

NILU rapport 13/2026

Måling av svevestøv i Fiskåveien (Kristiansand)

Kalenderår 2025

NILU rapport 13/2026

Måling av svevestøv i Fiskåveien (Kristiansand)

Kalenderår 2025

Claudia Hak, Dam Thanh Vo

NILU rapport 13/2026

Tilgjengelighet A-Åpen

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

Göteborg

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

Org.nr. 559442-9580

www.nilu-research.se

ISBN 978-82-425-3233-6

ISSN 2464-3327

© Stiftelsen NILU

Tittel

Måling av svevestøv i Fiskåveien (Kristiansand)
Kalenderår 2025

Engelsk tittel

Measurement of particulate matter in Fiskåveien (Kristiansand)
Calendar year 2025

Forfatter(e)

Claudia Hak, Dam Thanh Vo

Kort sammendrag (norsk)

Kristiansand kommune, Agder Fylkeskommune og Elkem Carbon Fiskå etablerte et måleprogram for PM₁₀ og PM_{2.5} på Fiskå. Formålet er å kartlegge svevestøvnivået sørvest for Fiskå Teknologipark. Mulige svevestøvkilder er industri, veitrafikk og vedfyring. I 2025 ble alle grenseverdiene og vurderingstersklene for svevestøv overholdt. Lokale meteorologiske målinger og kombinasjon med andre svevestøvmålinger i Kristiansand peker på regionale forurensningsepisoder, bidrag fra nær industri og ukjente kilder som forklaringer for de høyeste målte PM konsentrasjonene.

Kort sammendrag (engelsk)

Kristiansand Municipality, Agder County Municipality and Elkem Carbon Fiskå established a measurement programme for PM₁₀ and PM_{2.5} at Fiskå. The purpose is to map the level of particulate matter southwest of Fiskå Technology Park. Possible sources of particulate matter are industry, road traffic and wood burning. In 2025, all limit values and assessment thresholds for particulate matter were met. Local meteorological measurements and combination with other PM measurements in Kristiansand point to regional pollution episodes, contributions from nearby industry and unknown sources as explanations for the highest measured PM concentrations.

Nøkkelord

Luftkvalitet, svevestøv, industri, kilder

Antall sider

32

Prosjektleder

Kjersti Tørnkvist

Oppdragsgiver

Kristiansand kommune

Ansvarlig signatur

Aasmund Fahre Vik, viseadm. dir.

Sitering

Hak, C, Vo, D.T. (2026). *Måling av svevestøv i Fiskåveien (Kristiansand). Kalenderår 2025* (NILU rapport 13/2026). Kjeller: NILU.

NILU prosjektnummer

O-125014

Kvalitetssikrer

Kjersti Tørnkvist

Oppdragsgivers referanse

v/Alena Bohackova

Dato

26.05.2026

Forord

En målestasjon for svevestøv (PM_{10} og $PM_{2.5}$) ble etablert på Fiskå, nær Eplehagen barnehage, i januar 2025. Målingene skal pågå i minst 2 år.

Etablering, drift og vedlikehold av målestasjonen er et samarbeid mellom Kristiansand kommune, Agder Fylkeskommune og Elkem Carbon Fiskå.

Lokale vindmåledata brukt til tolkning av svevestøvdata er hentet fra SO_2 -overvåkingsprosjektet som NILU utfører for Elkem Carbon Fiskå.

Innhold

Forord	4
Sammendrag	6
1 Innledning	7
2 Målemetode og grenseverdier	9
2.1 Målemetoder	9
2.2 Regelverk og anbefalinger for luftkvalitet i Norge	10
3 Resultater	12
3.1 Meteorologi 2025	12
3.2 Svevestøv ved Fiskå	16
3.3 Svevestøv i nærheten	20
4 Diskusjon	23
4.1 Forurensningsroser	23
4.2 Forurensningsklasser moderat og høy	25
4.3 Nedbør og luftfuktighet	28
4.4 Trafikkmengde	28
5 Referanser	30
Vedlegg A Vindfordeling Kjevik og Oksøy fyr vs Elkem	31

Sammendrag

Etter anmodning fra Miljødirektoratet etablerte Kristiansand kommune en målestasjon for svevestøv på Fiskå i Kristiansand. Formålet er å kartlegge svevestøvnivået i boligområdet sørvest for Fiskå Teknologipark. Mulige svevestøvkilder er industri, veitrafikk og vedfyring.

Målestasjonen ble etablert i slutten av januar 2025. Målingene av PM₁₀ og PM_{2.5} er utført rett ved Fiskå Teknologipark og øst for fylkesvei 456 i Kristiansand.

I 2025 ble alle grenseverdiene og vurderingstersklene for svevestøv overholdt ved målestasjonen Fiskå. PM₁₀-årsmiddelet var 11,0 µg/m³ (GV 20 µg/m³, ØVT 17 µg/m³, NVT 15 µg/m³). PM_{2.5}-årsmiddelet var 5,2 µg/m³ (GV 10 µg/m³, ØVT 7 µg/m³, NVT 5 µg/m³)¹. Svevestøvnivået i 2025 ved Fiskå var noe lavere enn ved bybakgrunnsstasjonen Stener Heyerdahl i sentrum av Kristiansand. Den høyeste PM₁₀ døgnmiddelverdien ved Fiskå var på 43,6 µg/m³ (GV 50 µg/m³, ØVT 35 µg/m³, NVT 25 µg/m³, alle tillatt overskredet 25 ganger per kalenderår). Ett døgn med middelverdi over 35 µg/m³ ble observert.

PM₁₀ og PM_{2.5}-døgnmidler med verdier på moderat eller høyt forurensningsnivå ble undersøkt nærmere. Lokale meteorologiske målinger og kombinasjon med andre svevestøvmålinger i Kristiansand peker på regionale forurensningsepisoder og bidrag fra nær industri og ukjente kilder som forklaringer for de høyeste målte PM-konsentrasjonene.

Målestasjonen er ikke lokalisert rett ved vei, men antas å motta bakgrunnsbidrag fra fylkesveien og annen veitrafikk i området. PM-døgnvariasjonen ved Fiskå er påvirket av et typisk trafikkmønster. Vedfyring i området kan ha bidratt til bakgrunnsnivået.

For 2025 ble lokale meteorologiske målinger brukt til å vurdere svevestøvmålingene. Den meteorologiske stasjonen lokalisert i Fiskå Teknologipark vil eventuelt legges ned i løpet av 2026. De meteorologiske målestasjonene Kjevik (SN39040) og Oksøy fyr (SN39100) viste seg å ikke være egnet til lokale vurderinger av PM-målinger på Fiskå.

¹ Nedre vurderingsterskel for PM_{2.5} årsmiddel var overholdt fordi den ligger på 5 µg/m³, ikke 5,0 µg/m³.

Måling av svevestøv i Fiskåveien (Kristiansand)

Kalenderår 2025

1 Innledning

I et brev fra Miljødirektoratet til Kristiansand kommune (9. mars 2023) anmodet Miljødirektoratet om å etablere en målestasjon for svevestøv i boligområdet i nærheten av industriområdet på Fiskå.

Bakgrunn

Miljødirektoratet (som er forurensningsmyndighet for industribedriften Elkem Carbon) ser et behov for å kartlegge svevestøvnivået i boligområdet i nærheten av bedriften. Dette er begrunnet i Miljødirektoratets kunnskap om støvutslippet (inkludert svevestøv) fra bedriften, og på grunnlag av strengere grenseverdier for svevestøv fra 1. januar 2022.

I tillegg til industrien er det andre lokale svevestøvkilder, som trafikk og vedfyring, som også bidrar til svevestøvnivået. Siden det er flere lokale kilder som bidrar til svevestøvnivået mener Miljødirektoratet det er kommunen som forurensningsmyndighet for lokal luftkvalitet etter forurensningsforskriften kapittel 7 (§7-3) sitt ansvar å sørge for målinger av svevestøv (§7-4). Anleggseieren som bidrar til svevestøvnivået, er pliktig til å medvirke til å gjennomføre målinger (§7-14).

Måleprogram

Kristiansand kommune kontaktet Nasjonalt referanselaboratorium for luftkvalitetsmålinger i mars 2023 for å finne en egnet plassering for målestasjonen. Plassering ved Eplehagen barnehage ble foreslått av Kristiansand kommune på grunn av en fortetting sør for bedriften, nærheten av barnehagen og mye vedfyring i området. Vindmålinger og SO₂-målinger i området siden 2019 (NILU rapporter 20/2020, 10/2021, 6/2022, 5/2023, 13/2024, 4/2025) bekrefter at området til tider er utsatt for luftmasser fra industribedriften. Ved en befaring i desember 2023 ble plasseringen i Fiskåveien (ved barnehagen) vurdert som egnet for å kunne fange opp både støv fra industrien, bakgrunnsbidrag fra fylkesveien (FV456/Vågsbygdveien) som går ca. 200 m vest for stasjonen (ca. samme høyde som stasjonen), og vedfyring i boligområdene rundt.



Figur 1: Kart over området som viser plassering av måleboden for PM-måling (rød prikk i midten) og plassering av meteorologisk mast på bedriftsområdet (blå prikk).

En rød prikk i Figur 1 viser lokaliseringen av målestasjonen Fiskå nær Fiskåveien 12, min. 100 m sørvest for Elkem Carbon og ca. 215 m øst for FV456 (4-felt motorvei). Målestasjonen Fiskå er klassifisert som industripåvirket stasjon. Andre lokale svevestøvkilder er fylkesveien vest for stasjonen og vedfyring i boligområdene. Det er boligområder sør og sørvest for stasjonen, vest for fylkesveien og nord for Elkem. PM₁₀ og PM_{2.5} måles med en PM-monitor (TEOM 1405 DF). Målingene er i gang siden 31. januar 2025 og skal pågå i minst to år. Hvis resultatene viser PM-nivå over øvre vurderingsterskel² (§7-11) eller over grenseverdiene (§7-9) bør målingene videreføres.

Støvkilder i omgivelsene

Industrielle PM kilder: Elkem Carbon har tillatelse fra Miljødirektoratet til et totalt utslipp av støv på 7,5 tonn fra punktkilder³, samt 10 tonn fra diffuse kilder. Totalt rapportert utslipp i 2024 var på 8,4 tonn, hvorav 4,4 tonn fra punktkilder (beregnet) og 4 tonn fra diffuse kilder (estimert). Tall for 2025 er ikke ferdig beregnet. Kalsineringsovnene er p.t. største kilde til punktutslipp av støv på industriområdet. Elkem har totalt 14 ovner, hvorav 11 er antrasittovner som gir punktutslipp av støv via fakling av avgass på skorstein-topp. De øvrige 3 ovnene er koksovner. Disse er tilkoplede renseanlegg (støv og SO₂), og bidrar derved primært til støvutslipp under opp-/nedkjøringer⁴. Antall ovner som er i drift til enhver tid er styrt av marked/etterspørsel og kan variere mye gjennom året fra 0 (under kortere / lengre vedlikeholdsstanser)

² I det nye luftkvalitetsdirektivet (EU) 2024/2881, som trådte i kraft i EU 10. desember 2024, ble nedre og øvre vurderingsterskel erstattet av én vurderingsterskel. Det nye direktivet er til vurdering i EFTA-statene, dvs. det er ikke i kraft i Norge per i dag.

³ Frem til 2023 var kravet < 53 tonn fra punktkilder

⁴ Pga. sikkerhetsrisiko kan ovnene først legges til brennkammer/reanseanlegg når avgassen har høy nok temperatur.

og opp til 9-10 ovner på det meste (7-8 antrasittovner + 2 koksovner (tilkoplet renseanlegg)). Totalt utslipp fra fakling av ovner var på 3,1 tonn i 2024.

Diffuse støvkilder omfatter hovedsakelig lossing av råvarer som kommer i bulk på båt og lagring, intern transport og håndtering av bulkråvarer på uteområdene. Diffuse utslipp fra bygg er en mindre kilde. Samlet diffust utslipp i 2024 var på 4 tonn (estimat).

Trafikk: Fylkesveien og veitrafikk bidrar til bakgrunnsnivået ved målestedet. Fylkesvei FV456 er en 4-felt motorvei med ÅDT 21 000 (estimat for 2024). Veien feies regelmessig i vinterhalvåret (oktober – april) dersom været tillater det. Luftsonekartet fra 2021 angir rød sone ved tunnelmunningen til Vågsbygporten 470 m nord-nordvest for målestasjonen. Tunneler vaskes 12 ganger i året. Piggfriandelen i Kristiansand i 2025 var 79%.

Vedfyring: Om vinteren kan vedfyring være en kilde spesielt til fint svevestøv. Utslippene fra vedfyring er størst når det er kaldt.

Meteorologiske parametere

En meteorologisk mast med bl.a. vindmålinger er plassert på bedriftsområdet til Elkem Carbon, ca. 190 m nord-nordøst for PM-målestasjonen (se blå prikk i Figur 1). Den 10 m høye masten er montert på taket til bygget som huser koksovnene. 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. Disse målingene er utført i sammenheng med et annet prosjekt som vil eventuelt ikke videreføres i hele 2026.

