



NILU rapport 39/2024

Omgivelsesmålinger av fluor, SO₂, tungmetaller, PAH og støvnedfall rundt Alcoa Mosjøen

22. mai – 19. august 2024

nilu

Omgivelsesmålinger av fluor, SO₂, tungmetaller, PAH og støvnedfall rundt Alcoa Mosjøen

22. mai – 19. august 2024

Claudia Hak, Tore Mortensen, Hilde Thelle Uggerud, Marit Vadset, Erik Andresen, Ellen Katrin Enge

NILU rapport 39/2024

Hovedkontor

NILU
Postboks 100
2027 Kjeller

Tromsø

NILU
Framsenteret
Postboks 6606
Stakkevollan
9296 Tromsø

Trondheim

NILU
Kjøpmannsgata 8
7013 Trondheim

Telefon 63 89 80 00

nilu@nilu.no
www.nilu.no

Stiftelsen NILU

Org.nr. 941 705 561

Sertifisering

NS-EN ISO 9001
NS-EN ISO 14001

Akkreditering

NS-EN ISO/IEC 17025

Göteborg

NILU Klimat- och
miljöinstitutet AB
Sven Hultins plats 5
412 58 Göteborg
Sverige

Org.nr. 559442-9580

www.nilu-research.se

Forsidebilde

Alcoa, utsikt mot sør

Tittel

Omgivelsesmålinger av fluor, SO₂, tungmetaller, PAH og støvnedfall rundt Alcoa Mosjøen
22. mai – 19. august 2024

Engelsk tittel

Ambient measurements of fluorine, SO₂, heavy metals, PAH and dust deposition
around Alcoa Mosjøen
22 May – 19 August 2024

Forfatter(e)

Claudia Hak, Tore Mortensen, Hilde Thelle Uggerud, Marit Vadset, Erik Andresen,
Ellen Katrin Enge

Kort sammendrag (norsk)

På oppdrag fra Alcoa Norway AS dept. Mosjøen har NILU utført målinger i omgivelsesluft rundt smelteverket i Mosjøen. Målingene ble utført med aktiv prøvetaking (fluor, SO₂, metaller, PAH, PM₁₀) og passiv prøvetaking (SO₂, støvnedfall). Måleprosjektet ble utført i perioden 22. mai – 19. august 2024. Alle målte komponenter var godt under de individuelle grenseverdier, målsetningsverdier og luftkvalitetskriterier i måleperioden. Siden Mosjøen er mest utsatt for utslipp fra aluminiumsverket i sommermånedene, pga. hovedvindretning fra fjorden, over smelteverket mot byen, blir måleresultatene et øvre anslag for bidraget fra smelteverket til konsentrasjonene i Mosjøen over hele året.

Kort sammendrag (engelsk)

On behalf of Alcoa Norway AS dept. Mosjøen, NILU has carried out ambient air measurements around the smelter in Mosjøen. The measurements were carried out with active sampling (fluorine, SO₂, metals, PAH, PM₁₀) and passive sampling (SO₂, dust deposition). The measurement project was carried out in the period 22nd May – 19th August 2024. All measured components were well below the individual limit values, target values and air quality criteria during the measurement period. Since Mosjøen is most exposed to emissions from the aluminium plant in the summer months, due to main wind direction from the fjord, over the smelter towards the city, the measurement results are an upper estimate for the contribution from the smelter to the concentrations in Mosjøen over the whole year.

Nøkkelord

Luftkvalitet, Industriforurensning, Aluminiumsverk

Antall sider

58

Prosjektleder

Claudia Hak

Oppdragsgiver

Alcoa Norway AS, dept. Mosjøen

Ansvarlig signatur

Aasmund Fahre Vik, viseadm. dir. & CTO

© Stiftelsen NILU

Tilgjengelighet

A-Åpen

NILU prosjektnummer

124015

Oppdragsgivers referanse

PO 1194043

Dato

23.01.2025

Innhold

Sammendrag	5
1 Innledning	7
2 Måleprogram	9
3 Målemetoder	11
4 Grenseverdier og luftkvalitetskriterier	13
4.1 Utslippskomponenter til luft	13
4.1.1 Fluorider	13
4.1.2 Svoveldioksid, SO_2	13
4.1.3 Svevestøv, PM_{10}	14
4.1.4 Metaller	14
4.2 Regelverk og anbefalinger	16
5 Måleresultater	19
5.1 Meteorologiske parametere	19
5.2 Svoveldioksid – SO_2	20
5.3 Fluorider	24
5.4 Svevestøv – PM_{10}	26
5.5 Metaller (i PM_{10})	29
5.6 Polysykliske aromatiske hydrokarboner – PAH	35
5.7 Nedfallsstøv	38
5.8 Korrelasjoner	39
6 Konklusjon	41
7 Referanser	42
Vedlegg A Lokasjoner og resultater	44
Vedlegg B Midlet årsvariasjon av vindretning og vindhastighet	51
Vedlegg C Tidligere målinger/Produksjon og utslipp 1990 - nå	55

Sammendrag

NILU har på oppdrag fra Alcoa Mosjøen gjort målinger av fluor, SO₂, tungmetaller, PAH og nedfallsstøv i omgivelsesluft rundt aluminiumssmelteverket. Denne rapporten presenterer resultater av målinger utført i perioden 22. mai – 19. august 2024.

Analyseresultatene fra sommeren 2024 antyder at alle målte komponenter var godt under de individuelle grenseverdier, målsettingsverdier og luftkvalitetskriterier i måleperioden. Vindfordelingen i måleperioden var som typisk i Mosjøen, dvs. vind fra nordlig kant opptrådte i månedene mai – august 2024. Siden Mosjøen er mest utsatt for utslipp fra aluminiumsverket i sommermånedene, pga. hovedvindretning fra fjorden, over smelteverket mot byen, blir måleresultatene et øvre anslag for bidraget fra smelteverket til konsentrasjonene i Mosjøen over hele året.

SO₂-konsentrasjonen i Mosjøen, som ble målt ved Helgeland Kraft og ved 6 steder i Mosjøen, var langt under grenseverdien for årsmidler (20 µg/m³) i måleperioden. Tidligere SO₂-målinger (2009) var godt under grenseverdiene for time, døgn og år. På grunnlag av målingene fra 2024, målingene fra 2009 med høyere tidsoppløsning og utviklingen av SO₂-utslipp siden 2009 er det stor sannsynlighet at dagens grenseverdier for alle midlingstidene overholdes ved regulær drift.

Revisjonen av luftkvalitetsdirektivet kommer med strengere SO₂ grenseverdi for døgnmiddel. I EU trer denne i kraft 1. januar 2030. På grunnlag av målingene fra 2024, målingene fra 2009 med høyere tidsoppløsning og utviklingen av SO₂-utslipp siden 2009 er det stor sannsynlighet at også reviderte grenseverdier for alle midlingstidene overholdes ved regulær drift.

Fluoridkonsentrasjonen i Mosjøen, målt ved Helgeland Kraft, var langt lavere enn ved Finnskoggata i 2004. Finnskoggata ligger rett utenfor bedriften, mens Helgeland Kraft ligger 1,4 km sør-sørøst for bedriften. Fordelingen mellom gassformig og partikkelbundet fluorid var svært forskjellig, sammenlignet med målingene i 2004. Det er ingen grenseverdier eller retningslinjer for fluorider i dag.

Svevestøvkonsentrasjonen (PM₁₀) i Mosjøen, målt ved Helgeland Kraft, var godt under grenseverdien for årsmidler (20 µg/m³) i måleperioden. På grunnlag av målingene fra 2024 og målingene fra 2009 med høyere tidsoppløsning er det stor sannsynlighet at dagens grenseverdier overholdes ved regulær drift. Det er imidlertid flere svevestøvkilder som kan bidra til PM-konsentrasjonen i Mosjøen, bl.a. vedfyring om vinteren og trafikk.

I revidert luftkvalitetsdirektiv er grenseverdien for PM₁₀ døgnmiddel litt lavere enn i dag og grenseverdien for årsmiddel på samme nivå som norsk grenseverdi. På grunnlag av målingene fra 2024 og målingene fra 2009 med høyere tidsoppløsning er det stor sannsynlighet at også reviderte grenseverdier overholdes ved regulær drift.

Metallkonsentrasjoner i Mosjøen, målt i PM₁₀ ved Helgeland Kraft, var godt under grense-/målsettingsverdier og luftkvalitetskriterier for årsmidler i måleperioden.

I revidert luftkvalitetsdirektiv blir målsettingsverdiene for As, Cd og Ni til grenseverdier, nivåene er uforandret, men presiseringen til 1 desimal betyr en innskjerping. Det er sannsynlig at også de nye grenseverdiene overholdes med god margin.

PAH-konsentrasjoner i Mosjøen, målt ved Helgeland Kraft, var langt under målsettingsverdien, som gjelder for årsmidler av BaP, i måleperioden. BaP-konsentrasjonen i 2024 var en del lavere enn i 2008/09. På grunnlag av målingene fra 2024 og målingene fra 2009 er det stor sannsynlighet at dagens målsettingsverdi overholdes ved regulær drift.

I revidert luftkvalitetsdirektiv blir målsettingsverdien for BaP til grenseverdi, nivået er uforandret. Dermed er det stor sannsynlighet at også den nye grenseverdien overholdes med god margin.

Nedfallsstøv ble målt ved tre steder i Mosjøen. Månedsmiddelverdier for mengden vannuløselig støv var godt under grenseverdien.

Omgivelsesmålinger av flour, SO₂, tungmetaller, PAH og støvnedfall rundt Alcoa Mosjøen.

22. mai – 19. august 2024

1 Innledning

Smelteverket Alcoa Mosjøen ligger rett nord for Mosjøen sentrum, ved utløpet av elvene Vefsna og Skjerva i Vefsnfjorden. Aluminiumsverket startet i 1958 med en årlig produksjon på 25 000 tonn. Verket var opprinnelig kalt «Mosal» og var basert på Søderberg teknologi. I dag består anlegget av fire elektrolysehaller, alle prebake, med en total kapasitet på rundt 200 000 tonn primæraluminium per år, anodefabrikk, støperi og induksjonsovn for skrap¹. Anodeanlegget i Mosjøen leverer anoder til eget smelteverket og til Alcoa Fjarðaál/Island. Produktene fra Alcoa Mosjøen eksporteres i all hovedsak til EU via sjøveien.

To av prebake-hallene ble ombygd fra Søderberg i 1987-89, og den siste ombyggingen fant sted i 2001-03. Overgangen til prebake førte til reduksjon av bl.a. støvutslipp og PAH-utslipp. Et nytt, stort produksjonsanlegg for anoder sto ferdig i 2008, med en kapasitet på 300 000 tonn bakte anoder per år. Alcoa Mosjøen har dermed de nyeste anodebrennovnene, av aluminiumsverkene i Norden, og dermed den mest effektive interne forbrenningen av tjæren. AMS (2023) beskriver at bruk av moderne anodebrennovner på Mosjøen og nærheten til smelteverket fører til et lavt nivå av PAH-utslipp til luft og vann.

Alcoa Mosjøen har fått oppdatert utslippstillatelse² med diverse utredningskrav som må oppfylles. I utslippstillatelsen påpekes behov for en nærmere vurdering av påvirkningen på lokal luftkvalitet av bl.a. støv, fluoridgass, nikkel og BaP. Bedriften ønsket omgivelsesmålinger av fluor, SO₂, tungmetaller, PAH og støvnedfall.

Prosjektets målsetting er måling av fluor, SO₂, tungmetaller og PAH i uteluft i Mosjøen, samt støvnedfall. Målingene skal utføres i sommermånedene da hovedvindretningen er fra fjorden mot byen, i et område nedvinds for bedriften. Målte verdier skal sammenlignes med tidligere målinger og vurderes med hensyn til grenseverdier, målsettingsverdier og luftkvalitetskriterier. Med en målekampanje på 3 måneder (fra midten av mai til midten av august) vil man få et øvre anslag for konsentrasjonene i Mosjøen.

Tidligere målinger rundt Alcoa Mosjøen ble utført i 2004 (fluorider, SO₂) og i 2009 (PAH, PM₁₀, SO₂), dvs. etter ombygging til prebake elektrolyse og etter oppstart av den nye anodefabrikken. Produksjonsmengden i dag er 6 – 17% høyere enn i hhv. 2009 og 2004. Produksjonsmengden ved

¹ Alcoa Norway AS, Årsberetning 2023

² Punkt 14.8 «Spredningsberegning» i tillatelse datert 1. juli 2022 krever spredningsberegninger for Ni, BaP, støv og fluorid.

Alcoa Mosjøen er ca. halvparten av produksjonsmengden ved Hydro Sunndal, der omfattende målinger i omgivelsesluft ble utført sommeren 2019 (NILU rapport 2/2021) i forbindelse med ESPIAL prosjektet. Metaller i uteluft har ikke blitt målt tidligere i omgivelsene til Alcoa Mosjøen. Utslipp av metaller ved Alcoa Mosjøen viser ikke stor trend over tid.

Alcoa Mosjøen deltok i undersøkelsene av tungmetallforurensning rundt norske industrier i 2000, 2010 og 2015. Lave tungmetallnivåer ble registrert ved alle prøvesteder rundt Mosjøen, bortsett fra moderat vismut (Bi)-forurensning («moderat», dvs. Bi-nivået overskrider bakgrunnsnivået med faktor 10 eller mer; indikerer åpenbar forurensning). Ved noen andre aluminiumsverk ble det funnet forhøyd antimon (Sb) og gallium (Ga). Moseundersøkelsene ble ikke videreført etter 2015.

Mosjøen ligger sør for bedriften og er dermed mest utsatt for utslipp fra bedriften ved nordlig vind. Hovedvindretningen om sommeren og på dagen er kjent å være fra nord eller nord-nordvest, mens det ofte blåser utover fjorden om vinteren og om natten, dvs. Mosjøen ligger ofte nedvinds for bedriften i månedene mai – august (ca. 40% av tiden). Vindmålinger er tilgjengelige fra Mosjøen lufthavn 7 km sør for bedriften i det samme hoveddalføret, samt fra bedriftsområdet. Vinddata fra Mosjøen lufthavn gir en indikasjon for vindforhold i Mosjøen og har en lang tidsserie. I høst- og vintermånedene opptrer vind fra nord mindre enn 10% av tiden (midlet over de siste 10 år). Vinddata fra bedriftsområdet er mest representative for å vurdere påvirkning av Mosjøen av utslipp fra aluminiumsverket. Data er tilgjengelige for perioden siden 2021. Vindforhold i måleperioden er nærmere beskrevet i kapittel 5.1.

2 Måleprogram

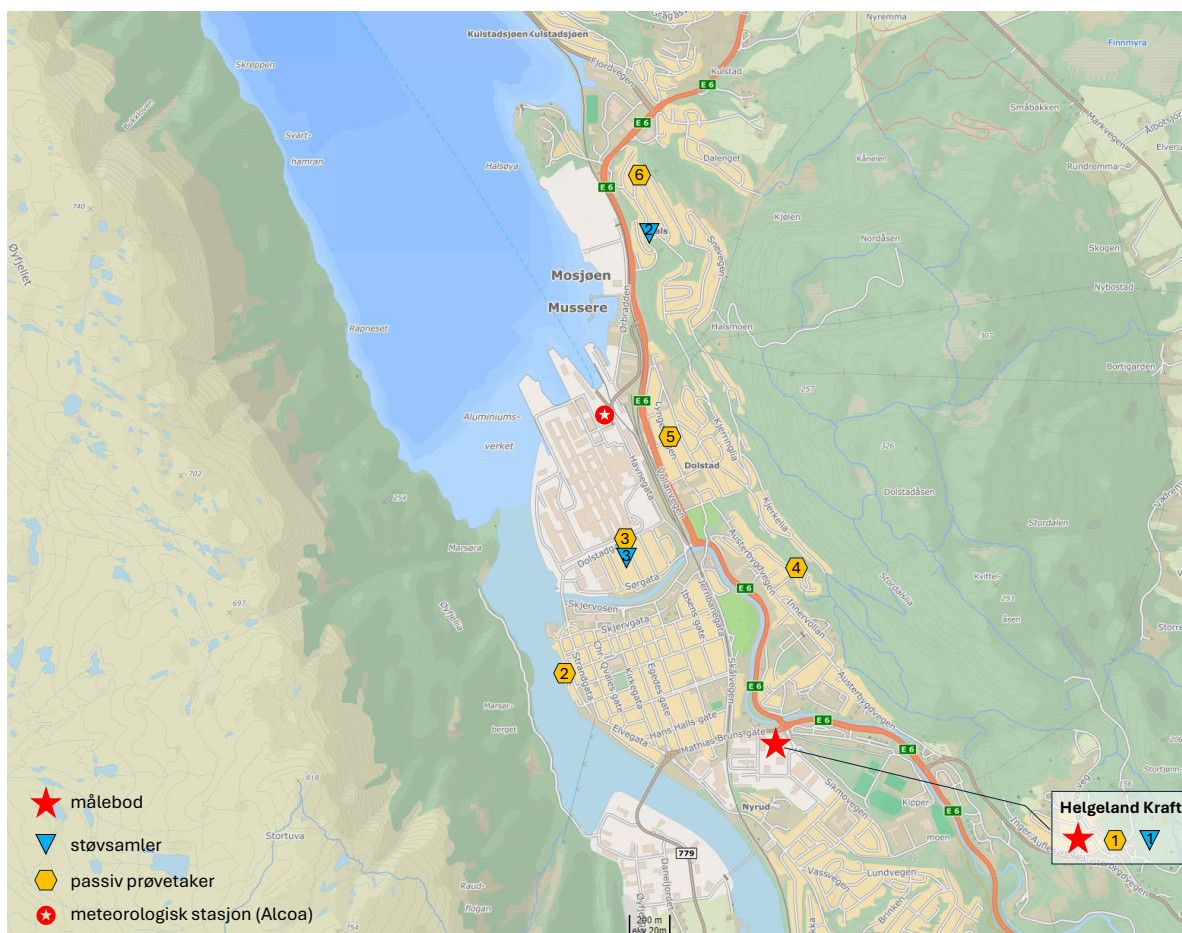
Luftkvaliteten i omgivelsesluft i Mosjøen ble målt med fokus på komponentene fluor, svoveldioksid, tungmetaller (i størrelsesfraksjonen PM_{10}), PAH og nedfallsstøv. Konsentrasjonene er sammenlignet med gjeldende grenseverdier og luftkvalitetskriterier, samt med tidligere målinger i Mosjøen.

Prøvetaking av komponenter i luft ble utført ved samme sted, «Helgeland Kraft», som målingene i 2009. Målestedet ligger sørøst for Mosjøen sentrum, ca. 1,4 km sør-sørøst for bedriften. Mosjøen er mest utsatt for utslipp fra aluminiumsverket i sommermånedene da hovedvindretningen er fra fjorden mot byen (se Vedlegg B). Med en målekampanje i perioden mai – august får man derfor et øvre anslag for konsentrasjonene i Mosjøen med bidraget fra smelteverket. Siden målinger har blitt utført samme sted før, kan resultatene direkte sammenlignes med luftforurensningssituasjonen før. Lokasjonene for måleboden, passive prøvetakere og støvsamlere ble vurdert i forbindelse med en befarings i forkant av måleperioden.

Hovedmålepunktet var lokasjonen «Helgeland Kraft» der måleboden sto (rød stjerne i Figur 1). Målestedet ligger rett sør for gården til Mosjøen fengsel. Det er ingen hindre rundt, slik at luften kan sirkulere fritt. Ved stasjonen Helgeland Kraft ble det tatt prøver som ble analysert for SO_2 , fluorider, PM_{10} , metaller og PAH.

SO_2 ble dessuten målt ved 6 steder i Mosjøen med passive SO_2 prøvetakere (gule sekskanter i Figur 1) for å kartlegge fordelingen av SO_2 i boligområder i Mosjøen. Prøvetakerne ble plassert i boligområder rundt smelteverket og én var samlokalisert med måleboden.

Nedfallsstøvsamlere ble satt opp ved tre prøvepunkter (blå trekanter i Figur 1): Ved måleboden sør for Mosjøen sentrum, rett ved bedriften, og i et boligområde nord for bedriften. Nedfallsstøvet ble samlet over 30 dager og analysert for mengde vannuløselig støv.



Figur 1: Oversikt over beliggenhet av prøvepunkter rundt Alcoa Mosjøen. Prøvetakingsstasjon «Helgeland Kraft» (PM_{10} , metaller, SO_2 , fluorerider, PAH), 6 passive SO_2 prøvetakere, 3 nedfallsstøvsamlere. Alcoas meteorologiske stasjon ligger på bedriftsområdet. Koordinatene til alle lokasjoner er vist i Vedlegg A.

Prøvetaking av SO_2 , fluorerider, metaller i PM_{10} , PAH og nedfallsstøv foregikk under hele tidsperioden (22. mai – 19. august 2024). Prøvene for PM_{10} , SO_2 og fluorerider ble byttet ukentlig av en lokal stasjonsholder. PAH ble samlet som 48-timersprøver to ganger i uken. Passive SO_2 prøvetakere og nedfallsstøvsamlere ble byttet månedlig.

Gjennom 3-månedts måleperioden ble prøvene kontinuerlig eksponert (unntak: PAH med to 48-timersprøver per uke), samlet inn og sendt til NILU for analyse.

Måleresultatene vurderes med hensyn på grenseverdier, luftkvalitetskriterier for uteluft (virkning på helse, vegetasjon/økosystem) og målinger utført tidligere. Samtidige vindmålinger (fra meteorologisk stasjon på bedriftsområdet) brukes for å tolke resultatene.

3 Målemetoder

Prøver av PM₁₀, SO₂, fluorider og PAH ble samlet ved aktiv prøvetaking og analysert på NILUs laboratorier. PM₁₀ prøvene ble veid og videre analysert på metaller. SO₂ ble i tillegg målt med passive prøvetakere flere steder i Mosjøen. Måling av nedfallsstøv med støvsamlere er også en form av passiv prøvetaking.

