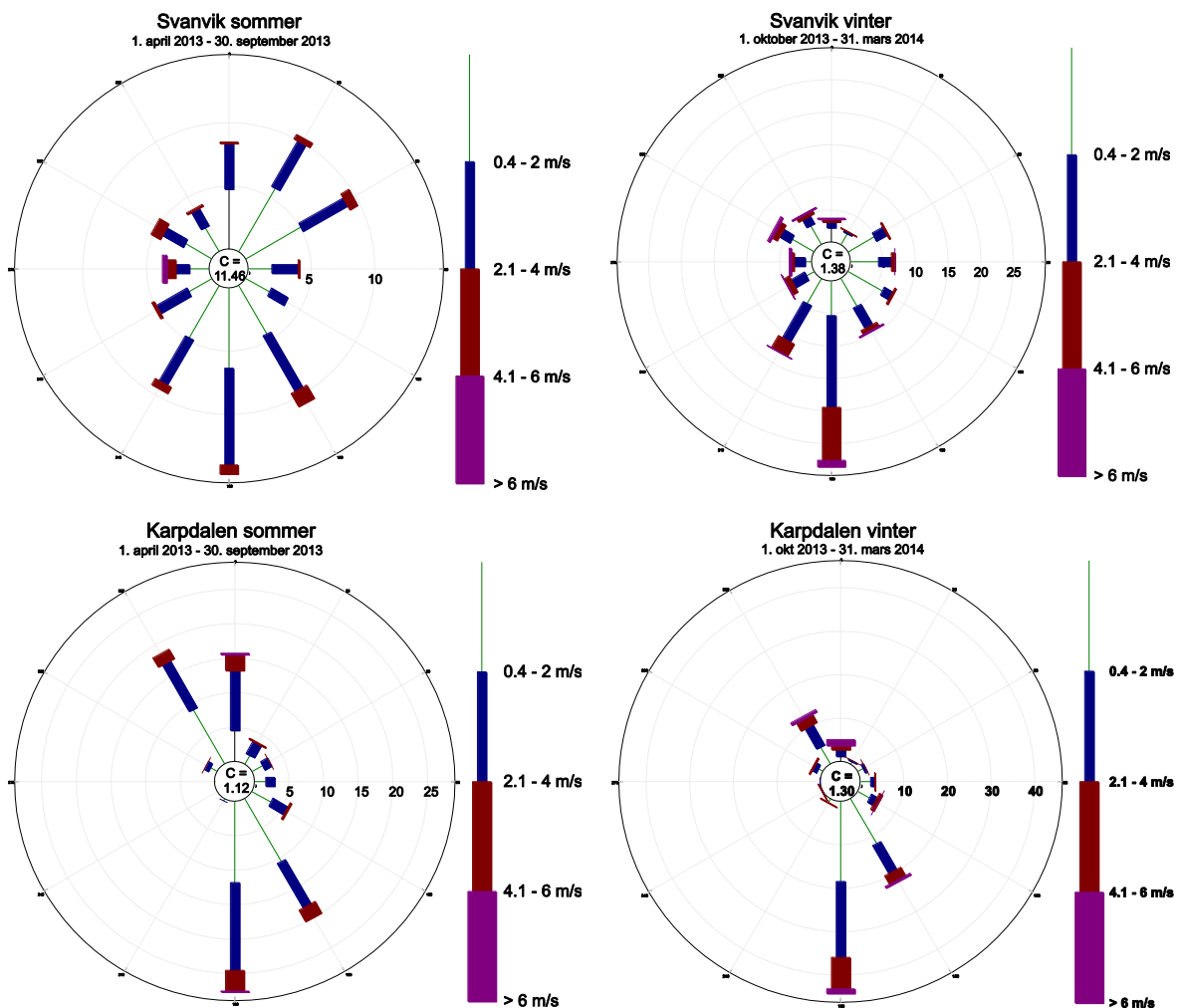
6.1 Vindmålinger

Figur 5 viser vindrosen for periodene april-september 2013 og oktober 2013-mars 2014 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 2013 liknet i hovedtrekk på fordelingen fra sommeren før (2012). Forekomsten av vind fra østlig kant var omtrent som sommeren 2012. Her regnes øst-nordøst, øst og øst-sørøst som østlig kant (sektorene 60°, 90° og 120°). Vind fra øst vil bringe utslippene fra Nikel mot Svanvik, mens vind fra nord-nordøst (sektor 30°) 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.

I Karpdalen er hyppigst forekommende vindretning om sommeren fra sør og sørøst og nord og nordvest. Dette er en topografisk effekt hvor vinden følger dalføret ut/inn dalen. Om vinteren er hyppigst forekommende vindretning klart fra sør og sør-sørøst hvor vinden kommer fra sørlig retning i over 2/3 av tiden. Vind fra sør og sør-øst bringer utslipp fra smelteverkene inn over Karpdalen. Vind fra vest forekommer sjelden, det er en kolle like vest for stasjonen (Figur 8).



Figur 5: Vindroser fra Svanvik og Karpdalen for periodene april-september 2013 og oktober 2013 - mars 2014 (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 timemiddel vindhastighet månedvis og totalt for sommerhalvåret 2013 og vinterhalvåret 2013/14 for Svanvik og Karpdalen. Høyeste timemiddelvind på Svanvik ble målt 11. desember 2013 (10,3 m/s). Dette er omlag samme maksimumsverdi som foregående måleperiode. Andel vindstille er mindre på Svanvik vinteren 2013/14 enn foregående vinter. Dette skyldes sannsynligvis skifte av instrument og derved forskjellig målemetode, ikke reell forandring i vind. Aanderaa måler vindhastighet ved hjelp av propell hvor det er en viss friksjon og det krever en viss hastighet for å sette i gang vindmåleren. Vaisala er sonisk og har ingen bevegelige deler og derved ingen friksjon. Andelen vindstille blir derved større med Aanderaa enn med Vaisala. Andelen vindstille er lik på Svanvik og i Karpdalen vinteren 2013/14 (samme instrument). Dette underbygger at det er skifte av instrument som gir skifte i andel vindstille på Svanvik.

Tabell 9: Statistikk over vindhastighet på Svanvik og i Karpdalen i periodene april - september 2013 og oktober 2013-mars 2014 (m/s).

Stasjon	Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindhastighet (m/s)	Andel > 6 m/s (%)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.
Svanvik	April 2013	20,7	2,0 ¹⁾	0,0	5,7	23. kl 10
	Mai	12,4	2,0	1,3	7,2	08. kl 09
	Juni	5,7	2,1	0,0	5,2	11. kl 11
	Juli	11,3	2,0	0,0	5,7	03. kl 07 og 11
	August	18,1	1,6 ¹⁾	0,0	4,9	18. kl 10
	September ¹⁾	3,1	2,0 ¹⁾	0,0	5,5	26. kl 12
	Apr. - sept.2013	11,2	2,0	0,3	7,2	08. mai kl 9
	Oktober 2013	1,3	2,4	0,9	7,5	13. kl 02
	November	0,4	2,9	1,9	7,9	28. kl 13
	Desember	3,7	2,3	3,2	10,3	11. kl 22
	Januar 2014	0,8	2,1	1,2	10,0	29. kl 06
	Februar	1,0	3,1	1,8	6,9	09. kl 19
	Mars	0,9	2,6	2,6	7,7	08. kl 06
	Okt.2013 - mar.2014	1,4	2,5	1,9	10,3	11.des kl 22
Karpdalen	April 2013	0,7	2,3	0,4	6,9	19. kl 23
	Mai	1,6	2,5	0,3	6,6	06. kl 12
	Juni	0,6	2,6	0,4	6,5	08. kl 12
	Juli	1,1	2,3	0,0	6,0	03. kl 07 og 08
	August	1,1	1,9	0,0	5,2	24. kl 15
	September	1,7	2,1	0,0	5,8	16. kl 11
	Apr. - sept.2013	1,1	2,3	0,2	6,9	19. apr kl 23
	Oktober 2013	2,6	2,3	6,2	11,8	20. kl 00
	November	1,1	2,3	4,5	9,4	28. kl 12
	Desember	1,9	2,5	3,1	7,5	11. kl 22
	Januar 2014	0,0	2,8 ¹⁾	0,0		03. kl 07, 04. kl 10 tom. 12, 27. kl 08
	Februar	0,3	2,8	2,1	5,9	
	Mars	1,4	2,5	1,7	6,8	10. kl 07
	Okt.2013 - mar.2014	1,3	2,5	3,2	9,1	12. kl 17
				11,8	20. okt kl 00	

1) Skifte av instument 19. september, fra Aanderaa til Vaisala WTX-520.

6.2 Temperatur

Tabell 10 gir en oversikt over temperaturmålingene på Svanvik, i Karpdalen og normaltemperaturen for Meteorologisk institutts stasjon Kirkenes lufthavn (middelverdien for 30-årsperioden 1961-1990). Den høyeste temperaturen var 29,2 °C og ble målt på Svanvik 1. juni. 2013 kl. 16 og 17. Siste uke i mai og de første dagene i juni var det veldig varmt i Øst-Finnmark. Lørdag 1. juni ble det målt over 30 °C på Nyrud. Den laveste temperaturen var -35,1 °C på Svanvik (20. januar 2014 kl. 09 og 10). Sola kom tilbake til Sør-Varanger etter mørketiden fredag 17. januar. Siste frostnatt på Svanvik (T målt 2 m over bakken) våren 2013 var natten mellom 20. og 21. mai. Det vil si at det gikk 11 dager fra nattefrost til maksimumstemperatur. Og våren 2012 (foregående periode) var det frost natten mellom 31. mai og 1. juni, samme dato hvor det var opp mot 30 °C i 2013. Første frostnatt høsten 2013 forekom sannsynligvis i perioden uten datadekning i slutten av september 2013.

Tabell 10: Temperaturer på Svanvik (2 m over bakken), i Karpdalen (timemidler) og normalen for Kirkenes lufthavn i perioden april 2013 - mars 2014 (°C).

Stasjon		April 2013	Mai 2013	Juni 2013	Juli 2013	August 2013	September 2013
Svanvik	Middel	0	8,22	13,9	14,8	14,6	6,5
	Maks.	8,9	27,6	29,2	25,8	25,1	18,4
	Min.	-20,2	-3,4	1,8	6,4	1,8	-1,8
Karpdalen	Middel	-0,8	7,2	12,4	13,4	13,0	9,2
	Maks.	8,2	27,9	26,6	26,5	23,7	18,9
	Min.	-20,5	-3,2	1,4	3,9	3,5	-2,8
Kirkenes lufthavn	Normal	-2,4	3	8,5	12,1	10,5	6,2
		Oktober 2013	November 2013	Desember 2013	Januar 2014	Februar 2014	Mars 2014
Svanvik	Middel	1,1	-3,7	-6,9	-14	-3,2	-3,1
	Maks.	10	2,1	3,9	0,9	5,2	4,8
	Min.	-9,6	-14,4	-24,2	-35,1	-22,5	-18,5
Karpdalen	Middel	0,7	-3,9	-6,4	-13,8	-3,6	-3,5
	Maks.	9,5	2,4	3,9	0,5	4,8	4,5
	Min.	-13,9	-14,1	-21,4	-33,2	-22,2	-21,7
Kirkenes lufthavn	Normal	0,4	-5,5	-9,7	-11,8	-11,3	-7,4

Det er lokale forskjeller i temperatur og nattefrost på bakken kan forekomme selv om sommeren. Snøfall er observert i alle årets 12 måneder i Pasvik. Karpdalen og Kirkenes lufthavn ligger nærmere kysten enn Svanvik og 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 1,7 °C på Svanvik og 2,0 °C i Karpdalen. Dette er noe høyere enn forrige periode.

6.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 11 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i periodene april-september 2013 og oktober 2013-mars 2014. De laveste middelverdiene av relativ fuktighet ble målt i sommermånedene på alle stasjonene. Dette skyldes at temperaturen er høyere om sommeren slik at luften dermed kan ta opp mer fuktighet. Det var små forskjeller i månedsmiddelverdiene mellom de to stasjonene, men Svanvik hadde gjennomgående litt lavere middelverdier, dvs. luften oppleves tørrere. Dette skyldes at stasjonen ligger et stykke inne i landet, mens Karpdalen ligger nærmere sjøen og har mer innslag av fuktig luft. Karpdalen mottar også luft både sørfra ("innlandsluft") og nordfra ("sjøluft"), se vindroser Figur 5.

Tabell 11: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet (%) på Svanvik og i Karpdalen i perioden april 2013 - mars 2014.

Stasjon	April 2013	Mai 2013	Juni 2013	Juli 2013	August 2013	September 2013
Svanvik	¹⁾	62,9	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾
Karpdalen	74,1	65,6	68,4	72,8	75,3	77,8
	Oktober 2013	November 2013	Desember 2013	Januar 2014	Februar 2014	Mars 2014
Svanvik	81,3	78,0	78,7	72,8	75,8	72,4
Karpdalen	85,3	83,3	86,1	84,2	81,3	79,7

¹⁾ Viser kun måneder med minimum 75% datadekning.

6.4 Atmosfærisk stabilitet

Tidligere målte NILU temperaturredifferansen (ΔT) mellom 10 m og 2 m.o.b. ($T_{10m} - T_{2m}$) med Aanderaa-instrumentet (faset ut 19. 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 fortynnet, 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. Utslipet 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.

6.5 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. 9.

7. 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 (API100E-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).

7.1 Måleperiode 1. april 2013 – 31. mars 2014

Tabell 12 viser at datadekningen på Svanvik stort sett var god, over 97% for alle måneder bortsett fra september 2013. Lav datadekning denne måneden skyldes feil i strømforsyningen til instrumentet. I Karpdalen var datadekningen meget god, mellom 96% og 99% i hele perioden.

Tabell 12: Datadekning i prosent av tiden for SO₂-målingene på Svanvik og i Karpdalen i periodene april - september 2013 og oktober 2013 - mars 2014.