Denne rapporten viser PM-dataene målt ved Fiskå i 2025. Dataene er vurdert med hensyn til gjeldende grenseverdier og luftkvalitetskriterier. Lokale meteorologiske data og informasjon om aktivitet ved industribedriften er brukt i vurderingen. Mulige kilder til svevestøvet er diskutert.

2 Målemetode og grenseverdier

2.1 Målemetoder

Svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) ved stasjonen Fiskå ble målt med svevestøvmonitor (TEOM 1405 DF). Instrumentet bruker en ekvivalentmetode⁵ for måling av svevestøv (NS-EN 16450:2017). Målingene gjennomføres i tråd med kvalitetssystemet for luftkvalitetsmålinger (§7-14). Kvalitetssystemet er beskrevet i rapport M-39/2014. Siden målingene fra Fiskå sammenlignes med PM-målinger ved andre målestasjoner i Kristiansand som bruker en annen målemetode, beskrives hovedforskjellene til begge målemetodene her.

Instrumentet ved Fiskå bruker TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) metoden. TEOM-monitorer bruker et hult og vibrerende glassrør som mikrovekt. Innkommende partikler avsettes på et filter på tuppen av røret. Den tilførte massen forårsaker en endring i svingningsfrekvensen som detekteres elektronisk. Den største fordelen med denne metoden er at eventuelle endringer i aerosolens egenskaper (f.eks. sammensetningen, tetthet, optiske egenskaper) ikke vil påvirke nøyaktigheten av massemålingen. Inntaket til enheten lar bare partikler med ønsket størrelsesområde komme inn. Svevestøvmonitorer som bruker TEOM teknologi er altså «gravimetrisk» instrumenter som trekker omgivelsesluften gjennom et filter med konstant

⁵ Ekvivalentmetode – Målemetode som kan påvises å være konsistent med referansemetoden.

strømningshastighet, kontinuerlig veier filteret og beregner massekonsentrasjoner av partikler i tilnærmet sanntid. De opprinnelige instrumentmodellene kunne bare måle én størrelsesfraksjon per instrument.

TEOM 1405 DF⁶ er et TEOM-instrument med to separate strømninger, som kan måle PM_{2.5} og PM₁₀ samtidig. Instrumentet bruker FDMS (Filter Dynamics Measurement System) som korrigerer for fordampning av flyktige partikler. Luften blir sugd gjennom et PM₁₀ inntak og så delt av en virtuell impaktor i to prøvestrømmer, PM_{coarse} og PM_{2.5}. Begge strømmene passerer gjennom FDMSen før de treffer separate filtere hvor direkte massemåling utføres av individuelle TEOMer.

Ved de to andre PM-målestasjonene i Kristiansand, dvs. bybakgrunnsstasjonen Stener Heyerdahl og den veinære stasjonen Bjørndalssletta, brukes det Grimm EDM 180 partikkelmonitører for måling av PM-konsentrasjonen. Grimm EDM 180 bruker også en ekvivalentmetode for måling av svevestøv, men er basert på en optisk målemetode.

Prøveinntaket til Grimm EDM 180 er et TSP-inntak. Det skjer ingen størrelsesselektiv segregering inne i TSP-inntaket. Omgivelsesluften ledes direkte inn i den optiske målecellen. Partiklene i luftprøven detekteres ved lysspredning inne i målecellen. Spredningslyspulsen til hver enkelt partikkel telles. Intensiteten til signalet klassifiseres til ulike partikkelstørrelser. Partikkelstørrelsen er proporsjonal med intensiteten til det detekterte spredningslyssignalet, mens spredningslysintensiteten også påvirkes av partiklenes brytningsindeks, partikkelform og orientering av partikkelen innenfor målevolumet. Metoden er avhengig av at de målte partiklene har lignende optiske egenskaper og tetthet som støvet som er brukt til kalibrering. Instrumentene er kalibrert for bruk i byer der en blanding av trafikkgenerert støv og forbrenningsstøv dominerer.

Det observeres større usikkerhet i beregningen av PM_{2.5}/PM₁₀ forholdet for TEOM-målinger, sammenlignet med Grimm-målinger, siden PM_{2.5} og PM₁₀ i TEOM er uavhengige målinger. Ved Grimm (og andre optiske PM-monitører) klassifiseres PM_{2.5}-fraksjonen og PM₁₀-fraksjonen fra lysspredningssignalet (samme måling). Dette fører til at tidsserien for PM-forholdet ser renere ut for optiske målemetoder sammenlignet med TEOM-målinger.

2.2 Regelverk og anbefalinger for luftkvalitet i Norge

Utendørs luftkvalitet er i Norge regulert i forurensningsforskriften⁷ 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 (erstattet av revidert luftkvalitetsdirektiv EU 2024/2881 som ikke er i kraft enda i Norge), og inneholder en rekke grenseverdier, målsettingsverdier og vurderingsterskler 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 PM₁₀ og PM_{2.5} er gitt i Tabell 1 (venstre del). Døgn grenseverdien for PM₁₀ på 50 µg/m³ skal ikke overskrides mer enn 25 ganger per kalenderår. Dette betyr at den 26. høyeste målte døgnmiddelverdien ikke skal overskride grenseverdien. Samme tabell viser også grenseverdier i det reviderte EU-direktivet, med grå skrift.

Forurensningsforskriften definerer også vurderingsterskler som er forurensningsnivåer lavere enn grenseverdien som angir krav til målenett og tiltaksutredning (§7-11). Det skal gjennomføres målinger og tiltaksutredning ved overskridelse av øvre vurderingsterskel (§7-14). Mellom øvre og nedre vurderingsterskel

⁶ DF står for «dual flow», dvs. to separate prøvestrømmer

⁷ Forurensningsforskriften kapittel 7, <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/kap7#kap7>

reduseres krav om målinger, det er tilstrekkelig med veiledende⁸ målinger. Under nedre vurderingsterskel vil det ikke være behov for målinger. Nivåene for PM₁₀ og PM_{2.5} er spesifisert i Tabell 1. I det reviderte luftkvalitetsdirektivet ble øvre og nedre vurderingsterskel erstattet av én vurderingsterskel. Vurderingsterskelen i det reviderte luftkvalitetsdirektivet, som gjelder i medlemsland fra 2030, er vist i høyre delen av Tabell 1 i grå skrift.

Tabell 1: Grenseverdier for PM₁₀ og PM_{2.5} i henhold til forurensningsforskriften §7 (venstre del av tabellen). Grenseverdier i revidert EU direktiv (2024/2881/EU) er gitt med grå bokstaver i høyre del av tabellen. Tall i parenteser viser tillatt antall overskridelser av døgngrenseverdi og vurderingsterskler per kalenderår.

PM _x	Midlingstid	Grenseverdi Norge	Vurderingsterskel Norge	Grenseverdi EU	Grenseverdi EU	Vurderingsterskel EU
		Forurensningsforskriften §7	Forurensningsforskriften §7	EU 2024/2881 Fra 11. des. 2016	EU 2024/2881 Fra 1. jan. 2030	EU 2024/2881
PM ₁₀	Døgn	50 µg/m ³ (25 x)	35 / 25 µg/m ³ (25 x)	50 µg/m ³ (35 x)	45 µg/m ³ (18 x)	-
	År	20 µg/m ³	17 / 15 µg/m ³	40 µg/m ³	20 µg/m ³	15 µg/m ³
PM _{2.5}	Døgn	-	-	-	25 µg/m ³ (18 x)	-
	År	10 µg/m ³	7 / 5 µg/m ³	25 µg/m ³	10 µg/m ³	5 µg/m ³

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

Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet har i tillegg fastsatt luftkvalitetskriterier for en rekke komponenter. Luftkvalitetskriteriene 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 PM₁₀ og PM_{2.5} er luftkvalitetskriterier for døgnmiddel og årsmiddel gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Luftkvalitetskriterier for PM₁₀ og PM_{2.5}. Kilde: Folkehelseinstituttet

	Døgn	År
PM ₁₀	30	15
PM _{2.5}	15	5

Tabell 3: Forurensningsklasser for PM₁₀ og PM_{2.5}. Kilde: Miljødirektoratet⁹

	PM ₁₀	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM _{2.5}
	Time	Døgn	Time	Døgn
Lite	< 60	< 30	< 30	< 15
Moderat	60 – 120	30 – 50	30 – 50	15 – 25
Høyt	120 – 400	50 – 150	50 – 150	25 – 75
Svært høyt	> 400	> 150	> 150	> 75

⁸ «Veiledende målinger» er målinger som oppfyller mindre strenge datakvalitetsmål enn faste målinger. Datakvalitetsmål for veiledende målinger er: minst 14% tidsdekning, jevnt fordelt over året.

⁹ Miljødirektoratet: Helseråd og forurensningsklasser https://luftkvalitet.miljodirektoratet.no/artikkel/artikler/helserad_og_forurensningsklasser/#Forurensningsklasser

Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Helsedirektoratet, Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet har samarbeidet om å utarbeide forurensningsklasser og helseråd for en rekke komponenter, blant annet PM₁₀ og PM_{2,5}, se Tabell 3. For PM₁₀ karakteriseres nivåene av forurensning som lite (timemiddelkonsentrasjon < 60 µg/m³), moderat (60 – 120 µg/m³), høyt (120 – 400 µg/m³) og svært høyt (> 400 µg/m³).

3 Resultater

PM-målingene fra stasjonen Fiskå analyseres og vurderes ved hjelp av lokale meteorologiske målinger. Resultatene belyses også med hensyn på andre tilgjengelige og relevante målinger, f.eks. PM-målinger ved andre målestasjoner i Kristiansand kommune, meteorologiske målinger ved de nærmeste målestasjonene knyttet til Meteorologisk institutt og bakgrunnsnivå ved Birkenes.

3.1 Meteorologi 2025

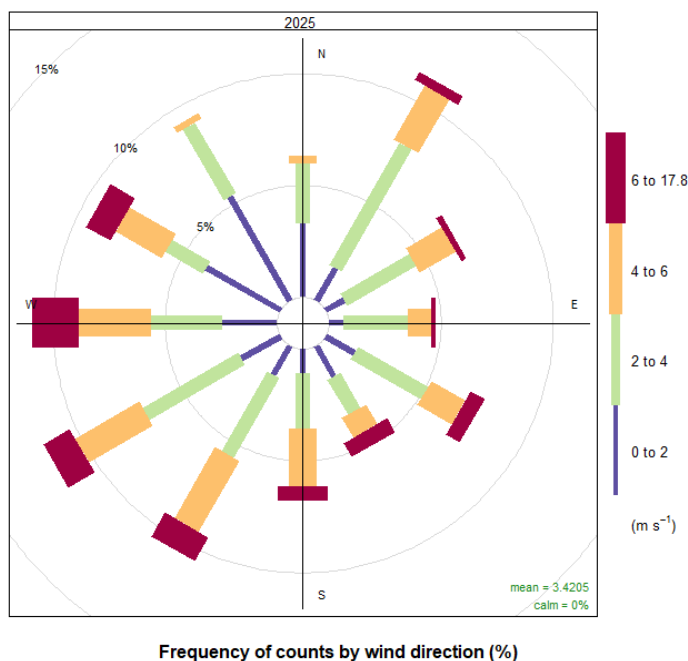
Meteorologiske målinger, spesielt vindretning og -hastighet, er grunnleggende for å bestemme spredning, transport og avsetning av luftforurensning. I et måleprogram hvor det gjøres kontinuerlige målinger (med monitorer) er det derfor svært viktig å samtidig måle meteorologiske parametere.

I forbindelse med et prosjekt for Elkem Carbon utfører NILU meteorologiske målinger på bedriftsområdet til Elkem, ca. 190 m fra målestasjonen Fiskå. De viktigste tilgjengelige parametere er vindretning, vindhastighet, nedbør, relativ luftfuktighet og temperatur.

Vindretning og vindhastighet

Vindrosen hos Elkem, midlet over hele året 2025 (1. januar 2025 – 31. desember 2025), er vist i Figur 2. Vindrosen viser fordelingen av vindhastighet og vindretning, dvs. med hvilken frekvens det forekommer vind fra tolv 30° vindretningssektorer, ved målestedet. I motsetning til tidligere år der vind fra sørvest dominerte, hadde vindrosen i 2025 dominerende vind fra sektorene sørvest og vest (ca. 36% av året). Vind fra nordlige sektorer ble observert ca. 27% av året.

Datadekningen i 2025 var ca. 95%. På grunn av tekniske feil og strømbrudd mangler det vinddata i periodene 6. – 21. januar, 2. – 17. februar, 3. – 4. mars og 12. – 13. mai (totalt 479 timer).