Aktiv prøvetaking

Svevestøv (PM₁₀) ble samlet på filter med svevestøvprøvetaker (lavvolumprøvetaker, KleinfILTERgerät, KFG). Målingene i Mosjøen ble utført med en manuell enkeltfilterprøvetaker (Leckel LVS3) med PM₁₀-impaktor. Prøvetakeren har en pumpe som trekker et definert luftvolum (2,3 m³/t) gjennom filteret. Støvet samlet på filteret kvantifiseres gjennom veiing av filteret (gravimetrisk analyse) under kontrollerte forhold (med hensyn til temperatur og luftfuktighet). Siden filtrene også ble veid før eksponering kan gjennomsnittlig PM₁₀-konsentrasjon i eksponeringstiden (her: en uke) bestemmes for hver prøve. Denne metoden er i henhold til den Europeiske standardiseringsorganisasjonens referansemetoden for måling av PM₁₀ (NS-EN 12341:2014). Prøvene ble byttet manuelt hver uke. Prøvetakeren var plassert ved Helgeland Kraft.

Konsentrasjonsnivået av **utvalgte metaller** i omgivelsesluften ble analysert fra svevestøvprøvene (PM₁₀). Ukeprøvene av PM₁₀ ble analysert med ICP-MS (induktivt koblet plasmamassespektrometri) for metallene nevnt i utslippstillatelsen, metaller som viste forhøyd konsentrasjon rundt Alcoa Mosjøen i moseundersøkelsene og metaller som typisk er funnet i omgivelsene til aluminiumssmelteverk. Totalt 10 metaller³ ble valgt ut for analyse: Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, As, Cr, Bi, Sb, Ga. De valgte metallene kan ha opphav i smelteverket og noen av de har mulig miljø- og helsepåvirkning.

Svoveldioksid (SO₂) og **fluorider** ble prøvetatt med en EK-prøvetaker. Denne samler aerosoler og gass i en filterpakke som inneholder et forfilter for aerosoler (fluorid) og et filter tilsatt KOH (kalilut) for gasser (SO₂ og HF). Prøvetakeren har en pumpe som trekker et definert luftvolum gjennom filtrene. Prøvene ble samlet som ukeprøver og analysert på partikkelbundne og gassformige fluorider samt SO₂. Prøvene ble tatt ved Helgeland Kraft.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i luft ble samlet kvantitativt på glassfiberfiltre og PUF (polyurethane foam) propper ved bruk av en høyvolum luftprøvetaker (Digital Elektronik AG, Sveits). Prøvetakeren består av en pumpe som trekker luft gjennom prøvene med en gjennomsnittlig strømningshastighet på 25 m³/t. PAH prøver ble tatt to ganger per uke som 48-timesmidler. I tillegg ble prøvene fulgt av feltblindprøver for å kontrollere potensiell forurensningsrisiko (som en del av den omfattende kvalitetskontrollprosedyren). Alle eksponerte prøver ble lagret kaldt (2 grad C) før analyse og kvantifisering. Filtrene ble ekstrahert med løsningsmiddel (cykloheksan). Prøvene ble analysert for 16 prioriterte⁴ PAHer (EPA 16 PAH), gassformige og partikkelbundne samlet, av NILUs laboratorium. For analyse ekstraheres PAH fra filtrene og PUF og ekstraktene analyseres ved bruk

³ Utvalget inneholder ikke Hg, siden resultater fra moseundersøkelsen (Steinnes og Uggerud, 2017) ikke tyder på at aluminiumssmelteverk er en signifikant kilde for kvikksølv. Måling av kvikksølv krever dessuten en egen prøvetakingsmetode og en annen analysemetode enn andre metaller.

⁴ EPA 16 PAH er av miljømessig bekymring på grunn av deres potensielle toksisitet hos mennesker og andre organismer og deres utbredelse og persistens i miljøet. Flere PAHs er sannsynlige eller kjente kreftfremkallende stoffer (IARC, 2010).

av gasskromatograf koblet til et lavoppløselig massespektrometer som detektor (GC/LRMS). Benzo(a)pyren (BaP) er den eneste PAH med en målsettingsverdi for luftkvalitet. Målsettingsverdien er fastsatt for 1 års gjennomsnitt. BaP er hovedsakelig partikkelbundet. Partiklene som samples på partikkelfilteret er hovedsakelig i størrelsesområdet under 10 µm. Prøvetakeren var plassert ved Helgeland Kraft.

Sammensetningen av PAH prøvene, den såkalte PAH-profilen, kan gi indikasjoner for hvilke kilder som bidrar mest til luftkonsentrasjoner. Noen PAH-forbindelser som er knyttet til utslipp fra aluminiumsindustrien er fenantren, fluoranten og pyren. BaP og andre PAH-er finnes i utslippene fra aluminiumsverk, samt i utslipp fra biltrafikk og vedfyring i boliger.

Passiv prøvetaking

SO₂ ble også målt med passive prøvetakere (månedsprøver), i tillegg til ukeprøvene tatt med EK-prøvetakeren. Passive SO₂ luftprøvetakere var plassert ved 6 steder fordelt over Mosjøen for å kartlegge geografisk fordeling av SO₂ i området (gule sekskanter i Figur 1). Passive prøvetakere er små brikker (ca. 2,5 cm i diameter) som plasseres utendørs beskyttet for regn. En passiv prøvetaker ble plassert ved måleboden rett ved inntaket til EK-prøvetakeren. De passive prøvetakerne ble eksponert i 4 uker av gangen og gir tidsintegrerte konsentrasjoner med kontinuerlig tidsdekning. For hver eksponeringsperiode sendes også én «blindprøve⁵». Passive prøvetakingsteknikker er basert på prinsippet om molekylær diffusjon av gassformige stoffer. Prøvetakeren inneholder et impregnert filter innenfor et lite plastrør. Gassmolekylene diffunderer inn i prøvetakeren, hvor de samles (kvantitativt) på det impregnerte filteret. Filteret er spesifikt for hver gass som kan bli målt. For å unngå turbulent diffusjon i prøvetakeren er et tynt porøst membranfilter plassert ved luftinntaket. Filteret i SO₂-prøvetakeren er impregnert med et alkali (kaliumhydroksid, KOH) som er løst opp i metanol. Det blir tilsatt H₂O₂ (hydrogenperoksid) løsning ved utvasking av filtrene. SO₂-konsentrasjonen er beregnet fra sulfatkonsentrasjonen samlet på filteret, som blir bestemt med ionekromatografi.

Nedfallsstøv ble målt med støvsamlere etter norsk standard NS 4852:2010. Støvsamlerne var plassert ved 3 steder i Mosjøen (blå trekanter i Figur 1). Nedfallsstøv er støv som i løpet av en måleperiode er samlet inn i en beholder av spesifisert form med horisontal åpning. Nedfallsstøv omfatter støv som faller ned av egen tyngde (sedimentasjon, store partikler), støv som avsetter seg på samlerens innvendige vegger, og støv som bringes ned med nedbør. Nedfallsstøv ble samlet over en måned av gangen. Prøvene ble analysert for mengden vannuløselig støv, som masse per areal (g/m²/30d).

⁵ En blindprøve er en prøve som ikke eksponeres, men som ellers behandles på samme måte som de eksponerte prøvene. Blindprøven analyseres også og dette er en kvalitetssjekk for å finne ut om prøvene har blitt forurensset for eksempel under transport eller på en annen måte.

4 Grenseverdier og luftkvalitetskriterier

4.1 Utslippskomponenter til luft

Utslippstillatelsen (2003.0270.T) gjelder forurensning fra produksjon av aluminium basert på elektrolyse av aluminiumoksid og etterfølgende utstøping og bearbeiding av elektrolysemetallet. Tillatelsen gjelder for en årlig produksjon av inntil 235 000 tonn elektrolysemetall per år. Tillatelsen omfatter fluorider (partikulært og gassformig), støv, SO₂, PAH 16 EPA, benzo(a)pyren, arsen, bly, kadmium, krom (total), kvikksølv og nikkel. Der andre referanser ikke er oppgitt, er informasjonen om komponenter hentet fra Folkehelseinstituttet⁶ (FHI).

4.1.1 Fluorider

Fluor er et grunnstoff som danner en lang rekke forbindelser med andre stoffer; fluorider er syre- og saltforbindelser av fluor. I utendørs luft foreligger fluorid både på partikler og i gassform. Fluorider som er i gassfase (bindes sterkt ved absorpsjon på overflater) eller bundet til svevestøv tas nesten fullstendig opp i luftveiene.

Den viktigste kilden til utslipp av fluorider til luft i Norge er elektrolysehaller i aluminiumsindustrien. Tidligere var utslippene av totalt fluorid fra denne industrien så høye at konsentrasjonen i uteluft ga omfattende miljøskader i nærområdene. Innføring av ny teknologi gjorde at utslippene sank betydelig fra midten av 1980-tallet til 1990.

Det er ingen luftkvalitetsgrenseverdier for fluoridkonsentrasjoner i gassform eller på partikler eller anbefalinger fra WHO (World Health Organisation) i dag. I tidligere anbefalinger for fluoridnivåer i uteluft, ble en nedre grense satt til 1 µg/m³ for å unngå effekt på miljøet (WHO, 2000). Disse konsentrasjonene ble også ansett som mer enn tilstrekkelig for å verne menneskers helse. WHO har per dags dato ingen anbefalinger til luftkvalitetsretningslinje for fluorider på grunnlag av tilgjengelig informasjon fra eksponeringsstudier.

4.1.2 Svoveldioksid, SO₂

Svoveldioksid (SO₂) dannes ved forbrenning av stoffer som inneholder svovel, i hovedsak tungolje og kull, samt ved en rekke industriprosesser. De største kildene til utslipp av svoveldioksid i Norge er industri og bergverk. Disse kildene sto for 66% av utslippene i 2023⁷. I aluminiumsproduksjon kommer svoveldioksid av forbruk av anoder i den elektrokjemiske prosessen. Anoder inneholder svovelholdig petroleokoks (reduksjonsmiddel i aluminiumproduksjon), som igjen danner SO₂ når anoden blir forbrukt. For å redusere SO₂ utslipp har aluminiumsanlegg installert røykgassrensing, som for eksempel ved sjøvannsscrubber.

Svoveldioksid er lett løselig i vann og bidrar til forsurening av vann og jord og skader materialer. Forurensning med svoveldioksid har vært et betydelig miljø- og helseproblem. Men, som en følge av innføring av strenge retningslinjer og omfattende rensing, har utslippene av SO₂ gått ned i Norge og sterkt ned i Europa de siste 30 årene⁸.

⁶ <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/>

⁷ SSB, <https://www.ssb.no/statbank/table/08941/>

⁸ Se <https://www.ssb.no/statbank/table/08941> og <https://www.ceip.at/data-viewer>

Ved eksponering for svoveldioksid responderer ulike personer med svært forskjellig følsomhet. Friske individer reagerer første ved en eksponering på flere tusen $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens astmatikere er mer mottakelige; hos enkelte forsøkspersoner ble en svak effekt på lungefunksjon registrert på ca. 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Folkehelseinstituttet har fastsatt et luftkvalitetskriterium for døgn (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) som er basert på studier av helseeffekter av lave konsentrasjoner i større befolkningsgrupper, og et 15 minutts-kriterium (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) basert på kliniske studier av astmatikere. WHO (World Health Organisation, 2021) har nylig revidert sine anbefalinger og øker anbefalingen for SO_2 fra 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ til 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ basert på den seneste forskningen. I det reviderte luftkvalitetsdirektivet (vedtatt oktober 2024) derimot ble det innført en helsebasert grenseverdi på 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (trer i kraft tidligst 2030).

4.1.3 Svevestøv, PM_{10}

Svevestøv er en kompleks blanding av mikroskopiske partikler i luften som kan stamme fra en rekke naturlige og menneskeskapte kilder. De kan dannes ved forbrenningsreaksjoner og mekanisk slitasje, industri, virvles opp av vind eller dannes direkte i atmosfæren ved kondensering av gasser.

Prosessutslipp fra metallproduksjon er den nest viktigste kilden til svevestøv i Norge etter vedfyring⁹. I aluminiumsindustrien fører produksjonen av anoder til utslipp av partikler.

Svevestøv eller partikulært materiale (PM) deles inn i ulike klasser etter partikkelstørrelse. De vanligste kategoriene er PM_{10} – partikler mindre enn 10 μm og $\text{PM}_{2.5}$ – partikler mindre enn 2,5 μm (finfraksjonen). Partikkelstørrelse anses å være en avgjørende faktor for helseeffekter av svevestøv. Bortsett fra konsentrasjon og størrelsen av støvpartiklene har også form, overflateegenskaper og kjemisk sammensetning betydning for helseeffekter. Svevestøv har en svært kompleks sammensetning som varierer sterkt avhengig av hvilke kilder som gir opphav til partiklene. Forbrenningspartikler består av sot eller karbonkjerner. Partikler kan binde en rekke ulike komponenter til overflaten som for eksempel metaller, svovel- og nitrogenoksider, ulike gasser, PAH, endotoksin (bakteriekomponent), muggsoppfragmenter og allergener, som trolig har stor betydning for hvor skadelig støvet er.

Svevestøveksponering kan bidra til å forverre en rekke luftveissykdommer ved å aktivere betennelsesreaksjoner i lungene. Eksponering til svevestøv ser også ut til å forårsake akutte effekter på hjerte-karsystemet. Dagens grenseverdier for luftforurensning er basert på vektkonsentrasjon av PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$, og tar dermed ikke hensyn til støvets sammensetning med unntak av tungmetaller. Helsemyndighetene har fastsatt luftkvalitetskriterium for svevestøv som gjelder både døgnmiddel og årsmiddel (se Tabell 2).

4.1.4 Metaller

Tungmetaller i omgivelsesluft er funnet som metalliske grunnstoffer eller metalloksider som forekommer bundet til svevestøv. Det er mange forskjellige kilder som bidrar til utslipp av metaller, f.eks. trafikk, industri og andre forbrenningsprosesser. Produksjonen av anoder i aluminiumindustrien fører til utslipp av tungmetaller på grunn av metallinnholdet i råvarene som brukes og i reduksjonsmidlene (koks og kull). Utslipp av tungmetaller fra industrien avhenger både av produsert mengde og innholdet av tungmetaller i råvarene.

⁹ <https://www.ssb.no/statbank/table/08942>

Høye konsentrasjoner av metaller i luft har vist å forårsake uønskede helseeffekter ved inhalasjon. Metaller i luften kan også avsettes i jord og tas opp i planter. Inntak gjennom mat vil dermed også kunne føre til økt opptak hos mennesker. Forbrenningspartikler inneholder ofte vannløselige metaller (Zn, As, V, Ni). Disse har blitt satt i forbindelse med betennelsesreaksjoner. For bly (Pb), arsen (As), kadmium (Cd), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) er det fastsatt grense- eller målsetningsverdier for å beskytte menneskers helse. Konsentrasjonene av arsen, kadmium og nikkel skal beregnes ut fra totalt innhold i PM₁₀-fraksjonen, som gjennomsnitt over et kalenderår.

Bly, Pb

Veitrafikk pleide å være den dominerende kilden til bly i urbane områder da det ble brukt som tilsetning i bensin. Bruken av bly i bensin er faset ut, og dette er ikke lenger en viktig kilde. Industrielle kilder til bly inkluderer batteriproduksjon og sekundær metallsmelting. Bly er en alvorlig miljøgift. Eksponering for bly kan påvirke hjerte, nervesystemet og immunsystemet. Det er ikke antatt helsevirkninger med dagens konsentrasjoner i luft i Norge, men fordi stoffet akkumuleres i organismer, representerer tidligere høye utslipp av stoffet en helsefare.

Arsen, As

Kilder til arsen i luft er vulkanutbrudd, bakteriell nedbrytning av arsenforbindelser, impregnering av trevirke, tobakk, fossilt brensel og industri. Alvorligste helsemessige konsekvens er utvikling av lungekreft og luftkvalitetskriteriet er fastsatt på bakgrunn av dette.

Utslippskilder for arsen er metallsmelteverk og kraftverk som forbrenner arsenrikt kull. Arsen er et kreftfremkallende stoff for mennesker, som etter inhalasjon i partikulær form kan påvirke lungene. Det finnes organiske og uorganiske arsenforbindelser i miljøet. Uorganiske arsenforbindelser (arsenat) er sterkt akutt og kronisk giftige for de fleste organismer, der selv små konsentrasjoner kan forårsake kreft. Organiske arsenforbindelser er derimot langt mindre giftige. Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet har fastsatt luftkvalitetskriterium for arsen på 2 ng/m³ som årsmiddelverdi.

Kadmium, Cd

Kilder til tungmetallet kadmium i luft er utslipp fra metallindustri. Totalt utslipp i Norge tilsvarer omtrent den mengden som kommer via langtransportert forurensning. Eksponering for kadmium i uteluft er gjennom svevestøv og tobakksrøyk (FHI). Største inntak er likevel via vann og mat. Kadmium kan ha effekter på luftveisystemene og landtidseksponering kan gi lungekreft. Direkte inhalasjon av kadmium i uteluft er generelt ikke ansett som et helseproblem, men nedfall kan gi opphopning i jord og økt inntak gjennom matvarer som igjen kan gi nyre- og skjelettskader. På denne bakgrunnen er det fastsatt et luftkvalitetskriterium på 2,5 ng/m³ som er strengere enn målsetningsverdien i direktivet. Luftkvalitetskriteriene er ikke juridisk bindende.

Kadmium har hovedsakelig industrielle kilder. Det er klassifisert som et kreftfremkallende stoff for mennesker (gruppe I), dvs. at det er tilstrekkelig bevis for karsinogenitet hos mennesker. 50% av det kadmium som innåndes blir tatt opp og oppkonsentreres. Kadmium skilles meget langsomt ut og det er gjennom hele livet en oppbygning av kadmiumnivåene i kroppen. Eksponering for kadmium i arbeidsmiljø, samt eksperimentelle studier, har vist økt risiko for utvikling av lungekreft. I tillegg kan høyt inntak av kadmium føre til nedsatt nyrefunksjon.

Nikkel, Ni

Industri og forbrenning av olje og kull er viktigste kilder til nikkel. Eksponering kan gi risiko for å utvikle kreft i lunger, nese og strupe og det er fastsatt et luftkvalitetskriterium på 10 ng/m³ ut ifra dette. I praksis er den største helsemessige betydningen gjennom opptak i luft i arbeidsmiljø og gjennom sigaretttryk. Også nikkel er et skadestoff typisk for tungt industrialiserte områder og større byer. Nikkelforbindelser er kreftfremkallende for mennesker ved innånding. De påvirker luftveiene.

Krom, Cr

Krom forekommer naturlig i jordskorpen i store mengder. Mest vanlig er 3-verdig krom (Cr III). Et visst inntak av krom gjennom mat er nødvendig og bidrar til energiomsetningen i kroppen, men for store mengder kan være skadelig. 6-verdig krom (Cr VI) vil omdannes til Cr III i kroppen, men denne omdanningen er skadelig og kan forårsake skader på nyrer, lever, hud, luftveier og kan føre til kreft. Derfor er det satt et luftkvalitetskriterium for Cr VI på 0,1 ng/m³. Andelen Cr VI i utslippet fra Alcoa Mosjøen er ikke kjent.

4.2 Regelverk og anbefalinger

Utendørs luftkvalitet er i Norge regulert i forurensningsforskriften kapittel 7 om lokal luftkvalitet. Forskriften har som formål å fremme menneskers helse og trivsel og beskytte vegetasjon og økosystemer ved å sette minstekrav til luftkvalitet og sikre at disse blir overholdt. Den skal også bidra til at Norge overholder EUs direktiver om luftkvalitet (2004/107/EC og 2008/50/EC), og inneholder en rekke grenseverdier, målsetningsverdier og andre terskler som bl.a. bestemmer i hvilke tilfeller luftkvaliteten må overvåkes, og når det må gjennomføres tiltak. Kommunene er delegert forurensningsmyndighet etter forskriften (§7-3). Anleggseier er etter §7-8 ansvarlig for overholdelse av pliktene om bl.a. måling og beregning av lokal luftkvalitet (§7-14).

Grenseverdiene for komponenter som er relevante i dette prosjektet er sammenstilt i Tabell 1. Norske grenseverdier og målsetningsverdier (Forurensningsforskriften kapittel 7) tilsvarer grense- og målsetningsverdiene gitt i EUs luftkvalitetsdirektiver, men norske miljømyndigheter skjerpet grenseverdiene for PM₁₀ og PM_{2.5} flere ganger. Disse er fremhevet med tykk skrift i Tabell 1. For noen grenseverdier for timemidler eller døgnmidler er det et visst antall overskridelser som er tillatt i løpet av et kalenderår. Disse er også angitt i Tabell 1.

Tabell 1: Grenseverdier i utendørsluft, jfr. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/kap7#kap7> §7-9. Forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft skal ikke overstige følgende grenseverdier flere enn det tillatte antall ganger. Konsentrasjonene for SO₂ og PM er gitt i µg/m³. Målsettingsverdier for metaller i PM₁₀ og for benzo(a)pyren er gitt i ng/m³. På høyre siden av tabellen vises også grenseverdier i det reviderte luftkvalitetsdirektivet som trer i kraft i EU i 2030 (i grå skrift).

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi / Målsettingsverdi	Antall tillatte overskridelser av grenseverdien per kalenderår	Grenseverdier revidert direktiv (trer i kraft 1.jan 2030)	Antall tillatte overskridelser	Vurderings- terskel
Grenseverdier						
SO ₂	1 time	350 µg/m ³	24	350 µg/m ³	3	
	1 døgn	125 µg/m ³	3	50 µg/m ³	18	40 µg/m ³
	Kalenderår	20 µg/m ³		20 µg/m ³		
Svevestøv, PM ₁₀	1 døgn	50 µg/m ³	25	45 µg/m ³	18	
	Kalenderår	20 µg/m ³		20 µg/m ³		15 µg/m ³
Svevestøv, PM _{2,5}	1 døgn	-		25 µg/m ³	18	
	Kalenderår	10 µg/m ³		10 µg/m ³		5 µg/m ³
Bly, Pb	Kalenderår	0,5 µg/m ³		0,5 µg/m ³		0,25 µg/m ³
Målsettingsverdier						
Arsen, As	Kalenderår	6 ng/m ³		6,0 ng/m ³		3,0 ng/m ³
Cadmium, Cd	Kalenderår	5 ng/m ³		5,0 ng/m ³		2,5 ng/m ³
Nikkel, Ni	Kalenderår	20 ng/m ³		20 ng/m ³		10 ng/m ³
Benzo(a)pyren, BaP	Kalenderår	1,0 ng/m ³		1,0 ng/m ³		0,30 ng/m ³

Det er ingen grenseverdier eller anbefalinger for fluoridnivåer i luft i dag. Tidligere anbefalinger fra WHO og SFT var satt for å verne menneskers helse og for å unngå effekt på miljøet (dyr og vegetasjon).