Måned	Svanvik	Karpdalen
April 2013	98,9	97,4
Mai	98,9	98,0
Juni	98,9	98,1
Juli	97,0	95,7
August	98,5	98,7
September	72,5	97,6
Apr.-sept. 2013	94,2	97,6
Oktober 2013	98,3	97,2
November	98,6	98,2
Desember	98,7	98,4
Januar 2014	97,8	97,4
Februar	99,0	98,2
Mars	99,2	97,6
Okt. 2013 – mar. 2014	98,6	97,8

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 2013 og oktober 2013-mars 2014 (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 2013	4,8	39,6	30	0	0	0	0	171,1	712	8	0	0	0
Mai	11,3	52,5	31	1	0	0	0	416,0	736	22	2	0	0
Juni	15,8	130,0	30	3	1	1	1	564,0	712	35	4	0	0
Juli	2,3	36,0	31	0	0	0	0	286,9	722	4	0	0	0
August	6,5	84,8	31	1	1	0	0	373,9	733	17	3	0	0
September	12,6 ¹⁾	113,6	20	1	1	1	0	267,1	522	20	0	0	0
Apr. - sept. 2013	8,7	130,0	173	6	3	2	1	564,0	4137	106	9	0	0
Oktober 2013	11,0	68,3	31	1	0	0	0	543,3	731	17	1	0	0
November	1,2	13,3	30	0	0	0	0	74,6	710	0	0	0	0
Desember	5,4	64,5	31	1	0	0	0	306,6	734	5	0	0	0
Januar 2014	12,0	56,2	31	2	0	0	0	423,0	728	15	1	0	0
Februar	7,0	99,6	28	1	1	1	0	743,9	665	10	2	1	0
Mars	7,0	64,2	31	2	0	0	0	397,7	738	21	1	0	0
Okt. 2013-mar. 2014	7,3	99,6	182	7	1	1	0	743,9	4306	68	5	1	0
Karpdalen	Månedsmiddle	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnobs	Antall døgnmidler				Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier			
				>50	>75	>90	>125			>100	>350	>700	>1000
April 2013	16,1	75,9	29	1	1	0	0	320,6	701	24	0	0	0
Mai	15,5	118,8	31	2	1	1	0	714,4	729	32	5	1	0
Juni	7,4	36,9	29	0	0	0	0	390,2	706	10	1	0	0
Juli	10,0	92,2	29	2	2	1	0	555,6	712	19	4	0	0
August	8,2	53,8	31	1	0	0	0	272,2	734	16	0	0	0
September	8,7	54,1	29	1	0	0	0	165,8	703	13	0	0	0
Apr. - sept. 2013	11,0	118,8	178	7	4	2	0	714,4	4285	114	10	1	0
Oktober 2013	15,0	108,7	29	2	1	1	0	290,1	723	37	0	0	0
November	13,7	44,1	29	0	0	0	0	350,9	707	29	1	0	0
Desember	17,3	69,4	31	3	0	0	0	519,7	732	27	1	0	0
Januar 2014	32,3	164,3	30	7	4	2	1	398,4	725	84	2	0	0
Februar	25,6	79,3	28	4	1	0	0	287,5	660	54	0	0	0
Mars	6,5	46,7	30	0	0	0	0	241,4	726	16	0	0	0
Okt. 2013-mar. 2014	18,3	164,3	177	16	6	3	1	519,7	4273	247	4	0	0

1) Mindre enn 75% datadekning på Svanvik i september 2013.

Et sammendrag av SO₂-målingene på Svanvik og Karpdalen i perioden april 2013 - mars 2014 er gitt i Tabell 13. Grafisk fremstilling av de timevise dataene er gitt i Vedlegg B. I Tabell 15 gjengis noen nøkkeltall fra Tabell 13 og disse verdiene sammenlignes med tall fra foregående rapporteringsperioder.

7.1.1 Svanvik

NILU har målt luftkvaliteten på Svanvik siden 1974. Målestasjonen er vist i Figur 6. Svanvik er en viktig målestasjon, ikke bare for dette måleprogrammet, men også for Strålevernet, Bioforsk/LMT, NVE og MET/yr.no²². 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 7).



Figur 6: NILUs målestasjon på Svanvik. Den ligger ute på jordet ved Bioforsk Jord og miljø/Svanhovd miljøsenters. I 2012 ble det installert ny målebod. Merk inntak for støvmålinger på taket til venstre og inntak for SO₂-målinger på taket til høyre (svanehal). Masten har meteorologiinstrumenter både i 2 og 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 SO₂ i denne rapporteringsperioden var høyere i sommersesongen 2013 og noe lavere i vintersesongen 2013/14 enn den forrige. Dette er basert både på sesongmiddel-, timemiddel- og døgnmiddelverdier.

I sommerhalvåret april - september 2013 var det 14 10-minutters verdier over WHO's retningslinje på 500 µg/m³ på Svanvik (se Tabell 14) mot sju sommeren før. Disse var fordelt på seks ulike dager (15. og 20. mai, 3., 5. og 27. juni og 31. august). I vinterhalvåret 2013/14 var det også 14 verdier over dette nivået mot fem vinteren før. Disse forekom på fem ulike dager (18. oktober, 1. januar, 19. februar, samt 13. og 21. mars). To dager var spesielle, 5. juni 2013 og 19. februar 2014 med hhv. seks og sju verdier over 500 µg/m³. Maksimumsverdien 1113 µg/m³ den 19. februar var den høyeste registrerte 10-minuttersverdien denne måleperioden.

²² Strålevernet: engelsk nrpa, Norwegian Radiation Protection Authority. LMT: Landbruksmeteorologisk tjeneste (Bioforsk AgroMetBase). NVE: Norges Vassdrags- og Energidirektorat. MET: Meteorologisk institutt.

350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ er norsk grenseverdi for timemiddel. Antallet timemiddelverdier over 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ var høyere for sommersesongen 2013 sammenlignet med perioden før (ni i 2013 mot to i 2012). I vintersesongen 2013/14 var det fem timemidler over 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mot seks vinteren før. Høyeste timemiddelverdi i perioden april 2013 - mars 2014 var 744 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik (19. februar 2014 kl. 21-22, jfr. forrige avsnitt).

Den høyeste døgnmiddelverdien på Svanvik var 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 2013 og 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 2013/14. Maksimal somerverdi gikk opp og maksimal vinterverdi gikk ned sammenlignet med foregående periode. Det var en døgnmiddelverdi over 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som er norsk grenseverdi for døgn med tre tillatte overskridelser per kalenderår (to 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 15 ser man at middelverdien på Svanvik sommeren 2013 (8,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) var høyere enn alle de seks foregående periodene, mens middelverdien vinteren 2013/14 (7,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) var lavere enn foregående periode.

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 figurene i Vedlegg B.



Figur 7: Røyken fra smelteverket i Nikel sett fra taket på bjørnesentret ved Bioforsk Svanhovd. 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 og i Karpdalen i perioden april 2013 - mars 2014.

Stasjon	Dato	Fra kl.	Til kl.	10-min. verdi	Timeverdi
Svanvik	15.05.2013	07:00	07:10	573,9	404,9
	15.05.2013	07:10	07:20	842,6	404,9
	15.05.2013	07:20	07:30	513,7	404,9
	20.05.2013	16:10	16:20	502,5	270,9
	20.05.2013	16:20	16:30	525,0	270,9
	03.06.2013	21:20	21:30	515,4	411,8
	05.06.2013	17:50	18:00	670,4	269,6
	05.06.2013	18:00	18:10	539,9	564,0
	05.06.2013	18:20	18:30	500,3	564,0
	05.06.2013	18:30	18:40	586,5	564,0
	05.06.2013	18:40	18:50	781,2	564,0
	05.06.2013	18:50	19:00	612,8	564,0
	27.06.2013	05:20	05:30	714,9	436,5
	31.08.2013	19:30	19:40	542,8	373,9
	18.10.2013	13:30	13:40	1047,0	543,3
	18.10.2013	13:40	13:50	1060,8	543,3
	18.10.2013	13:50	14:00	1064,1	543,3
	01.01.2014	07:00	07:10	559,0	423,0
	01.01.2014	07:10	07:20	662,2	423,0
	19.02.2014	20:40	20:50	632,7	474,7
	19.02.2014	20:50	21:00	804,7	474,7
	19.02.2014	21:00	21:10	657,9	743,9
	19.02.2014	21:20	21:30	579,6	743,9
	19.02.2014	21:30	21:40	1113,3	743,9
	19.02.2014	21:40	21:50	1012,3	743,9
	19.02.2014	21:50	22:00	676,8	743,9
	13.03.2014	19:00	19:10	516,1	201,3
	21.03.2014	09:50	10:00	512,5	194,6
Karpdalen	21.04.2013	20:20	20:30	522,9	297,0
	22.04.2013	17:40	17:50	516,8	320,6
	03.05.2013	06:30	06:40	596,1	480,9
	03.05.2013	06:40	06:50	595,3	480,9
	03.05.2013	07:00	07:10	565,0	714,4
	03.05.2013	07:10	07:20	714,9	714,4
	03.05.2013	07:20	07:30	783,8	714,4
	03.05.2013	07:30	07:40	607,6	714,4
	03.05.2013	07:40	07:50	798,2	714,4
	03.05.2013	07:50	08:00	816,3	714,4
	03.05.2013	08:00	08:10	633,9	541,2
	03.05.2013	08:10	08:20	614,4	541,2
	03.05.2013	08:20	08:30	505,9	541,2

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

Karpdalen	03.05.2013	08:30	08:40	523,0	541,2
	03.05.2013	08:40	08:50	504,0	541,2
	10.05.2013	05:10	05:20	584,7	646,4
	10.05.2013	05:20	05:30	862,0	646,4
	10.05.2013	05:30	05:40	790,8	646,4
	10.05.2013	05:40	05:50	705,7	646,4
	10.05.2013	05:50	06:00	538,7	646,4
	10.05.2013	06:00	06:10	613,1	425,6
	10.05.2013	06:10	06:20	642,4	425,6
	10.05.2013	06:20	06:30	744,5	425,6
	19.06.2013	03:00	03:10	552,7	390,2
	19.06.2013	03:10	03:20	521,8	390,2
	21.07.2013	04:30	04:40	523,4	490,3
	21.07.2013	04:40	04:50	569,4	490,3
	21.07.2013	04:50	05:00	603,6	490,3
	21.07.2013	05:00	05:10	550,3	555,6
	21.07.2013	05:10	05:20	510,9	555,6
	21.07.2013	05:20	05:30	521,5	555,6
	21.07.2013	05:30	05:40	564,2	555,6
	21.07.2013	05:40	05:50	592,2	555,6
	21.07.2013	05:50	06:00	594,5	555,6
	21.07.2013	06:00	06:10	556,2	478,2
	21.07.2013	06:10	06:20	558,4	478,2
	07.08.2013	07:50	08:00	641,3	272,2
	22.12.2013	19:50	20:00	546,3	265,3
	22.12.2013	20:00	20:10	586,8	519,7
	22.12.2013	20:10	20:20	683,7	519,7
	22.12.2013	20:20	20:30	681,8	519,7
	22.12.2013	20:30	20:40	582,0	519,7
	26.01.2014	01:40	01:50	534,5	360,6
	26.01.2014	01:50	02:00	604,5	360,6
	26.01.2014	02:00	02:10	624,6	398,4
	26.01.2014	02:10	02:20	577,4	398,4
	26.01.2014	02:20	02:30	505,7	398,4

7.1.2 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 8.



Figur 8: 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. Trakt og svanehal på taket til venstre er inntak for SO₂, mast til høyre er meteorologiinstrumenter. Legg også merke til barduneringen, det er værhardt i Karpdalen om vinteren. Bildet er tatt i 2009, dvs. før utplassering av prøvetakere for tungmetaller. Merk også nærhet til vei og strøm, infrastruktur er viktig kriterium for valg av plassering av målestasjon.

I likhet med Svanvik viser målingene at miljøbelastningen i Karpdalen grunnet SO₂ i denne rapporteringsperioden var høyere i sommersesongen og lavere i vintersesongen enn den forrige. Dette er basert på sesongmidler, men gjelder også for høyeste døgnmiddel og antall timemidler over 350 µg/m³.

Det ble målt 37 10-minuttersverdier over 500 µg/m³ sommeren 2013 mot en sommeren før. Disse forekom på sju forskjellige dager (21. og 22. april, 3. og 10. mai, 19. juni, 21. juli og 7. august). Av disse var 3. og 10. mai, samt 21. juli spesielle med hhv. 13, åtte og 11 overskridelser. Vinteren 2013/14 var det 10 verdier over 500 µg/m³ (42 vinteren før og 296 vinteren 2010/11). Vinteren 2010/11 var dog meget spesiell (Berglen et al., 2011). De ti verdiene over 500 µg/m³ forekom på to ulike dager, 22. desember 2013 og 26. januar 2014. Høyeste 10-minuttersverdi denne perioden var 862 µg/m³ målt 10. mai, se Tabell 14. Dette er lavere enn på Svanvik.

Tabell 15: Noen utvalgte SO₂-verdier fra Tabell 13 og Tabell 14 sammenlignet med tilsvarende tall for de fem foregående rapporteringsperiodene.

	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
Svanvik							
Høyeste 10-minuttersverdi µg/m ³	998	1195	821	620	1099	1026	1113
Høyeste timemiddelverdi µg/m ³	598	787	459	433	858	582	744
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ sommer	3	2	0	6	6	2	9
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ vinter	7	3	1	0	4	6	5
Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³	2	0	0	1	0	2	1
Høyeste døgnmiddel sommer µg/m ³	129	59	76	156	88	72	130
Høyeste døgnmiddel vinter µg/m ³	238	98	113	96	110	142	100
Middelverdi sommer µg/m ³	7,2	6	7,4	7,4	7,2	5,7	8,7
Middelverdi vinter µg/m ³	7,6	6,4	8,7	8,5	6,1	7,9	7,3
Nikel							
Høyeste 10-minuttersverdi µg/m ³	11292	7921 ¹⁾	-	-	-	-	
Høyeste timemiddelverdi µg/m ³	5962	4346 ¹⁾	-	-	-	-	
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ sommer	341	299 ¹⁾	-	-	-	-	
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ vinter	135	- ¹⁾	-	-	-	-	
Karpdalen							
Høyeste 10-minuttersverdi µg/m ³		582	695	917	1732	848	862
Høyeste timemiddelverdi µg/m ³		561	579	854	838	725	714
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ sommer			2	4	3	0	10
Antall timemiddel > 350 µg/m ³ vinter		9	17	102	3	15	4
Antall døgnmiddel > 125 µg/m ³		3	5	15	3	5	1
Høyeste døgnmiddel sommer µg/m ³			82,7	94,9	112	79	119
Høyeste døgnmiddel vinter µg/m ³		263	204	507	139	260	164
Middelverdi sommer µg/m ³		- ²⁾	7,3	9,4	12,0	8,1	11,0
Middelverdi vinter µg/m ³		20,5 ²⁾	19,4	39,1	18,3	26,2	18,3

¹⁾ Nikel har data for april-august (5 måneder) og tallene er derfor ikke direkte sammenlignbare med tidligere år.

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

Sommeren 2013 var det 10 timemiddelverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ingen sommeren før. Vinteren 2013/14 var det fire timeverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mot 15 vinteren før. Vinteren 2010/11 var det 102 timeverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, igjen dette var en meget spesiell vinter i Karpdalen. Maksimalt timemiddel i Karpdalen var $714 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3. mai 2013 kl. 7-8) og maksimalt døgnmiddel $164 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (11. januar 2014). 11. januar var det ingen 10-minuttersverdier over $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller timeverdier over $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ref Tabell 14).

Grenseverdien på $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for døgnmiddel ble ikke overskredet sommeren 2013, men en gang vinteren 2013/14 mot fem vinteren før. Her er det tillatt med tre overskridelser i kalenderåret.

Middelverdien i Karpdalen sommeren 2013 var $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sesongmiddel for vinteren 2013/14 var $18,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (se Tabell 13 og Tabell 15). Dette er lavere enn vinteren før ($26,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2012/13), og 2,5 ganger høyere enn vintermidlet på Svanvik.