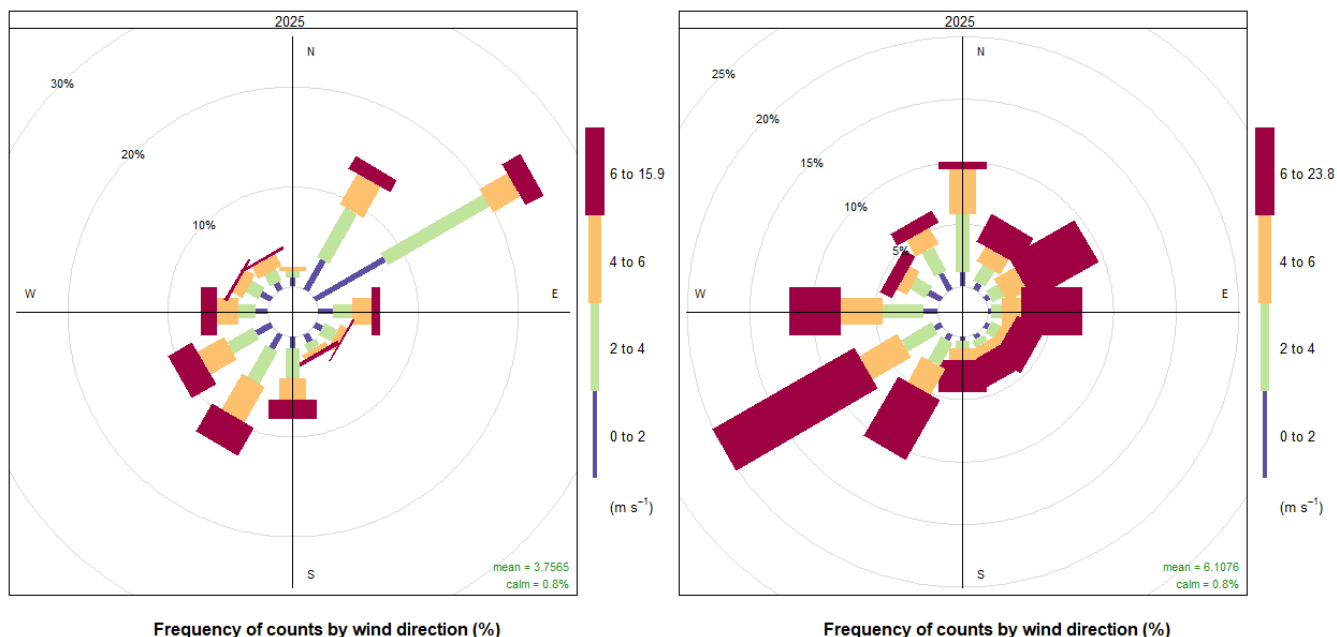
Figur 2: Vindrose hos Elkem for perioden januar – desember 2025. Vindrosen viser frekvensen i prosent av vind i tolv 30-graders sektorer, det vil si hvor ofte det blåste fra disse retningene.

De meteorologiske målingene på bedriftsområdet til Elkem Carbon vil eventuelt ikke videreføres i hele 2026. Derfor skal også vindmålingene fra de to nærmeste meteorologiske stasjonene undersøkes her og sammenlignes med målingene hos Elkem.

Vindrosene fra Kristiansand lufthavn Kjevik (ca. 10 km nordøst for stasjonen Fiskå) og Oksøy fyr ved innseilingen til Kristiansand (ca. 8 km sørvest for stasjonen Fiskå, i den ytre Øygarden ut mot Skagerrak) for hele året 2025 er vist i Figur 3. Det observeres tydelige forskjeller i vindfordelingen på Kjevik og Oksøy fyr, sammenlignet med vindmålingene hos Elkem.

Oksøy ligger på ytre enden av Kristiansandsfjorden og er mer vindutsatt enn både Elkem (Fiskå) og Kjevik. Vindhastigheten er dermed en del høyere enn ved Elkem. Hovedvindretningen ved Oksøy fyr i 2025 har vært fra sørvest. Stasjonen Oksøy fyr har vært i drift siden 1882 og er beskrevet som en «god vindstasjon» (Høgåsen, 1996). Stasjonen ligger i et område der kysten går stort sett i retning SV-NØ. Dette gir opphav til hovedvindretningen fra sørvest.

Målestasjonen Kjevik ligger rett ved Kristiansand lufthavn, et stykke fra kysten, og er mer dominert av lokal topografi. Hovedvindretningen i 2025 var nordøst, som korresponderer med orienteringen til Tovdalselva.



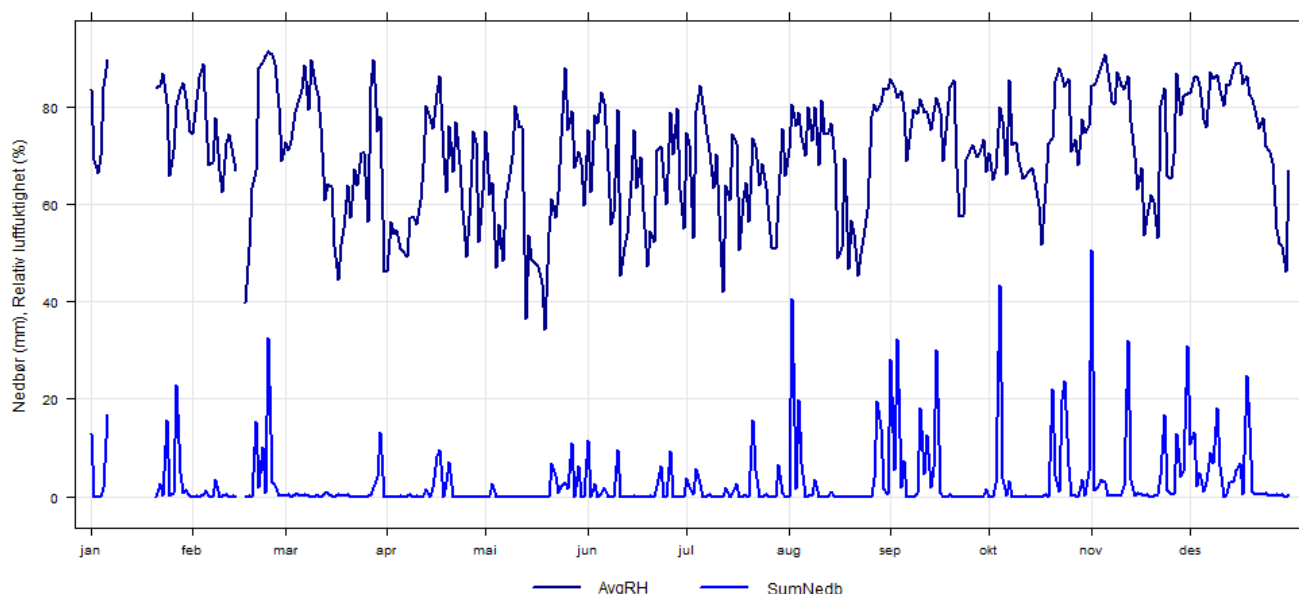
Figur 3: Vindrose Kjevik (venstre) og Oksøy fyr (høyre) for perioden januar – desember 2025.

Nærmere undersøkelse av vindfordelingen ved Elkem, Kjevik og Oksøy fyr viser at avviket i vindretningen sammenlignet med målingene hos Elkem er større for Kjevik enn for Oksøy fyr. Figurene i Vedlegg A viser avviket i vindretningen (i grad) i forhold til vindfordelingen hos Elkem for vindmålinger fra Kjevik og Oksøy fyr for årene 2020 – 2025. Hverken Kjevik eller Oksøy fyr representerer vindfordelingen rundt Fiskå Teknologipark på en god måte. Størst grad av samsvar med vindmønsteret på Fiskå observeres ved Oksøy fyr. Vindmålingene fra Oksøy fyr har en større prosentandel av vindretninger som avviker mindre enn 60 grader fra vindretningen målt ved Elkem enn Kjevik. Vindmålingene fra Kjevik har en stor prosentandel av vindretninger som avviker mer enn 120 grader fra vindretningen målt ved Elkem. De største forskjellene mellom Kjevik og Elkem ble observert for sektorene sørvest, vest-sørvest og vest (målt på Elkem), som er sektorene det blåser mest fra. Denne observasjonen som er basert på målinger i perioden 2020 – 2025, gjelder også for 2025.

Nedbør

Nedbør demper PM₁₀-konsentrasjon og andelen grovt svevestøv, dvs. demper oppvirvling. Effekten er umiddelbar. Ved nedbør er den relative luftfuktigheten forhøyet. Høy luftfuktighet i perioder uten nedbør har også en dempende effekt på konsentrasjonen av grovt svevestøv. Ved høy luftfuktighet observeres mindre oppvirvling.

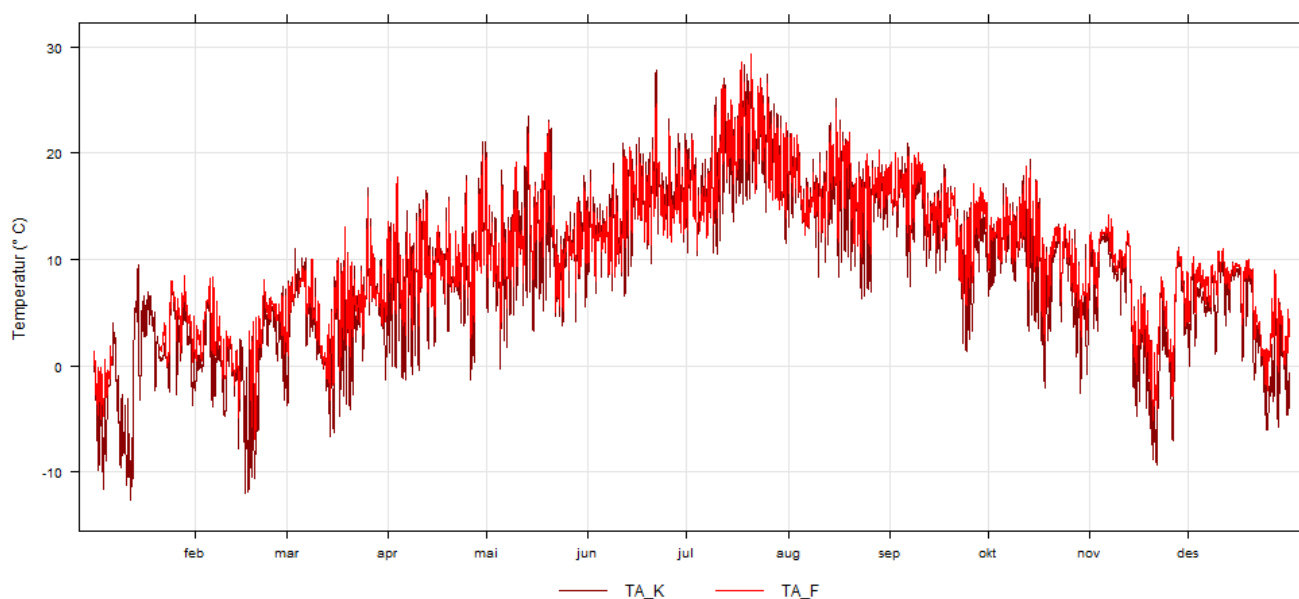
I 2025 ble det observert mest nedbør på høsten og vinteren (periode august – desember). Nedbørmengden per døgn i 2025 er vist i Figur 4 (sammen med relativ luftfuktighet). Lite nedbør på våren når veiene tørker opp etter vinteren kan føre til forhøyd svevestøvnivå gjennom oppvirvling, spesielt i nærheten av veiene.



Figur 4: Døgnnedbør (mm) og relativ luftfuktighet (døgnmidler, %) målt ved Elkem i 2025.

Temperatur

Målinger av lufttemperaturen foretas på bedriftsområdet til Elkem (ca. 47 m over bakken). Temperaturmålinger fra Kjevik (10 km fra Fiskå, noe tilbaketrukket fra kysten) er også tilgjengelige. Temperaturen målt ved Elkem og Kjevik i 2025 er vist i Figur 5. Ved lav temperatur øker bruk av vedfyring i boligområdene og medfører utslipp av svevestøv. I 2025 har det vært episoder med temperaturer under 0°C i januar, i midten av februar, i november og i slutten av desember.



Figur 5: Temperatur målt ved Elkem (rød) og ved Kjevik (mørkerød) i 2025. Kilde for målinger fra Kjevik: <https://seklima.met.no/observations/>

Siden det ikke måles vertikale temperaturprofiler, hverken ved Elkem eller ved Kjevik, er det vanskelig å slå fast om det har vært inversjonsforhold under periodene det ble observert minusgrader. Temperaturen observert ved Kjevik om vinteren er ofte lavere enn temperaturen observert ved Elkem. Det skyldes sannsynligvis hovedsakelig at Elkem ligger rett ved kysten.

Inversjonsforhold oppstår på kalde, klare, vindstille dager. Bakken kjøles raskt ned ved utstråling og luften nær bakken blir kaldere enn luften over (dvs. temperaturen øker med høyden). Dette hemmer vertikal blanding av luften og forurensning kan samle seg nær bakken. I Kristiansand forekommer inversjonsforhold sjelden, sammenlignet med innlandsbyer, er mindre utpreget, og er kortvarige.

