



**NILU rapport 21/2024**

# **Glasopor Fredrikstad**

## **Kartlegging av støvutslipp og effekter på ytre miljø**

**Vurdering av utslipp til luft i forbindelse med utslippssøknad**

**nilu**

# Glasopor Fredrikstad

## Kartlegging av støvutslipp og effekter på ytre miljø

Vurdering av utslipp til luft i forbindelse med utslippssøknad

Tore Flatlandsmo Berglen, Torleif Weydahl, Tore Mortensen,  
Erik Andresen og Henrik Grythe

## NILU rapport 21/2024

Hovedkontor  
NILU  
Postboks 100  
2027 Kjeller

Tromsø  
NILU  
Framsenteret  
Postboks 6606  
Stakkevollan  
9296 Tromsø

Trondheim  
NILU  
Kjøpmannsgata 8  
7013 Trondheim

Telefon 63 89 80 00  
nilu@nilu.no  
www.nilu.no

Stiftelsen NILU  
Org.nr. 941 705 561

Sertifisering  
NS-EN ISO 9001  
NS-EN ISO 14001

Akkreditering  
NS-EN ISO/IEC 17025

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

Org.nr. 559442-9580  
www.nilu-research.se

Forsidebilde:  
Tore Mortensen, NILU

**Tittel**

Glasopor Fredrikstad  
Kartlegging av støvutslipp og effekter på ytre miljø  
*Vurdering av utslipp til luft i forbindelse med utslippssøknad*

**Engelsk tittel**

Assessment of emissions to air from Glasopor foam glass factory

**Forfatter(e)**

Tore Flatlandsmo Berglen, Torleif Weydahl, Tore Mortensen, Erik Andresen og Henrik Grythe

**Kort sammendrag (norsk)**

NILU har, på oppdrag fra Glasopor AS ved Onsøy i Fredrikstad, kartlagt utslipp av støv fra anlegget og effekter på ytre miljø. Bedriften ønsker å oppgradere anlegget og øke produksjonen og har søkt om ny utslippstillatelse. I den forbindelse har Statsforvalteren oppfølgende spørsmål med krav om dokumentasjon knyttet til utslipp av støv og påvirkning på ytre miljø. For å svare på disse spørsmålene har NILU gjennomført målinger, beregning av utslipp og spredningsberegninger. Rapporten skal inngå i dokumentasjonen som oversendes norske myndigheter.

**Kort sammendrag (engelsk)**

NILU has conducted an environmental assessment of dust emissions from the Glasopor foam glass facility at Onsøy. The project included monitoring, calculations of total emissions and dispersion calculations to estimate the total dust emissions from the facility and assess the impact on the surrounding environment.

**Nøkkelord**

Skumglassproduksjon, Støvutslipp, Spredningsberegninger

**Antall sider**

54

**Prosjektleder**

Tore Flatlandsmo Berglen

**Oppdragsgiver**

Glasopor AS avd. Fredrikstad, Onsøy Stasjon 15,  
1615 Fredrikstad  
Org.nr. 884 344 662 Bedr nr. 918 273 263

**Ansvarlig signatur**

Britt Ann K. Høiskar

**Tilgjengelighet**

B-Begrenset distribusjon

**NILU prosjektnummer**

O-124035

**Oppdragsgivers referanse**

Anette Fossum Lie

**Dato**

12.07.2024

© Stiftelsen NILU

**Sitering:**

Berglen, T.F., Weydahl, T., Mortensen, T., Andresen, E. og Grythe, H. (2024). Glasopor Fredrikstad Kartlegging av støvutslipp og effekter på ytre miljø. Vurdering av utslipp til luft i forbindelse med utslippssøknad (NILU rapport 21/2024). Kjeller: NILU.

## Forord

Dette er et prosjekt utført av klima- og miljøinstituttet NILU på oppdrag for Glasopor AS, Onsøy stasjon, Fredrikstad. Bakgrunnen for prosjektet er oppgradering av anlegget og planer om fordobling av produksjonen fra 150 000 tonn til 300 000 tonn skumglass årlig. Bedriften må søke om ny utslippstillatelse og i den anledning har Statsforvalteren oppfølgingsspørsmål som må besvares. Denne studien inngår i underlagsdokumentasjonen som skal oversendes Statsforvalteren i Oslo og Viken.

Arbeidet er hovedsakelig utført av Tore Flatlandsmo Berglen som har vært prosjektleder og skrevet rapporten, Torleif Weydahl gjorde FLEXPART-beregninger, Tore Mortensen var ansvarlig for oppsett og prøvetaking i felt, Erik Andresen kvantifiserte støvnedfall og støvkonsentrasjoner i luft, Henrik Grythe bidro med kunnskap om beregning av diffuse utslipp. Islen Vallejo gjorde beregninger av WRF-meteorologi. Claudia Hak var intern kvalitetssikrer. I tillegg har Hardanger Miljøsenster ved Kristian Dahl og Frode Høyland gjort målinger fra punktutslipp, takk også til daglig leder Joar Karsten Øygard for diskusjoner.

Kontaktperson Anette Fossum Lie takkes for imøtekommenhet og godt samarbeid.

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Produksjonsprosessen og støvutslipp</b> .....	<b>8</b>
2.1 Gjenoppvirvling (eng. «resuspension») .....	13
2.2 Andre utslipp.....	16
2.3 Avbøtende tiltak.....	17
2.4 Oppsummering av utslippene ved Glasopor Onsøy stasjon .....	18
<b>3 Måleprogram</b> .....	<b>19</b>
3.1 Meteorologiske målinger .....	20
3.2 Støvnedfall .....	22
3.3 Støvkonsentrasjoner i luft.....	23
3.4 Optisk analyse av støv (IFE).....	23
<b>4 Regelverk: Luftkvalitetskriterier og grenseverdier for PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub></b> .....	<b>24</b>
<b>5 Måleresultater</b> .....	<b>26</b>
5.1 Meteorologiske målinger .....	26
5.2 Støvnedfall .....	26
5.3 Støvkonsentrasjoner i omgivelsesluft:.....	27
5.4 Andel kvarts .....	28
5.5 Utslippsmålinger – Hardanger Miljøsentor.....	31
5.6 Tidligere målinger av støvnedfall.....	31
<b>6 Beregning av utslipp basert på målinger</b> .....	<b>32</b>
6.1 Meteorologi og FLEXPART spredningsberegninger .....	32
6.1.1 Evaluering av meteorologiske beregninger .....	32
6.2 Karakterisering av utslipp .....	35
6.3 Andre kilder og bakgrunnskonsentrasjoner .....	36
6.4 Beregning av utslipp med utgangspunkt i målt avsetning.....	36
6.5 Beregning av utslipp med utgangspunkt i målt konsentrasjon .....	37
6.6 Resulterende spredningsberegninger.....	38
<b>7 Oppsummering og samlet vurdering</b> .....	<b>44</b>
<b>8 Anbefalinger om videre arbeid</b> .....	<b>45</b>
<b>9 Referanseliste</b> .....	<b>46</b>
<b>Vedlegg A Statsforvalterens brev av 07.03.2024</b> .....	<b>47</b>
<b>Vedlegg B Sammenligning av beregnet og målt vindrose ved øvrige målestasjoner</b> .....	<b>52</b>

## Sammendrag

**Klima- og miljøinstituttet NILU har på oppdrag fra Glasopor AS ved Onsøy stasjon i Fredrikstad, kartlagt utslipp fra anlegget og effekter på ytre miljø. Bedriften ønsker å oppgradere anlegget og øke produksjonen og har søkt om ny utslippstillatelse. I den forbindelse har Statsforvalteren oppfølgende spørsmål med krav om mer utfyllende dokumentasjon knyttet til utslipp av støv (både punktutslipp og diffuse utslipp) og påvirkning på ytre miljø. For å svare på disse spørsmålene har NILU gjennomført målinger, beregninger av støvutslipp og spredningsberegninger. Denne rapporten skal inngå i dokumentasjonen som oversendes norske myndigheter.**

Det er gjort målinger av meteorologi (spesielt vindretning og -hastighet), nedfallsstøv ved fem målepunkter, konsentrasjoner av svevestøv PM<sub>10</sub> i luft<sup>1</sup> ved to målepunkter, samt optisk analyse av utvalgte støvprøver. Prøvene ble tatt i tidsrommet 2. mai til 14. juni 2024. Hardanger Miljøsenster har gjort komplementære målinger som er inkludert i denne studien. Det er også gjort spredningsberegninger for å estimere mengde utslipp av støv fra bedriften, samt belastning på det ytre miljø.

NILUs hovedkonklusjon er at det med dagens situasjon er støvutslipp som gir forhøyet støvnedfall og forhøyede konsentrasjoner i nærområdet til bedriften med risiko for overskridelse av grenseverdier. Den planlagte oppgraderingen med installasjon av renseteknologi og tetting/lukking av transportbånd vil redusere fremtidige utslipp, selv med dobling av produksjonen.

Videre, basert på NILUs befaring ved Glasopor 19. april, opplysninger gitt av bedriften, måleresultatene og spredningsberegningene er den faglige vurderingen og konklusjonene som følger:

- Deler av anlegget er fra 1990-tallet og er ikke i henhold til ønsket standard med tanke på utslipp av støv. Dette gjelder utslipp av både svevestøv (PM<sub>10</sub>) og synlig nedfallsstøv. Støv slipper ut til det ytre miljø fra transportbånd, åpne dører og utette vegger.
- Dryss av glasstøv fra transportbånd mellom de ulike trinnene i produksjonsprosessen, avsetning på flater etterfulgt av gjenoppvirvling («resuspension») ansees å være den viktigste kilden til støvutslipp ved bedriften i dag.
- Under befaring 19. april ble det observert synlig støv og oppvirvling av synlig støv på store deler av anlegget. I spredningsberegningene er utslippene behandlet som en volumkilde, ikke som en sum av enkeltkilder.
- Vindmålinger viser generelt at vind fra sør er mest forekommende i området. Dette gjør at området nord for bedriften er mest utsatt for potensielle støvplager.
- Målinger ved punktkilder viser lave konsentrasjoner av støv i utslippene ved takluke over produksjonshall, eksosgasspipe og utslipp av overskuddsvarme.
- Målinger av nedfallsstøv 2. mai til 14. juni viser verdier over 5 g/(m<sup>2</sup> 30d) inne på bedriftens område. Målingene viser videre at grenseverdi for nedfallsstøv (5 g/m<sup>2</sup> 30 d) overholdes ved nærmeste naboer, jfr. forurensningsforskriften. Tidligere målinger av nedfallsstøv viser enkeltperioder der målepunkt mot vest har nedfall større enn 5 g/(m<sup>2</sup> 30 d).
- Prøvetaking og analyse av svevestøv PM<sub>10</sub> i omgivelsesluft 2. mai til 14. juni viser høye verdier ved målepunktet mot nord.
- Optisk analyse av nedfallsstøv viser at dette støvet består av 95 % glasspartikler.
- Basert på målinger av støv er det gjort beregninger av kildestyrke. Disse beregningene er beheftet med stor usikkerhet. Dette skyldes at det ikke foreligger opplysninger om

<sup>1</sup> PM<sub>10</sub> er støv med aerodynamisk diameter mindre enn 10 µm, også benevnt svevestøv, PM: Particulate Matter.

størrelsesfordeling av støvet, samt at tidspress i prosjektet gjorde at det kun er gjort 1,5 mnd. med prøvetaking. Beregninger av utslipp med utgangspunkt i målt støvavsetning viser et estimert totalt årsutslipp på ca. 66 tonn støv fra alle kilder ved anlegget. Utslippsestimat med utgangspunkt i målt støvkonsentrasjon i luft gir et utslippsestimat på 111 tonn i året.

- Spredningsberegninger med dagens estimerte utslipp viser potensiale for overskridelse av grenseverdi for svevestøv  $PM_{10}$  ved nærmeste naboer.
- Oppgraderingen og utvidelsen av anlegget ved Onsøy stasjon vil bringe standarden opp til dagens forventninger. Det skal installeres ny renseteknologi, blant annet filtre i utslippspunktene fra tørke. Transportbåndene mellom de ulike trinnene i prosessen skal oppgraderes/tettes. Gitt forbedret standard er det forventet at utslippene vil reduseres selv om produksjonen dobles, da spesielt utslipp av støv som drysser/lekker fra transportbånd.

# Glaspopor Fredrikstad

## Kartlegging av støvutslipp og effekter på ytre miljø

### Vurdering av utslipp til luft i forbindelse med utslippssøknad

#### 1 Innledning

Glaspopor AS<sup>2</sup> er en stor produsent av skumglass. Skumglass består av 20 % resirkulert glass og 80 % luft og med en tetthet på 180 kg/m<sup>3</sup>. Dette er et lett fyllmateriale som har mange bruksområder. Glaspopor AS har to avdelinger i Norge, en i Skjåk og en ved Onsøy like nord for Fredrikstad. Et bilde av skumglassproduktet er vist i Figur 1.



Figur 1: Skumglass fra Glaspopor. Typisk størrelse på bitene er 10-60 mm i diameter.

Glaspopor AS er i en prosess for å utvide anlegget og har i den anledning søkt Statsforvalteren om tillatelse etter forurensningsloven for økt produksjon av skumglass ved anlegget på Onsøy (se nyhetssak<sup>3</sup>). Bedriften søker om økt produksjonsramme fra 150 000 m<sup>3</sup> per år til 300 000 m<sup>3</sup> per år.

Statsforvalteren har gått gjennom søknaden, og ser at de trenger ytterligere informasjon før de kan starte saksbehandling, jfr. brev 7. mars 2024<sup>4</sup>. Statsforvalteren har bl.a. bedt om mer informasjon fra bedriften om utslipp av støv til luft og effekter av utslippene på ytre miljø. Brevet fra Statsforvalteren er gjengitt i sin helhet i Vedlegg A.

Målsettingen i prosjektet er å svare ut spørsmål og fremskaffe informasjon som Statsforvalteren etterspør relatert til utslipp av støv til luft – både punktutslipp og diffuse utslipp.

<sup>2</sup> Bedriftens hjemmeside: <https://glasopor.no> [besøkt 25. april 2024].

<sup>3</sup> <https://glasopor.no/fordobler-produksjonskapasiteten/> [besøkt 13. juni 2024].

<sup>4</sup> NILU har fått tilgang til brev fra Statsforvalteren i Oslo og Viken datert 07.03.2024, Ref. 2019/51882 vedr. «Melding om mottatt søknad – anmodning om ytterligere informasjon – Glaspopor AS avd Fredrikstad – Onsøy».



For å svare ut Statsforvalterens spørsmål ble NILUs prosjekt designet som en trinnvis prosess der hvert trinn bygger på det foregående:

1. Fastslå konsentrasjon i luft og målinger av nedfallsstøv. Dette tallfester påvirkning på det ytre miljø. Det ble foretatt målinger fra 2. mai til 14. juni.
2. Bruke målingene fra 1) til å estimere årlig utslippsmengde i kg. Dette er gjort i kap. 6
3. Bruke tallene fra 2) til å gjøre spredningsberegninger, se kap. 6.6

Det var stort tidspress i prosjektet der alt arbeidet med målinger, prøvetaking, analyser, vurderinger og beregninger ble gjort i løpet av 2,5 måneder. Prosjektets utforming og løsningene som er valgt bærer preg av knapphet på tid. Like fullt er det faglige arbeidet konsistent og konklusjonene og anbefalingene står støtt.

## 2 Produksjonsprosessen og støvutslipp

Her gis en kort oversikt over trinnene i produksjonsprosessen, fra knust returglass kjøres inn til skumglass lastes på bil og kjøres ut. Formålet med oversikten er å forstå prosessene og kildene til støvutslippene bedre.

### Trinn 1: Tilkjøring og dumping av råstoff

Råstoffet i prosessen er returglass fra gjenvinningsanlegget på Øra i Fredrikstad. Returglasset dumpes ute (Figur 2) og kjøres så til tørke med hjullaster / traktor. Det er ikke støvutslipp fra dette trinnet.



Figur 2: Knust returglass kjøres til anlegget på lastebil og mellomlagres.

## Trinn 2: Tørking

Glasset tørkes før det mølles. Den utvendige støvproblematikken fra tørka vil i store trekk forsvinne etter oppgraderingen da filtersystem skal settes inn. Fines føres via transportbånd over til mølle. Transportbåndet er fra en tidlig fase i anleggets historie og medfører i dag dryss og utslipp til luft av støv.

## Trinn 3: Finmaling i mølle

Returglasset føres så inn i en mølle som finmaler glasset. Resultatet er et finmalt glasstøv med en konsistens som kan minne om melis, kalt mikrofraksjon. Det finmalte glasset sendes så i lukkede transportskruer til lagringstanker.

## Trinn 4: Mellomlagring

Det finmalte glasset mellomlagres i tanker (Figur 3, venstre del). En del av det finmalte glasset fraktes til Skjåk for videreforedling der, mens noe brukes som råstoff ved anlegget i Onsøy. Det er ikke utslipp av støv fra selve lagringen, men det kan forekomme kortvarige utslipp av støv ved påsetting og fjerning av tappekran (Figur 3, høyre del). Det finmalte glasset som skal benyttes i ved anlegget på Onsøy sendes så i vakuumborttransport til produksjonshallen.



Figur 3: Lagringstanker for finmalt glasstøv. Lastebiler kan kjøre inn under tankene og fylle finmalt glass for frakt til anlegget i Skjåk (venstre bilde). Finmalt glass tappes gjennom egne tappekraner (høyre bilde).

### Trinn 5: Produksjon av skumglass

Selve produksjonen skjer ved at finmalt glass blandes med silisiumkarbid hvorpå blandingen drysses i et 2 cm tynt lag på et bredt, saktegående bånd (Figur 4, venstre bilde). Båndet går deretter sakte gjennom en ovn som holder om lag 900°C. Etter om lag 45 minutter kommer det ut som skumglass (Figur 4, høyre bilde) som deretter avkjøles og krakelerer av seg selv.