De fire siste måleperiodene og i særdeleshet vinteren 2010/11 kjennetegnes ved at Karpdalen har hatt de høyeste konsentrasjonene og den største miljøbelastningen. Dette til tross for at Svanvik ligger nærmere utslippene i Nikel enn Karpdalen gjør. Typisk mønster er at Svanvik har de høyeste konsentrasjonene på kort tidsskala (10-minutter, time) på grunn av nærheten til Nikelverket, mens de høyeste konsentrasjonene for lengre tidsskala (måned, sesong) var høyest i Karpdalen. Karpdalen er typisk også mest utsatt vinterstid pga hyppigst forekommende vindretning fra sør. Se ellers plott av timekonsentrasjonene i Vedlegg B.

Kap 7.1.4 (Konsentrasjonsvindroser) har en kort diskusjon om opphavet for SO_2 -konsentrasjonene i Karpdalen (Zapoljarnij/Nikel).

7.1.3 Viksjøfjell

Sommeren 2009 ble det påbegynt målinger av SO_2 på Viksjøfjell. Dette er en stasjon hvor det ble gjort målinger tidligere, men som ble nedlagt i 1996. Viksjøfjell ligger på Jarfjordfjellet og er over tregrensen (391 m.o.h.). Zapoljarnij ligger sør for Viksjøfjell og man kan se røykfanen fra anlegget i Zapoljarnij i godvær, se Figur 9.

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



Figur 9: Utsikt fra Viksjøfjell 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 16. 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 16 er det tidvis stor forskjell mellom de to prøvetakerne som ble eksponert samtidig. Dette skyldes som regel at ene prøvetakeren ble våt. Væte på prøvetakerne gir usikre målinger. Merk dog at analyseresultatene heller blir for lave enn for høye. Middelerverdi for måleperioden april 2013 - mars 2014 var omlag 27 µg/m³ (middel av de to prøvetakerne), analysert vintermiddel 2013/14 var rundt 25 µg/m³. Angående vintermiddelet skal det bemerkes at det var en 14-dagers periode uten prøvetaking, samt fire perioder hvor brikkene ble våte. Det gjør at målt vintermiddel er en underestimering av reelt nivå.

Tabell 16: Måleresultater for SO₂ på Viksjøfjell april 2013-mars 2014. Enhet: µg/m³.

Fra dato	Til dato	Antall døgn	SO ₂ prøvetaker 1	SO ₂ prøvetaker 2
24.03.2013	07.04.2013	14	50,6	49
07.04.2013	21.04.2013	14	55,4	47
21.04.2013	13.05.2013		- ¹	- ¹
13.05.2013	26.05.2013	13	30,8	32,9
26.05.2013	09.06.2013	14	24,1	23,5
09.06.2013	23.06.2013	14	16	15,5
26.06.2013	07.07.2013	11	41,5	42,3
07.07.2013	21.07.2013	14	17,5	15,8
21.07.2013	04.08.2013	14	34,5	35,2
04.08.2013	18.08.2013	14	29,1	33
18.08.2013	01.09.2013	14	20,4	20,5
01.09.2013	16.09.2013	16	29,2	30
16.09.2013	29.09.2013	14	7,4	8
29.09.2013	13.10.2013	14	15,1	14,5
13.10.2013	27.10.2013	14	23,7	17
27.10.2013	10.11.2013	14	25	19,6
10.11.2013	24.11.2013	14	32	33,3
26.11.2013	08.12.2013	13	10,2 ²	23,8 ²
08.12.2013	22.12.2013		- ¹	- ¹
22.12.2013	05.01.2014	14	28,9 ²	28,5 ²
05.01.2014	19.01.2014	14	23,9 ²	26,1 ²
19.01.2014	02.02.2014	14	10,3 ²	12,9 ²
02.02.2014	16.02.2014	14	49,1	46,8
16.02.2014	02.03.2014	14	32,4	38,8
02.03.2014	16.03.2014	14	18,8	20
16.03.2014	30.03.2014	14	24,1	26,2
30.03.2014	13.04.2014	14	19,2	20,4

¹⁾ Ingen prøver mottatt.

²⁾ Vått filter. Vått filter gjør målingene usikre (underestimert).

7.1.4 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 10 og Figur 11, 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 8,7 µg/m³ sommeren 2013. Vind i sektoren 90° (rett øst) ga den høyeste midlede retningskonsentrasjonen med 49,4 µg/m³ (Figur 10). Til sammenligning har middelkonsentrasjonene ved vind fra de mest belastede sektorene ligget mellom 33,1 og 79 µg/m³ de siste somrene. I vinterhalvåret 2013/14 var middelkonsentrasjonen 7,3 µg/m³. Middelkonsentrasjonen ved vind fra den mest belastede sektoren (90°) var 38,2 µg/m³ (Figur 11). Foregående vintre har maksimum retningskonsentrasjon ligget mellom 56 µg/m³ og 73 µg/m³ (for 10° sektorinndeling).

Konsentrasjonsvindroser for Karpdalen sommeren 2013 viser at konsentrasjonen generelt er størst når vinden kommer fra sørlig kant (sektorene 120° - 180°). For vinteren 2013/14 synes bildet litt annerledes ved første øyekast. Konsentrasjonsvindroser for vinteren 2013/14 (Figur 11) viser at de høyeste konsentrasjonene opptrer når vinden står 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 og naturstridig sett i lys av budskapet i resten av rapporten, at kilder i sør (Nikel) og sørøst (Zapoljarnij) er opphavet til de høye konsentrasjonene i Karpdalen. Imidlertid viser vindrosen (Figur 5) og tabellene gjengitt i Vedlegg A at vind fra sektor 270° forekommer i 0,08 % av tiden og alltid ved svak vind (opptil 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; 160 µg/m³ ved vind fra sektor 270° for 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 8).



Figur 10: Middelskonsentrasjoner av SO₂ på Svanvik og Karpdalen i perioden april-september 2013 (µg/m³). Figuren viser middelskonsentrasjoner av SO₂ for hver av 12 30°-vindsektorer. Begge stasjonene er mest belastet når det blåser fra anleggene i Nikel og Zapolyarnij.



Figur 11: Middelskonsentrasjoner av SO₂ på Svanvik og Karpdalen i perioden oktober 2013-mars 2014 (µg/m³). Figuren viser middelskonsentrasjoner av SO₂ for hver av 12 30°-vindsektorer.

7.2 Analyse av SO₂-målinger over flere år

7.2.1 Måleprogrammets omfang

Foregående kapittel (kap. 7.1) omhandler resultater fra siste måleperiode (april 2013 - mars 2014). I dette kapitlet analyseres måledata sortert etter kalenderår (januar-desember), altså noe forskjøvet. Dette gjøres fordi grenseverdier og målsettingsverdier 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 17 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. 10.1) for informasjon om Russlands og Finlands målestasjoner.

Tabell 17: Oversikt over SO₂-målinger i grenseområdene med døgnpåretakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-2013. 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-'13
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													

7.2.2 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 18 og Tabell 19. Tabell 18 gir målestatisikk for Svanvik for årene 1974-2013. Timevise data er først tilgjengelig fra 1989. Tabell 19 gir tilsvarende statistikk for Viksjøfjell (for årene 1989-1995), Maajärvi (1990-2001), Nikel (1992-31. august 2008), samt Karpdalen (2009-2013, dvs. etter gjenåpningen).

Tabell 18: Målestatistikk for SO₂ fra Svanvik i perioden 1974-2013. 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 15.

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

Tabell 19: Målestatistikk for SO₂ fra Viksjøfjell (1989-1995), Maajärvi (1990-2001) og Nikel (1992-31.8.2008) og Karpdalen (2009-2013). 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

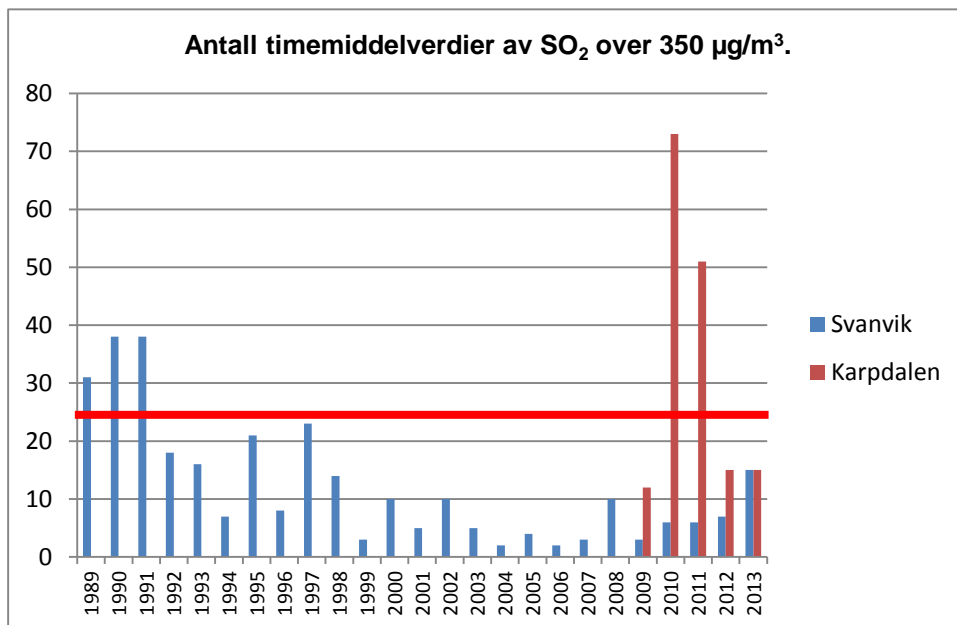
¹⁾ Nikel hadde data fram til 31. august 2008 (8 måneder) og tallene for 2008 er derfor ikke direkte sammenlignbare med tidligere år. Årsmiddelverdi 91,1 µg/m³ og antall døgn/timer er regnet ut fra 8 måneder. Datadekning 66,2 % er regnet ut fra hele året.

7.2.3 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 2013 var det 15 timeverdier over 350 µg/m³, mot syv året før. Figur 12 viser antall overskridelser av grenseverdien hvert år fram til 2013. 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 2013, samme som året før (og 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 12: Antall timemiddelverdier av SO₂ over grenseverdien på 350 µg/m³ på Svanvik (1989-2013) og i Karpdalen (2009-2013). 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 19). 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 15). Det kan også nevnes at de russiske målingene som HydroMet gjør i Nikel viser maksimale timeverdier over 4000 - 7000 µg/m³ (se referanseliste kap 10.1 for adresse).

På Svanvik er gjennomsnittet de 10 siste årene 5,8 overskridelser, tilsvarende 0,07 % av tiden, lavest i 2004 og 2006 med 2 overskridelser (0,02%) og høyest i 2013 med 15 overskridelser (0,17%). I Karpdalen var det også overskridelser i 0,17% av tiden i 2013 (av tiden med gyldige målinger, som nevnt 15 til sammen).

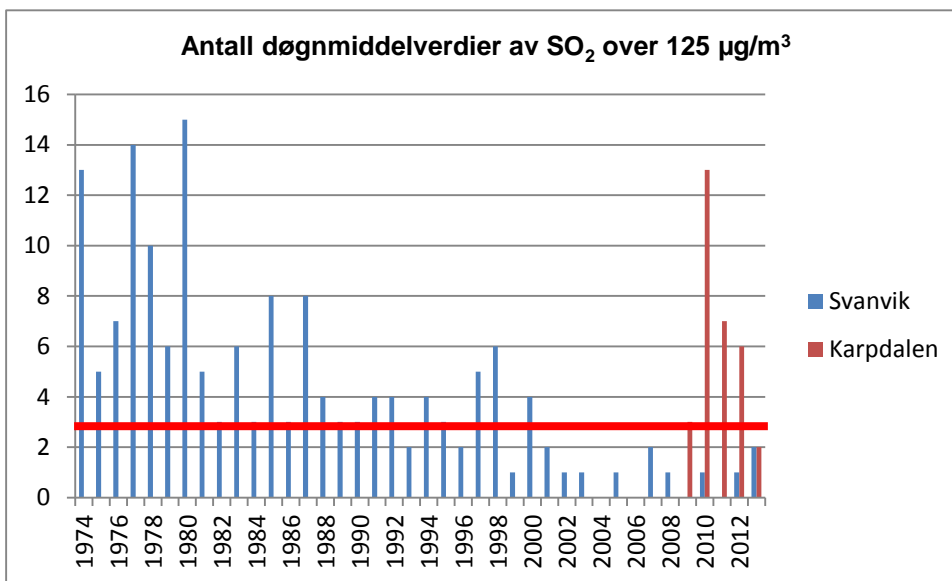
Målingene av timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik fra høsten 1988 til i dag har vist at mer enn halvparten av verdiene har vært under 1 µg/m³. Høyeste målte timemiddelverdi i 2013 på Svanvik var 564 µg/m³ (5. juni kl. 18-19). Den aller høyeste timemiddelverdien målt på Svanvik noensinne av NILU (fra 1989 til i dag) var 2458 µg/m³ i 1990. Høyeste målte timemiddelverdi i 2013 i Karpdalen var 725 µg/m³ (19. mars kl. 13-14, dvs i

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

7.2.4 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. 5).

På Svanvik var det to døgnverdier over 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2013, en i mars og en i juni (en året før). Figur 13 og Tabell 18 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 13 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 0,8 overskridelser pr år (0,2%), lavest i 2004, 2006, 2009 og 2011 med ingen overskridelser.



Figur 13: Antall døgnmiddelverdier av SO_2 over grenseverdien på 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på Svanvik (1974-2013) og i Karpdalen (2009-2013). Norsk lovverk tillater 3 overskridelser per kalenderår (gjeldende fra 2005, markert med rød linje).

Målingene i Karpdalen viser to tilfeller med døgnmiddel over 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2013, mot seks året før og syv i 2011 og 13 i 2010. Begge overskridelsene forekom i februar 2013 (forrige rapporteringsperiode). Dette er innenfor antall tillatte overskridelser. Karpdalen overskred grenseverdien i 0,5 % av målingene (to 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 19) 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.