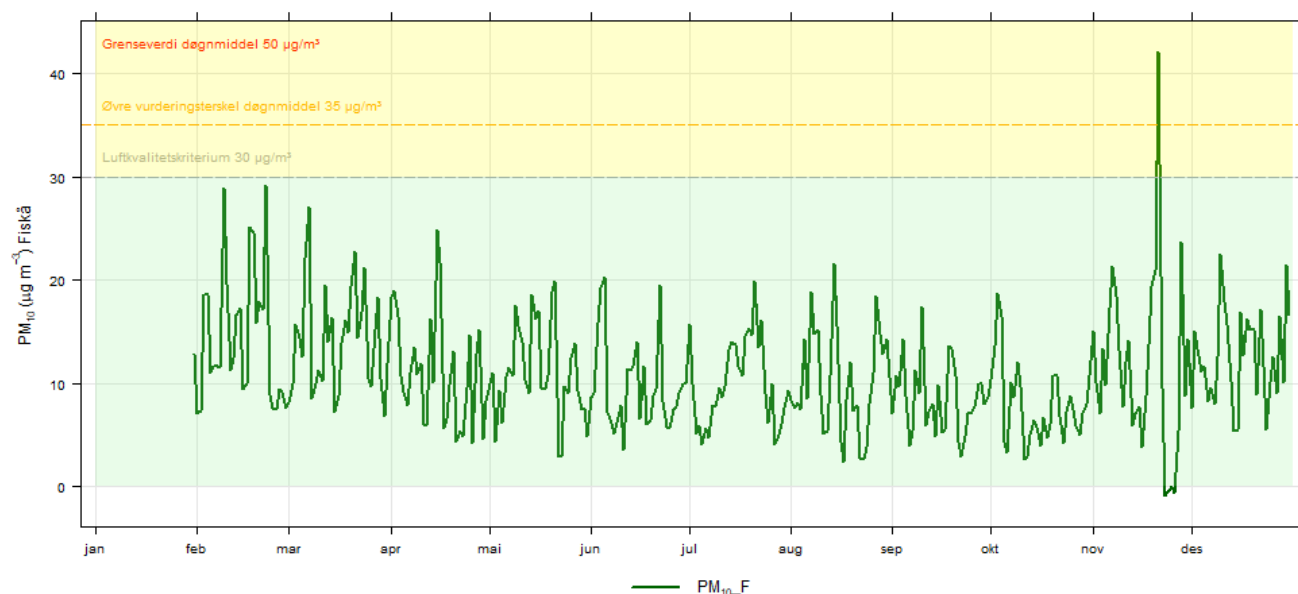
3.2 Svevestøv ved Fiskå

Målingene med PM-monitor ved Fiskå i perioden 31. januar – 31. desember 2025 (kalenderåret 2025) ga et PM₁₀-årsmiddel på 11,0 µg/m³. Dette er lavere enn årsgrenseverdien, øvre og nedre vurderingsterskel i forurensningsforskriften (hhv. 20, 17 og 15 µg/m³, se Tabell 1), som gjelder over et kalenderår. Også grenseverdiene i det reviderte EU-direktivet var overholdt (40 µg/m³, senere 20 µg/m³). Når de nye reglene trer i kraft i Norge avhenger av når direktivet tas inn i EØS-avtalen. Årsmiddelverdien var også lavere enn det norske luftkvalitetskriteriet på 15 µg/m³ (Tabell 2).

PM_{2.5}-årsmiddelet ved Fiskå i 2025 var 5,2 µg/m³. Dermed var årsgrenseverdien og øvre vurderingsterskel i forurensningsforskriften overholdt (hhv. 10 og 7 µg/m³, se Tabell 1). Også grenseverdiene i det reviderte EU-direktivet var overholdt (25 µg/m³, senere 10 µg/m³). Årsmiddelverdien for PM_{2.5} var litt over luftkvalitetskriteriet på 5 µg/m³ og nedre vurderingsterskel (og den fremtidige vurderingsterskelen i EU), som også ligger på 5 µg/m³.

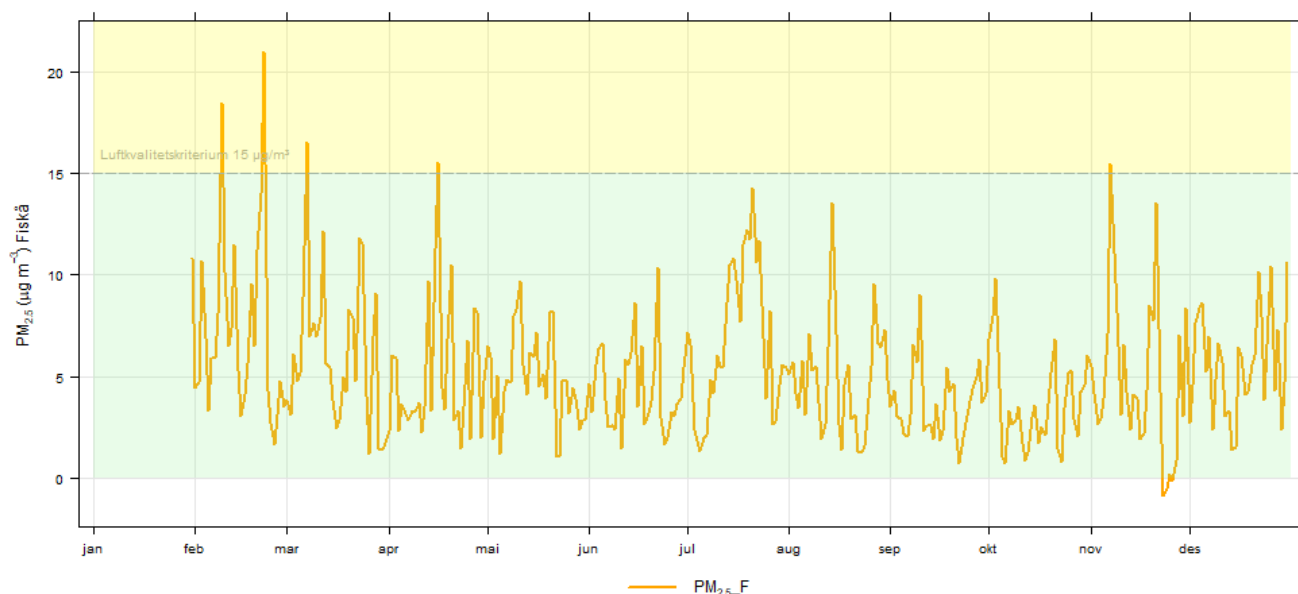
Målingene kom i gang 31. januar 2025, det mangler data fra 1. januar til 31. januar. Datadekningen på 90,6% tilfredsstiller likevel minstekravet til datadekning på 90% (2008/50/EU).

Døgnmiddelverdiene for PM₁₀ målt ved Fiskå i måleperioden er vist i Figur 6. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ observert i måleperioden var 43,6 µg/m³. Dermed er grenseverdien i forurensningsforskriften overholdt (50 µg/m³, se Tabell 1). Øvre vurderingsterskel på 35 µg/m³ og nedre vurderingsterskel på 25 µg/m³ var også overholdt. Verdiene er tillatt overskredet 25 ganger i løpet av et kalenderår, men bare ett døgn med middelverdi over 35 µg/m³ ble observert. Også grenseverdiene i det reviderte EU-direktivet er overholdt (50 µg/m³, senere 45 µg/m³). Ett døgnmiddel var større enn luftkvalitetskriteriet på 30 µg/m³. Bakgrunnsfargen i figuren angir forurensningsklassene for PM₁₀-døgnmidler (se Tabell 3). Det ble hovedsakelig observert PM₁₀-døgnmidler under 30 µg/m³. Dette nivået representerer både luftkvalitetskriteriet og øvre grense for forurensningsklassen «lite forurensning». Ett døgnmiddel i 2025 (21. november) var innenfor konsentrasjonsintervallet for «moderat forurensning» med 43,6 µg/m³. Vindretningen 21. november 2025 var hovedsakelig fra nordvest. PM₁₀-døgnmiddelkonsentrasjonen ved Fiskå varierte lite i løpet av året, sammenlignet med noen veinære målestasjoner. Trafikk regnes ikke som en dominerende kilde til PM₁₀ ved målestasjonen Fiskå.



Figur 6: *PM₁₀-døgnmiddelkonsentrasjoner ved Fiskå i måleperioden 2025. Den høyeste døgnmiddelverdien var under grenseverdien på 50 µg/m³. Én døgnmiddelverdi lå over øvre vurderingsterskel på 35 µg/m³ (25 overskridelser tillatt per kalenderår) som er vist med oransje stiplet linje.*

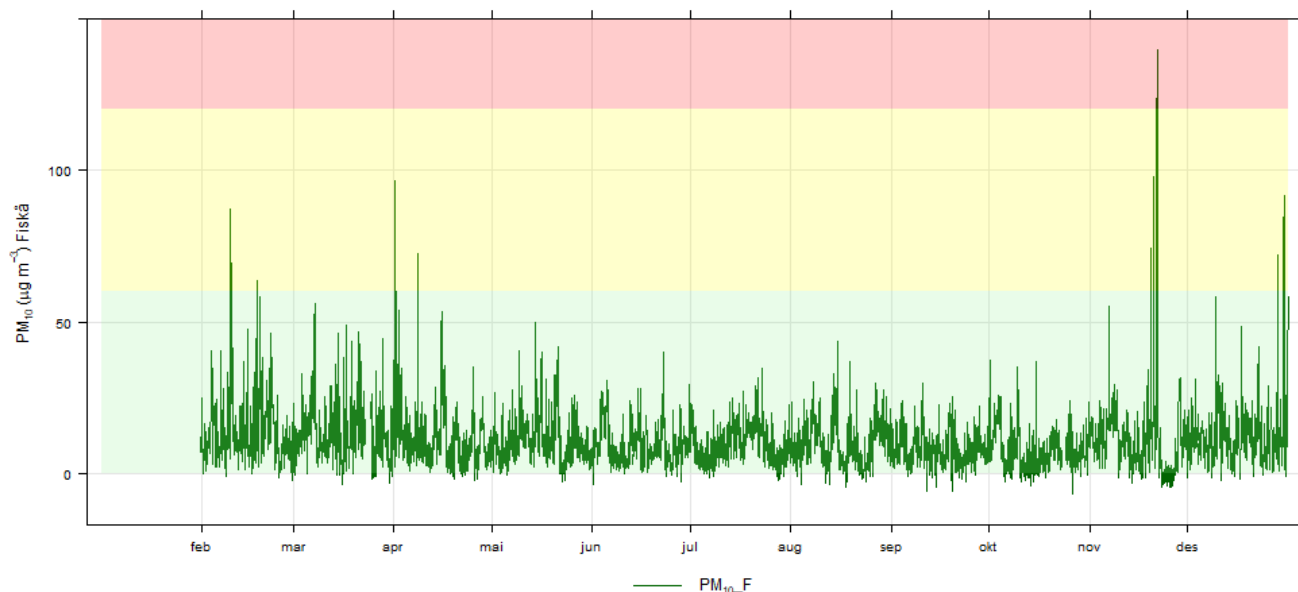
Figur 7 viser døgnmiddelverdiene for PM_{2.5} målt ved Fiskå i måleperioden. Den høyeste PM_{2.5}-døgnmiddelkonsentrasjonen i 2025 var 20,7 µg/m³. Det finnes aktuelt ingen grenseverdi for PM_{2.5} døgnmidler i forurensningsforskriften. Det reviderte EU-direktivet innfører en grenseverdi på 25 µg/m³ (18 tillatte overskridelser) med virkning i medlemsland fra 1. januar 2030. Også denne verdien var overholdt ved Fiskå i 2025. Luftkvalitetskriteriet på 15 µg/m³ ble overskredet for 5 døgn ved Fiskå. Bakgrunnsfargen i figuren angir forurensningsklassene for PM_{2.5}-døgnmidler (se Tabell 3). Også PM_{2.5}-døgnmidlene var hovedsakelig innenfor forurensningsklassen «lite forurensning», med døgnmidler under 15 µg/m³, som også er nivået som representerer luftkvalitetskriteriet for døgnmidler. Fem PM_{2.5}-døgnmidler i 2025 var innenfor konsentrasjonsintervallet for «moderat forurensning», 9. februar, 22. februar, 7. mars, 16. april og 7. november (de 2 siste var så vidt over 15 µg/m³).