EU luftkvalitetsdirektivene har gjennomgått en revisjonsprosess over de siste årene. Et revidert luftkvalitetsdirektiv ble vedtatt i oktober 2024. Medlemslandene har en viss periode til å tilpasse sin nasjonale lovgivning for å oppfylle de nye kravene. Når de nye reglene trer i kraft i Norge avhenger av når direktivet tas inn i EØS-avtalen. De oppdaterte grenseverdiene som trer i kraft fra 2030 i EU inkluderer bl.a. PM_{2,5} (innføring av grenseverdi for døgnmidler; innskjerping av årsgrenseverdien til nivå som tilsvarer dagens gjeldende grenseverdi i Norge), PM₁₀ (innskjerping av grenseverdi for døgnmidler; innskjerping av årsgrenseverdien til nivå som tilsvarer dagens gjeldende grenseverdi i Norge), SO₂ (innskjerping av grenseverdi for døgnmidler), målsettingsverdiene for As, Cd, Ni og BaP blir til grenseverdier, dvs. de blir juridisk bindende. For As og Cd presiseres nivået til 1 desimal, dvs. 6,0 ng/m³ (As) og 5,0 ng/m³ (Cd) som årsmiddel, som er en innskjerping sammenlignet med dagens målsettingsverdier. Høyre delen av Tabell 1 gir grenseverdiene i det reviderte luftkvalitetsdirektivet i grå skrift.

Forurensningsforskriften kapittel 29 og 30 setter grenseverdier for støvnedfall. Grenseverdiene er strengt tatt satt for *forurensninger fra mekanisk overflatebehandling og vedlikehold av metallkonstruksjoner i tilknytning til faste anlegg/installasjoner (inkludert skipsverft)* (kapittel 29) og *stasjonære og midlertidige/mobile knuseverk og siktestasjoner* (kapittel 30), men brukes også for andre industrielle aktiviteter. I følge §30-5 skal utslipp av støv/partikler fra totalaktiviteter fra virksomheten ikke medføre at mengde nedfallsstøv overstiger **5 g/m² i løpet av 30 dager**. Dette gjelder **mineralsk andel** målt ved nærmeste nabo, eller annen nabo som eventuelt er mer utsatt.

Luftkvalitetskriterier

Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet har i tillegg til de ulike grensene i forurensningsforskriften fastsatt luftkvalitetskriterier for en rekke komponenter. Luftkvalitetskriterier er fastsatt for ulike forurensningskomponenter basert på eksisterende kunnskap om hvilke helseeffekter de gir. Luftkvalitetskriteriene er ikke juridisk bindende, men angir nivåer av luftforurensning som er trygge for de aller fleste mennesker. Luftkvalitetskriterier for komponenter som er relevante i dette måleprogrammet er gitt i Tabell 2. Luftkvalitetskriterier er blant annet satt for PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, en rekke tungmetaller og benzo(a)pyren. Luftkvalitetskriteriene har blitt revidert i 2023 og følger WHO sin anbefaling.

Tabell 2: *Luftkvalitetskriterier for komponenter aktuelle i måleprogrammet.*
Luftkvalitetskriteriene er fastsatt av Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet.

Komponent	Midlingstid	Luftkvalitetskriterier
Svevestøv, PM ₁₀	Døgn	30 µg/m ³
	År	15 µg/m ³
Svevestøv, PM _{2.5}	Døgn	15 µg/m ³
	År	5 µg/m ³
Svoveldioksid, SO ₂	Døgn	20 µg/m ³
Arsen, As	År	2 ng/m ³
Bly, Pb	År	0,1 µg/m ³
Cadmium, Cd	År	2,5 ng/m ³
Kobber, Cu		-
Krom, Cr (VI)	År	0,1 ng/m ³
Nikkel, Ni	År	10 ng/m ³
Sink, Zn		-
Benzo(a)pyren, BaP	År	0,1 ng/m ³

I Norge finnes det ingen kriterier eller retningslinjer for støvnedfall. Retningslinjer i Finland klassifiserer totalt støvnedfall under 0,2 g/m²/30d som «ren luft» og mengder mellom 0,2 og 2 g/m²/30d som «relativ ren luft, bra for boligstrøk».

5 Måleresultater

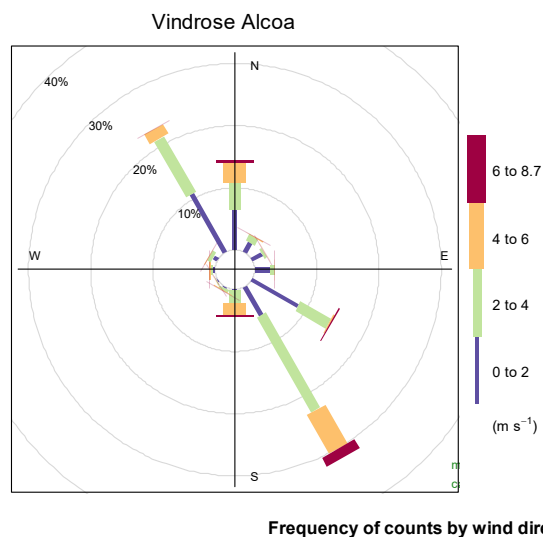
5.1 Meteorologiske parametere

Meteorologiske parametere (vindretning, vindhastighet og temperatur) er tilgjengelige fra Alcoas meteorologiske stasjon på kaianlegget til bedriften. Det finnes også en meteorologisk stasjon ved Mosjøen lufthavn, ca. 7 km sør for bedriften i samme dalføre. Vinddata fra Mosjøen lufthavn gir en indikasjon for vindforhold i Mosjøen, men kan være påvirket av lokal topografi.

Månedlige vindroser basert på vinddata fra Mosjøen lufthavn og vinddata målt på kaia til Alcoa Mosjøen, vist i vedlegget, viser forskjell i vindretningene avhengig av lokasjonen til vindmåleren. Ved lufthavnen er det oftest målt vind fra sør, men ikke på sommeren. 10 års middelet ved lufthavnen viser at vind fra nord observeres oftest i sommermånedene juni, juli og august. Også i 2024 ble vind fra nord oftest observert i sommermånedene mai og juli ved lufthavnen. Nordlig vind ble imidlertid observert noe sjeldnere ved lufthavnen i 2024 enn i gjennomsnitt 2014-2024. Ved havna i Mosjøen var det tydelig i 2024 at vind fra nord opptrådte oftest i månedene juni, juli og august (dvs. måleperioden) enn ellers i samme år. Også vind fra nordvest ble observert oftere om sommeren enn ellers i samme år, spesielt i mai (dvs. begynnelsen av måleperioden). Vindretning som generelt ble observert oftest ved havna er sørøst, men ikke på sommeren, dvs. månedene juni, juli og august. Observasjonene bekrefter at Mosjøen er mest utsatt for luftmasser fra aluminiumsverket i sommermånedene og at målinger i perioden mai – august gir et øvre estimat for påvirkning fra bedriften (forutsatt konstant utslipp). Vind målt på kaia til Alcoa Mosjøen er vurdert som mest representativ for spredningen av utslipp fra bedriften.

De månedlige vindrosene viser også at fordelingen av vindretningsfrekvensen i løpet av året fører til mest eksponering av bebodde områder i Mosjøen om sommeren. I sommermånedene transporterer hovedsakelig nordvestlig vind, dvs. vind fra fjorden, utslipp fra aluminiumsverket over bebyggelsen i Mosjøen og inn i Vefsndalen, mens hovedsakelig sørøstlig vind om vinteren fører utslipp fra smelteverket bort fra bebyggelse og ut mot Vefsnfjorden. For de fleste stedene ellers er luftkvalitetssituasjonen verst i vintermånedene på grunn av ugunstige spredningsforhold og ekstra forurensningskilder, som f.eks. vedfyring for boligoppvarming, og veistøv om våren.

Vindrosen for måleperioden viser at hovedvindretningene i måleperioden var fra sør-sørøst, sørøst og fra nord-nordvest, nord (Figur 2).

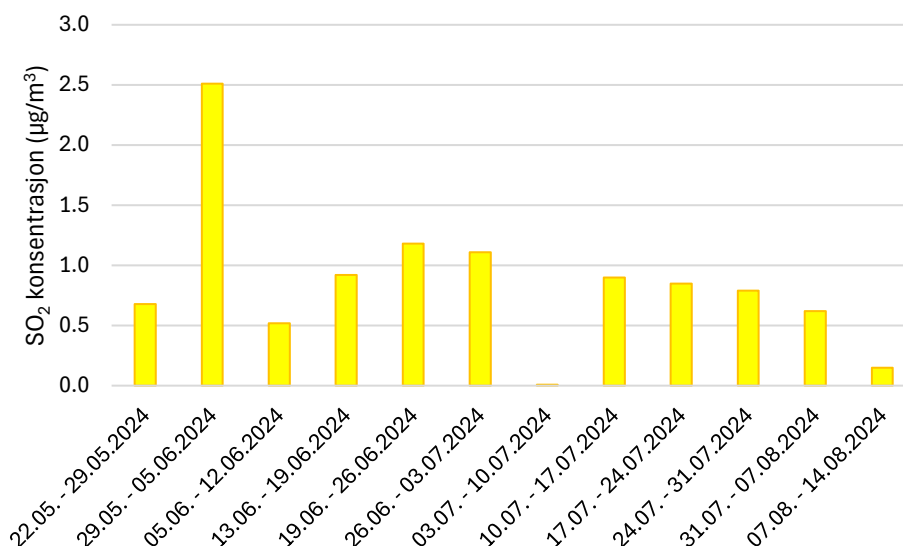


Figur 2: Vindrose fra meteorologisk stasjon på kaia til Alcoa Mosjøen for måleperioden 22. mai – 19. august 2024 basert på timemiddelverdier. En vindrose viser med hvilken frekvens det forekommer vind fra angitt retning. «Calm» angir prosentandelen til med 0 m/s vindhastighet. Data ble lastet ned fra <https://www.portwind.no/history.html#VS1706>

5.2 Svoveldioksid – SO₂

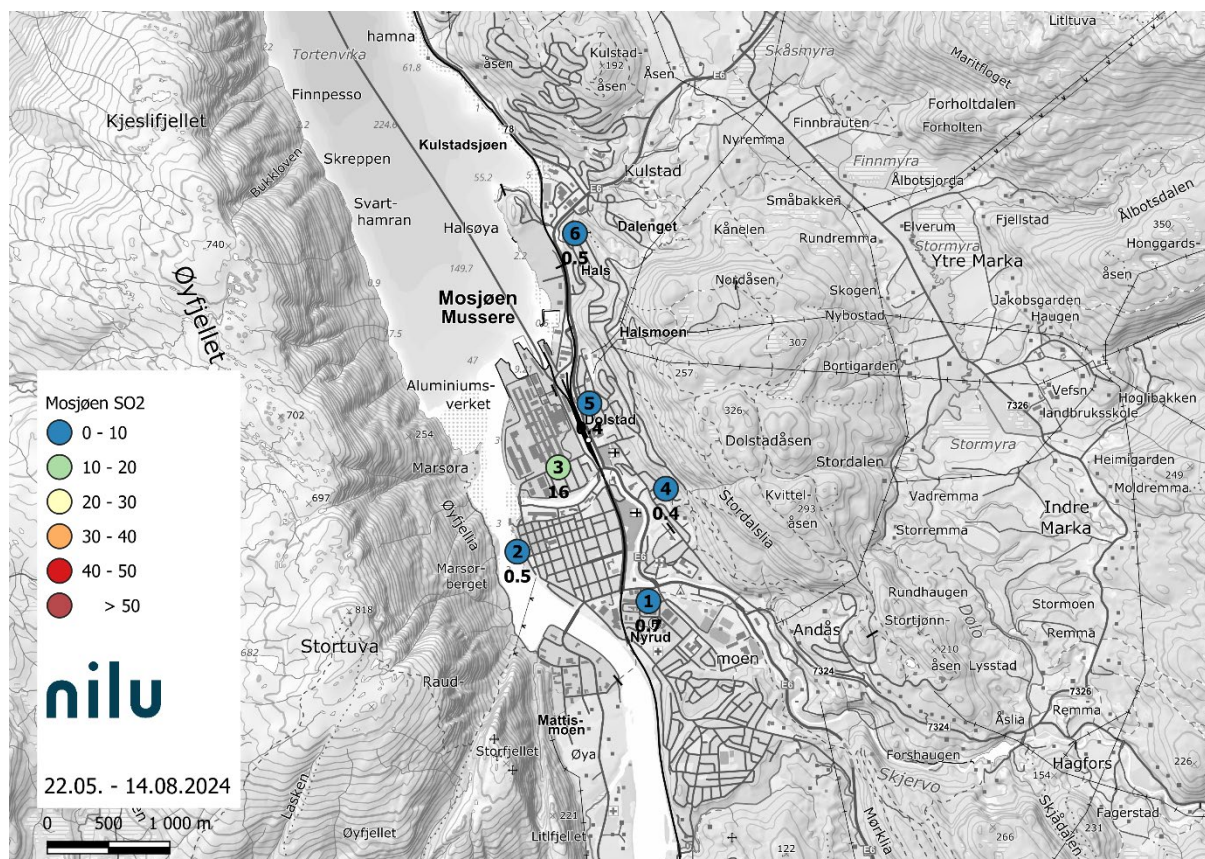
SO₂ ble samlet med EK-prøvetaker som ukeprøver. Tolv ukeprøver ble tatt ved stasjonen Helgeland Kraft i 3-månedersperioden 22. mai – 14. august 2024. Ukemiddelkonsentrasjonene varierte mellom 0,01 µg/m³ i uken 3. – 10. juli og 2,5 µg/m³ i uken 29. mai – 5. juni (Figur 3). Middelkonsentrasjonen over hele måleperioden på tre måneder var 0,9 µg/m³.

Korrelasjonen av SO₂ med andre parametere målt samtidig ved Helgeland Kraft er diskutert i kapittel 5.8.



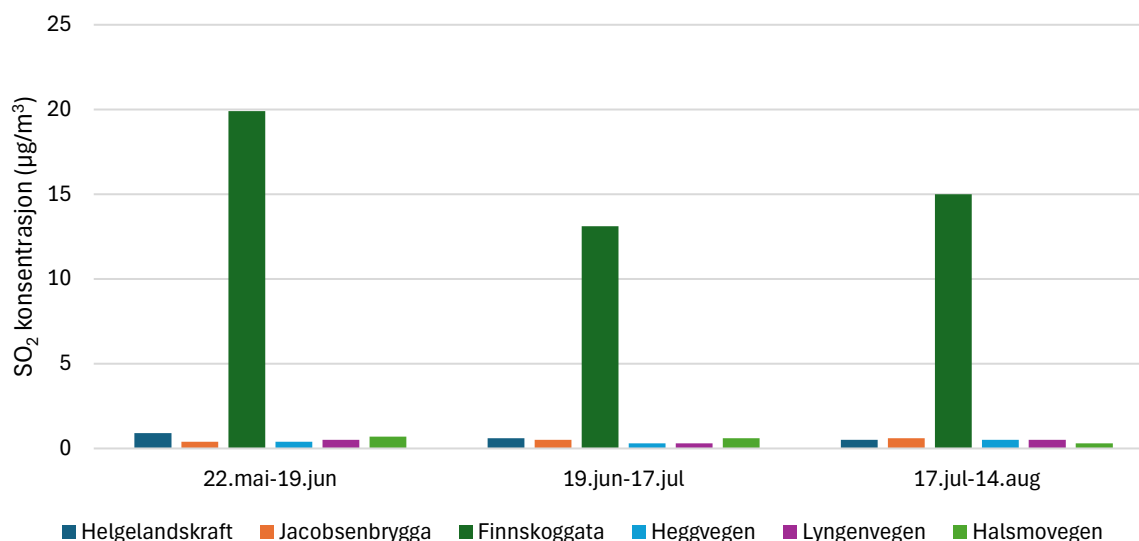
Figur 3: SO₂ ukemiddelkonsentrasjon ved stasjonen Helgeland Kraft i perioden 22. mai – 14. august 2024.

SO₂ ble også målt med passive prøvetakere (månedsprøver) ved 6 steder fordelt over Mosjøen, for å kartlegge den geografiske fordelingen av SO₂ i området. Figur 4 viser konsentrasjonene ved prøvestedene midlet over de tre eksponeringsperiodene. Høyest konsentrasjon, 16 µg/m³, ble funnet ved lokasjon 3 Finnskoggata som ligger rett sør for bedriften. Ved alle andre målepunkter var SO₂-konsentrasjonen under 1 µg/m³.



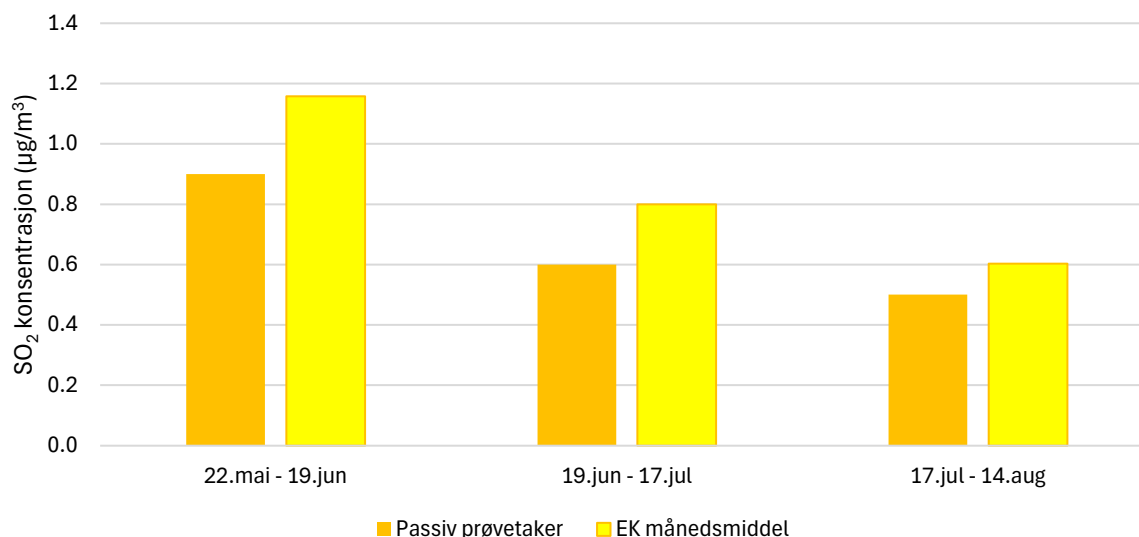
Figur 4: Fordelingen av SO₂ i Mosjøen, målt med passive prøvetakere, midlet over hele måleperioden 22. mai – 14. august 2024. Enhet: µg/m³.

SO₂-nivået ved de 6 lokasjonene per eksponeringsperiode er vist i Figur 5 og Tabell 7 (i vedlegget). For alle eksponeringsperioder ble den høyeste SO₂-konsentrasjonen målt ved lokasjon 3 Finnskoggata, som ligger i boligområdet rett sør for smelteverket. Ved de øvrige 5 lokasjonene ble det målt månedsmiddelskonsentrasjoner lavere enn 1 µg/m³.



Figur 5: Resultater fra passive SO₂ prøvetakere eksponert i Mosjøen i perioden 22. mai – 14. august 2024. Se også Tabell 7.

Ved lokasjonen Helgeland Kraft ble SO₂ målt både som ukemidler med EK-prøvetaker (Figur 3) og som månedsmidler med passiv prøvetaker (Figur 5). Som vist i Figur 6 har resultatene fra EK-prøvetakeren, midlet over samme 4-ukers periode som passive prøvetakere, samme tidsvariasjon som resultatene fra passive prøvetakere.



Figur 6: Resultatene fra passive SO₂ prøvetakere eksponert ved Helgeland Kraft (dvs. ved målebua), sammenlignet med SO₂-prøver fra EK-prøvetakeren ved Helgeland Kraft midlet over de samme tidsperiodene (middel over fire prøver).

Sammenligning med bakgrunnsnivå

Årsmiddelverdier for SO₂ i luft er lave ved norske regionale bakgrunnsstasjoner (Aas et al., 2024). Ved Tustervatn, ca. 32 km øst for Mosjøen, er det rapportert en SO₂ årsmiddel på 0,035 µg S/m³ i 2023. Ved Birkenes i Sør-Norge var SO₂ nivået litt høyere, 0,05 µg S/m³. Disse nivåene tilsvarer¹⁰ SO₂-konsentrasjoner på hhv. 0,07 µg/m³ og 0,10 µg/m³ ved Tustervatn og Birkenes. I sommermånedene mai – august er SO₂-nivået typisk lavere enn årsmidlet. Ved målestedet Helgeland Kraft i Mosjøen var SO₂ nivået litt høyere enn bakgrunnsnivået.

Sammenligning med tidligere nivå

SO₂ ble målt ved Helgeland Kraft et helt år i perioden november 2008 – november 2009 med SO₂-monitor (Haugsbakk, 2010), som bruker referansemetoden. SO₂-monitor gir timemiddelverdier og dermed var det mulig å undersøke hvorvidt grenseverdier for årsmiddel, døgnmiddel og timemiddel ble overholdt. Årsmiddel i perioden november 2008 – november 2009 var 2,1 µg/m³, høyeste døgnmiddel i samme perioden var 11,2 µg/m³ (6. januar 2009) og høyeste timemiddel i samme perioden var 46,6 µg/m³ (31. desember 2009 kl. 10-11). For alle midlingsperiodene var konsentrasjonen godt under respektive grenseverdier, som fremdeles er gyldige i dag. SO₂-utslippsmengden rapportert i 2023 var lavere enn i 2009 og betydelig lavere enn i 2004 (se Figur 18 i Vedlegg C).