*Figur 4: Produksjon av skumglass. En blanding av finmalt glass og silisiumkarbid legges i et tynt lag på et bånd (venstre bilde) som så transporteres sakte gjennom en ovn og kommer ut som store flak av skumglass (høyre bilde).*

Det er forhøyet temperatur i produksjonshallen og det er installert luker i taket for lufting. En del luft vil unnslippe til friluft herfra. Merk at det er lite synlig støv av finmalt glass i produksjonshallen, eneste åpne støvkilde er der finmalt glass drysses ned på bånd (Figur 4, venstre bilde). Hardanger Miljøsenster har gjort analyse av utslipp fra takluke (se kap. 5.5).





Figur 5: Lufteluker i taket i produksjonshallen, sett nedenfra (venstre) og fra taket (høyre).

### Trinn 6: Krakelering og transport til mellomlagring

Det produserte skumglasset avkjøles og krakelerer raskt etter at det kommer ut av ovnen. Bitene faller ned på et åpent transportbånd som bringer skumglasset ut i friluft (Figur 6, venstre bilde) der det til slutt faller ned i en haug (Figur 6, høyre bilde). Det genereres støv hver gang skumglassbiter faller ned på lagringsplassen. Det er noe av bakgrunnen for at det ble plassert et målepunkt like nord for anlegget.



*Figur 6: Åpent transportbånd (venstre bilde tatt fra taket av produksjonshallen) som bringer ferdig skumglass bort til lagerplassen der det faller om lag 20 m ned. Høyre bilde viser utslipp av synlig støv hver gang skumglassbiter faller ned og treffer haugen.*

### **Trinn 7: Lasting på bil**

Ferdig skumglass hentes så av hjullaster og lastes på bil (Figur 7). Lasten dekkes til med presenning før utkjøring. Merk at skumglass er forholdsvis lett,  $180 \text{ kg/m}^3$ , slik at store lastebiler kan ta fulle lass og fortsatt være innenfor reglene for maksimal last. Lav tetthet er en av fordelene med denne type fyllmasse sammenlignet med andre materialer som brukes til dette formålet. Det kan sees noe støv når skumglasset lastes på bil.



*Figur 7: Ferdig skumglass bringes fra mellomlager (Figur 6) og lastes på trailer ved hjelp av hjullaster. Lasten dekkes til før utkjøring til kunde.*

## **2.1 Gjenoppvirvling (eng. «resuspension»)**

Som beskrevet i forrige kapittel så kan de ulike trinnene i produksjonsprosessen gi utslipp til luft. Det er spesielt transport mellom de ulike trinnene som gir støvutslipp siden det lekker/drysser fra transportbåndene. Dette støvet faller gjerne ned på flatene under, hvorpå det virvles opp igjen av vind. Figur 8 viser taket på produksjonshallen der synlig støv drysser ned fra transportbåndet over. Dette er et typisk eksempel på gjenoppvirvling der støv slippes ut, avsettes, og virvles så opp igjen. En stor andel av det synlige støvutslippet fra Glasopor slippes ut på denne måte; dvs. utslipp/dryss – avsetning – gjenoppvirvling. Sett under ett er ikke utslippene avgrenset til noen få klart definerte utslippspunkter, men det kan forekomme utslipp og oppvirvling fra mange steder på anlegget.





*Figur 8: Synlig støv på taket av selve produksjonshallen. Bildet er tatt i sørlig retning under befaring 19. april. Det sees tydelig et tykt lag like under transportbåndet. Området til høyre ligger i le bak bygningen i forhold til vinden og det bygger seg opp et støvlag. Området til venstre er mer vindutsatt og støvet blåser bort, også kalt gjenoppvirvling («resuspension»).*



*Figur 9: Synlig støvansamling på taket av den eldre delen av anlegget. Haugen ligger i le for vinden, det er noe av grunnen til at støvet ikke har blåst bort, men har bygget seg opp.*





*Figur 10: Synlig støv som har bygget seg opp i den eldre delen av anlegget, like over lagringstankene for finmalt glasstøv (se Figur 3). Støvet ligger skjermet for vind og slik sett kan det bygge seg opp et lag av en viss tykkelse. Samtidig er det åpne luker ut i friluft slik at støv kan slippe ut.*

## 2.2 Andre utslipp

Utslippene av glasstøv er helt klart de viktigste utslippene med tanke på påvirkning på det ytre miljø. Men det forekommer også andre utslipp, som eksempelvis fra forbrenningsanlegget for LPG (Figur 11). LPG-anlegget driftes av eksternt firma og det var ikke mulig å bore hull i rørsystemet for å ta prøver herfra. Dog vurderes utslippene herfra som små. Og som tidligere nevnt er det utslipp av støv som representerer den største utfordringen med tanke på ytre miljø. Utslipp av CO<sub>2</sub> og andre gasser fra LPG-anlegget er mest et klimaspørsmål, ikke et spørsmål om lokal luftkvalitet.



*Figur 11: LPG-forbrenningsanlegg plassert i den søndre delen av fabrikkområdet, rett ved inngangen.*

### **2.3 Avbøtende tiltak**

For å begrense støvflukt gjøres det I DAG visse tiltak, som eksempelvis å koste og spyle gårdsplassen (Figur 12). Dette vil redusere gjenoppvirvling av støv som er avsatt på bakken og slik sett redusere den totale støvbelastningen.

Forsterket renhold og kontinuerlig fjerning av avsatt støv på tak og gulv er et tiltak som vil redusere støvflukt og gjenoppvirvling fra bedriften og slik sett redusere støvutslippene.





*Figur 12: Eksempel på avbøtende tiltak. Plassen spyles og koster om lag én gang pr. uke i sommersesongen. Spyling med vann kan kun benyttes når det er plussgrader, ellers dannes det is og farlige forhold.*

## **2.4 Oppsummering av utslippene ved Glasopor Onsøy stasjon**

Slik situasjonen fremstår ved Glasopor Onsøy stasjon er det utslipp av støv fra mange ulike punkter ved anlegget. Noe kommer fra de ulike trinnene i produksjonsprosessen, se kap. 2, men mye av støvutslippene stammer fra dryss fra transportbånd som avsettes og deretter gjenoppvirvles (kap. 2.1). Det er synlige ansamlinger av støv flere steder på anlegget og dette støvet kan gi store utslipp ved sterk vind.

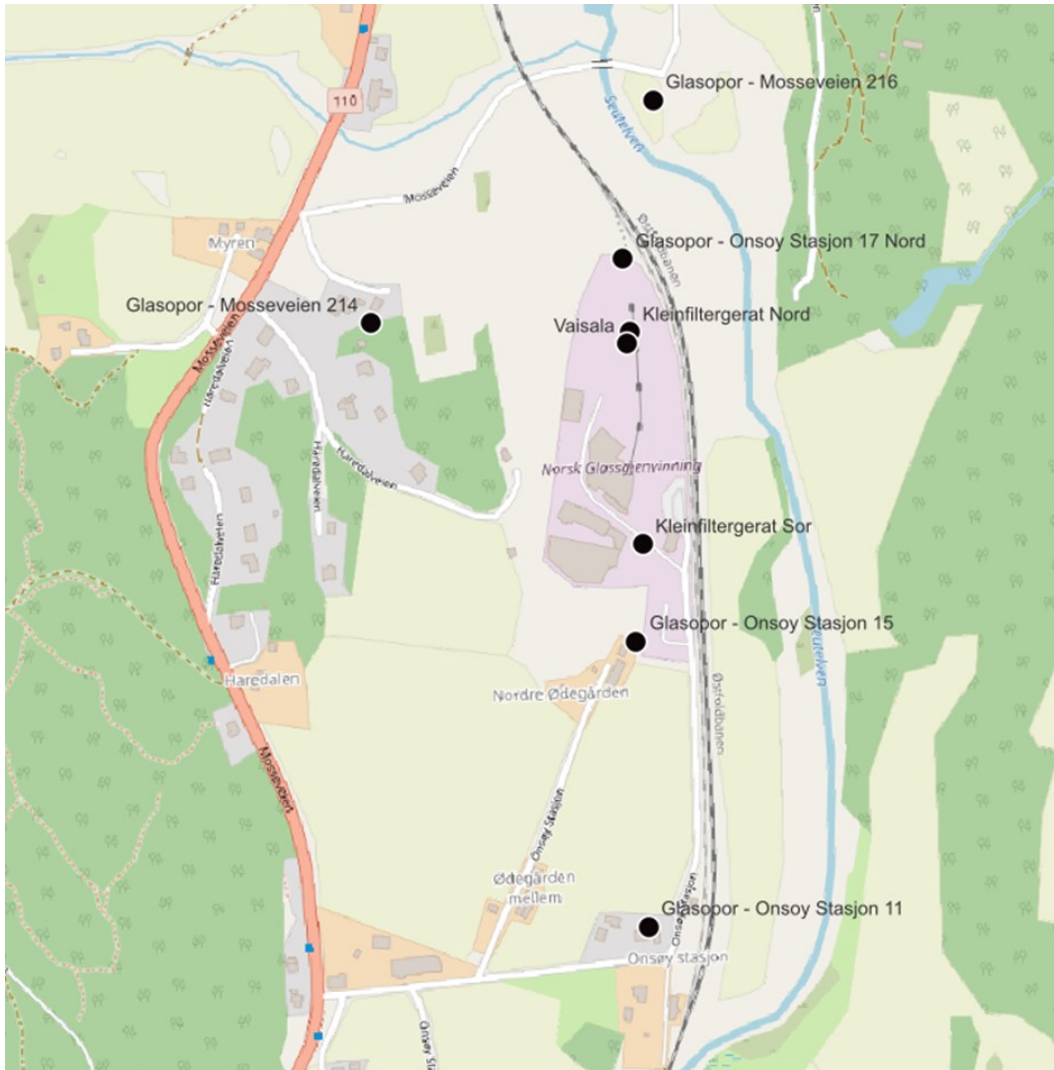
Prosessen med utslipp og gjenoppvirvling gjør også at det blir vanskelig å tallfeste støvutslippene. Utslipp kan forekomme mange ulike steder ved anlegget. Slik sett kan utslippene fra Glasopor ansees som en stor volumkilde og ikke som en sum av mange spesifikke småkilder. Dette perspektivet ligger til grunn når NILU gjør beregninger av kildestyrke basert på støvmålinger og modellberegninger i kap. 6.

### 3 Måleprogram

For å kunne estimere støvutslipp fra anlegget og vurdere påvirkning på ytre miljø ble det foretatt målinger av støvnedfall, målinger av svevestøv ( $PM_{10}$ ), samt meteorologiske målinger på en lokasjon inne på anlegget. Måleprogrammet gikk over 1,5 måned og omfattet:

- Målinger av nedfallsstøv ved fem målepunkter;
  - Onsøy stasjon 15, til vanlig driftet av Hardanger Miljøsender
  - Mosseveien 214, til vanlig driftet av Hardanger Miljøsender
  - Mosseveien 216, til vanlig driftet av Hardanger Miljøsender
  - Onsøy stasjon 11, satt opp av NILU for dette prosjektet
  - Onsøy stasjon 17, satt opp av NILU for dette prosjektet
- Målinger av støvkonsentrasjon i luft ved to målepunkter, begge satt opp av NILU;
  - Kleinfilergerät Nord, inne på anlegget
  - Kleinfilergerät Sør, ved innkjørselen til anlegget
- Målinger av meteorologi (vindretning, vindhastighet, temperatur og nedbør) ved ett målepunkt;
  - benevnt Vaisala i Figur 13

Oversikt over Glasopor sitt anlegg og plasseringene av de ulike målingene er vist i Figur 13.



Figur 13: Oversiktskart over Glasopor sitt anlegg ved Onsøy stasjon i Fredrikstad. Anlegget ligger i et nedlagt steinbrudd like vest for jernbanelinja. Området markert i gammelrosa er selve produksjonsanlegget for skumglass. Nærmeste bolighus mot sør er om lag 150 m unna. Målepunktene for nedfallsstøv, støv i luft (Kleinfiltergerät) og meteorologi (Vaisala) er også inntegnet.

Kilde: Norgeskart.

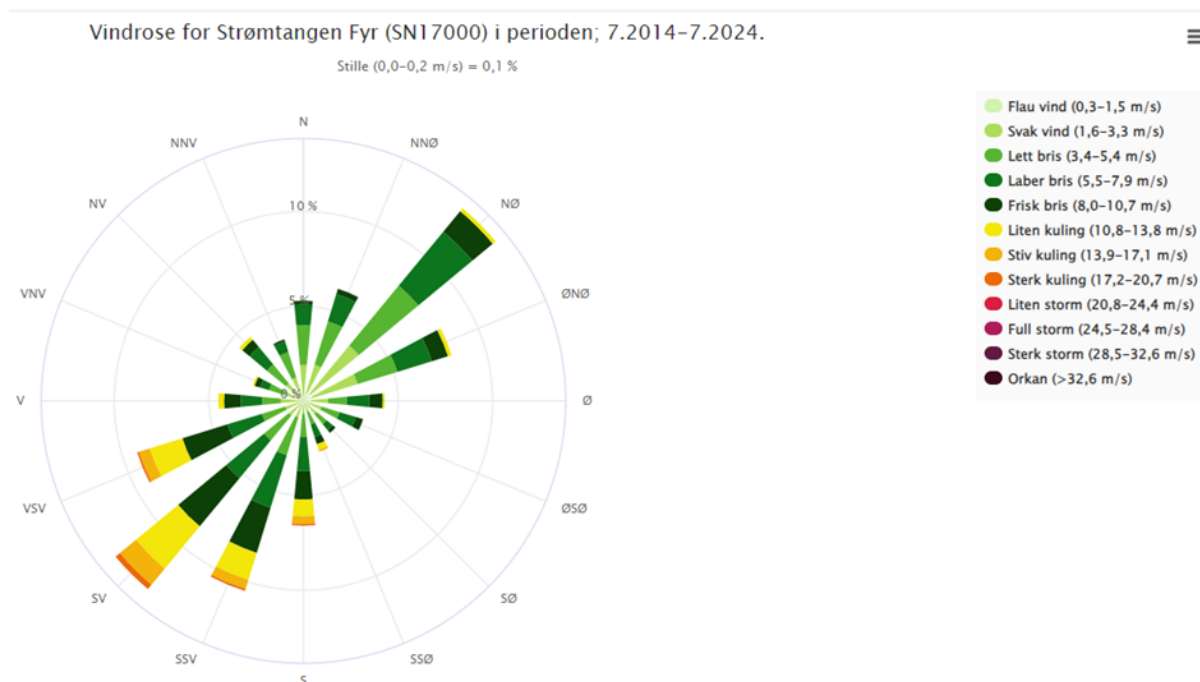
### 3.1 Meteorologiske målinger

Det er ingen lokale målestasjoner for meteorologi ved Glasopor sitt anlegg ved Onsøy. Det ble derfor utplassert en Vaisala meteorologistasjon ved gangbroa øverst på taket av anlegget, se Figur 14. Hensikten var å få opplysninger om spesifikke lokale vind- og spredningsforhold.



*Figur 14: Vaisala værstasjon plassert på gangbroa øverst ved anlegget. Instrumentet har blant annet en sonisk vindmåler med tre «pinner» øverst på instrumentet der det er plassert et system av høyttalere og mikrofoner. Når lyd sendes ut fra en høyttaler vil det være en ørliten forskjell mellom tidspunktene lyden treffer de to mikrofonene ca. 10 cm unna. Tidsforskjellene brukes så til å regne ut vindhastighet og -retning i to dimensjoner.*

Nærmeste regulære målestasjon for vind er Strømtangen fyr ute i fjorden vest for Kråkerøy og sør for Onsøy. Denne er frittliggende og upåvirket av topografi. Den gir derved et bilde på storskala, regional vind. Som vist i Figur 15 er vinden i området overveiende fra nordøst og fra sørvest med sterkest vind fra sørvest. Denne vindrosen er laget på grunnlag av data for en 10-års periode.



Figur 15: Vindrose for målestasjon Strømtangen fyr, SN 17000, for perioden juli 2014 til juli 2024, det vil si siste 10 år. Vindrose viser frekvensfordeling av vindretning og middelvind. Vindretning deles i 16 sektorer på 22,5 grader og kommer fra den retningen som sektoren peker. Det vil si at sektor oppover representerer vind fra nord. Sektoren 348,75–11,25 grader er fra nord, 78,75–101,25 grader er fra øst. Vindstyrken til middelvinden deles inn i fargekoder etter Beaufort-skalaen. %-sirkelene representerer %-andel av dataene som kommer fra de ulike retningene. Kilde: seklima-databasen, [https://seklima.met.no/windrose/?timeresolution=last\\_10\\_years&locationid=SN17000](https://seklima.met.no/windrose/?timeresolution=last_10_years&locationid=SN17000) [besøkt 7. juli 2024].

### 3.2 Støvnedfall

NILU har tidligere gjort målinger av støvnedfall ved Glasopor. Disse målingene ble siden overtatt av Hardanger Miljøsenster. De senere årene har det vært tre målepunkter for nedfallsstøv ved Glasopor; én like sør for anlegget (Onsøy stasjon 15, se kart i Figur 13), én vest for anlegget (Mosseveien 214) og én nord for anlegget (Mosseveien 216). Disse tre ble benyttet i prosjektet. I tillegg ble det supplert med to ekstra målepunkter; én lenger sør for anlegget (Onsøy stasjon 11) og én mot nord (Onsøy stasjon 17, se bilder i Figur 16). Målepunktet mot nord var dog nærmere enn det eksisterende målepunktet driftet av Hardanger Miljøsenster. Igjen se Figur 13 for plassering av målepunktene.





Figur 16: NILU støvsamlere som ble utplassert kun for dette prosjektet. En like nord for anlegget (venstre) og en plassert et stykke mot sør (høyre). I tillegg ble målingene fra de tre eksisterende støvsamlerne fra Hardanger Miljøsenster benyttet.

### 3.3 Støvkonsentrasjoner i luft

For å bestemme støvkonsentrasjoner i luft ble det utplassert to Kleinfilergerät (KFG) filterprøvetaker inne på anlegget mot nord og mot sør (inngangen). Kleinfilergerät samler svevestøv på filtre som blir veid (gravimetrisk metode). Gravimetrisk metode er referansemåling i Norge. KFG er en lav-volum prøvetaker som suger 2,3 m<sup>3</sup>/time luft gjennom instrumentet. Luftinntaket er påmontert en impaktorplate som sorterer vekk de største partiklene slik at PM<sub>10</sub>, dvs. partikler med aerodynamisk diameter under 10 µm, avsettes på filter.