Figur 7: *PM_{2.5}-døgnmiddelkonsentrasjoner ved Fiskå i måleperioden 2025. Det finnes ingen grenseverdi for PM_{2.5}-døgnmidler i forurensningsforskriften. Luftkvalitetskriteriet på 15 µg/m³ (grå stiplet linje) ble overskredet fem ganger.*

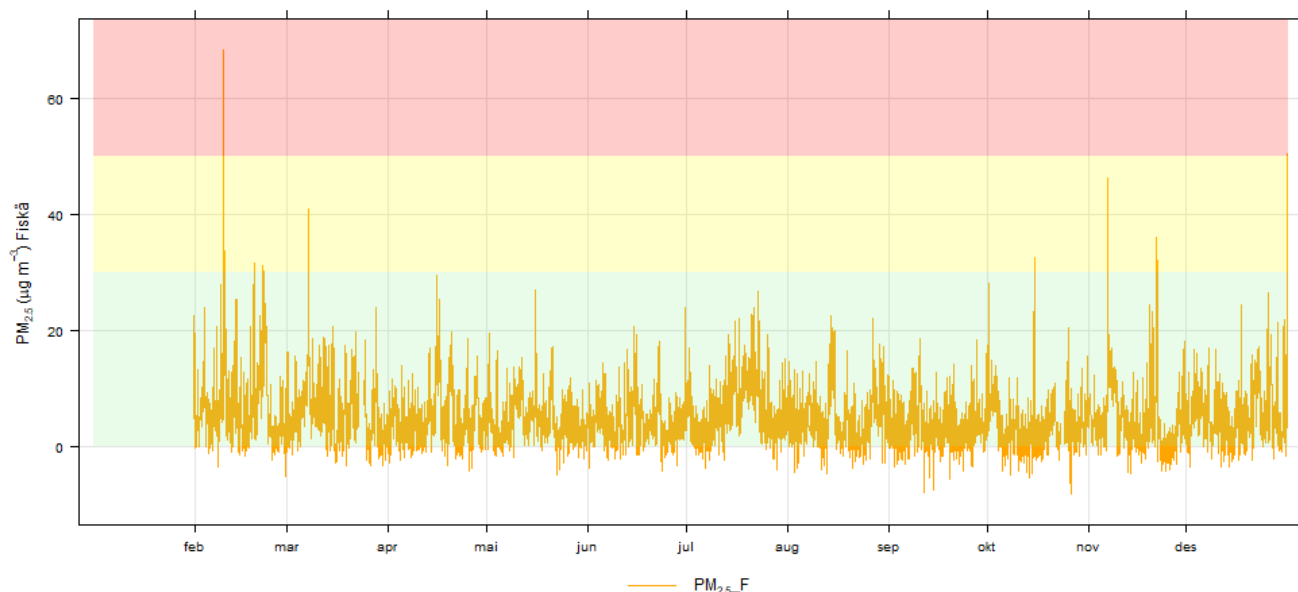
Dataene for PM₁₀ og PM_{2.5} i perioden 22. november – 26. november viser uvanlig lave konsentrasjoner. Det er imidlertid ikke registrert noe spesielt eller tekniske feil på FDMS-instrumentet ved Fiskå i denne perioden.

PM₁₀-timemidler målt ved Fiskå i 2025 er vist i Figur 8. Høyeste PM₁₀-timemiddel i måleperioden var 140 µg/m³. Det finnes ingen grenseverdi og ingen luftkvalitetskriterium på PM-timemidler. Bakgrunnsfargen i figuren angir forurensningsklassene for PM₁₀-timemidler (se Tabell 3). Det ble hovedsakelig observert PM₁₀-timemidler under 60 µg/m³, dvs. forurensningsklasse «lite forurensning». Enkelte timeverdier i februar, april, november og desember var i klassen «moderat forurensning» og en episode i november ga to timemidler i klassen «høy forurensning» ved Fiskå. I samme periode ble det imidlertid også observert høyt svevestøvnivå ved de andre målestasjonene i Kristiansand. PM₁₀-timemidler over 60 µg/m³ er diskutert nærmere i kapittel 4.2.



Figur 8: *PM₁₀-timemiddelverdier ved Fiskå i måleperioden 2025. Det finnes ingen grenseverdi for PM-timemidler i forurensningsforskriften. Forurensningsklasser vises med fargekode: grønn (lite), gul (moderat), rød (høyt).*

Figur 9 viser PM_{2.5}-timemidler målt ved Fiskå i 2025. Høyeste PM_{2.5}-timemiddel var 68,6 µg/m³. Det finnes ingen grenseverdi og ingen luftkvalitetskriterium på PM-timemidler. Bakgrunnsfargen i figuren angir forurensningsklassene for PM_{2.5}-timemidler. Det ble hovedsakelig observert PM_{2.5}-timemidler under 30 µg/m³, dvs. forurensningsklasse «lite forurensning». Enkelte timeverdier i februar, mars, oktober og november var i klassen «moderat forurensning». Én timeverdi i februar ligger i klassen «høy forurensning». Lavt svevestøvnivå ved andre stasjoner i Kristiansand i samme tidsrom tyder på at konsentrasjonstoppen skyldes lokale kilder. PM_{2.5}-timemidler over 30 µg/m³ er diskutert nærmere i kapittel 4.2.



Figur 9: $PM_{2.5}$ -timemiddelverdier ved Fiskå i måleperioden 2025. Det finnes ingen grenseverdi for PM -timemidler i forurensningsforskriften. Forurensningsklasser vises med fargekode: grønn (lite), gul (moderat), rød (høyt).

90,4% av PM_{10} og $PM_{2.5}$ -timemidler var innenfor forurensningsklassen for «lite forurensning». Merk at det ikke foreligger data for 9,4% av timene i 2025. Forurensningsklassen «moderat forurensning» var representert av hhv. 17 timer for PM_{10} og 16 timer for $PM_{2.5}$ (begge 0,2% av timene i året). Timemiddelkonsentrasjoner i forurensningsklassen «høy forurensning» ble observert i 2 timer i 2025 for både PM_{10} (begge i november) og $PM_{2.5}$ (én time i februar og én time på nyttårsaften). Timene med moderat og høy forurensning er undersøkt nærmere i kapittel 4.2.

3.3 Svevestøv i nærheten

Svevestøv måles i Kristiansand også ved bybakgrunnsstasjonen Stener Heyerdahl i Kristiansand sentrum og den veinære stasjonen Bjørndalssletta øst for Kristiansand sentrum. Som nevnt i kapittel 2.1 er det brukt en optisk metode (Grimm EDM 180) til måling av PM_{10} og $PM_{2.5}$ ved begge stasjonene. Både TEOM 1405 DF og Grimm EDM 180 er godkjent i Norge som målemetoder ekvivalente med referansemetoden og bruk av ulike instrumenter bør ikke ha noe å si. Likevel har det blitt observert forskjeller mellom målemetodene ved noen norske stasjoner. Målemetodene er beskrevet i kapittel 2.1.

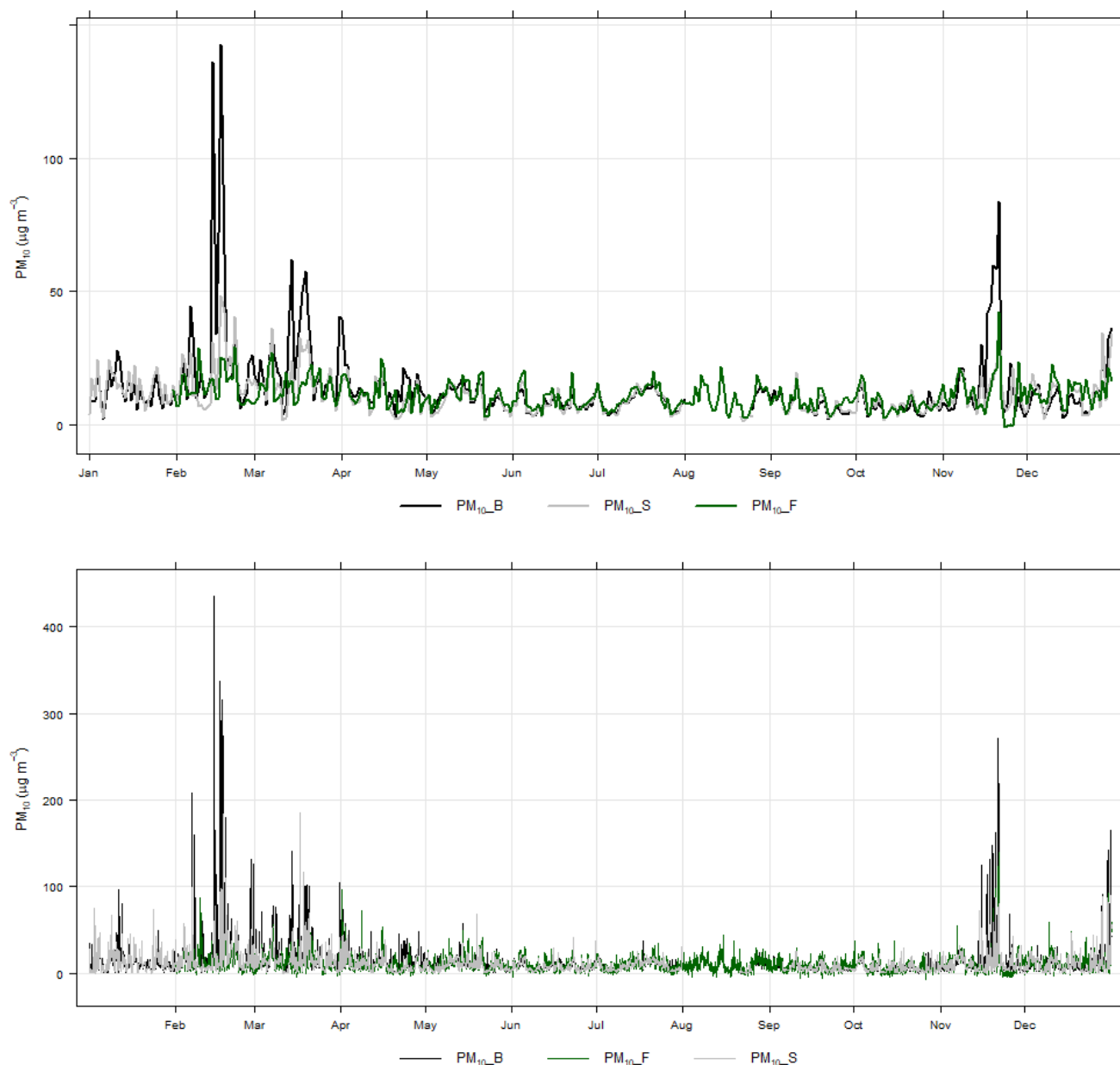
Tabell 4 gir en oversikt over PM_{10} og $PM_{2.5}$ -nivået ved de tre PM -målestasjonene i Kristiansand. Årsmiddel, høyeste døgnmiddel og høyeste timemiddel i 2025 er vist og antallet døgnmidler over en rekke ulike nivåer (f.eks. grenseverdi, øvre vurderingsterskel, luftkvalitetskriteriet, de fire forurensningsklassene). Fiskå var målestasjonen med lavest konsentrasjonsnivå for PM_{10} og $PM_{2.5}$, og færrest konsentrasjonsverdier over angitte terskler.

Tabell 4: *Sammendrag av målinger av PM₁₀ og PM_{2,5} ved Fiskå, Bjørndalssletta og Stener Heyerdahl i Kristiansand i 2025.*

	PM ₁₀ Fiskå	PM ₁₀ Bjørndalssletta	PM ₁₀ Stener Heyerdahl	PM _{2,5} Fiskå	PM _{2,5} Bjørndalssletta	PM _{2,5} Stener Heyerdahl
Årsmiddel	*11,0 µg/m ³	13,7 µg/m ³	11,1 µg/m ³	*5,2 µg/m ³	7,9 µg/m ³	8,0 µg/m ³
Høyeste døgnmiddel	43,6 µg/m ³	139,6 µg/m ³	49,5 µg/m ³	20,7 µg/m ³	36,2 µg/m ³	36,0 µg/m ³
Antall > GV (50 µg/m ³)	0	10	0	-	-	-
Antall > ØVT (35 µg/m ³)	1	19	6	-	-	-
Antall > LKK (30 / 15 µg/m ³)	1	25	10	5	30	28
Lite	333	313	325	329	308	307
Moderat	1	15	10	5	24	24
Høyt	0	10	0	0	6	4
Svært høyt	0	0	0	0	0	0
Høyeste timemiddel	140,0 µg/m ³	435,7 µg/m ³	185,5 µg/m ³	68,6 µg/m ³	86,1 µg/m ³	100,9 µg/m ³

