

Måling av NO₂ ved E16/E39 Arna – Vågsbotn – Klauvaneset med passive prøvetakere

Februar og mars 2020

Claudia Hak



NILU rapport 05/2020	ISBN: 978-82-425-3001-1 ISSN: 2464-3327	TILGJENGELIGHET: A – Åpen
DATO 29.04.2020	ANSVARLIG SIGNATUR Ole-Anders Braathen, Viseadministrerende direktør (sign.)	ANTALL SIDER 30
TITTEL Måling av NO ₂ ved E16/E39 Arna – Vågsbotn – Klauvaneset med passive prøvetakere Februar og mars 2020	PROSJEKTLEDER Claudia Hak	NILU PROSJEKT NR. 120023
FORFATTER(E) Claudia Hak	KVALITETSSIKRER Torleif Weydahl	
OPPDRAAGSGIVER Statens vegvesen - Utbygging Nygårdsgaten 112, 5012 Bergen	OPPDRAAGSGIVERS REF. Prosj. nr. B11266, v/Lilli Mjelde	
REFERAT Kartlegging av NO ₂ -konsentrasjoner i luft ved E16 Arna – Vågsbotn ble utført av NILU på oppdrag fra Statens vegvesen. Målingene ble utført med passive prøvetakere ved 10 steder i området Gaupås-Kalsås-Blinde. Prosjektet ble gjennomført vinteren 2020 (28. januar – 24. mars) i et område som er utsatt for inversjonsforhold i vintermånedene. Vinteren 2019-2020 viste seg til å bli en mild vinter, inversjonsforhold ble ikke registrert. NO ₂ -konsentrasjonen var høyest den første uken målingene pågikk og ble gradvis lavere i påfølgende uker. De siste 2 ukene var påvirket av mindre trafikk som en følge av pandemiltak. Middelkonsentrasjonen ved det mest forurensede målestedet over hele måleperioden var 22,9 µg/m ³ . Sammenligning av resultatene fra måleområdet med observasjoner fra målestasjoner i Bergen viste at NO ₂ -konsentrasjonen rett ved E16 var på samme nivå som ved veinære stasjoner i Bergen.		
TITLE NO ₂ measurement at E16/E39 Arna – Vågsbotn – Klauvaneset with passive air samplers		
EMNEORD Luftkvalitet By- og trafikkforurensning Uorganiske ioner og gasser		
ABSTRACT The geographic distribution of NO ₂ -concentrations in air in the area around E16 Arna – Vågsbotn (Bergen) was mapped by NILU after request by Statens vegvesen. Measurements were carried out with passive air samplers at 10 sites in the area Gaupås-Kalsås-Blinde. The project was carried out in winter (28. January – 24. March 2020) in an area which often is subject to inversion conditions in wintertime. The winter 2019-2020 proved to be a mild winter, no inversion conditions were registered. The NO ₂ -concentration was highest in the first week and decreased gradually every week. During the two last weeks, traffic was reduced as a consequence of pandemia measures. The average concentration at the most polluted site over the entire measurement period was 22.9 µg/m ³ . Comparison of results from the measurement area with observations from monitoring stations in Bergen showed that the NO ₂ -level close to E16 was as high as at traffic stations in Bergen.		
PUBLISERINGSTYPE: Digitalt dokument (pdf)		FORSIDEBILDE: Kilde: NILU

© NILU – Norsk institutt for luftforskning

NILU er ISO-sertifisert i henhold til NS-EN ISO 9001/ISO 14001 og akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

Innhold	2
Sammendrag	3
1 Innledning	4
1.1 Bakgrunn	4
1.2 Forurensningsnivå og grenseverdier.....	5
1.3 Målemetode – passive prøvetakere	5
1.4 Områdebeskrivelse, målested	7
2 Måleresultater	9
2.1 Meteorologiske parametere	9
2.2 NO ₂ -konsentrasjon	14
2.2.1 Tidsvariasjon.....	14
2.2.2 Geografisk fordeling	15
2.2.3 Sammenligning med målestasjoner i Bergen.....	19
3 Vurdering og konklusjoner	21
4 Referanser	23
Vedlegg A Månedsvis vindfordeling på Vågsbotn i perioden 2015-2020	24
Vedlegg B Variasjon av NO₂-konsentrasjonen ved målestasjoner i Bergen i perioden februar – mars (2014-2020)	26

Sammendrag

Statens vegvesen har engasjert NILU – Norsk institutt for luftforskning til å kartlegge NO₂-konsentrasjonene i luft ved E16 Arna – Vågsbotn i området rundt Gaupås. Målingene ble utført med passive luftprøvetakere fordelt på 10 steder med eksponeringsperiode på én uke. Totalt varte måleprosjektet i åtte uker (28. januar – 24. mars 2020). I tillegg ble det utført vindmålinger på Gaupås.

Målet med prosjektet var å kartlegge fordeling av NO₂-konsentrasjonen i luft langs dagens veganlegg. Målingene ble utført med passive prøvetakere. Prøvetakerne ble plassert på 10 steder i befolkede områder ved dagens veganlegg. Med 10 prøvetakingssteder i området får man en god oversikt over den geografiske NO₂-fordelingen i området.

Passive prøvetagere ble satt ut 28. januar 2020 ved 10 steder i området rundt Gaupås. En vindmåler ble installert 6. februar 2020 ved Neset på Gaupås for å bedre forstå spredningen av luftforurensning i måleområdet.

Målingene ble utført på vinteren for å dokumentere luftforurensning i et område som er utsatt for hyppige temperaturinversjoner i vintermånedene. Vinteren 2019-2020 viste seg å bli en mild vinter, og det ble ikke registrert inversjonsforhold i løpet av måleperioden.

NO₂-konsentrasjonen var høyest i første eksponeringsperiode på alle målestedene og ble gradvis lavere fra uke til uke. En lignende gradvis nedgang i måleperioden ble også observert ved alle målestasjoner i Bergen.

Målestedet med høyest konsentrasjon var målested 2 ved Blinde, rett nord for E16. NO₂-konsentrasjonen avtok stort sett med økende avstand fra E16.

Hovedvindretningen i måleperioden var fra sørlig kant. Ved de veinære målepunktene på Blinde førte det til tydelig høyere NO₂-konsentrasjoner nord for E16 enn på motsatt side av veien. Ved de veinære målepunktene ved Gaupåsvatnet var denne effekten ikke synlig. Kraftigere vind øst for Gaupåstunnelen i måleperioden førte sannsynligvis til bedre spredningsforhold og mer effektiv blanding, slik at det ikke var signifikante forskjeller nord og sør for E16.

Sammenligning av resultatene fra måleområdet med observasjoner fra de fem målestasjonene i Bergen viste at NO₂-konsentrasjonen ved enkelte målesteder rett ved E16 var på samme nivå som ved Danmarks plass eller Rådal i måleperioden. Målesteder med større avstand fra E16 hadde NO₂-konsentrasjoner på samme nivå eller høyere enn bakgrunnsmålestasjoner i Bergen.

Målingene ble utført i en vinterperiode som var varmere enn vanlig og der det ikke forekom inversjonsperioder som ellers er typiske i måleområdet om vinteren. Dessuten var trafikkmengden i slutten av måleperioden redusert i forhold til normalen på grunn av pandemiltakene. Måleresultatene ligger derfor i den lavere delen av forurensningsintervallet i måleområdet. Ved inversjon vil NO₂-nivået typisk være høyere, gitt samme trafikkmengde, på grunn av dårligere spredningsforhold og den romlige fordelingen vil være annerledes.

Måling av NO₂ ved E16/E39 Arna – Vågsbotn – Klauvaneset med passive prøvetakere Februar og mars 2020

1 Innledning

Statens vegvesen har startet opp planarbeid med kommunedelplan og konsekvensutredning for ny motorvei langs strekningen E16 Arna – Vågsbotn og E39 Vågsbotn – Klauvaneset i Bergen kommune. Planarbeidet skal avklare trasé og prinsippløsning for et riksveganlegg for E16 Arna – Vågsbotn og E39 Vågsbotn – Klauvaneset som skal knytte Bergen og Nordhordland bedre sammen.

I forbindelse med dette ønsket Statens vegvesen å få fram relevante data for miljøpåvirkninger for de som bor i nærområdet til veganlegget. Det er utført målinger av luftkvalitet (nitrogen dioksid, NO₂) langs dagens E16 mellom Arna og Vågsbotn for å kunne dokumentere NO₂ fra dagens veganlegg. Målingene skulle gjøres om vinteren, når det er mest vanlig at inversjonsperioder oppstår, og pågå til slutten av mars 2020.

Området Blindheim-Haugland-Gaupås er vanligvis utsatt for temperaturinversjoner om vinteren. Området ligger i en forsenkning, hvor det er forventet at kaldluftsinversjoner vil oppstå. I tilfellet av en inversjon danner det seg et «lokk» over området, slik at utslipp blir akkumulert nær bakken. Målingene ble derfor utført i slutten av den aktuelle vintersesongen 2020, fra 28. januar til 24. mars 2020.

Målsettingen med prosjektet var å måle konsentrasjonen av NO₂ i luft langs dagens veier. Passive diffusjonsprøvetakere ble brukt på 10 steder med en eksponeringstid på 1 uke i hver omgang. Totalt ble det målt i 8 uker. For å kunne tolke resultatene fra hele området ble også vindretning og vindhastighet målt ved et representativt sted i området.

1.1 Bakgrunn

Området Blindheim-Haugland-Gaupås er kjent som et område med hyppig forekomst av inversjoner om vinteren som varer over lange perioder. Området ligger i en forsenkning, hvor det er forventet at kaldluftsinversjoner vil oppstå.

I de lavere delene av atmosfæren (troposfæren) er luften nær bakken vanligvis varmere enn luften over. Dette kommer stort sett av at atmosfæren blir varmet opp nedenfra av solstråling som varmer opp jordoverflaten, som så varmer opp luftlagene i atmosfæren like over. En temperaturinversjon er et meteorologisk fenomen i atmosfæren der temperaturen *øker* med høyden. Siden kaldluft er tyngre enn varmluft vil et luftlag med en inversjon være svært stabilt, og dette kan føre til at toppen av luftlaget virker som et lokk der luften blir fanget innenfor laget. En inversjon kan ofte oppstå ved bakken, og kan da føre til at forurensning/utslipp kan akkumuleres i den kalde luften nær bakken. Temperaturinversjoner oppstår ofte om vinteren i klarvær på grunn av stor varmeutstråling fra bakken. De er karakterisert av lange kuldeperioder med lav utskiftning av luft, dvs. stillestående luft.