I utgangspunktet skulle det tas prøver over 2-3 døgn med skifte mandag, onsdag og fredag. Filtrene ble veid før og etter eksponering og mengde støv avsatt på filtrene ble bestemt. Sammenholdt med volum luft gjennom prøvetakeren kan konsentrasjonen av svevestøv PM<sub>10</sub> (enhet µg/m<sup>3</sup>) bestemmes.

### 3.4 Optisk analyse av støv (IFE)

Det er også gjort optisk analyse av nedfallsstøv. Denne metoden gir sammensetning av støvet, det vil si hvilke fragmenter og deler som finnes i støvet rundt Glasopor AS.



#### 4 Regelverk: Luftkvalitetskriterier og grenseverdier for PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>

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 økosystemet ved å sette minstekrav til luftkvalitet og sikre at disse blir overholdt. Den skal også bidra til at Norge overholder EUs direktiver om luftkvalitet (2004/107/EC og 2008/50/EC), og inneholder en rekke grenseverdier, målsetningsverdier og andre terskler som bl.a. bestemmer i hvilke tilfeller luftkvaliteten må overvåkes, og når det må gjennomføres tiltak. Kommunene er delegert forurensningsmyndighet etter forskriften (§ 7-3). Norske grenseverdier for relevante komponenter er gitt i Tabell 1.

Tabell 1: Grenseverdier for tiltak er gitt i Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) Del 3 § 7-9<sup>5</sup>. Forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft skal ikke overstige følgende grenseverdier flere enn det tillatte antall ganger.

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi	Antall tillatte overskridelser av grenseverdien
<b>Svevestøv (PM<sub>10</sub>)</b>			
Døgn grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 døgn	50 µg/m <sup>3</sup>	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 25 ganger pr. kalenderår
Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	20 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Svevestøv (PM<sub>2,5</sub>)</b>			
Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	10 µg/m <sup>3</sup>	

Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet har i tillegg til de ulike grensene i forurensningsforskriften fastsatt luftkvalitetskriterier for en rekke komponenter<sup>6</sup>). Luftkvalitetskriteriene er ikke juridisk bindende, men angir nivåer av luftforurensning som er trygge for de aller fleste mennesker. Luftkvalitetskriteriene ble revidert i 2023 der enkelte verdier for ozon, karbonmonoksid (CO) og svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), svevestøv (PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>) og nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) ble endret. FHIs og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterier som er relevante for denne studien er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: [Luftkvalitetskriterier for svevestøv](#). Kilde: Folkehelseinstituttet [besøkt 23. mai 2024].

Komponent	Midlingstid	Luftkvalitetskriterier
PM <sub>10</sub>	Døgn	30 µg/m <sup>3</sup> (uendret)
PM <sub>10</sub>	År	15 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Døgn	15 µg/m <sup>3</sup> (uendret)
PM <sub>2,5</sub>	År	5 µg/m <sup>3</sup>

<sup>5</sup> <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html#7-9> [besøkt 19. juni 2024]

<sup>6</sup> \_Uteluft – luftkvalitetskriterier [nettdokument]. Oslo: Folkehelseinstituttet [lest 23.05.2024]. Tilgjengelig fra <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/> [besøkt 19. juni 2024].

Likeledes har en rekke offentlige institusjoner samarbeidet om å utarbeide forurensningsklasser og helse råd 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>. Det er utarbeidet konkrete verdier for å klassifisere nivåene av forurensning som lite, moderat, høyt og svært høyt. Forurensningsklassene og inndelingen for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> er gitt i Tabell 3.

Tabell 3: [Forurensningsklasser for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>](#). Kilde: Miljødirektoratet [besøkt 27. juni 2024].

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 <sup>1)</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> Time <sup>1)</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
Lite (grønn)	Liten	<30	<15	<60	<30
Moderat (gul)	Moderat	30-50	15-25	60-120	30-50
Høyt (rød)	Betydelig	50-150	25-75	120-400	50-150
Svært høyt (lilla)	Alvorlig	>150	>75	>400	>150

1) 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 (se opprinnelig nettside).

### Grenseverdi i arbeidsmiljø

Norsk lovverk har også grenseverdi for arbeidsatmosfære, se «Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier)»<sup>7</sup>. Grenseverdi er her definert som maksimumsverdi for gjennomsnittskonsentrasjonen av et kjemisk stoff i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode på åtte timer.

Grenseverdiene for arbeidsatmosfære, som typisk er mg/m<sup>3</sup>-nivå, ligger vanligvis en faktor 100-1000 høyere enn grenseverdier og luftkvalitetskriterier for omgivelsesluft (Tabell 1 og Tabell 2), som typisk er µg/m<sup>3</sup>-nivå.

Det er ingen grenseverdi for glasstøv, fines eller mikrofraksjon i arbeidsatmosfære, men for respirabelt støv<sup>8</sup> i silisiumkarbidindustri. I ovnshus og ovnshusrelaterte avdelinger i silisiumkarbidindustri er grenseverdien 0,5 mg/m<sup>3</sup>, tilsvarende tallverdi<sup>9</sup> 500 µg/m<sup>3</sup>. Gitt at det brukes SiC hos Glasopor ansees dette som den mest relevante grenseverdien i dette prosjektet. Grenseverdi for amorf silisiumdioksid respirabelt støv er 1,5 mg/m<sup>3</sup> og denne kan også være relevant å sammenligne med. For ytterligere informasjon og diskusjon om glasstøv i arbeidsatmosfære henvises til Statens Arbeidsmiljøinstitutt STAMI<sup>10</sup>.

<sup>7</sup> [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358#KAPITTEL\\_8](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358#KAPITTEL_8) [besøkt 28. juni 2024].

<sup>8</sup> Respirabelt støv er definert som mindre enn 10 µm.

<sup>9</sup> 0,5 mg og 500 µg er like mye i masse, men antall signifikante sifre og nøyaktigheten er forskjellig. For grenseverdi 0,5 mg/m<sup>3</sup> vil alt under 0,54999 være innenfor det tillatte siden det avrundes nedover. For en tenkt grenseverdi 500 µg/m<sup>3</sup> vil alt under 500,4999 være innenfor det tillatte.

<sup>10</sup> [www.stami.no](http://www.stami.no), e-postadresse [postmottak@stami.no](mailto:postmottak@stami.no) eller [bht-support@stami.no](mailto:bht-support@stami.no).

## 5 Måleresultater

### 5.1 Meteorologiske målinger

Glasopor ligger inne i et gammelt steinbrudd og det er høye vegger på begge sider av anlegget. Vinden langs bakken blir i stor grad kanalisert nord-sør. Det ble som nevnt utplassert en Vaisala meteorologistasjon ved gangbroa øverst på taket av anlegget. Hensikten var å få opplysninger om spesifikke lokale vind- og spredningsforhold for bruk i spredningsberegningene. Vindmålingene er vist og diskutert i kap. 6.1.1 Evaluering av meteorologiske beregninger.

### 5.2 Støvnedfall

Det ble gjort målinger ved til sammen fem målepunkter i prosjektet, de tre eksisterende fra Hardanger Miljøsentre og to nye. For detaljert plassering, se Figur 13. Det ble gjort målinger i tre omganger à 2 uker. Det vil si at alle fem målepunktene hadde 14-dagers målinger, også de tre som vanligvis måler 30-dagers perioder.

Tabell 4: Resultater fra målingene av nedfallsstøv ved de fem målepunktene i perioden 2. mai til 14. juni. Enhet: g/(m<sup>2</sup> 30d)

Målepunkt	<sup>1)</sup> Vannuløselig	<sup>1)</sup> Mineralsk andel støv		<sup>1)</sup> Organisk andel
	støv (g/m <sup>2</sup> /30d)	(g/m <sup>2</sup> /30d)	%	støv (g/m <sup>2</sup> /30d)
<b>2. – 16. mai</b>				
Onsøy Stasjon 17 <sup>2)</sup>	23,58	21,31	90	2,27
Onsøy Stasjon 11	3,16	1,17	37	1,99
Onsøy Stasjon 15	2,20	1,31	59	0,89
Mosseveien 214	2,45	1,21	50	1,24
Mosseveien 216	2,39	1,95	82	0,43
<b>16. – 31. mai</b>				
Onsøy Stasjon 17 <sup>2)</sup>	10,74	8,13	76	2,61
Onsøy Stasjon 11	3,16	1,35	43	1,81
Onsøy Stasjon 15	4,36	2,69	62	1,67
Mosseveien 214	4,50	2,37	53	2,13
Mosseveien 216	4,63	1,94	42	2,70
<b>31. mai – 14. juni</b>				
Onsøy Stasjon 17 <sup>2)</sup>	23,25	20,75	89	2,50
Onsøy Stasjon 11	2,43	1,61	66	0,82
Onsøy Stasjon 15	0,95	0,60	63	0,35
Mosseveien 214	1,90	1,09	57	0,81
Mosseveien 216	4,90	3,06	62	1,84

1) Målingene ble gjort i 14+15+14 dager. Resultatene er dog regnet om til 30 dager siden det er gjeldende grenseverdi.

2) Dette er målepunktet like nord for anlegget og derved mest utsatt, både med tanke på nærhet og med tanke på vindretning.

Fra de tre måleperiodene med nedfallsstøv er det kun måleren Onsøy stasjon 17 inne på selve anlegget som viser nedfall over tallverdi på 5 g/(m<sup>2</sup> 30d) satt i forurensningsforskriften. Der ble det målt mineralsk andel mellom 8,13 (16. - 31. mai) og 21,31 g/(m<sup>2</sup> 30d) (2. - 16. mai). Naturlig nok ble det målt laveste verdi i perioden 16. – 31. mai da det var produksjonsstans og lite aktivitet på anlegget. Grenseverdi gjelder for «mineralsk andel målt ved nærmeste nabo, eller annen nabo som eventuelt blir mer utsatt». For nærmeste nabo mot sør (Onsøy stasjon 15) og mot vest (Mosseveien 214) var alle målingene lavere enn grenseverdi for nedfallstøv.

### 5.3 Støvkonsentrasjoner i omgivelsesluft:

I utgangspunktet skulle det tas prøver over 2-3 døgn med skifte mandag, onsdag og fredag, men av ulike årsaker varierte eksponeringsperiodene mellom 3 og 9 dager. Filtrene ble veid før og etter eksponering og mengde støv avsatt på filtrene ble bestemt. Sammenholdt med volum luft gjennom prøvetakeren kan konsentrasjonen av støv bestemmes. Resultatene fra støvmålingene er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Målte konsentrasjoner av svevestøv PM<sub>10</sub> ved de to målepunktene ved Glasopor 2. mai – 17. juni 2024. Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

Fra	Til	Glasopor Onsøy Nord		Glasopor Onsøy Sør	
		Volum luft m <sup>3</sup>	<sup>1)</sup> Svevestøv µg/m <sup>3</sup>	Volum luft m <sup>3</sup>	<sup>1)</sup> Svevestøv µg/m <sup>3</sup>
03.05.2024	07.05.2024	221,4	71,0	221,23	27,4
07.05.2024	10.05.2024	165,9	142,3	166	25,7
10.05.2024	13.05.2024	164,4	52,4	164,3	21,3
13.05.2024	16.05.2024	175,2	148,8	175,2	31,3
16.05.2024	25.05.2024	487,0	121,0	487,9	25,7
25.05.2024	30.05.2024	199,8	57,1	193,8	16,4
30.05.2024	03.06.2024	206,7	34,0	215,7	29,3
03.06.2024	06.06.2024	81,8	184,5	168,4	29,9
06.06.2024	11.06.2024	268,8	138,0	265,9	13,3
11.06.2024	13.06.2024	112,3	113,4	112,3	13,8
13.06.2024	17.06.2024	220,8	75,9	224,4	7,4

1) De målte konsentrasjonene er gjennomsnitt over perioden fra dato – til dato.

Resultatene gjengitt i Tabell 5 viser at målepunktet mot nord gjennomgående har høyere konsentrasjoner enn målepunktet mot sør. Dette virker logisk gitt at sønnavind er hyppigst forekommende i området. Målingene viser også lavere verdier under driftsstansen 21. – 30. mai. Da var det ingen produksjon, kun lossing av råmateriale og lasting av allerede produsert skumglass. Men siden gjenoppvirvling av glasstøv er en stor kilde av støv fra bedriften var det noe utslipp også i denne perioden. De målte konsentrasjonene ved KFG'en i sør er lavere enn tallverdi gitt i forurensningsforskriften for døgnmiddel. Kravene i Forurensningsforskriften gjelder ikke inne på fabrikkområdet, men når det var overholdelse inne på området er det nødvendigvis overholdelse utenfor også.

De målte konsentrasjonene ved målepunktet i nord var høyere enn grenseverdiene for omgivelsesluft gitt i Forurensningsforskriften, men inne på anlegget gjelder som nevnt grenseverdi for arbeidsatmosfære. Nærmeste nabo mot nord er lokalisert flere hundre meter unna. Målingene viser konsentrasjoner langt lavere enn grenseverdi for arbeidsatmosfære, som er 0,5 mg/m<sup>3</sup> for respirabelt støv i silisiumkarbidindustri, i ovnshus og ovnshusrelaterte avdelinger i silisiumkarbidindustri, og 1,5 mg/m<sup>3</sup> for amorf silisiumdioksid respirabelt støv. Produksjonen ved Glasopor går kontinuerlig og utslippene er mer eller mindre konstante slik at det er lite døgnvariasjon i utslipp og konsentrasjon.

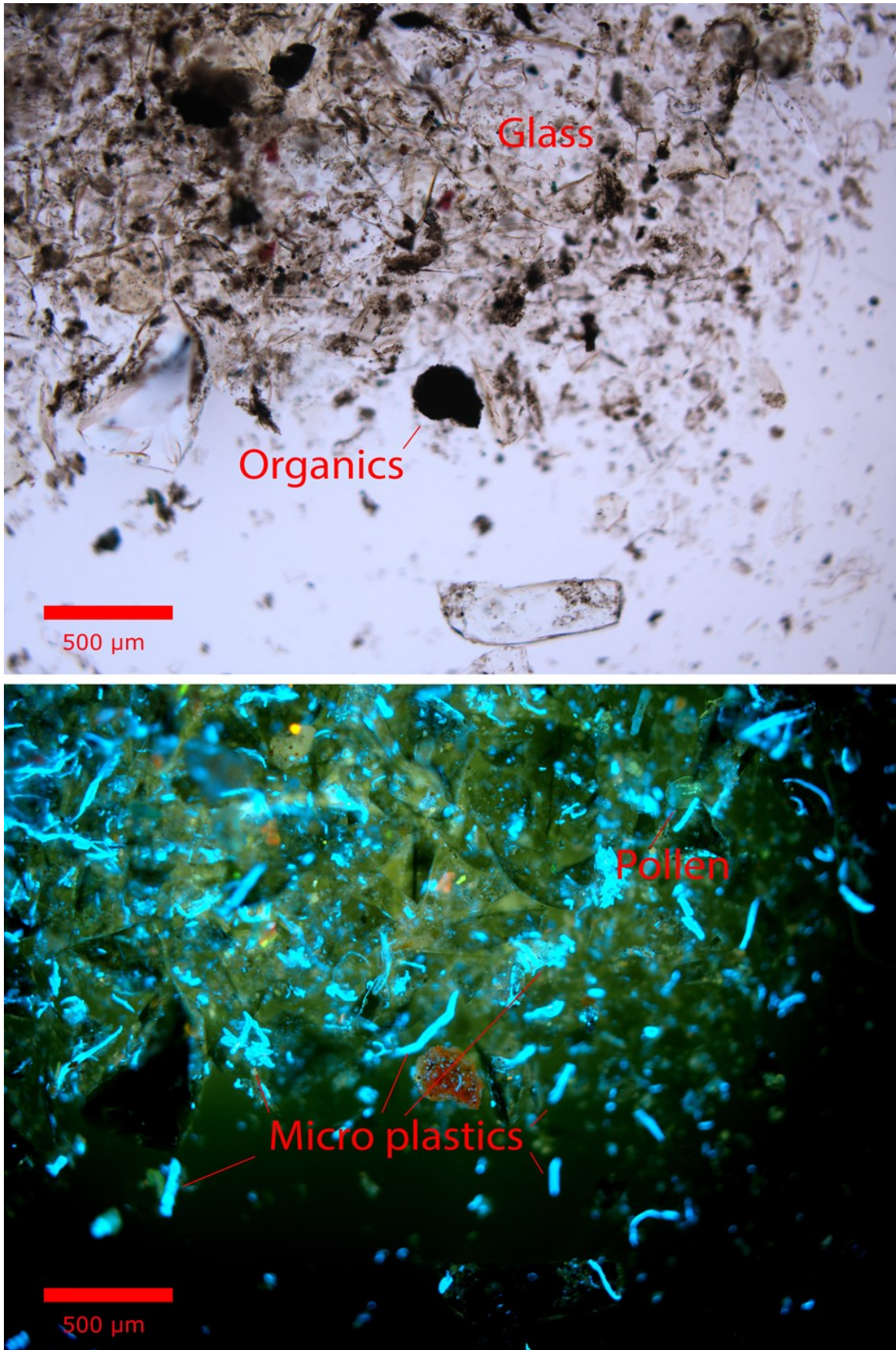
#### 5.4 Andel kvarts

Statsforvalteren stiller også krav om å redegjøre for komponenter i virksomhetens utslipp til luft, deriblant silisiumdioksid –  $\alpha$ -kvarts. For å besvare dette spørsmålet er det tidligere gjort optiske analyser av nedfallsstøv fra Onsøy og fra Øra. Prøvetaking foregikk 14. mai – 17. juni 2021 og ble deretter analysert ved IFEs laboratorium på Kjeller. Innholdet i støvet er vist i Tabell 6, og bilder av støvet tatt med mikroskop er vist i Figur 17 (prøve #1 Onsøy) og i Figur 18 (prøve #2 Øra). Både prøven fra Onsøy og prøven fra Øra inneholdt 95 % glass og kun mindre andeler annet materiale. Disse funnene vil også danne underlag for kildeberegninger i kap. 6.