*Målingene ved Fiskå begynte 31. januar 2025

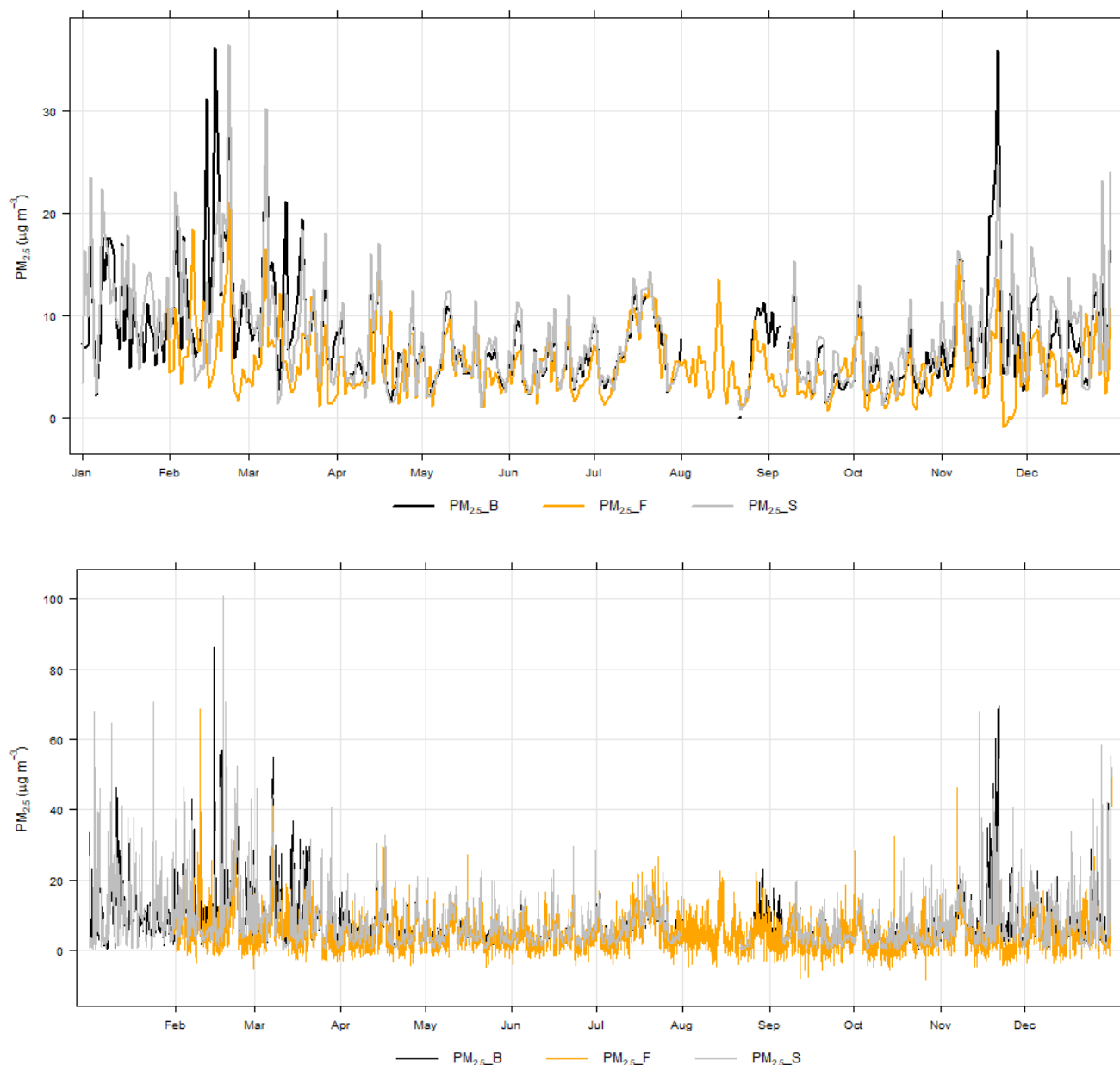
Figur 10 og Figur 11 viser tidsvariasjonen av PM₁₀ og PM_{2,5} over året (døgnmidler og timemidler). Både PM₁₀ og PM_{2,5}-konsentrasjonen samvarierte til en høy grad ved de tre stasjonene på sommeren. Dette tyder på at lokale kilder bidro lite. Lokale forskjeller mellom stasjonene ble hovedsakelig observert i februar, mars og i november. PM₁₀-konsentrasjonene ved den veinære stasjonen Bjørndalssletta var høye i februar, mars og i november. Dette skyldes sannsynligvis oppvirvling langs veien, tørr veioverflate og evt. piggdekkbruk (79% piggfri i Kristiansand i 2025). Det er regelmessig renhold av veiene. I perioden oktober – april er minimumskravet at Europaveier, fylkesveier og riksveier feies tre ganger i uka. Kristiansand kommune peker ut februar 2025 som en periode med veldig utfordrende forhold.



Figur 10: Døgnmidler (øvre plot) og timemidler (nedre plot) av PM_{10} i Kristiansand ved Fiskå (grønn), Bjørndalssletta (svart) og Stener Heyerdahl (grå) i måleperioden 2025.

Høyest $PM_{2.5}$ -timemiddel i 2025 ble målt ved Stener Heyerdahl. Konsentrasjonen på $100,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble observert 17. februar (kl. 18-19). Temperaturen var litt under null. Høye $PM_{2.5}$ -konsentrasjoner i hele Kristiansand-området, men spesielt ved Bjørndalssletta og Stener Heyerdahl tyder på vedfyring på kvelden som en sannsynlig forklaring.

Et forhøyd $PM_{2.5}$ -nivå i midten av juli ble observert ved alle tre målestasjonene i Kristiansand. Forhøyd $PM_{2.5}$ og PM_{10} -konsentrasjon i midten av juli ble også observert av andre målestasjoner i Sør-Norge (bybakgrunnsstasjoner i Grenland, Fredrikstad, Oslo, Stavanger, Bergen). Dette tyder på et betydelig langtransportert bidrag.



Figur 11: Døgnmidler (øvre plot) og timemidler (nedre plot) av $PM_{2.5}$ i Kristiansand ved Fiskå (oransje), Bjørndalssletta (svart) og Stener Heyerdahl (grå) i måleperioden 2025.

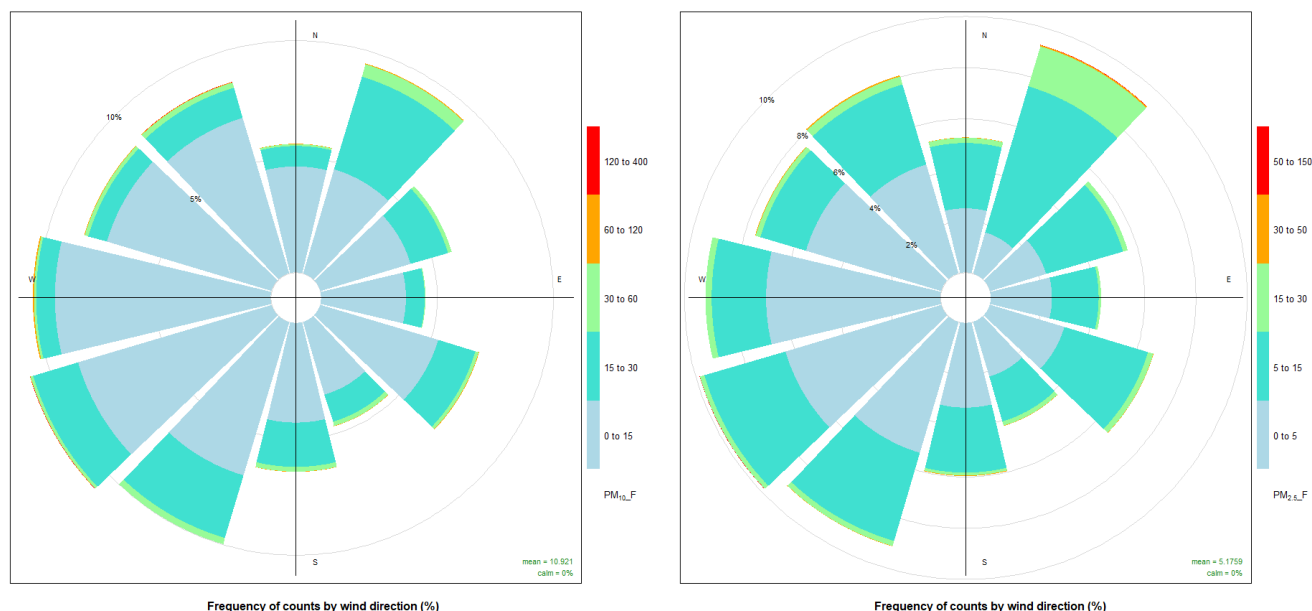
Svevestøvnivået ved den regionale bakgrunnsstasjonen Birkenes i 2024 var $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM_{10}) og $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($PM_{2.5}$) som årsmidler. I perioden 2000 – 2024 ble en nedgang i svevestøvkonsentrasjonen observert ved Birkenes på $-1,62\%/år$ for PM_{10} og $-2,22\%/år$ for $PM_{2.5}$ (Aas et al., 2025). Data for 2025 er ikke tilgjengelige enda.

4 Diskusjon

4.1 Forurensningsroser

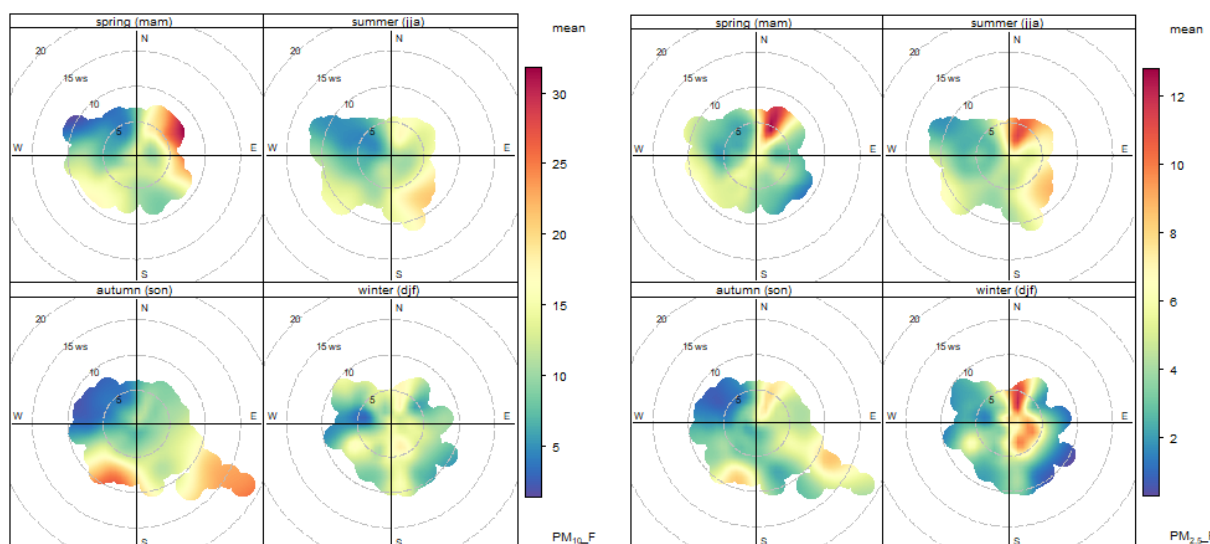
Forurensningsroser (Figur 12) viser sammenheng mellom svevestøvkonsentrasjon målt på Fiskå og vindretning målt ved Elkem for tolv 30° vindretningssektorer, basert på timemiddelverdier. Konsentrasjonen er presentert

av en fargeskala fra blå (lav konsentrasjon) til rød (høy konsentrasjon). Fargene orienterer seg til forurensningsklassene (se Tabell 3). Som nevnt ovenfor, var svevestøvkonsentrasjonen ved Fiskå generelt lav. De laveste konsentrasjonene, dvs. PM_{10} under $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $PM_{2.5}$ under $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble oftest observert ved vind fra vestlig kant. PM_{10} -konsentrasjoner mellom $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og særlig $PM_{2.5}$ -konsentrasjoner mellom $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dvs. øvre halvparten av forurensningsklassen «lite») ble oftest observert ved vind fra nord-nordøst, der bedriften Elkem ligger. Men som nevnt, er dette fremdeles lave konsentrasjoner.



Figur 12: Forurensningsroser for PM_{10} (venstre) og $PM_{2.5}$ (høyre) for måleperioden 2025, basert på timemiddelverdier av PM_{10} og $PM_{2.5}$ målt på Fiskå og vindretning målt på bedriftsområdet til Elkem.

Forurensningsrosene som er gitt ovenfor, viser effekten av vindretningen på spredningen av en forurensningskomponent, dvs. fargene viser bidraget til forurensning forårsaket av vind fra en gitt retning. Et polart plot viser effekten av både vindhastighet og vindretning på forflyttingen av luftforurensning. Dvs. den illustrerer konsentrasjonsmiddelet ved målestasjonen basert på vindretning og -hastighet. Polar plot for PM_{10} målt på Fiskå (Figur 13, venstre del) tyder på at høyest PM_{10} -konsentrasjon ved Fiskå om våren ble spesielt observert ved vind fra nordøst og i mindre grad ved vind fra sørvest. Tørking av veiene og evt. bedriftsområdet etter vinteren og oppvirvling av støv kan ha forårsaket høyere PM_{10} -konsentrasjon ved Fiskå enn ved vind fra f.eks. nordvest. De høyeste PM_{10} -konsentrasjonene om sommeren og spesielt høsten kan tilordnes særlig vind og kan peke på langtransporterte bidrag, sjøsalt etc. På vinteren var det ingen retning som fremsto med høyere PM_{10} -bidrag enn andre retninger. Polar plot for $PM_{2.5}$ (Figur 13, høyre del) viser høyeste bidrag fra en definert sektor nordøst for målestasjonen. Aktivitet ved Elkem Carbon er en sannsynlig kilde for disse $PM_{2.5}$ -bidragene. Høyere bidrag enn fra andre sektorer ble også observert ved vind fra sørvest. Det er vanskelig å angi mulige kilder for disse bidragene.