Området Blindheim-Haugland-Gaupås er et relativt lite område rundt et vann som ligger i en forsenkning, avgrenset på alle kanter av høyere topografi. I perioder med negativ strålingsbalanse (dvs. varmetap fra jordoverflaten) og uten vind vil den avkjølte luften nærmest

bakken sige nedover mot vannet. Luftforurensning akkumuleres i det kalde luftsjiktet. Slike forhold opptrer ofte på vinteren, særlig dersom vannet er islagt, som det pleier å være flere måneder hvert år (Haugland, Gaupås og Kvamme Velforening, 2013).

Forekomst av temperaturinversjoner i området Blindheim-Haugland-Gaupås ble analysert av Norconsult (Norconsult, 2019) basert på observasjoner og modellerte data, som grunnlag for å vurdere hvordan luftforurensning kan bygges opp i området. Analysen viste at Blindheim-Haugland-Gaupås-området er utsatt for jevnlig temperaturinversjoner. Observerte data antyder 26-41 inversjonsepisoder i året.

1.2 Forurensningsnivå og grenseverdier

Forurensningsforskriften er hjemlet i forurensningsloven, og ble vedtatt i 2002 med bakgrunn i EUs direktiv om luftforurensning¹. Grenseverdiene i forurensningsforskriften er rettslig bindende, og overskridelse av disse minstekravene utløser krav om tiltak for å bedre luftkvaliteten. Formålet er å fremme menneskers helse og trivsel og beskytte vegetasjon og økosystemer ved å sette minstekrav og målsettingsverdier til luftkvalitet og sikre at disse blir overholdt. Grenseverdiene for timesmiddel og årsmiddel er vist i Tabell 1. Mer enn 18 timesverdier over 200 µg/m³ i løpet av et kalenderår fører til brudd på den juridiske grenseverdien.

Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttet har utarbeidet Luftkvalitetskriterier (Tabell 1) som er fastsatt ut fra en helsemessig vurdering. Eksponeringsnivåene må være 2-5 ganger høyere enn kriteriene før det med sikkerhet kan konstateres skadelige effekter. Overskridelser kan derfor ikke tolkes som definitivt helseskadelige, men en kan heller ikke utelukke effekter hos spesielt sårbare mennesker ved nivåer under kriteriene. I motsetning til de kravene som er nedfelt i forurensningsforskriften, er luftkvalitetskriteriene ikke juridisk bindende.

Tabell 1: Grenseverdier og luftkvalitetskriterier for NO₂

Grenseverdier	Beskyttelse av	1 time	1 år
Grenseverdi, forurensningsforskriften	Menneskets helse	200 µg/m ³ (verdien må ikke overskrides mer enn 18 ganger per kalenderår)	40 µg/m ³
	Vegetasjon		30 µg/m ³ (NO _x)
Luftkvalitetskriterier	Menneskets helse	100 µg/m ³	40 µg/m ³

1.3 Målemetode – passive prøvetakere

Passive luftprøvetakere for NO₂ ble brukt i måleprosjektet for å kartlegge fordelingen av NO₂ i området. Passive prøvetakere er små brikker (ca. 2,5 cm i diameter) som ikke krever tilgang til strøm eller mobilnett. Det er en enkel og rimelig løsning for å overvåke luftkvalitet.

¹ EU (2008) Directive 2008/50/EC of the European parliament and of the council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. Off. J. Eur. Union, L152, 1-44.

Prøvetakerne plasseres utendørs, men beskyttet for regn. De monteres i et stativ (se Figur 1) og det er mulig å plassere prøvetakere for ulike gasser i det samme stativet. Passive prøvetakere ble plassert slik at de gir et representativt bilde av utendørs luftkvalitet rundt Gaupås (se avsnitt 1.4).



Figur 1: Passiv prøvetaker i stativ som gir værbeskyttelse.

Passiv prøvetaking av NO_2 er basert på prinsippet om molekylær diffusjon av gassen. Prøvetakeren inneholder et impregnert filter innenfor et lite plastrør. Gassmolekylene diffunderer inn i prøvetakeren, hvor de er samlet kvantitativt på det impregnerte filteret, som er spesifikk for hver gass som kan bli målt. For å unngå turbulent diffusjon i prøvetakeren, er et tynn porøst membranfilter plassert ved luftinntaket. Filteret i NO_2 -prøvetakeren er impregnert med kaliumiodid, og NO_2 -konsentrasjonen er beregnet fra nitritkonsentrasjonen samlet på filteret som blir bestemt fotometrisk etter utvasking med vann.

Passive prøvetakere gir tidsintegreerte konsentrasjoner med kontinuerlig tidsdekning, dvs. gjennomsnittskonsentrasjon over en gitt tidsperiode (her – en uke). Midlingsperioden er bestemt av hvor lenge prøvetakeren har blitt eksponert for uteluft, som i denne studien var 6-9 dager. Deteksjonsgrensen av NO_2 for 7 dagers eksponering er $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Måleusikkerheten som tilskrives prøvebehandling og kjemiske analyser på laboratoriet ligger innenfor $\pm 10\%$.

1.4 Områdebeskrivelse, målested

For å kunne kartlegge den romlige fordelingen av NO₂ i området langs vegnettet ble passive prøvetakere plassert på 10 steder, både langsmed dagens E16 og langs det lokale vegnettet i området Blinde – Kalsås – Gaupås. Prøvestedene er vist i Figur 2. Ved valg av stedene ble det tatt hensyn til lokale vindforhold, topografi og lokale kilder. Flere plasseringer er nær befolkede områder. Siden det er begrenset informasjon om vind i Gaupås-området (på grunn av topografien), ble det også målt vindretning og vindhastighet på et representativt sted ved Gaupåsvatnet (se blå trekant i Figur 2).

Prøvetakerne var plassert med ulik avstand fra E16. Fire prøvesteder var rett ved veien (ca. 1 m fra vegkanten), nord og sør for E16. Sted 2 og 3 lå rett ved E16, 350 m vest for vestre munning til Gaupåstunnelen, sted 9 og 10 lå rett ved E16, 330 m øst for østre munning til Gaupåstunnelen. På Blinde, vest for Gaupåstunnelen, ble NO₂-konsentrasjonen også målt med større avstand fra E16 (sted 1 og sted 4). Prøvested 5, 7 og 8 var plassert langs Gaupåsvegen, som er en lokal vei gjennom bygda. Prøvested 6, ved Arna stadion, var et referensmålepunkt i bakgrunnen, lokalisert ved et boligområde og lengst unna E16. En oversikt over prøvestedene er også gitt i Tabell 2.

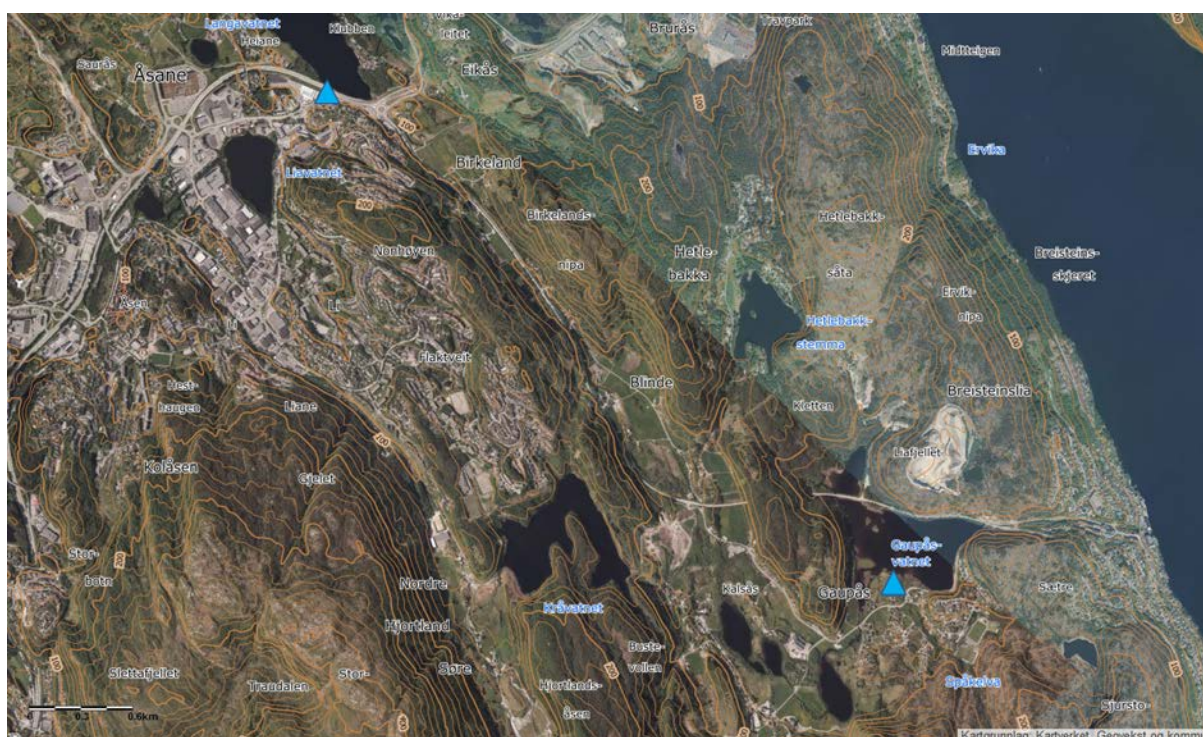
For å kunne observere forskjell i NO₂-fordelingen ved eventuell varierende meteorologiske forhold ble en eksponeringstid på én uke valgt for de passive prøvetakerne. Totalt varte måleperioden ca. 2 måneder (8 sammenhengende uker), fra 28. januar til 24. mars 2020.



Figur 2: Kart over området som viser plasseringer av passive prøvetakere. Blå trekant viser plassering av vindmast på Gaupås.

Tabell 2: Beskrivelse av prøvestedene.

Sted	Beskrivelse	Bredde-grad (°)	Lengde-grad (°)	Høyde o.h. (m)	Avstand E16 (m)
1	Blindheimsvegen, nord for E16	60.45948	5.39051	68	70
2	Nord for E16, vegnært	60.45895	5.38887	72	1
3	Sør for E16, vegnært	60.45876	5.38983	72	1
4	Gaupåsvegen, sør for E16	60.45734	5.39339	68	170
5	Kalsås, ved Gaupåsvegen, bebyggelse	60.45536	5.40087	68	490
6	Arna stadion (bakgrunn), bebyggelse	60.45523	5.42271	85	540
7	Gaupås, ved Gaupåsvegen, nord, bebyggelse	60.45584	5.41405	69	440
8	Gaupås, ved Gaupåsvegen, sør, bebyggelse	60.45603	5.41658	70	430
9	Ved Gaupåsvatnet, nord for E16, vegnært	60.46035	5.40761	66	1
10	Ved Gaupåsvatnet, sør for E16, vegnært	60.46019	5.40857	66	1



Figur 3: Oversiktskartet viser topografien i området. Lokalisering av meteorologisk stasjon E39 Vågsbotn (Meteorologisk institutt) og meteorologisk mast på Gaupås er også vist (blå trekanter).