Tabell 6: Prosentvis fordeling av innhold i nedfallsstøv fra Onsøy (prøve #1) og Øra (prøve #2) tatt i mai-juni 2021 og analysert ved IFEs laboratorium på Kjeller med en optisk metode. Instrumentets programvare er engelsk og de engelske betegnelsene er beholdt. Enhet: % volum (ubenevnt).

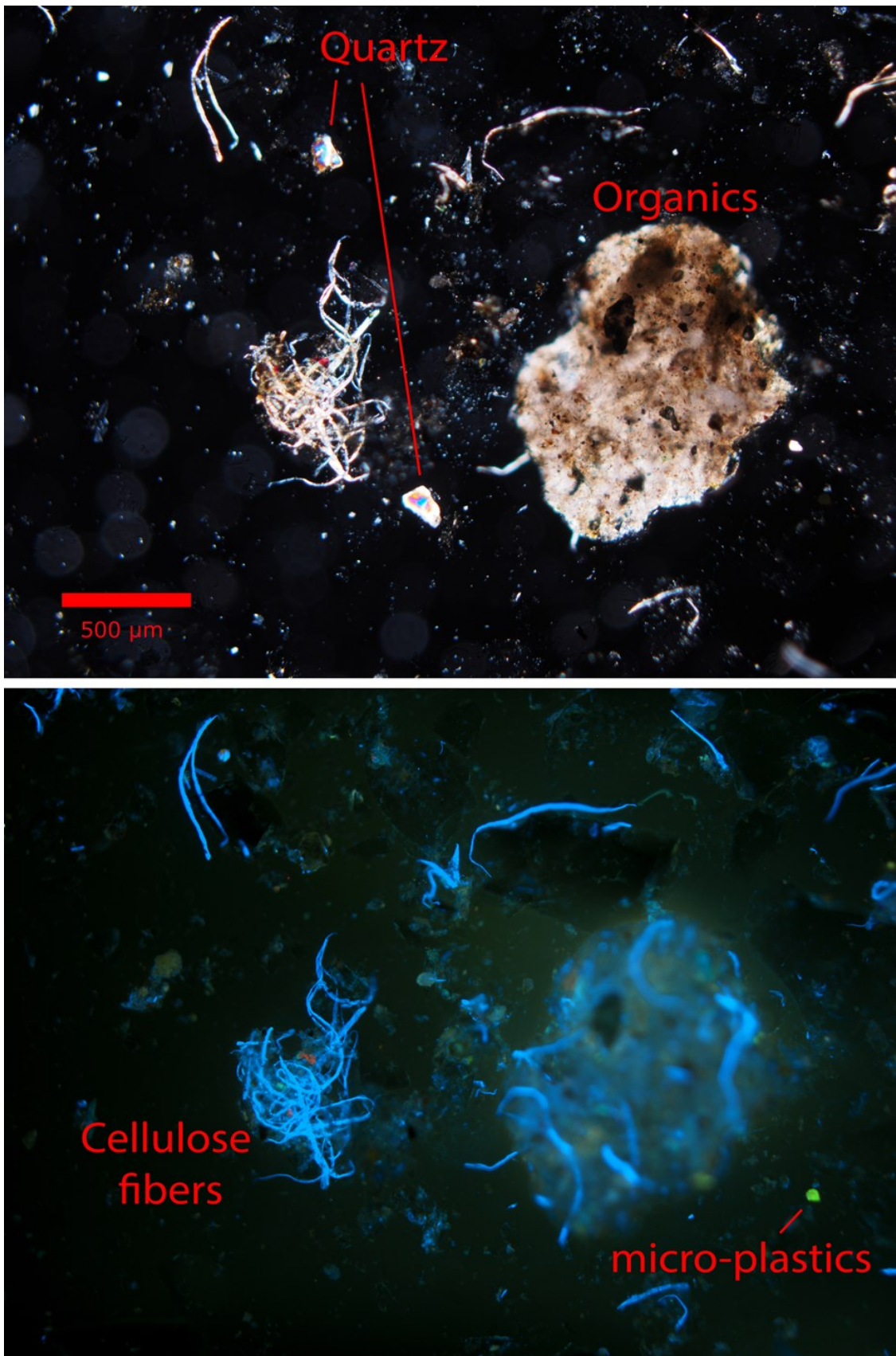
Kategori	Prøve #1 Onsøy	Prøve #2 Øra
Glass fragments	95,1	95
Organics (non-biogenic, fluorescing)	0,8	1,8
Mineral & Rock fragments (crystalline)	1	0,5
Ceramics/Porcelaine, amorphous, non-fluorescing	0,6	0,3
Plastics (micro- & fibers)	2,4	1
Organics - biogenic (pollen, biota)	0,1	0,2
Metallic matter	0	0,2
Wood particles/cellulose	0	1
Sum vol%	100	100
Comments	Crushed w agate mortar, sieved < 400 $\mu$ m. Suspended w high refractive liquid, UV exitation 405 nm. 500 points counting at 50 $\mu$ m steps. Attached images: a) 4x pol combo; b) 405nm UV for both samples #1 and #2	Sample #2: Foul smelling, moist sample, difficult to sieve without correct solvent. Pieces of non-crushable (Agate mortar and pestle) metallic matter present in the original material, less so in the analyzed product.
500 points counting at 50 $\mu$ m steps		





Figur 17: Bilde av prøve fra målepunkt Onsøy #1. Prøven viser overveiende glasspartikler med islett av noen andre partikkeltyper.





Figur 18: Bilde av prøve fra målepunkt Øra #2. Prøven viser overveiende glasspartikler med islett av noen andre partikkeltyper som eks. mineral- & steinfragmenter (0,5 %), organisk materiale (0,2 %), mikroplast (1 %) og cellulosefibre (1 %), jfr. Tabell 6.

## 5.5 Utslippsmålinger – Hardanger Miljøsenster

Statsforvalteren stiller også krav til målinger fra spesifikke utslippspunkter. Som tidligere nevnt er utslippene overveiende diffuse utslipp og gjenoppvirvling av støv, men det er like fullt foretatt målinger ved tre utslippspunkter for å tallfeste utslippsmengder/-konsentrasjon.

Det ble målt lufthastighet, fuktinnhold og -temperatur, samt avkastluftens innhold av totalstøv. Det ble foretatt én måling av ca. 2 timers varighet ved pipene med eksosgass og overskuddsvarme. Ved takluka ble det målt i ca. 5,5 timer. For at målingene av takluka skulle gi støvmengder over deteksjonsgrensa ble det målt på en av taklukene over den del av prosessen som virket å gi mest støv. Dette er også grunnen til at det ble målt lengre her enn på de andre prøvepunktene. Bedriften oppgir at produksjonsforholdene under målingene var representative for normal drift. Resultatene er gitt i Tabell 7.

Tabell 7: Resultater fra målinger utført av Hardanger Miljøsenster 27. juni 2024 ved tre målepunkter ved Glasopor AS ved Onsøy Stasjon i Fredrikstad. Enheter støv: mg/Nm<sup>3</sup> og g/time, enhet luftmengde: Nm<sup>3</sup>/time

	Støv, mg/Nm <sup>3</sup>	Støv, g/time	Luftmengde, Nm <sup>3</sup> /time
Eksosgasspipe	3,0	9,2	3100
Overskuddsvarme <sup>1)</sup>	0,96	-	-
Takluke <sup>1)</sup>	2,0	-	-
Standarden NS-EN 13284-1:2027 for totalstøv har måleområde > 0,1mg/m <sup>3</sup> .			

1) Ved taklukene og pipa med overskuddsvarme var det ikke mulig å måle lufthastighet på grunn av utformingen av målestedet.

Støvkonsentrasjonene ved de tre målepunktene varierer mellom 0,96 (pipe overskuddsvarme) og 3,0 mg/Nm<sup>3</sup> (eksosgasspipe). Dette er typisk lavere konsentrasjoner enn sammenlignbare virksomheter med støvutslipp fra skorstein og punktutslipp. 9,2 g støv pr. time tilsvarer 80 kg pr. år med helkontinuerlig drift. Igjen viser det at utslippene fra punktutslippene ved Glasopor er lave.

Som tidligere nevnt var det ikke mulig å ta prøver ved forbrenningsanlegget for LPG (Figur 11). LPG-anlegget driftes av eksternt firma og det var ikke mulig å bore hull i rørsystemet for å ta prøver herfra. Dog vurderes utslippene derfra som små.

## 5.6 Tidligere målinger av støvnedfall

NILU har tidligere gjort målinger av nedfallsstøv ved bedriften. Dette var et prosjekt på oppdrag fra Fredrikstad bedriftshelsetjeneste. Målingene ble senere overtatt av Hardanger Miljøsenster.

I 2017-2018 ble det tatt prøver ved tre stasjoner, Haredalveien (rett vest), Mosseveien og Sirkel. Eksakt plassering er ikke kjent for NILU. Det ble målt vannuløselig nedfallsstøv høyere enn grenseverdi gitt i forskriften ved fire anledninger:

- Sirkel 3. des 2018 – 4. januar 2019: 5,05 g/(m<sup>2</sup> 30d)
- Mosseveien 7. juli – 7. august 2017: 5,19 g/(m<sup>2</sup> 30d)
- Mosseveien 6. august – 4. september 2018: 5,53 g/(m<sup>2</sup> 30d)
- Mosseveien 4. september – 3. oktober 2018: 5,34 g/(m<sup>2</sup> 30d).



Det må dog bemerkes at:

- a) Det er målt vannuløselig støv, men ikke mineralsk andel som lovverket nå spesifiserer.
- b) Grenseverdien er 5 g/(m<sup>2</sup> 30d), ikke 5,0. Tallverdien er oppgitt med 1 signifikant siffer. Det vil igjen si at alt under 5,4999 skal avrundes nedover til 5 og ikke medfører brudd på grenseverdien.

Det er derfor vanskelig å bedømme om tidligere målinger av nedfallstøv medførte brudd på dagens grenseverdi.

## 6 Beregning av utslipp basert på målinger

### 6.1 Meteorologi og FLEXPART spredningsberegninger

FLEXPART (FLEXible PARTicle dispersion model) er en Lagrangsk<sup>11</sup> atmosfærisk sprednings- og dispersjonsmodell som beregner spredning av partikler/sporpakker basert på meteorologiske data fra en værvarslingsmodell. Partiklene følger luftstrømmene med perturbasjoner fra turbulens. For lokal til regional skala (< 100km) er FLEXPART-WRF den best egnede modellen (Brioude et al., 2013), da den har spesifikke innstillinger for turbulens som gjør den mer nøyaktig på høyoppløst skala. FLEXPART-WRF er en versjon som er spesialtilpasset meteorologien som kommer fra modellen WRF<sup>12</sup> (Weather Research and Forecasting). FLEXPART kan modellere både tørr- og våtavsetning til overflater. Avsetningen av partikler tar hensyn til størrelsesfordeling og sammensetning og er beskrevet i detalj i Grythe et al. (2017).

Som inngangsdata til FLEXPART er det utført egne meteorologiske beregninger for 2024 med WRF. WRF er en fritt tilgjengelig meteorologimodell utviklet ved NCAR, USA (Skamarock et al., 2019). Til studier er det en mulighet å nøste med gradvis finere romlig oppløsning. I denne studien er modellene nøstet tre ganger, først med en gridboksoppløsning på 15×15 km<sup>2</sup>, deretter med 3×3 km<sup>2</sup> og til slutt et indre modellområde på 1×1 km<sup>2</sup>. Det indre modellområdet er på ca. 100 x 100 km<sup>2</sup> og dekker domenet for spredningsberegningene med god margin.

#### 6.1.1 Evaluering av meteorologiske beregninger

Figur 19 og Figur 20 viser sammenligning av målinger med Vaisala-instrument inne på anlegget og beregnet vindfelt med WRF. På grunn av instrumentfeil og problemer med loggeren på instrumentet mangler det data fra Vaisala-instrumentet i deler av måleperioden. Figurene viser derfor bare data for «Mai\_1» som er fra 2.-16. mai og «Juni\*» som her er fra 6.-14. juni, sistnevnte periode er altså kortere enn perioden for avsetningsmålingene i juni som er fra 31. mai - 14. juni.

Som figurene viser er det manglende samsvar mellom målte og beregnede vindroser. Dette gjelder særlig for perioden «Mai\_1» hvor målingene viser hovedvindretning fra sør-øst, mens målingene har mer sør-vestlige og nord-østlige vinder. Beregningene viser også et kraftigere vindfelt enn målingene. Med en så kort måleperiode er det vanskelig å tolke alle forskjellene mellom målinger og beregningene. Tidsserien for målt og beregnet vindhastighet (Figur 21) viser at korrelasjonen mellom målt og beregnet vindhastighet er akseptabel (Pearson korrelasjonskoeffisient på 0,75) selv om målt vindstyrke er svakere enn de beregnede.

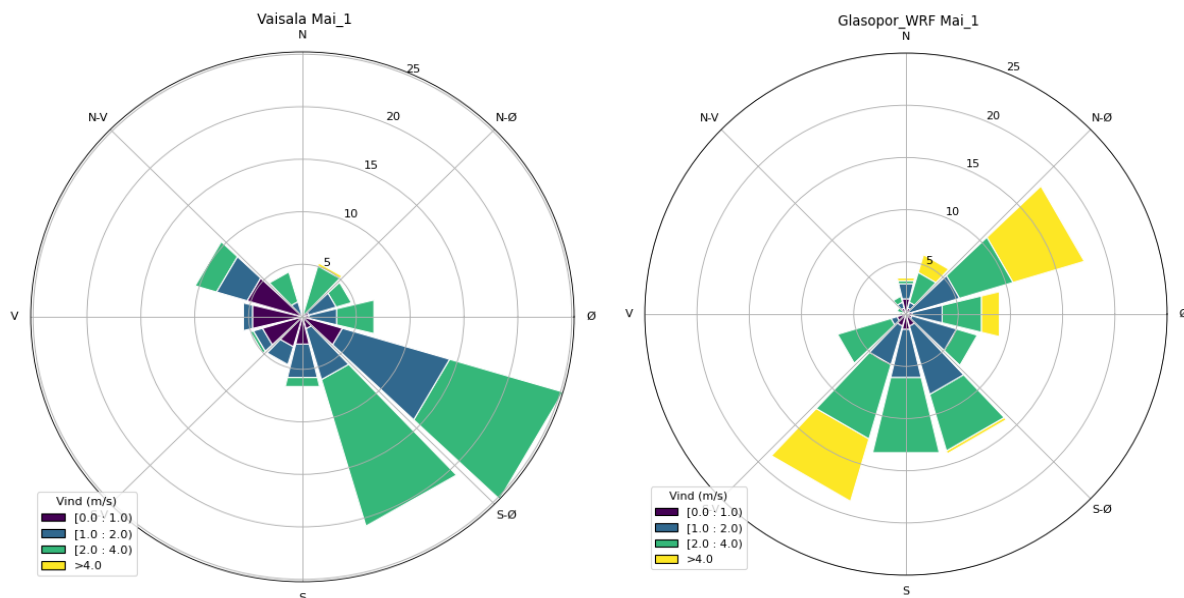
<sup>11</sup> Det er to hovedtyper atmosfæriske spredningsmodeller, lagrangske og eulerske modeller. Lagrangske modeller beregner partikler / luftpakker og deres bevegelser i atmosfæren, mens eulerske modeller deler atmosfæren inn i bokser / rutenett og løser bevegelsesligningene for hvert punkt / hver boks.

<sup>12</sup> <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model> [besøkt 7. juli 2024].

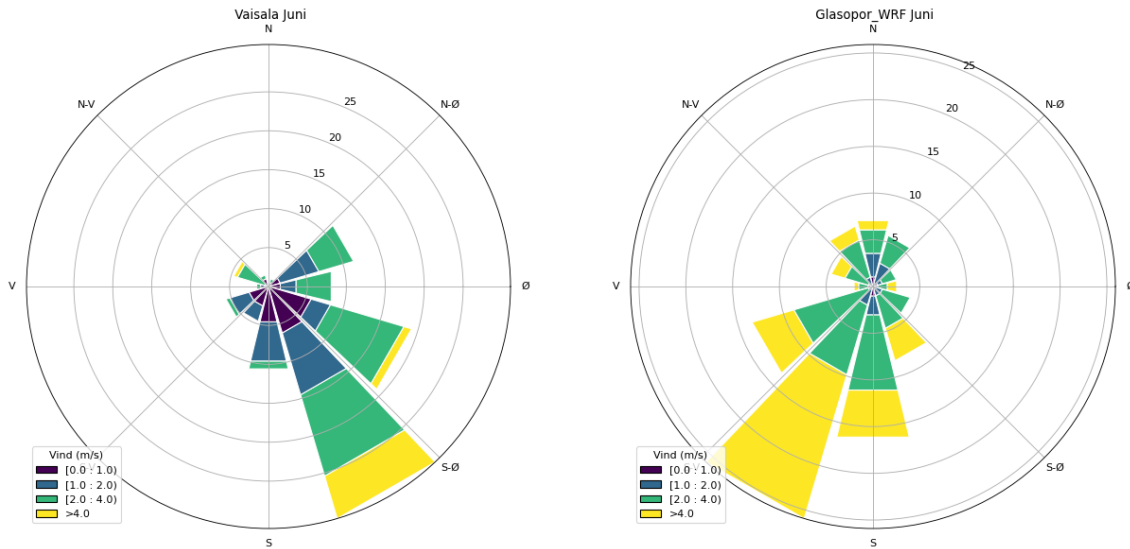
Det er bedre samsvar mellom målinger og beregninger i Juni\* (6. -14. juni) hvor hovedvindretningen er sørlige vinder. Beregnet vindstyrke er vesentlig høyere enn de målte også i denne perioden.

På de regulære målestasjonene for meteorologi (Rygge, Sarpsborg og Strømtangen) er samsvaret mellom målinger og beregninger vesentlig bedre. Vindroser for disse stasjonene er presentert i Vedlegg B.