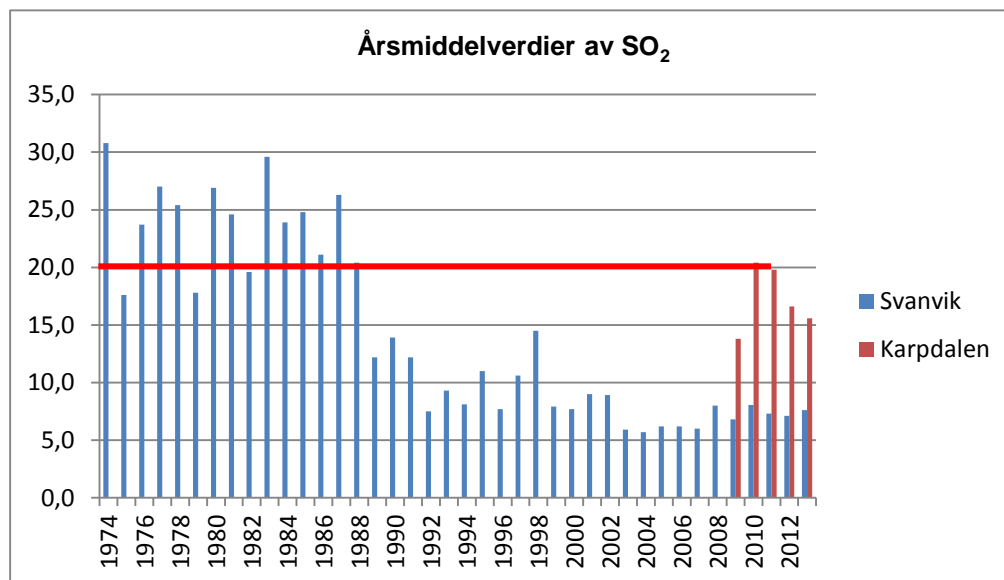
7.2.5 Døgnmiddelverdier - øvre og nedre vurderingsterskel

Luftkvalitet sammenlignes også mot øvre og nedre vurderingsterskel gitt i forurensningsforskriften og luftkvalitetsdirektivet (se kap 5.3 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 2013 fem døgn over 75 µg/m³ og 11 døgn over 50 µg/m³ (Tabell 18), siste fem år er antall døgn over 75 µg/m³ mellom tre og syv, mens antall døgn over 50 µg/m³ er mellom 11 og 17. I Karpdalen var det i 2013 12 døgn over 75 µg/m³ (mellom 11 og 22 siste fem år) og 29 døgn over 50 µg/m³ (mellom 22 og 39 siste fem år), se Tabell 19. Døgnverdier over 75 µg/m³ har forekommet på Svanvik og i Karpdalen i alle år med målinger.

7.2.6 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 14: Årsmiddelverdier av SO₂ på Svanvik (1974-2013) og i Karpdalen (2009-2013). Grenseverdi for beskyttelse av økosystem er 20 µg/m³ (gjeldende fra 2002, markert med rød linje). Enhet: µg/m³.

Årsmiddelverdien på Svanvik var 7,6 µg/m³ i 2013. 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 14), mens årsmiddelverdiene ligger under 20 µg/m³ fra 1989²³. Grenseverdien ble overholdt i Karpdalen i 2013 (årsmiddel 15,6 µg/m³), likeledes i 2010, 2011 og 2012 (årsmidler hhv. 20,4 µg/m³, 19,8 µg/m³ og 16,6 µg/m³)²⁴.

På de andre stasjonene vist i Tabell 19 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

²³ 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.

²⁴ 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.

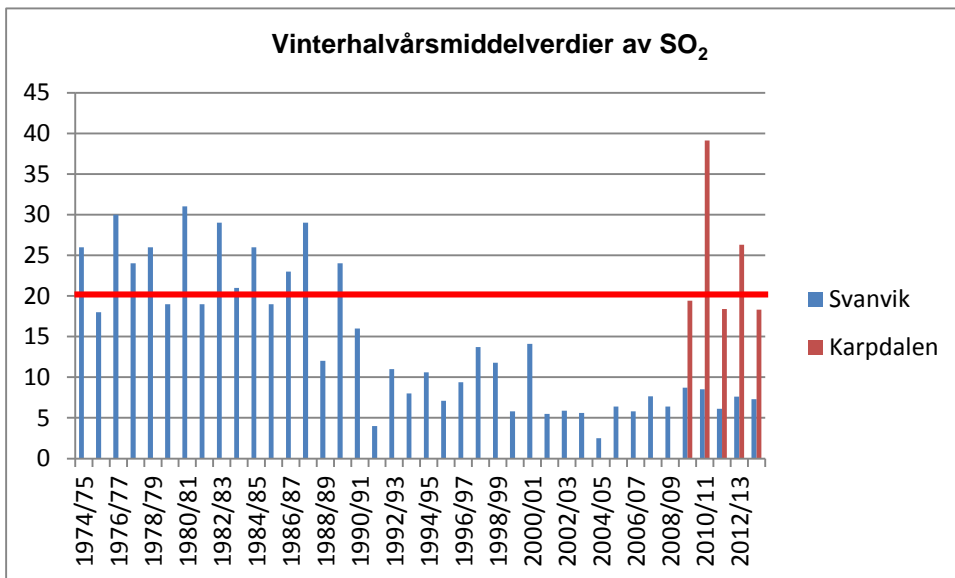
noe usikker fordi det ikke er målinger i månedene juli-november. 2007 og 2008 viste de høyeste årsmiddel-konsentrasjonen som ble målt siden 1998 (Tabell 19).

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

SO₂-målingene på Svanvik (Figur 14) antyder et betydelig lavere SO₂-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 SO₂ pr. år, se Figur 1 for trender i utslippene.

Figur 15 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 18,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som middelverdi vinteren 2013/14. Dvs. at grenseverdien for vintersesong er overholdt. Vintrene før herværende periode hadde verdier på hhv. 26,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2012/13), 18,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vinteren 2011/12), 39,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vinteren 2010/11, som hadde stor belastning) og 19,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vinteren 2009/10). Se ellers diskusjon i kap 7.1.2. 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 15: Vinterhalvårsmiddelverdier av SO₂ på Svanvik 1974/75-2013/14 og i Karpdalen (2009/10-2013/14). Grenseverdi for beskyttelse av økosystem er 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gjeldende fra 2002, markert med rød strek). Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

8. 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. 5) 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 20 (april - september 2013) og i Tabell 21 (oktober 2013 - mars 2014). Likeledes er resultater for Karpdalen vist i Tabell 22 (april - september 2013) og i Tabell 23 (oktober 2013 - mars 2014).

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 blindfilteret²⁵ 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 støv er vist som femte resultatkolonne i Tabell 20 - Tabell 23.

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.

²⁵ 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 20: Middelerverdier av elementer i luft på Svanvik sommerhalvåret 2013.

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
03.04.2013	10.04.2013	6,70	1,12	5,25	0,26	- 1)
10.04.2013	17.04.2013	7,31	1,26	6,19	0,28	4,46
17.04.2013	24.04.2013	4,89	1,56	6,17	0,23	4,53
24.04.2013	01.05.2013	7,45	1,36	6,82	0,27	3,94
01.05.2013	08.05.2013	21,92	3,19	19,00	0,84	4,92
08.05.2013	15.05.2013	17,52	2,79	15,25	0,65	5,69
15.05.2013	22.05.2013	5,77	1,11	5,90	0,25	5,71
22.05.2013	29.05.2013	16,09	2,02	12,32	0,70	12,01
29.05.2013	10.06.2013	31,05	4,73	33,02	1,31	8,43
10.06.2013	18.06.2013	11,12	1,41	8,37	0,42	4,59
18.06.2013	02.07.2013	16,31	2,20	17,16	0,76	6,60
02.07.2013	09.07.2013	17,51	4,50	17,87	0,70	8,08
09.07.2013	16.07.2013	0,88	0,43	1,13	0,05	4,58
16.07.2013	23.07.2013	0,97	0,42	1,45	0,06	2,33
23.07.2013	30.07.2013	8,41	2,49	9,13	0,42	7,39
30.07.2013	06.08.2013	10,36	7,82	9,38	0,42	9,61
06.08.2013	13.08.2013	2,59	1,58	4,03	0,13	3,92
13.08.2013	20.08.2013	4,18	1,23	2,98	0,16	5,00
20.08.2013	27.08.2013	0,19	0,12	0,25	0,01	2,75
27.08.2013	03.09.2013	18,36	4,56	16,11	0,66	4,99
03.09.2013	10.09.2013	0,74	0,27	1,02	0,05	4,98
10.09.2013	17.09.2013	4,13	1,03	4,64	0,16	6,50
17.09.2013	24.09.2013	13,85	4,16	14,45	0,53	7,97
24.09.2013	01.10.2013	7,54	1,64	5,16	0,25	4,21
Vektet middel²						
03.04.2013	01.10.2013	10,67	2,27	10,25	0,44	5,66

1) Veiging av filtre på Svanvik begynte 10. april 2013.

Tabell 21: Middelerverdier av elementer i luft på Svanvik vinterhalvåret 2013/14.

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
01.10.2013	08.10.2013	4,30	0,64	3,49	0,16	3,04
08.10.2013	15.10.2013	7,00	1,82	9,79	0,26	2,47
15.10.2013	22.10.2013	1,82	0,75	1,27	0,06	2,26
22.10.2013	29.10.2013 ¹⁾	20,35	5,45	17,02	0,71	4,02
29.10.2013	05.11.2013	12,51	1,23	7,49	0,41	2,92
05.11.2013	12.11.2013	0,91	0,52	0,99	0,03	2,14
12.11.2013	19.11.2013	0,22	0,02	0,25	0,008 ²⁾	2,23
19.11.2013	26.11.2013	0,42	0,03	0,48	0,04	2,94
26.11.2013	03.12.2013	2,35	0,80	2,83	0,08	2,21
03.12.2013	10.12.2013	9,23	1,54	8,00	0,33	3,56
10.12.2013	17.12.2013	0,81	0,06	0,58	0,02	3,37
17.12.2013	24.12.2013	16,19	5,40	18,04	0,56	5,56
24.12.2013	31.12.2013	1,80	0,31	2,95	0,06	1,90
31.12.2013	07.01.2014	7,60	2,77	10,77	0,32	3,83
07.01.2014	14.01.2014	21,46	6,05	22,94	0,79	10,21
14.01.2014	21.01.2014	9,01	4,48	14,95	0,37	7,81
21.01.2014	24.01.2014	3,79	2,95	7,30	0,20	4,26
24.01.2014	31.01.2014	5,82	0,51	7,27	0,20	4,08
31.01.2014	07.02.2014	1,04	0,37	1,23	0,03	3,06
07.02.2014	14.02.2014	3,25	0,61	3,92	0,10	5,57
14.02.2014	21.02.2014	17,69	2,02	13,26	0,58	6,95
21.02.2014	28.02.2014	0,78	0,28	1,15	0,04	3,28
28.02.2014	07.03.2014	0,79	0,33	1,02	0,05	8,06
07.03.2014	14.03.2014	6,87	2,40	7,64	0,27	3,03
14.03.2014	21.03.2014	6,35	2,18	5,33	0,24	3,82
21.03.2014	28.03.2014	14,73	2,23	11,73	0,59	4,89
28.03.2014	31.03.2014	0,08	0,03	0,10	0,008 ¹⁾	3,41
Vektet middel ³⁾						
01.10.2013	31.03.2014	6,77	1,70	6,87	0,25	4,12

¹⁾ Luftvolum mangler pga skifte av filterkassett. Antatt luftvolum 386,4 m³.²⁾ Under deteksjonsgrensen.³⁾ Ved utregning av vektet middel er prøver under deteksjonsgrensen satt til deteksjonsgrensen.

Tabell 22: Middelerverdier av elementer i luft i Karpdalen sommerhalvåret 2013.

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
03.04.2013	10.04.2013	15,06	0,75	10,10	0,50	2,85
10.04.2013	21.04.2013	23,88	2,84	17,87	0,87	5,57
21.04.2013	30.04.2013	25,84	4,41	22,88	0,99	5,01
30.04.2013	06.05.2013	22,93	4,11	22,39	0,85	4,84
06.05.2013	14.05.2013	17,48	1,72	13,44	0,62	4,53
14.05.2013	20.05.2013	12,71	1,63	9,97	0,46	4,68
20.05.2013	26.05.2013	24,14	3,49	30,46	1,14	9,19
26.05.2013	31.05.2013	11,00	0,85	9,12	0,50	12,73
04.06.2013	13.06.2013	11,94	1,44	10,78	0,52	5,19
13.06.2013	22.06.2013	9,36	1,71	9,85	0,48	7,96
01.07.2013	14.07.2013	7,17	2,79	9,57	0,35	9,12
14.07.2013	21.07.2013	12,77	2,08	9,15	0,46	3,27
21.07.2013	28.07.2013	9,70	1,59	6,79	0,37	4,47
28.07.2013	08.08.2013	11,63	4,30	10,26	0,52	9,74
08.08.2013	19.08.2013	10,52	3,88	10,89	0,43	4,78
19.08.2013	26.08.2013	11,53	4,37	12,26	0,50	4,41
26.08.2013	02.09.2013	1,28	0,32	1,01	0,04	4,37
02.09.2013	09.09.2013	14,46	4,30	16,34	0,58	7,73
09.09.2013	16.09.2013	6,82	3,05	10,60	0,28	7,78
16.09.2013	23.09.2013	18,38	2,19	16,25	0,62	10,13
23.09.2013	30.09.2013	0,096 ¹⁾	0,07	0,09	0,01	6,44
30.09.2013	07.10.2013	5,64	2,14	7,97	0,23	2,70
Vektet middel²						
03.04.2013	07.10.2013	12,91	2,56	12,12	0,52	6,29

¹⁾ Under deteksjonsgrensen.

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

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 kun en verdi under deteksjonsgrensen i Karpdalen.

Middelkonsentrasjonene av svevestøv varierer mellom 3,81 µg/m³ (Karpdalen vinteren 2013/14) og 6,29 µg/m³ (Karpdalen sommeren 2013). 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 vinteren 2013/14 var konsentrasjonen av PM₁₀ lavere i Karpdalen enn på Svanvik, men konsentrasjonene av Ni, As, Cu og Co var høyere, uten at dette er vurdert videre i detalj.

Tabell 23: Middelerverdier av elementer i luft i Karpdalen vinterhalvåret 2013/14.

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
07.10.2013	16.10.2013	5,57	1,18	5,18	0,19	2,64
16.10.2013	24.10.2013	8,37	6,89	9,41	0,29	2,93
24.10.2013	30.10.2013	11,96	2,37	8,60	0,35	3,28
30.10.2013	06.11.2013	25,94	8,69	26,84	0,94	4,18
06.11.2013	13.11.2013	11,00	7,52	13,47	0,42	2,22
13.11.2013	23.11.2013	8,52	3,67	10,63	0,33	2,70
23.11.2013	04.12.2013	6,53	1,75	5,95	0,23	2,07
04.12.2013	15.12.2013	6,27	1,89	5,52	0,22	2,95
15.12.2013	27.12.2013	8,12	3,92	10,24	0,30	3,61
27.12.2013	06.01.2014	9,52	3,17	9,95	0,34	3,45
06.01.2014	13.01.2014	6,97	9,66	14,24	0,31	6,25
13.01.2014	27.01.2014	6,84	6,62	13,74	0,31	6,64
19.02.2014	24.02.2014	14,37	2,67	12,44	0,55	4,37
24.02.2014	03.03.2014	9,66	4,47	10,66	0,44	5,40
03.03.2014	10.03.2014	2,80	1,26	3,47	0,13	5,55
10.03.2014	17.03.2014	0,31	0,10	0,23	0,01	3,49
17.03.2014	24.03.2014	7,55	1,54	5,42	0,29	3,30
24.03.2014	31.03.2014	2,36	0,97	2,36	0,10	3,83
31.03.2014	07.04.2014	0,31	0,06	0,33	0,02	3,59
Vektet middel 07.10.2013	07.04.2014	7,82	3,66	8,94	0,30	3,81

Målsettingsverdier ("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. 5). Årsmidler for de fire komponentene gitt her er gitt i Tabell 24. Resultatene viser at gjennomsnittsverdiene for 2013 for Svanvik og Karpdalen ligger under målsettingsverdi for år.