Figur 13: Polar plot for PM_{10} (venstre) og $PM_{2.5}$ (høyre) for måleperioden 2025 (delt opp i årstider), basert på timemiddelverdier av PM_{10} og $PM_{2.5}$ målt på Fiskå og vindretning og -hastighet målt på bedriftsområdet til Elkem. Fargene angir lavest konsentrasjon i blå og høyest konsentrasjon i rød, dvs. her indikerer fargene ikke en vurdering mot forurensningsklasser, grenseverdier eller lignende.

4.2 Forurensningsklasser moderat og høy

Timekonsentrasjonene i forurensningsklassene moderat og høy, målt ved Fiskå (se Figur 12), ble undersøkt nærmere. Tabell 5 viser PM_{10} -timekonsentrasjonene i moderat og høy forurensningsklasse ved Fiskå, konsentrasjonene målt samtidig ved Bjørndalssletta og Stener Heyerdahl og noen meteorologiske parametere målt samtidig.

Under alle episodene med forhøyd PM_{10} -konsentrasjon (dvs. forurensningsklasser «moderat» og «høy») ved Fiskå var det oppholdsvær og forholdsvis lav relativ luftfuktighet.

Flere av episodene med forhøyd PM_{10} -konsentrasjon ved Fiskå var også PM_{10} -nivået ved Bjørndalssletta og Stener Heyerdahl forhøyd, f.eks. 17. februar, 20. november, 21. november og 30. desember. Dette var også periodene med temperaturer tydelig under null i Kristiansand. Episodene ble observert på vinteren ved lav vindhastighet og det er sannsynlig at det var forhøyd PM_{10} -nivå i hele regionen Kristiansand.

Tidlig i februar (9. februar) ble det målt tydelig høyere PM_{10} -konsentrasjoner på Fiskå sammenlignet med andre stasjoner i Kristiansand. Vindretningen var fra sektor nordøst. Dette kan tyde på bidrag fra industriområdet. De høye PM_{10} -konsentrasjonene 9. februar korrelerer tidsmessig med nedkjøring av koksovn hos Elkem Carbon og omlegging til fakkell. Det var også diskusjoner mellom Elkem og kommunen om toppene kunne ha sammenheng med en brann i nærområdet, men brannen ble observert over 12 timer før økningen i PM -konsentrasjonen. Hovedparten av partiklene målt som PM_{10} -topper denne ettermiddagen/kvelden var i den fine størrelsesfraksjonen (mindre enn $2,5 \mu m$).

Et annet tilfelle der PM_{10} -konsentrasjonen ved Fiskå var en del høyere enn ved Bjørndalssletta og Stener Heyerdahl var 8. april. Ved svak vind fra sørøst var det én time på formiddagen med en konsentrasjonstopp for

partikler i den grove størrelsesfraksjonen (dvs. mellom 2,5 og 10 μm). Mulig årsak er oppvirvling av støv i nærområdet til stasjonen.

1. april og 19. november var PM_{10} -konsentrasjonene forhøyet både ved Fiskå og ved Bjørndalssletta. I begge tilfellene varte forurensningsperioden lengre ved Bjørndalssletta enn ved Fiskå der det bare var én time.

Tabell 5: PM_{10} -timemiddelkonsentrasjoner i forurensningsklassene moderat (oransje) og høy (rød) ved stasjonen Fiskå, konsentrasjonene målt samtidig ved stasjonene Bjørndalssletta og Stener Heyerdahl, og meteorologiske parametere.

Dato	PM_{10} Fiskå	PM_{10} Bjørndalssletta	PM_{10} Stener Heyerdahl	Sektor	Vind- retning	Vind- hastig- het	Tempera- tur	Nedbør	Rel. Luft- fuktig- het	
9. feb 15-16	87,5	25,5	6,2	NE	31	3,0	2,5	0	59,2	Nedkjøring koksovn
9. feb 19-20	69,5	34,7	6,9	NE	28	2,9	0,0	0	61,9	Nedkjøring koksovn
17. feb 18-19	61,2	274,3	183,7	W	278	2,3	-0,2	0	42,8	Regional
17. feb 20-21	63,7	174,1	92,8	NW	300	2,1	-1,4	0	46,8	Regional
1. apr 09-10	96,6	65,2	22,5	NE	43	1,2	12,5	0	42,2	
8. apr 09-10	72,8	31,0	21,6	SE	135	1,7	8,7	0	50,5	
19. nov 16-17	74,6	69,7	33,9	NW	331	1,4	0,7	0	56,4	
20. nov 16-17	97,9	160,2	87,5	W	277	1,5	-0,5	0	54,3	Regional
21. nov 15-16	107,9	96,5	76,1	W	276	1,0	1,6	0	44,0	Regional
21. nov 16-17	140,0	219,0	72,2	SW	234	0,7	1,2	0	44,8	Regional
21. nov 17-18	137,8	126,4	80,8	NNW	337	0,6	1,1	0	47,8	Regional
21. nov 18-19	82,7	104,4	70,9	N	342	0,5	1,6	0	53,0	Regional
21. nov 19-20	76,6	82,3	70,1	WNW	292	0,5	2,0	0	56,6	Regional
21. nov 20-21	72,6	58,9	72,0	W	279	0,5	1,6	0	61,1	Regional
21. nov 21-22	61,8	42,3	61,5	SE	148	0,6	1,2	0	65,4	Regional
28. des 16-17	72,1	45,4	61,7	SW	245	0,7	4,0	0	40,9	
30. des 16-17	77,8	119,5	76,2	N	348	0,9	1,9	0	42,7	Regional
30. des 17-18	91,9	142,1	82,3	S	175	0,7	1,2	0	48,0	Regional
30. des 18-19	60,3	83,5	71,0	SE	133	1,4	1,2	0	47,3	Regional

På samme måte viser Tabell 6 $\text{PM}_{2.5}$ -timekonsentrasjonene i moderat og høy forurensningsklasse ved Fiskå, konsentrasjonene målt samtidig ved Bjørndalssletta og Stener Heyerdahl og noen meteorologiske parametere målt samtidig.

Også for $\text{PM}_{2.5}$ var det noen episoder med forhøyd konsentrasjonsnivå i hele Kristiansand, som anses som regionalt økt forurensningsnivå, f.eks. 18. februar, 22. februar, 7. mars og 21. november. Økt $\text{PM}_{2.5}$ -konsentrasjon i flere deler av Kristiansand 31. desember skyldes nok nyttårsraketter og lignende.

Episoden 9. februar med høyere PM_{2,5}-nivå ved Fiskå sammenlignet med andre stasjoner i Kristiansand ble observert ved vind fra nordøst. Som nevnt ovenfor er PM-toppene denne dagen sannsynligvis knyttet til nedkjøring av koksovn hos Elkem Carbon og omlegging til fakkell.

21. februar mellom kl. 13 og 14 var PM_{2,5}-nivået ved Fiskå en del høyere enn ved andre stasjoner i Kristiansand. Ved vind fra nordøst er det sannsynlig at industrielle kilder er årsaken for den kortvarig økte konsentrasjonen. PM_{2,5}/PM₁₀-forholdet var 0,89 som tyder på en forbrenningskilde. Elkem Carbon finner ikke noe spesielt mht. drift av kalsineringsovn som kan forklare økt støvnivå fra forbrenningskilde. Det foregikk lossing av en båtlast med kalsinert petrolkoks ved Elkems kai denne dagen. Det er ikke utenkelig at aktiviteten kan ha bidratt til en økning i svevestøvkonsentrasjonen.

15. oktober mellom kl. 10 og 11 viste PM_{2,5}-konsentrasjonen ved Fiskå moderat forurensning i området. Høyt PM_{2,5}/PM₁₀-forhold (0,88) tyder på en forbrenningskilde. Vindretningen var fra nordvest, dvs. ikke direkte fra bedriftsområdet. En koksovn (K11) hos Elkem Carbon ble slått ut 14. nov kl. 13:50, dvs. nesten ett døgn før målt topp. Det virker lite sannsynlig at øke PM-konsentrasjon skyldes ovnsgass/støving fra denne.

Også 7. november mellom kl. 0 og 1 på natten var PM_{2,5}-konsentrasjonen ved Fiskå markert høyere enn ved andre stasjoner i Kristiansand. Vindretning fra nordøst og PM_{2,5}/PM₁₀-forhold på 0,84 kan igjen peke på bidrag fra industribedriften. En koksovn (K12) ble slått ut 6. nov kl. 21:13, dvs. noen timer før målt topp, men såpass nærme i tid at man ikke kan utelukke en sammenheng. Elkem Testvirksomhet hadde også drift på sin Pelletsfabrikk på dette tidspunktet, men opplyser at de ikke skal ha hatt utslipp over tak / via nødskorstein på det aktuelle tidspunktet.

Tabell 6: PM_{2,5}-timemiddelkonsentrasjoner i forurensningsklassene moderat (oransje) og høy (rød) ved stasjonen Fiskå, konsentrasjonene målt samtidig ved stasjonene Bjørndalssletta og Stener Heyerdahl, og meteorologiske parametere.

Dato	PM _{2,5} Fiskå	PM _{2,5} Bjørndalssletta	PM _{2,5} Stener Heyerdahl	Sektor	Vindretning	Vindhastighet	Temperatur	Nedbør	Rel. Luftfuktighet	
9. feb 15-16	68,6	7,9	4,9	NE	31	3,0	2,5	0	59,2	Nedkjøring koksovn
9. feb 18-19	39,6	13,9	5,9	NE	28	2,5	0,6	0	61,8	Nedkjøring koksovn
9. feb 19-20	39,4	14,9	5,0	NE	28	2,9	0,0	0	61,9	Nedkjøring koksovn
18. feb 22-23	31,6	32,4	34,7	NW	330	1,8	-1,6	0	61,0	Regional
21. feb 13-14	31,2	13,1	8,6	NE	28	2,6	3,9	0	89,4	
22. feb 01-02	30,3	42,0	46,0	S	193	3,6	8,0	0	84,3	Regional
7. mar 11-12	31,9	42,5	42,3	N	5	0,9	7,3	0,2	81,3	Regional
7. mar 12-13	41,0	54,9	44,2	SE	134	1,6	7,0	0,1	84,5	Regional
7. mar 13-14	38,3	45,0	-	S	179	2,8	7,3	0	85,5	Regional
7. mar 14-15	30,7	37,7	33,4	SW	208	2,4	7,1	0	88,4	Regional
15. okt 10-11	32,6	1,0	1,8	NW	323	2,9	13,7	0	60,5	

Dato	PM _{2.5} Fiskå	PM _{2.5} Bjørn- dals- sletta	PM _{2.5} Stener Heyer- dahl	Sektor	Vind- retning	Vind- hastig- het	Tempera- tur	Nedbør	Rel. Luft- fuktig- het	
7. nov 00-01	46,4	11,6	13,4	NE	25	2,0	12,3	0	85,4	
21. nov 17-18	36,2	59,8	50,1	NNW	337	0,6	1,1	0	47,8	Regional
21. nov 18-19	30,4	69,6	47,6	N	342	0,5	1,6	0	53,0	Regional
21. nov 21-22	31,3	33,0	45,2	SE	148	0,6	1,2	0	65,4	Regional
21. nov 23-00	32,1	21,8	45,6	NW	312	1,3	1,9	0,5	71,2	Regional
31. des 21-22	31,1	43,2	55,5	NW	305	0,7	3,6	0	81,8	Nyttårsaften
31. des 22-23	50,6	41,1	49,4	SW	227	2,5	4,0	0	85,4	Nyttårsaften