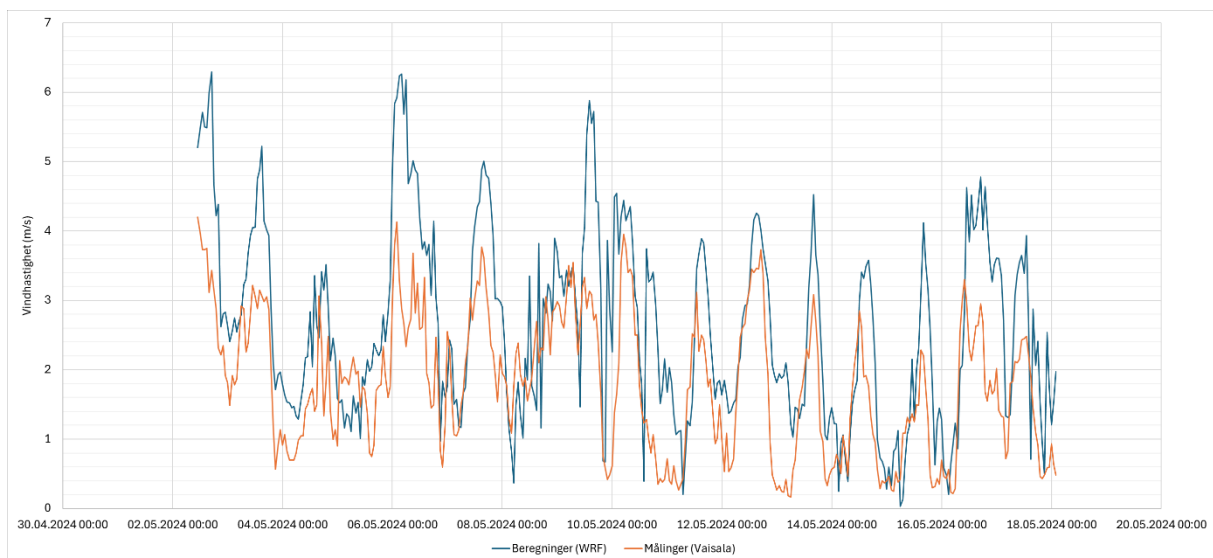
Vaisala-instrumentet var plassert høyt inne på Glasopor sitt anlegg, det vil si oppe på den øverste gangbroen, i flukt med kanten av steinbruddet (se bilde i Figur 14). Beveggrunnen var at instrumentet skulle være mest mulig frittstående og upåvirket av topografi. Det kan tenkes at vinden i høyden reelt sett er mer dreid i sørøstlig retning enn vinden ved bakken som er kanalisert mer nord-sør. Bygningene på Glasopor er også høye, nesten på høyde med Vaisalaen, og turbulens kan påvirke vindmålingene og gi utslag. På samme måte er det en knaus / forhøyning like øst for instrumentet som også kan påvirke måleresultatene. Uansett avvek Vaisala-målingene såpass mye fra beregnet vind med WRF og andre målinger i området at det ble bestemt å ikke inkludere målingene fra Vaisala i FLEXPART-beregningene slik det opprinnelig var tenkt.



Figur 19: Figuren viser sammenligning av målt meteorologi (venstre: Vaisala), med beregnet meteorologi (høyre: WRF Glasopor) for perioden Mai\_1 (2.-16. mai). Det er relativt store avvik mellom målinger og beregninger i denne perioden.



Figur 20: Figuren viser sammenligning av målt meteorologi (venstre: Vaisala), med beregnet meteorologi (høyre: WRF Glasopor) for perioden Juni\* (6. -14. juni). Det er relativt sett noe mindre avvik mellom målinger og beregninger i denne perioden.



Figur 21: Tidsserie (timesverdier) for målt og beregnet vindhastighet i perioden 2. - 18. mai

Også når det gjaldt vindhastighet var det en del avvik mellom målt (Vaisala) og beregnet (WRF, se Figur 21), dog var variasjonen over døgnet og variasjonsmønsteret mye likt. Dette kan forklares ved at WRF-dataene er beregnet for et større område ( $1 \times 1 \text{ km}^2$ ) slik at WRF ikke fanger opp lokale detaljer, mens Vaisala måler i et punkt.

## 6.2 Karakterisering av utslipp

I denne studien er det gjort beregninger med FLEXPART for å beregne mengde støv sluppet ut fra Glasopor. I beregningene er det gjort en rekke antagelser, som for eksempel antagelser om støvets størrelsesfordeling, om andre kilder enn Glasopor, om bakgrunnskonsentrasjon, aktivitet på anlegget osv.

Det er forventet at støvutslippet vil være et resultat av prosess-aktiviteter (transportbånd, knusing, osv.), transport-aktivitet (lossing, lasting og oppvirvling ved kjøring) og oppvirvling induisert av vind/vindkast. Ved befaringen 19. april ble det observert store støvmengder på blant annet takflater som potensielt kan virvles opp når vinden er kraftig nok (se eks. Figur 8 og Figur 9). I tillegg vil støvutslippet også være noe begrenset ved nedbør. Det er derfor antatt en tidsvariasjon på utslippet hvor disse faktorene er hensyntatt på en forenklet måte. Støvutslippet settes til 20% av «normalt utslipp» ved regn. Vindblåst støv antas å bli induert fra middelvind på 4 m/s. Til dels basert på informasjon fra Glasopor er det antatt en aktivitetsvariasjon som er 100% i timene mellom 8 og 16, 50% i timene fram til 21 på kvelden og 20% i øvrige timer.

En vesentlig antagelse for beregningene er størrelsesfordelingen til støvutslippet. Dette avgjør i stor grad hvor lenge partikler kan forbli luftbårne og videre hvor de avsettes rundt anlegget. Partikler med størrelse 50-100  $\mu\text{m}$  vil i hovedsak lande i eller svært nær anlegget, mens partikler på under 2  $\mu\text{m}$  kan forbli luftbårne i ukesvis. Det finnes ikke målinger av størrelsesfordelingen ved Glasopor eller ved lignende anlegg.

I modellberegningene er støvet delt inn i tre kategorier, sortert etter størrelse: TSP', PM<sub>10</sub>' og PM<sub>2,5</sub>', se Tabell 8 (TSP', Total Suspended Particles, PM er som tidligere nevnt Particulate Matter). Merk at TSP = TSP' + PM<sub>10</sub>' + PM<sub>2,5</sub>' og PM<sub>10</sub> = PM<sub>10</sub>' + PM<sub>2,5</sub>' hvor TSP og PM<sub>10</sub> (uten merking) er alle størrelsesfraksjoner opp til den aktuelle fraksjonen.

Avsetningsmålingene som er foretatt på den nordlige grensen til anlegget viser høye verdier, ca. 20 g/(m<sup>2</sup> 30d), i perioden 2. - 16. mai og 31. mai - 14. juni hvor det var full drift ved anlegget. Prøvetakeren som står > 200 meter videre i nordlig retning fra anlegget («Mosseveien 216») viser svært mye lavere støvnedfall, ca. 2 - 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette tyder på at en stor andel av støvutslippet faller ned nær anlegget og følgelig er i større fraksjoner. Basert på denne observasjonen er det antatt at de største partiklene har en karakteristisk størrelse på 50  $\mu\text{m}$  og utgjør 75 % av støvmassen. Videre er det gjort en skjønnsmessig fordeling hvor PM<sub>10</sub>' utgjør 22 % av støvmassen og PM<sub>2,5</sub>' utgjør 3 %. Det understrekes at disse antagelsene er forbundet med stor usikkerhet.

FLEXPART antar en logaritmisk normalfordeling av partiklene. Det er med andre ord ikke mulig å representere en bred ikke-logaritmisk normal størrelsesfordeling ved én enkelt størrelsesfordeling i beregningene. På denne bakgrunn er størrelsesfordelingen fordelt på tre størrelseskategorier som videre er beregnet separat i FLEXPART. Disse tre størrelseskategoriene er TSP' («Total Suspended Particles»), PM<sub>10</sub>' og PM<sub>2,5</sub>'. Det er antatt at støvet har en midlere tetthet<sup>13</sup> på 2,5 g/cm<sup>3</sup> og at midlere størrelse er 80 % av maksimal størrelse. Dette gir fordelingene som angitt i Tabell 8.

<sup>13</sup> Antagelsen om midlere tetthet på 2,5 g/cm<sup>3</sup> bygger på tetthet til Glass DIN 60001 oppgitt til 2,4-2,8 g/cm<sup>3</sup>, kvartsglass til 2,65 g/cm<sup>3</sup>)

Tabell 8: Antatt størrelse og fordeling av partikkelfraksjoner i spredningsberegningene med FLEXPART. Eksempel på beregning av midlere størrelse:  $16 \mu\text{m} = 50 \mu\text{m} / 2,5 * 80\%$ , 2,5 er forholdet mellom tetthet til partiklene og referansepartikkelen på  $1 \text{g/cm}^3$ .

Benevning	Maksimal aerodynamisk diameter	Midlere størrelse hensyntatt tetthet	Antatt andel i utslippet fra Glasopor ( $s_i$ )
TSP'	50 $\mu\text{m}$	16 $\mu\text{m}$	75%
PM' <sub>10</sub>	10 $\mu\text{m}$	3,2 $\mu\text{m}$	22%
PM' <sub>2,5</sub>	2,5 $\mu\text{m}$	0,8 $\mu\text{m}$	3%

### 6.3 Andre kilder og bakgrunnskonsentrasjoner

Glasopor er ikke den eneste kilden som bidrar til svevestøvkonsentrasjoner i nærområdet til anlegget. Andre kilder kan være veitrafikk fra RV 110 (ca. 15 000 ÅDT og 9 % tunge kjøretøy, se vegkart<sup>14</sup>), kjøring på mindre grusveier og støving fra landbruksvirksomhet og annet bakgrunnsbidrag som f.eks. langtransportert forurensning og bidrag fra sjøsalt. Tog som passerer i høy hastighet kan også virvle opp støv. En del av disse andre kildene bidrar også til mineralsk andel, som eks. oppvirvlet støv fra veigrus.

Miljødirektoratets fagbrukertjeneste<sup>15</sup> angir en gjennomsnittlig årsmiddelkonsentrasjon ved Glasopor på  $8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  PM<sub>10</sub> som et middel over årene 2018-2022 og et «korttidsmiddel» dvs. døgnmiddelverdien ved det 26. høyeste døgnet på  $18,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . For PM<sub>2,5</sub> er årsmiddelverdien  $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette anslaget er basert på 8 spredningsberegninger foretatt ved Meteorologisk institutt med uEMEP og utslippsmodeller for vedfyring, veistøv og eksos. I tillegg er bidrag fra sjøsalt og langtransportert forurensning angitt. Industribidraget fra Glasopor er ikke inkludert i disse beregningene og følgelig kan de beregnede nivåene være representative for bakgrunnsbidraget i området rundt Glasopor.

### 6.4 Beregning av utslipp med utgangspunkt i målt avsetning

Metode for beregning av utslipp fra målt avsetning er beskrevet i rapporten for LKAB (Weydahl mfl., 2023). Metoden bygger også på en tidligere studie som NILU har utført for Boliden (Grythe mfl., 2021). Utslipet for hver periode estimeres basert på forholdet mellom målt og beregnet avsetning. Det estimerte utslippet benyttes for å skalere beregnet konsentrasjonsfelt. Til slutt legges det til et anslag for bakgrunnskonsentrasjonen for å beregne totalkonsentrasjonen i området.

For å forklare enkelt; FLEXPART-modellen kjøres med et kjent enhetsutslipp der avsetning og konsentrasjoner beregnes. Deretter sammenlignes den beregnede avsetningen med målt avsetning. Forskjellen mellom beregnet og målt avsetning gir en faktor som så brukes til å skalere utslippet<sup>16</sup>.

Det er forenklet antatt at målt avsetning av mineralsk andel på alle lokasjoner stammer fra Glasopor. Dette er en konservativ antagelse som gir høyere utslippsestimat enn om det også tas hensyn til at noe støv kommer fra andre kilder. Antagelsen er rimelig for støvsamlere nærmest anlegget, men har mindre gyldighet for støvsamlere lenger unna som også får bidrag fra andre kilder. Blant annet gjelder

<sup>14</sup> <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/> [besøkt 3. juli 2024].

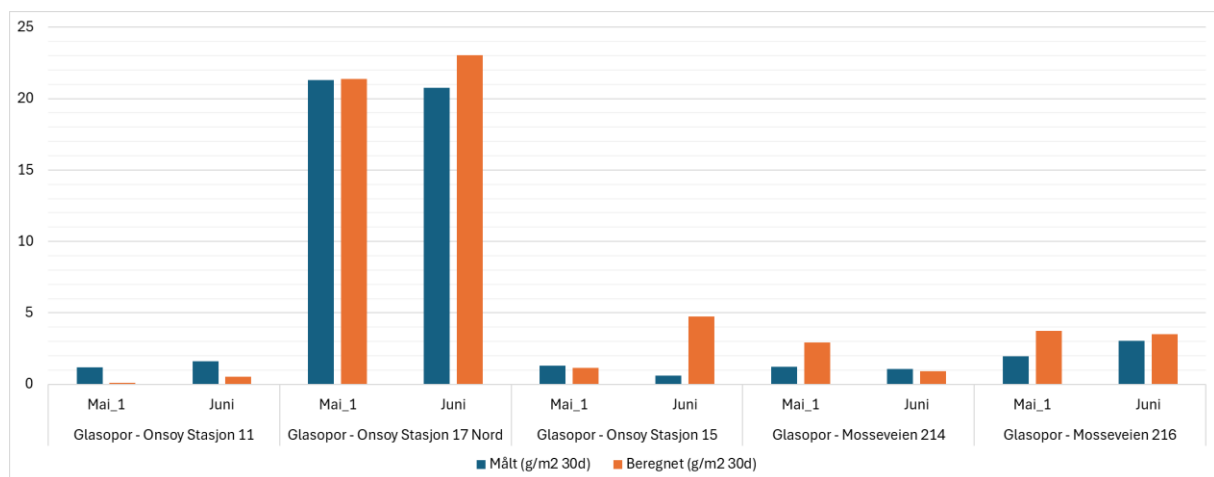
<sup>15</sup> <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/fagbrukertjeneste-for-luftkvalitet/>

<sup>16</sup> For å illustrere: tenk et tilfelle der FLEXPART-modellen kjøres med et enhetsutslipp lik 1 kg pr dag/30 kg pr. måned, og dette gir en beregnet avsetning tilsvarende  $1 \text{g}/(\text{m}^2 \text{30d})$ . Hvis da den målte avsetningen derimot er tre ganger høyere, altså  $3 \text{g}/(\text{m}^2 \text{30d})$ , vel da er beregnet utslipp 3 ganger høyere enn et enhetsutslipp, altså 3 kg pr dag/90 kg pr. måned.

dette «Onsøy Stasjon 11» som i perioden 31. mai - 14. juni har høyere konsentrasjoner enn «Onsøy Stasjon 15» som er lokalisert nærmere anlegget.

I beregningen av utslipp er det lagt mest vekt på avsetningsmålingene fra «Onsøy stasjon 17 Nord» og «Mosseveien 216» og måleperiodene 2. - 16. mai og 31. mai - 14. juni. I perioden 15. - 31. mai var det driftsstans 21. - 30. og derfor regnes ikke denne målingen som representativ. I perioden 2. - 16. mai er utslippet beregnet til 2,7 tonn basert på målingen «Onsøy stasjon 17 Nord» og 1,4 tonn basert på målingen «Mosseveien 216». I perioden 31. mai - 14. juni er utslippet henholdsvis beregnet til 2,4 tonn og 2,3 tonn ved bruk av disse målepunktene. De forskjellige utslippsestimatene illustrerer noe av usikkerheten i metoden. Usikkerheten er særlig stor fordi det foreliggende datagrunnlaget er svært begrenset i dette arbeidet. Ved denne betraktningen er utslippet konservativt estimert til 2,7 tonn i perioden, eller 5,8 tonn over en 30-døgnperiode. Dette gir et estimert totalt årsutslipp på ca. 66 tonn støv fra alle kilder ved anlegget. Som tidligere nevnt er anlegget vurdert som en samlet kilde og ikke som en sum av enkeltkilder.

Med estimert gjennomsnittlig utslipp over periodene Mai\_1 (2. - 16. mai) og Juni (31. mai - 14. juni) er avsetningen beregnet ved alle målepunkt som vist i Figur 22. Siden det var driftsstans i store deler av den andre måleperioden, Mai\_2 (16. - 31. mai) er ikke målinger og beregninger fra denne perioden vist. I figuren er beregningene sammenlignet med målt avsetning. Med unntak av Onsøy Stasjon 17 som ligger inne på anleggsområdet er det verken målt eller beregnet avsetning over grenseverdien på noen av disse lokasjonene. Beregningene overestimerer avsetningen ved alle lokasjoner med unntak av Onsøy stasjon 11, som sannsynligvis skyldes bidrag fra andre kilder som ikke er inkludert i beregningene.



Figur 22: Sammenligning av beregnet og målt avsetning (g/m<sup>2</sup>/30d) i periodene Mai\_1 (2.5-16.5) og Juni (31.5-14.6).