Tidligere SO₂-målinger (2009) var godt under gjeldende grenseverdiene for time, døgn og år. Luftkvalitetsdirektivet gjennomgår en revisjonsprosess. Reviderte grenseverdier for SO₂ er 350 µg/m³ som timemiddel med 1 tillatt overskridelse, 50 µg/m³ som døgnmiddel med 18 tillatte overskridelser og 20 µg/m³ som årsmiddel. Målingene utført i 2009 var dermed også i tråd med grenseverdiene som trer i kraft 1. januar 2030.

SO₂ middelkonsentrasjonen i perioden 22. mai – 19. august 2009 ved Helgeland Kraft var 1,7 µg/m³, dvs. en del høyere enn i samme perioden i 2024, der middelverdien over hele måleperioden var 0,9 µg/m³. Høyeste ukemiddel i sommeren 2009 var 3,4 µg/m³. Sommeren 2024 var høyeste ukemiddel 2,5 µg/m³. Allerede i 2009 var SO₂ konsentrasjonen godt under grenseverdiene for alle midlingsperiodene. Dagens konsentrasjoner er enda lavere og med regulær drift er det stor sannsynlighet at dagens grenseverdier og også grenseverdiene i det reviderte luftkvalitetsdirektivet (gjeldende fra 2030) vil overholdes.

5.3 Fluorider

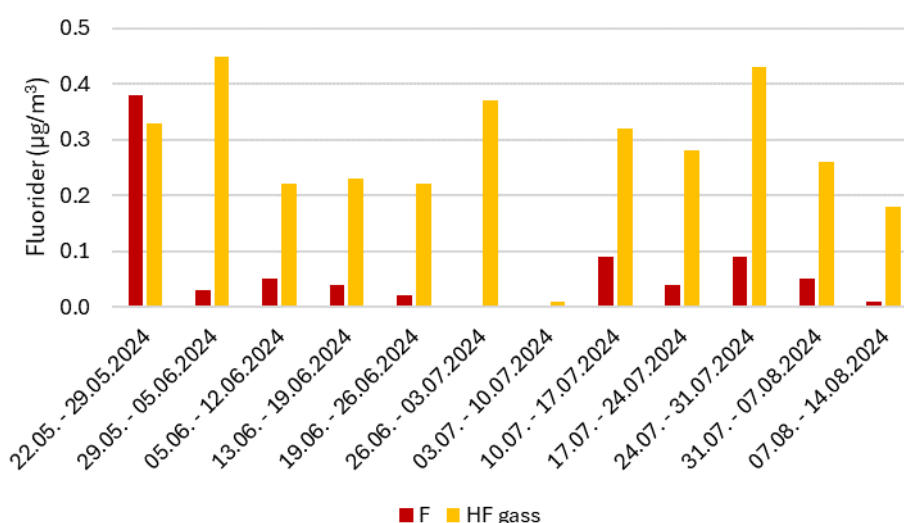
Fluorider ble samlet med EK-prøvetaker som ukeprøver og analysert for både gassformige og partikkelbundne fluorider. For de fleste prøvene var konsentrasjonen for gassformige fluorider vesentlig høyere enn for partikkelbundne fluorider (Figur 7). Ukemiddelkonsentrasjonen for partikkelbundne fluorider varierte mellom 0,002 µg/m³ (i ukene 26. juni – 3. juli og 3. juli – 10. juli) og 0,38 µg/m³ (i første uken 22. mai – 29. mai). Ukemiddelkonsentrasjonen for gassformige fluorider (HF) varierte mellom 0,01 µg/m³ (i uken 3. juli – 10. juli) og 0,45 µg/m³ (i andre uken 29. mai – 5. juni).

¹⁰ Konverteringsfaktor for µg S/m³ som rapportert i Aas et al. (2024), til µg/m³ er: SO₂-S (µg S/m³) * 2 = SO₂ (µg/m³)

Middelkonsentrasjonen over hele måleperioden på tre måneder var $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for partikkelbundne fluorider og $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for gassformige fluorider.

3 måneders middelkonsentrasjon av totalt fluorid (både partikkelbundet og gassformig) ved Helgeland Kraft var $0,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (periode 22. mai – 14. august). Dette er i godt samsvar med 6 måneders middelkonsentrasjonsbidraget av fluorider i samme område fra spredningsberegningene (Norsk Energi, 2023) på $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for perioden 1. april – 1. oktober. Spredningsberegningene tyder på at det gassformige bidraget (til 6 mnd middelet i perioden 1. april – 1. oktober) er under $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i området rundt Helgeland Kraft. Målingene tyder på at det gassformige bidraget dominerer total fluor, med en 3 måneders middel på $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Korrelasjonen av partikkelbundne og gassformige fluorider med andre parametere målt samtidig ved Helgeland Kraft er diskutert i kapittel 5.8.



Figur 7: Ukemiddelkonsentrasjoner for partikkelbundet fluor og gassformig HF ved stasjonen Helgeland Kraft i perioden 22. mai – 14. august 2024.

Det er ingen grenseverdi eller retningslinje for fluorider.

Det er ingen observasjoner for fluorider ved norske bakgrunnsstasjoner. Konsentrasjonene målt i Mosjøen skiller seg ikke vesentlig fra nylige konsentrasjoner målt i omgivelsene til andre norske aluminiumssmelteverk (se f.eks. NILU rapport 2/2021).

Sammenligning med tidligere nivå

Fluorider (partikkelbundet og gassformig) ble målt i høsten 2004 ved stasjonen Finnskoggata, som ligger rett sør for bedriften (se Figur 1). Prøvene ble tatt med EK-prøvetaker. I 2004 ble prøvene tatt som 24 timesmidler (fra kl. 8 den ene dagen til kl. 8 dagen etter), daglig i perioden 24. august – 30. november 2004 (Hagen, 2005, OR 12-2005). På grunn av variasjon i utslippene og i meteorologiske forhold ble det observert mye variasjon fra dag til dag.

I måleperioden høsten 2004 var gjennomsnittsverdien for total fluor $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (middel over 3 måneder). Partikkelbundet fluor utgjorde størsteparten (98,5%) av total fluor, dvs. den gassformige andelen utgjorde kun 1,5%.

Med $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som gjennomsnitt for total fluor over 3 måneder ble det vurdert at det daværende anbefalte luftkvalitetskriteriet på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som gjennomsnitt over 6 måneder (helse relatert) trolig ville oppfylles med god margin.

Høyeste målte døgnmiddelkonsentrasjon av partikkelbundet fluor var $19,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette var noe lavere enn daværende SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for helse på $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (som årsmiddel). Hvorvidt dette kriteriet ville oppfylles over et helt år var imidlertid mer usikkert. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier¹¹ for beskyttelse av dyr og vegetasjon gjaldt for fluor i gassfasen. Selv om de anbefalte verdiene var lave, indikerte måleresultatene fra høsten 2004 at luftkvalitetskriteriene for døgn og måned fortsatt var oppfylt med relativt god margin. Målestedet Finnskoggata (2004) lå betydelig nærmere bedriften enn Helgeland Kraft (2024).

Analysen viste at partikulært fluorid, gassformig fluorid og SO_2 samvarierte i svært høy grad med hverandre. De gjensidige korrelasjonskoeffisientene mellom disse forbindelsene var rundt 0,9. Dette er fordi utslippene følger hverandre, det vil si at hovedkilden er den samme.

Fluorid utslippsmengden rapportert i 2023 var på omtrent samme nivå som tidligere (dvs. 2004 og 2009), se Figur 19 i Vedlegg C.

Høyeste ukemiddel for total fluor i høsten 2004 var $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I sommeren 2024 var høyeste ukemiddel $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Middelkonsentrasjonen over hele måleperioden på tre måneder i sommeren 2024 var $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for partikkelbundne fluorider og $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for gassformige fluorider.

Middelkonsentrasjonen over hele måleperioden på tre måneder i høsten 2004 var $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for partikkelbundne fluorider og $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for gassformige fluorider. Dvs. konsentrasjonen for partikkelbundne fluorider i 2024 var vesentlig lavere enn i 2004 og konsentrasjonen for gassformige fluorider i 2024 var vesentlig høyere enn i 2004. Den lave andelen gassformig fluorid målt i 2004 ble også påpekt i ESPIAL rapporten (AMS, 2023).

Målingene i 2004 fant sted nærmere bedriften enn i 2024 og i en annen årstid. Prøvetakingstidene var 1 døgn i 2004 og 1 uke i 2024. Samme metode ble brukt for prøvetaking og analyse. I 2004 ble en annen type teflonfilter brukt, som var litt tykkere og hadde mindre pore størrelse. En mulig forklaring for større andel gassformig fluorid målt i 2024 er at gassen kommer lettere gjennom filteret enn for filtere brukt tidligere.

5.4 Svevestøv – PM_{10}

Svevestøv (PM_{10}) ble samlet på filter med svevestøvprøvetaker (eksponeringstid 1 uke). Filtrene ble analysert gravimetrisk, dvs. veid, for å følge opp svevestøvkonsentrasjonen ved stasjonen Helgeland Kraft. Metoden er referansemetoden for måling av svevestøv.

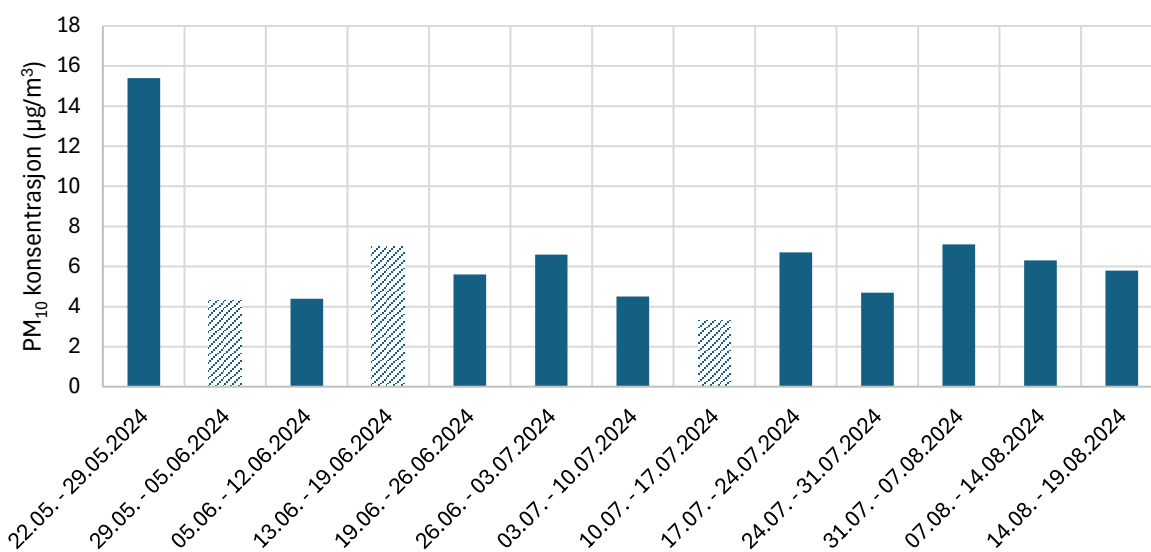
¹¹ Tidligere luftkvalitetskriterier for fluorid: døgnmiddel $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (helse relatert), 6 måneders middel $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (helse relatert), månedsmiddel $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (for beskyttelse av dyr), døgnmiddel $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (for beskyttelse av vegetasjonen), månedsmiddel $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for beskyttelse av vegetasjonen, 6 måneders middel $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (for beskyttelse av vegetasjonen). I dag er det ingen grenseverdier eller luftkvalitetskriterier for fluorid.

PM₁₀ ukemiddelkonsentrasjonene målt ved stasjonen Helgeland Kraft er vist i Figur 8. Tre av prøvene hadde en merknad, som fører til at økt usikkerhet er knyttet til prøveresultatet: 29. mai – 5. juni «Filter satt inn feil vei!», 13.-19. juni «Sen oppstart pga. feil montering!», 10.-17. juli «Filter satt inn feil vei!».

Svevestøvkonsentrasjonen i sommeren 2024 varierte¹² mellom 4,4 µg/m³ (5. – 12. juni) og 15,4 µg/m³ (22. – 29. mai). PM₁₀-nivået midlet over hele måleperioden (3 måneder) var 6,3 µg/m³. Svevestøvnivået i Mosjøen er sannsynligvis ikke dominert av utslipp fra aluminiumssmelteverket, men fra andre kilder i og rundt byen. En viktig kilde for svevestøv i byer er trafikk (både på E6 og bytrafikk). Beregninger i Miljødirektoratets fagbrukertjeneste¹³ sier at ca. 50% av bidraget til det 26. høyeste døgnet for PM₁₀ er fra veistøv ved Helgeland Kraft. Om vinteren bidrar sannsynligvis også boligoppvarming til svevestøvnivået i Mosjøen.

Spredningsberegninger (Norsk Energi, 2023) peker på årsmiddelkonsentrasjonsbidrag av svevestøv i området rundt Helgeland Kraft på mindre enn 1 µg/m³. 3 månedersmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ ved Helgeland Kraft var på 6,3 µg/m³. Ifølge spredningsberegningene bidrar bedriften bare til en liten del av denne konsentrasjonen.

Korrelasjonen av PM₁₀ med andre parametere målt samtidig ved Helgeland Kraft er diskutert i kapittel 5.8.



Figur 8: PM₁₀ ukemiddelkonsentrasjoner (µg/m³) ved målestasjonen Helgeland Kraft i perioden 22. mai – 19. august 2024. Tre av prøvene hadde en merknad (se tekst).

Sammenligning med bakgrunnsnivå

Typiske PM₁₀ ukemiddelkonsentrasjoner ved bybakgrunnsstasjoner i Oslo og Tromsø i samme tidsperioden varierte mellom 5,0 µg/m³ og 15,5 µg/m³ ved Sofienbergparken (Oslo) og mellom 8,3 µg/m³ og 25,1 µg/m³ ved Rambergan (Tromsø). Middelerverdier over hele perioden 22. mai –

¹² De tre prøvene med merknad ble ikke tatt med i denne betraktningen.

¹³ <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/fagbrukertjeneste-for-luftkvalitet/?kommune=1824&underside=korttidsmiddel>

19. august var $8,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Sofienbergparken og $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Rambergan, dvs. ved bybakgrunnsstasjonene ble det målt konsekvent høyere PM_{10} nivå enn i Mosjøen sommeren 2024. Den industrirelaterte målestasjonen Moheia vest i Mo i Rana målte i samme perioden mellom $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $15,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (middel $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). PM_{10} konsentrasjonen i Mo i Rana var marginalt høyere enn i Mosjøen.

Årsmiddelverdier for PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$ ved norske bakgrunnsstasjoner er blant de laveste i Europa. PM er ikke målt ved Tustervatn. Kårvatn ($62^\circ 47' \text{ N}$, $8^\circ 53' \text{ E}$, 210 moh, Surnadal kommune, Møre og Romsdal) er bakgrunnsstasjonen som ligger nærmest Mosjøen. Årsmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} i 2023 ved Kårvatn var $2,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aas et al., 2024). Ved Kårvatn viser PM_{10} en årsvariasjon med maksimum-konsentrasjoner om sommeren og minimum om vinteren. Årsmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} i 2023 ved Birkenes i Sør-Norge var $4,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. PM_{10} middelkonsentrasjonen i Mosjøen sommeren 2024 var noe høyere enn ved regionale bakgrunnsstasjoner i Norge.

Sammenligning med tidligere nivå

PM_{10} ble målt ved Helgeland Kraft med PM-monitor et helt år i perioden november 2008 – november 2009 (Haugsbakk, 2010). PM-monitor gir timemiddelverdier og dermed var det mulig å undersøke hvorvidt grenseverdier for årsmiddel og døgnmiddel ble overholdt. Årsmiddel i perioden november 2008 – november 2009 var $13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, høyeste døgnmiddel i samme perioden var $67,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24. august 2009). Totalt var det 6 døgn i perioden november 2008 – november 2009 med døgnmiddel over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er dagens grenseverdi for døgnmiddel (i dag tillatt med 25 overskridelser per kalenderår). Datoene var fordelt over vinteren, våren og sommeren (13. november 2008, 23. mars 2009, 15. april 2009, 20. juli 2009, 24. august 2009, 4. november 2009). PM_{10} -konsentrasjonene i sommermånedene var høyere enn i vintermånedene. Svevestøvkonsentrasjonen målt i 2008/09 omfattet svevestøv fra trafikk, aluminiumsverket og alle andre mulige svevestøvkilder i området. Utslipp av svevestøv fra Alcoa Mosjøen rapportert i 2023 var omtrent på samme nivå som i 2004 og 2009 (se Figur 20 i Vedlegg C).

PM_{10} middelkonsentrasjonen i perioden 22. mai – 19. august 2009 ved Helgeland Kraft var $15,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dvs. en del høyere enn i samme perioden i 2024. Middelverdien i perioden 22. mai – 19. august 2024 var $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Høyeste ukemiddel i sommeren 2009 var $23,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sommeren 2024 var høyeste ukemiddel $15,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I 2009 var PM_{10} årsmiddelet godt under grenseverdien og antallet døgnmidler over grenseverdien var godt under tillatt antall. Dagens konsentrasjoner er lavere og med regulær drift er det stor sannsynlighet at dagens grenseverdier overholdes.

I revidert luftkvalitetsdirektiv (som trer i kraft 1. januar 2030) er grenseverdien for døgnmiddel $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med 18 tillatte overskridelser og grenseverdien for årsmiddel $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. For målingene i 2009 var det 11 døgnmidler over $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og årsmiddelet var med $13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ godt under eksisterende norske grenseverdi og fremtidig EU grenseverdi. Dagens PM_{10} konsentrasjoner er lavere og med regulær drift er det stor sannsynlighet at også reviderte grenseverdier overholdes.

5.5 Metaller (i PM₁₀)

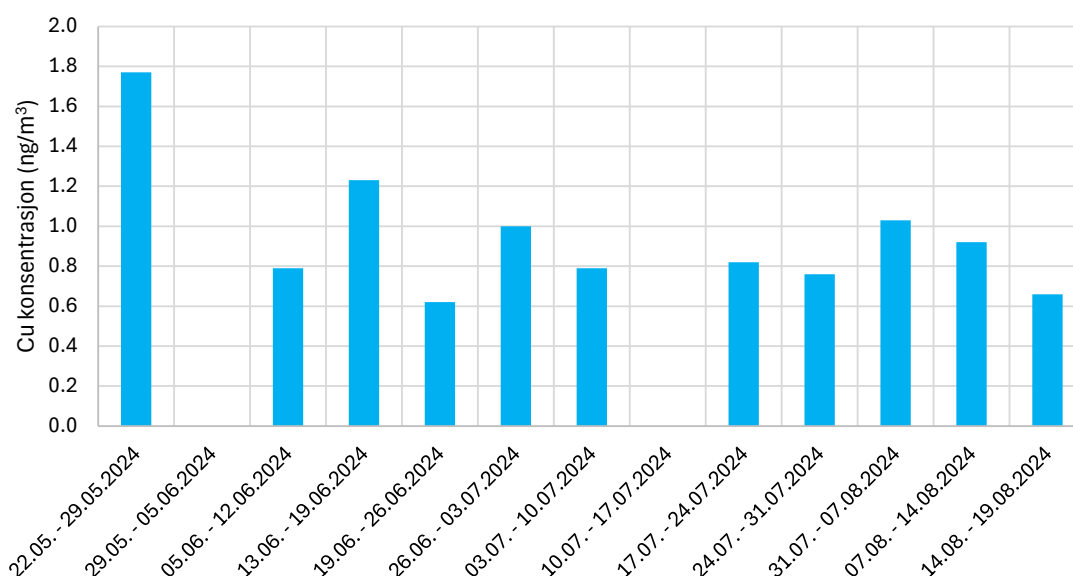
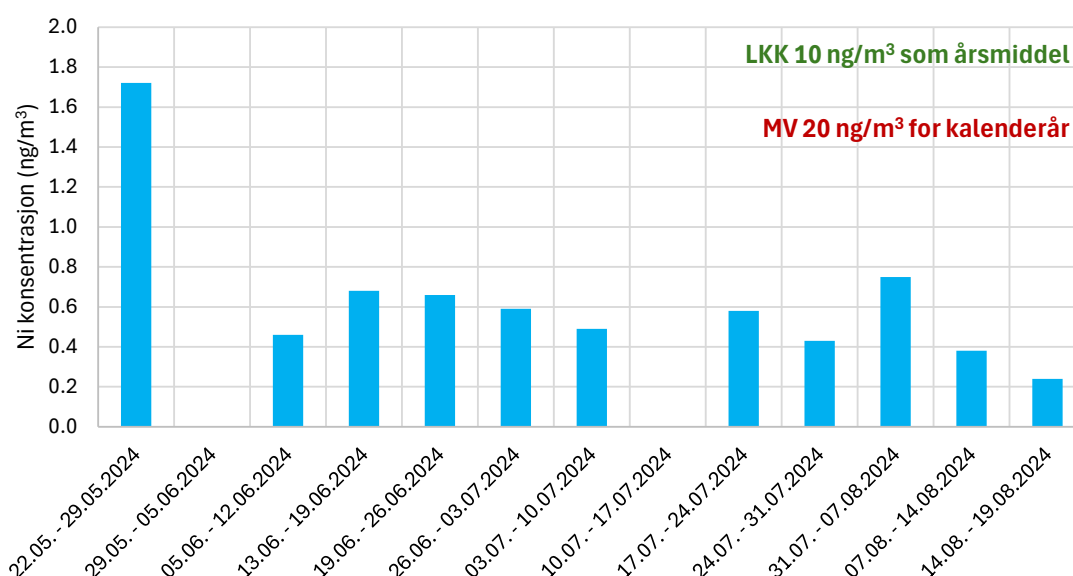
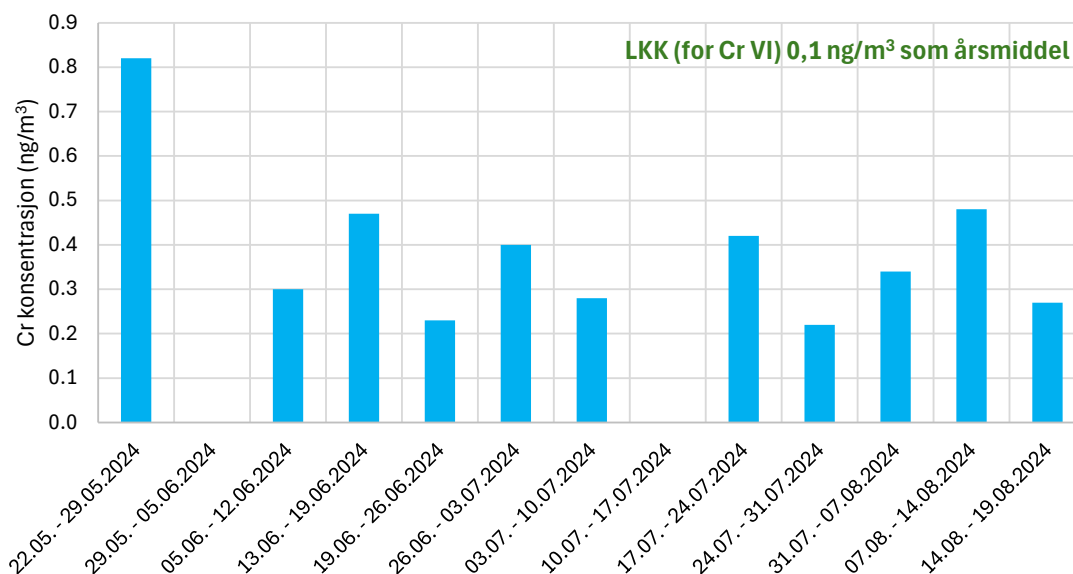
Svevestøvprøvene brukes for å kunne kvantifisere konsentrasjonsnivået av utvalgte metaller i omgivelsesluften. Ukeprøvene av PM₁₀ ble analysert for metallene nevnt i utslippstillatelsen, metaller som viste forhøyd konsentrasjon rundt Alcoa Mosjøen i moseundersøkelsene (f.eks. Steinnes og Uggerud, 2017) og metaller som typisk er funnet i omgivelsene til aluminiumssmelteverk: Totalt 10 metaller¹⁴ – nikkel (Ni), kobber (Cu), sink (Zn), bly (Pb), kadmium (Cd), arsen (As), krom (Cr), vismut (Bi), antimon (Sb), gallium (Ga).

