



NILU rapport 13/2024

# Målinger av $SO_2$ i omgivelsene til Elkem Carbon

Januar 2023 – desember 2023

**nilu**



# Innhold

<b>Innhold .....</b>	<b>3</b>
<b>Sammendrag.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Måleprogram .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Regelverk og anbefalinger for luftkvalitet i Norge .....</b>	<b>10</b>
<b>4 Målemetoder .....</b>	<b>13</b>
4.1 SO <sub>2</sub> monitor.....	13
4.2 Passive prøvetakere .....	13
<b>5 Måleresultater .....</b>	<b>14</b>
5.1 Meteorologiske parametere .....	14
5.2 Svoveldioksid (SO <sub>2</sub> ) .....	18
5.2.1 Kontinuerlige målinger.....	18
5.2.2 Måling med passive prøvetakere.....	23
<b>6 Diskusjon .....</b>	<b>25</b>
<b>7 Referanser .....</b>	<b>27</b>
<b>Vedlegg A Midlet døgnvariasjon av vindretning og vindhastighet.....</b>	<b>28</b>
<b>Vedlegg B Geografisk fordeling av SO<sub>2</sub> i måleområdet .....</b>	<b>30</b>

## Sammendrag

**Klima- og miljøinstituttet NILU har på oppdrag fra Elkem Carbon AS gjort målinger av SO<sub>2</sub> for å kartlegge SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luft i området rundt Fiskå Teknologipark sør for Kristiansand. Denne rapporten presenterer resultater av målinger utført med SO<sub>2</sub>-monitor ved en målestasjon plassert i boligområdet på Fiskåtangen i perioden 1. januar 2023 – 31. desember 2023 (1 kalenderår). Fordelingen av SO<sub>2</sub> i området ble i samme tidsperiode målt med passive SO<sub>2</sub>-luftprøvetakere (1 måned eksponering, 12 eksponeringsperioder) på 3 ulike steder rundt bedriften. Lokal vindretning og vindhastighet ble målt på et høyt bygg inne på bedriftsområdet.**

**Grenseverdiene for årsmiddel, døgnmiddel og timemiddel ble overholdt ved målestasjonen i kalenderåret 2023 (1. januar – 31. desember 2023). Resultater fra passive prøvetakere tyder på at grenseverdien for beskyttelse av økosystemet ble overskredet ved lokasjon 4 (Fiskåveien).**

Formålet med måleprogrammet er å kartlegge fordelingen av SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luft i omgivelsene rundt Elkem Carbon, og å kartlegge omfanget av eventuelle overskridelser av grenseverdier rundt Fiskå Teknologipark. Bakgrunnen for prosjektet er krav fra Miljødirektoratet om overvåking av SO<sub>2</sub>.

En målebod med SO<sub>2</sub>-monitor er plassert i Konsul Wilds vei i boligområdet på Fiskåtangen nord for bedriften. Rapporten omfatter SO<sub>2</sub>-målinger over perioden 1. januar 2023 til 31. desember 2023 (kalenderåret 2023). Resultatene av målingene er registrert med tidsoppløsning på 10 minutter.

Passive SO<sub>2</sub>-prøvetakere ble satt ut på 3 steder i området rundt bedriften og eksponert i én måned av gangen, totalt 12 måneder i perioden 4. januar 2023 til 8. januar 2024. De passive prøvetakerne ble plassert slik at de gir et representativt bilde av den geografiske fordelingen av SO<sub>2</sub> i boligområdene rundt Fiskå Teknologipark.

En meteorologisk stasjon (med vindmast) er installert på et høyt bygg inne på bedriftsområdet for å bedre kunne tolke spredningen av luftforurensning i måleområdet. Vanligvis er hovedvindretningen i området fra sektor sørvest. Hovedvindretningene i perioden januar 2023 – desember 2023 var jevnt fordelt over sektorene sørvest, vest, nordvest, nord og nordøst.

Årsmiddelverdien av SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i perioden 1. januar 2023 – 31. desember 2023 ble målt til 5,7 µg/m<sup>3</sup>. Grenseverdien i forurensningsforskriften for beskyttelse av økosystemer på 20 µg/m<sup>3</sup> ble dermed overholdt ved målestasjonen. Med en SO<sub>2</sub>-middelverdi i vinterperioden 2022-2023 (1. oktober – 31. mars) på 6,8 µg/m<sup>3</sup>, ble også grenseverdien for beskyttelse av økosystemer i vinterperioden på 20 µg/m<sup>3</sup> overholdt.

Høyeste SO<sub>2</sub>-døgnmiddel i måleperioden ble målt til 59 µg/m<sup>3</sup>. Det var dermed ingen døgnmiddelverdier over grenseverdien på 125 µg/m<sup>3</sup>.

I måleperioden var SO<sub>2</sub>-døgnmiddelverdien over nedre vurderingsterskel<sup>1</sup> i 1 døgn. Øvre vurderingsterskel ble ikke overskredet i 2023. Det er tillatt med tre døgnmidler over vurderingstersklene i løpet av et kalenderår. Overskridelse av vurderingsterskler foreligger når konsentrasjonen har vært over vurderingsterskelen minimum 3 av de siste 5 år (hittil har målingene pågått i ca. 4,5 år). Målingene hittil viser at øvre vurderingsterskel var overskredet i 3 av de siste 5 årene (2020, 2021, 2022). Overskridelse av øvre vurderingsterskel medfører krav om å utarbeide tiltaksutredninger og krav til måling. Imidlertid har Elkem Carbon endret driftsstrategien i mai 2022 slik at utslippet fra koksovnene ikke går urensset til luft via fakkellenger. Det har ikke blitt målt døgnmidler over 75 µg/m<sup>3</sup> (øvre vurderingsterskel) etter tiltaket. Miljødirektoratet fastla at krav til måling skal opprettholdes minst ut 2024.

<sup>1</sup> Øvre og nedre vurderingsterskel er konsentrasjonsnivåer, lavere enn grenseverdien, som avgjør behovet for måling og beregning.

Luftkvalitetskriteriet (Nasjonalt folkehelseinstitutt) for døgnmiddel på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet 22 ganger i løpet av måleperioden (i 6,0% av tiden). For luftkvalitetskriteriene (døgn og 15-minutt middel) er det ikke angitt antall akseptable overskridelser. Kriteriene er satt så lavt at ut fra nåværende kunnskap kan de aller fleste utsettes for disse nivåene uten å få skadevirkninger.

Høyeste  $\text{SO}_2$ -timemiddel i måleperioden var  $293 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det ble ikke registrert timemiddelverdier over grenseverdien på  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i måleperioden.

Luftkvalitetskriteriet for 15-minutt middel på  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet ca. 10 ganger<sup>2</sup> i løpet av måleperioden.

Høyeste 10-minutt middelvei i måleperioden var  $628 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det ble observert tre 10-minutt middelveier over  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er WHO's anbefalte retningslinje for korttidseksponering.

Målinger med passive  $\text{SO}_2$ -luftprøvetakere viste at prøvestedet ved Fiskåveien, rett ved bedriften, var prøvestedet som (på månedsbasis) var mest utsatt for  $\text{SO}_2$ -utslipp, spesielt i vinter- og vårmånedene i 2023. Middelveien over alle månedsmidler i 2023 fra passive prøvetakere eksponert ved Fiskåveien (lokasjon 4) overskred grenseverdien for beskyttelse av økosystemet ( $\text{SO}_2$  årsmiddel  $> 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Belastningen ved Fiskåveien er høyest ved vind fra nordlige sektorer. I perioden 2020 - 2022 opptrådte nordlig vind (N, NNØ) mellom 13% og 18% av året, men i 2023 ble vind fra disse sektorene målt i ca. 25% av tiden, samtidig som det blåste mindre fra hovedvindretningen, som er sør (S) og sørvest (SV).

---

<sup>2</sup> Eksakt antall kan ikke angis fordi minimum midlingsintervall for måledataene var 10 minutter.

# Målinger av SO<sub>2</sub> i omgivelsene til Elkem Carbon

## Januar 2023 – desember 2023

### 1 Innledning

Elkem Carbon på Fiskå i Kristiansand produserer elektrodemasse og karbonprodukter til den metallurgiske industrien. Bedriften er omgitt av boligområder og lignende sensitiv bebyggelse og har rapportert store utslipp av SO<sub>2</sub> i flere år. Elkem Carbon har i sin tillatelse fra Miljødirektoratet krav om å gjennomføre kontinuerlig måling av SO<sub>2</sub> i omgivelsesluft.

Målinger av SO<sub>2</sub> er utført av NILU i boligområdene rundt bedriften. En SO<sub>2</sub>-monitor er plassert i det boligområdet som, ifølge spredningsberegninger (Norsk Energi, 2020), er mest påvirket av utslippet fra bedriften. Boligområdet ligger medvinds i forhold til utslippskildene med hensyn til hovedvindretningen som er fra sørvest. SO<sub>2</sub>-målingene logges som 10-minutt middelerverdier. I tillegg er passive prøvetakere for SO<sub>2</sub> plassert ved 3 ulike steder i boligområdene rundt industrien på Fiskå for å kartlegge den romlige fordelingen i området. Eksponeringstiden for de passive prøvetakerne er 1 måned. Målingene med SO<sub>2</sub>-monitor og passive prøvetakere har pågått siden sommeren 2019. Denne rapporten omfatter målinger gjennom ett år for å dekke et bredt spektrum av meteorologiske forhold som i stor grad påvirker spredningen av utslipp og romlig fordeling av SO<sub>2</sub>. Fordelingen og nivået av SO<sub>2</sub> ble vurdert mot kravene i forurensningsforskriften som har grenseverdier for både timemiddel, døgnmiddel, vintermiddel og årsmiddel. Parallelt med luftkvalitetsmålingene ble det gjennomført målinger av meteorologiske parametere, særlig vindretning og vindhastighet, på et representativt sted på bedriftsområdet for å få kjennskap til lokale spredningsforhold på Fiskå i måleperioden.

Elkem Carbon AS på Fiskå i Vågsbygd/Kristiansand produserer karbonelektrodematerialer og spesialiserte karbonprodukter til metallurgiske prosesser som inngår i produksjonen av ferrolegeringer, grunnmetaller og primæraluminium (kalsinerte karbonprodukter og elektrode- og stampe-masse). Grunnlaget for alle karbonprodukter fra Fiskå-anlegget er elektrisk kalsineringssteknologi. Kalsineringsprosessen medfører utslipp av blant annet SO<sub>2</sub>, støv og tungmetaller. Elkem Carbon har totalt 14 kalsineringsovner. I måleperioden var 12 av disse i drift, hvorav ni ble kjørt på antrasitt og tre på petrolkoks. To ovner var ute av drift i hele 2023.

Et SO<sub>2</sub>-renseanlegg med sjøvannsscrubber ble satt i drift i 2017. Anlegget er installert på de tre kalsineringsovnene som kjøres på petrolkoks, som historisk har gitt det største utslippsbidraget av SO<sub>2</sub> til luft. Anlegget ble stanset flere ganger etter oppstart fordi det var behov for ytterligere rensetrinn (støvfilter (2018), våtelektrostatisk filter (WESP<sup>3</sup>, april 2019)). Anlegget har nå en rensegrad på ca. 99,5%. Den energirike fakkalgassen fra kalsinering av koks forbrennes kontrollert i et brennkammer, før energi gjenvinnes i en hetoljeheater. Den avkjølte gassen sendes til SO<sub>2</sub>-renseanlegget, hvor svovel fjernes. Renseanlegget har kun kapasitet til å rense 2 koksovner simultant og Elkem Carbon har hatt en driftsstrategi der man har tillatt at avgassen fra 1 koksovn kan gå urensset til luft via fakkell under normal drift. Denne praksisen ble avviklet 1. mai 2022. I 2023 har dermed maksimalt to koksovner vært i drift samtidig.

REC Solar Norway AS, tidligere Elkem Solar, er nabobedriften som også er lokalisert i Fiskå Teknologiparken. REC Solar utvikler teknologi og produserer silisium til solceller. Fabrikken har utslipp av bl.a. SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og støv. Produksjonen hos REC Solar (Si-ovnen) var stanset mellom september 2022 og mars 2023 og igjen siden september 2023 som følge av dårlige priser i bransjen og høye energipriser. Virksomheten ble lagt ned i november 2023 og fabrikken ble kjøpt av Elkem.

---

<sup>3</sup> WESP: Wet Electrostatic Precipitator

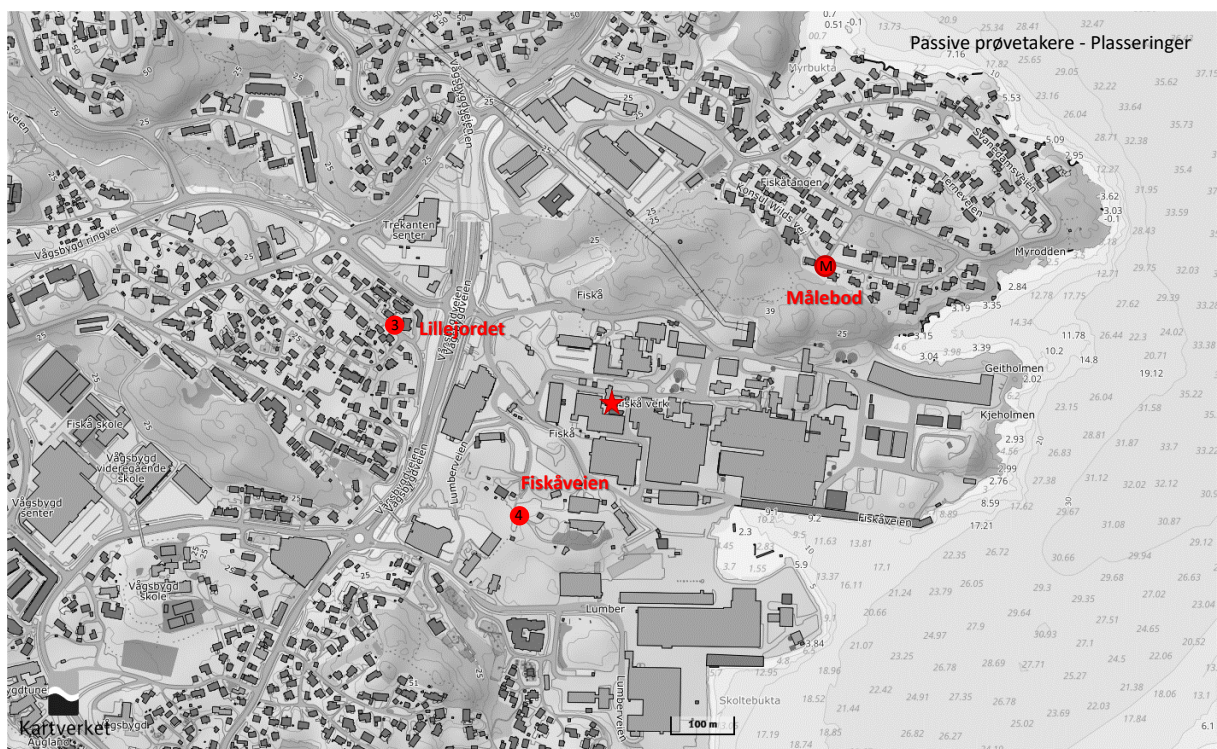


## 2 Måleprogram

Elkem Carbon ligger i et bebygget område med boligstrøk på flere kanter. SO<sub>2</sub> ble målt med SO<sub>2</sub>-monitor (se Kapittel 4.1) på Fiskåtangen i det nærmeste boligområdet nordøst for bedriftene. Dette var området som ifølge modellberegningene (Norsk Energi, 2018) er mest eksponert for utslipp fra Fiskå Teknologipark. Måleboden med SO<sub>2</sub>-monitor er plassert i Konsul Wilds vei mellom husnummer 14 og 16. Plasseringen er markert med 'M' i Figur 1. Måleverdiene er logget som 10-minutt og timemiddelverdier.

For å kunne kartlegge den romlige fordelingen av SO<sub>2</sub> i øvrige boligområder nord, vest og sør for industriområdet på Fiskå, ble det plassert passive SO<sub>2</sub>-prøvetakere (se Kapittel 4.2) i disse områdene (Figur 1). Prøvetakingen pågikk i 12 måneder samtidig med de kontinuerlige SO<sub>2</sub>-målingene med SO<sub>2</sub>-monitor i Konsul Wilds vei.