Tabell 24: Middelverdier av elementer i luft på Svanvik og i Karpdalen kalenderåret 2013.

Stasjon	Ni ng/m ³	As ng/m ³	Cu ng/m ³	Co ng/m ³
Svanvik	9,79	2,02	9,25	0,37
Karpdalen	17,95	4,44	16,62	0,66

Tungmetaller i svevestøv måles også ved observatoriene på Birkenes II (Sør-Norge) og Zeppelin (Spitsbergen) og på Andøya (Nizzetto et al., 2014). Verdiene på disse observatoriene representerer bakgrunnsverdier og har årsmiddelverdier for 2013 mellom 0,12 og 0,38 ng/m³ for Ni, mellom 0,04 og 0,15 ng/m³ for As og mellom 0,24 og 0,52 ng/m³ for Cu. Årsmiddelkonsentrasjonen av Co i 2013 ligger mellom 0,011 og 0,03 ng/m³.

Sammenlignet med disse målingene ligger middelverdiene fra stasjonene i grenseområdene typisk en faktor 10-30 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.

9. Måleresultater hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør

Prøvetaking for målinger av hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør foretas ved tre stasjoner: Svanvik (tungmetaller), Karpdalen (tungmetaller, fra august 2013) 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 altså 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 16.

Et sammendrag av månedsvise resultater for siste rapporteringsperiode er vist i Tabell 25 (Svanvik), Tabell 26 (Karpdalen) og Tabell 27 (Karpbukt). Konsentrasjonene av SO_4 er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel pr. liter. Konsentrasjonene av NO_3 og NH_4 er gitt som mg nitrogen pr. liter. 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^{26}) i nedbør. Dette er gjort for at man skal analysere på de samme metallene i både luft og nedbør.



Figur 16: 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.

²⁶ Igjen; Al er ikke tungmetall, men analyseres og rapporteres her. Likeledes, As er et metalloid/halvmetall, men analyseres og rapporteres også her.

9.1 Nedbørmengde

Det regner generelt mer i Karpbukt enn på Svanvik. Karpbukt hadde mer enn dobbelt så mye nedbør som Svanvik vinterhalvåret 2013/14. Samlet falt det 284 mm nedbør på Svanvik 1. april 2013 - 31. mars 2014, i Karpbukt var samlet nedbør 463 mm. 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. Merk også at det vinteren 2013/14 falt mer nedbør i Karpbukt ute ved kysten (255 mm) enn i Karpdalen litt inne i landet (192 mm).

Sammenliknet med sommeren 2012 var det mindre nedbør på Svanvik i 2013. Vinteren 2013/14 hadde tilnærmet samme nedbør som foregående vinter. Også i Karpbukt var det mindre nedbør sommeren 2013 sammenlignet med foregående sommer og tilnærmet samme nedbør vinteren 2013/14 som vinteren 2012/13.

9.2 Konsentrasjon i nedbør

På Svanvik ble det målt høyere konsentrasjoner av tungmetaller i sommerhalvåret 2013 enn sommeren 2012. Konsentrasjonene av Ni, As og Co ble doblet, mens konsentrasjonen av Cu ble tredoblet. For vinterhalvåret 2013/14 gikk konsentrasjonene av alle 10 metaller ned sammenlignet med vinteren før (i varierende grad). Eksempelvis gikk konsentrasjonene av Ni og Co ned til 1/3 av konsentrasjonen vinteren før.

Tabell 25: Måned- og halvårsmiddeler av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør på Svanvik i periodene april-september 2013 og oktober 2013-mars 2014.

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	7,9	2,42	0,17	14,34	55,36	3,30	118,21	1,48	0,58	2,56	44,00
Mai	13,8	4,08	0,29	12,12	127,03	5,82	224,93	3,67	0,89	3,79	64,73
Juni	23,2	1,05	0,07	5,58	42,26	1,73	83,12	1,38	0,47	0,58	69,23
Juli	56,4	0,48	0,02	2,94	13,20	0,64	19,96	0,41	0,12	0,21	21,73
August	31,3	1,25	0,05	2,83	13,25	1,35	24,72	0,41	0,15	0,15	18,60
September	22,8	1,11	0,05	2,74	17,88	1,72	54,64	0,57	0,19	0,19	14,28
April - sept. 2013	155,4	1,23	0,07	4,68	30,46	1,70	58,60	0,92	0,28	0,69	32,04
Oktober	53,2	0,66	0,03	1,25	16,04	1,62	39,51	0,49	0,08	0,75	4,78
November	17,3	0,79	0,05	2,09	19,54	1,73	42,61	0,57	0,10	0,88	9,94
Desember	27,3	0,60	0,03	1,27	7,84	0,52	17,59	0,27	-0,03	0,36	6,01
Januar ¹⁾	2,2	6,88	0,76	12,52	166,79	9,24	849,60	6,04	1,30	8,47	67,15
Februar ²⁾	10,5	1,52	0,08	15,51	13,26	0,61	31,99	0,45	0,27	0,64	16,68
Mars	18,2	1,44	0,07	3,20	14,74	0,78	34,85	8,02	0,20	0,76	15,99
Okt. 2013 - mars 2014 ¹⁾²⁾	128,7	0,95	0,05	3,00	16,93	1,33	47,83	0,54	0,11	0,81	9,35

1) Kun en prøve i januar.

2) Kun to prøver i februar.

Sommeren 2013 ble det satt i gang prøvetaking av tungmetaller i nedbør i Karpdalen. Første gyldige prøve er fra 14. august og fremover. Resultatene er vist i Tabell 26. Middelskonsentrasjonene i nedbør på Svanvik og i

Karpdalen vinteren 2013/14 er innenfor 50% differanse. Eneste unntak er Zn og Al som viser høyere konsentrasjon i Karpdalen (9,21 µg/l vs. 3,00 µg/l for Zn og 20,16 µg/l vs. 9,35 µg/l for Al).

Tabell 26: Månedsverdier og vinterhalvårsmiddel av nedbørmengde og tungmetaller i nedbør i Karpdalen i periodene august-september 2013 og oktober 2013-mars 2014.

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
August	12,3	1,43	0,04	9,00	16,32	0,99	22,20	0,57	0,48	0,41	69,84
September	45,1	0,52	0,02	2,29	9,41	0,65	13,95	0,31	0,28	0,21	29,95
Oktober	112,0	0,40	0,03	6,52	5,83	0,73	13,83	0,18	0,05	0,27	8,93
November	15,7	1,11	0,08	16,50	19,43	1,69	67,26	0,69	0,31	0,82	73,00
Desember	23,3	0,85	0,07	10,16	10,73	0,90	26,91	0,39	0,06	0,62	17,27
Januar	10,9	1,95	0,21	20,24	27,39	2,03	94,36	0,84	0,38	2,61	65,91
Februar	13,5	2,94	0,22	17,75	37,02	3,41	111,00	1,37	0,58	1,98	22,35
Mars	16,9	1,11	0,06	8,29	24,96	1,30	39,94	0,71	0,32	0,62	28,82
Okt. 2013 - mars 2014	192,3	0,81	0,06	9,21	12,25	1,11	32,13	0,41	0,15	0,61	20,16

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 nikkelforproduksjonen eller at produksjons-metodene varierer, men dette er kun hypoteser. 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 bakgrunns-stasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Tungmetallene Ni, As, Cu, Co, Cr og V i nedbør analyseres nå bare på Birkenes og på Svanvik. Utenom Zn er det betydelig høyere konsentrasjoner på Svanvik og i Karpdalen enn på de andre stasjonene i 2013 (Nizzetto et al., 2014).

Tabell 27: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og hovedkomponenter i nedbør i Karpbukt i periodene april-september 2013 og oktober 2013-mars 2014.

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	22,32	32,57	4,41	1,02	0,26	0,12	1,44	0,19	2,55	0,16	0
Mai	23,41	18,13	5,03	1,02	0,38	0,18	0,49	0,11	0,77	0,98	0,11
Juni	14,87	25,76	5,11	0,89	0,44	0,12	2,49	0,3	4,53	0,48	0,19
Juli	69,97	15	4,86	0,48	0,15	0,12	0,47	0,11	0,65	0,16	0,16
August	40,29	11,31	5,02	0,4	0,15	0,09	0,45	0,06	0,63	0,11	0,11
September	37,1	57,92	5,03	0,79	0,13	0,08	7,78	0,89	13,58	0,34	0,34
April - sept. 2013	207,96	24,9	4,86	0,67	0,21	0,11	2,01	0,26	3,43	0,3	0,18
Oktober	131,4	44,43	4,92	0,71	0,06	0,04	6,24	0,71	10,43	0,26	0,27
November	12,36	37,8	5,33	0,49	0,11	0,04	5,07	0,61	8,87	0,22	0,2
Desember	43,66	19,37	4,89	0,41	0,16	0,08	1,61	0,22	2,83	0,12	0,07
Januar 2014	17,23	13,19	5,08	0,33	0,25	0,14	0,87	0,14	1,65	0,15	0,06
Februar	8,6	20,03	4,67	0,76	0,35	0,28	0,8	0,15	1,49	0,26	0,06
Mars	34,99	18,58	4,94	0,43	0,2	0,33	1,55	0,21	2,74	0,2	0,07
Okt. 2013 - mars 2014	254,7	33,72	4,93	0,59	0,13	0,11	4,21	0,5	7,12	0,22	0,19

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. Nivået av SO₄²⁻ er noe høyere denne rapporteringsperioden sammenlignet med forrige, og også høyere enn norske bakgrunnsstasjoner (Aas et al., 2014). 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. (2014) og Aas et al. (2014).

9.3 Våtavsetning

Det er også beregnet avsetning med nedbør av de forskjellige elementene både for sommer-halvåret 2013 og vinterhalvåret 2013/14. Avsetningstallene (enhet: mg/m²) regnes ut ved at konsentrasjonen i nedbøren (enhet: µg/liter eller mg/liter ²⁷) multipliseres med nedbøren (1 mm nedbør tilsvarer 1 liter/m²) for hver uke og summeres over sommerhalvåret 2013 og vinterhalvåret 2013/14. Resultatene er vist i Tabell 28 til Tabell 31 sammen med avsetningstall for tidligere år.

²⁷ 1 000 µg = 1 mg, likeledes 1 000 000 µg = 1 000 mg = 1 g.

Tabell 28: Avsetning av hovedkomponenter med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 2013. H⁺ angis i $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$, konsentrasjoner av ulike forsurende stoffer sammenveies ofte til syre-ekvivalenter ved hjelp av stoffenes forsurende effekt.

Stasjon	Sommer- halvår	H ⁺	Total	Sjøsalt	NH ₄	NO ₃	Na	Mg	Cl	Ca	K
		$\mu\text{ekv}/\text{m}^2$	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	
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 29: Avsetning av metaller med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 2013.

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		
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	

Tabell 30: Avsetning av hovedkomponenter med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2013/14. H⁺ angis i $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$, konsentrasjoner av ulike forsurende stoffer sammenveies ofte til syre-ekvivalenter ved hjelp av stoffenes forsurende effekt.

Stasjon	Vinterhalvår	H ⁺	Total SO ₄	Sjøsalt korr. SO ₄	NH ₄	NO ₃	Na	Mg	Cl	Ca	K
		$\mu\text{ekv}/\text{m}^2$	mg S/m ²	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	
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 31: Avsetning av metaller med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2013/14.

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
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	

¹⁾ Lite nedbør i januar og februar.

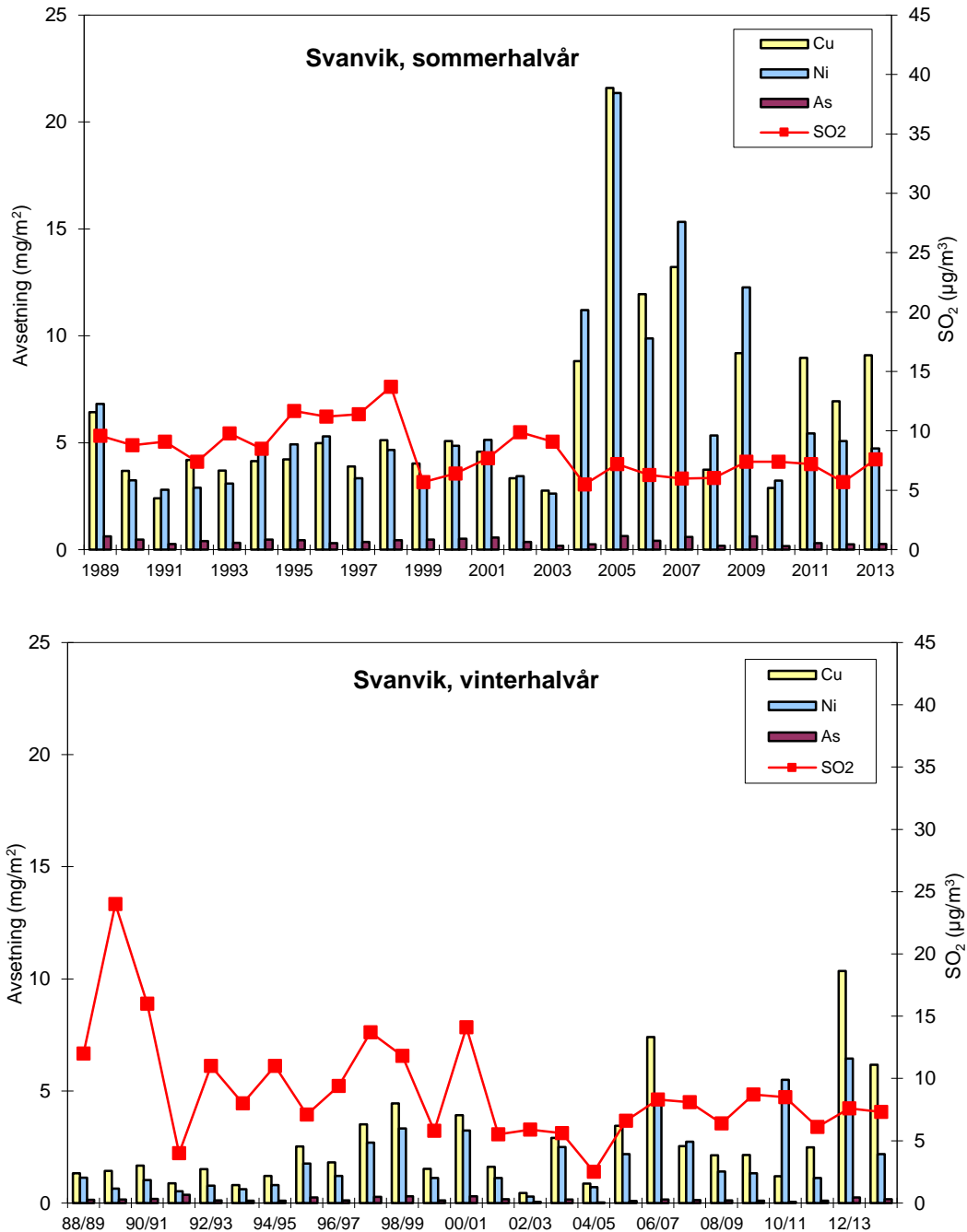
Avsetningen i nedbør av Cu, Ni og As på Svanvik for sommerhalvårene fra 1989 til 2013 og for vinterhalvårene fra 1988/89 til 2013/14 er vist i Figur 17 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO₂. Avsetningen av Ni og Co gikk noe ned, As var tilnærmet lik og avsetningen av Cu gikk opp sammenlignet med sommeren før (2012, se tallene i Tabell 29). Vinterhalvåret 2013/14 var avsetningen lavere enn vinteren før, men høyere enn vinteren 2011/12.