## 6.5 Beregning av utslipp med utgangspunkt i målt konsentrasjon

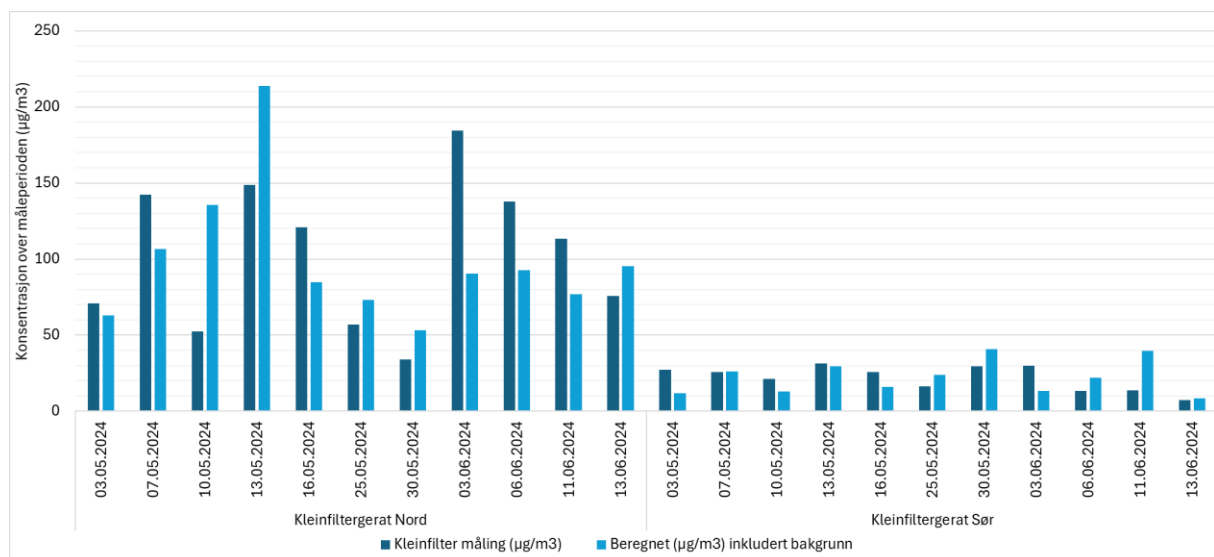
Her gjøres samme øvelse som i forrige avsnitt, eneste forskjellen er at sammenligningen gjøres for beregnet konsentrasjon og målt konsentrasjon av støv i luft.

Konsentrasjonsbidraget fra Glasopor er beregnet fra enhetsutslipp korrigert for estimert utslippsmengde (5 tonn) og antatt andel PM<sub>10</sub> i total støvfraksjon (22% PM<sub>10</sub>' + 3% PM<sub>2,5</sub>). FLEXPART-

WRF beregner konsentrasjonsfeltet fordelt på partikkelstørrelsene TSP', PM<sub>10</sub>', PM<sub>2,5</sub>'. Det er målt konsentrasjon ved to punkter over periodene. Vektet gjennomsnitt av målt konsentrasjon er 104 µg/m<sup>3</sup> for Kleinfilergerät Nord og 22 µg/m<sup>3</sup> for Kleinfilergerät Sør. I denne vektingen er ikke målingene i periodene 16. -25. mai og 25. - 30. mai tatt med fordi anlegget var ute av drift i store deler av denne perioden. Med utslippsestimatet på 2,7 tonn over hver måleperiode (Mai\_1, Mai\_2 og Juni) er konsentrasjonen beregnet til 63 µg/m<sup>3</sup> (Nord) og 17 µg/m<sup>3</sup> (Sør) inkludert bakgrunnsbidrag. Dette er følgelig vesentlig lavere enn hva som er målt. Avviket kan blant annet skyldes at beregnet vind i WRF avviker mye fra målt (reell) vind i området, det kan skyldes antatt størrelse på de største partiklene ikke er riktig (antatt 50 µm), det kan skyldes antatt vektfordeling mellom partikkelstørrelsene, og det kan skyldes forskjeller i aktivitet eller naturlige prosesser som ikke er fanget i aktivitetsvariasjonen. Hvis f.eks. vindblåst støv er en viktig effekt, kan det være at kortvarige hendelser er opphav til mye av støvnedfallet. Slike effekter er vanskelig å fange i beregningene.

På bakgrunn av konsentrasjonsmålingene med Kleinfilergerät er det estimert et støvutslipp som gir gjennomsnittskonsentrasjoner ved de to målepunktene som tilnærmet samsvarer med målingene.

Dette utslippsestimatet er på 4,5 tonn for hver periode, 9,6 tonn over 30 dager eller 111 tonn i året. Dette høyere utslippsestimatet gir beregnet konsentrasjon for hver periode som vist i Figur 23. I denne figuren er det ikke tatt hensyn til driftsstansen i beregnet konsentrasjon.



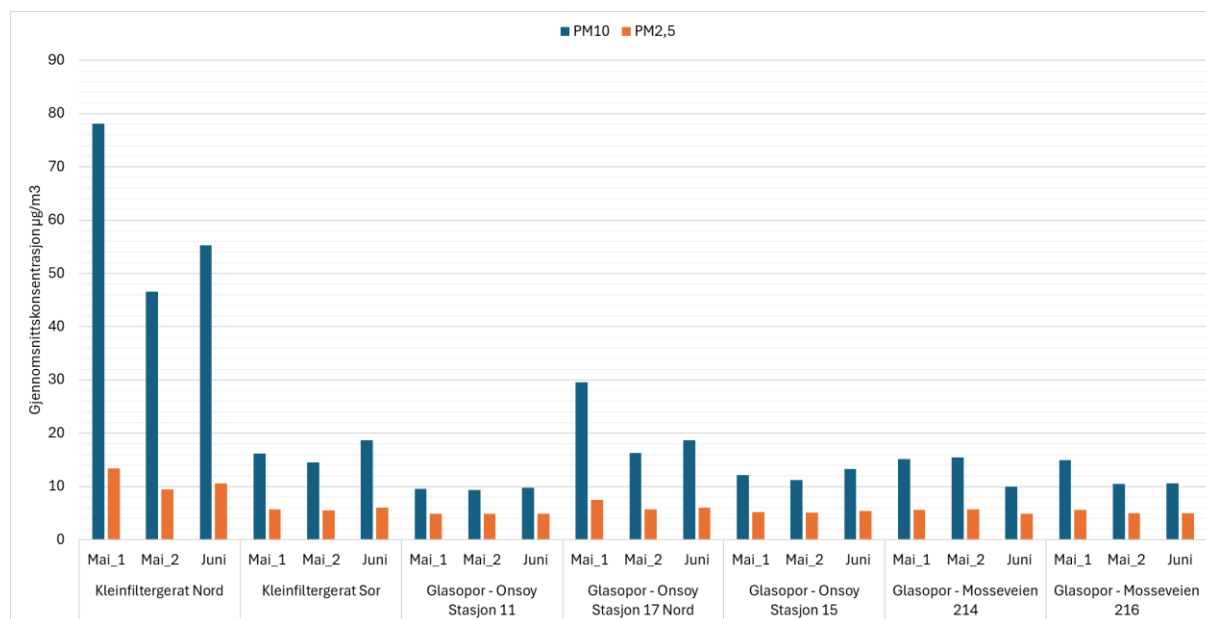
Figur 23: Målt og beregnet middelkonsentrasjon PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) ved lokasjonene Nord og Sør. Datoen 3.5.2024 er dagen hvor det første filteret ble satt inn i måleapparatet og påfølgende datoer er dager hvor filter ble samlet inn og skiftet.

Med et utslippsestimat på 4,5 tonn for hver periode vil avsetningen overestimere vesentlig (se kap. 6.4). Med bakgrunn i kravet til spredningsberegningene («maksimale bakkekonsentrasjoner») fra Statsforvalteren er dette høyere utslippsestimatet benyttet som et verste tenkelige tilfelle (eng. «Worst case») i videre spredningsberegninger.

## 6.6 Resulterende spredningsberegninger

I Figur 24 er den beregnede konsentrasjonen vist for alle måleperiodene med et utslippsestimat som er tilpasset disse konsentrasjonsnivåene. Merk at beregnet middelkonsentrasjon inkluderer et antatt bakgrunnsbidrag på 8,4 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>10</sub> og 4,7 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>2,5</sub>. Som figuren viser er det ingen perioder hvor PM<sub>2,5</sub> ligger over årsmiddelgrenseverdien på 10 µg/m<sup>3</sup> med unntak av Kleinfilergerät Nord som

ligger inne på anleggsområdet. Fra gjeldende antagelser om størrelsesfordeling er det derfor liten sannsynlighet for at Glasopor vil forårsake overskridelse av grenseverdien for  $PM_{2,5}$  i områdene utenfor anleggsområdet.



Figur 24: Beregnet gjennomsnittskonsentrasjon for  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  ved målepunkter for nedfallsstøv for hver av de tre måleperiodene for nedfallsstøv. I beregningene er det ikke hensyntatt at det var driftsstans i deler av perioden Mai\_2 (16. - 30. mai).

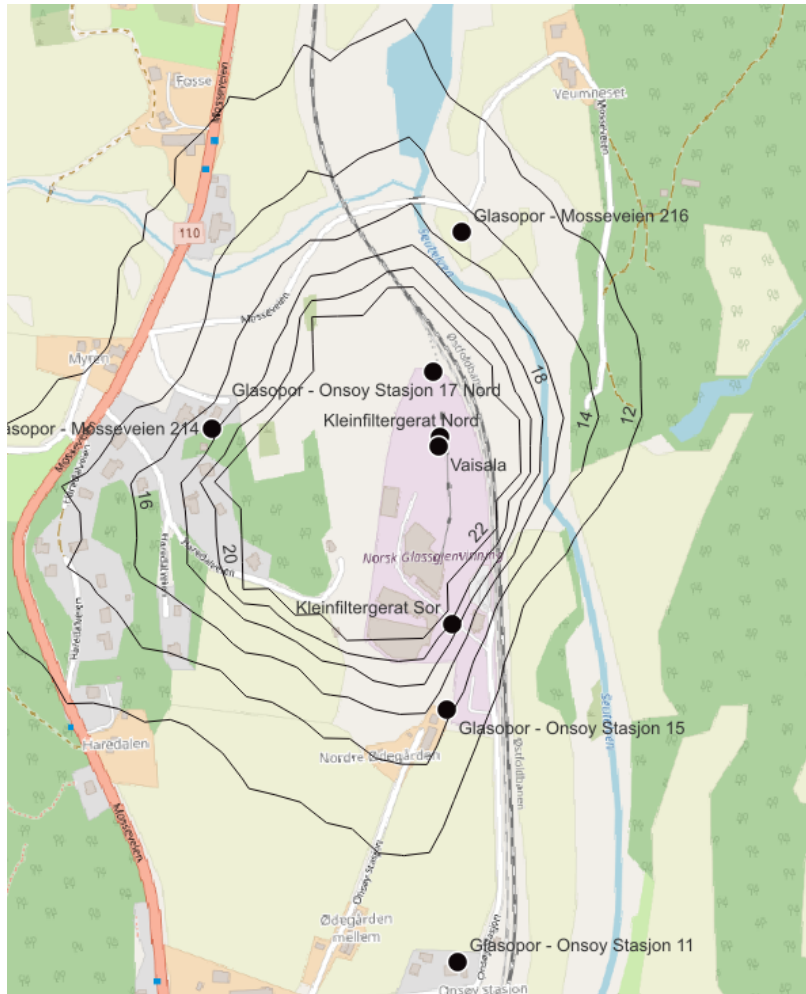
Figur 25 viser beregnet konsentrasjonsfelt for hele måleperioden 2. mai - 14. juni 2024. Dette feltet antas som et estimat for årsmiddel. Bak denne antagelsen ligger at vindforholdene 2. mai – 14. juni var representative for forholdene for et helt kalenderår. Som figuren viser er det enkelte boliger vest for anlegget som kan eksponeres for gjennomsnittsverdier over  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er grenseverdien for årsmiddel  $PM_{10}$ . Vest for anlegget er det et større skogsfelt som ikke er spesifikt representert i FLEXPART-beregningene. Det er forventet at dette feltet vil skjerme noe for støvutslippet fra Glasopor. Konsentrasjonsfeltet må derfor ses på som et konservativt estimat i dette området. Siden det ikke er målt eller beregnet for et helt år, er dette kun en indikasjon på mulig overskridelse.

Figur 26 viser det beregnede 2. høyeste døgnmiddel konsentrasjonsfeltet. Dette er antatt å være representativt for det 26. høyeste døgnet gjennom et helt år (ref. forskrift<sup>17</sup>). Beregningene viser at boligen rett sør for anlegget nær Onsøy stasjon 15 ligger innenfor  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -konturen. Følgelig er det fare for at forskriften kan brytes her. Den høyeste målte konsentrasjonen ved Kleinfiltergerat Sør var på  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mellom 13. og 16. mai (gjennomsnitt over tre døgn).

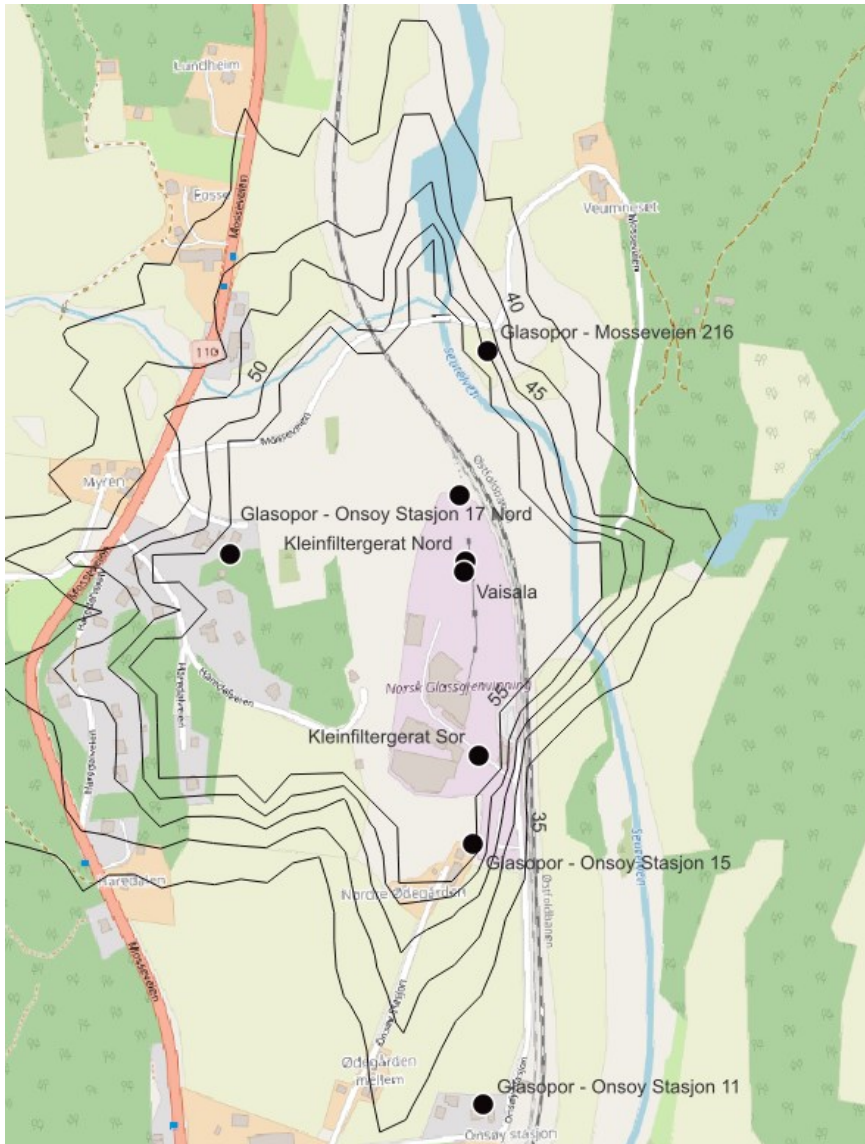
Figur 27 og Figur 28 viser tilsvarende resultat med et antatt periode-utslipp på 2,7 tonn. Dette utslippsestimatet er basert på avsetningsmålinger.

<sup>17</sup> Det var ikke mulig å gjøre et helt kalenderår med FLEXPART-simuleringer innenfor tidsrammen av prosjektet. Modellen ble kjørt for 1,5 mnd, det vil si 1/8 år, med representative meteorologiske forhold. For å representere det 26. høyeste døgnet slik forskriften krever ble det da valgt det 2. høyeste døgnmiddelet, ikke det 3. høyeste. Dette ble gjort utfra en tankegang om Verste Tenkelige Tilfelle / «Worst Case».