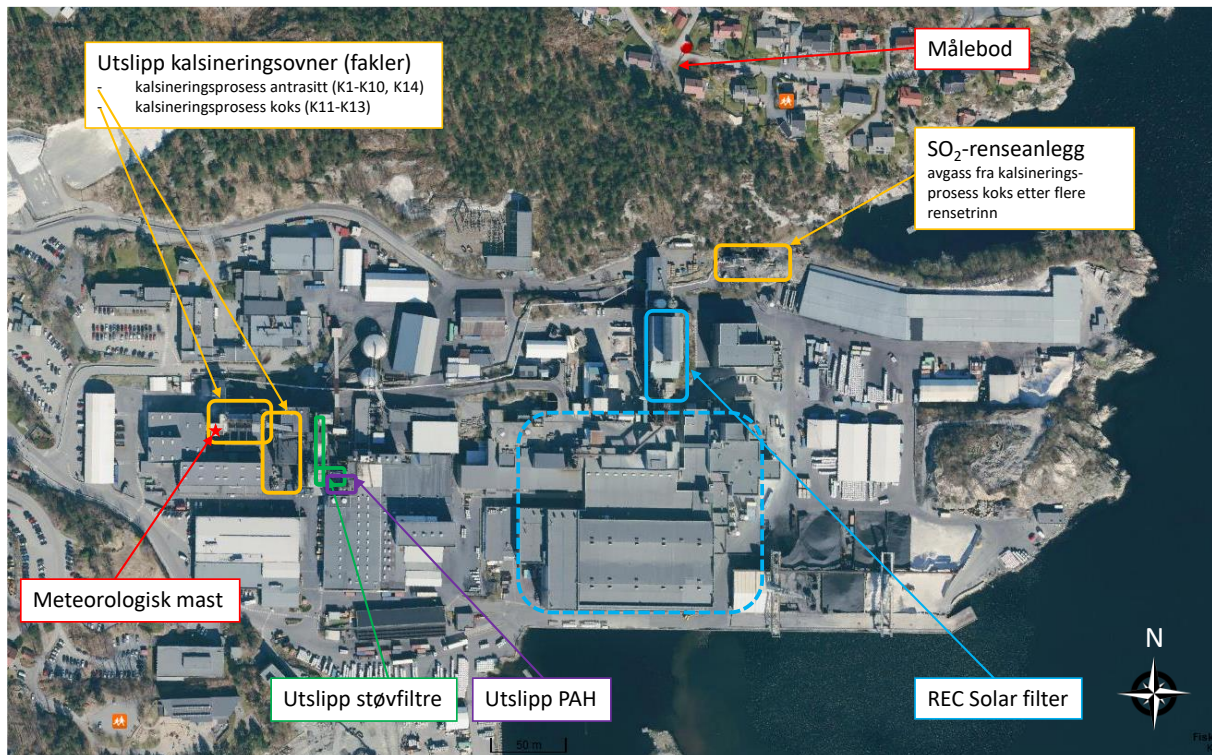
Én passiv prøvetaker var plassert ved måleboden ('M'), dvs. på samme sted som SO<sub>2</sub>-monitoren. Prøvested 3 «Lillejordet» er i et boligområde vest for FV456/Vågsbygdveien. Prøvested 4 «Fiskåveien» er prøvestedet som var plassert nærmest bedriftene, ved Eplehagen barnehage. Eksponeringstiden for de passive prøvetakerne var ca. 1 måned.



Figur 1: Kart over området som viser plasseringer av passive prøvetakere. M: målebod der SO<sub>2</sub>-monitor var plassert. Lokasjonen til meteorologisk mast på bedriftsområdet er tegnet inn med stjerne.

Elkem Carbon har elleve kalsineringsovner som kjøres med antrasitt (K1-K10, K14). To av dem var ikke i drift i 2023. Tre kalsineringsovner kjøres utelukkende med petrolkoks (K11-K13). En oversikt over utslippspunktene er vist i Figur 2. Det brukes ulike kvaliteter av antrasitt og petrolkoks, med ulikt svovelinnhold (kan variere fra 0,15% S i lav-S antrasitt, til ca. 5% S i enkelte kokstyper). Avgass fra kalsineringsovnene for antrasitt fakles, mens de tre petrolkoksovnene K11-K13 er tilknyttet et felles energigjenvinnings- og renseanlegg. Per utgang 2023 har dette anlegget en kapasitetsbegrensning på samtidig rensing av kun 2 av 3 koksovner. Utslippspunktet fra SO<sub>2</sub>-renseanlegget er vist i Figur 2. Her slippes det ut avgass fra kalsineringsprosess koks etter flere rensetrinn. Avgassen sendes gjennom et støvfilter som er plassert umiddelbart foran en sjøvannsscrubber med våtelektrostatisk filter der

svovel (i form av  $\text{SO}_2$  og  $\text{SO}_3$ ) fjernes. Hele renseanlegget er plassert ned mot sjøen ettersom svovelrensingen er basert på sjøvannsscrubber.



Figur 2: Lokalisering av utslippskilder til luft ved Elkem Carbon. Meteorologisk mast er lokalisert ved siden av utslippspunktene fra kalsinering.

Det er to industrikilder til  $\text{SO}_2$ -utslipp på Fiskå. Elkem Carbon er den største kilden til  $\text{SO}_2$  i området, med utslipp på 406 tonn i 2022<sup>4</sup> ([www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)), fordelt på 268 tonn fra antrasittovner og 138 tonn fra koksovner (det siste tallet inkluderer periodevis fakling av 1 koksovn i perioden januar – april).  $\text{SO}_2$ -utslippet til REC Solar var 64 tonn i 2022 ([www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)). Produksjonen ved REC Solar var stengt ned store deler av 2023. En annen industriell kilde for  $\text{SO}_2$  og tungmetaller i området er Glencore Nikkelverk ved Hannevikbukta, nord for Fiskå (se Figur 3). Glencore Nikkelverk rapporterte  $\text{SO}_2$ -utslipp på 6,6 tonn i 2022 ([www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)). Måleboden på Fiskåtangen ligger 200-300 m nord/nordøst for utslippskildene ved Elkem Carbon og REC Solar og 900 m sør for Glencore Nikkelverk. Skipstrafikk til og fra havnen i Kristiansand og havna i Fiskåbukta er også en mulig  $\text{SO}_2$ -kilde.

<sup>4</sup> I 2023 var  $\text{SO}_2$ -utslippet fra Elkem Carbon 238 tonn, av disse bidro fakling av antrasittovnene med 202 tonn. For de andre bedriftene var tall for 2023 ikke tilgjengelig på [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no) når rapporten ble utarbeidet.





Figur 3: Oversiktskart over Kristiansand, der lokalisering av industrielle kilder og av målestasjonen (blå ring) er tegnet inn. Kartet er orientert nord-sør.

Den meteorologiske stasjonen er plassert på bedriftsområdet til Elkem Carbon for å få informasjon om spredning av luftforurensninger rett ved kilden (rød stjerne i Figur 1 og rød stjerne i Figur 2). Den 10 meter høye masten med vindsensor på toppen ble satt opp på taket i nordvest-enden av bygget som huser koksovnene K11-K13. Dette er det høyeste bygget på bedriftsområdet, med takhøyde på ca. 37 m over bakken, og det er rimelig å anta at vindstrømningen ikke blir forstyrret av bygninger i nærheten. Masten er vist i Figur 4. Meteorologiske parametere (vindretning, vindhastighet, temperatur, relativ luftfuktighet, lufttrykk og nedbør) ble logget kontinuerlig som 10 minutt- og timemidler.



Figur 4: Meteorologisk mast på taket av bygget som huser koksovnene, rett ved faklene fra kalsineringsovnene. Masten er midt i venstre bilde. Foto: Even Kristian Teigland.

### 3 Regelverk og anbefalinger for luftkvalitet i Norge

Utendørs luftkvalitet er i Norge regulert i forurensningsforskriften kapittel 7 om lokal luftkvalitet. Forskriften har som formål å fremme menneskers helse og trivsel og beskytte vegetasjon og økosystemer ved å sette minstekrav til luftkvalitet og sikre at disse blir overholdt. Den skal også bidra til at Norge overholder EUs direktiver om luftkvalitet (2004/107/EC og 2008/50/EC), og inneholder en rekke grenseverdier, målsettingsverdier og andre terskler som bl.a. bestemmer i hvilke tilfeller luftkvaliteten må overvåkes, og når det må gjennomføres tiltak. Kommunene er delegert forurensningsmyndighet etter forskriften (§7-3). Norske grenseverdier for SO<sub>2</sub> er gitt i Tabell 1. Timegrenseverdien for SO<sub>2</sub> på 350 µg/m<sup>3</sup> skal ikke overskrides mer enn 24 ganger per kalenderår. Dette betyr at den 25. høyeste målte timemiddelverdien ikke skal overskride grenseverdien. Døgn grenseverdien på 125 µg/m<sup>3</sup> skal ikke overskrides mer enn 3 ganger per kalenderår. Forurensningsforskriften definerer også en alarmterskel<sup>5</sup> for SO<sub>2</sub> (§7-12) på 500 µg/m<sup>3</sup> i tre sammenhengende timer. De europeiske luftkvalitetsdirektivene er under revisjon. Det er foreslått å

<sup>5</sup> Alarmterskel er et konsentrasjonsnivå i utendørsluft som gir helseeffekter i befolkningen ved korttidseksponering.



senke 2030 døgngrenseverdien for SO<sub>2</sub> til 50 µg/m<sup>3</sup>. Datoen når det nye luftkvalitetsdirektivet skal bli vedtatt er ikke kjent.

Tabell 1: SO<sub>2</sub>-grenseverdier for tiltak, jfr. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931> §7-9<sup>6</sup>. Forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft skal ikke overstige følgende grenseverdier flere enn det tillatte antall ganger.

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

Forurensningsforskriften (FF) definerer også vurderingsterskler som er forurensningsnivåer lavere enn grenseverdien som angir krav til målenettverk og tiltaksutredning (FF kapittel 7 §7-11). Det skal gjennomføres målinger og tiltaksutredning ved overskridelse av øvre vurderingsterskel (FF §7-14). Mellom øvre og nedre vurderingsterskel reduseres kravet om målinger, det er tilstrekkelig med veiledende<sup>7</sup> målinger. Under nedre vurderingsterskel vil det ikke være behov for målinger. Nivåene for SO<sub>2</sub> er spesifisert i Tabell 2.

Tabell 2: Helsebaserte og vegetasjonsbaserte vurderingsterskler for SO<sub>2</sub> (Forurensningsforskriften, §7-11). Vegetasjonsbaserte vurderingsterskler gjelder for vinterperioden (1. oktober – 31. mars).

Forurensningskomponent	Øvre vurderingsterskel	Nedre vurderingsterskel
<b>Helsebaserte vurderingsterskler</b>		
SO <sub>2</sub>	75 µg/m <sup>3</sup> (døgnverdi) som ikke må overskrides mer enn 3 ganger pr kalenderår	50 µg/m <sup>3</sup> (døgnverdi) som ikke må overskrides mer enn 3 ganger pr kalenderår
<b>Vegetasjonsbaserte vurderingsterskler</b>		
SO <sub>2</sub>	12 µg/m <sup>3</sup> (vintermiddel)	8 µg/m <sup>3</sup> (vintermiddel)

Det foreligger fare for overskridelse av grenseverdien dersom øvre vurderingsterskel overskrides (FF §7-11). Overskridelse av vurderingsterskler foreligger når konsentrasjonen har vært over vurderingsterskelen minimum 3 av de siste 5 år.

<sup>6</sup> <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931> [besøkt 24.01.2024]

<sup>7</sup> «Veiledende målinger» er målinger som oppfyller mindre strenge datakvalitetsmål enn faste målinger. Datakvalitetsmål for veiledende målinger er: minst 14% tidsdekning, jevnt fordelt over året.

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. Luftkvalitetskriterier er ikke juridisk bindende, men angir nivåer av luftforurensning som er trygge for de aller fleste mennesker. For SO<sub>2</sub> er luftkvalitetskriteriene for 15 minutter på 300 µg/m<sup>3</sup> og 20 µg/m<sup>3</sup> som døgnmiddel.

Verdens Helseorganisasjon (WHO) har høsten 2021 oppdatert sine retningslinjer for luftkvalitet («air quality guidelines»)<sup>8</sup>. Retningslinjen for langtidseksponering av SO<sub>2</sub> (24 timers gjennomsnitt) ble hevet fra 20 µg/m<sup>3</sup> til 40 µg/m<sup>3</sup>, basert på den seneste forskningen. Retningslinjen for korttidseksponering av SO<sub>2</sub> (10 minutters gjennomsnitt) er uforandret på 500 µg/m<sup>3</sup>. For å beskytte befolkningens helse bør verdiene gitt i retningslinjene ikke overskrides.

Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Helsedirektoratet, Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet har samarbeidet om å utarbeide forurensningsklasser og helseråd for en rekke typer forurensning (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub>), se Tabell 3<sup>9</sup>. For SO<sub>2</sub> karakteriseres nivåene av forurensning som lite (timemiddelkonsentrasjon < 100 µg/m<sup>3</sup>), moderat (100 – 350 µg/m<sup>3</sup>), høyt (350 – 500 µg/m<sup>3</sup>) og svært høyt (> 500 µg/m<sup>3</sup>).

Tabell 3: Forurensningsklasser for PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub>. Kilde: Luftkvalitet i Norge, skjermdump.

Klasser	Nivå	Helse- risiko	PM <sub>10</sub> Døgn (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> Døgn (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> Time* (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> Time* (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> Time (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> Time (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> Time (µg/m <sup>3</sup> )
	Lite	Liten	<30	<15	<60	<30	<100	<100	<100
	Moderat	Moderat	30-50	15-25	60-120	30-50	100- 200	100- 350	100- 180
	Høyt	Betydelig	50-150	25-75	120- 400	50-150	200- 400	350- 500	180- 240
	Svært høyt	Alvorlig	>150	>75	>400	>150	>400	>500	>240

\* Forurensningsklassen for svevestøv (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>) er i utgangspunktet gitt for døgnmiddel (gjennomsnittlig konsentrasjon i løpet av et døgn). Tilsvarende forurensningsklasse for timemiddel (gjennomsnittlig konsentrasjon i løpet av en time) er en matematisk omregning basert på statistikk. Når timemiddelet for svevestøv kommer i forurensningsklassen gul er det mest sannsynlig at døgnet også blir gult. Forurensningsklassene for svevestøv ble [revidert i desember 2018](#).

<sup>8</sup> <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329> [besøkt 24.01.2024]

<sup>9</sup> Se forurensningsklasser gjengitt på «Luftkvalitet i Norge. Offentlig informasjon om lokal luftkvalitet» [https://luftkvalitet.miljodirektoratet.no/artikkel/artikler/helserad\\_og\\_forurensningsklasser/#Forurensningsklasser](https://luftkvalitet.miljodirektoratet.no/artikkel/artikler/helserad_og_forurensningsklasser/#Forurensningsklasser) [besøkt 24.01.2024]



## 4 Målemetoder

### 4.1 SO<sub>2</sub> monitor

Svoveldioksid ble målt med SO<sub>2</sub>-monitor (Teledyne API T100). Instrumentet bruker referansemetoden for måling av SO<sub>2</sub> (NS-EN 14212:2012), dvs. UV fluorescens. Dette er i henhold til kvalitetskriteriene for måling av SO<sub>2</sub> etter krav i forurensningsforskriften/luftkvalitetsdirektivet.

Måleverdiene ble logget som 10-minutt- og timemiddelverdier og lagret i databasen hos NILU i nær sanntid. I måleperioden ble aktuelle timemiddelverdier også vist i luftkvalitetsportalen<sup>10</sup> <https://luftkvalitet.nilu.no> som er åpent for publikum.

Ti minutter tidsoppløsning kan være velegnet dersom oppdragsgiveren ønsker å ta dataene inn i styringen av prosessene.

Målingene ble utført etter kvalitetssystemet for måling av lokal luftkvalitet utarbeidet av det Nasjonale referanselaboratoriet for luftkvalitetsmålinger i samarbeid med Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2014). Dataene ble kontrollert jevnlig i hele måleperioden via online tilgang. Instrumentet ble kontrollert ukentlig av lokale stasjonsansvarlige fra bedriften (zero-span-sjekk, kalibrering) og rutinemessig vedlikehold ble utført av NILU hver tredje måned. Presisjonen til SO<sub>2</sub>-monitoren ligger på  $\pm 0,5\%$  ved konsentrasjoner over 50 ppb (tilsvarer ca. 133  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### 4.2 Passive prøvetakere

Passive luftprøvetakere for SO<sub>2</sub> ble brukt i måleprosjektet for å kartlegge fordelingen av SO<sub>2</sub> i området. Passive prøvetakere er små brikker (ca. 2,5 cm i diameter) som ikke krever tilgang til strøm eller mobilnett. De monteres i et stativ som beskytter for regn (se Figur 5) og det er mulig å plassere prøvetakere for ulike gasser i det samme stativet. De passive prøvetakerne ble plassert i boligområder rundt Fiskå Teknologipark.

---

<sup>10</sup> Tidligere måldata er tilgjengelige her: <https://luftkvalitet.nilu.no/historikk>



*Figur 5: Passive prøvetakere i stativ som gir værbeskyttelse. Her vises prøvetakeren som er samlokalisert med målestasjonen i Konsul Wilds vei. Bildet viser 2 parallelle prøvetakere, som ble brukt i 2019. I 2023 var det én prøvetaker per målepunkt. Merk at den er montert rett ovenfor inntaket til SO<sub>2</sub>-monitoren. Foto: Even Kristian Teigland.*

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 SO<sub>2</sub>-prøvetakeren er impregnert med et alkali (kalumhydroksid, KOH) som er løst opp i metanol. Det blir tilsatt H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hydrogenperoksid) løsning ved utvasking av filterene. SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen er beregnet fra sulfatkonsentrasjonen samlet på filteret, som blir bestemt med ionekromatografi.