Topografien i prosjektområdet er kompleks (se Figur 3) og den styrer luftbevegelsen i omgivelsene til Gaupås, Kalsås, Haugland. Det foreligger vindmålinger fra en meteorologisk stasjon som Meteorologisk institutt driver ved Vågsbotn («E39 Vågsbotn», blå trekant i øvre del av Figur 3). Denne kan gi en indikasjon på vindfordelingen i Blindheimsdalen og evt. Kalsås. For å kunne tolke resultatene fra de passive prøvetakerne ble det i tillegg satt opp en vindmast på et representativt sted på Gaupås (blå trekant i nedre del av Figur 3).

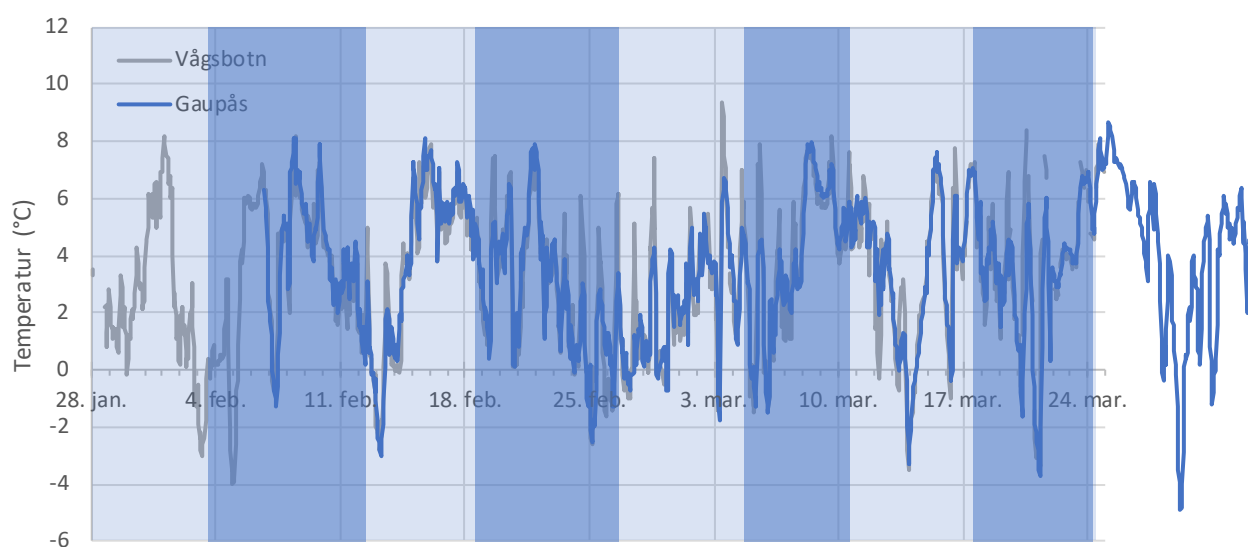
2 Måleresultater

2.1 Meteorologiske parametere

Meteorologiske parametere ble målt på Gaupås, der NILU hadde satt opp en 10 m meteorologisk mast. De viktigste tilgjengelige parametere er vindhastighet, vindretning og temperatur. Masten var lokalisert på Neset på Gaupås (se Figur 2 og Figur 3), midt i området der NO₂-konsentrasjonen ble kartlagt ved hjelp av passive prøvetakere. Meteorologiske målinger på Gaupås startet 6. februar, dvs. i begynnelsen av den andre eksponeringsperioden.

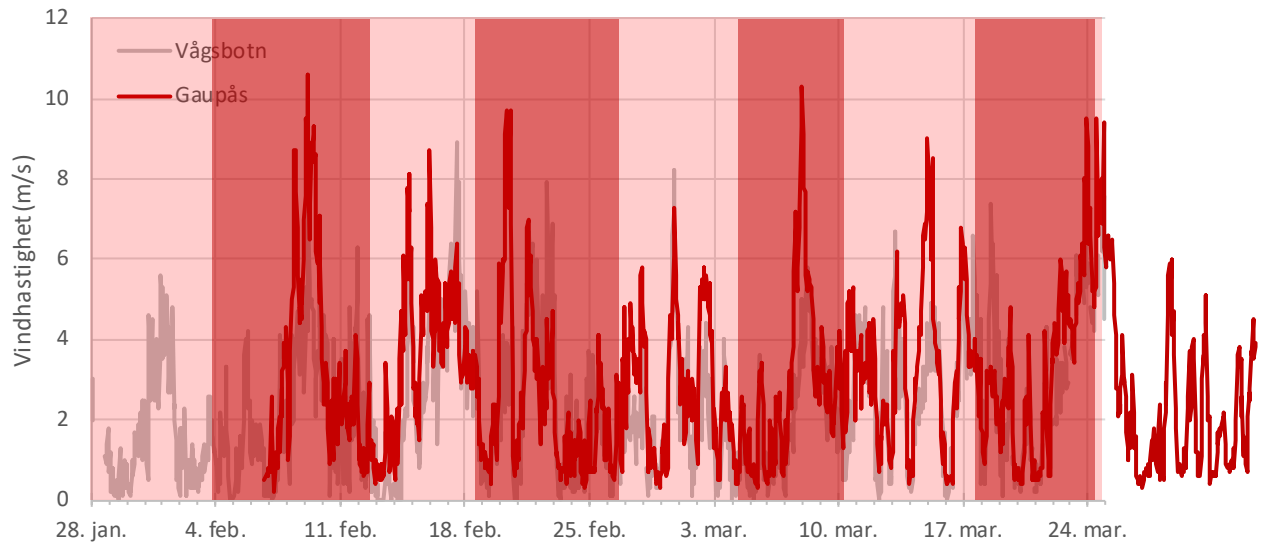
En meteorologisk stasjon fra Meteorologisk institutt ligger på Vågsbotn, 3 km nordvest for målestedene 1-3 (se Figur 3). På grunn av den lokale topografien kan den være representativ for vestre del av måleområdet.

Temperaturvariasjonen i området er vist i Figur 4 for hele måleperioden. Temperaturen fulgte stort sett samme mønster på Gaupås som på Vågsbotn. Det ble observert høyere topp temperaturer på Vågsbotn på ettermiddagen enn på Gaupås. Ved begge stasjonene ble det observert nattefrost i 10 av nettene, temperaturen var ellers hovedsakelig over nullpunktet.



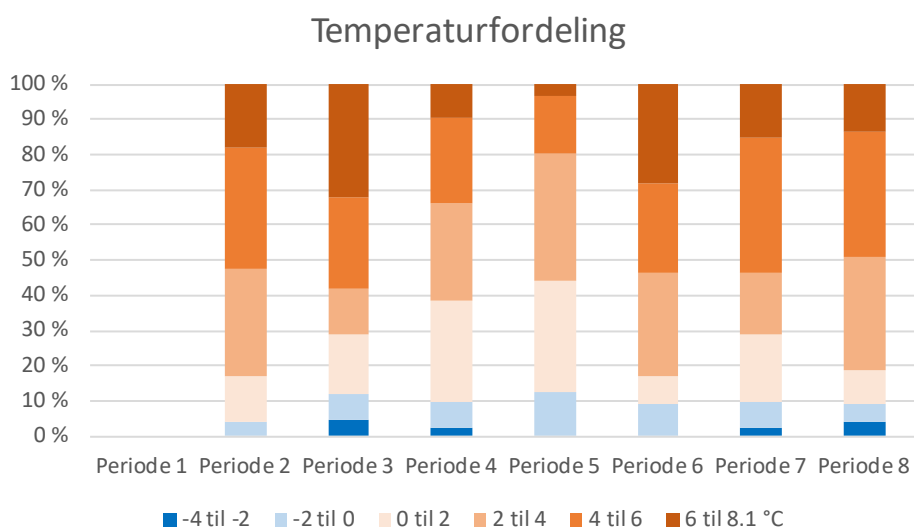
Figur 4: Temperaturvariasjon på Vågsbotn og Gaupås i måleperioden. Bakgrunnsfargen viser de enkelte eksponeringsperiodene for passive prøvetakere.

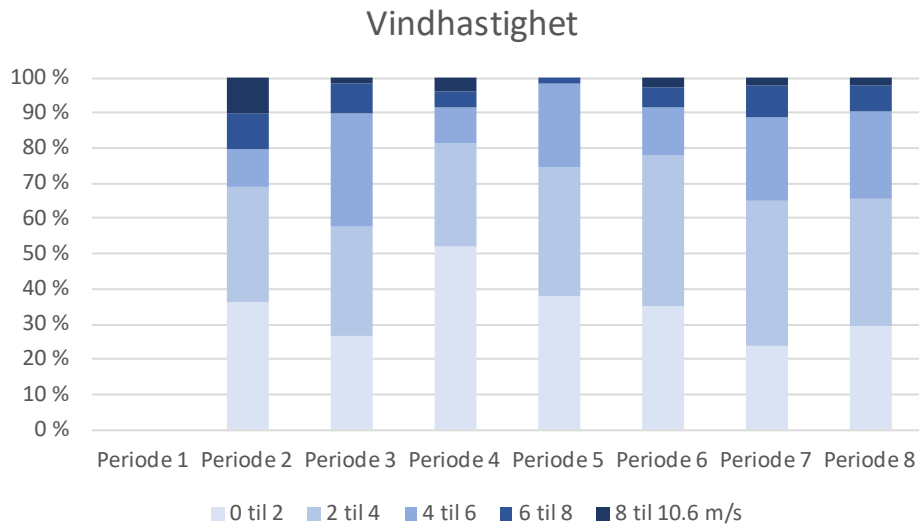
Variasjonen av vindhastighet på Vågsbotn og Gaupås er vist i Figur 5 for hele måleperioden. Også vindhastigheten fulgte stort sett samme mønster på Gaupås som på Vågsbotn. Meteorologiske målinger på Gaupås begynte i andre måleperiode. I første eksponeringsperiode var vindhastigheten på Vågsbotn lavere enn under påfølgende eksponeringsperioder.