Avsetningen av nikkell på Svanvik sommeren 2013 (4,73 mg/m²) og vinteren 2013/14 (2,18 mg/m²), samt i Karpdalen vinteren 2013/14 (2,35 mg/m²) er litt under tålegrense for nikkell 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. 5). 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 17). 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. 8). 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 17: Avsetning med nedbør av Cu, Ni og As (mg/m²) i sommerhalvårene fra 1989 til 2013 og i vinterhalvårene fra 1988/89 til 2013/14. Halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO₂ er også vist (µg/m³).

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

10.1 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>

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/>

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 Svanhovd:
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=sulp_hurdioxide&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

10.2 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 (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 (NILU OR 27/2009).

Berglen, T.F., Andresen, E., Arnesen, K., Kalvenes, Ø., Ofstad, T., Rode, A., Tønnesen, D., Uggerud, H.T., Vadset, M. (2010) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2009-mars 2010. Kjeller, NILU (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 (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 (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 (NILU OR 42/2013).

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. Hovudfagsoppgåve, Universitetet i Trondheim.

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., Aleksiyaynak, Y., Blum, O., Coşkun, M., Dam, M., De Temmerman, L., Fernández, J.A., Frolova, M., Frontasyeva, M., González-Miqueo, L., Grodzińska, K., Jeran, Z., Korzekwa, S., Krmar, M., Kvietkus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S.H., Mankovská, B., Pesch, R., Rühling, A., Santamaria, J.M., Schröder, W., Spiric, Z., Suchara, I., Thöni, L., Urumov, V., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2010) Mosses as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition: Spatial patterns and temporal trends in Europe. *Environ. Pollut.*, 158, 3144-3156.
- 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.
- Jæger, Ø. (2011) Landsomfattende mark- og grunnvannsnnett - årsrapport 2010. Trondheim, Norges Geologiske undersøkelse (NGU Rapport 2011:028).
- 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.lovddata.no/cgi-wift/ldles?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., Tazmini, K. (2013) Overvaking av radioaktivitet i omgivnadene 2011. Resultat frå Strålevernet sine Radnett- og luftfilterstasjonar og frå Sivilforsvaret si radiacmåleteneste. Østerås, Statens strålevern (StrålevernRapport 2013:5). <http://www.nrpa.no/dav/40a1d7ecb0.pdf> [23-07-2013]
- Nizzetto, P.B., Aas, W., Krogseth, I.S. (2014) Monitoring of environmental contaminants in air and precipitation, annual report 2013. Kjeller, NILU (M-202/2014) (NILU OR, 29/2014).
- 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).
- 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).

- 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. SPFO-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, Lapland Regional Environment Centre (The Finnish Environment, 6/2007).
- Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T. (2011a) Three decades of atmospheric metal deposition in Norway as evident from analysis of moss samples. *Sci. Total Environ.*, 412-413, 351-358.
- Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T., Pfaffhuber, K.A. (2011b) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2010 Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1109/2011. TA-2859/2011) (NILU OR, 60/2011).
- Symon, C. (2008) Pasviksprogrammet oppsummeringsrapport. Miljøtilstanden i grenseområdene mellom Norge, Finland og Russland. Vadsø, Fylkesmannen i Finnmark (Rapport 1-2008).

- 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/Rusland. 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.
- 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 forurensningsovervåking. Rapport 486/92).
- 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., Solberg, S., Yttri, K. (2014) Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway, annual report 2013. Kjeller, NILU (M-203/2014) (NILU OR, 30/2014).

Vedlegg A

**Vind- og konsentrasjons data Svanvik og
Karpdalen april – september 2013 og oktober
2013 – mars 2014**

Vind- og konsentrasjonsdata Svanvik 1. mars 2013 - 30. september 2013 (sommer)

Vindretning	Forekomst i %				Vindrose
	Hastighetsklasser vind				
	0,0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s	
30	5,78	4,13	0,40	0,00	10,30
60	4,99	4,03	0,73	0,00	9,74
90	1,85	2,05	0,10	0,00	4,00
120	2,15	1,45	0,00	0,00	3,60
150	4,39	5,05	1,16	0,00	10,60
180	6,31	7,63	0,69	0,00	14,63
210	4,76	4,10	0,56	0,00	9,41
240	2,11	2,77	0,20	0,00	5,09
270	1,59	1,09	0,69	0,33	3,70
300	2,48	1,88	0,79	0,00	5,15
330	2,25	1,55	0,10	0,00	3,90
360	4,76	3,60	0,07	0,00	8,42
Stille < 0,4 m/s	11,46	0,00	0,00	0,00	11,46
Total	54,85	39,33	5,48	0,33	100,00

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	14,15	2,04	0,69	-	8,78	1,9
60	30,02	19,19	0,82	-	23,37	3,3
90	52,5	48,34	11,13	-	49,35 ¹⁾	6,66
120	23	36,62	-	-	28,5	7,75
150	4,89	1,82	1,51	-	3,06	0,7
180	7,44	0,8	0,3	-	3,64	1,18
210	15,72	0,51	0,09	-	8,17	2,2
240	22,32	0,04	0,0	-	9,3	3,91
270	9,53	0,0	0,0	0,0	3,92	2,02
300	4	0,66	0,0	-	2,16	0,61
330	5,78	1,48	0,0	-	3,92	1,09
360	3,87	1,64	0,6	-	2,89	0,55
Stille $\leq 0,4$	5,11	-	0	0	5,11	0,82
Snitt	12,46	-	0	0	9,52	
Standardavvik	1,05	-	0	0	0,68	

1) Maksimum, se tekst for diskusjon av disse verdiene

Vind- og konsentrasjonsdata Svanvik 1. oktober 2013 - 31. mars 2014 (vinter)

Vindretning	Forekomst i %				Vindrose
	Hastighetsklasser vind				
	0,0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s	
30	1,94	0,28	0,09	0,00	2,32
60	4,59	1,85	0,23	0,00	6,67
90	4,24	1,94	0,54	0,02	6,74
120	6,06	1,40	0,23	0,00	7,70
150	4,91	3,60	0,63	0,12	9,27
180	5,29	14,07	8,14	0,94	28,43
210	4,45	6,37	2,18	0,05	13,04
240	1,43	2,36	0,89	0,07	4,75
270	1,10	1,66	0,42	0,26	3,44
300	4,03	1,87	0,89	0,37	7,16
330	3,49	1,33	0,56	0,05	5,43
360	2,22	0,89	0,47	0,09	3,67
Stille < 0,4 m/s	1,38	0,00	0,00	0,00	1,38
Total	45,12	37,63	15,28	1,97	100,00

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	8,45	1,3	1,5	-	7,3	1,59
60	16,64	43,93	21,94	-	24,39	3,04
90	20,8	74,56	43,24	45,96	38,17 ¹⁾	4,34
120	10,56	44,98	9,16	-	16,79	2,06
150	4,52	1,39	1,06	1,93	3,04	0,58
180	2,96	1,5	0,91	1,13	1,59	0,47
210	2,33	0,27	0	0,53	0,93	0,27
240	2,16	0,0	0,7	1,73	0,75	0,47
270	1,99	0,46	0,28	1,44	1	0,36
300	4,8	0,07	0,05	0,0	2,72	0,59
330	4,83	0,33	0,41	0,41	3,23	0,63
360	12,89	0,55	1,35	1,4	8,14	1,78
Stille $\leq 0,4$	7,03	-	0	0	7,03	2,83
Snitt	8,26	-	0	0	7,35	
Standardavvik	0,53	-	0	0	0,46	

1) Maksimum, se tekst for diskusjon av disse verdiene

Vind- og konsentrasjonsdata Karpdalen 1. mars 2013 - 30. september 2013 (sommer)

Vindretning	Forekomst i %				Vindrose
	Hastighetsklasser vind				
	0,0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s	
30	1,47	2,03	0,14	0,00	3,65
60	1,71	1,12	0,05	0,00	2,88
90	1,57	1,24	0,00	0,00	2,81
120	3,09	2,50	0,19	0,00	5,78
150	10,47	7,44	1,82	0,00	19,73
180	11,74	12,77	2,99	0,02	27,52
210	0,35	0,02	0,00	0,00	0,37
240	0,07	0,00	0,00	0,00	0,07
270	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
300	1,26	0,56	0,02	0,00	1,85
330	9,24	7,79	1,50	0,00	18,52
360	4,51	8,67	2,34	0,16	15,69
Stille < 0,4 m/s	1,12	0,00	0,00	0,00	1,12
Total	46,62	44,14	9,05	0,19	100,00

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	1,51	0,17	0,23	-	0,71	0,24
60	1,64	0,93	-	-	1,34	0,56
90	9,77	2,15	-	-	6,41	2,5
120	23,92	10,05	2,04	-	17,2	3,94
150	21,99	29,83	15,78	-	24,37 ¹⁾	1,81
180	12,74	12,81	18,44	5,71	13,38	1,14
210	1,32	1,03	-	-	1,3	0,78
240	0,33	-	-	-	0,33	0,48
270	0,47	-	-	-	0,47	-
300	1,75	1,24	1,53	-	1,59	0,62
330	7,18	1,43	0,38	-	4,21	0,8
360	3,97	1,75	0,79	1,44	2,24	0,5
Stille <= 0,4	10,01	-	0	0	10,01	4,87
Snitt	12,27	-	0	0	11,01	
Standardavvik	0,99	-	0	0	0,57	

1) Maksimum, se tekst for diskusjon av disse verdiene

Vind- og konsentrasjonsdata Karpdalen 1. oktober 2013 - 31. mars 2014 (vinter)

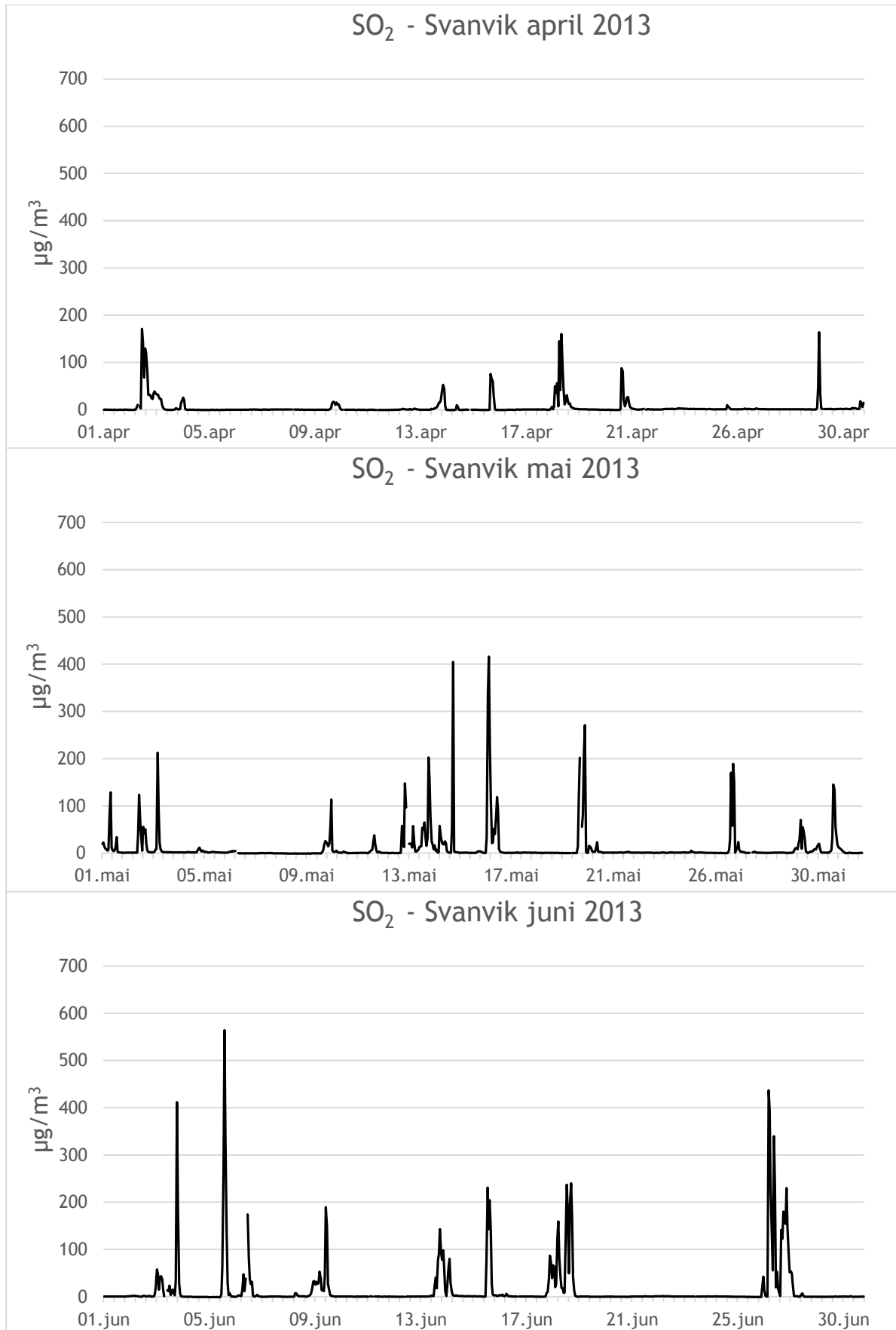
Vindretning	Forekomst i %				Vindrose
	Hastighetsklasser vind				
	0,0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s	
30	0,61	0,19	0,03	0,00	0,82
60	1,30	0,53	0,03	0,00	1,85
90	2,22	0,98	0,08	0,00	3,28
120	3,01	1,45	0,71	0,08	5,26
150	11,90	7,40	2,17	0,40	21,86
180	18,35	17,42	7,32	0,93	44,01
210	0,95	0,00	0,11	0,00	1,06
240	0,13	0,03	0,11	0,00	0,26
270	0,05	0,03	0,00	0,00	0,08
300	1,43	1,08	0,08	0,00	2,59
330	4,68	5,42	2,04	0,56	12,69
360	1,24	1,53	0,90	1,27	4,94
Stille < 0,4 m/s	1,30	0,00	0,00	0,00	1,30
Total	47,16	36,06	13,56	3,22	100,00