Passive prøvetakere gir tidsintegerte konsentrasjoner med kontinuerlig tidsdekning, dvs. gjennomsnittskonsentrasjonen over en gitt tidsperiode (her – en måned). Midlingsperioden er bestemt av hvor lenge prøvetakeren har blitt eksponert for uteluft, som i denne studien var mellom 21 og 36 dager. Deteksjonsgrensen for SO<sub>2</sub> ved 30 dagers eksponering er 0,1 µg/m<sup>3</sup>. Måleusikkerheten som tilskrives prøvebehandling og kjemiske analyser på laboratoriet ligger innenfor ± 10%.

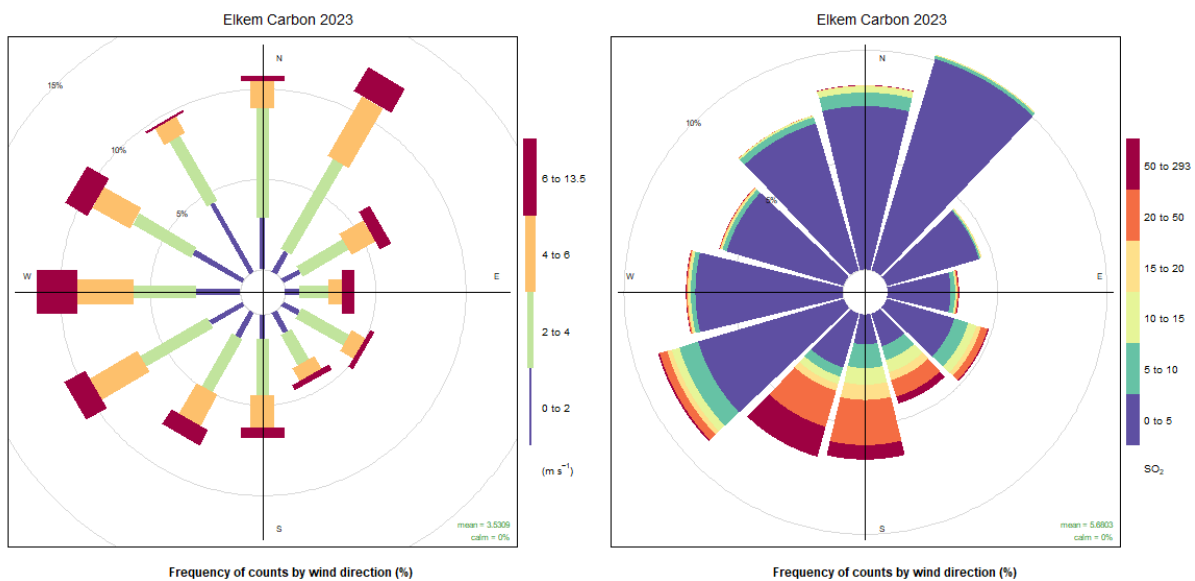
## 5 Måleresultater

### 5.1 Meteorologiske parametere

Meteorologiske målinger, spesielt vindretning og vindhastighet, er grunnleggende for å bestemme spredning og transport av luftforurensning. Meteorologiske parametere (vindretning, vindhastighet, temperatur, relativ luftfuktighet, lufttrykk og nedbør) ble målt på bedriftsområdet til Elkem Carbon, der NILU hadde satt opp en 10 m høy meteorologisk mast. De viktigste tilgjengelige parametere er

vindretning, vindhastighet og temperatur. Masten var lokalisert på et høyt bygg på bedriftsområdet i umiddelbar nærhet til utslippspunktene.

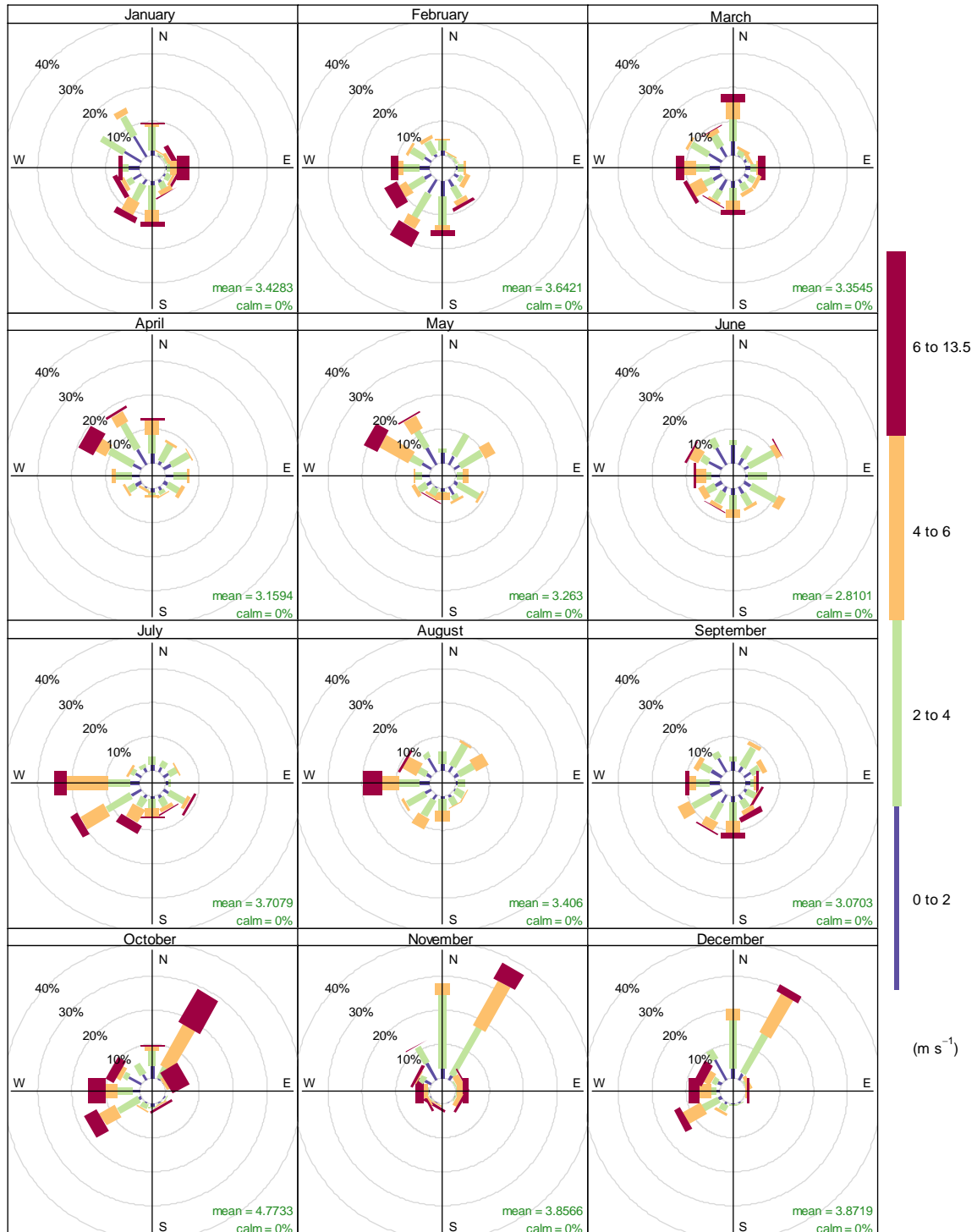
Vindrose og forurensningsrose midlet over hele måleperioden 1. januar 2023 – 31. desember 2023 (12 måneder) er vist i Figur 6. Vindroser viser fordelingen av vindhastighet og vindretning, dvs. med hvilken frekvens det forekommer vind fra tolv 30° vindretnings-sektorer, ved målestedet. I motsetning til tidligere år der vind fra sørvest dominerte, hadde vindrosen i 2023 dominerende vind jevnt fordelt fra sektorene sørvest, vest, nordvest, nord og nordøst (totalt ca. 72% av året). Vind fra sør og sør-sørvest ble observert ca. 15% av året. I årene 2019 – 2022 var derimot SSV – VSV hovedvindretning med en andel på over 30% av året. Forurensningsrosen viser sammenheng mellom målt SO<sub>2</sub>-konsentrasjon i Konsul Wilds vei og vindretning målt ved Elkem Carbon for tolv 30°-vindretningssektorer, basert på timemiddelverdier. Konsentrasjonen er presentert av en fargeskala fra blå (lav konsentrasjon) til rød (høy konsentrasjon). De høyeste verdier (over 50 µg/m<sup>3</sup>) ble målt ved vind fra sørlige retninger.



Figur 6: Vindrose (venstre) og forurensningsrose (høyre) for hele måleperioden (1. januar 2023 – 31. desember 2023) basert på timemiddelverdier. Vindroser viser med hvilken frekvens det forekommer vind fra angitt retning. Vindretning og vindhastighet er målt på bedriftsområdet. SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen (µg/m<sup>3</sup>) er målt i Konsul Wilds vei.

I måleperioden ble høyest SO<sub>2</sub>-konsentrasjon målt ved Konsul Wilds vei når det blåste fra sørlige retninger, dvs. fra sør, sør-sørvest og sørøst. Timekonsentrasjoner over 50 µg/m<sup>3</sup> ble observert svært sjeldent ved vind fra nordlige sektorer og vest (Figur 6).

Månedlige vindroser i perioden januar 2023 – desember 2023 er vist i Figur 7.



Frequency of counts by wind direction (%)

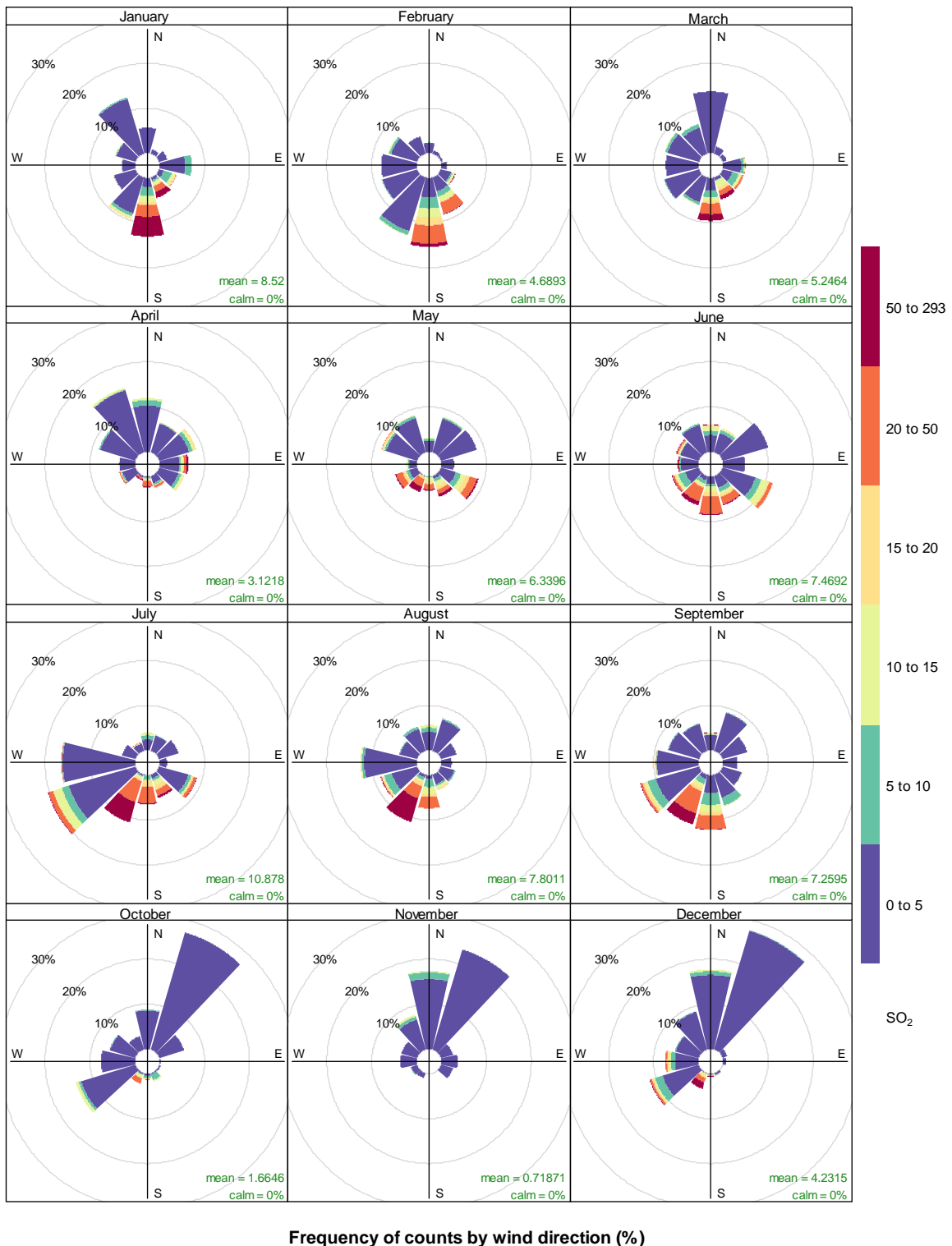
Figur 7: Månedlige vindroser for perioden januar 2023 – desember 2023 (timedata). Figurene viser med hvilken frekvens det forekommer vind fra angitt retning. «Calm» angir prosentandelen tid med 0 m/s vindhastighet. «Mean» angir midlet vindhastighet.

Fremherskende vindretninger i måleperioden varierte mellom fra nordvest, nordøst, vest og sørvest. Vind fra nordlig kant ble hovedsakelig observert i vintermånedene, samt mars, april og mai.

Målestasjonen for kontinuerlig måling av SO<sub>2</sub> var plassert nord/nordøst for utslippspunktene på Fiskå slik at målestasjonen er utsatt for utslipp ved sørlig til sørvestlig vind (se Figur 1 og Figur 2).



Månedlige forurensningsroser for perioden januar 2023 – desember 2023 er vist i Figur 8.



Figur 8: Månedlige forurensningsroser for perioden januar 2023 – desember 2023 (timedata). Konsentrasjonsdata fra målestasjonen i Konsul Wilds vei, vinddata fra vindmasten på bedriftsområdet til Elkem Carbon.

Det ble ikke alltid observert høy SO<sub>2</sub>-konsentrasjon når det blåste fra Fiskå (dvs. fra sør og sørvest), men når det ble observert høy SO<sub>2</sub>-konsentrasjon i Konsul Wilds vei, så blåste det fra industriområdet

(se Figur 2 og Figur 3). I tillegg er belastningen av nærområdet påvirket av atmosfærisk stabilitet, som ikke er målt, og vindhastighet.

## 5.2 Svoveldioksid (SO<sub>2</sub>)

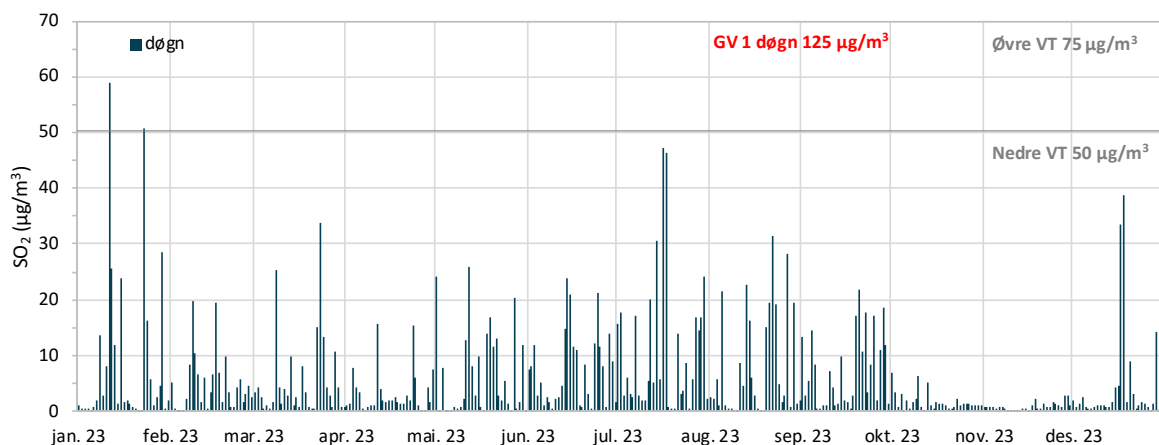
### 5.2.1 Kontinuerlige målinger

Målingene med SO<sub>2</sub>-monitor i Konsul Wilds vei i perioden 1. januar 2023 – 31. desember 2023 (kalenderåret 2023) ga et årsmiddel på 5,7 µg/m<sup>3</sup>. Dette er lavere enn årsgrenseverdien for beskyttelse av økosystemer på 20 µg/m<sup>3</sup>, som gjelder over et kalenderår.

Også grenseverdien for beskyttelse av økosystemer i foregående vinterperiode 2022-2023 (1. oktober 2022 – 31. mars 2023) på 20 µg/m<sup>3</sup> ble overholdt. Middelverdien som ble målt i Konsul Wilds vei i vinterperioden var 6,8 µg/m<sup>3</sup>. Middelverdien over vinterperioden var også lavere enn vurderingstersklene for beskyttelse av økosystem og vegetasjon på 12 µg/m<sup>3</sup> (øvre vurderingsterskel) og 8 µg/m<sup>3</sup> (nedre vurderingsterskel).