Figur 5: Variasjonen av vindhastighet på Vågsbotn og Gaupås i måleperioden. Bakgrunnsfargen viser de enkelte eksponeringsperiodene for passive prøvetakere.

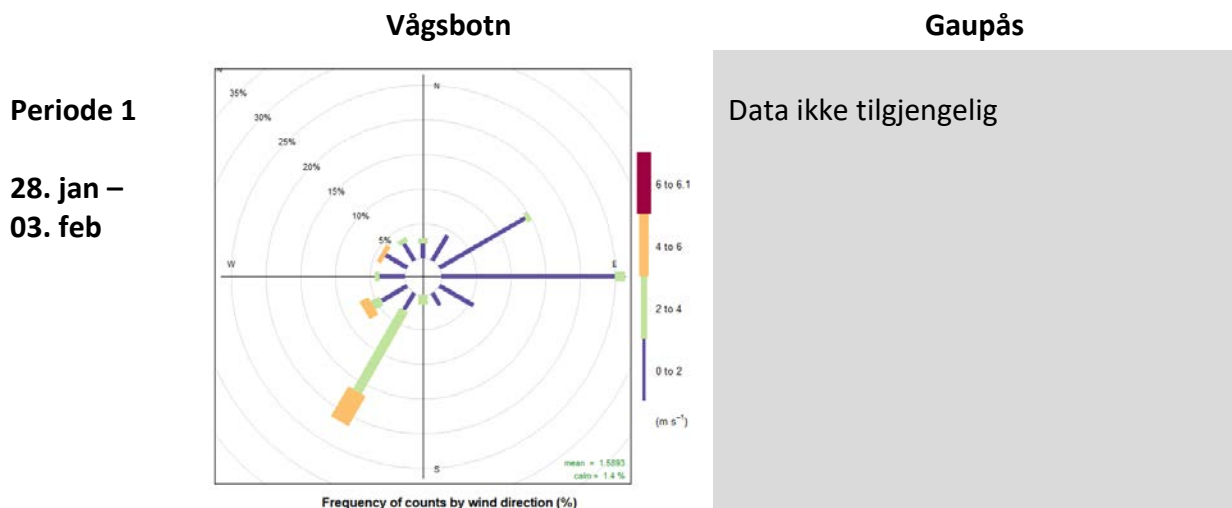
Figur 6 viser fordeling av temperatur og vindhastighet over like store intervaller for hver av eksponeringsperiodene, for å se om noen av eksponeringsperiodene skilte seg ut med spesielle meteorologiske forhold og for å tolke NO₂-resultatene. Det ble kun observert marginale forskjeller mellom eksponeringsperiodene, som ikke tyder på stor påvirkning av lokal meteorologi på NO₂-fordeling i måleperioden. Samtidig foreligger det ingen lokale meteorologidata den første eksponeringsperioden. På Vågsbotn var vindhastigheten lavest i første eksponeringsperiode.





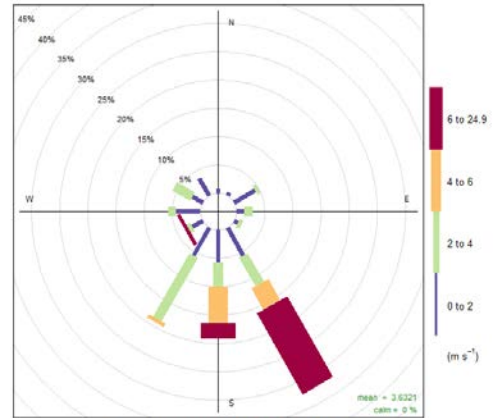
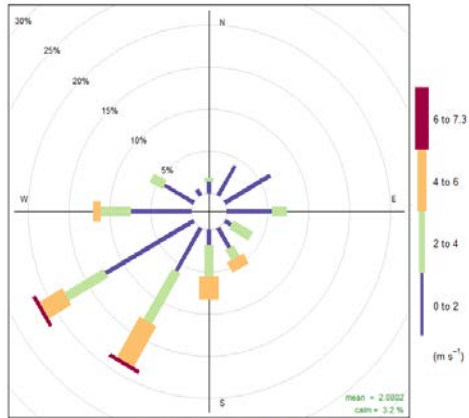
Figur 6: Fordeling av temperatur og vindhastighet på Gaupås over like store intervaller i måleperioden.

Vindrosen for hver eksponeringsperiode er vist i Figur 7. Vindrosen viser fordelingen av vindhastighet og vindretning, dvs. med hvilken frekvens det forekommer vind fra angitt retning, ved målestedet. Hovedvindretningen i perioden 28. januar – 24. mars 2020 var fra sørlig kant. På Vågsbotn kom vinden hovedsakelig fra sørvest, på Gaupås fra sør til sørøst. I måleperioden har det vært kraftigere vind på Gaupås enn på Vågsbotn.



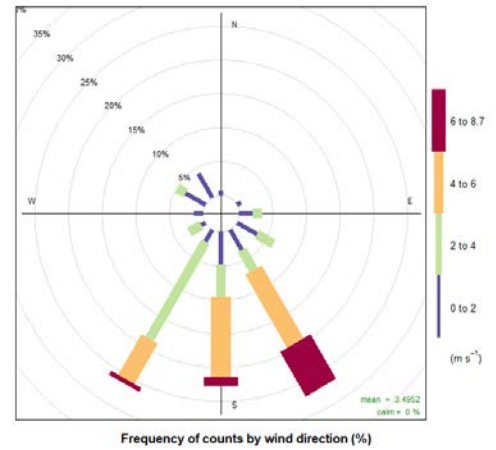
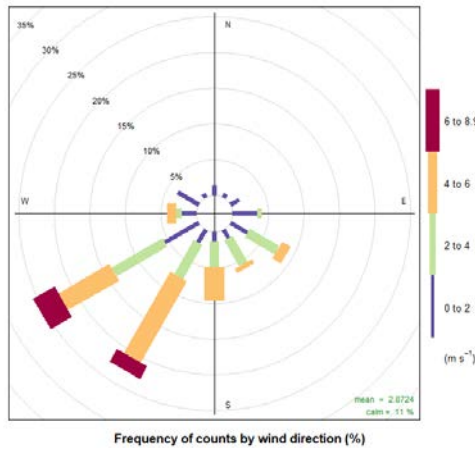
Periode 2

**03. feb –
12. feb**



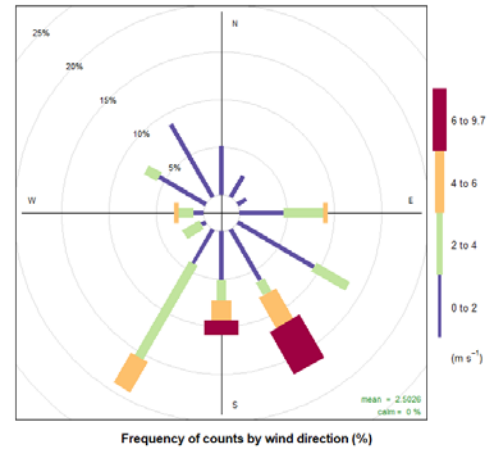
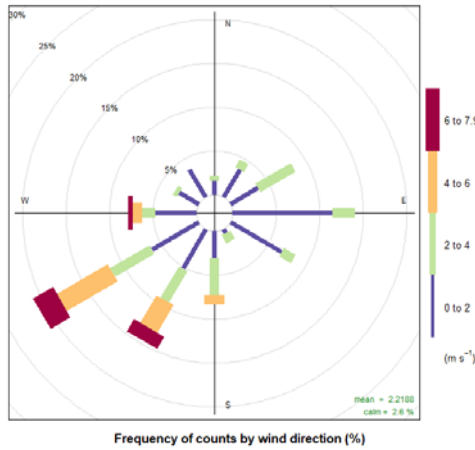
Periode 3

**12. feb –
18. feb**



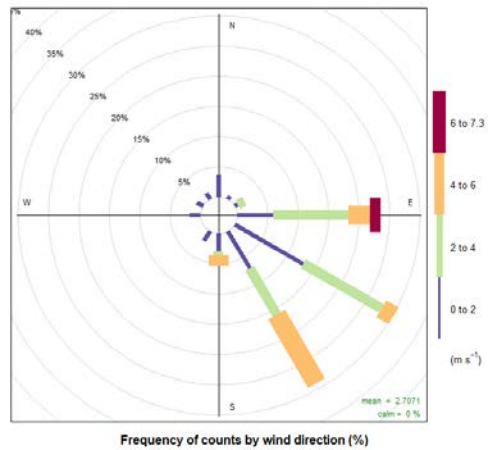
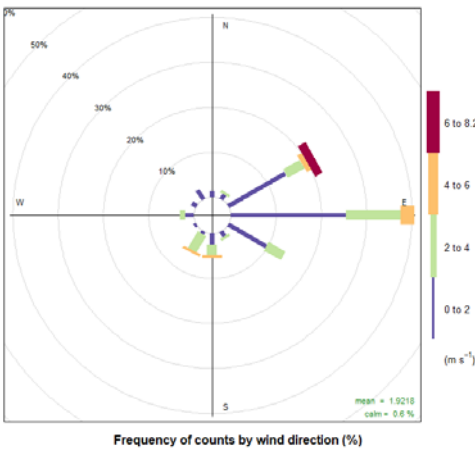
Periode 4

**18. feb –
26. feb**

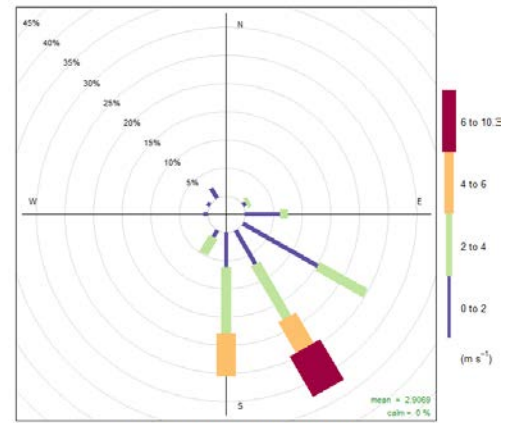
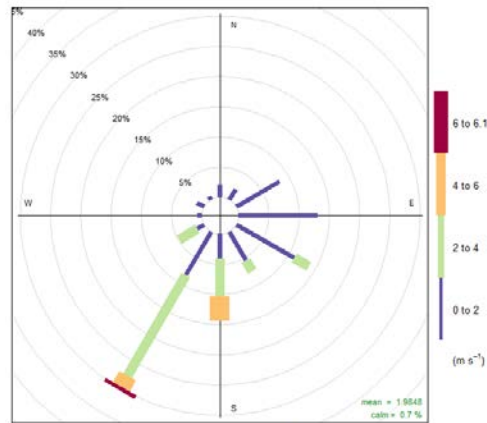