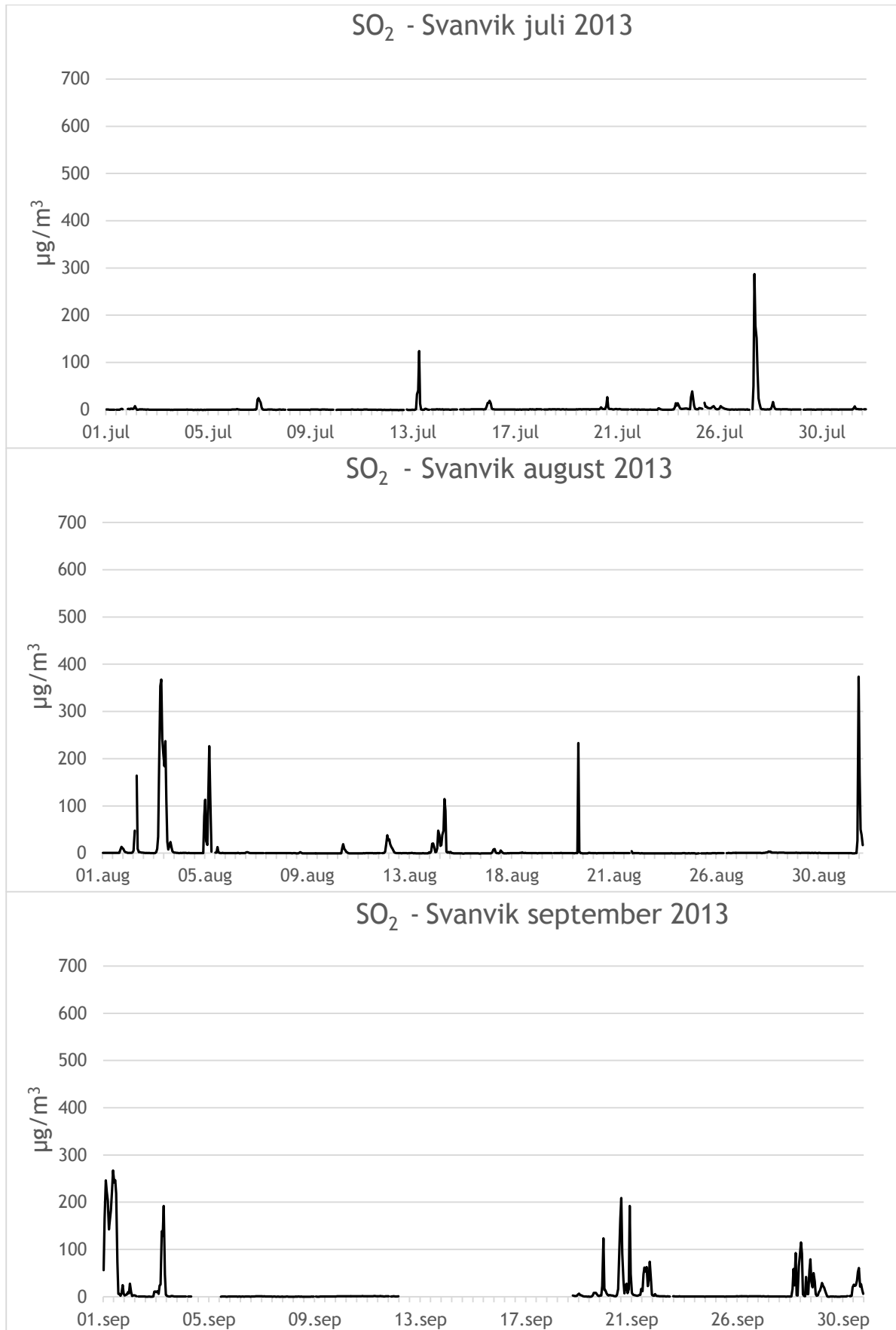
Vindretning	Gjennomsnittskonsentrasjon i µg/m ³					
	Hastighetsklasser vind				Snitt	Standardavvik
	0.0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	>6 m/s		
30	8,75	2,84	17,55	-	7,7	6,43
60	2,06	2,01	1,11	-	2,04	0,67
90	7,39	2,7	1,09	-	5,84	1,91
120	11,51	7,24	4,55	4,11	9,28	1,48
150	20,26	35,15	31,09	11,03	26,21 ¹⁾	1,57
180	13,26	17,76	21,4	16,61	16,47	1,05
210	14,56	-	5,3	-	13,64	5,93
240	10,06	145,4	1,4	-	20,13	14,71
270	3,13	97,43	-	-	34,57	31,47
300	4,12	0,93	0,29	-	2,67	1,38
330	17,04	0,62	0,08	0,16	6,57	1,32
360	4,41	1,2	0,28	0,41	1,64	0,61
Stille <= 0,4	18,26	-	0	0	18,26	6,66
Snitt	14,28	-	0	0	15,2	
Standardavvik	0,87	-	0	0	0,64	

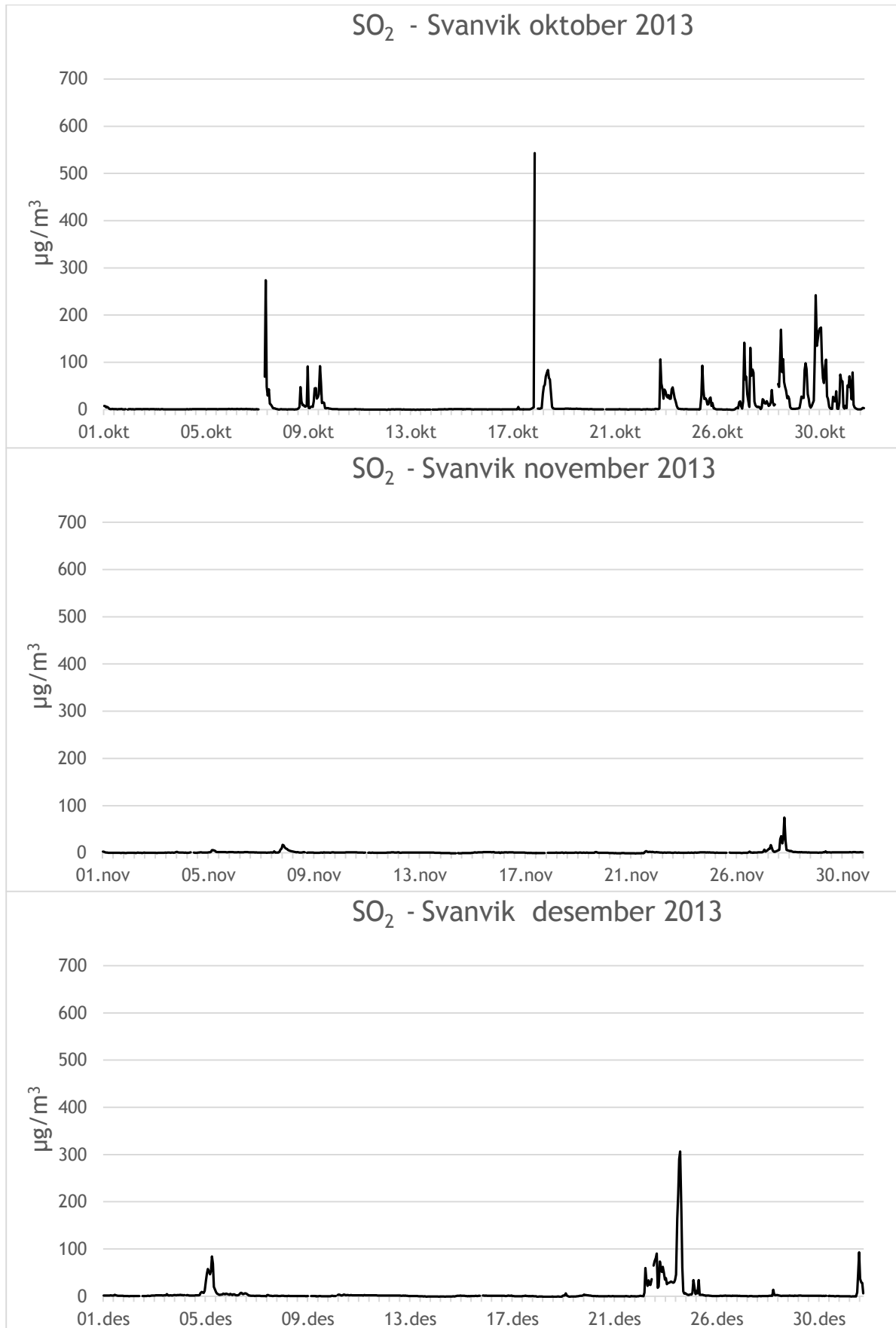
1) Maksimum, se tekst for diskusjon av disse verdiene

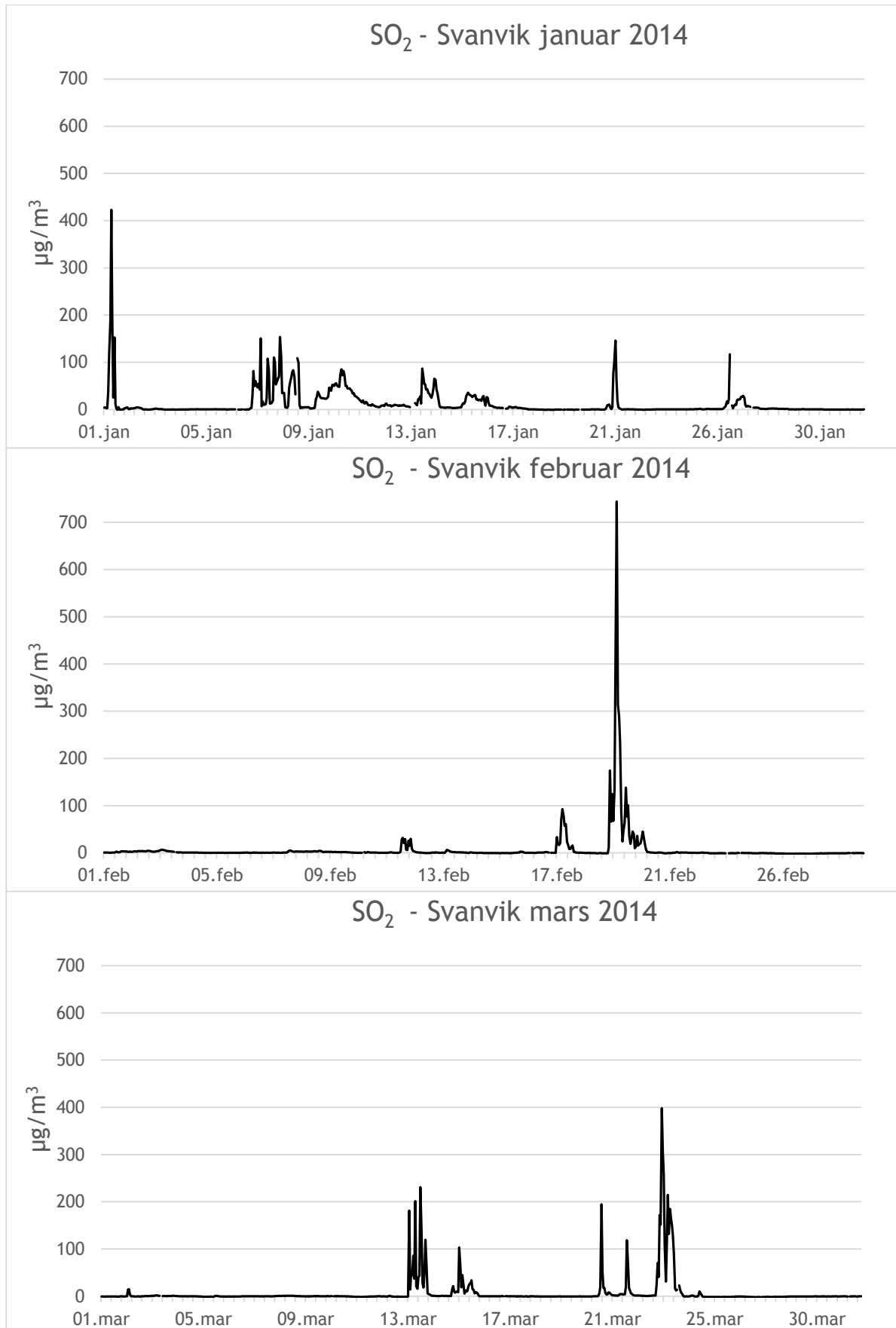
Vedlegg B

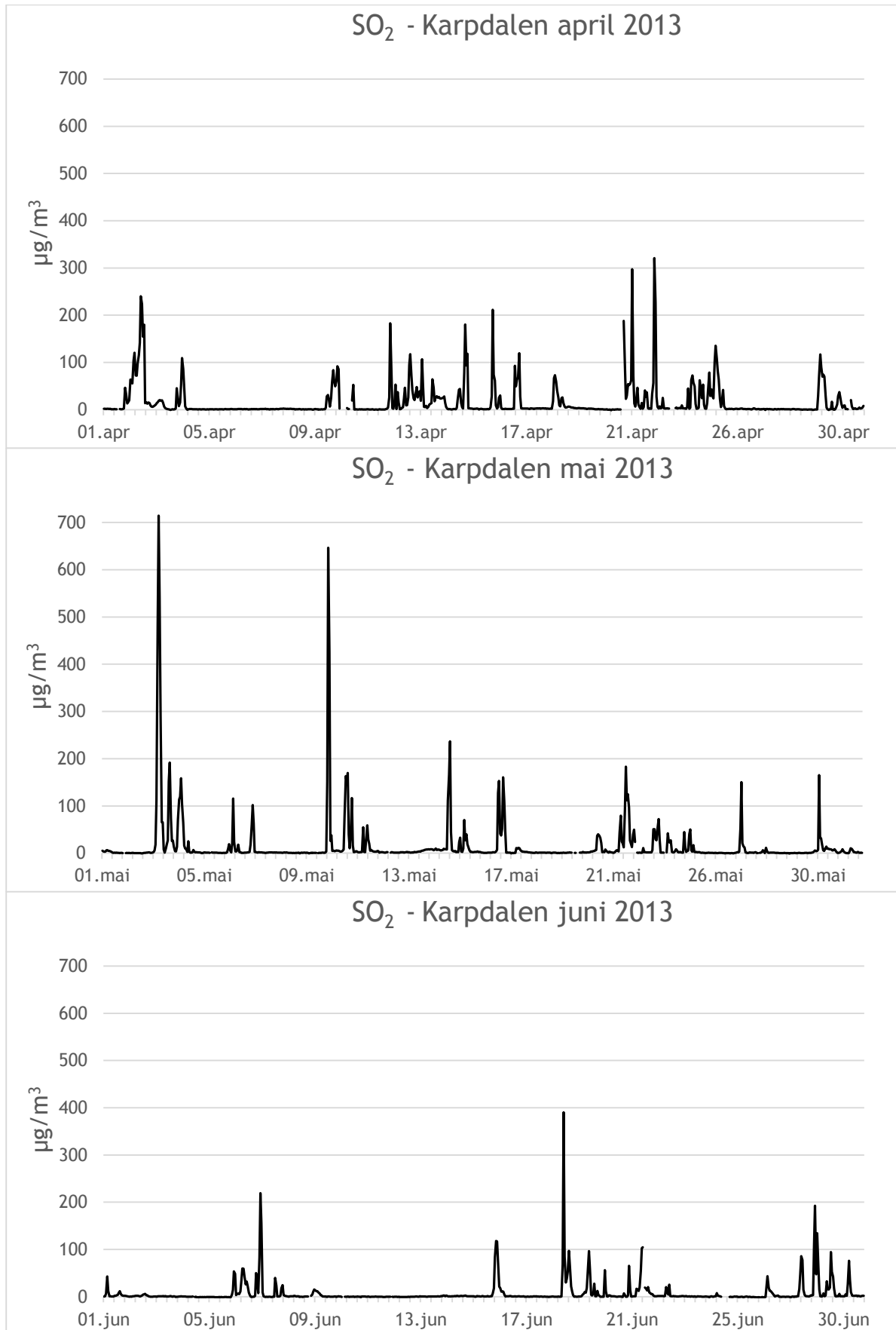
Plott av timemiddelverdier av SO₂, april 2013 - mars 2014