Døgnmiddelverdiene for SO<sub>2</sub> målt ved Konsul Wilds vei i måleperioden er vist i Figur 9. Den høyeste døgnmiddel-konsentrasjonen observert i måleperioden var 59,0 µg/m<sup>3</sup> og ble målt 11. januar 2023.

Denne dagen var det eneste tilfellet i kalenderåret med døgnmiddel over 50 µg/m<sup>3</sup>, som er nedre vurderingsterskel for beskyttelse av menneskers helse. Høye konsentrasjoner opptrådte mellom kl. 10 og 20. Vindretningen var fra sør i denne perioden, vindhastigheten varierte mellom 4,7 og 6,5 m/s.

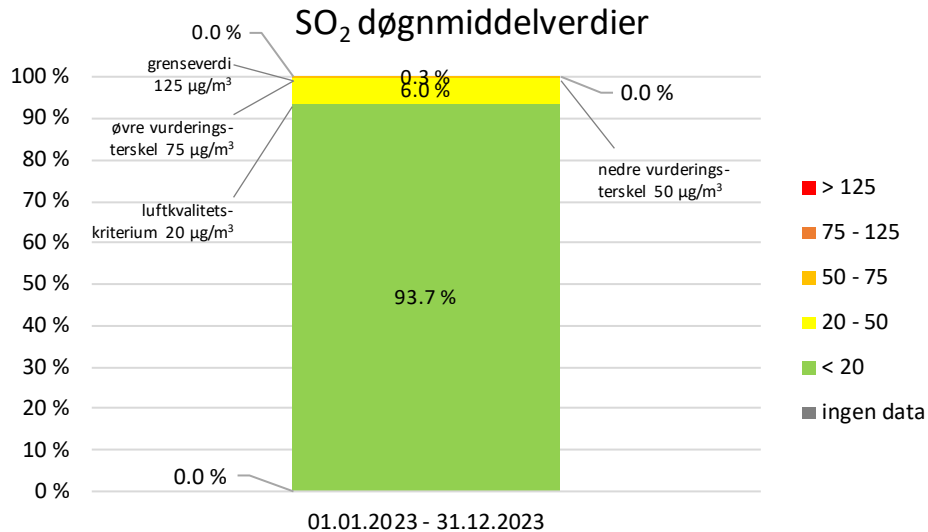


Figur 9: SO<sub>2</sub>-døgnmiddelkonsentrasjoner ved Konsul Wilds vei i måleperioden. Grenseverdien for døgnmiddel på 125 µg/m<sup>3</sup> (må ikke overskrides mer enn 3 ganger per kalenderår) er angitt i rødt. Nedre og øvre vurderingsterskel angis for å avgjøre krav om måling.

Hovedsakelig ble det observert SO<sub>2</sub>-døgnmidler under 20 µg/m<sup>3</sup>. Dette var tilfellet for 93,7% av dagene i måleperioden (Figur 10). Døgnmiddelkonsentrasjonen 20 µg/m<sup>3</sup> er luftkvalitetskriterium<sup>11</sup> i Norge for å beskytte befolkningens helse. Denne ble overskredet 22 ganger i løpet av måleperioden (6,0% av tiden). WHO-retningslinjen ble endret fra 20 µg/m<sup>3</sup> til 40 µg/m<sup>3</sup> høsten 2021 etter en ny evaluering av effekten av korttids SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Døgnmiddelkonsentrasjoner over 40 µg/m<sup>3</sup> ble observert for 4 døgn (1,1% av tiden). Ved revisjonen av luftkvalitetskriteriene i 2021 forble verdien for SO<sub>2</sub> uendret.

Døgnmiddelverdier over nedre vurderingsterskel på 50 µg/m<sup>3</sup> ble observert i 0,3% av dagene (1 døgn). Øvre vurderingsterskel på 75 µg/m<sup>3</sup> ble ikke overskredet i 2023.

<sup>11</sup> Folkehelseinstituttet: Luftkvalitetskriterier <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/>

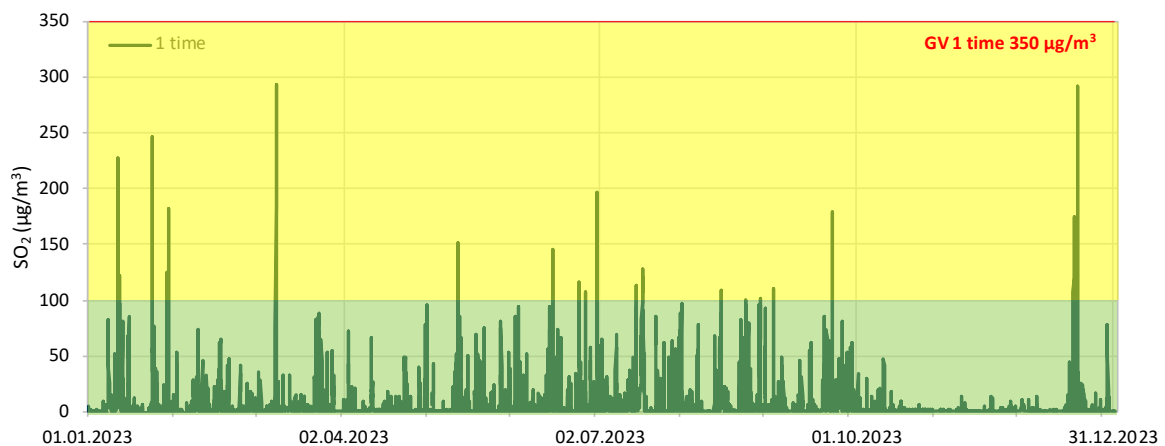


Figur 10: Fordeling av  $\text{SO}_2$ -døgnmiddelkonsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) på angitte intervaller i måleperioden.

$\text{SO}_2$ -timemidler målt ved Konsul Wilds vei i måleperioden er vist i Figur 11. Den røde linjen representerer grenseverdien for timemidler på  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som ikke må overskrides mer enn 24 ganger per kalenderår. I kalenderåret 2023 ble timemiddelkonsentrasjonen  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ikke overskredet, dvs. grenseverdien ble overholdt.

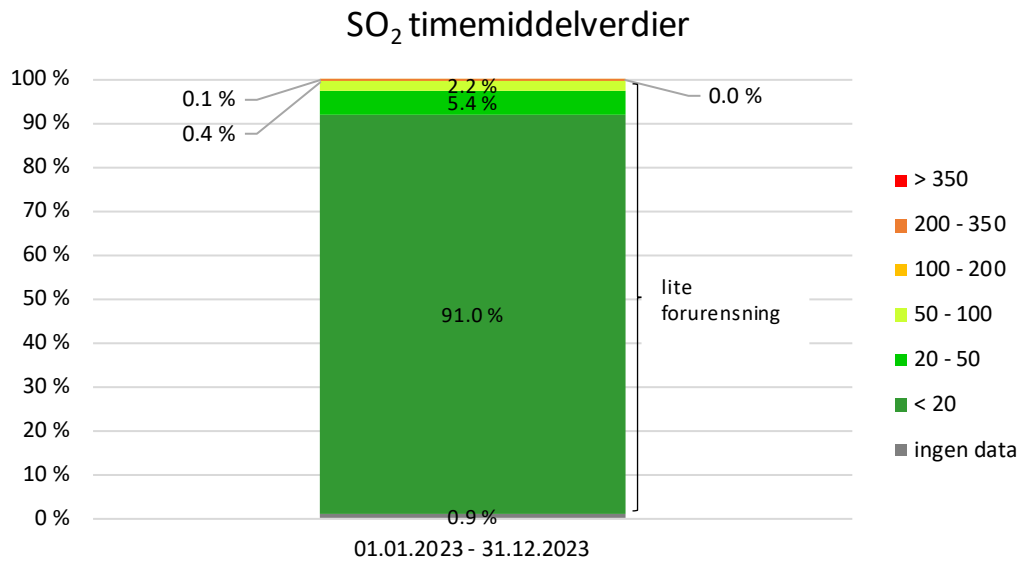
Høyeste timemiddel i måleperioden var  $293 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , målt 8. mars 2023, kl. 17-18. Vindretningen var fra sør ved en midlet vindhastighet på  $3,4 \text{ m/s}$ . Utfall av rensanlegget førte til at utslippet fra to ovner gikk til fakkell i litt over fire timer (utfallet skjedde kl. 13:40, siste ovn lagt tilbake til rens kl. 18:08).

Bakgrunnsfargene angir forurensningsklassene (se Tabell 3 i Kapittel 3). Lite forurensning (grønn) ble observert i 98,6% av tiden, moderat forurensning (gul) i 0,5% av tiden. Høy forurensning (oransje) og svært høy forurensning ble ikke observert i måleperioden.



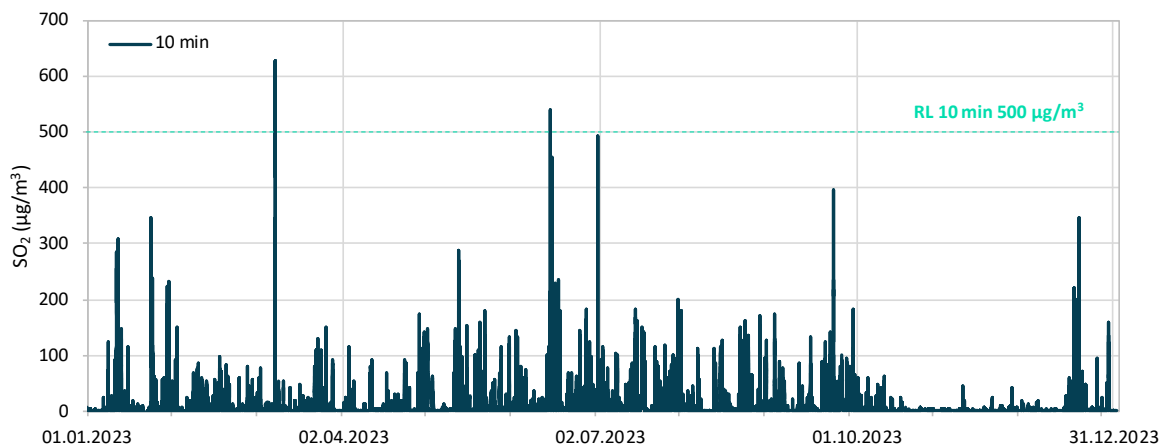
Figur 11:  $\text{SO}_2$  tidsserie over kalenderåret 2023 (1. januar 2023 – 31. desember 2023) ved Konsul Wilds vei. Grenseverdien for timemiddel er angitt med en rød linje (skal ikke overskrides mer enn 24 ganger per kalenderår). Forurensningsklasser vises med fargekode: grønn (lite), gul (moderat), oransje (høyt), rød (svært høyt).

Fordelingen av  $\text{SO}_2$ -timemiddelkonsentrasjoner på ulike konsentrasjonsintervaller i måleperioden er også vist i Figur 12.



Figur 12: Fordeling av SO<sub>2</sub>-timemiddelkonsentrasjoner på angitte konsentrasjonsintervaller (µg/m<sup>3</sup>) i måleperioden.

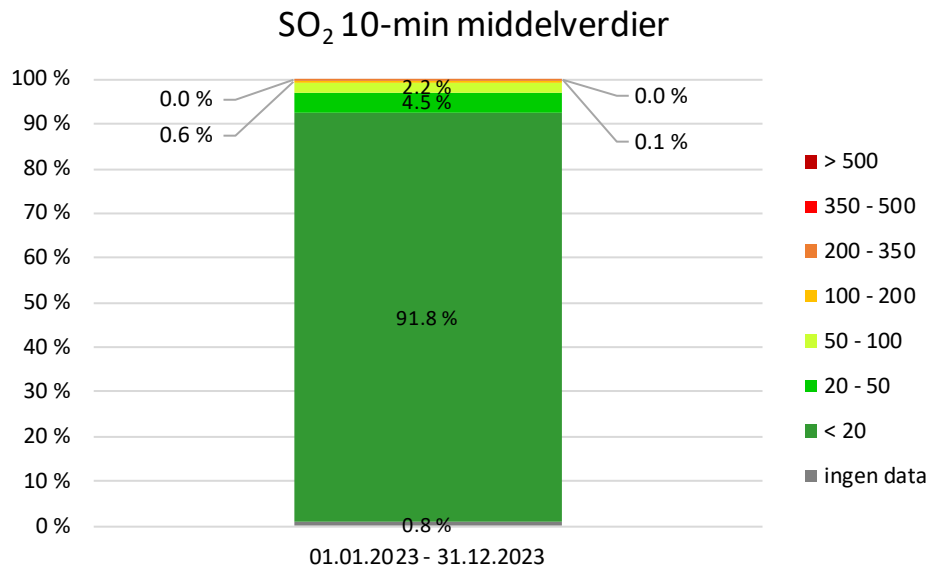
Tidsserien for SO<sub>2</sub> 10-minutt middelverdier i måleperioden er vist i Figur 13. Retningslinjen på 500 µg/m<sup>3</sup> for 10 minutters eksponering som Verdens Helseorganisasjon (WHO) har satt som anbefaling er tegnet inn med en grønn stiplet linje. Retningslinjeverdien ble overskredet 3 ganger i løpet av måleperioden. Høyeste 10-minutt middel i måleperioden var 628 µg/m<sup>3</sup>, målt 8. mars 2023, kl. 16:50-17:00 og kl. 17:10-17:20. Vindretningen var fra sør. Tredje overskridelse av retningslinjen var 14. juni 2023 kl. 03:50-04:00, med 10-minutt middel på 541 µg/m<sup>3</sup>.



Figur 13: 10-minutt middelverdier for SO<sub>2</sub> ved Consul Wilds vei i perioden 1. januar 2023 – 31. desember 2023. WHO-retningslinjen for korttidseksponering (500 µg/m<sup>3</sup>) er vist med turkis stiplet linje.

Figur 14 viser hvor ofte 10-minutt middelverdier i ulike konsentrasjonsintervaller ble observert i løpet av kalenderåret 2023.





*Figur 14: Fordeling av 10-minutt middelverdier av SO<sub>2</sub> på ulike store konsentrasjonsintervaller (µg/m<sup>3</sup>) i måleperioden.*

Luftkvalitetskriteriet for 15-minutt middelverdier på 300 µg/m<sup>3</sup> ble overskredet omtrent 10 ganger i løpet av måleperioden. Eksakt antall kan ikke angis fordi minimum midlingsintervall for måledataene var 10 minutter.

Et sammendrag av de viktigste måleresultatene for Konsul Wilds vei er gitt i Tabell 4.

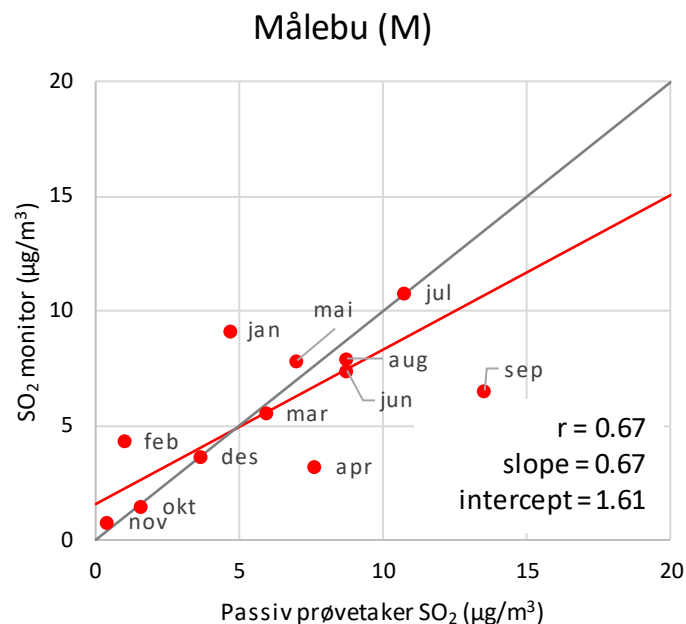
Tabell 4: Sammenheng av målinger av SO<sub>2</sub> med monitor ved Konsul Wilds vei i måleperioden (1. januar 2023 – 31. desember 2023). Konsentrasjoner er angitt i µg/m<sup>3</sup>.

KWV	Måneds-middel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgns-obs.	Antall døgnmidler	Antall døgnmidler	Høyeste time-middel	Antall time-obs.	Antall time-verdier	Antall time-verdier	Antall time-verdier	Antall time-verdier	Høyeste 10 min verdi	Antall 10 min
				> 20	> 50			< 100	100 - 350	350 – 500	> 500		> 500
Jan23	8,5	59,0	31	5	1	247,0	740	728	12	0	0	345,5	0
Feb23	4,7	19,6	28	0	0	74,3	666	666	0	0	0	150,2	0
Mar23	5,2	33,9	31	2	0	293,0	732	730	2	0	0	628,7	2
Apr23	3,1	15,5	30	0	0	78,3	714	714	0	0	0	173,5	0
Mai23	6,3	25,9	31	2	0	152,0	738	737	1	0	0	289,1	0
Jun23	7,5	23,9	30	2	0	145,5	715	712	3	0	0	541,1	1
Jul23	11,1	47,1	31	4	0	196,4	737	727	10	0	0	493,4	0
Aug23	7,8	31,4	31	4	0	109,2	736	733	3	0	0	171,6	0
Sep23	7,3	21,8	30	1	0	178,7	714	712	2	0	0	395,0	0
Okt23	1,7	7,0	31	0	0	46,8	737	737	0	0	0	63,3	0
Nov23	0,7	2,8	30	0	0	14,1	712	712	0	0	0	45,0	0
Des23	4,2	38,7	31	2	0	291,7	736	728	8	0	0	346,1	0
<b>2023</b>	<b>5,7</b>	<b>59,0</b>	<b>365</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>293,0</b>	<b>8677</b>	<b>8636</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>628,7</b>	<b>3</b>

### 5.2.2 Måling med passive prøvetakere

Fordelingen av  $\text{SO}_2$  i området rundt Fiskå ble kartlagt ved hjelp av passive prøvetakere. Prøvetakerne ble eksponert i månedsperioder som dekker hele året. Prøvetakerne var plassert på 3 steder i boligområder rundt Fiskå Teknologipark (se Figur 1 i Kapittel 2) og gir informasjon om  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonen også i områdene uten høyopløst måling.