Periode 5

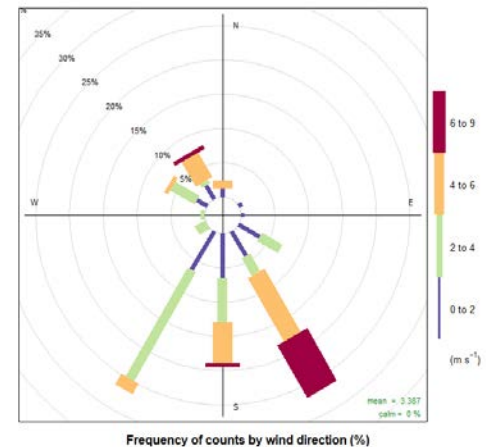
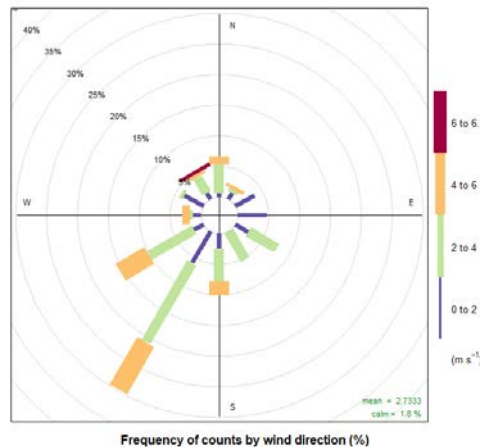
**26. feb –
04. mar**



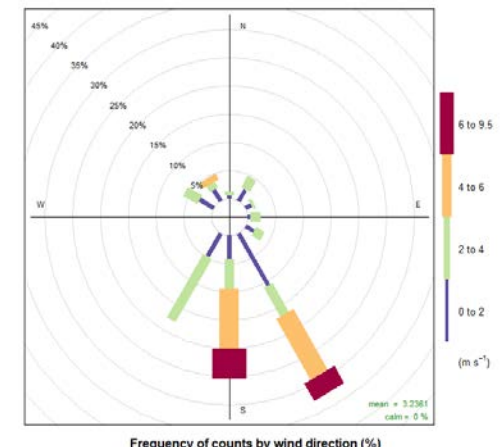
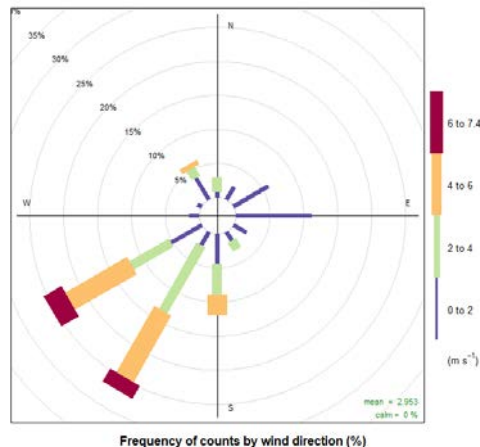
Periode 6

04. mar –
10. mar

Periode 7

10. mar –
17. mar

Periode 8

17. mar –
24. mar

Figur 7: Fordeling av vindretning og vindhastighet (vindrosen) på E39 Vågsbotn (venstre) og på Gaupås (høyre) for de enkelte eksponeringsperiodene. Figurene viser med hvilken frekvens det forekommer vind fra angitt retning. Vindmåling på Gaupås startet 6. februar.

Vindfordelingen på Vågsbotn i måleperioden er i samsvar med vindfordelingen observert ved denne stasjonen i februar-mars for hele tiden det foreligger måledata, dvs. fra november 2015 (Vedlegg A).

Gjennomsnittstemperaturen i området var 3-4 grader over normaltemperaturen for februar og 1,5-2 grader over normaltemperaturen for mars. Det har vært 150-175% av normal

nedbør i måleperioden (Meteorologisk institutt, 2020a og 2020b). Det var en mild vinter i 2019-2020. Forholdene i måleperioden viser ikke tegn på inversjon i området.

2.2 NO₂-konsentrasjon

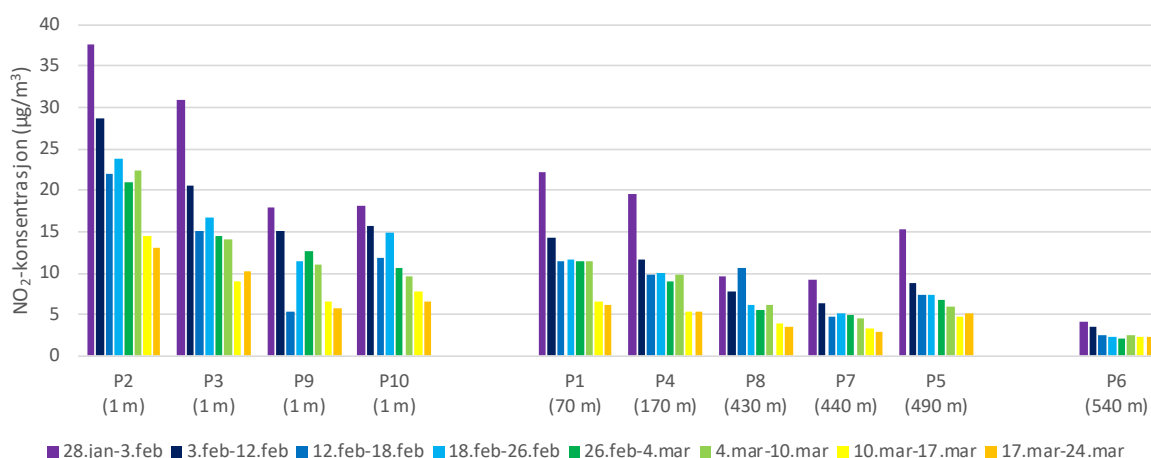
2.2.1 Tidsvariasjon

Fordelingen av NO₂ i måleområdet i måleperioden ble kartlagt ved hjelp av passive prøvetakere. Prøvetakerne ble satt ut tirsdag 28. januar 2020 på 10 steder (se Figur 2) og byttet hver uke (vanligvis på tirsdays). Totalt var det 8 eksponeringsperioder. Siste eksponeringsperiode sluttet tirsdag 24. mars 2020.

NO₂-konsentrasjonen var høyest i første eksponeringsperiode på alle målestedene og ble gradvis lavere fra uke til uke (Figur 8). I tredje eksponeringsperiode (12. – 18. februar) var NO₂-konsentrasjonen tydelig lavere enn i eksponeringsperiodene før og etter, spesielt ved de veinære målepunktene. Temperatur og vindhastighet observert i denne perioden tyder ikke på en meteorologisk forklaring.

Vinterferien i Bergen, som kan medføre en lavere trafikkmengde, var i perioden 24. – 28. februar og kan ha påvirket eksponeringsperiode 4 og 5. Nedgangen i NO₂-konsentrasjonen som ble observert i måleområdet rundt Gaupås var en generell tendens også ved målestasjonene i Bergen (se Seksjon 2.2.3).

Målestedene i Figur 8 er sortert etter økende avstand fra E16. NO₂-konsentrasjonen avtar med økende avstand. Målestedene 1, 4, 8, 7 og 5 ligger rett ved en lokal vei (Gaupåsvegen), men NO₂-nivået er hovedsakelig påvirket av trafikkutslipp fra E16. Bakgrunnsstasjonen var Arna stadion (målested 6), som ligger ved et boligområde, lengst unna E16 og noe høyere enn de øvrige målestedene. Her var, som forventet, konsentrasjonen lavest i hele måleperioden.



Figur 8: NO₂-konsentrasjon ved prøvestedene, P1 – P10, for de enkelte eksponeringsperiodene, sortert etter avstand fra dagens E16 (i parenteser).

Målestedet med høyest konsentrasjon var målested 2, rett ved E16, nord for veien. På motsatt side av veien ved målested 3, sør for veien, var NO₂-konsentrasjonen noe lavere

under alle eksponeringsperioder. Hovedvindretningen under hele måleperioden var fra sørlig kant. Det kan forklare at konsentrasjonen ved målested 2, nord for veien, er høyere enn ved målested 3 i alle eksponeringsperioder.

Det er tydelige forskjell i NO₂-konsentrasjonen for målestedene rett ved E16. Målested 2 og målested 3 på Blinde/Kalsås vest for Gaupåstunnelen hadde høyere NO₂-nivå i hele måleperioden enn målested 9 og målested 10 ved Gaupåsvatnet øst for Gaupåstunnelen. Vest for målested 2 og 3 går veien i en liten bue med svak stigning, som kan bety at bilistene akselererer noe mer her enn ved målested 9 og 10 der det er flatt. Området rundt Gaupåsvatnet er mer åpent og vindhastigheten på østsiden av Gaupåstunnelen var høyere i måleperioden enn på vestsiden. Ved vindstille, og særlig under inversjonsforhold, ville situasjonen trolig være annerledes. Da blir spredningen redusert og akkumulering av utslipp vil føre til høyere konsentrasjon.

2.2.2 Geografisk fordeling

Fordelingen av NO₂ i området er vist på kart for de enkelte eksponeringsperiodene (Figur 9 – Figur 16).



Figur 9: Geografisk fordeling av NO₂ i måleområdet i første eksponeringsperiode (28. jan. – 3. feb. 2020). Konsentrasjonene er angitt i µg/m³.