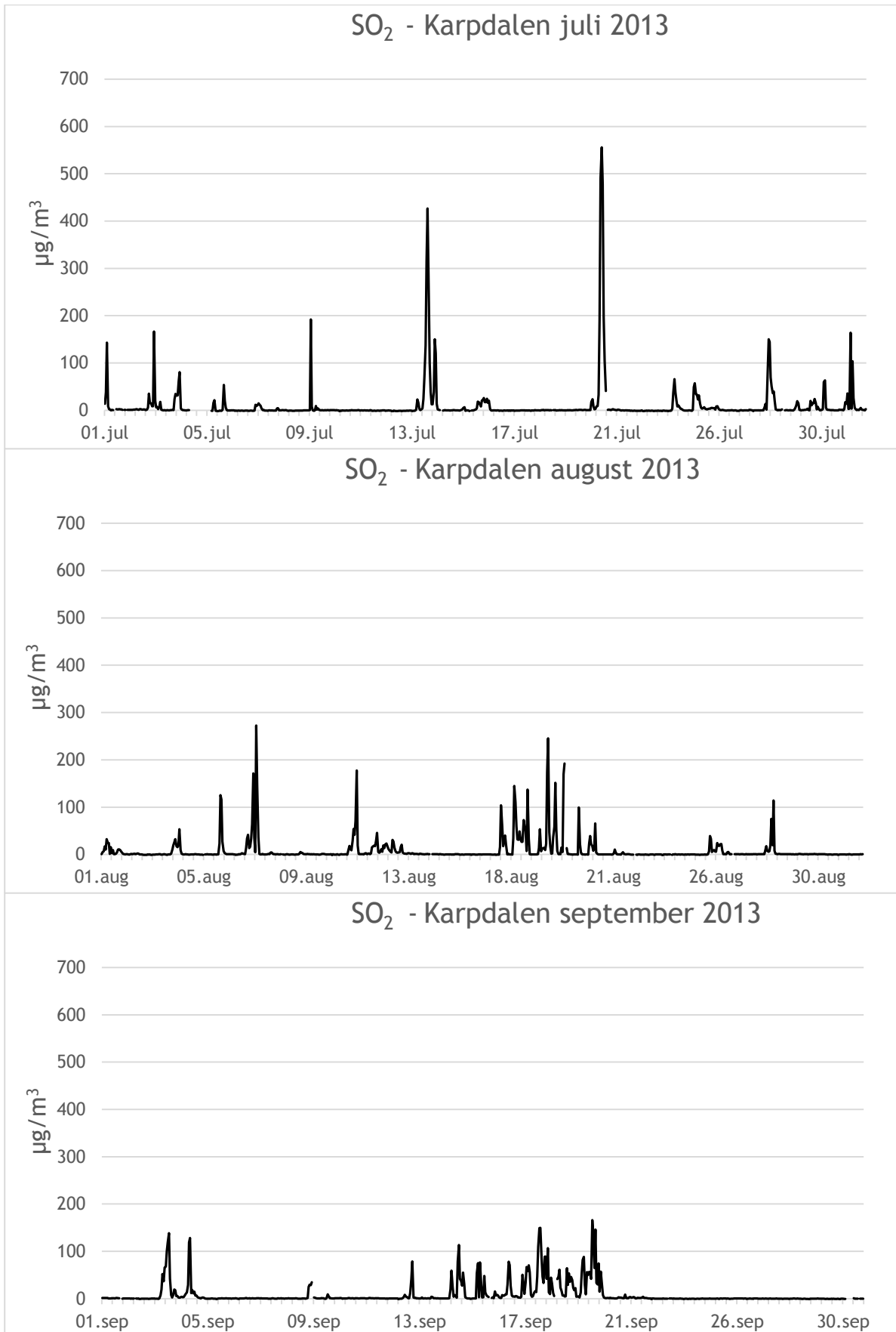
Timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik april - juni 2013.

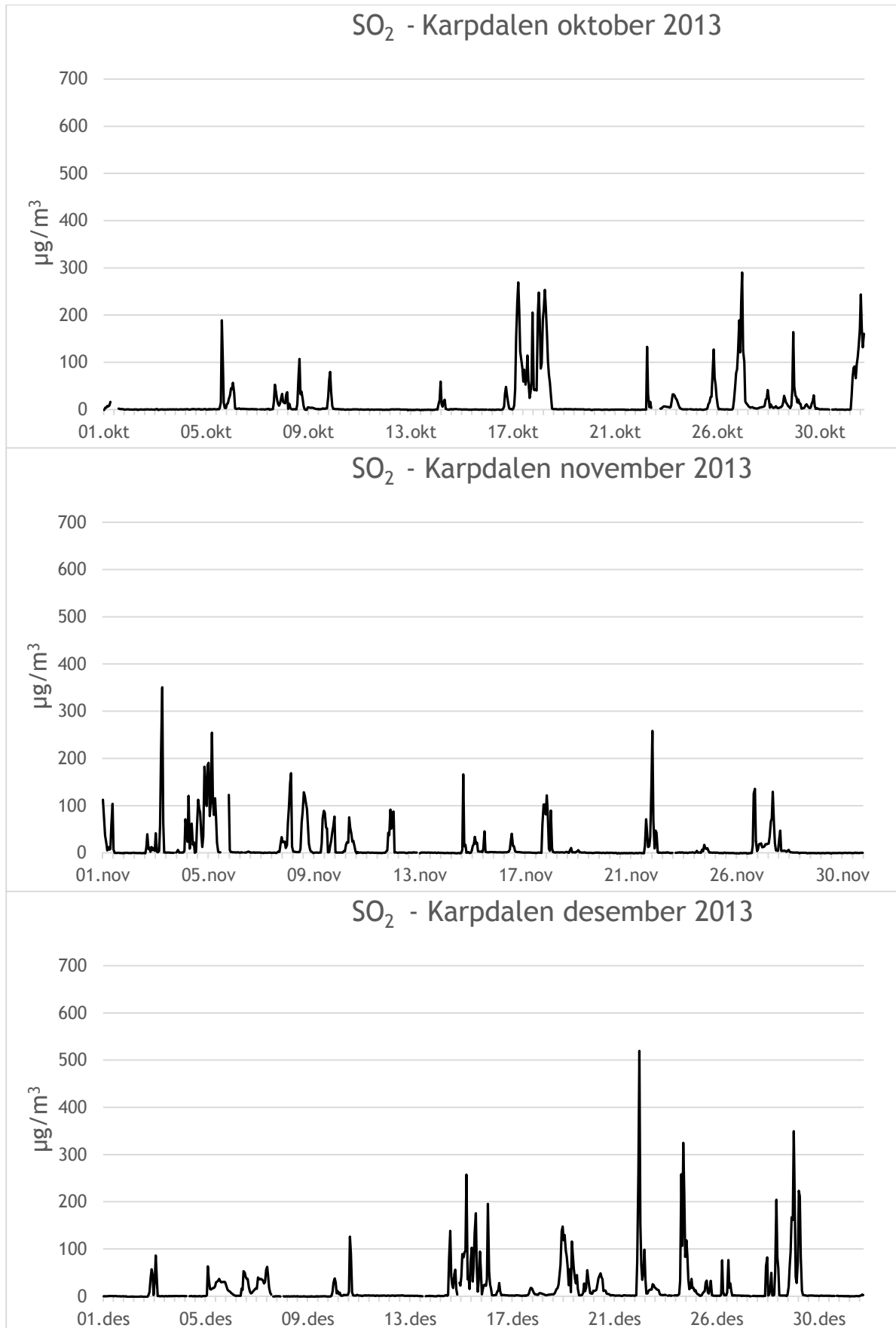
Timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik juli - september 2013.

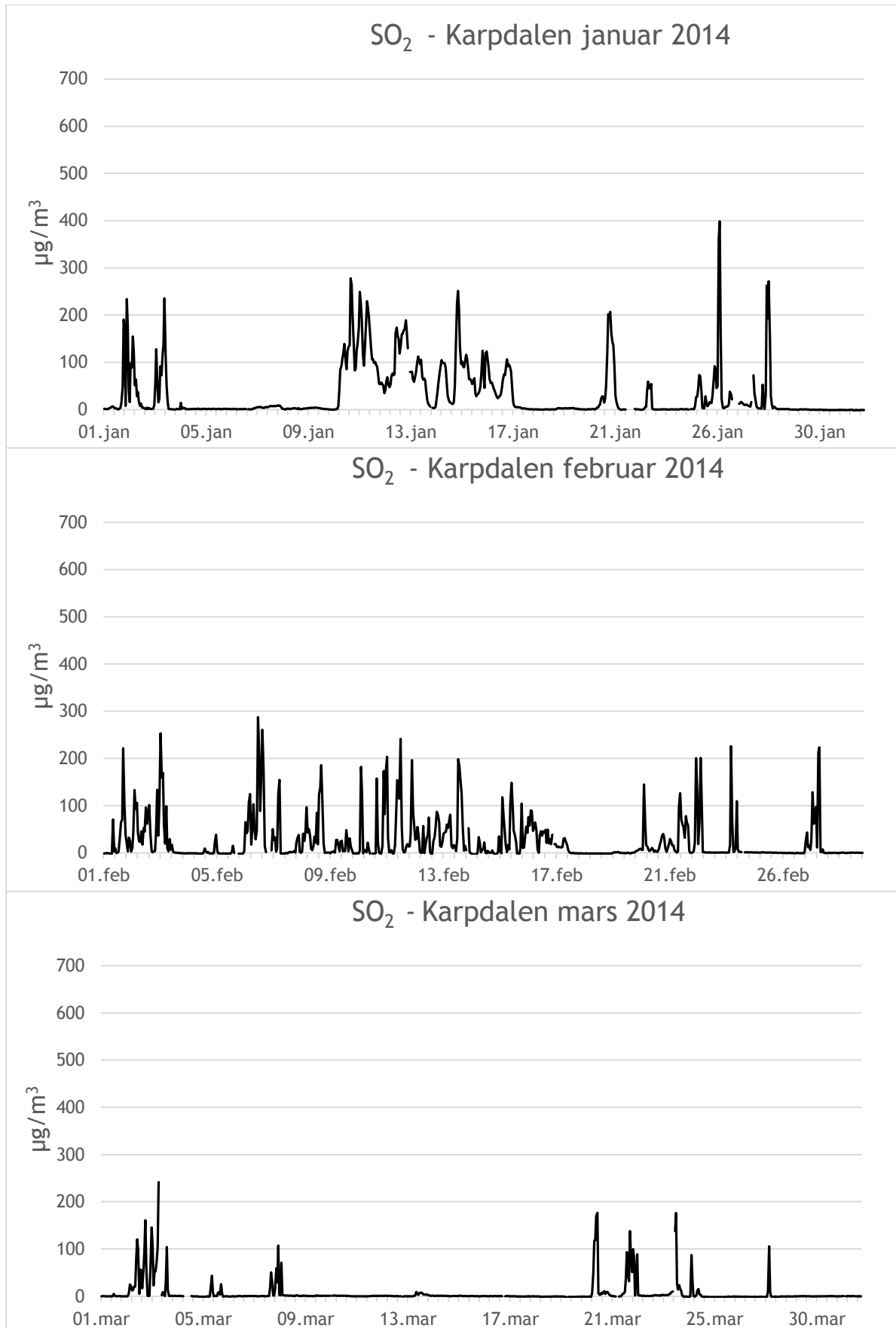
Timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik oktober - desember 2013.

Timemiddelverdier av SO₂ på Svanvik januar - mars 2014.

Timemiddelverdier av SO₂ i Karpdalen april - juni 2013.

Timemiddelverdier av SO₂ i Karpdalen juli - september 2013.

Timemiddelverdier av SO₂ i Karpdalen oktober - desember 2013.

Timemiddelverdier av SO₂ i Karpdalen januar - mars 2014.

Utførende institusjon NILU - Norsk institutt for luftforskning	ISBN-nummer 978-82-425-2698-4 (trykt) 978-82-425-2699-1 (elektronisk)
---	--

Oppdragstakers prosjektansvarlig Tore Flatlandsmo Berglen	Kontaktperson i Miljødirektoratet Tor Johannessen	M-nummer M-204/2014
--	---	------------------------

	År 2014	Sidetall 98	Klifs kontraktnummer 5008043
--	------------	----------------	---------------------------------

Utgiver NILU - Norsk institutt for luftforskning NILU OR 33/2014 NILU prosjektnr.: O-8976	Prosjektet er finansiert av Miljødirektoratet
--	--

Forfatter(e) Tore Flatlandsmo Berglen, Franck Dauge, Erik Andresen, Ivar Haugsbakk, Lars Ola Nilsson, Thor Ofstad, Dag Tønnesen, Marit Vadset og Rita Larsen Våler
Tittel - norsk og engelsk Grenseområdene Norge-Rusland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2013-mars 2014. Air quality monitoring in the border areas of Norway and Russia - progress report April 2013-March 2014.
Sammendrag - summary Smelteverkene på russisk side av den norsk-russiske grense slipper ut store mengder svoveldioksid (SO ₂) 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 (SO ₂) 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.
--	--

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: Strømsveien 96, 0602 Oslo

Miljødirektoratet ble opprettet 1. juli 2013 og er en sammenslåing av Direktoratet for naturforvaltning og Klima- og forurensningsdirektoratet.

Vi er et direktorat under Miljøverndepartementet med 700 ansatte i Trondheim og Oslo. Statens naturoppsyn er en del av direktoratet med over 60 lokalkontor.

Miljødirektoratet har sentrale oppgaver og ansvar i arbeidet med å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning. Våre viktigste funksjoner er å overvåke miljøtilstanden og formidle informasjon, være myndighetsutøver, styre og veilede regionalt og kommunalt nivå, samarbeide med berørte sektormyndigheter, være faglig rådgiver og bidra i internasjonalt miljøarbeid.