En lokasjon var ved måleboden for å sammenligne konsentrasjonen målt med passiv prøvetaker med konsentrasjonen målt med  $\text{SO}_2$ -monitor (referansem metode), midlet over samme tidsperiode (eksponeringsperioden). Prøvetakeren var montert rett over inntaket til  $\text{SO}_2$ -monitoren som vist i Figur 5. Et scatter-plot for alle 12 eksponeringsperiodene (Figur 15) viser at konsentrasjonene målt med passiv prøvetaker i perioden var høyere enn  $\text{SO}_2$ -monitoren for høye konsentrasjoner. Det betyr at  $\text{SO}_2$ -målingene fra passive prøvetakere presentert i denne rapporten gir et konservativt estimat på  $\text{SO}_2$ -nivået i området. Alle månedsmiddelkonsentrasjoner ved måleboden var under  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Måleusikkerheten for passive prøvetakere er høyere enn for  $\text{SO}_2$ -monitoren (se Kapittel 4). Resultater fra alle passive prøvetakere fra 2023 er samlet i Tabell 5.



Figur 15: Sammenligning av resultatene fra passive  $\text{SO}_2$  prøvetakere eksponert ved måleboden i Konsul Wilds vei (x-akse) og resultatene fra  $\text{SO}_2$ -monitoren i målebod (y-akse), midlet over samme tidsperiode, for perioden januar 2023 – desember 2023. Grå linje viser 1:1-linjen. Rød linje viser resultatet fra ortogonal regresjon.

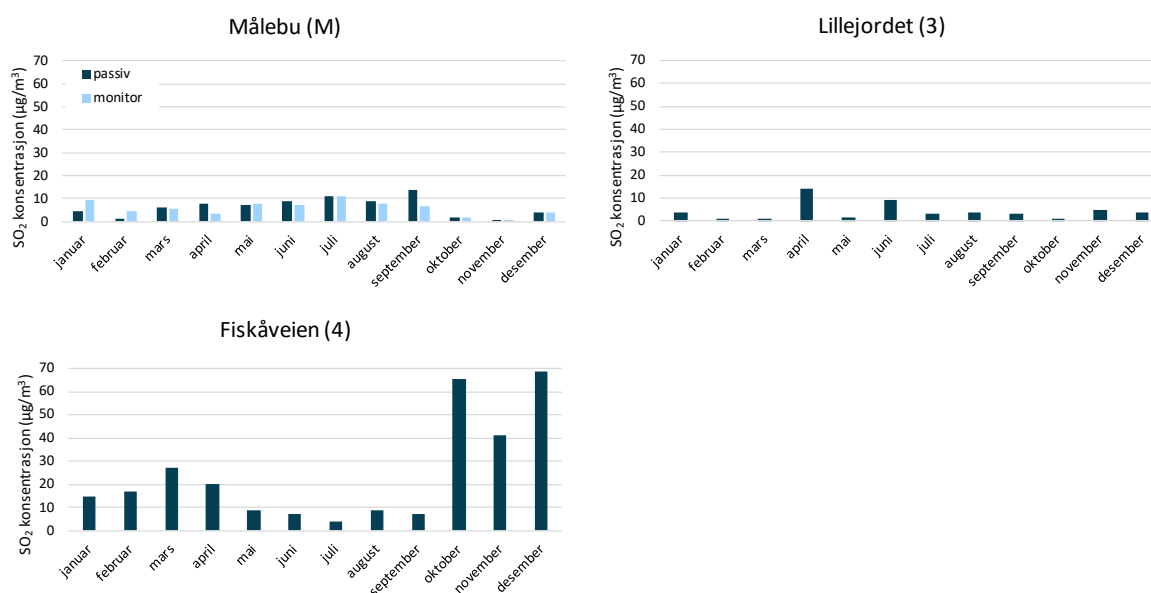
Tabell 5: Resultater fra passive prøvetakere for 12 eksponeringsperioder (lokasjonene og eksakte datoer for eksponeringsperiodene er vist i Vedlegg B). MR: Midlet konsentrasjon fra SO<sub>2</sub>-monitoren (referansem metode) i måleperioden; M: Passiv prøvetaker ved måleboden. Alle konsentrasjoner er angitt i µg/m<sup>3</sup>.

		Målebod		Lillejordet	Fiskåveien
		MR	M	3	4
«Jan»	04.01. – 02.02.2023	9,2	4,6	3,7	14,5
«Feb»	02.02. – 06.03.2023	4,3	1,0	1,0	16,9
«Mar»	06.03. – 04.04.2023	5,6	5,9	1,2	27,3
«Apr»	04.04. – 10.05.2023	3,2	7,6	14,2	20,4
«Mai»	10.05. – 31.05.2023	7,8	7,0	1,8	8,8
«Jun»	31.05. – 30.06.2023	7,4	8,7	9,3	7,3
«Jul»	30.06. – 01.08.2023	10,8	10,7	3,1	4,1
«Aug»	01.08. – 06.09.2023	7,9	8,7	3,7	8,8
«Sep»	06.09. – 04.10.2023	6,6	13,5	2,9	7,4
«Okt»	04.10. – 31.10.2023	1,5	1,6	1,0	65,6
«Nov»	31.10. – 04.12.2023	0,8	0,4	4,7	40,9
«Des»	04.12. – 08.01.2024	3,7	3,7	3,5	68,8
«2023»	04.01.2023 – 08.01.2024	5,7	6,1	4,2	24,2

SO<sub>2</sub>-fordelingen i måleområdet er vist på kart i Vedlegg B for hver eksponeringsperiode, sammen med en vindrose midlet over samme eksponeringsperiode. Fargeskalaen brukt til å visualisere konsentrasjonsnivået ved målestedene er den samme for alle tolv kart. Prøvetakerne ved Fiskåveien og ved måleboden viste seg å være mest eksponert for SO<sub>2</sub>-utslipp i 2023.

En annen måte å visualisere resultatene fra passive prøvetakere er tidsserier. Figur 16 viser SO<sub>2</sub>-tidsseriene for de 3 målestedene. Merk at skalaen for y-aksen varierer for de ulike stedene.

Det høyeste månedsmiddelet ble observert ved lokasjon 4 (Fiskåveien) i desember 2023, med et nivå rundt 69 µg/m<sup>3</sup>. Fiskåveien er målestedet som ligger nærmest bedriften. I desember 2023 var det vind fra nord og nordøst over 57% av tiden. Dermed var området sør og sørvest for bedriften mest belastet. Dette gjenspeiles i SO<sub>2</sub>-fordelingen i eksponeringsperioden desember 2023 (se Vedlegg B).



Figur 16: Tidsserier for SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen målt med passive prøvetakere ved de ulike lokasjonene.

## 6 Diskusjon

### Plassering av målestasjonen

Hovedvindretningen i måleperioden målt på bedriftsområdet til Elkem Carbon var jevnt fordelt over sektorene fra sørvest over vest, nordvest, nord og nordøst (ca. 10-13% av tiden for hver av de nevnte sektorene). Vindobservasjoner over flere år viser at hovedvindretningen typisk er fra sørvest.

Målestasjonen er typisk hovedsakelig medvinds i forhold til utslippskildene i måleperioden og plasseringen anses dermed å være representativ, selv om vindfordelingen i 2023 avvek fra typiske forhold.

Som beskrevet i luftkvalitetsdirektivet (2008/50/EF), som er implementert i Norge gjennom Forurensningsforskriften kapittel 7 om lokal luftkvalitet, skal industrirelaterte målepunkter være plassert i det nærmeste boligområdet medvinds i forhold til utslippskilden. Målestasjonen i Konsul Wilds vei oppfyller dette kravet.

Ved Konsul Wilds vei ble det målt høye konsentrasjoner når vinden blåste fra sørvest (hovedvindretningen), sør og sørøst. Ved de øvrige vindretningene (øst, nordlige sektorer og vest) ble det stort sett målt timemiddelkonsentrasjoner under 5 µg/m<sup>3</sup> (se Figur 6 i Kapittel 5.1). Høy SO<sub>2</sub>-konsentrasjon kan også opptre ved andre befolkede steder i området rundt bedriftene, men på grunn av den typiske lokale vindfordelingen vil det skje mer sjeldent. Ved vind fra nord og vest, som ble observert i flere episoder i 2023, er områdene sør og øst for bedriften mer påvirket av utslipp enn vanlig. Også atmosfærisk stabilitet og vindhastighet kan påvirke SO<sub>2</sub>-fordelingen i nærområdet.

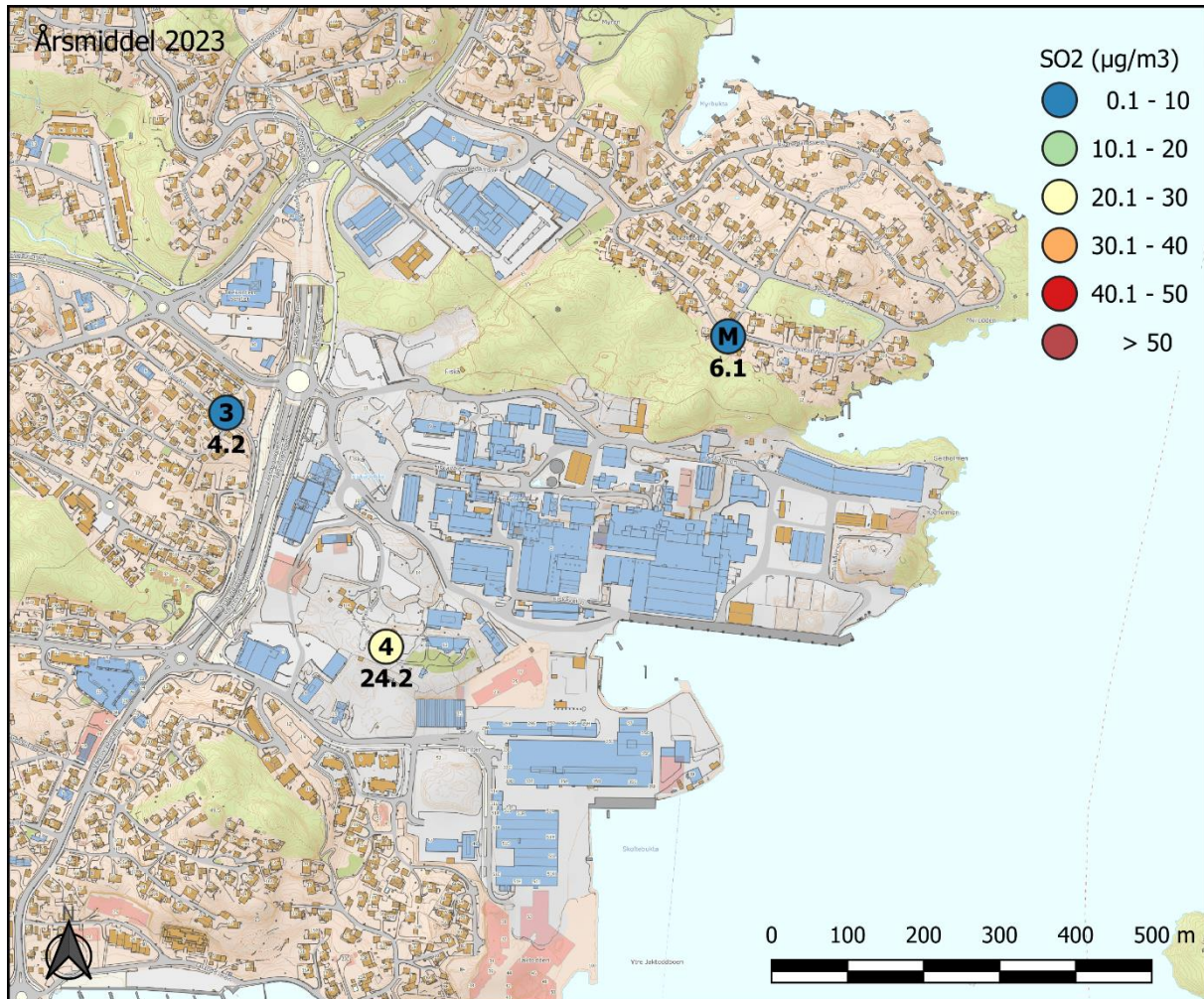
Andre SO<sub>2</sub>-kilder i området, som Glencore Nikkelverk og skipstrafikk mot og fra Kristiansand, anses å ha neglisjerbar påvirkning på SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i boligområdet på Fiskåtangen.

Det måles hovedsakelig lave SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner ved Konsul Wilds vei. 91% av alle timemiddelkonsentrasjoner var under 20 µg/m<sup>3</sup> i måleperioden.



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

Fordelingen av prøvetakerne rundt bedriftene viser et representativt bilde av SO<sub>2</sub>-nivået i bebodde områder i nærheten. Prøvetakerne er plassert i de nærmeste boligområdene og oppholdsstedene rundt bedriftene. Geografisk fordeling av SO<sub>2</sub>, målt med passive prøvetakere og midlet over alle eksponeringsperioder (Figur 17) viser at lokasjon 4 (Fiskåveien) var mest eksponert for SO<sub>2</sub>-utslipp fra bedriftene i måleperioden. På Lillejordet (lokasjon 3) ble det observert lavest konsentrasjon under måleperioden.



Figur 17: Fordelingen av SO<sub>2</sub> i området, målt med passive prøvetakere, midlet over hele måleperioden januar 2023 – desember 2023.

Middelverdien på lokasjon 4 «Fiskåveien» over 12 måneder var 24,2 µg/m<sup>3</sup>. Den høye verdien skyldes hovedsakelig konsentrasjonene målt i oktober, november og desember 2023 da vinden hovedsakelig kom fra nord.

Vind fra nord opptrådte i 2023 oftere enn vanlig. I måleperioden ble det observert nordlig vind ca. 25% av tiden. Vindrosen fra Oksøy fyr midlet over perioden 2009-2018 viser nordlig vind ca. 10% av tiden. Ser man på fordelingen over vindretninger per måned i perioden 2009-2018, opptrer nordlig vind oftest i desember. Vindmålinger inne på verket perioden 2020 – 2022 viste nordlig vind ca. 12% av tiden (oftest i desember) og vind fra sør-sørvest og vest-sørvest ca. 27% av tiden.

Resultatene tyder på at det er sannsynlig at øvre vurderingsterskel var overskredet ved lokasjon 4 i 2023. Grenseverdien for beskyttelse av økosystemet ble overskredet ved lokasjon 4 i 2023.

En bakgrunnskonsentrasjon<sup>12</sup> av SO<sub>2</sub> på 0,02 µg S/m<sup>3</sup> måles ved Birkenesobservatoriet, 33 km nord-nordøst for måleområdet. Birkenes er upåvirket av lokale kilder.