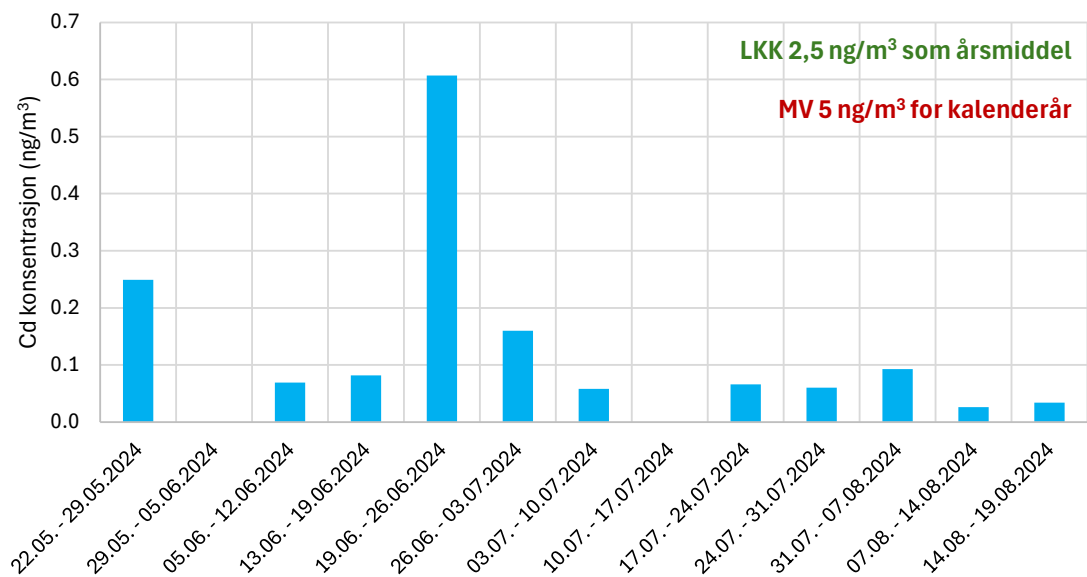
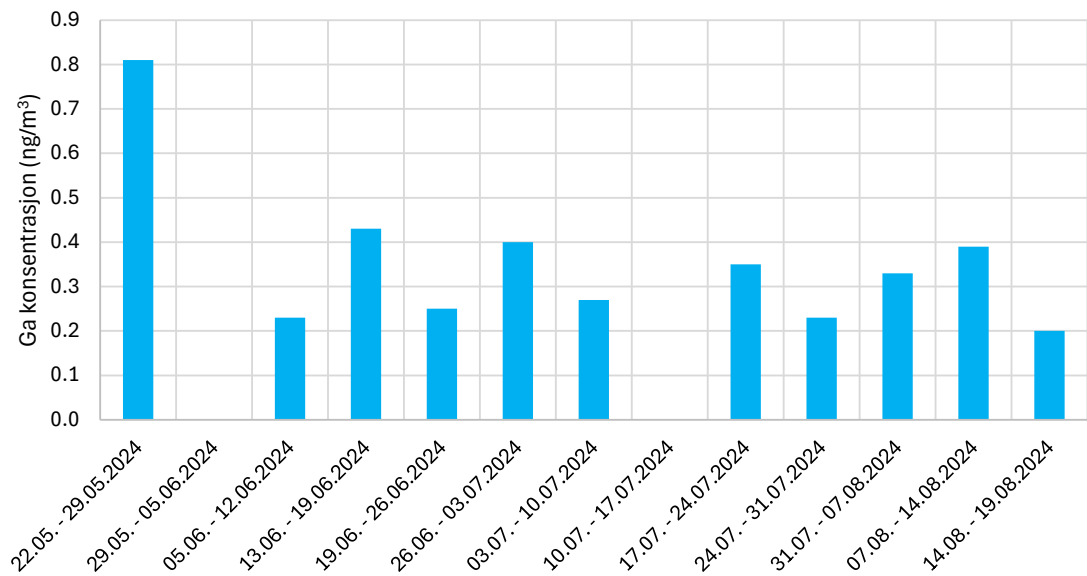
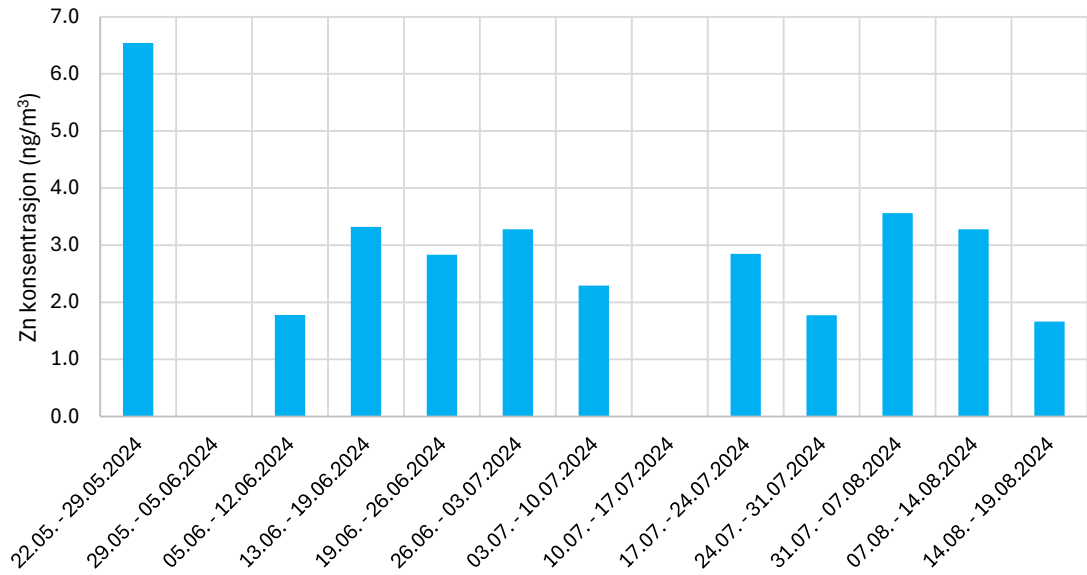
Ukemiddelkonsentrasjoner av de ti metallene i PM₁₀ vises i Figur 9. For noen av komponentene eksisterer målsetningsverdier og/eller luftkvalitetskriterier (Figur 9, Tabell 1, Tabell 2). Ukentlige gjennomsnittskonsentrasjoner av alle komponenter var godt under grense-/målsetningsverdiene og luftkvalitetskriteriene, som er definert for årlige gjennomsnittsverdier. Siden målingene ble utført i årstiden med høyest forventede forurensningsforhold, antas det at også årsmiddelkonsentrasjonene er med god margin under grense-/målsetningsverdiene og luftkvalitetskriteriene, så lenge det ikke skjer noen spesielle hendelser. En oversikt over tallverdiene for metallanalyseresultatene vises i vedlegget.

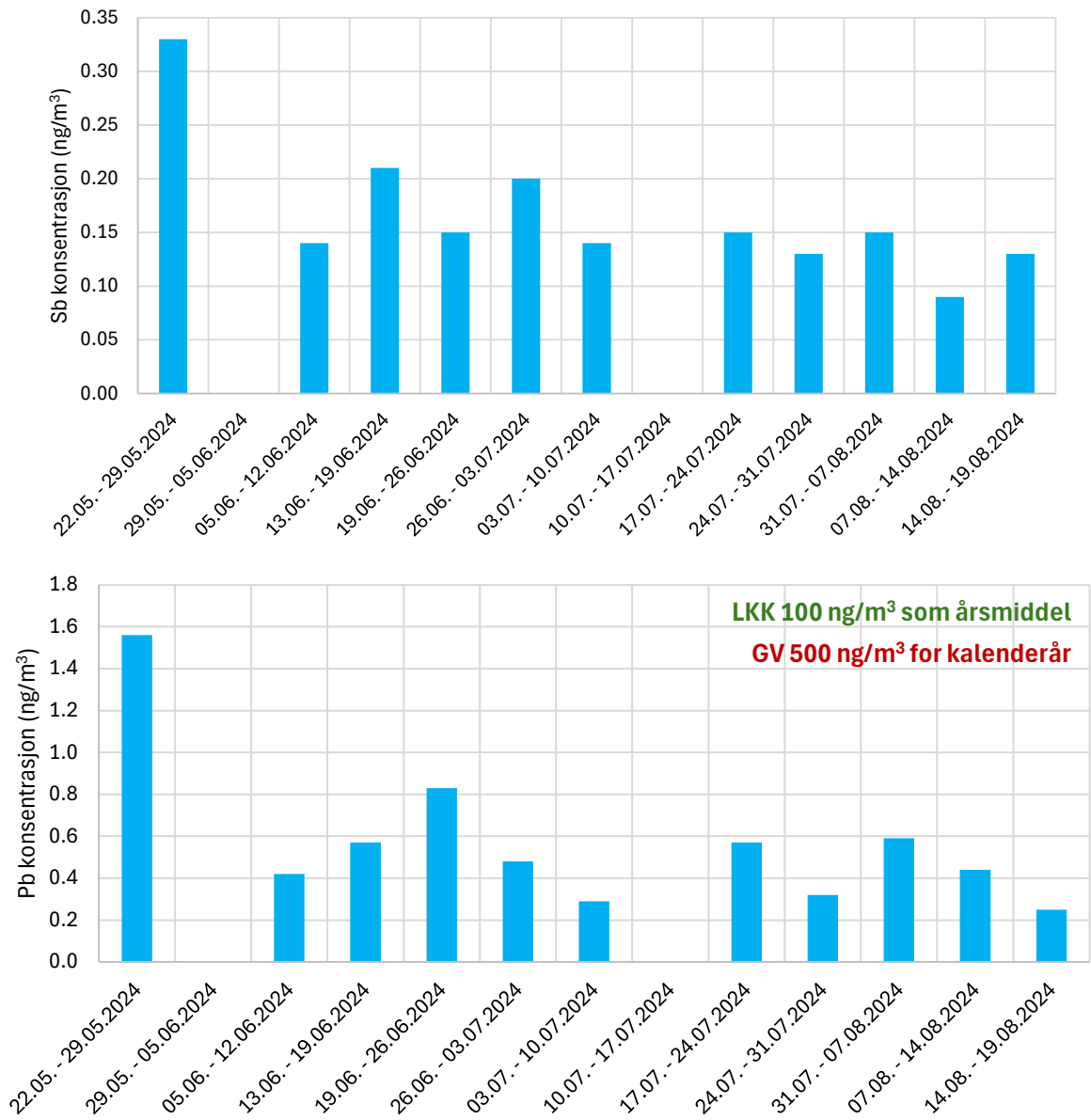
Spredningsberegninger (Norsk Energi, 2023) peker på høyeste årsmiddelbidrag av nikkel på under 20 ng/m³ i bebodde områder utenfor bedriftsområdet. 3 måneders middel målt ved Helgeland Kraft på 0,63 ng/m³ er langt under målsetningsverdi og luftkvalitetskriterium.

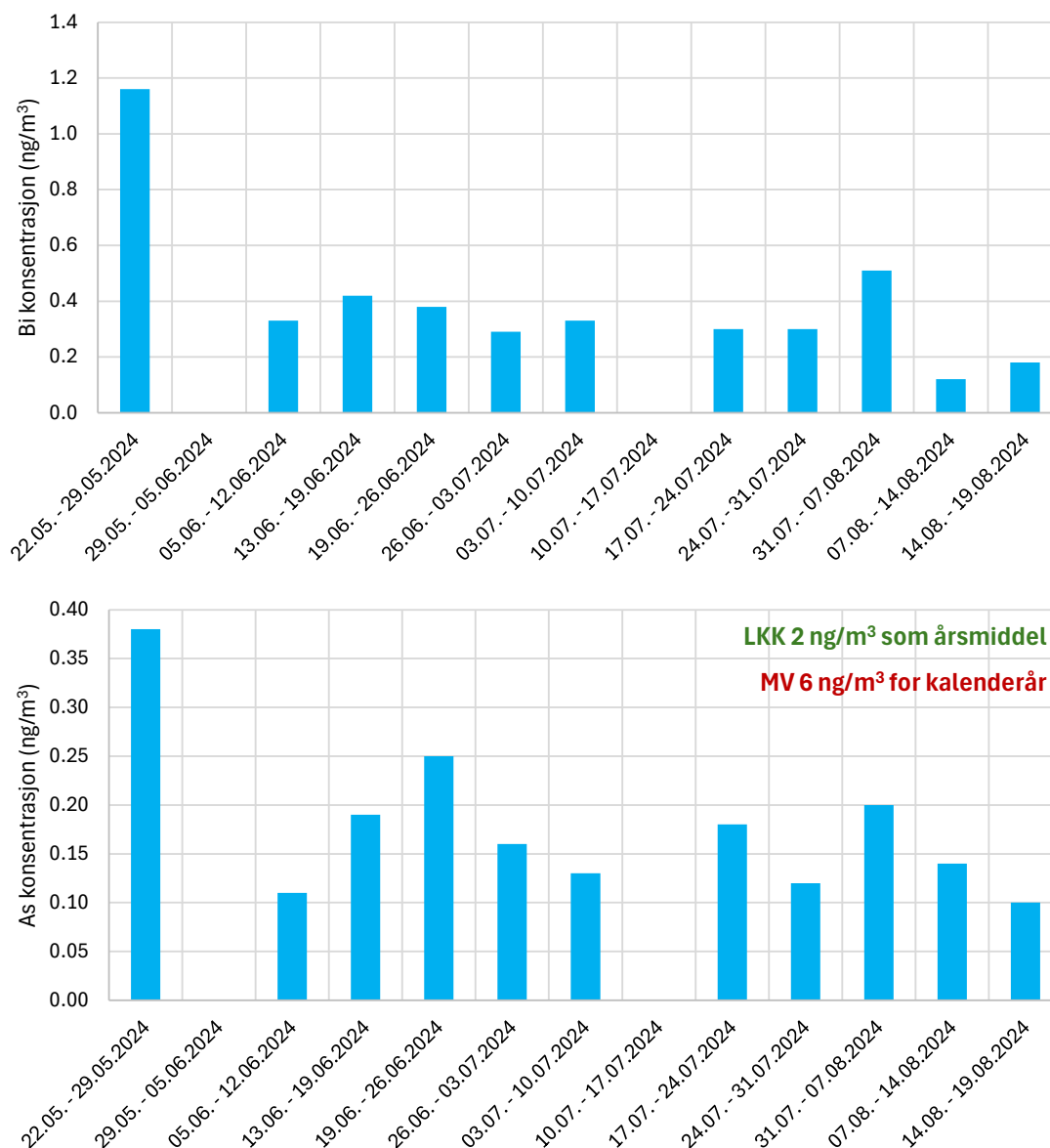
Korrelasjonen av metallene med andre parametere målt samtidig ved Helgeland Kraft er diskutert i kapittel 5.8.

¹⁴ Utvalget inneholder ikke Hg, siden resultater fra moseundersøkelsen ikke tyder på at aluminiumssmelteverk er en signifikant kilde for kvikksølv. Måling av kvikksølv krever dessuten en egen prøvetakingsmetode og en annen analysemetode enn andre metaller.









Figur 9: Ukemiddelkonsentrasjoner (ng/m³) for metaller i PM₁₀ ved målestasjonen Helgeland Kraft i perioden 22. mai – 19. august 2024.

Luftkvalitetskriterier (LKK) er definert for bl.a. Cr (VI), Ni, As, Cd og Pb, basert på forskningsresultater vedr. virkningene av komponentene på menneskers helse. Luftkvalitetskriteriene er så lave at de fleste kan bli eksponert for forurensningsnivåene uten å oppleve helseeffekter. Luftkvalitetskriteriet for *seksverdig krom* er angitt i panelet som viser kromresultater i Figur 9. Seksverdig krom representerer en liten brøkdel¹⁵ av total krom målt. Den analytiske metoden skiller ikke mellom valenstilstandene Cr-III og Cr-VI. Målingene ble utført i løpet av en 3-måneders periode om sommeren, når de høyeste konsentrasjonene forventes i Mosjøen. Grense-/målsettingsverdiene og

¹⁵ Det er bare lite informasjon i litteraturen om Cr-VI fraksjonen. Folkehelseinstituttet indikerer en brøkdel på under 10%, målt i Mo i Rana.

luftkvalitetskriteriene for tungmetaller, som er definert for årsmiddelkonsentrasjoner, ble med stor sannsynlighet overholdt i 2024.

Det er ingen tidligere målinger av metaller i luft ved Alcoa Mosjøen.

Sammenligning med bakgrunnsnivå

Tungmetaller i luft/aerosol måles ikke ved Tustervatn¹⁶. Nærmeste norske bakgrunnsmålestasjon for tungmetaller i luft/aerosol er Birkenes (58°23' N, 8°15' E, 219 moh) i Sør-Norge, i tillegg til Zeppelin i Arktis. For prøvene fra Mosjøen ble samme analysemetode brukt som for prøver fra Birkenes.

Sammenligning av tungmetallkonsentrasjoner målt ved Helgeland Kraft midlet over 3 måneder med årsmidler fra Birkenes, Zeppelin og Sofienbergparken (Halvorsen et al., 2024) viser høyere konsentrasjoner for de fleste metaller i Mosjøen enn årsmiddelet for 2023 ved bakgrunnsstasjonene (Birkenes og Zeppelin), men lavere enn i bybakgrunn i Oslo (Sofienbergparken). Unntaket var at Cd konsentrasjonen var litt større i Mosjøen enn årsmiddelverdien for 2023 i Oslo.

Konsentrasjonene målt i Mosjøen skiller seg ikke vesentlig fra nylige konsentrasjoner målt i omgivelsene til andre norske aluminiums smelteverk (se f.eks. NILU rapport 2/2021), der nivåene var godt under grenseverdiene.

Moseundersøkelser

Undersøkelser på avsetning av tungmetaller rundt utvalgte norske industrier har blitt utført av NILU/NTNU hvert femte år i perioden 2000 – 2015. Den industrielle moseundersøkelsen kom i tillegg til det nasjonale moseundersøkelsesprogrammet gjennomført ca. hvert 5. år fra 1977 til 2015. Innholdet av tungmetaller i moseprøver samlet rundt metallurgisk industri i Norge ble evaluert i forhold til tilsvarende bakgrunnsnivåer i mose i deler av Norge med lav påvirkning av luftforurensning. Rapportene viser hvordan avsetningen av 32-59 grunnstoffer varierte geografisk rundt hvert sted, med vekt på bidragene som kan tilskrives den viktigste industrielle kilden. Overvåking av atmosfærisk avsetning av tungmetaller ved å analysere moseprøver er en veletablert metode, som er beskrevet, f.eks. av Steinnes og Uggerud (2017).

Moseprøver (*Hylocomium splendens*) er tatt i vekstsesongen (mai – august). Segmenter av moseplantene, tilsvarende de siste 3 års vekst er valgt for kjemisk analyse, dvs. den geografiske fordelingen av metallene viser et 3-års gjennomsnitt dominert av vekstsesongen. Vekstsesongen er også sesongen med høyest forventet forurensning ved Mosjøen, og sesongen målingene ble utført i 2024.

Alcoa Mosjøen deltok i tre av de fire moseundersøkelsene rundt norsk industri (2000, 2010 og 2015, ikke 2005). I den siste studien (Steinnes og Uggerud, 2017) ble konsentrasjoner av 57 grunnstoffer (mg/kg) analysert i moseprøver samlet i omgivelsene rundt Alcoa Mosjøen. Bortsett fra moderate nivåer av Bi var verdiene lave for alle metaller på alle fem prøvesteder rundt Mosjøen.