4.3 Nedbør og luftfuktighet

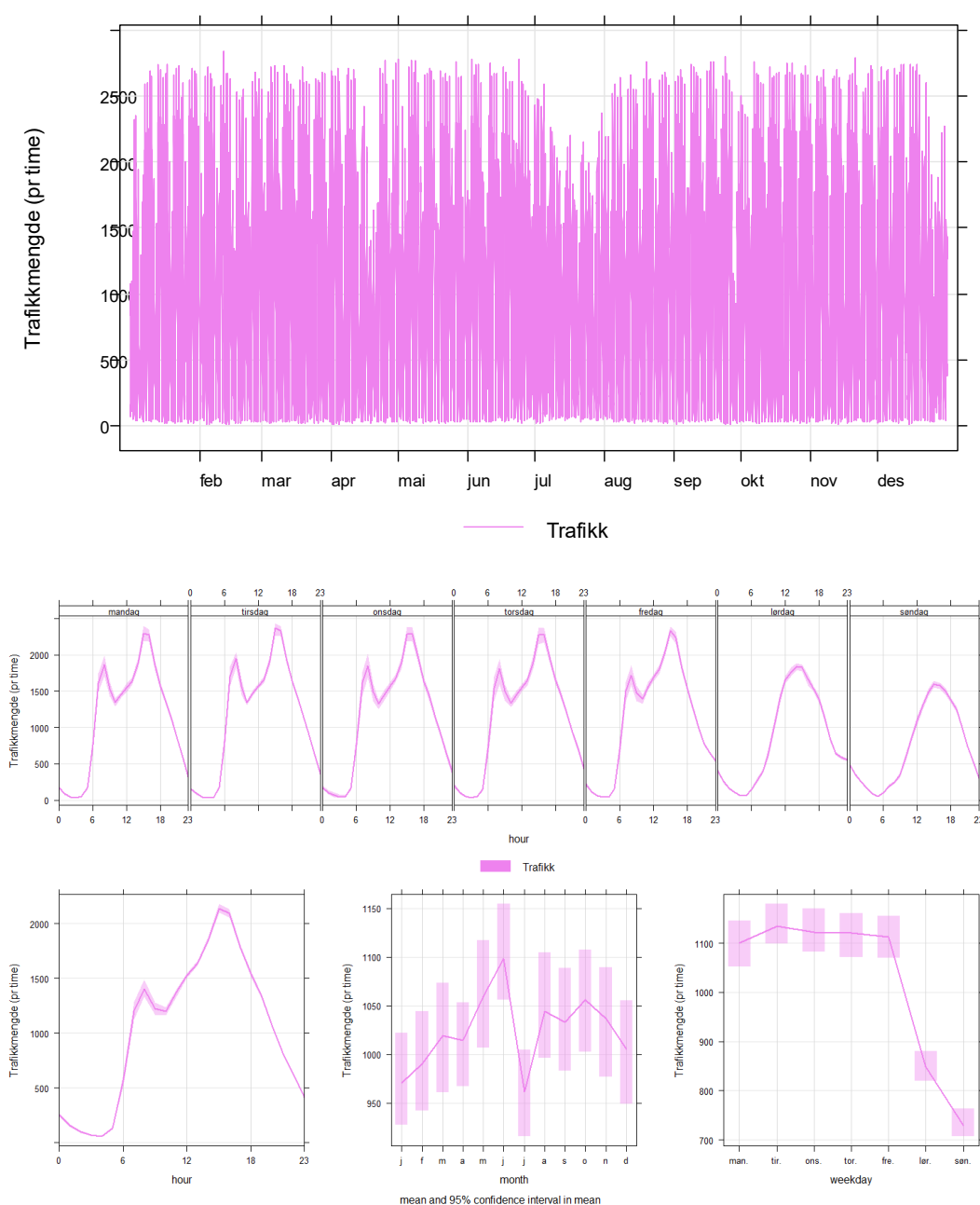
Variasjonen av svevestøvkonsentrasjonen ved varierende relativ luftfuktighet og nedbør ble undersøkt, men ingen tydelig sammenheng ble funnet i måleperioden. PM₁₀-konsentrasjonen målt ved Fiskå var generelt lav. Dempende effekt av nedbør på oppvirvling av svevestøv blir typisk observert i nærheten av anleggsplasser og ved sterkt trafikkerte veier. Riktignok ble de høyeste PM-konsentrasjonene ved Fiskå observert ved oppholds-
vær og lav relativ luftfuktighet.

4.4 Trafikkmengde

Bidraget til svevestøvkonsentrasjonen fra veitrafikk varierer med trafikkmengden i omgivelsene. Trafikkvolumet (kjøretøy per time) på FV456 er registrert ved trafikkregistreringsstasjonen¹⁰ Vågsbygdporten (i tunnelen). Trafikkmengden på fylkesveien varierte i løpet av døgnet, mellom hverdag og helg og mellom vanlig trafikkmengde og redusert trafikkmengde pga. ferie i april, juli, oktober og desember (se Figur 14).

¹⁰ Trafikkdata (SVV):

<https://trafikkdata.atlas.vegvesen.no/kart?zoom=13&lat=58.1343&lon=7.9659&trafficType=vehicle&trpids=45924V1955584>



Figur 14: Trafikkmengde per time ved Vågsbygdporten for 2025. (Øvre figur): Tidsserie. (Nedre figurer): Tidsvariasjon per time av døgnet, per måned, per ukedag.

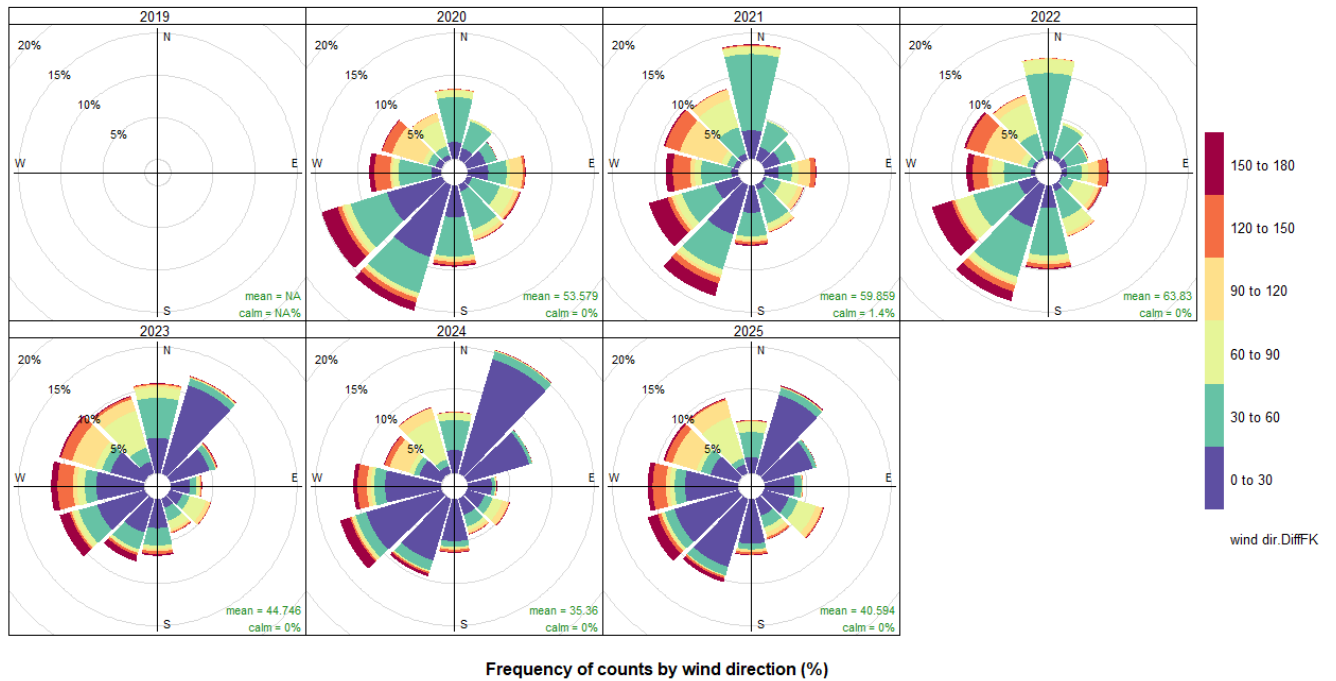
Målestasjonen Fiskå er ikke en veinær stasjon. Trafikk er ikke hovedkilden til svevestøv på Fiskå, men kan gi et bakgrunnsbidrag. Spesielt økningen av svevestøvkonsentrasjonen om morgenen antas å skyldes trafikkbidraget. PM_{10} -konsentrasjonen er vesentlig lavere på helgedagene sammenlignet med ukedager.

5 Referanser

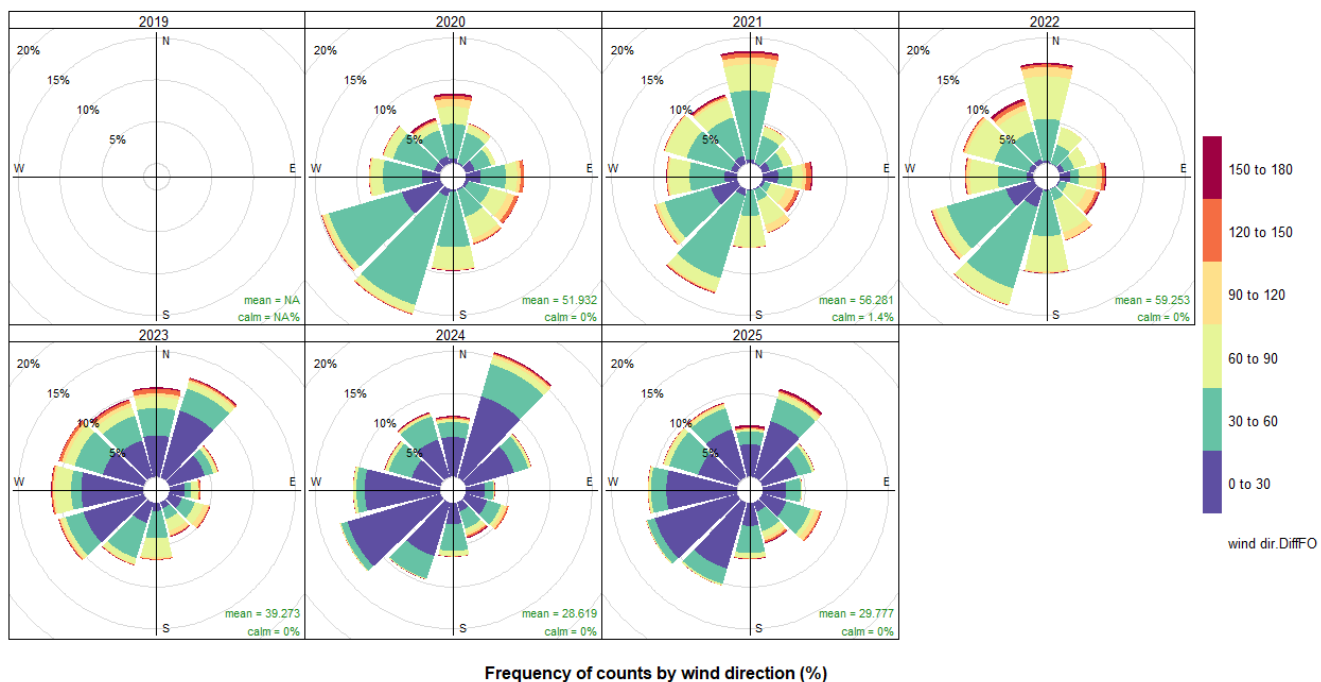
- Hak, C. (2020). *Målinger av SO₂ i omgivelsene til Elkem Carbon og REC Solar. September 2019 – august 2020* (NILU rapport 20/2020). NILU.
- Hak, C., Teigland, E.K., Andresen, E. (2021). *Målinger av SO₂ i omgivelsene til Elkem Carbon og REC Solar. Januar 2020 – desember 2020* (NILU rapport 10/2021). NILU.
- Hak, C., Teigland, E.K., Andresen, E. (2022). *Målinger av SO₂ i omgivelsene til Elkem Carbon og REC Solar. Januar 2021 – desember 2021* (NILU rapport 6/2022). NILU.
- Hak, C., Stensrød, A.M.R., Andresen, E. (2023). *Målinger av SO₂ i omgivelsene til Elkem Carbon og REC Solar. Januar 2022 – desember 2022* (NILU rapport 5/2023). NILU.
- Hak, C., Stensrød, A.M.R., Andresen, E. (2024). *Målinger av SO₂ i omgivelsene til Elkem Carbon. Januar 2023 – desember 2023* (NILU rapport 13/2024). NILU.
- Hak, C., Barrault, S.O., Andresen, E. (2025). *Målinger av SO₂ i omgivelsene til Elkem Carbon. Kalenderår 2024* (NILU rapport 4/2025). NILU.
- Høgåsen, S. (1996). *Stasjonshistorie for 39100 Oksøy fyr* (DNMI klima, rapport nr. 11/96 KLIMA). Det norske meteorologiske institutt.
- Miljødirektoratet (2014). *Håndbok for kvalitetssystem for målinger av luftkvalitet. Del I: Beskrivelse av kvalitetssystemet* (Veileder, M-39|2014). Miljødirektoratet.

Vedlegg A

Vindfordeling Kjevik og Oksøy fyr vs Elkem



Figur 15: Avvik i vindretningen (i grad) i forhold til vindfordelingen hos Elkem for vindmålinger fra Kjevik for årene 2020 – 2025.



Figur 16: Avvik i vindretningen (i grad) i forhold til vindfordelingen hos Elkem for vindmålinger fra Oksøy fyr for årene 2020 – 2025.

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