## 7 Referanser

- Hak, C. (2020). Målinger av SO<sub>2</sub> i omgivelsene til Elkem Carbon og REC Solar. September 2019 – august 2020. NILU rapport 20/2020. Kjeller: NILU. URL: <https://hdl.handle.net/11250/2688808>.
- Hak, C., Teigland, E.K., Andresen, E. (2021). Målinger av SO<sub>2</sub> i omgivelsene til Elkem Carbon og REC Solar. Januar 2020 – desember 2020. NILU rapport 10/2021. Kjeller: NILU. URL: <https://hdl.handle.net/11250/2736823>.
- Hak, C., Teigland, E.K., Andresen, E. (2022). Målinger av SO<sub>2</sub> i omgivelsene til Elkem Carbon og REC Solar. Januar 2021 – desember 2021. NILU rapport 6/2022. Kjeller: NILU. URL: <https://hdl.handle.net/11250/3003136>.
- Hak, C., Stensrød, A.M.R., Andresen, E. (2023). Målinger av SO<sub>2</sub> i omgivelsene til Elkem Carbon og REC Solar. Januar 2022 – desember 2022. NILU rapport 5/2023. Kjeller: NILU. URL: <https://hdl.handle.net/11250/3058257>.
- Miljødirektoratet (2014). Håndbok for kvalitetssystem for målinger av luftkvalitet. Del 1: Beskrivelse av kvalitetssystemet (Veileder, M-39|2014). Oslo: Miljødirektoratet. URL: <https://cmsapi-luft.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m39/m39.pdf>.
- Norsk Energi (2018). Spredningsberegninger SO<sub>2</sub>, Elkem Carbon. Dok. ID: 34053-00002-3.0
- Norsk Energi (2020). Spredningsberegninger SO<sub>2</sub>, Elkem Carbon. Dok. ID: 34643-00012-1.1

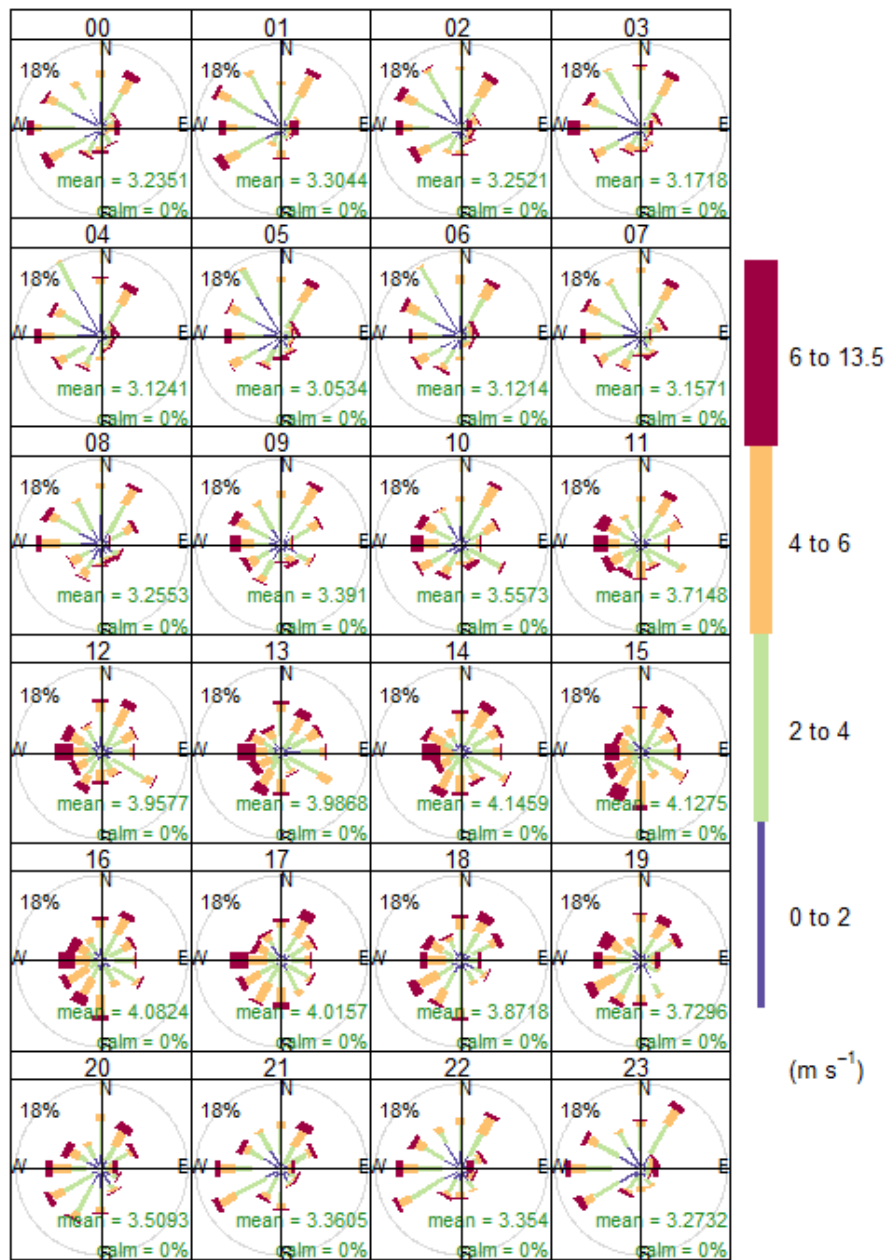
---

<sup>12</sup> Data kan lastes ned fra <http://ebas-data.nilu.no>.

## **Vedlegg A**

### **Midlet døgnvariasjon av vindretning og vindhastighet**

Midlet døgnavariasjon av vindretning og vindhastighet (dvs. vindroser for hver time av døgnet) ved Elkem Carbon i måleperioden (1. januar 2023 – 31. desember 2023).



Frequency of counts by wind direction (%)

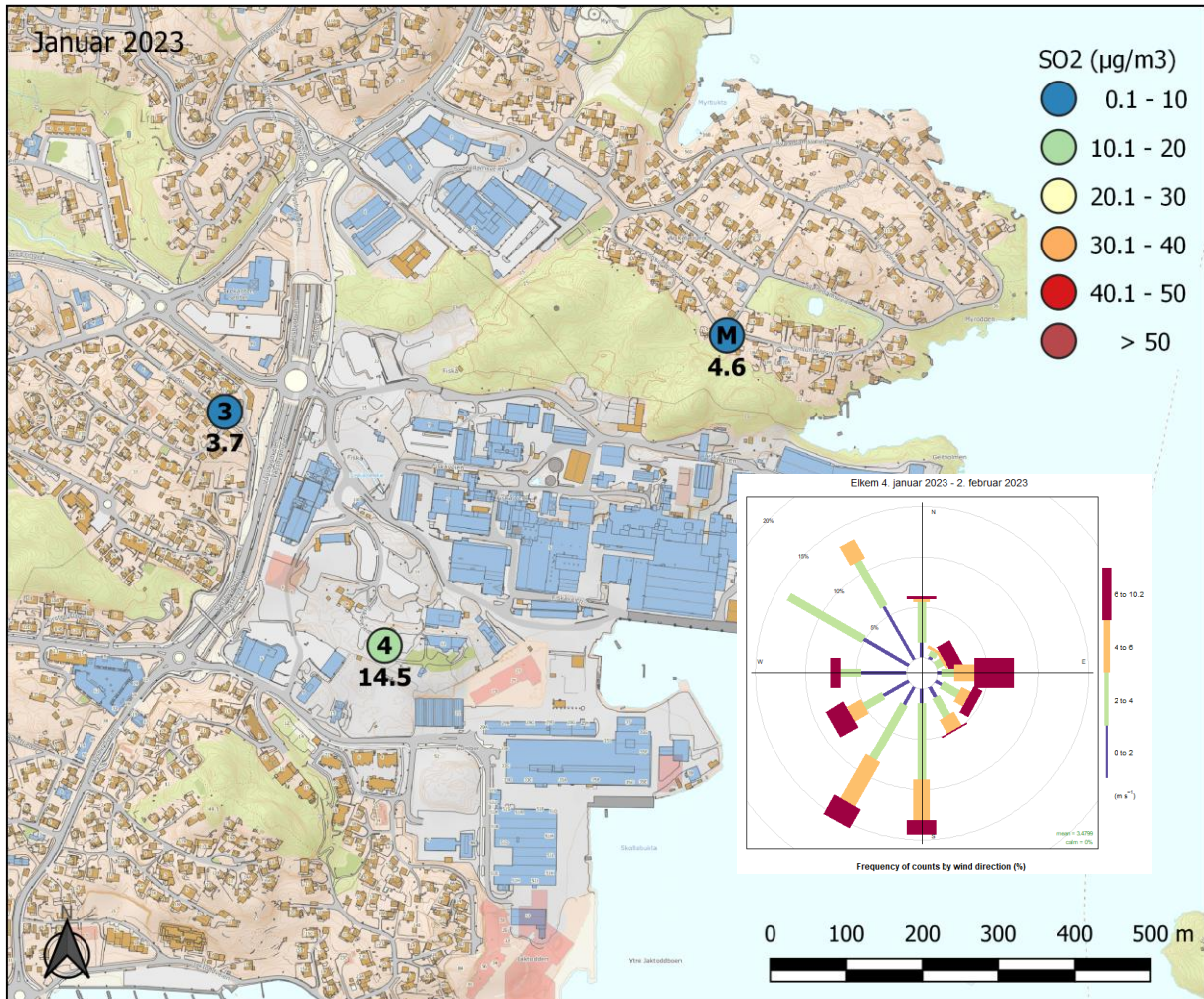
## **Vedlegg B**

### **Geografisk fordeling av SO<sub>2</sub> i måleområdet**



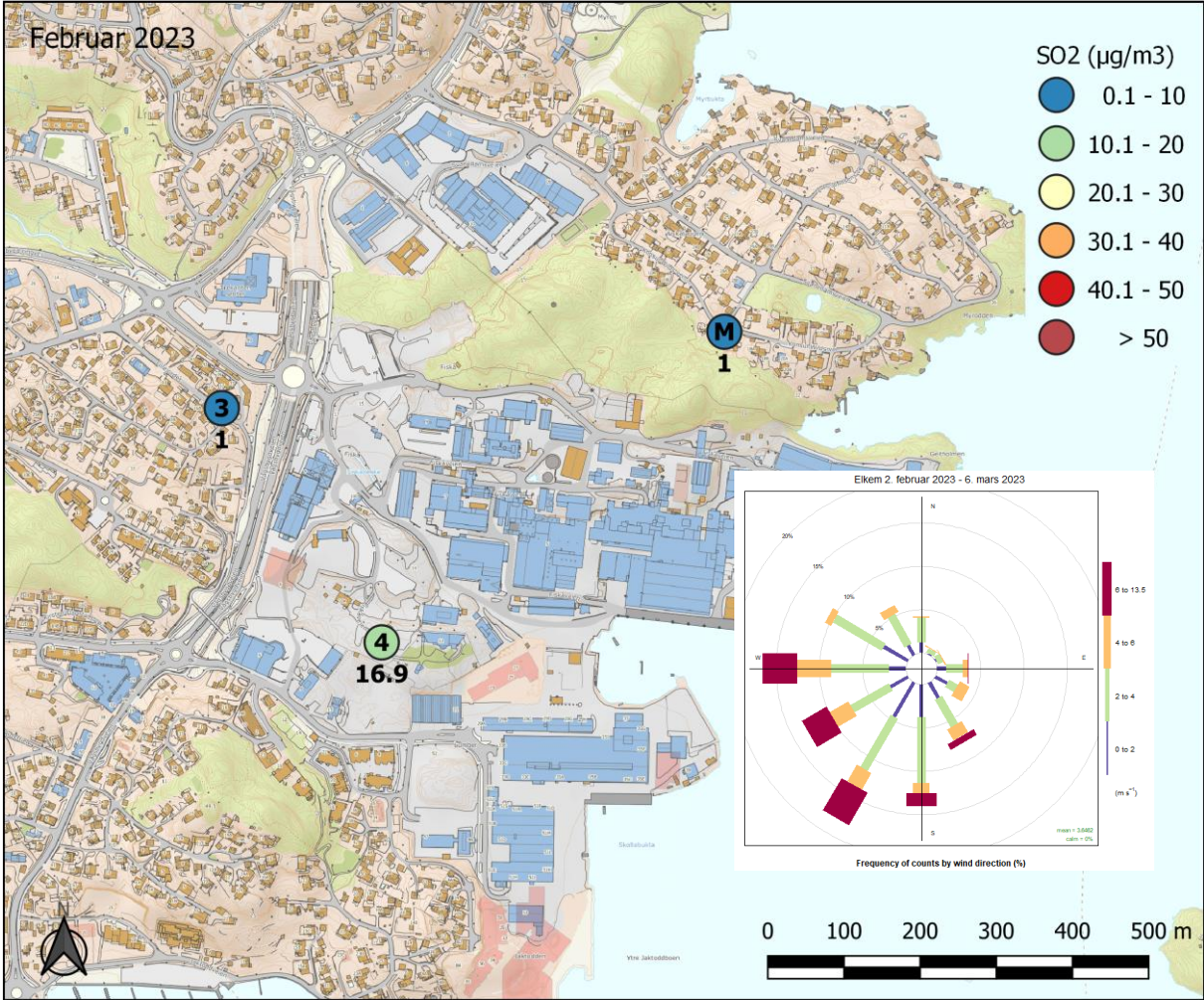
Geografisk fordeling av  $SO_2$  i måleområdet for hver eksponeringsperiode. Fargeskalaen er konstant over hele måleperioden og angir  $SO_2$ -konsentrasjonen i like store intervaller fra blå (lav konsentrasjon) til rød (høy konsentrasjon). Vindrosen er vist for hver eksponeringsperiode (vind målt på bedriftsområdet).