Vismut (Bi) er et metallisk grunnstoff og en generell forurensningskomponent fra flere typer industrier. Forhøyd Bi nivå ble observert rundt de fleste aluminiumsmelteverk. Lite er kjent om eventuelle effekter.

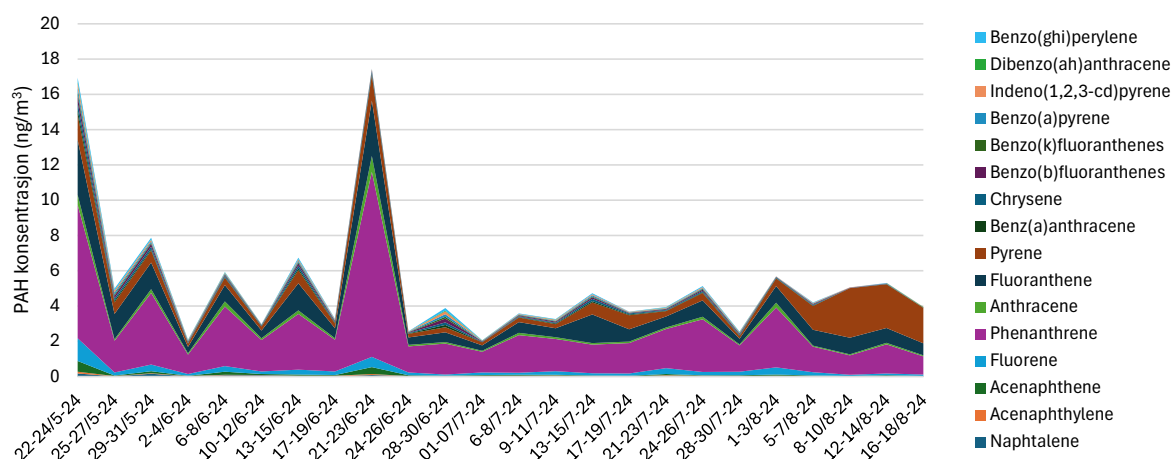
¹⁶ Tustervatn er en regional bakgrunnsstasjon, som bare ligger ca. 30 km fra Mosjøen (65,83°N, 13,91°Ø). Her måles NO₂, O₃ og SO₂.

5.6 Polysykliske aromatiske hydrokarboner – PAH

48 timer-prøver til PAH-analyse ble tatt med høyvolumprøvetaker to ganger per uke (fra kl. 9 til kl. 9). Prøvene ble analysert på gassformige og partikkelbundne PAHer (EPA 16 PAH) samlet. EPA 16 PAH er en gruppe på 16 polysykliske aromatiske hydrokarboner som er identifisert av US Environmental Protection Agency (EPA) som prioriterte for overvåking og regulering på grunn av deres potensielle helserisiko. EPA 16 PAH inkluderer blant annet benzo(a)pyren (BaP) som er kjent for å være kreftfremkallende og har en målsettingsverdi (se Tabell 1) og et luftkvalitetskriterium.

I måleperioden ble det tatt totalt 24 PAH-prøver. Tidsserien for konsentrasjonene til de individuelle komponentene er vist i Figur 10. Summen av alle 16 komponenter i en prøve gir konsentrasjonen for Sum EPA 16 PAH. Høyest Sum EPA 16 PAH-konsentrasjon ble målt i prøven tatt 21. juni – 23. juni (fredag til søndag), 17,4 ng/m³. I denne prøve utgjorde fenantren 60% (10,5 ng/m³). Benzo(a)pyren utgjorde 0,1% (0,018 ng/m³). Vindretningen under prøvetakingen var fra nord-nordvest, dvs. fra retning bedriften, 44% av tiden, fra nord 12% av tiden og fra sør-sørøst 23% av tiden. I første prøven (tatt 22. mai – 24. mai, onsdag til fredag) var EPA 16 PAH-konsentrasjonen nesten like høy, 16,9 ng/m³. I denne prøven utgjorde fenantren fremdeles største andelen, 45% (7,6 ng/m³), og benzo(a)pyren 2% (0,28 ng/m³). Første prøven var samtidig prøven med størst BaP-konsentrasjon, men med et 48 timer middelnivå som er godt under målsettingsverdien for årsmidler. Vindretningen under prøvetakingen var fra nord-nordvest, dvs. fra retning bedriften, 48% av tiden og fra sør-sørøst 19% av tiden. For begge prøvene er bedriften dermed en mulig kilde. Konsentrasjonene var imidlertid svært lave i forhold til målsettingsverdien.

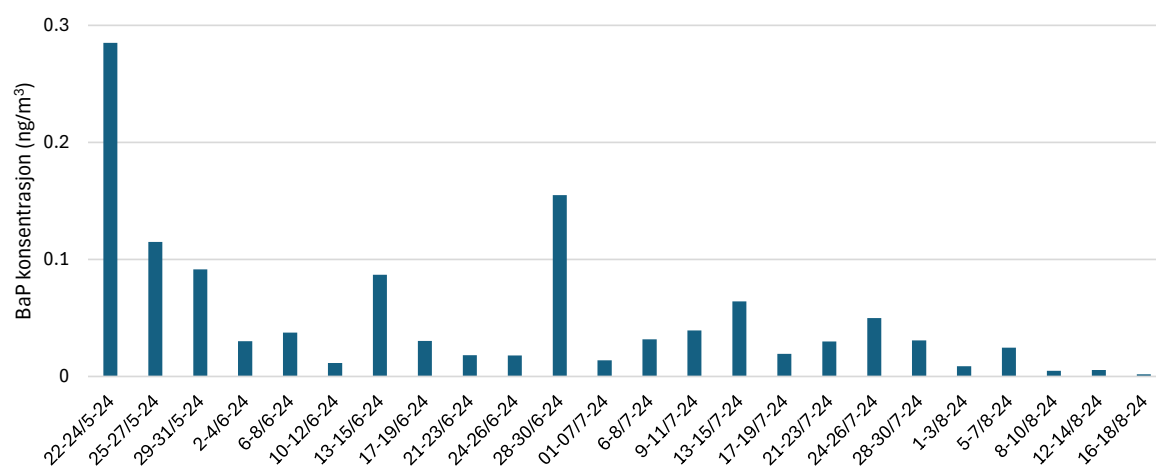
Komponenten med størst bidrag til EPA 16 PAH var fenantren, som utgjorde i snitt ca. 50% av massekonsentrasjonen i EPA 16 PAH. I de fire prøvene tatt i august utgjorde pyren vesentlig mer av PAH-massekonsentrasjonen (ca. 46%) enn i de 20 prøvene tatt før (ca. 9%). Dette tyder på en endring av kildesammensetningen. Siden fremherskende vindretning for de siste fire prøvene var fra sør-sørøst, er det lite sannsynlig at endringen av PAH-profilen har en sammenheng med prosessene i smelteverket. Pyren opptrer hovedsakelig i gassform. Tidligere målinger viste at en andel på ca. 30% er partikkelbundet (se Hak, 2021).



Figur 10: PAH-konsentrasjoner (ng/m^3) for de individuelle komponentene i EPA 16 PAH fra 48-timers prøver tatt 2 ganger i uken ved stasjonen Helgeland Kraft i perioden 22. mai – 18. august 2024. Konsentrasjonene omfatter både gassformige og partikkelbundne andeler. Fenantren (lilla) har de høyeste bidragene. I august bidrar pyren (brun) mest til sum EPA 16 PAH.

Enkelte komponenter i enkelte prøver tatt i august var under deteksjonsgrensen, se Tabell 9 i vedlegget.

Benzo(a)pyren-konsentrasjonen av alle enkeltprøver (48 timersmidler) var godt under $1,0 \text{ ng/m}^3$, som er målsetningsverdien for årsmidler. Prøven med høyest BaP-konsentrasjon var den første prøven, tatt 22. mai – 24. mai, med $0,285 \text{ ng/m}^3$. BaP-konsentrasjonen midlet over 3-måneders perioden 22. mai – 18. august var $0,05 \text{ ng/m}^3$. 3-månedsmiddelet for BaP var dermed også under $0,1 \text{ ng/m}^3$ som er luftkvalitetskriteriet for årsmidler.



Figur 11: Benzo(a)pyren konsentrasjonen (ng/m^3) i 48-timers prøver tatt 2 ganger i uken ved stasjonen Helgeland Kraft i perioden 22. mai – 18. august 2024.

Spredningsberegninger (Norsk Energi, 2023) tyder på at det høyeste bidraget for BaP av bedriften i området rundt Helgeland Kraft er under $0,5 \text{ ng/m}^3$ (årsmiddel). 3 måneders middel målt ved

Helgeland Kraft sommeren 2024 var $0,05 \text{ ng/m}^3$ – dette omfatter bidragene fra alle kildene i måleperioden.

Sammenligning med regelverket

Som nevnt ovenfor var BaP konsentrasjonen i prøven med størst BaP nivå godt under målsettingsverdien for årsmidler. I revidert luftkvalitetsdirektiv blir målsettingsverdien for BaP til grenseverdi, nivået er uforandret, dvs. $1,0 \text{ ng/m}^3$ som årsmiddel. Tre av de 24 prøvene hadde en 48 timers middel over $0,1 \text{ ng/m}^3$, som er luftkvalitetskriteriet for BaP som årsmiddel. BaP middelkonsentrasjon over hele perioden ($0,05 \text{ ng/m}^3$) var godt under luftkvalitetskriteriet.

Sammenligning med bakgrunnsnivå

Ved Birkenes (regional bakgrunnsstasjon) tas det ukentlige 24 timers midler for PAH¹⁷. Årsmiddelkonsentrasjonen for summen over EPA 16 PAH i 2023 var $2,0 \text{ ng/m}^3$. Årsmiddelkonsentrasjonen for BaP i 2023 var $0,01 \text{ ng/m}^3$. PAH-konsentrasjonen på Birkenes er høyest i januar og lavest i august. Det er stor variabilitet mellom prøvene. I norsk bakgrunn er det fenantren som sto for det største bidraget til PAH 16, 45% som middel i 2023, med størst bidrag om sommeren (rundt 60%). Fluoren bidro med 21% som middel i 2023, med lavest bidrag om sommeren (rundt 10%). PAH-nivået i perioden mai – august 2023, var $1,0 \text{ ng/m}^3$ som periodemiddel, benzo(a)pyren hadde et periodemiddel på $0,004 \text{ ng/m}^3$. Fenantren-bidraget var 56%, fluoren-bidraget var 15% og pyren-bidraget var 2%.

PAH-nivået i Mosjøen er selvfølgelig høyere enn i norsk bakgrunn, $5,3 \text{ ng/m}^3$ som periodemiddel over måleperioden. Også BaP var høyere enn ved Birkenes, $0,05 \text{ ng/m}^3$. Midlet fenantren-bidrag til PAH 16 var noe lavere enn ved Birkenes, 49%. Midlet pyren-bidrag i måleperioden var vesentlig høyere enn på Birkenes, 16%, men siden de største bidragene opptre ved vind fra sør-sørøst er det uklart hvilke kilder som bidrar mest til pyren.

Sammenligning med tidligere nivå

PAHer ble målt ved Helgeland Kraft i perioden november 2008 – november 2009 (Haugsbakk, 2010). Luftprøver over 48 timer ble tatt 2 ganger i uken på glassfiberfilter, dvs. kun partikkelbundne PAHer ble samlet. 8 prøver ble tatt per måned, som ble slått sammen til månedsmidler. 7 PAHer ble rapportert – benz(a)antracen, benzo(b/j/k)fluorantener, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(ac/ah)antracen. Benzo(b/j/k)fluorantener var komponentene med størst andel på summen av PAHene.

Resultatene fra 2008/09 og sommeren 2024 kan ikke direkte sammenlignes med hverandre: I 2008/09 ble kun partikkelbundne PAHer analysert, dessuten omfattet analysen kun 7 komponenter. I 2024 ble partikkelbundne og gassformige PAHer analysert, analysen omfattet 16 komponenter.

Månedsmidlet til benzo(a)pyren i perioden november 2008 – november 2009 varierte mellom $0,1 \text{ ng/m}^3$ i juli 2009 og $1,2 \text{ ng/m}^3$ i desember 08/ januar 09. Middelkonsentrasjonen over hele 12 månedersperioden var $0,4 \text{ ng/m}^3$. BaP-årsmiddelet i 2008/09 var godt under målsettingsverdien på $1,0 \text{ ng/m}^3$.

For å sammenligne grovt med aktuelle konsentrasjoner betraktes BaP-middelverdien over sommermånedene (mai – august). Middelverdien for perioden 18. mai – 20. august 2009 var $0,15 \text{ ng/m}^3$.

¹⁷ Dataene kan lastes ned fra EBAS databasen, <https://ebas.nilu.no>

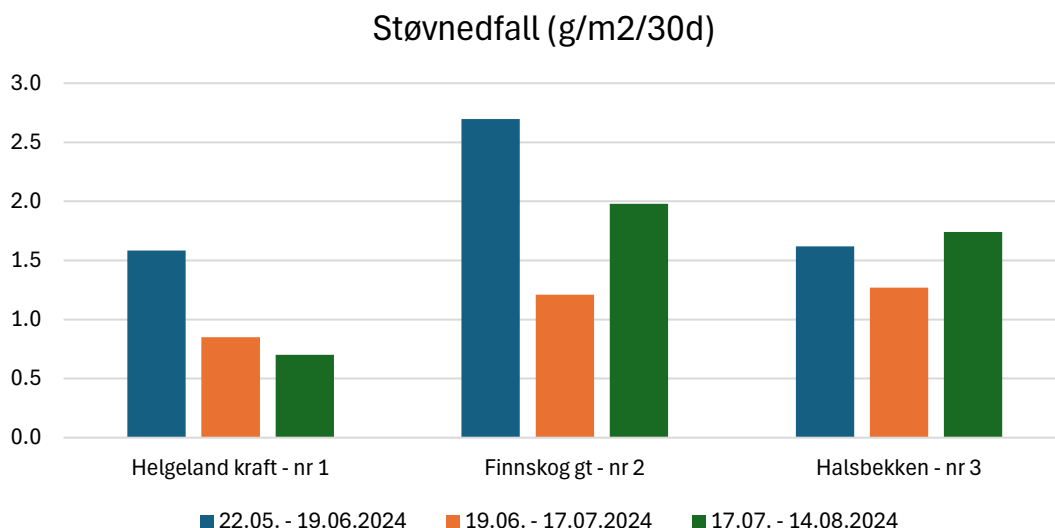
Denne middelverdien omfatter kun partikkelbundet BaP. BaP forekommer hovedsakelig i partikkelform. BaP-middelverdien over måleperioden i sommeren 2024 var lavere, $0,05 \text{ ng/m}^3$. Dette omfatter både partikkelbundet og gassformig BaP. Den høyeste enkelprøven (48 timer eksponering) fra sommeren 2024 hadde en vesentlig lavere konsentrasjon ($0,285 \text{ ng/m}^3$) enn de fleste månedsmiddelprøvene fra 2008/09. Til sammen tyder resultatene på at PAH-nivået har gått betraktelig ned siden 2009.

5.7 Nedfallsstøv

Nedfallsstøv består av større partikler, som er så tunge at de avsettes etter kort tid. Nedfallsstøv ble samlet med støvnedfallsprøvetakere/støvsamlere ved tre steder i Mosjøen – et sted rett utenfor bedriften (Finnskoggata), et sted sør for Mosjøen sentrum (Helgeland kraft) og et sted nord for bedriften (Halsbekken). Prøvestedene er vist i Figur 1. Midlet mengde nedfallsstøv (i g/m^2) akkumulert i løpet av 30 dager sammenlignes med norsk akseptkriterium gitt i forurensningsforskriften (del 7, kapittel 30).

Støvnedfallsprøvene ble samlet i perioden 22. mai – 14. august, én måned av gangen. Under forholdene til stede i sommeren 2024 og vanlig aktivitet ved Alcoa Mosjøen var mengden nedfallsstøv per 30 dager godt under grenseverdien på 5 g/m^2 , som gjelder for mineralsk andel av totalmengden nedfallsstøv. Den mineralske andelen er en fraksjon av vannuløselig støv, den andre fraksjonen er den organiske andelen. Figur 12 viser mengde vannuløselig støv ved de tre prøvepunktene for de tre prøvetakingsperiodene. Størst mengde vannuløselig støv ble målt ved prøvepunkt 2 «Finnskoggata» i perioden 22. mai – 19. juni 2024 ($2,7 \text{ g/m}^2/30\text{d}$). Finnskoggata ligger i boligområdet rett sør for bedriftsområdet og ligger nærmest smelteverket. Resultatene er oppsummert i Tabell 10 i vedlegget.

Støvnedfall er påvirket av støvproduserende aktivitet og nedbør, siden nedbør kan fjerne støvet fra luften. Nedbørmengden var minst i første eksponeringsperioden (28 mm). Største nedbørmengde ble observert i andre eksponeringsperioden (101 mm). I tredje eksponeringsperioden ble det observert 84 mm. Nedfallsstøvmålingene reflekterer nedbørsforhold i perioden til en viss grad, særlig ved Finnskoggata og Halsbekken der mengden nedfallsstøv var minst i andre eksponeringsperiode.



Figur 12: Støvnedfall, mengde vannuløselig støv (g/m²/30dager) ved tre prøvepunkter i Mosjøen. Prøvene ble tatt i løpet av tre eksponeringsperioder (på 28 dager) i perioden 22. mai – 14. august 2024. Grenseverdien (forurensningsforskrift kap. 30) er 5 g/m²/30d.

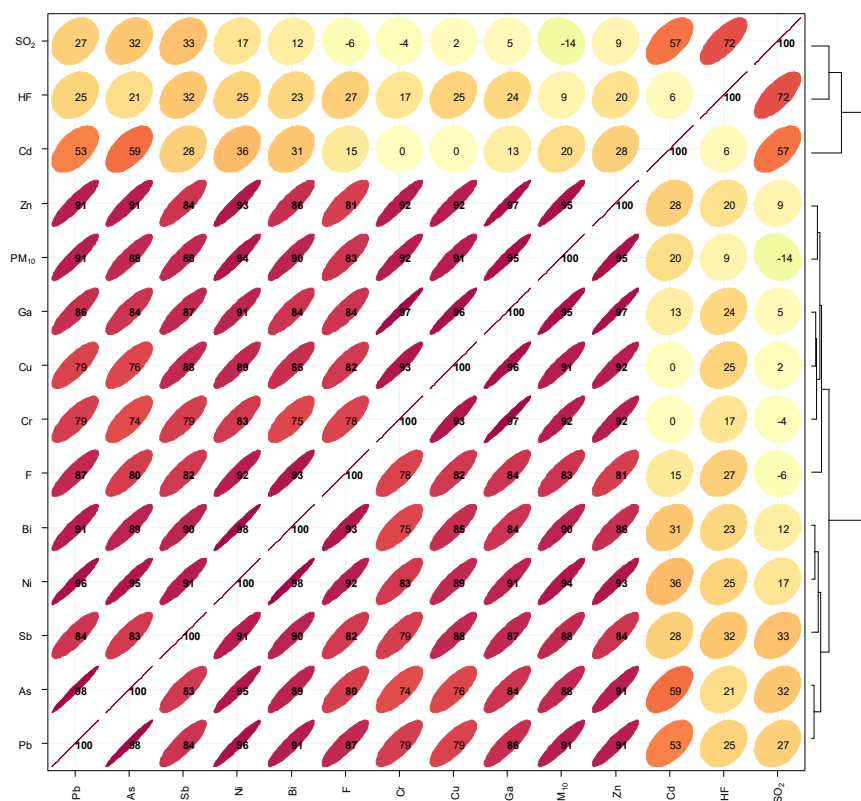
Som nevnt i kapittel 4.2 har Norge ingen retningslinjer for totalt støvnedfall. I henhold til finske retningslinjer tilfredsstilte støvmengden kategorien «relativ ren luft, bra for boligstrøk» (0,2 – 2 g/m²/30d) ved to av de tre stedene. Ved Finnskoggata, dvs. rett sør for bedriftsområdet var støvmengden over 2 g/m²/30d i første perioden og rett i underkant av 2 g/m²/30d i tredje perioden.

5.8 Korrelasjoner

Prøvene tatt med lavvolumprøvetakeren (dvs. PM₁₀-prøvene) og prøvene tatt med EK-prøvetaker (SO₂ og fluorider) hadde lignende eksponeringsperioder slik at sammenhengen mellom tidsseriene for disse parametrene kan undersøkes nærmere. Figur 13 viser en korrelasjonsmatrise for de 14 parametrene – PM₁₀, 10 metaller, SO₂, gassformig fluor (HF) og partikkelbundet fluor (F). Korrelasjonsmatriser er en effektiv måte for å vurdere sammenhenger mellom mange variabler. Korrelasjonen er vist på tre måter – etter form (ellipser), farge og den numeriske verdien. Ellipsene kan betraktes som visuelle representasjoner av spredningsplott. Ved en perfekt positiv korrelasjon tegnes en linje ved 45 grader positiv helning (eksempel As – As; nesten perfekt korrelasjon observeres for As – Pb). For null korrelasjon blir formen en sirkel (eksempel Cd – Cr).