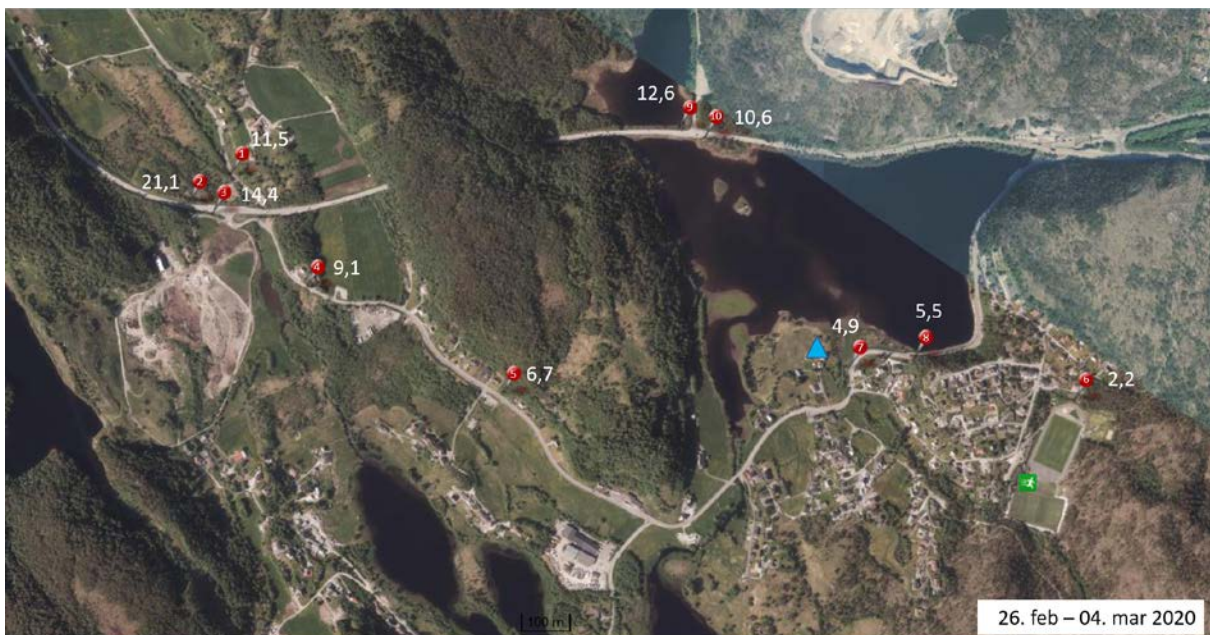
Figur 10: Geografisk fordeling av NO_2 i måleområdet i andre eksponeringsperiode (3. feb. – 12. feb. 2020). Konsentrasjonene er angitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 11: Geografisk fordeling av NO_2 i måleområdet i tredje eksponeringsperiode (12. feb. – 18. feb. 2020). Konsentrasjonene er angitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 12: Geografisk fordeling av NO₂ i måleområdet i fjerde eksponeringsperiode (18. feb. – 26. feb. 2020). Konsentrasjonene er angitt i µg/m³.



Figur 13: Geografisk fordeling av NO₂ i måleområdet i femte eksponeringsperiode (26. feb. – 4. mar. 2020). Konsentrasjonene er angitt i µg/m³.



Figur 14: Geografisk fordeling av NO₂ i måleområdet i sjette eksponeringsperiode (4. mar. – 10. mar. 2020). Konsentrasjonene er angitt i µg/m³.



Figur 15: Geografisk fordeling av NO₂ i måleområdet i syvende eksponeringsperiode (10. mar. – 17. mar. 2020). Konsentrasjonene er angitt i µg/m³.

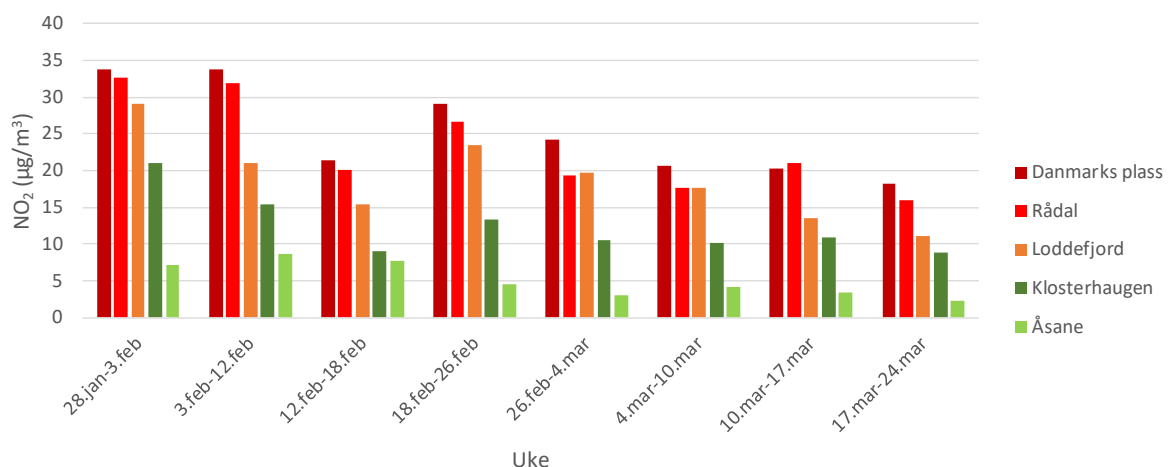


Figur 16: Geografisk fordeling av NO_2 i måleområdet i åttende eksponeringsperiode (17. mar. – 24. mar. 2020). Konsentrasjonene er angitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.2.3 Sammenligning med målestasjoner i Bergen

Resultatene fra de 10 målestedene ble sammenlignet med NO_2 -målinger fra målestasjonene i Bergen. Det finnes tre veinære målestasjoner, ved Danmarks plass i Bergen sentrum, Loddefjord og Rådal, og to bakgrunnsstasjoner ved henholdsvis Klosterhaugen i Bergen sentrum og Rolland på Åsane. NO_2 er målt ved alle 5 stasjonene.

Figur 17 viser hvordan NO_2 -konsentrasjonen ved målestasjonene varierer, uke for uke over hele måleperioden. Målingene fra målestasjonene er her midlet over samme periode som eksponeringsperioden for de passive prøvetakerne slik at de er sammenlignbare med nivåene som ble registrert med de passive prøvetakerne.



Figur 17: NO_2 -konsentrasjon ved målestasjoner i Bergen, midlet over de enkelte eksponeringsperiodene for passive prøvetakere plassert ved E16 Gaupås. Danmarks plass, Rådal og Loddefjord er veinære stasjoner; Klosterhaugen og Åsane er bakgrunnsstasjoner.

Høyest NO₂-konsentrasjon er målt ved Danmarks plass som ligger ved en hovedvei i Bergen sentrum. Årsdøgntrafikk (ÅDT, gjeldende for 2019) ved Danmarks plass er 42 800. Ved Rådal målestasjon er NO₂-konsentrasjonen marginalt lavere enn på Danmarks plass. ÅDT ved Rådal er 33 000. Litt lavere konsentrasjon ble målt ved Loddefjord i måleperioden, der ÅDT er betydelig lavere, 15 500.

Også ved målestasjonene ble NO₂-konsentrasjonen gradvis lavere mellom første og siste eksponeringsperiode (se Figur 17). En slik nedgang av NO₂-konsentrasjonen over perioden februar – mars er ikke en typisk observasjon på denne tiden av året (se Vedlegg B). Konsentrasjonen av bl.a. NO₂ er styrt både av meteorologi og av utslipp (dvs. trafikkmengde, forbrenningsforhold, kjøreforhold, renseteknologi). I hvert fall i de siste 2 eksponeringsperiodene antas nedgangen i NO₂-konsentrasjon å skyldes lavere trafikkmengde som en følge av smittereduserende tiltak i Norge (fra 13. mars). Det bekreftes av trafikktelling på Blindheim i begynnelsen og i slutten av mars².

I Figur 18 sammenlignes NO₂-konsentrasjonen ved målested 1-10 med NO₂-nivået målt ved målestasjoner i Bergen for hver eksponeringsperiode. Det må nevnes at tidligere sammenligninger av resultater fra passive prøvetakere med resultater fra referanseinstrumenter viser god overensstemmelse, men også at passive prøvetakere ikke har samme nøyaktighet som referanseinstrumentene brukt på målestasjonene.

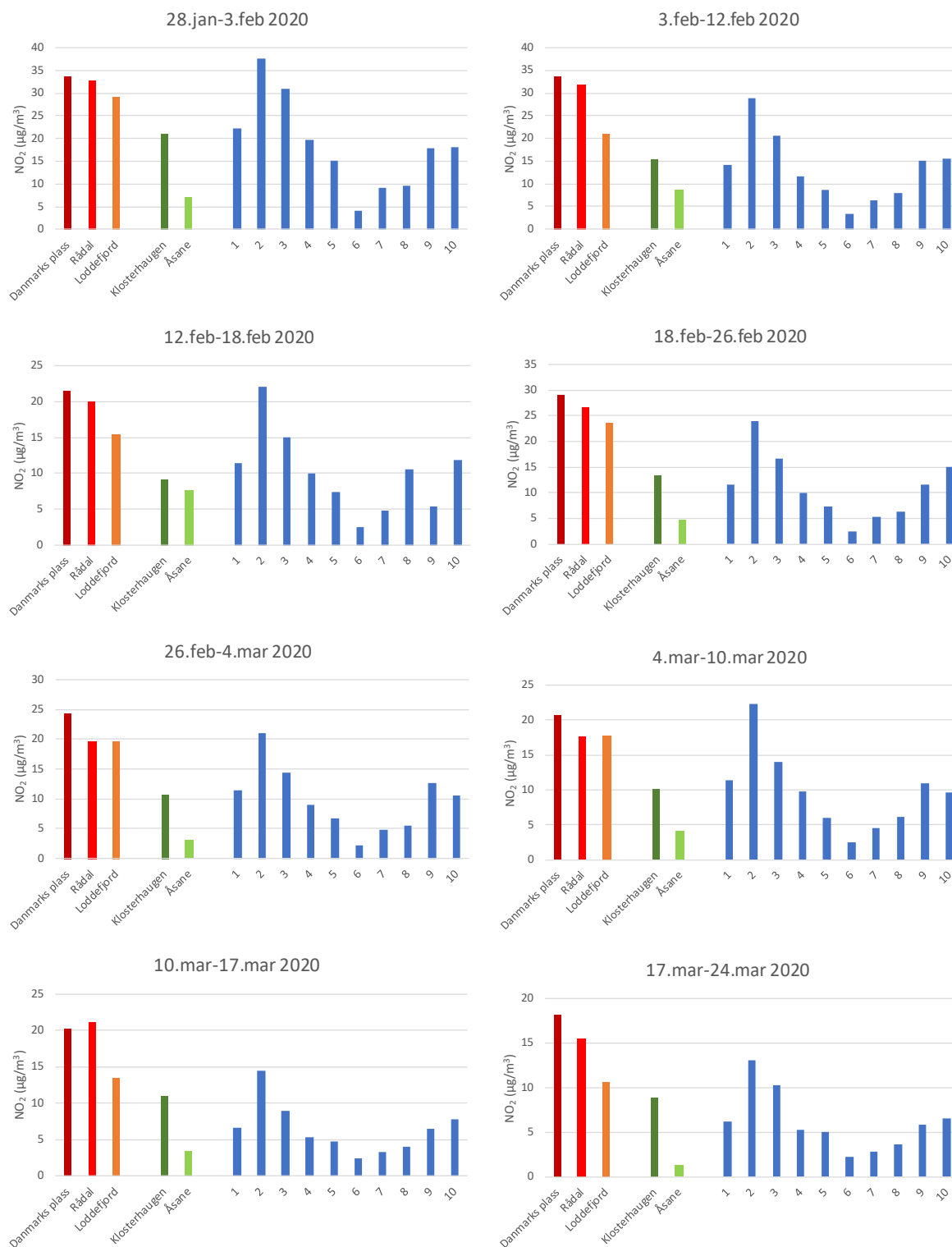
Konsentrasjonen ved målested 2 var på samme nivå som ved Danmarks plass eller Rådal i de fleste eksponeringsperioder. I de siste to eksponeringsperiodene var høyest konsentrasjon i måleområdet noe lavere i forhold til de mest forurensete veinære stasjonene i Bergen. Det kan tyde på større reduksjon av trafikkmengden på E16 etter «lockdown» enn sentralt i Bergen.