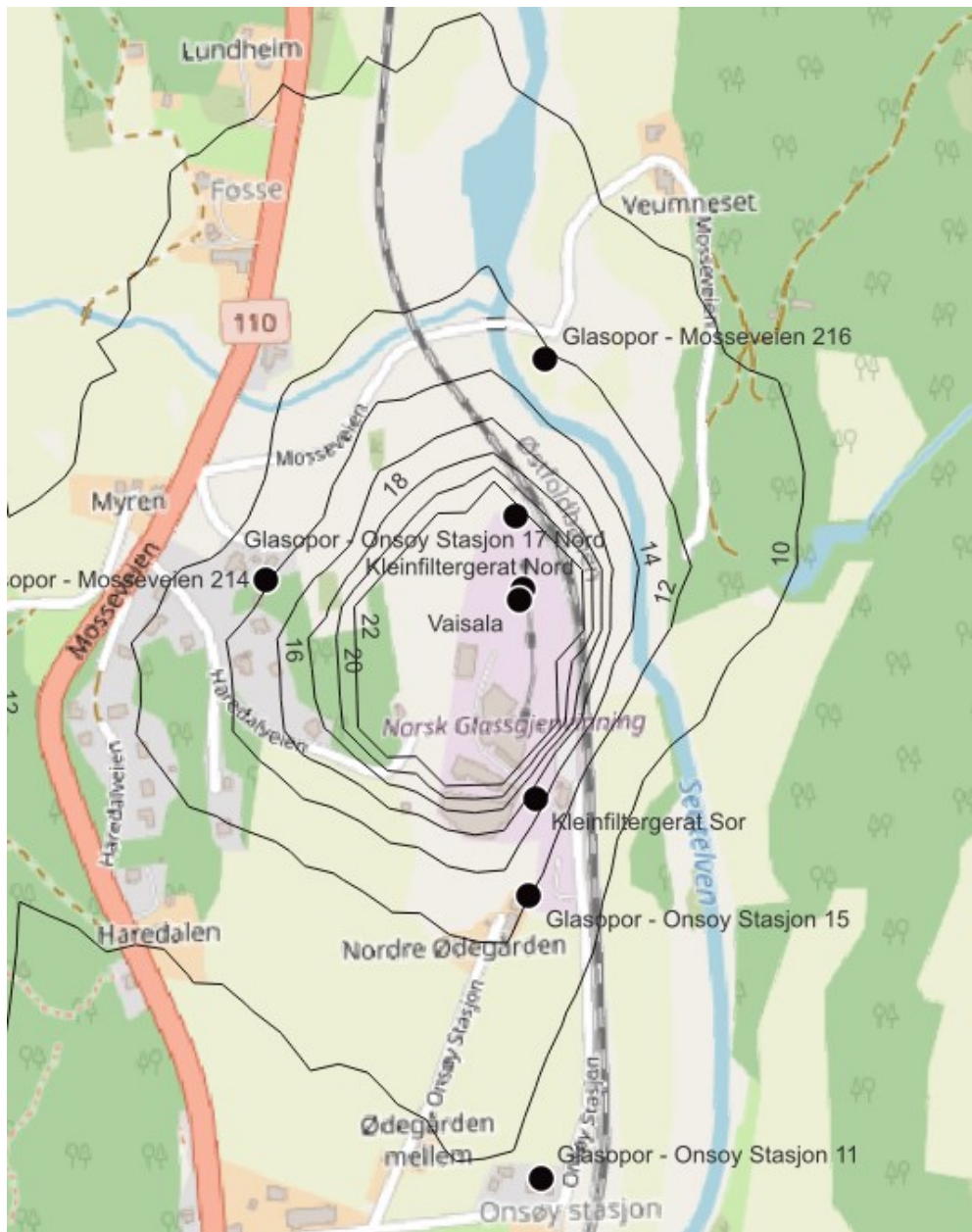




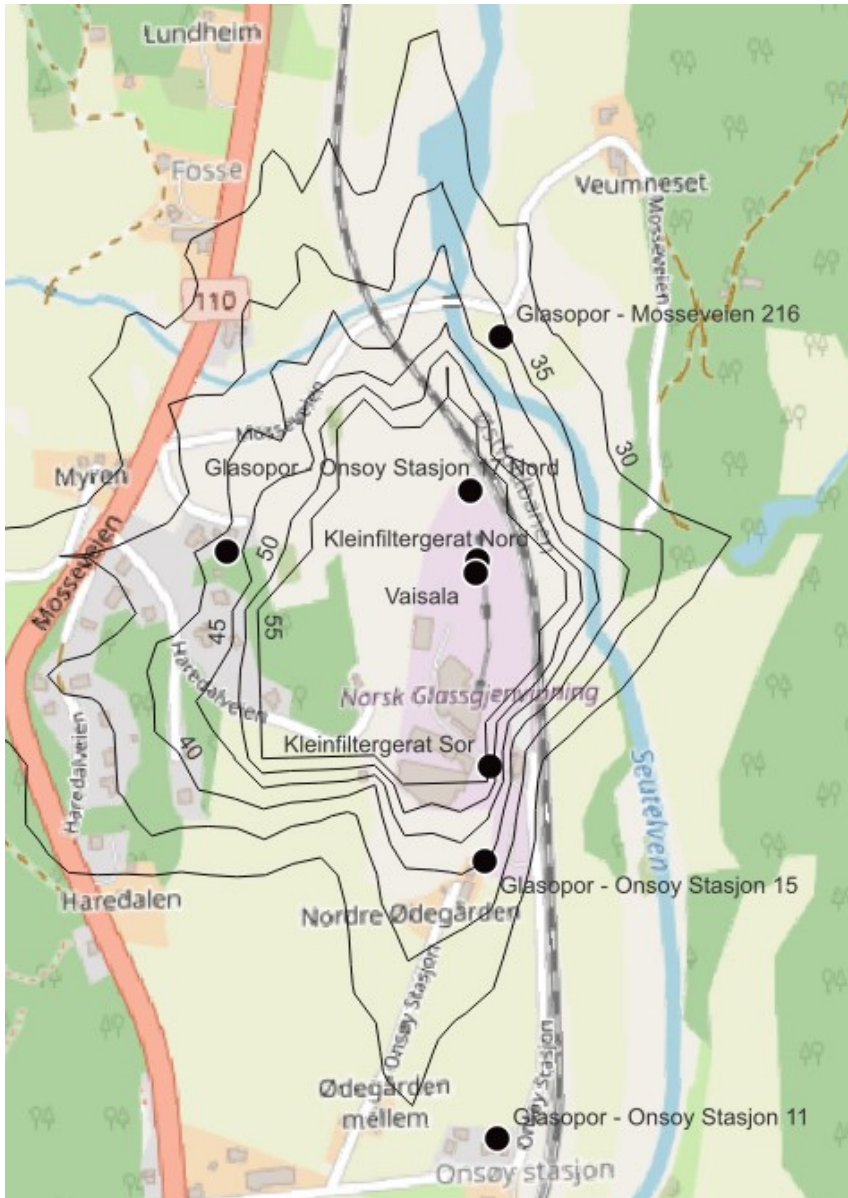
Figur 25: Beregnet konsentrasjonsfelt ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) av  $\text{PM}_{10}$  som middel over hele perioden 2. mai - 14. juni der det er antatt høyt utslippsestimat. Det er ikke tatt hensyn til driftsstans i denne beregningen. Det er antatt et støvutslipp på 4,5 tonn for hver måleperiode i henhold til estimat basert på konsentrasjonsmålinger.



Figur 26: Beregning av døgnmiddelkonsentrasjonen av  $PM_{10}$  i det 2. høyeste døgnet i perioden 2. mai - 14. juni der det er antatt høyt utslippsestimat. Dette er antatt å representere det 26. høyeste døgnet for et årsmiddel. Det er ikke tatt hensyn til driftsstans i denne beregningen. Det er antatt et støvutslipp på 4,5 tonn for hver måleperiode i henhold til estimat basert på konsentrasjonsmålinger.



Figur 27: Beregnede konsentrasjonsfelt ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) av  $\text{PM}_{10}$  som middel over hele perioden 2. mai - 14. juni der det er antatt et midlere utslippsestimat. Det er antatt et støvutslipp på 2,7 tonn for hver måleperiode i henhold til estimat basert på avsetningsmålinger.



Figur 28: Beregning av døgnmiddelkonsentrasjonen av  $PM_{10}$  i det 2. høyeste døgnet i beregningene i perioden 2. mai - 14. juni der det er antatt midlere utslippsestimat. Dette er antatt å representere det 26. høyeste døgnet for et årsmiddel. Det er antatt et støvutslipp på 2,7 tonn for hver måleperiode i henhold til estimat basert på avsetningsmålinger.

## 7 Oppsummering og samlet vurdering

I denne studien er det gjort målinger av meteorologi (spesielt vindretning og -hastighet), nedfallsstøv ved fem målepunkter, konsentrasjoner av svevestøv PM<sub>10</sub> i luft ved to målepunkter, samt optisk analyse av utvalgte støvprøver. Prøvene ble tatt i tidsrommet 2. mai til 14. juni 2024. Hardanger Miljøsenster har gjort komplementære målinger som er inkludert her. Det er også gjort spredningsberegninger for å estimere mengde utslipp av støv fra bedriften, samt belastning på det ytre miljø.

NILUs hovedkonklusjon er at det med dagens situasjon er støvutslipp som gir forhøyet støvnedfall og forhøyede konsentrasjoner i nærområdet til bedriften med risiko for overskridelse av grenseverdier. Den planlagte oppgraderingen med installasjon av renseteknologi og tetting/lukking av transportbånd vil redusere fremtidige utslipp, selv med dobling av produksjonen.

Videre, basert på NILUs befaring ved Glasopor 19. april, opplysninger gitt av bedriften, måleresultatene og spredningsberegningene er den faglige vurderingen og konklusjonene som følger:

- Deler av anlegget er fra 1990-tallet og er ikke i henhold til ønsket standard med tanke på utslipp av støv. Dette gjelder utslipp av både svevestøv (PM<sub>10</sub>) og synlig nedfallsstøv. Støv slipper ut til det ytre miljø fra transportbånd, åpne dører og utette vegger.
- Dryss av glasstøv fra transportbånd mellom de ulike trinnene i produksjonsprosessen, avsetning på flater etterfulgt av gjenoppvirvling («resuspension») ansees å være den viktigste kilden til støvutslipp ved bedriften i dag.
- Under befaring 19. april ble det observert synlig støv og oppvirvling av synlig støv på store deler av anlegget. I spredningsberegningene er utslippene behandlet som en volumkilde, ikke som en sum av enkeltkilder.
- Vindmålinger viser generelt at vind fra sør er mest forekommende i området. Dette gjør at området nord for bedriften er mest utsatt for potensielle støvplager.
- Målinger ved punktkilder viser lave konsentrasjoner av støv i utslippene ved takluke over produksjonshall, eksosgasspipe og utslipp av overskuddsvarme.
- Målinger av nedfallsstøv 2. mai til 14. juni viser verdier over 5 g/(m<sup>2</sup> 30d) inne på bedriftens område. Målingene viser videre at grenseverdi for nedfallsstøv (5 g/m<sup>2</sup> 30 d) overholdes ved nærmeste naboer, jfr. forurensningsforskriften. Tidligere målinger av nedfallsstøv viser enkeltperioder der målepunkt mot vest har nedfall større enn 5 g/(m<sup>2</sup> 30 d).
- Prøvetaking og analyse av svevestøv PM<sub>10</sub> i omgivelsesluft 2. mai til 14. juni viser høye verdier ved målepunktet mot nord.
- Optisk analyse av nedfallsstøv viser at dette støvet består av 95 % glasspartikler.
- Basert på målinger av støv er det gjort beregninger av kildestyrke. Disse beregningene er beheftet med stor usikkerhet. Dette skyldes at det ikke foreligger opplysninger om størrelsesfordeling av støvet, samt at tidspress i prosjektet gjorde at det kun er gjort 1,5mnd. med prøvetaking. FLEXPART-beregning av utslipp med utgangspunkt i målt avsetning viser et estimert totalt årsutslipp på ca. 66 tonn støv fra alle kilder ved anlegget. Utslippsestimat med utgangspunkt i målt konsentrasjon gir et utslippsestimat på 111 tonn i året.
- Spredningsberegninger med dagens estimerte utslipp viser potensiale for overskridelse av grenseverdi for svevestøv PM<sub>10</sub> ved nærmeste naboer.
- Oppgraderingen og utvidelsen av anlegget ved Onsøy stasjon vil bringe standarden opp til dagens forventninger. Det skal installeres ny renseteknologi, blant annet filtre i utslippspunktene fra tørke. Transportbåndene mellom de ulike trinnene i prosessen skal



oppgraderes/tettes. Gitt forbedret standard er det forventet at utslippene vil reduseres selv om produksjonen dobles, da spesielt utslipp av støv som drysser/lekker fra transportbånd.

## 8 Anbefalinger om videre arbeid

Denne studien er utført for å fremskaffe dokumentasjon i forbindelse med ny utslippssøknad. En oppgradering av anlegget med ny renseteknologi, samt lukkede og tette transportbånd vil redusere støvutslippene vesentlig.

For å redusere oppvirvling og spredning av støv fra anlegget bør bedriften:

- Innføre rutiner for jevnlig fjerning av støv fra tak og ytre flater. Lekkasje av støv, avsetning på flater med påfølgende gjenoppvirvling er vurdert å være største kilde pr. vår 2024 og et slikt tiltak vil redusere utslipp av støv. Dette gjelder både før og etter oppgradering av anlegget.

Etter oppgradering:

- Bør det foretas målinger av nedfallsstøv og målinger av svevestøvkonsentrasjoner i luft ved anlegget. Resultatene bør sammenlignes med funnene i denne studien. Da vil det kunne gjøres en før-/etter-vurdering. Målingene bør gå over et år for å dekke alle sesonger.

Kartlegging av arbeidsmiljø:

- I denne studien er det vurdert påvirkning på ytre miljø inkl. målinger i omgivelsesluft. NILU anbefaler innendørs målinger i soner der folk ferdes og sammenligne med grenseverdier for arbeidsmiljø. Det bør foretas et litteratursøk for å undersøke forskning rundt eventuelle helseeffekter av glasstøv. Dette vil gi bedriften bakgrunn for å vurdere tiltak med tanke på det fysiske arbeidsmiljø.

## 9 Referanseliste

Brioude, J., Arnold, D., Stohl, A., Cassiani, M., Morton, D., Seibert, P., Angevine, W., Evan, S., Dingwell, A., Fast, J. D., Easter, R. C., Pisco, I., Burkhardt, J., and Wotawa, G. (2013) The Lagrangian particle dispersion model FLEXPART-WRF version 3.1, *Geosci. Model Dev.*, 6, 1889–1904, <https://doi.org/10.5194/gmd-6-1889-2013>

Grythe, H., Kristiansen, N. I., Groot Zwaaftink, C. D., Eckhardt, S., Ström, J., Tunved, P., Krejci, R., & Stohl, A. (2017). A new aerosol wet removal scheme for the Lagrangian particle model FLEXPART v10. *Geoscientific Model Development*, 10(4), 1447–1466. <https://doi.org/10.5194/gmd-10-1447-2017>

Grythe, H., Uggerud, H. T., Andresen, E., Bäcklund, A., & Weydahl, T. (2021). *Diffuse utslipp ved lossing ved Boliden. Metodeutvikling og resultat.* (Lukket NILU rapport 19/2021). <https://www.nilu.no/publikasjon/1952312/>

Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Liu, Z., Berner, J., Wang, W., Powers, J. G., Duda, M. G., Barker, D. M., & Huang, X.-Y. (2019). *A Description of the Advanced Research WRF Version 4* (NCAR Tech. Note NCAR/TN-556+STR). <https://doi.org/10.5065/1dfh-6p97>

Weydahl, T., Grythe, H., Vallejo, I., Markelj, M. (2023) Utslipp og spredning av støv fra LKAB i Narvik. (NILU rapport 17/2023). Kjeller: NILU

## **Vedlegg A**

### **Statsforvalterens brev av 07.03.2024**



Statsforvalteren i Oslo og Viken

Vår dato:  
07.03.2024Vår ref:  
2019/51882

Deres dato:

Deres ref:

GLASOPOR AS AVD FREDRIKSTAD  
Grenseveien 107  
0663 OSLOSaksbehandler, innvalgtelefon  
Martina Vestgård, 69247517

## Melding om mottatt søknad – anmodning om ytterligere informasjon – Glasopor AS avd Fredrikstad – Onsøy.

---

**Glasopor AS avd Fredrikstad har søkt om tillatelse etter forurensningsloven for økt produksjon av glasopor ved deres anlegg på Onsøy.**

**Statsforvalteren ber om ytterligere informasjon om virksomhetens utslipp og miljøeffekter innen 30.06.2024.**

**Dersom etterspurt informasjon ikke sendes innen fristen vil vi vurdere å avvise søknaden om økt produksjon, og vurdere pålegg om informasjon om dagens produksjon.**

---

Statsforvalteren i Oslo og Viken viser til søknad mottatt 08.01.2024 fra Glasopor AS avd. Fredrikstad om tillatelse etter forurensningsloven for økt produksjon av skumglass, glasopor, ved deres anlegg på Onsøy. Dere søker om økt produksjonsramme fra 150 000 m<sup>3</sup> per år til 300 000 m<sup>3</sup> per år.

Vi har gått gjennom søknaden, og ser at vi trenger ytterligere informasjon før vi kan starte vår saksbehandling. Vi viser til vår anmodning om informasjon den 07.07.2023 og møte den 29.02.2024 og ber om at dere sender oss etterspurt informasjon.

Vi ber om at etterspurt informasjon sendes oss snarest mulig og senest den 30.06.2024.

### Anmodning om ytterligere informasjon

#### Beskrivelse av virksomheten

Vi oppfatter at virksomheten tar imot knust glass og maler dette til glassmel. Videre at en del av glassmelet leveres videre til deres anlegg i Skjåk og at resterende glassmel brukes til produksjon av glasopor på Onsøy.

---

E-postadresse:  
[sfoypost@statsforvalteren.no](mailto:sfoypost@statsforvalteren.no)  
Sikker melding:  
[www.statsforvalteren.no/melding](http://www.statsforvalteren.no/melding)

Postadresse:  
Pb 325  
1502 Moss

Besøksadresse:  
Moss: Vogts gate 17  
Drammen: Dr. Hansteinsgate 9  
Oslo: Stensberggata 27

Telefon: 69 24 70 00  
[www.statsforvalteren.no/ny](http://www.statsforvalteren.no/ny)  
Org.nr. 974 761 319



- Vi ber om at dere presiserer total mengde glassmel som produseres på anlegget i tonn per år, med dagens produksjon og med økt produksjon.

#### Utslipp til vann og effekter av utslipp

Dere opplyser i søknaden at utslippsvann fra anlegget ledes til kommunalt avløpsnett. Dere skriver videre at dere ikke har utslipp av suspendert stoff, metaller, oljer etc. På bakgrunn av at dere har utslipp av støv fra bl.a. utendørs lager av glasopor ser vi det som usannsynlig at dere ikke har utslipp av suspendert stoff i overvann fra deres område. Vi ber derfor om:

- Redegjørelse for mengder og konsentrasjoner av suspendert stoff, metaller og andre relevante stoffer i overvann fra deres anlegg. Redegjørelsen må begrunnes med vurdering av analyseresultater fra representative prøver av overvann fra området. Dette må gjøres av en aktør med fagkompetanse på området.
- Vi ber om bekreftelse på om det er riktig at alt vann fra området – inkludert takvann og overvann fra utendørs lagerområde, slippes til kommunalt spillvannnett.
- Opplysning om resipient(er). For utslippsvann som ledes til kommunalt spillvanns- eller overvannsnett, ber vi dere om å informere om hvilken resipient utslipp fra det kommunale nettet ledes til.
- Vurdering av utslippets påvirkning på resipient(er)

#### Utslipp til luft og effekter av utslipp

##### Punktutslipp

Dere nevner i søknaden følgende kilder til punktutslipp, unntatt hjullastere og trafikk:

- o Tørke i produksjon - eksos
- o Ovner - eksos
- o Ovner – kjøleluft
- o LPG-forbrenningsanlegg
- Er det andre punktkilder utover de nevnte, for eksempel fra maling av knust glass til glassmel, eller fra andre aktiviteter?
- Dersom flere kilder har utslipp via samme pipe/avkast ber vi om at dere beskriver dette.
- Vi ber videre om en nærmere redegjørelse for hvert utslippspunkt:
  - o pipehøyde
  - o eventuelle rensinretninger
  - o utslippskonsentrasjoner av støv i mg/Nm<sup>3</sup>
  - o forventede årlige utslipp av støv i kilogram per år ved produksjon av hhv. 150 000 m<sup>3</sup> og 300 000 m<sup>3</sup> glasopor.