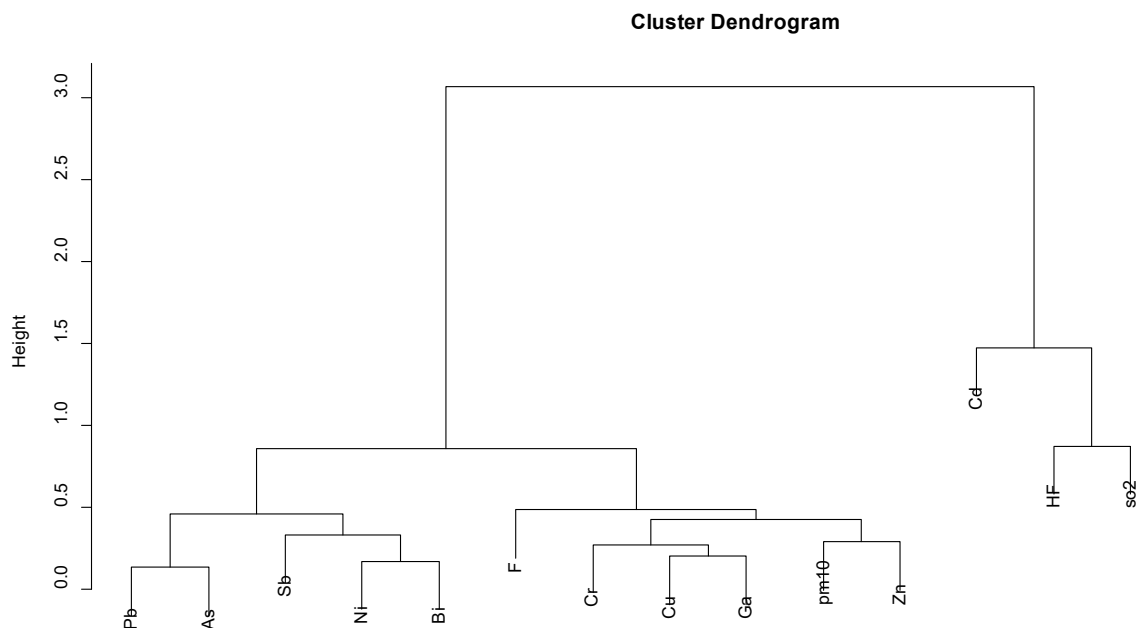
En høy grad av korrelasjon observeres for partikkelrelaterte parametre, dvs. PM₁₀, metallene og partikkelbundet fluor (F). Korrelasjonskoeffisienten er 0,74 og større. Spesielt høy korrelasjon observeres mellom Bi og Ni (0,98) og mellom As og Pb (0,98), mellom Cr og Ga (0,97) og mellom Zn og Ga (0,97). Kadmium (Cd) observeres ikke særlig stor korrelasjon med andre metaller eller partikkelbundne komponenter. Korrelasjonen mellom Cd og SO₂ (gass) er på samme nivå som mellom Cd og hhv. Pb og As (mellom 0,53 og 0,59). Det tyder på at Cd kommer fra en annen prosess enn andre metaller.

Ganske høy korrelasjon observeres også for SO₂ og HF (0,72), som er gassformige utslippskomponenter typisk for aluminiumssmelteverk.



Figur 13: Korrelasjonsmatrise som visualiserer korrelasjonskoeffisienten for metallene, PM₁₀, fluorider og SO₂ for ukeprøvene tatt ved Helgeland Kraft i perioden 22. mai – 14. august 2024.

Med mange forskjellige variabler kan det være vanskelig å se sammenhenger mellom variabler, dvs. hvilke variabler som har en tendens til å oppføre seg mest likt hverandre. Av denne grunn brukes «hierarkisk clustering» på korrelasjonsmatrisen med hjelp av et «cluster dendrogram», som vist i Figur 14. Dendrogrammet kan hjelpe å gruppere komponentene/parametrene som oppfører seg mest likt hverandre, f.eks. fordi de er knyttet til samme prosess eller kilde. Det blir tydelig at Cd er knyttet til de typiske gassformige utslippskomponentene SO₂ og HF. Partikkelbundet fluor blir gruppert med Cr, Cu, Ga, Zn og PM₁₀.



Figur 14: Cluster dendrogram for 14 parametre analysert fra ukeprøver tatt ved Helgeland Kraft i perioden 22. mai – 14. august 2024.

6 Konklusjon

Analyseresultatene fra sommeren 2024 antyder at alle målte komponenter var godt under de individuelle grenseverdier, målsettingsverdier og luftkvalitetskriterier i måleperioden. Vindfordelingen i måleperioden var som typisk i Mosjøen, dvs. vind fra nordlig kant opptrådte i månedene mai – august 2024. Siden Mosjøen er mest utsatt for utslipp fra aluminiumsverket i sommermånedene, pga. hovedvindretning fra fjorden, over smelteverket mot byen, blir måleresultatene et øvre anslag for bidraget fra smelteverket til konsentrasjonene i Mosjøen over hele året.

SO₂-konsentrasjonen i Mosjøen, som ble målt ved Helgeland Kraft og ved 6 steder i Mosjøen, var langt under grenseverdien for årsmidler (20 µg/m³) i måleperioden. Tidligere SO₂-målinger (2009) var godt under grenseverdiene for time, døgn og år. På grunnlag av målingene fra 2024, målingene fra 2009 med høyere tidsoppløsning og utviklingen av SO₂-utslipp siden 2009 er det stor sannsynlighet at dagens grenseverdier for alle midlingstidene overholdes ved regulær drift.

Revisjonen av luftkvalitetsdirektivet kommer med strengere SO₂ grenseverdi for døgnmiddel. I EU trer denne i kraft 1. januar 2030. På grunnlag av målingene fra 2024, målingene fra 2009 med høyere tidsoppløsning og utviklingen av SO₂-utslipp siden 2009 er det stor sannsynlighet at også reviderte grenseverdier for alle midlingstidene overholdes ved regulær drift.

Fluoridkonsentrasjonen i Mosjøen, målt ved Helgeland Kraft, var langt lavere enn ved Finnskoggata i 2004. Finnskoggata ligger rett utenfor bedriften, mens Helgeland Kraft ligger 1,4 km sør-sørøst for bedriften. Fordelingen mellom gassformig og partikkelbundet fluorid var svært forskjellig,

sammenlignet med målingene i 2004. Det er ingen grenseverdier eller retningslinjer for fluorider i dag.

Svevestøvkonsentrasjonen (PM₁₀) i Mosjøen, målt ved Helgeland Kraft, var godt under grenseverdien for årsmidler (20 µg/m³) i måleperioden. På grunnlag av målingene fra 2024 og målingene fra 2009 med høyere tidsoppløsning er det stor sannsynlighet at dagens grenseverdier overholdes ved regulær drift. Det er imidlertid flere svevestøvkilder som kan bidra til PM-konsentrasjonen i Mosjøen, bl.a. vedfyring om vinteren og trafikk.

I revidert luftkvalitetsdirektiv er grenseverdien for PM₁₀ døgnmiddel litt lavere enn i dag og grenseverdien for årsmiddel på samme nivå som norsk grenseverdi. På grunnlag av målingene fra 2024 og målingene fra 2009 med høyere tidsoppløsning er det stor sannsynlighet at også reviderte grenseverdier overholdes ved regulær drift.

Metallkonsentrasjoner i Mosjøen, målt i PM₁₀ ved Helgeland Kraft, var godt under grense-/målsettingsverdier og luftkvalitetskriterier for årsmidler i måleperioden.

I revidert luftkvalitetsdirektiv blir målsettingsverdiene for As, Cd og Ni til grenseverdier, nivåene er uforandret, men presiseringen til 1 desimal betyr en innskjerping. Det er sannsynlig at også de nye grenseverdiene overholdes med god margin.

PAH-konsentrasjoner i Mosjøen, målt ved Helgeland Kraft, var langt under målsettingsverdien, som gjelder for årsmidler av BaP, i måleperioden. BaP-konsentrasjonen i 2024 var en del lavere enn i 2008/09. På grunnlag av målingene fra 2024 og målingene fra 2009 er det stor sannsynlighet at dagens målsettingsverdi overholdes ved regulær drift.

I revidert luftkvalitetsdirektiv blir målsettingsverdien for BaP til grenseverdi, nivået er uforandret. Dermed er det stor sannsynlighet at også den nye grenseverdien overholdes med god margin.

Nedfallsstøv ble målt ved tre steder i Mosjøen. Månedsmiddelverdier for mengden vannuløselig støv var godt under grenseverdien.

7 Referanser

Aas, W., Eckhardt, S., Evangeliou, N., Hjellbrekke, A.-G., Platt, S., Solberg, S., Yttri, K.E. (2024). *Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway. Annual Report 2023* (NILU report 19/2024). NILU. <https://hdl.handle.net/11250/3135160>

AMS (2023). *ESPIAL, Bærekraftig produksjon av primæraluminium. Sammendragsrapport av studier av lokale miljøeffekter rundt aluminiumsverk i Norden 2019-2020*. Aluminiumindustriens Miljøsekretariat.
https://www.ams-aluminium.net/uploads/4/0/5/9/40598161/espial_norsk_nettsversjon.pdf

Hagen, L.O. (2005). *Målinger av luftkvalitet ved Elkem Aluminium Mosjøen i 2004* (NILU OR 12/2005). NILU.

Hak, C. (2021). *Air quality assessment of the surroundings of the Hydro Sunndal aluminium smelter. Measurements May – August 2019* (NILU report 2/2021). NILU.
<https://hdl.handle.net/11250/2833697>

- Halvorsen, H.L., Pfaffhuber, K.A., Nipen, M., Bohlin-Nizzetto, P., Berglen, T.F., Nikiforov, V., Hartz, W. (2024). *Monitoring of environmental contaminants in air and precipitation. Annual report 2023* (NILU report 18/2024). NILU. <https://hdl.handle.net/11250/3164318>
- Haugsbakk, I. (2010). *Luftkvalitetsmålinger i Mosjøen. Svoveldioksid, svevestøv og PAH. November 2008 – november 2009* (NILU OR 14/2010). NILU. <https://hdl.handle.net/11250/2718589>
- Norsk Energi (2023). *Spredningsberegninger benzo(a)pyren, fluor, nikkel og støv – Alcoa Mosjøen*.
- Steinnes, E., Uggerud, H. (2017). *Metal pollution around Norwegian industries studied by analysis of naturally growing moss samples. 2015 survey* (NILU report 1/2017). NILU. <http://hdl.handle.net/11250/2435468>

Vedlegg A

Lokasjoner og resultater

Tabell 3: Plasseringer for passive SO₂ prøvetakere i Mosjøen, 22. mai – 14. august 2024

ID	Navn	Breddegrad	Lengdegrad	Høyde o.h.
1	Helgeland Kraft	65.83368° N	13.21078° Ø	4
2	Jacobsenbrygga	65.83702° N	13.18713° Ø	1
3	Finnskoggata	65.84327° N	13.19400° Ø	5
4	Heggvegen	65.84193° N	13.21332° Ø	14
5	Lyngenvegen	65.84801° N	13.19922° Ø	9
6	Halsmovegen	65.86040° N	13.19578° Ø	36

Tabell 4: Plasseringer for nedfallsstøvsamlere i Mosjøen, 22. mai – 14. august 2024.

ID	Navn	Breddegrad	Lengdegrad	Høyde o.h.
1	Helgeland Kraft	65.83368° N	13.21078° Ø	4
2	Finnskoggata	65.84301° N	13.19413° Ø	5
3	Halsbekken	65.85778° N	13.19666° Ø	33

Tabell 5: Plassering for måleboden i Mosjøen, 22. mai – 19. august 2024.

ID	Navn	Breddegrad	Lengdegrad	Høyde o.h.
1	Helgeland Kraft	65.83368° N	13.21078° Ø	4

Tabell 6: Resultater fra prøvene tatt med EK-prøvetaker ved stasjonen Helgeland Kraft. Midlingsperiode for hver prøve er angitt i første kolonne. Konsentrasjonene for partikkelbundet fluor, gassformig fluor (HF) og SO₂ er angitt i µg/m³.

	F (µg/m ³)	HF gass (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)
22.05.-29.05.	0,38	0,33	0,68
29.05.-05.06.	0,03	0,45	2,51
05.06.-12.06.	0,05	0,22	0,52
13.06.-19.06.	0,04	0,23	0,92
19.06.-26.06.	0,02	0,22	1,18
26.06.-03.07.	0,002	0,37	1,11
03.07.-10.07.	0,002	0,01	0,01
10.07.-17.07.	0,09	0,32	0,90
17.07.-24.07.	0,04	0,28	0,85
24.07.-31.07.	0,09	0,43	0,79
31.07.-07.08.	0,05	0,26	0,62
07.08.-14.08.	0,01	0,18	0,15
Middel	0,07	0,28	0,85

Tabell 7: Resultater fra passive SO₂ prøvetakere eksponert i Mosjøen i perioden 22. mai – 14. august 2024. Konsentrasjonene er angitt i µg/m³ som middelerdi over eksponeringsperiodene og middelerdi over hele måleperioden.

ID	Navn	22.05. – 19.06. (28 døgner)	19.06. – 17.07. (28 døgner)	17.07. – 14.08. (28 døgner)	Middel (84 døgner)
1	Helgeland Kraft	0,9	0,6	0,5	0,7
2	Jacobsenbrygga	0,4	0,5	0,6	0,5
3	Finnskoggata	19,9	13,1	15,0	16,0
4	Heggvegen	0,4	0,3	0,5	0,4
5	Lyngnevegen	0,5	0,3	0,5	0,4
6	Halsmovegen	0,7	0,6	0,3	0,5

Tabell 8: Resultater fra prøvene tatt med svevestøvprøvetaker ved stasjonen Helgeland Kraft. Midlingsperiode for hver prøve er angitt i første kolonne. PM₁₀ middelkonsentrasjon angitt i µg/m³. Metallkonsentrasjoner i PM₁₀ angitt i ng/m³.

	PM ₁₀	Cr	Ni	Cu	Zn	Ga	As	Cd	Sb	Pb	Bi
22.05.- 29.05.	15,4	0,82	1,72	1,77	6,54	0,81	0,38	0,249	0,33	1,56	1,16
29.05.- 05.06.	4,3*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05.06.- 12.06.	4,4	0,30	0,46	0,79	1,78	0,23	0,11	0,069	0,14	0,42	0,33
13.06.- 19.06.	7,0*	0,47	0,68	1,23	3,32	0,43	0,19	0,082	0,21	0,57	0,42
19.06.- 26.06.	5,6	0,23	0,66	0,62	2,83	0,25	0,25	0,607	0,15	0,83	0,38
26.06.- 03.07.	6,6	0,40	0,59	1,00	3,28	0,40	0,16	0,160	0,20	0,48	0,29
03.07.- 10.07.	4,5	0,28	0,49	0,79	2,29	0,27	0,13	0,058	0,14	0,29	0,33
10.07.- 17.07.	3,3*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.07.- 24.07.	6,7	0,42	0,58	0,82	2,85	0,35	0,18	0,066	0,15	0,57	0,30
24.07.- 31.07.	4,7	0,22	0,43	0,76	1,77	0,23	0,12	0,060	0,13	0,32	0,30
31.07.- 07.08.	7,1	0,34	0,75	1,03	3,56	0,33	0,20	0,093	0,15	0,59	0,51
07.08.- 14.08.	6,3	0,48	0,38	0,92	3,28	0,39	0,14	0,026	0,09	0,44	0,12
14.08.- 19.08.	5,8	0,27	0,24	0,66	1,66	0,20	0,10	0,034	0,13	0,25	0,18
Middel	6,3	0,38	0,63	0,94	3,01	0,35	0,18	0,140	0,17	0,57	0,39

*Tre av prøvene hadde en merknad, som fører til at økt usikkerhet er knyttet til prøveresultatet. To av disse ble ikke analysert for metaller.

Tabell 9: Resultater fra PAH-prøvene tatt med høyvolumprøvetaker ved stasjonen Helgeland Kraft. Prøvene ble tatt over 48 timer to ganger per uke og analysert for EPA 16 PAH. Resultatene for alle enkeltprøver er fordelt over to tabeller og angitt i ng/m³.

PAH (ng/m ³)	22.5.- 24.5.	25.5.- 27.5.	29.5.- 31.5.	2.6.- 4.6.	6.6.- 8.6.	10.6.- 12.6.	13.6.- 15.6.	17.6.- 19.6.	21.6.- 23.6.	24.6.- 26.6.	28.6.- 30.6.	1.7.- 3.7.
Naftalen	0.174	0.02	0.163	0.0186	0.0705	0.07	0.0292	0.0183	0.0872	0.0232	0.0168	0.022
Acenaftylen	0.0962	0.0083	0.0245	0.0087	0.0314	0.0222	0.0109	0.0253	0.0646	0.0098	0.0051	0.0258
Acenaften	0.616	0.0346	0.121	0.021	0.174	0.0586	0.0733	0.0426	0.389	0.0461	0.021	0.0382
Fluoren	1.29	0.162	0.374	0.0999	0.316	0.138	0.28	0.207	0.572	0.151	0.0724	0.152
Fenantren	7.56	1.81	4.06	1.1	3.38	1.78	3.16	1.8	10.5	1.48	1.76	1.17
Antracen	0.568	0.0834	0.215	0.0718	0.281	0.101	0.199	0.0776	0.891	0.0887	0.0798	0.0511
Fluoranten	3.11	1.43	1.5	0.363	0.93	0.443	1.54	0.568	3.14	0.418	0.552	0.308
Pyren	1.43	0.659	0.683	0.185	0.427	0.23	0.729	0.282	1.44	0.208	0.291	0.176
Benz(a)antracen	0.28	0.0911	0.0817	0.0246	0.0424	0.0172	0.104	0.0323	0.0848	0.0194	0.122	0.0127
Chrysen	0.393	0.142	0.143	0.0399	0.0773	0.0373	0.168	0.0545	0.148	0.034	0.156	0.0206
Benzo(b)fluoranten	0.37	0.144	0.153	0.04	0.0588	0.0223	0.124	0.0478	0.0504	0.025	0.215	0.0205
Benzo(k)fluoranten	0.186	0.0653	0.0578	0.0181	0.0253	0.0098	0.0554	0.0224	0.0209	0.0111	0.0949	0.0089
Benzo(a)pyren	0.285	0.115	0.0914	0.0302	0.0375	0.0116	0.0868	0.0304	0.0182	0.018	0.155	0.0139
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.26	0.0975	0.0871	0.0271	0.0337	0.0144	0.0776	0.0319	0.0177	0.0159	0.158	0.0148
Dibenzo(ah)antracen	0.0666	0.0211	0.0187	0.0067	0.006	0.0017	0.0195	0.0057	0.003	0.0028	0.0332	0.0021
Benzo(ghi)perylene	0.255	0.0947	0.0946	0.026	0.0331	0.0152	0.0778	0.0332	0.0183	0.0161	0.147	0.017
SUM PAH16	16.9398	4.978	7.8678	2.0806	5.924	2.9723	6.7345	3.279	17.4451	2.5671	3.8792	2.0536

Tabell 9: Fortsettelse

PAH (ng/m ³)	6.7.- 8.7.	9.7.- 11.7.	13.7.- 15.7.	17.7.- 19.7.	21.7.- 23.7.	24.7.- 26.7.	28.7.- 30.7.	1.8.- 3.8.	5.8.- 7.8.	8.8.- 10.8.	12.8.- 14.8.	16.8.- 18.8.	AVG
Naftalen	0.0234	0.0296	0.0168	0.0127	0.0344	0.0258	0.0177	0.0252	0.0152	0.0112	< 0.016	< 0.0108	0.039
Acenaftylen	0.016	0.0219	0.0105	0.0087	0.0315	0.016	0.0135	0.0149	0.0114	0.0079	< 0.015	0.0068	0.021
Acenaften	0.0556	0.0559	0.0316	0.0249	0.0722	0.0342	0.0391	0.0765	0.0301	0.0143	< 0.035	0.0181	0.088
Fluoren	0.125	0.197	0.126	0.125	0.336	0.191	0.212	0.4	0.195	0.0697	0.107	0.0861	0.249
Fenantren	2.13	1.83	1.62	1.73	2.22	2.98	1.49	3.4	1.44	1.1	1.65	1.03	2.591
Antracen	0.129	0.092	0.0942	0.0855	0.0934	0.14	0.0535	0.278	0.0556	0.0544	< 0.093	0.0498	0.163
Fluoranten	0.602	0.507	1.62	0.697	0.611	0.936	0.314	0.928	0.898	0.951	0.841	0.68	0.995
Pyren	0.267	0.244	0.684	0.797	0.304	0.411	0.153	0.442	1.36	2.8	2.48	2.02	0.779
Benz(a)antracen	0.0309	0.0328	0.0705	0.0337	0.0293	0.0484	0.0341	0.0249	0.0248	0.0064	0.0083	0.0031	0.052
Chrysen	0.0464	0.0515	0.127	0.0577	0.0477	0.0746	0.0529	0.0444	0.044	0.0143	0.0183	0.0085	0.083
Benzo(b)fluoranten	0.0438	0.0545	0.0967	0.0338	0.0443	0.0745	0.05	0.0153	0.0347	0.0103	0.012	0.0056	0.073
Benzo(k)fluoranten	0.0196	0.0248	0.0414	0.0146	0.0194	0.0332	0.0223	0.0065	0.0158	0.0039	0.0049	0.0021	0.033
Benzo(a)pyren	0.0317	0.0393	0.0642	0.0193	0.0298	0.0498	0.0308	0.0088	0.0245	0.0049	0.0055	0.0019	0.050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.0295	0.0388	0.0573	0.0198	0.0288	0.0524	0.0305	0.0097	0.0223	0.0056	0.0069	0.0033	0.047
Dibenzo(ah)antracen	0.0054	0.0081	0.0112	0.0033	0.0054	0.0106	0.0062	0.0016	0.0048	< 0.0012	< 0.002	< 0.00116	0.010
Benzo(ghi)perylene	0.029	0.0376	0.0574	0.0211	0.0291	0.0531	0.0336	0.0112	0.0258	0.0068	0.0094	0.0042	0.048
SUM PAH16	3.5843	3.2648	4.7288	3.6841	3.9363	5.1306	2.5532	5.687	4.202	5.06187	5.3043	3.93146	5.325

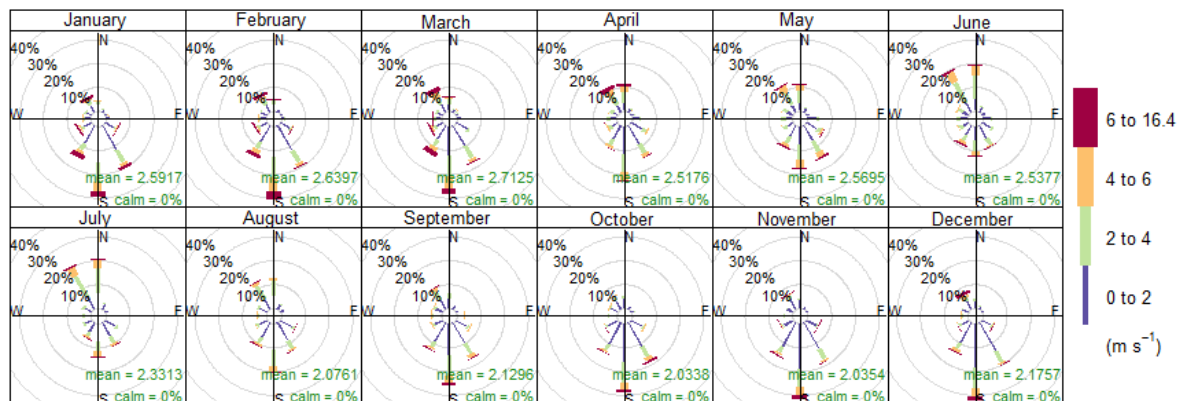
I prøvene tatt i august 2024 var konsentrasjonene til noen enkeltkomponenter under deteksjonsgrensen (vist med «<»).