### Januar 2023



Eksponeringsperiode: 4. januar 2023 – 2. februar 2023

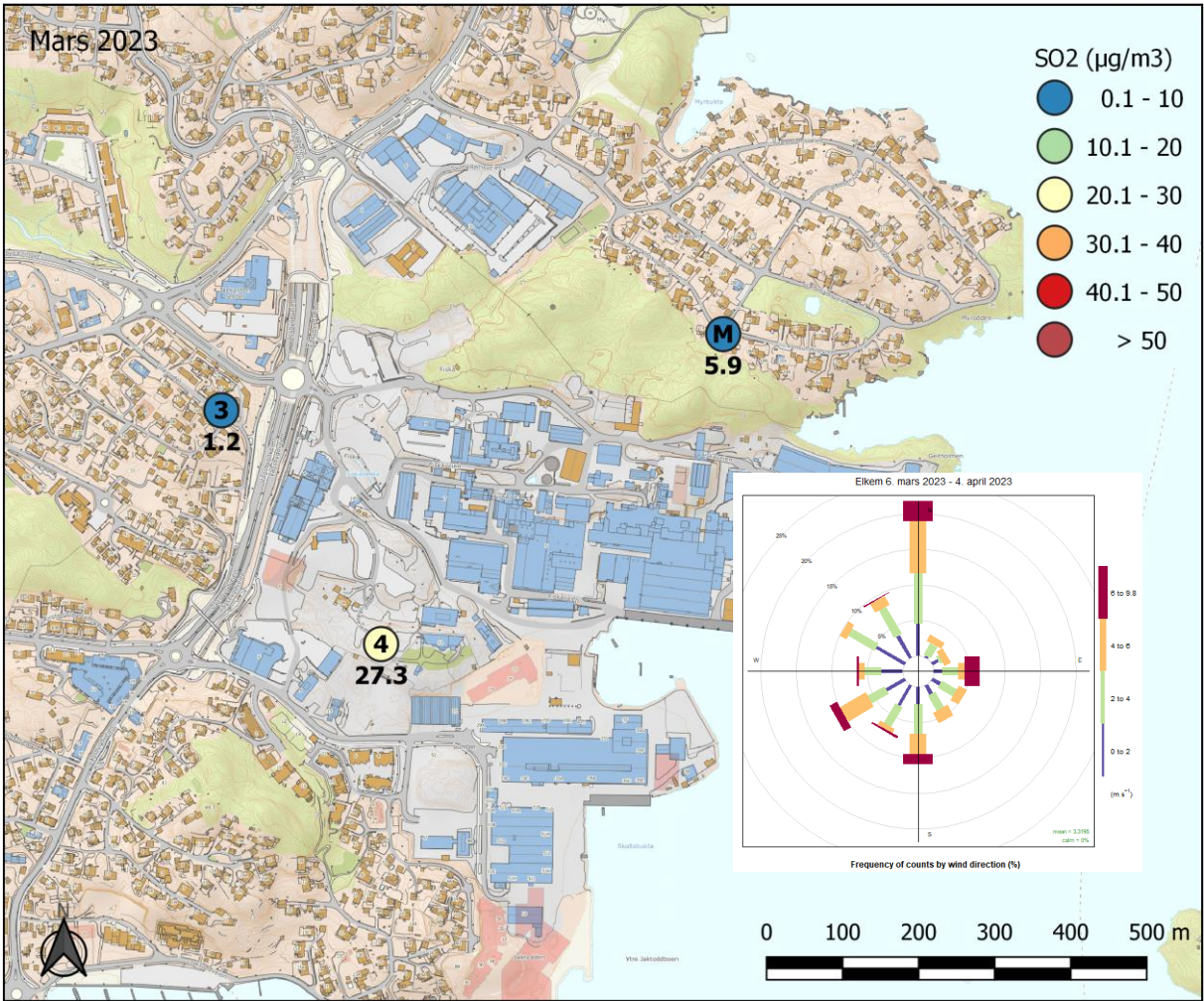
Februar 2023



Eksponeringsperiode: 2. februar 2023 – 6. mars 2023

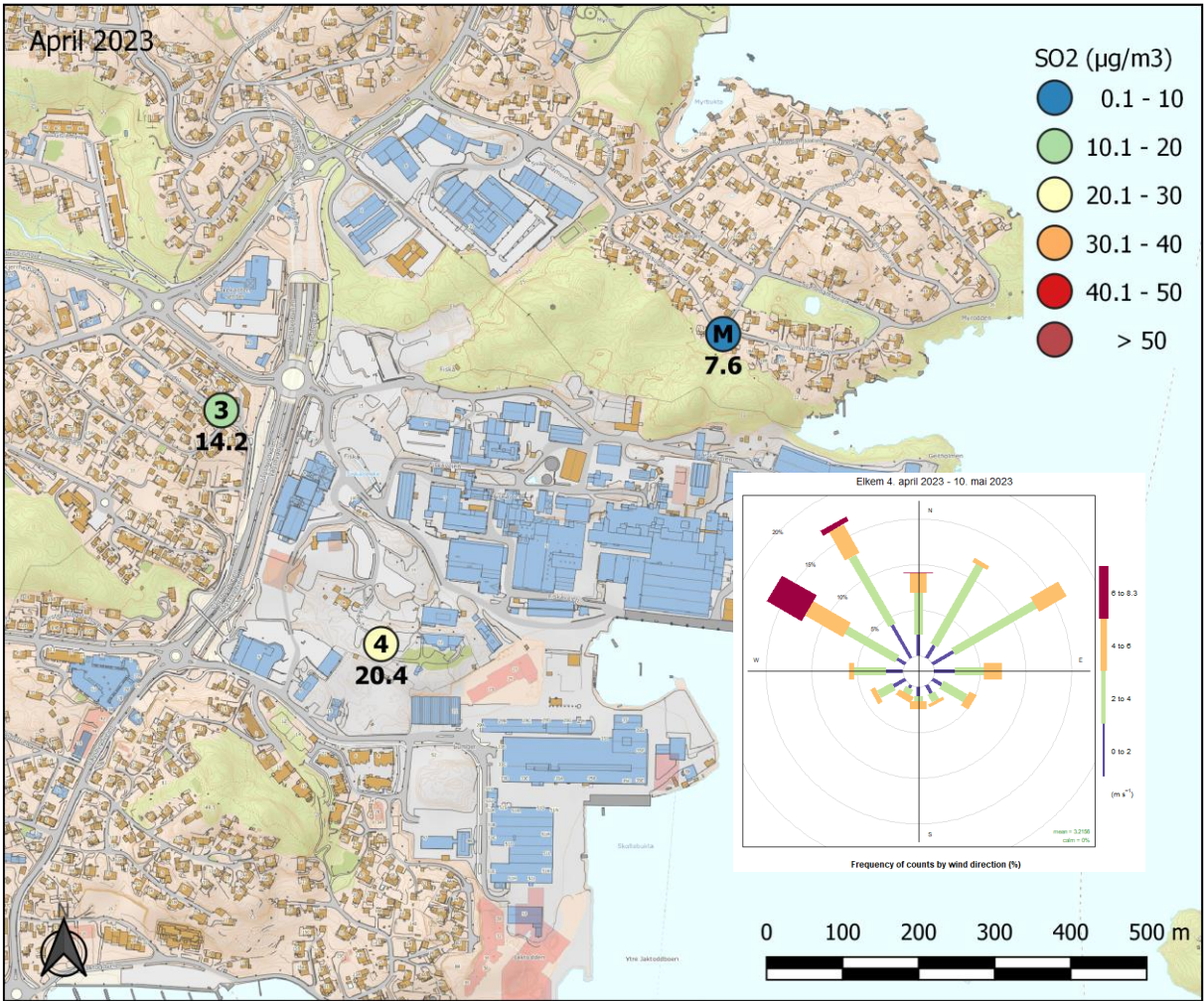


Mars 2023



Eksponeringsperiode: 6. mars 2023 – 4. april 2023

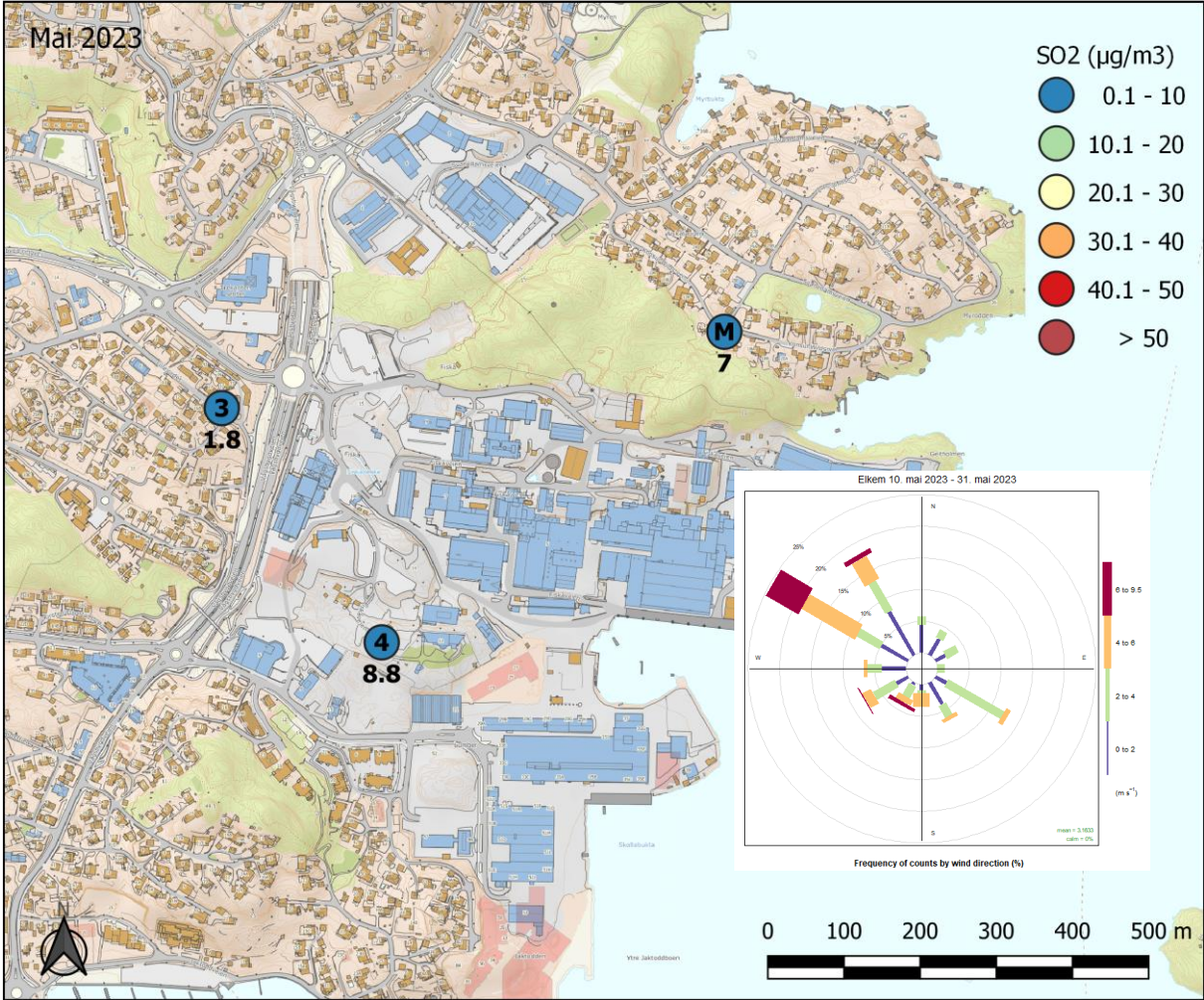
April 2023



Eksponeringsperiode: 4. april 2023 – 10. mai 2023



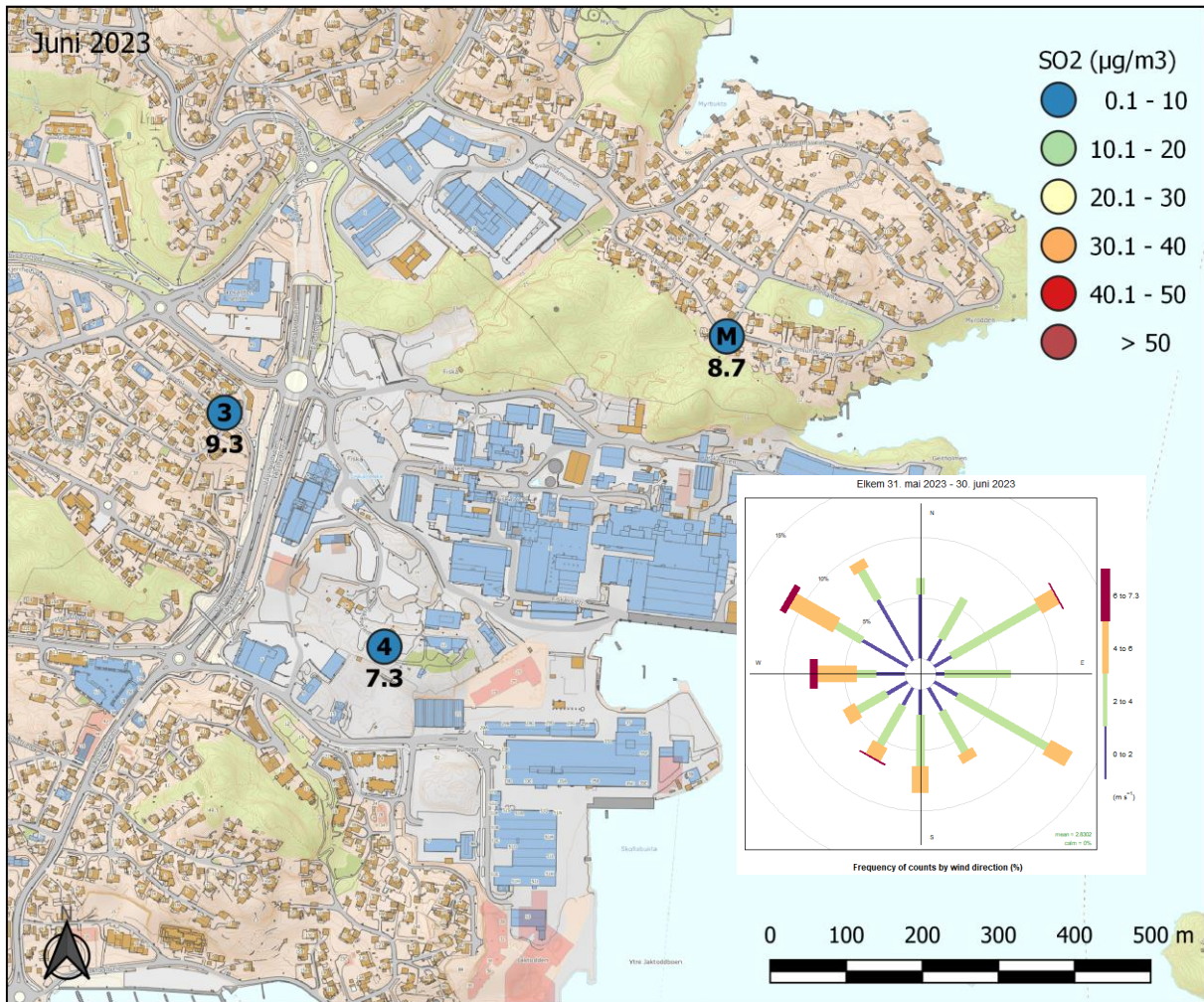
Mai 2023



Eksponeringsperiode: 10. mai 2023 – 31. mai 2023

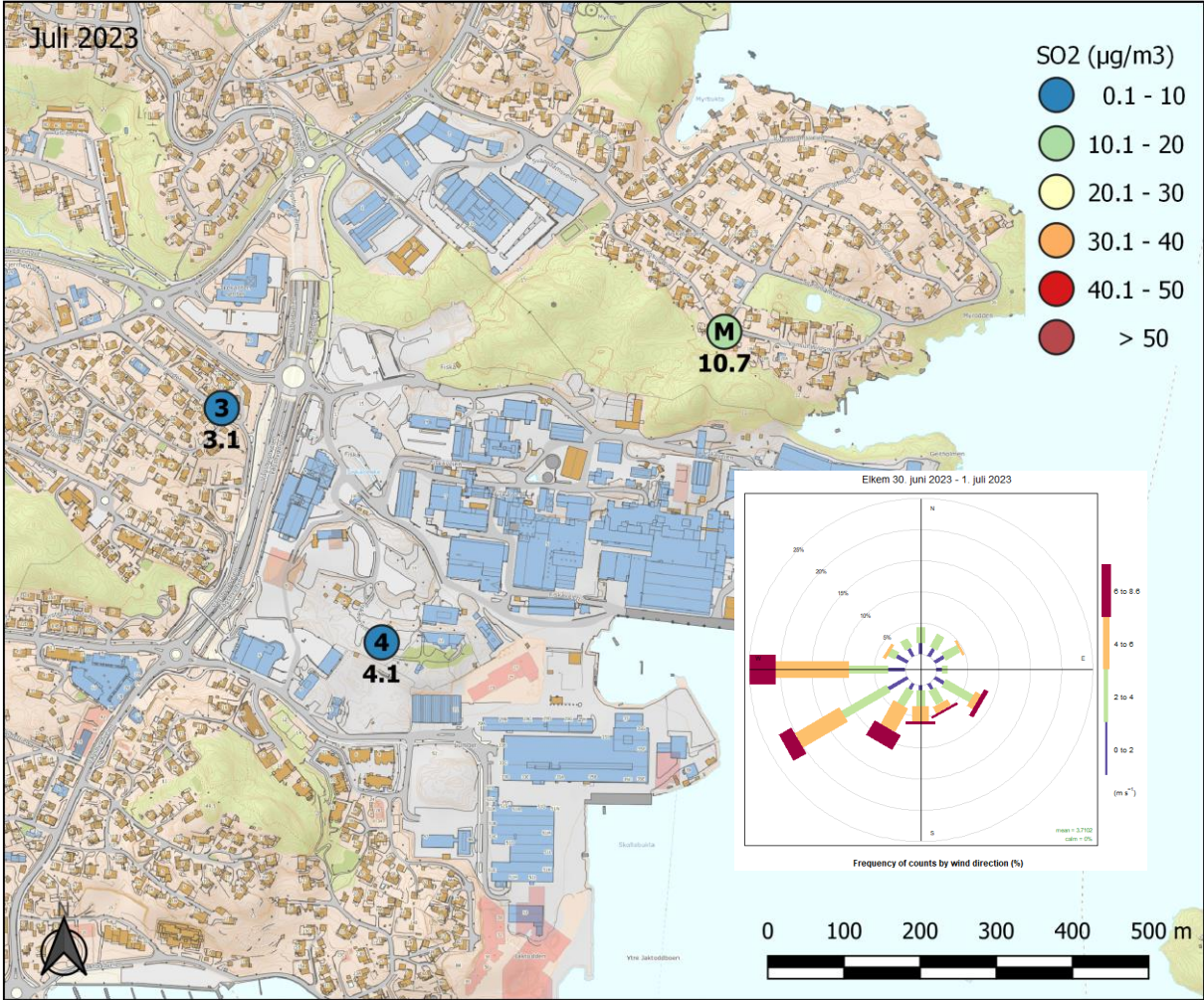


Juni 2023



Eksponeringsperiode: 31. mai 2023 – 30. juni 2023

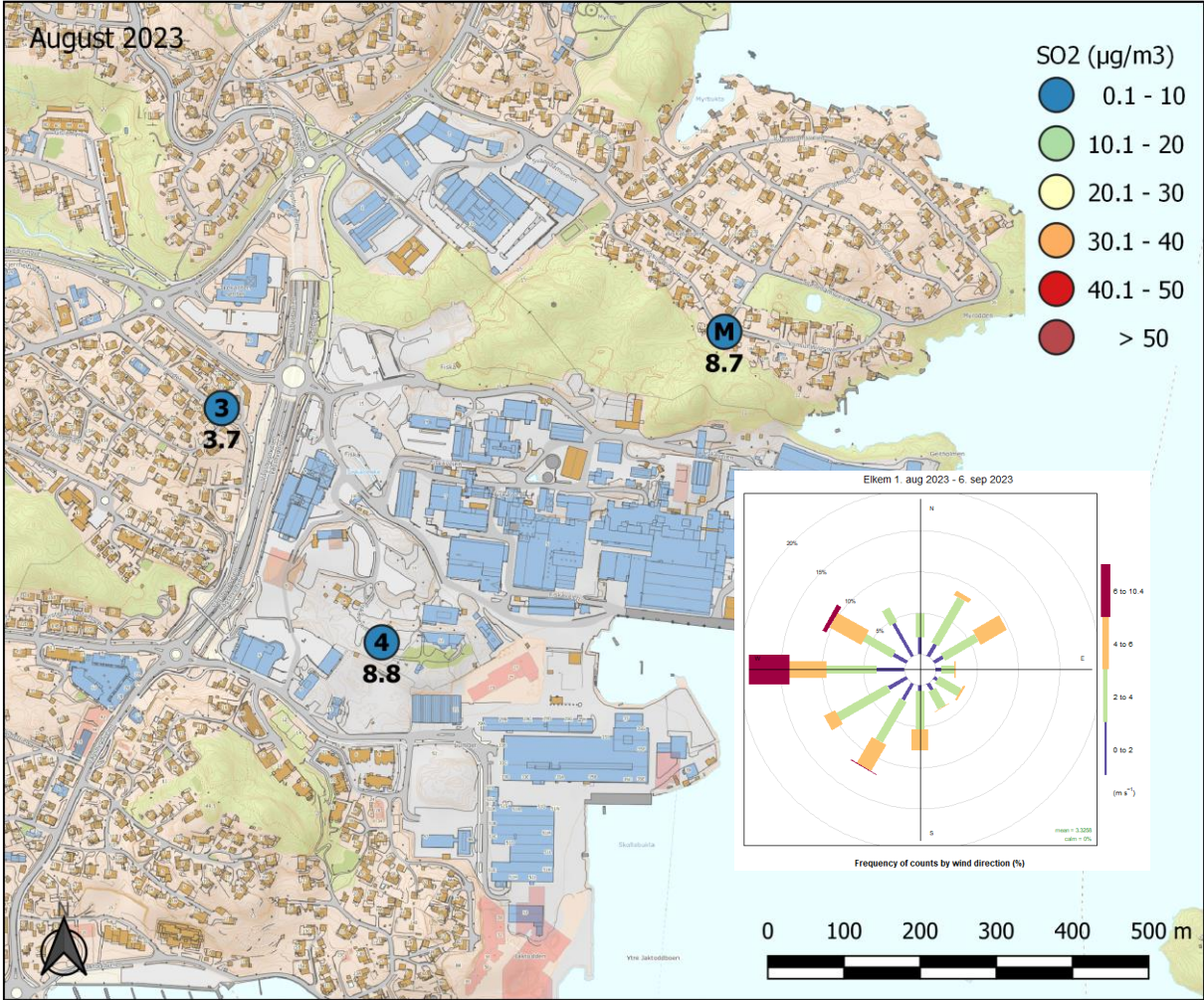
Juli 2023



Eksponeringsperiode: 30. juni 2023 – 1. august 2023

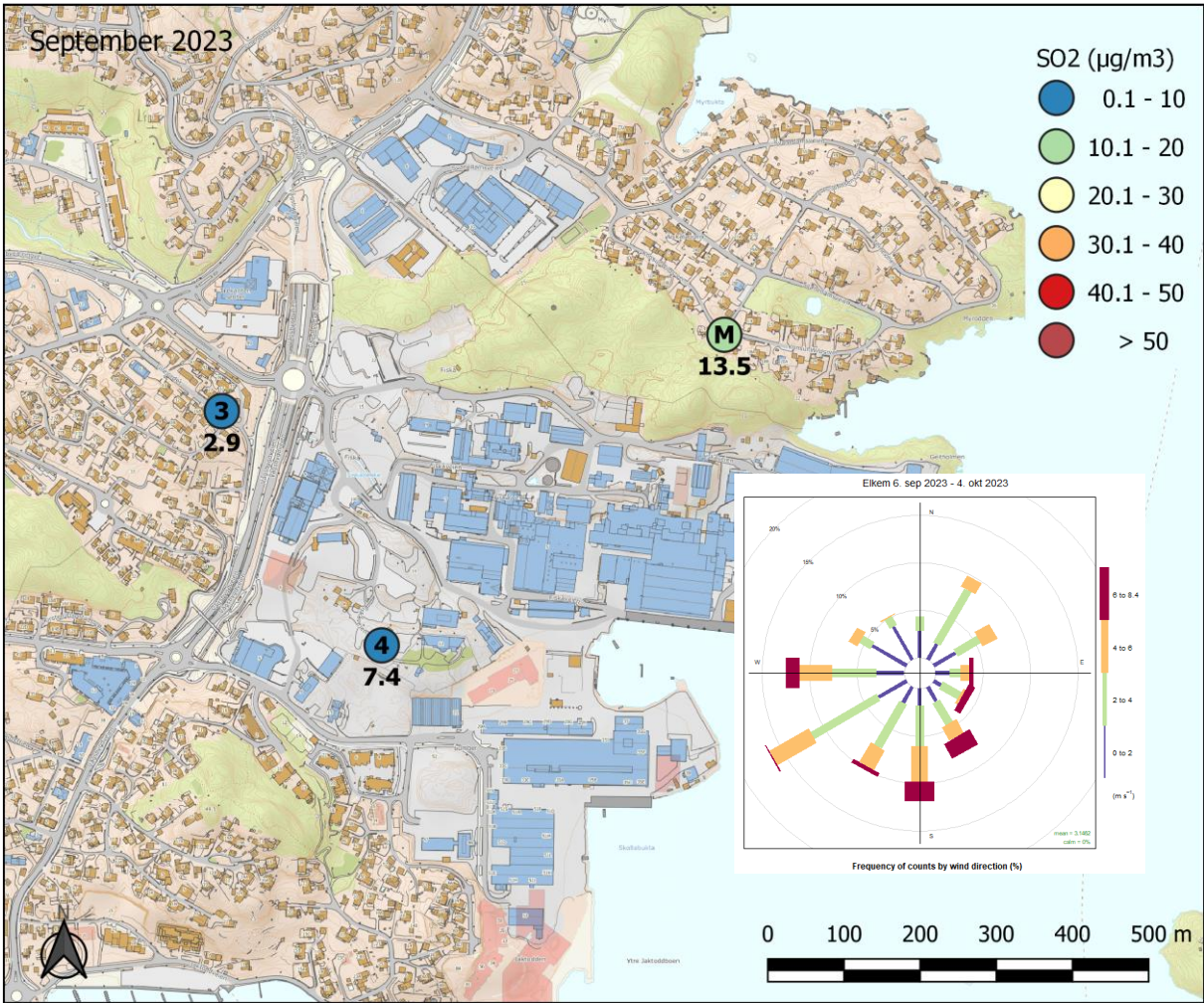


August 2023



Eksponeringsperiode: 1. august 2023 – 6. september 2023

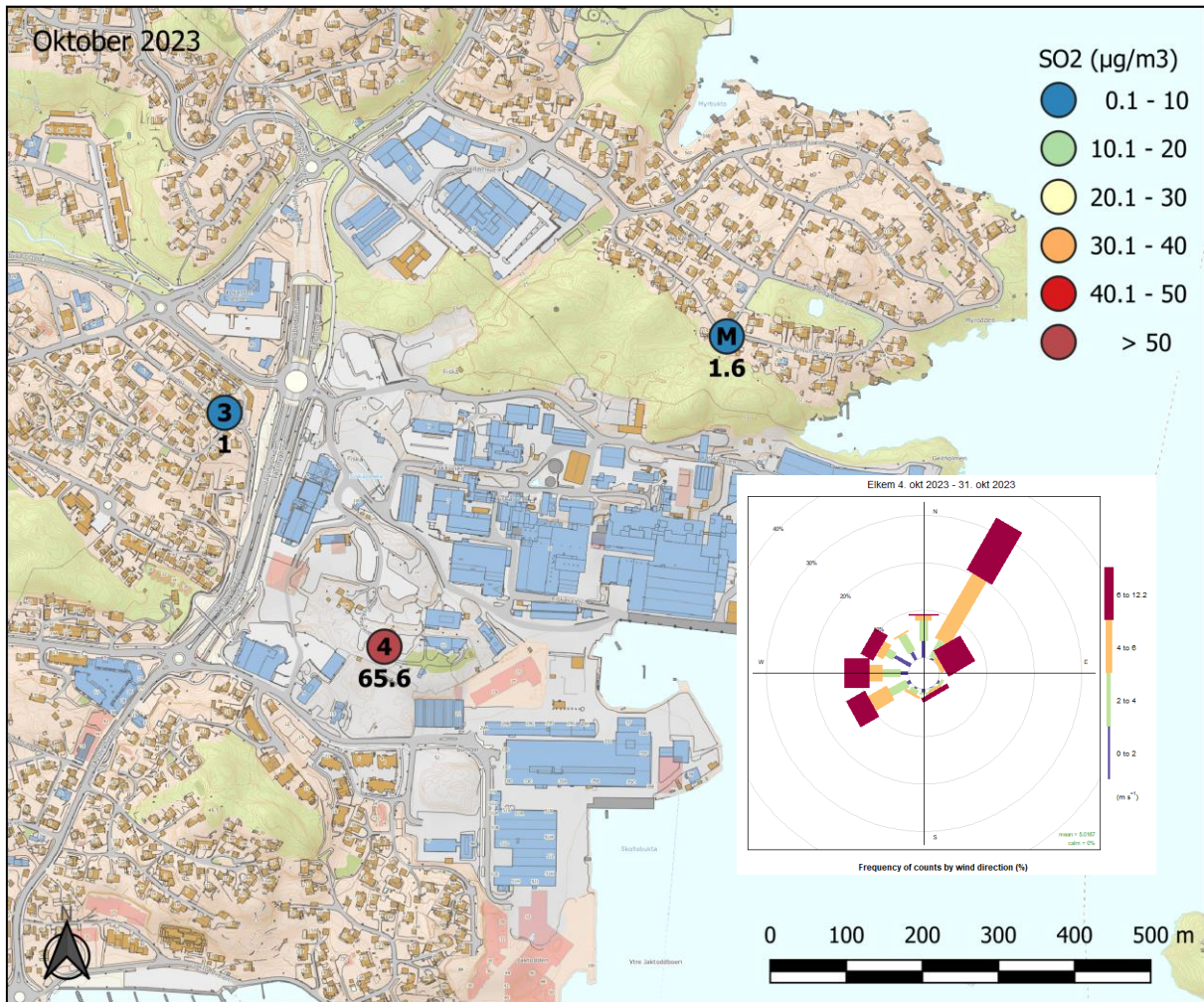
September 2023