Opplysninger om utslippskonsentrasjoner og forventede årlige utslipp må begrunnes for eksempel med data fra representative målinger. Dette må gjøres av en aktør med fagkompetanse på området. Utslippene skal inkluderes i spredningsberegninger, se videre under *Påvirkning på ytre miljø*.

- Vi ber om at dere gir nærmere opplysninger om forbrenningsanlegget for LPG ved å fylle ut meldeskjema for mellomstore forbrenningsanlegg. Meldeskjema finner dere her: [lenke til meldeskjemaer](#). Velg Meldeskjema kap. 27 mellomstore forbrenningsanlegg.





### Diffuse utslipp

Dere opplyser at dere har diffuse utslipp av støv fra

- Transportbånd fra produksjon
- Lasting av skumglass

Vi regner med at det er flere kilder til diffuse utslipp fra utendørs lager av glasopor, mottak av knust glass, lasting av glassmel, utslipp gjennom porter, med videre.

- Vi ber om at dere redegjør for alle kilder til diffuse utslipp av støv.
- Vi ber om at dere estimerer årlige utslipp av støv i kilogram per år. Dette må gjøres av en aktør med fagkompetanse på området. Utslippene skal inkluderes i spredningsberegninger, se videre under Utslipp til luft - *Påvirkning på ytre miljø*.

Informasjon om kartlegging, beregninger og målinger finnes blant annet i Miljødirektoratets oppdragsrapport M-2095, *Kartlegging av diffuse utslipp til luft fra industri*.

### Påvirkning på ytre miljø

Bedriften håndterer knust glass og lager et produkt som danner støv i forbindelse med transport, lasting mv. For å vurdere konsekvenser for ytre miljø av utslipp fra anlegget må dere redegjøre for deres utslipp av støv – nedfallsstøv og svevestøv – og hvilke effekter dette kan ha. I denne forbindelse gjør vi oppmerksom på at støv med opprinnelse i glass kan inneholde silisiumdioksid, silika, i krystallinsk form. Avhengig av type og konsentrasjon kan dette ha negative helseeffekter. Dere må derfor spesielt redegjøre for forekomst av krystallinsk silisiumdioksid i støv fra deres virksomhet.

- Vi ber om at dere redegjør nærmere for deres utslipp av støv og forventede konsekvenser av dette for nærmeste naboer og mest støvutsatte naboer. Dette kan gjøres ved hjelp av spredningsberegninger som hensyntar meteorologi og geografi. Beregninger og vurderinger skal utføres av en aktør med dokumentert fagkompetanse på området.

Beregningene skal vise maksimale bakkekonsentrasjoner av relevante forurensningskomponenter under de mest ugunstige spredningsforhold man kan ha. Både bidraget fra virksomhetens punktutslipp, diffuse utslipp, og bakgrunnsnivå skal vises. Konsentrasjonene skal vurderes opp mot kapittel 7 i forurensningsforskriften, eller andre relevante normer og retningslinjer for luftkvalitet. Veiledning finnes i M-980, *Spredningsberegning og bestemmelse av skorsteinshøyde*, Miljødirektoratet, 2018. Vi gjør oppmerksom på at valg av beregningsmodell må hensynta de geografiske forutsetningene på plassen, med tanke på anleggets plassering i et tidligere steinbrudd.

Spredningsberegninger må redegjøre for følgende komponenter i virksomhetens utslipp til luft, for dagens situasjon og ved omsøkt produksjonsøkning:

- PM<sub>2,5</sub>
- PM<sub>10</sub>
- silisiumdioksid –  $\alpha$ -kvarts
- andre relevante stoffer i støvutslipp fra virksomheten



- Vi ber om at dere redegjør for støvnedfall, mineralsk andel, i g/m<sup>2</sup>/30 dager hos nærmeste nabo og hos mest støvutsatte nabo. Vi ber om at dere redegjør med data som viser støvnedfallet med dagens produksjon, og en begrunnet vurdering for forventet støvnedfall ved økt produksjon.

#### Øvrig

Vi ber om at dere sender oss:

- Naboliste og aviser som kan brukes til høring
- Fakturaadresse

Vi ber om at etterspurte opplysninger sendes oss som en oppdatert søknad med relevante vedlegg.

#### Varsel om avvisning av søknad og varsel om pålegg om informasjon

For at Statsforvalteren skal kunne vurdere om tillatelse bør gis og hvilke vilkår som skal settes, må det foreligge nødvendige opplysninger, jf. forurensningsloven § 12. Det er søkeren som har ansvaret for å fremlegge de opplysningene som er nødvendige. Det er opp til Statsforvalterens skjønn å avgjøre om det foreligger en søknad som tilfredsstillere lovens krav. Er søknaden mangelfull, kan den avvises, jf. forurensningsloven § 12.

Dersom vi ikke mottar etterspurt informasjon innen 30.06.2024 vil vi vurdere å avvise søknaden om utvidet produksjon av glasopor i anlegget på Onsøy. Saken om eventuell tillatelse til økt produksjon avsluttes da fra vår side.

Dersom søknaden avvises vil vi vurdere å pålegge Glasopor AS avd. Fredrikstad om å sende etterspurt informasjon, men da kun med hensyn til dagens drift. Bakgrunn for dette er at tillatelsen er mer enn ti år gammel og at driften ikke er i samsvar med de opplysninger som lå til grunn når tillatelsen ble gitt. Vi ser det derfor som viktig å revidere tillatelsen. Vi vil vurdere å knytte tvangsmulkt til et slikt pålegg.

Med hilsen

Kari Skogen  
seksjonssjef  
Klima- og miljøvernavdelingen

Martina Vestgård  
seniorrådgiver

*Dokumentet er elektronisk godkjent*

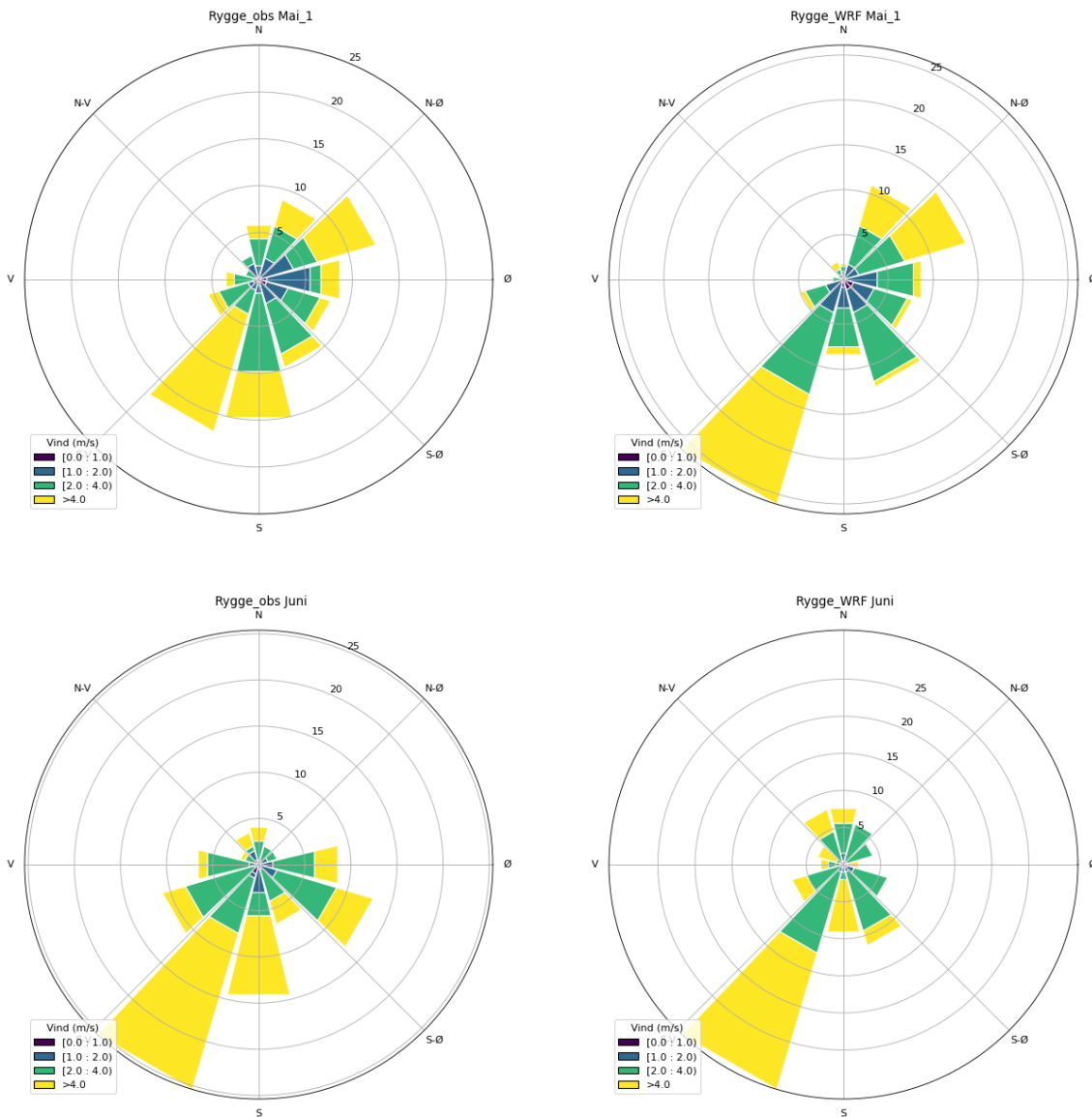
Kopi til:

Glasopor AS - Anette Fossum Lie  
GLASOPOR AS  
Glasopor AS - Svend Aage Larsen

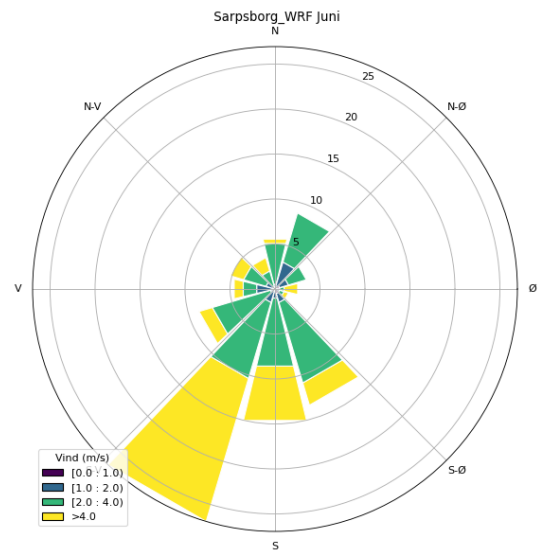
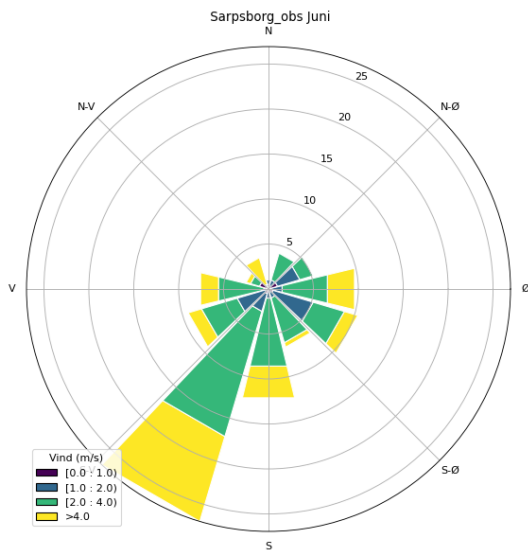
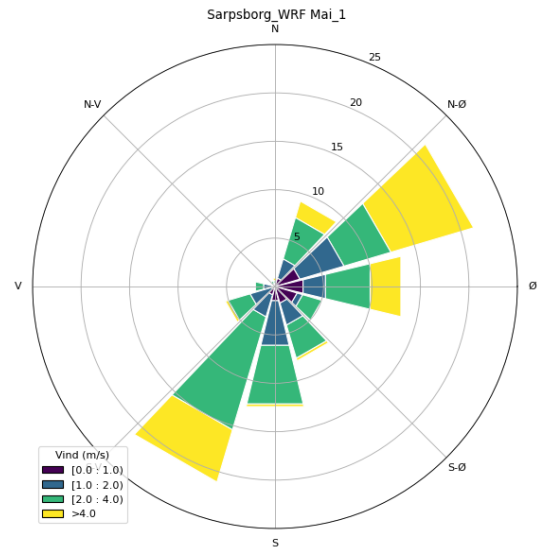
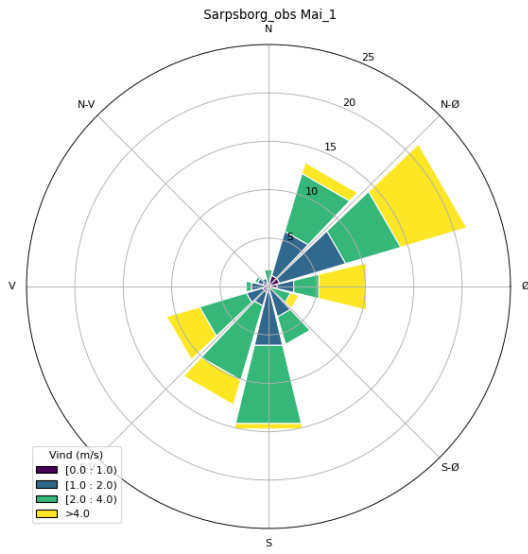
Grenseveien 107                      0663                      OSLO

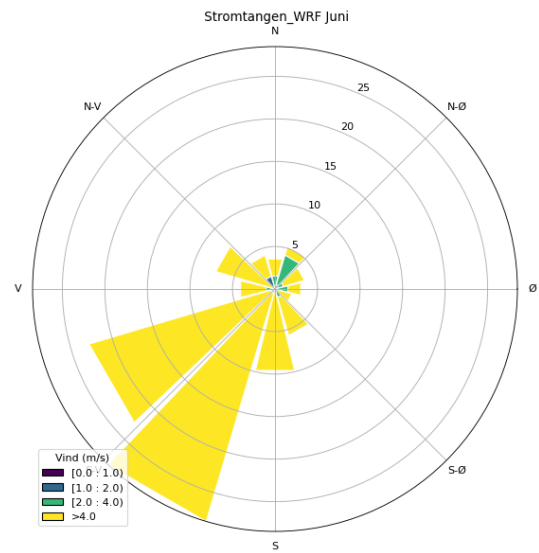
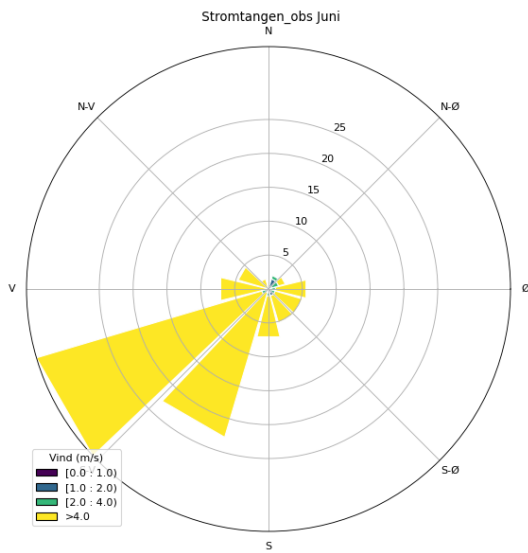
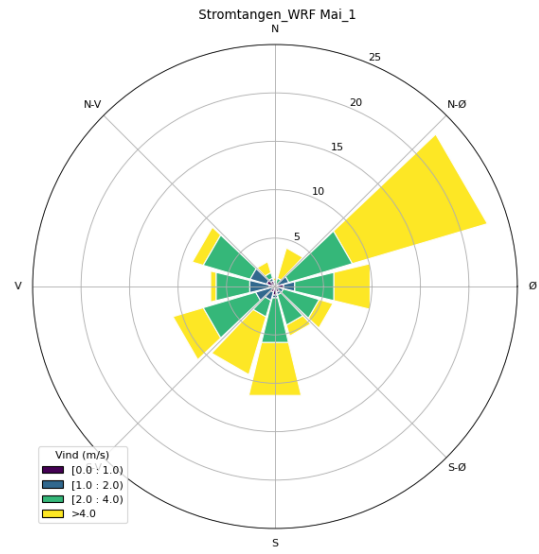
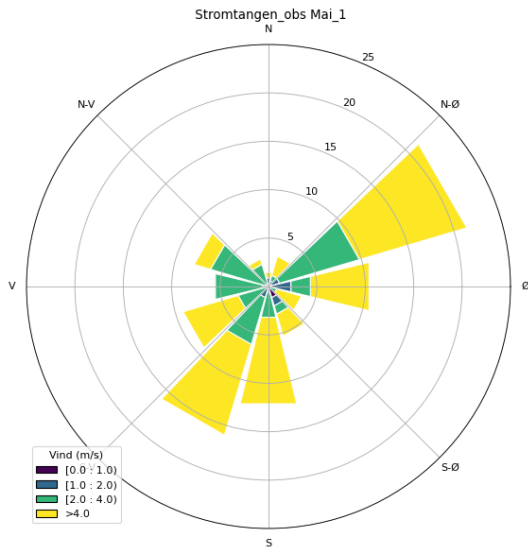
## Vedlegg B

### Sammenligning av beregnet og målt vindrose ved øvrige målestasjoner



Figur 29: Vindroser for målestasjoner for meteorologi i nærheten, Rygge (denne side), Sarpsborg (neste side) og Strømtangen fyr (siste side). observasjoner (venstre bilde) vs. WRF-beregninger (høyre bilde), mai\_1 (øverst) og juni (nederst).







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](http://www.nilu.no)