Tabell 10: Resultater fra nedfallsstøvprøvene tatt ved tre stasjoner. Midlingsperiode for hver prøve er angitt i første kolonne. Mengden vannuløselig støv er angitt i g/m² over en periode på 30 dager. Nedbørmengden (målt ved Mosjøen lufthavn) i samme tidsrom er angitt i siste kolonne.

	Helgeland kraft	Finnskoggata	Halsbekken	Nedbør (mm)
22.05.-19.06.	1,58	2,70	1,62	28
19.06.-17.07.	0,85	1,21	1,27	101
17.07.-14.08.	0,70	1,98	1,74	85
Middel	1,04	1,96	1,54	71

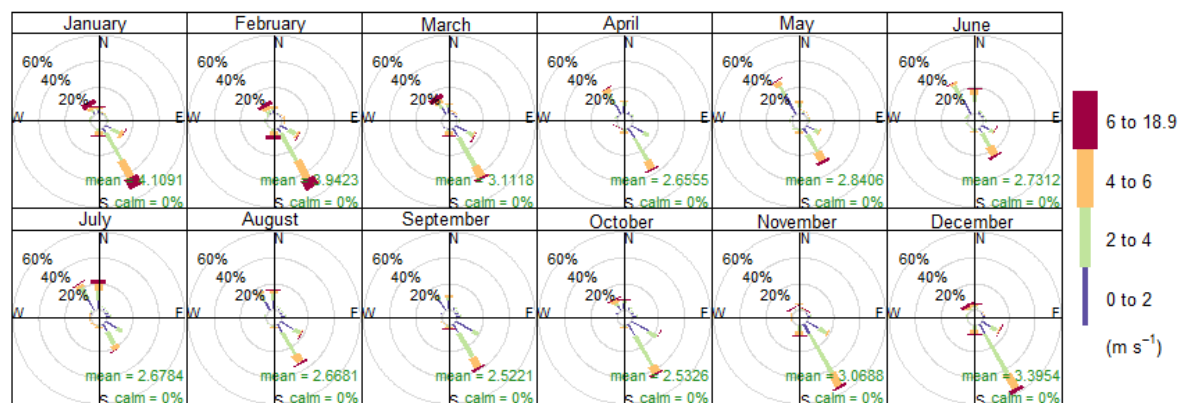
Vedlegg B

Midlet årsvariasjon av vindretning og vindhastighet



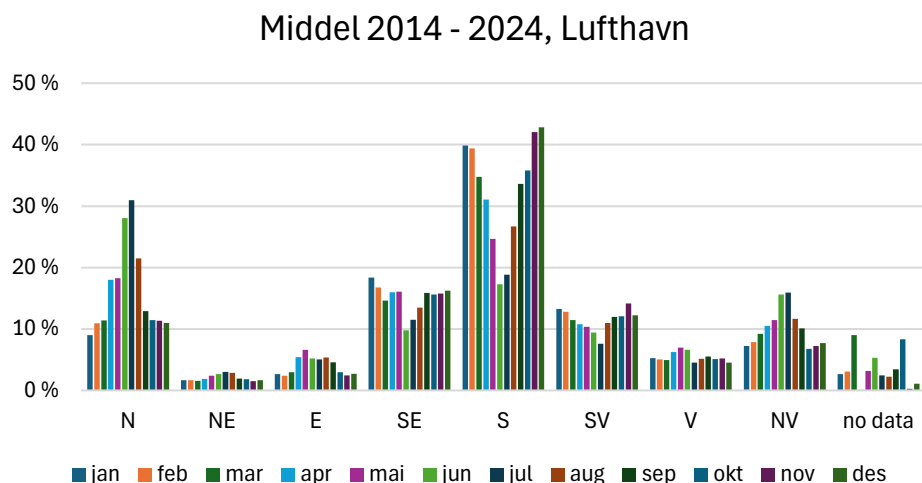
Frequency of counts by wind direction (%)

Midlet månedsvariasjon av vindretning og vindhastighet (dvs. vindroser) ved Mosjøen lufthavn for perioden 2014 – 2024.

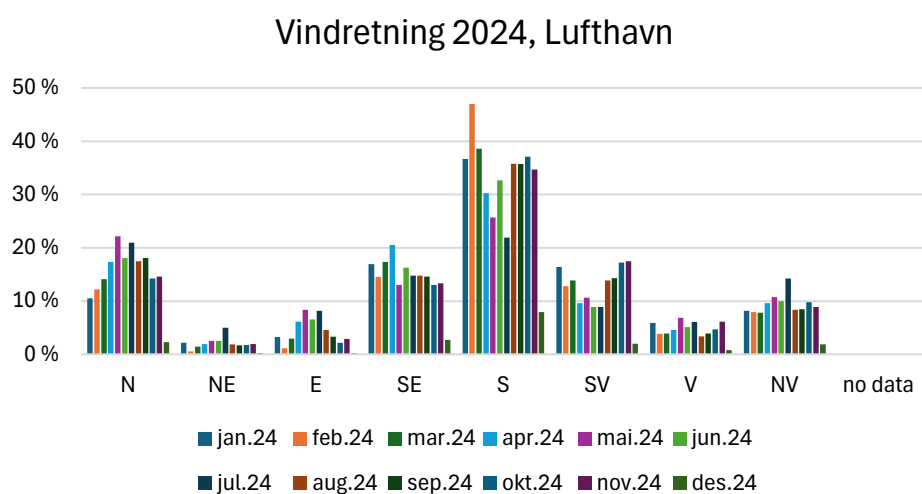


Frequency of counts by wind direction (%)

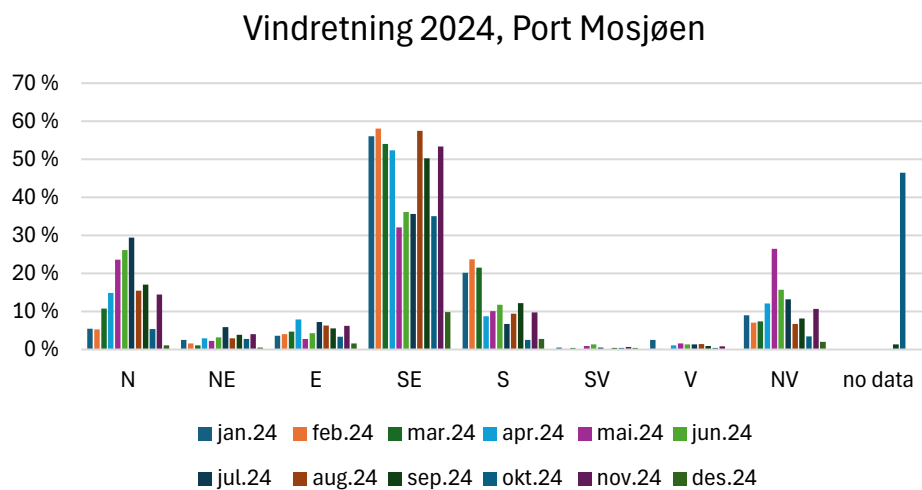
Midlet månedsvariasjon av vindretning og vindhastighet (dvs. vindroser) ved Mosjøen port (Alcoa Mosjøen) for perioden 2021 – 2024.



Figur 15: Midlet forekomst (%) av vind fra 8 sektorer ved Mosjøen lufthavn i perioden 2014-2024.



Figur 16: Midlet forekomst (%) av vind fra 8 sektorer ved Mosjøen lufthavn i 2024.



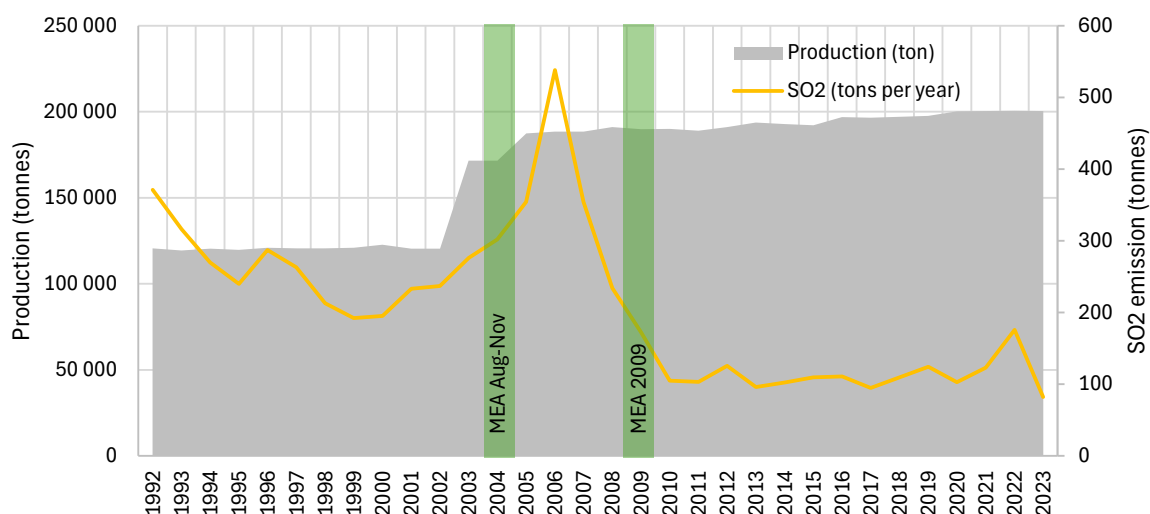
Figur 17: Midlet forekomst (%) av vind fra 8 sektorer ved havnen i Mosjøen i 2024.

Vedlegg C

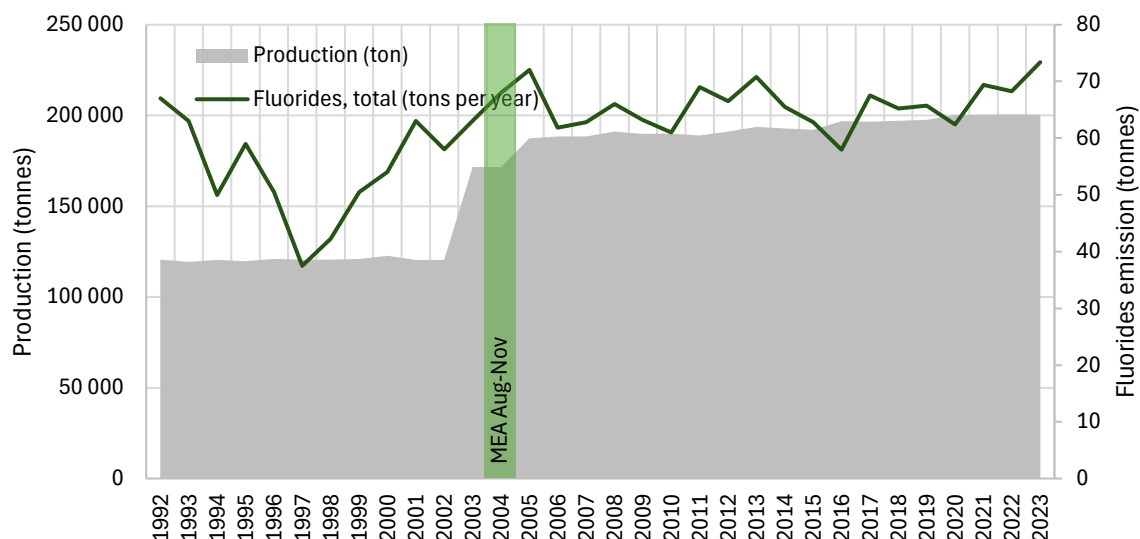
Tidligere målinger/Produksjon og utslipp 1990 - nå

Utviklingen i produksjon og utslipp fra 1992 til 2023:

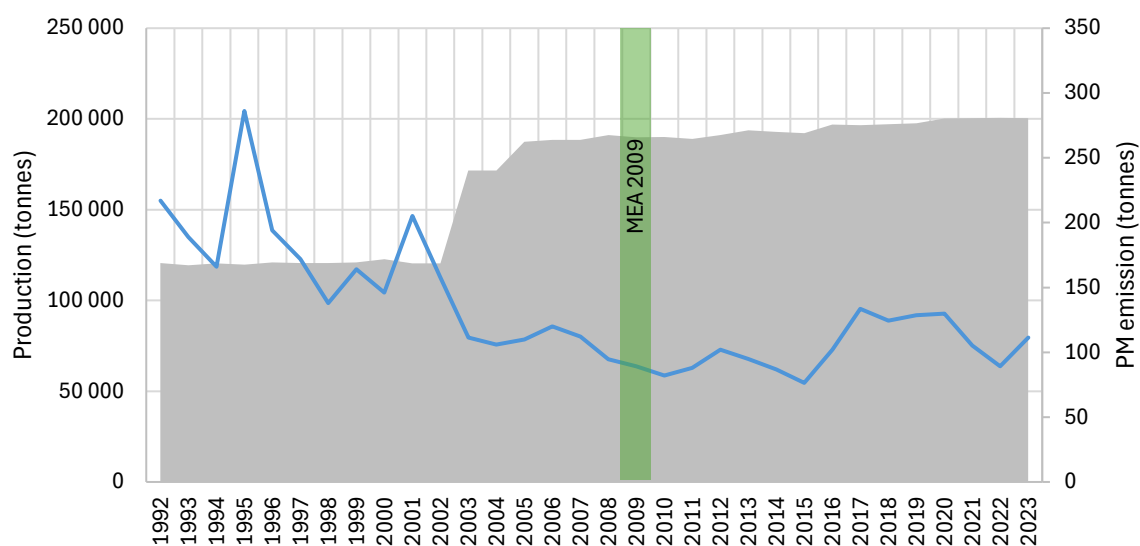
Produksjonen av primærmetall har økt med 66% i perioden, mens fluorutslippene er omtrent på samme nivå som tidlig på 90-tallet. Imidlertid kan en høyere andel av biotilgjengelig HF og bidrag fra støperiet mulig medføre noe høyere påvirkningsnivå. For SO₂ og PM er utslippene redusert med hhv. ca. 78% og 49%. Utslippstoppene for SO₂ i 2005-2007 skyldtes bygging av nye renseanlegg, mens det gamle ble faset ut, etter dispensasjon fra myndighetene. Reduksjonen for PAH sammenlignet med tidlig på 1990-tallet har vært rundt 95% for utslipp til luft. Mesteparten av reduksjonen i PAH-utslipp kom som følge av nedleggelsen av Søderberg-anleggene i 2003. De resterende utslippene av PAH etter 2008 kommer fra anodeproduksjonen (AMS, 2023).



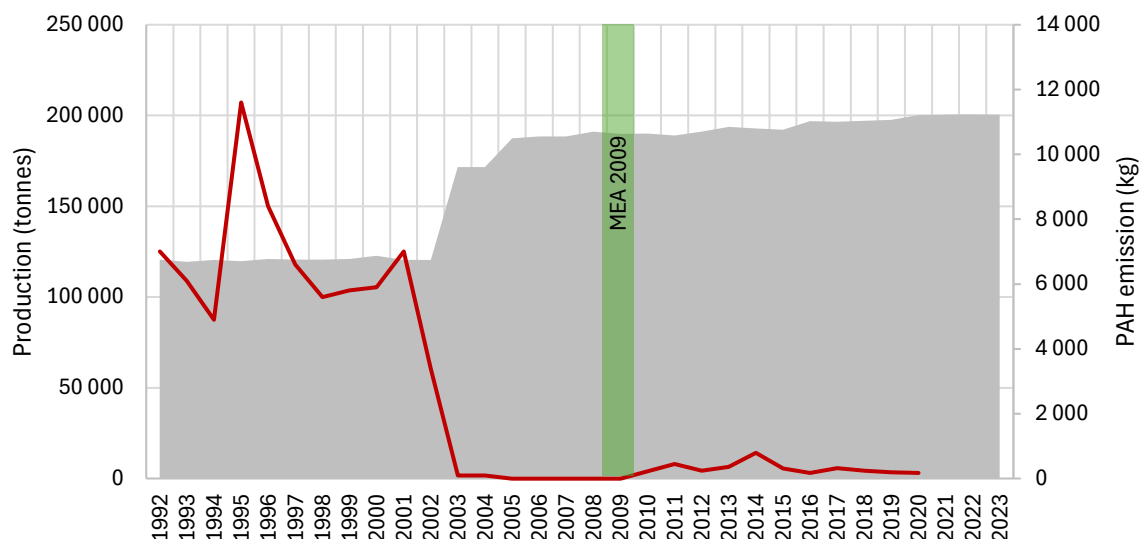
Figur 18: SO₂-utslipp (gul linje, enhet: tonn per år, høyre y-akse) ved Alcoa Mosjøen fra 1992 til 2023 (www.norskeutslipp.no). Utvikling av produksjonsmengden (grå bakgrunn, enhet: tonn per år, venstre y-akse). Årene der målinger (MEA) av SO₂ ble utført er fremhevet.



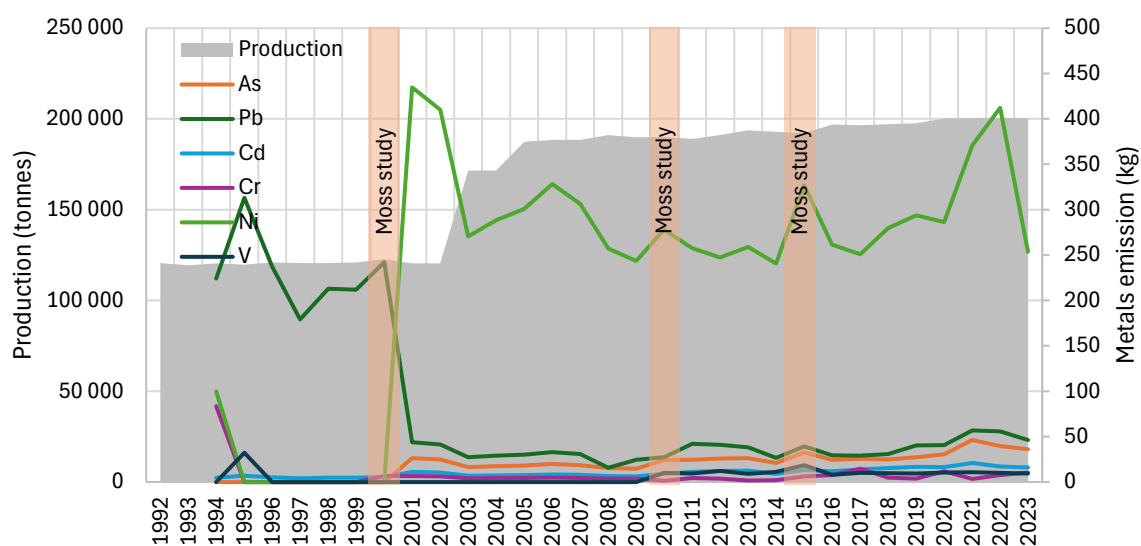
Figur 19: Fluorid-utslipp (grønn linje, enhet: tonn per år, høyre y-akse) ved Alcoa Mosjøen fra 1992 til 2023 (www.norskeutslipp.no). Utvikling av produksjonsmengden (grå bakgrunn, enhet: tonn per år, venstre y-akse). Årene der målinger (MEA) av fluorider ble utført er fremhevet.



Figur 20: PM-utslipp (blå linje, enhet: tonn per år, høyre y-akse) ved Alcoa Mosjøen fra 1992 til 2023 (www.norskeutslipp.no). Utvikling av produksjonsmengden (grå bakgrunn, enhet: tonn per år, venstre y-akse). Årene der målinger (MEA) av PM ble utført er fremhevet.



Figur 21: PAH-utslipp (rød linje, enhet: kg per år, høyre y-akse) ved Alcoa Mosjøen fra 1992 til 2023 (www.norskeutslipp.no). Utvikling av produksjonsmengden (grå bakgrunn, enhet: tonn per år, venstre y-akse). Årene der målinger (MEA) av PAH ble utført er fremhevet.



Figur 22: Tungmetall-utslipp (As, Pb, Cd, Cr, Ni, V; enhet: kg per år, høyre y-akse) ved Alcoa Mosjøen fra 1992 til 2023 (www.norskeutslipp.no). Utvikling av produksjonsmengden (grå bakgrunn, enhet: tonn per år, venstre y-akse). Årene moseundersøkelser for metaller ble utført rundt Mosjøen er fremhevet.

NILU er et norsk, nonprofit og uavhengig klima- og miljøforskningsinstitutt stiftet i 1969. Vi startet som et luftforskningsinstitutt, men har utvidet til å i dag forske på nær alle sider av hvordan mennesker, klima og miljø påvirker hverandre.

Vårt mål er bedre livskvalitet for alle! Det bidrar vi til gjennom vår forskning på atmosfærens sammensetning, klimaendringer, luftkvalitet, miljøgifter, helseeffekter, bærekraftige systemer, sirkulærøkonomi og digitalisering. Til sammen muliggjør dette bærekraftige løsninger på aktuelle samfunns- og næringslivsutfordringer.

www.nilu.no