Eksponeringsperiode: 6. september 2023 – 4. oktober 2023



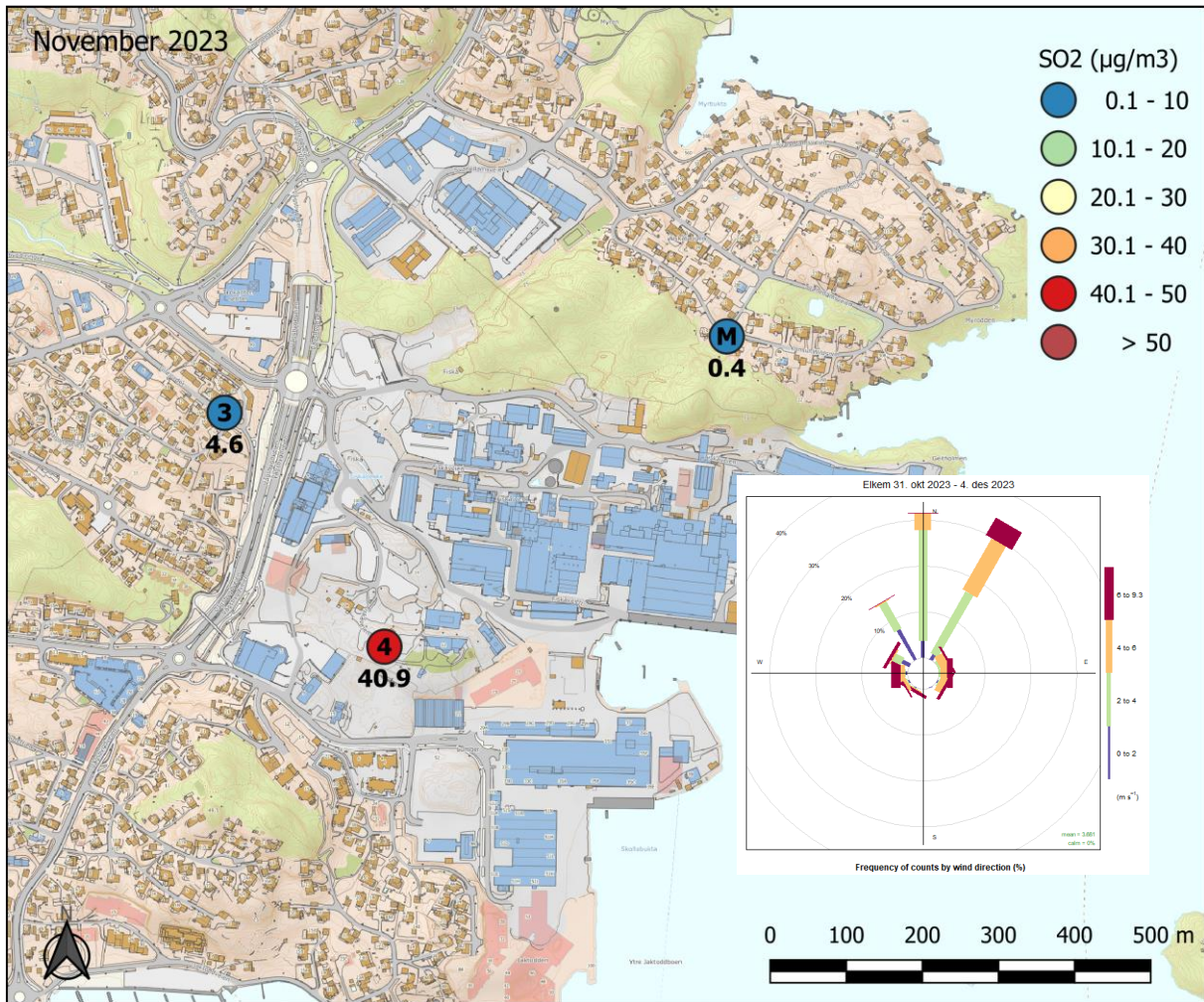
Oktober 2023



Eksponeringsperiode: 4. oktober 2023 – 31. oktober 2023

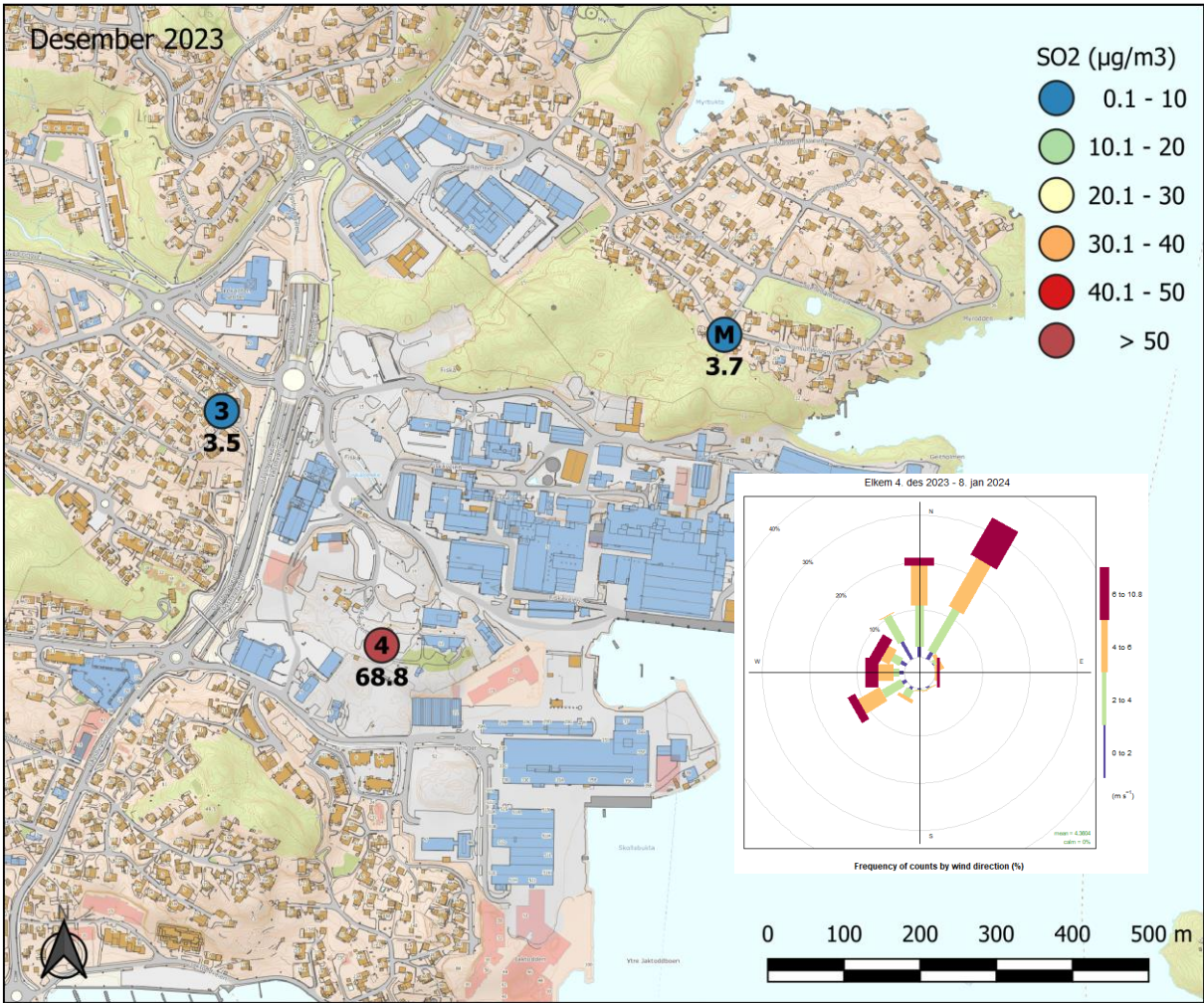


November 2023



Eksponeringsperiode: 31. oktober 2023 – 4. desember 2023

Desember 2023



Eksponeringsperiode: 4. desember 2023 – 8. januar 2024

NILU er en nonprofit stiftelse etablert i 1969.

NILU er et forskningsinstitutt med høy faglig kvalitet og relevant kompetanse på kjerneområdene atmosfærens sammensetning, klimaendringer, luftkvalitet, miljøgifter, helseeffekter, bærekraftige systemer, sirkulær økonomi og digitalisering.

NILU skal gjennom forskning, tjenester, innovasjon og muliggjørende teknologier bidra til bærekraftige løsninger på relevante samfunns- og næringslivsutfordringer.

NILU skal ha ledende infrastruktur, herunder laboratorier, observatorier og åpne datasentre.

**nilu**