ÅDT langs E16, nord for Gaupås, er 17 200 (2019). Dermed er det noe mer trafikk enn ved Loddefjord. De veinære målestedene vest for Gaupåstunnelen hadde NO₂-konsentrasjoner på samme nivå som ved Loddefjord.

Ved de fleste målestedene i måleområdet var NO₂-konsentrasjonen på samme nivå eller høyere enn ved Klosterhaugen, som er en bakgrunnsstasjon midt i Bergen, påvirket av bidrag fra trafikk og skip.

Målestedene langs Gaupåsvegen (målested 5, 7, 8) og bakgrunnsstedet (målested 6) hadde et NO₂-nivå sammenlignbart med nivået på Åsane.

² <https://www.vegvesen.no/trafikdata/start/utforsk?datatype=weekVolume&display=chart&from=2020-03-02&fromCompare=2020-03-16&trpids=87699V804741>



Figur 18: Sammenligning av NO_2 -konsentrasjonen i måleområdet (prøvetakere 1 – 10) med NO_2 -nivået ved målestasjoner i Bergen for hver eksponeringsperiode.

3 Vurdering og konklusjoner

I måleperioden fra 28. januar til 24. mars 2020 var NO_2 -nivået i luft ved veinære målesteder i måleområdet på samme nivå som ved veinære målestasjoner i Bergen. Her må det legges

merke til at de veinære målestedene (målested 2, 3, 9 og 10) lå 1-2 m fra veikanten, mens målestasjonene kan ligge inntil 10 m fra veikanten³. Det blåste hovedsakelig fra sørlig kant i hele måleperioden og vindhastigheten øst for Gaupåstunnelen var større enn vest for Gaupåstunnelen. Dette førte til bedre ventilasjon på Gaupås enn på Kalsås og Blinde.

Vinteren 2019-2020 var en mild vinter på Vestlandet. I måleperioden ble det ikke observert inversjonsforhold som ellers ofte opptrer på Gaupås om vinteren. Under inversjoner er det typisk vindstille slik at det er lav horisontal utskiftning av luft, i tillegg til at vertikale luftbevegelser er undertrykket og forurensningen akkumuleres i et luftlag nær bakken. Under slike forhold kan man forvente høyere forurensningsnivå enn observert i måleperioden.

De siste to eksponeringsperiodene var påvirket av mindre trafikk og dermed mindre utslipp enn vanlig, som en følge av tiltakene som ble iverksatt 13. mars 2020 («lock down»). Således ble de laveste NO₂-konsentrasjonene målt i slutten av måleperioden.

Grenseverdiene (se seksjon 1.2) er definert for timesmiddel og for årsmiddel av NO₂-konsentrasjonen. Tidsoppløsningen av målingene i dette prosjektet er 1 uke. Dermed kan målingene ikke direkte vurderes i forhold til grenseverdien for timesmiddel. Høyeste timesmiddelverdi i måleperioden på Danmarks plass, som er målestasjonen der NO₂-konsentrasjonen er høyest i området, var 137 µg/m³. NO₂-grenseverdien for timesmiddel (200 µg/m³) var dermed overholdt på Danmarks plass med god margin i måleperioden. Timesmiddelkonsentrasjonen på 200 µg/m³ kan overskrides 18 ganger i løpet av et kalenderår, ved 19 overskridelser blir den juridiske grenseverdien overskredet. Det er rimelig å anta at konsentrasjonen ved E16 Arna – Vågsbotn også var godt under timesgrenseverdien i måleperioden.

Årsgrenseverdien (40 µg/m³) gjelder for middelverdien over hele kalenderåret, fra 1. januar til 31. desember, mens målingene i prosjektet pågikk i 8 uker. NO₂-middelverdien over 8 uker ved det mest belastede stedet (målested 2) var 23 µg/m³. Høyest konsentrasjon forventes på vinteren, mens målingene begynte først 28. januar, og konsentrasjonen avtok gradvis over hele måleperioden. Diskusjoner om overholdelse av årsgrenseverdien blir dermed for usikre, og det er nødvendig å måle over en lengre periode (f.eks. hele vinterhalvåret) for å få et godt estimat på årsmiddelverdien.

³ Inntaket til NO_x-monitoren på Danmarks plass ligger 5,0 m fra veikanten (Hak, 2015). Stasjonene Loddefjord og Rådal ble satt opp etter siste gjennomgang av stasjonsplasseringer.

4 Referanser

Hak, C. (2015) Norges målenettverk for luftkvalitet. Gjennomgang av stasjonsplasseringer i forhold til krav i EUs luftkvalitetsdirektiver. Miljødirektoratet Rapport M-358/2015. NILU rapport OR 15/2015.

Haugland, Gaupås og Kvamme Velforening (2013) Hørings svar Planprogram E16 Arna – Vågsbotn. Detaljreguleringsplan med konsekvensutredning, 26.11.2013. URL: <https://slideum.com/doc/4762545/2013.11.26-h%C3%B8rings-svar-planprogram-e16-arna-v%C3%A5gsbotn> [besøkt 24.04.2020]

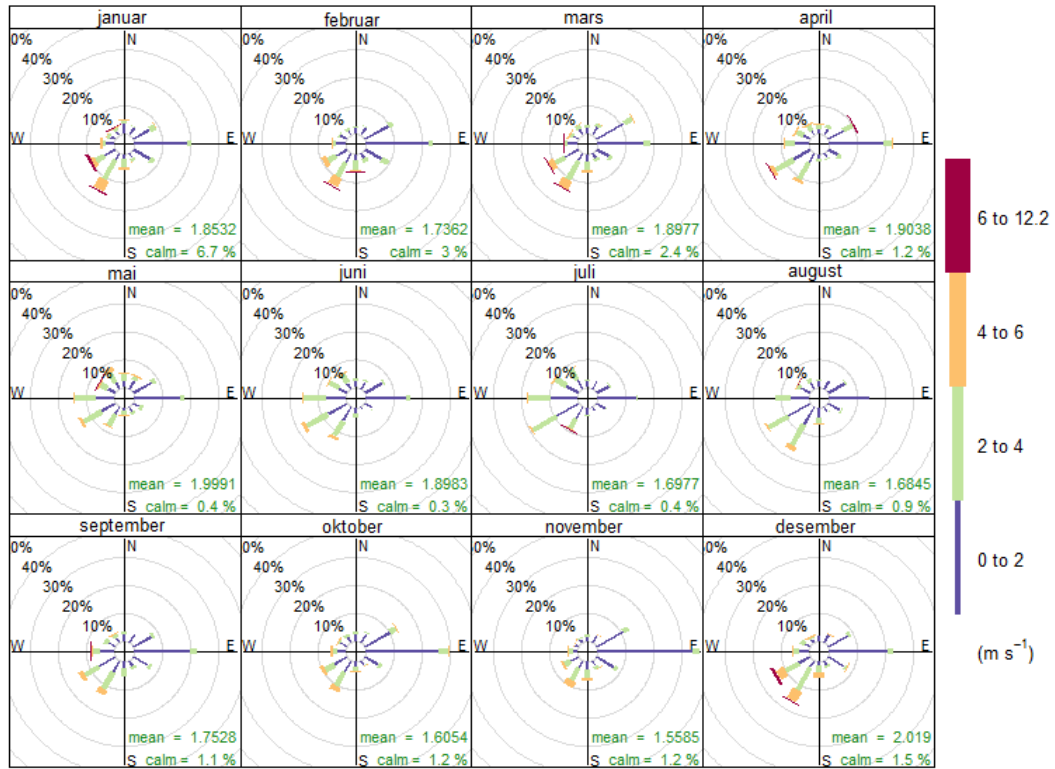
Meteorologisk institutt (2020a) Været i Norge, Klimatologisk månedsoversikt, Februar 2020, ISSN 1894-759X, URL: <https://www.met.no/publikasjoner/met-info>

Meteorologisk institutt (2020b) Været i Norge, Klimatologisk månedsoversikt, Mars 2020, ISSN 1894-759X, URL: <https://www.met.no/publikasjoner/met-info>

Norconsult (2019) Analyse av temperaturinversjon ved Blindheim-Haugland-Gaupås, E16/39 Arna-Vågsbotn-Klauvaneset, 15.11.2019

Vedlegg A

Månedsvis vindfordeling på Vågsbotn i perioden 2015-2020



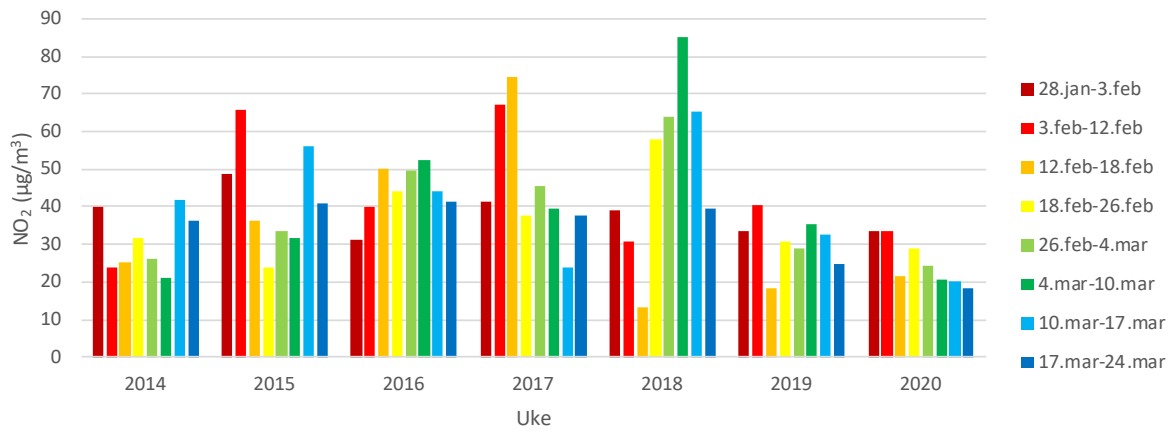
Frequency of counts by wind direction (%)

Figur 19: Månedlige vindroser fra Vågsbotn midlet over perioden 2015-2020.

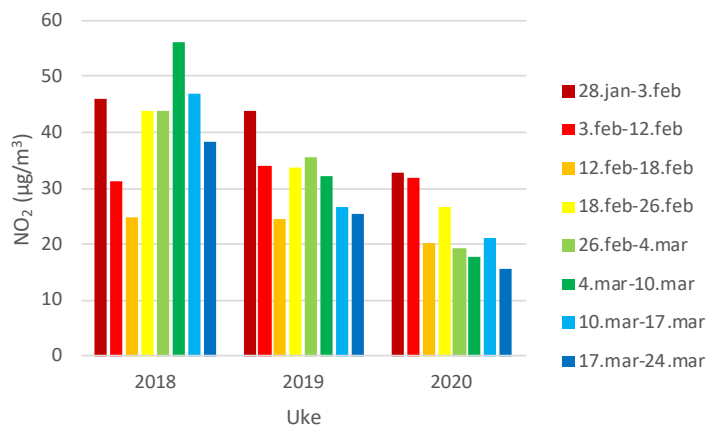
Vedlegg B

Variasjon av NO₂-konsentrasjonen ved målestasjoner i Bergen i perioden februar – mars (2014-2020)

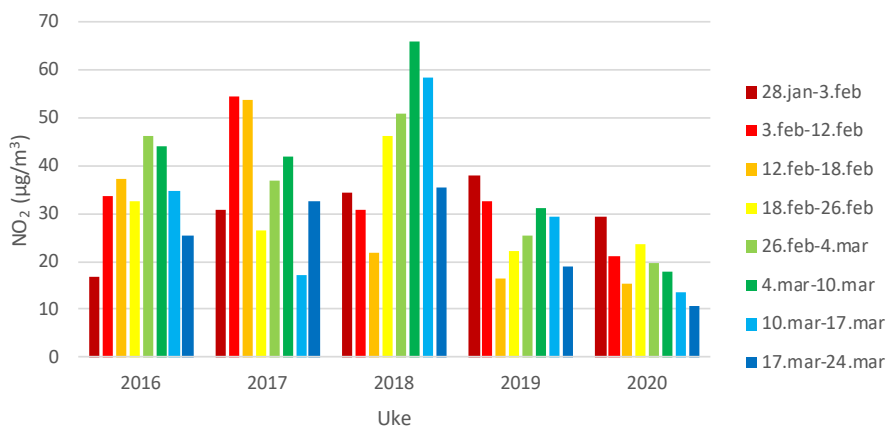
Danmarks plass

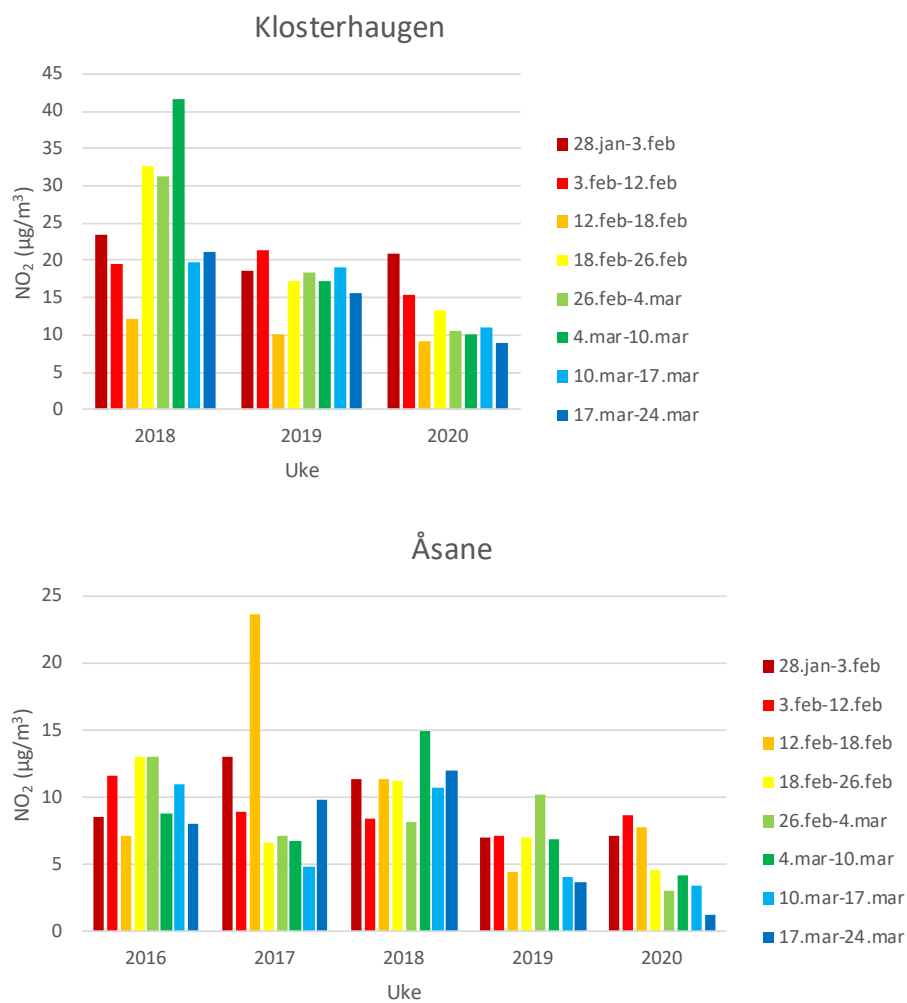


Rådal



Loddefjord

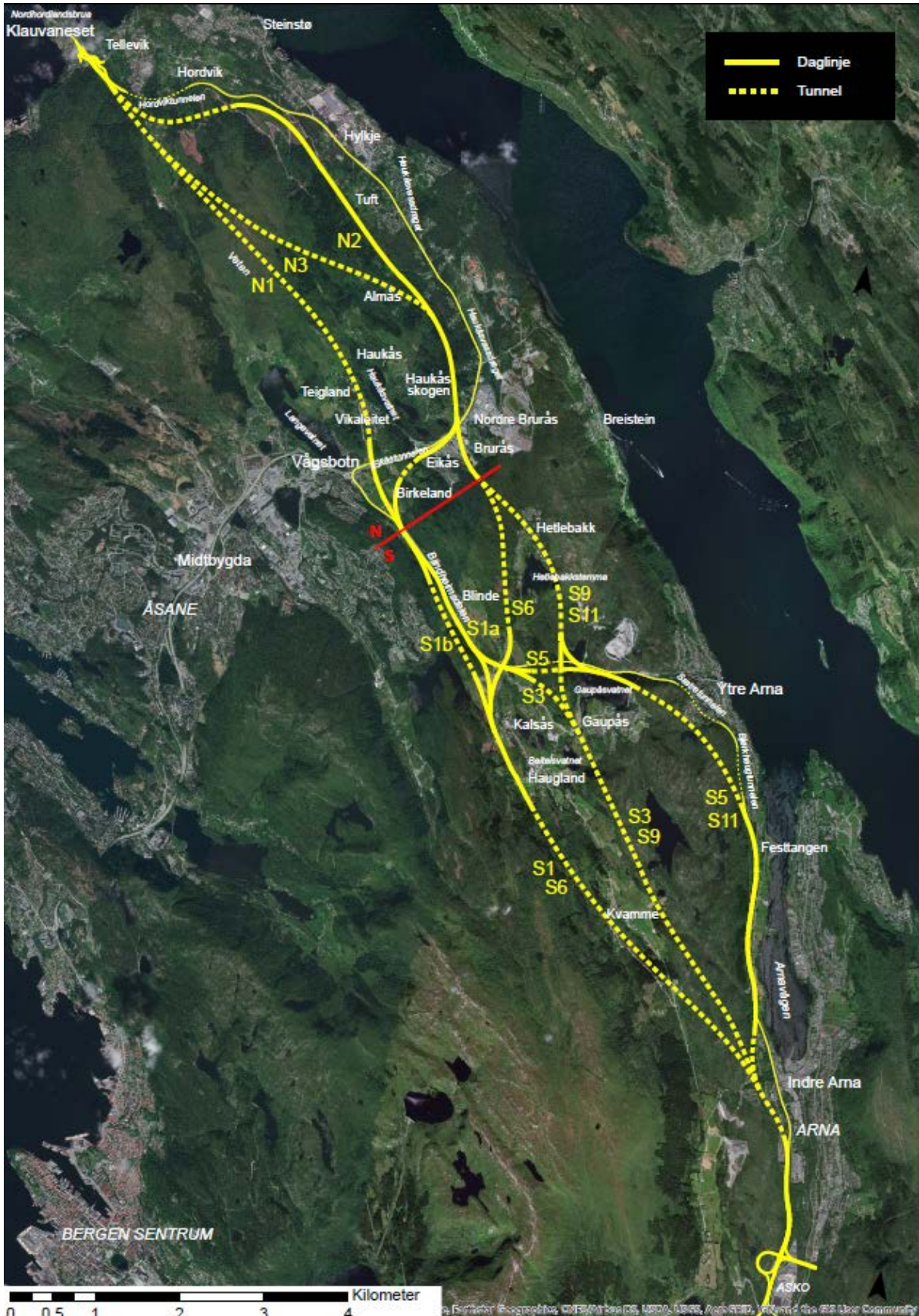




Figur 20: NO₂-konsentrasjon ved målestasjoner i Bergen i samme tidsrom som den aktuelle måleperioden for årene 2014-2020 (eller fra oppstart av målestasjonen).



Dagens veg



Traséalternativer som skal utredes

NILU – Norsk institutt for luftforskning

NILU – Norsk institutt for luftforskning er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.

NILUs verdier: Integritet – Kompetanse – Samfunnsnytte

NILUs visjon: Forskning for en ren atmosfære

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, 2027 KJELLER

E-post: nilu@nilu.no

<http://www.nilu.no>

ISBN: 978-82-425-3001-1

ISSN: 2464-3327