
Luftkvalitetskart av NO₂ og PM₁₀ for byområdet Stavanger, Sandnes, Randaberg og Sola (Nord- Jæren)

Oppsummeringsrapport

Bruce Rolstad Denby
Leiv Håvard Slørdal
Dam Vo Thanh
Ingrid Sundvor



Oppdragsrapport

Forord

Denne rapporten beskriver og presenterer luftkvalitetskart av NO₂ og PM₁₀ laget for området Nord-Jæren, som innbefatter kommunene Stavanger, Sandnes, Randaberg og Sola. Arbeidet er gjennomført av NILU etter bestilling fra Statens vegvesen Region vest, Samfunnsseksjonen.

Innhold

	Side
Forord.....	1
Oppsummering	3
1 Bakgrunn og lovgivning.....	4
2 Luftforurensningskomponenter.....	6
3 Luftkvalitetsmålinger på Nord-Jæren	6
4 Forurensningskilder på Nord-Jæren.....	7
5 Luftkvalitetsmodellering og kartframstilling	11
6 Sammenligning av modellerte og målte konsentrasjoner.....	12
7 Kartframstilling av modellresultatene	18
8 Konklusjoner fra modellerings- og kartframstillingsarbeidet.....	23
9 Anbefalinger for forbedret kartframstilling og framtidige anvendelser	24
10 Referanser	26

Oppsummering

Denne rapporten beskriver og presenterer luftkvalitetskart av NO₂ og PM₁₀ for området Nord-Jæren, som innbefatter kommunene Stavanger, Sandnes, Randaberg og Sola. Luftkvalitetskartene er laget ved hjelp av matematiske modeller som beskriver transport og spredning av ulike typer forurensningsutslipp. Utslippene kommer blant annet fra trafikkeksos, veistøv, boligoppvarming og skipsfart. For Nord-Jæren er de største NO₂-utslippene fra trafikkeksos, mens hovedkildene for PM₁₀ er boligoppvarming og veistøv.

Modellresultatene er sammenlignet med luftkvalitetsmålinger fra de to eksisterende målestasjonene på Nord-Jæren, begge lokalisert nær Stavanger sentrum. Sammenligningen viser at modellen gjensker de observerte NO₂-konsentrasjonene på en tilfredsstillende måte på begge stasjoner, mens PM₁₀-nivåene gjennomgående underestimeres 20 – 30 % både sommer og vinter. Denne underestimeringen skyldes sannsynligvis manglende utslippskilder, både naturlig og menneskeskapt, i modellen og usikkerhet i bidrag fra kjente utslippskilder som for eksempel vedfyring. Den største bidragsyteren til NO₂-konsentrasjonene på de to stasjonene er trafikkeksos. For PM₁₀ utgjør veistøv det største lokale bidraget, men den regionale bakgrunnen bidrar også i vesentlig grad til de observerte nivåene.

Gjeldende luftkvalitetslovgivning angir grenseverdier både på årsmiddelnivåer og på antall tillatte overskridelser av spesifikke time- og døgnmiddelkonsentrasjoner. Kartene viser at de høyeste NO₂-konsentrasjonene forekommer i det sentrale byområdet i Stavanger, spesielt langs Madlaveien, og langs motorveien E39 mellom Sandnes og Stavanger, i området omkring av- og påkjøringsfeltene ved Forus. I disse områdene viser kartene at grenseverdien for årsmiddel av NO₂ (40 µg/m³) overskrides med 1 til 2 µg/m³. Kartene indikerer ikke overskridelser av de lovbestemte grenseverdiene for PM₁₀. De høyeste verdiene av PM₁₀ forekommer langs motorveien E39, noe som skyldes veistøvutslippene. Disse utslippene er størst på veier med stor trafikkmengde og høy trafikkhastighet, siden veislitasjen øker med økende hastighet.

Kartene som presenteres i denne rapporten er gyldige for 2012. Imidlertid viser målinger at de høyeste korttidskonsentrasjonene, f.eks. med midlingstid time- eller døgn, kan variere betydelig fra år til år på grunn av variasjoner i de meteorologiske forholdene. I tillegg tyder evalueringen på at modellen underestimerer PM₁₀-nivåene noe ved målestasjonene, hvilket indikerer at de reelle konsentrasjonene kan være høyere enn angitt i PM₁₀-kartene. Usikkerheten i konsentrasjonsnivåene angitt i kartene er estimert til å være omtrent 15% for NO₂ og 30% for PM₁₀.

Kartene gir, for første gang, en oversikt over luftkvaliteten for Nord-Jæren regionen. Disse kan brukes på mange ulike måter, bl.a. til planlegging av lokalisering av fremtidige luftkvalitetsmålinger, som grunnlagsdata for arbeid med byplanlegging og for å utvikle generelle planer for å bedre luftkvaliteten i regionen.

Luftkvalitetskart av NO₂ og PM₁₀ for byområdet Stavanger, Sandnes, Randaberg og Sola (Nord-Jæren)

Oppsummeringsrapport

1 Bakgrunn og lovgivning

Helsestudier har vist at luftforurensning har betydelig innvirkning på menneskers helse. Som et resultat av dette er det innført lovbestemmelser i hele EU, samt i Norge, med sikte på å begrense de helsemessige konsekvensene. Gjeldende lovgivning setter grenser for tillatte konsentrasjonsnivåer av utvalgte luftforurensningskomponenter. I Norge er det forurensere (anleggseier eller vegforvalter, for eksempel Statens vegvesen, kommunene, industri, osv.) som har ansvaret for å redusere luftforurensningen slik at grenseverdiene ikke overskrides. Forurensningsforskriften setter også krav til at luftkvaliteten skal overvåkes/vurderes enten med målinger og/eller beregninger iht. helsebaserte vurderingsterskler. Kommunen er forurensningsmyndighet på kommunalt nivå og skal tilse at målinger, tiltaksplaner og tiltaksutredninger blir utført. Kommunen kan be de ansvarlige forurensere om å gjennomføre og dekke kostnadene for oppgavene. Kostnadene skal fordeles i forhold til forurensers bidrag til konsentrasjonene [1].

På Nord-Jæren (fellesbetegnelse for kommunene: Stavanger, Sandnes, Randaberg og Sola) finnes kun to målestasjoner for luftkvalitet, og begge disse er plassert i nærheten av Stavanger sentrum. Den ene ligger tett opptil hovedfartsåren Madlaveien ved Kannik, mens den andre er plassert i et nærliggende bybakgrunnsområdet på Våland.

Selv om det finnes lovbestemte luftkvalitetskrav for en rekke forurensningskomponenter, har luftkvalitetsmålinger på Nord-Jæren vist overskridelse, eller nær overskridelse for kun to forurensningskomponenter. Disse to er nitrogendioksid, (NO₂), en gass som produseres under forbrenningsprosesser, og svevestøv med diameter mindre enn 10 µm (PM₁₀). Størrelsen opp til 10 µm er valgt siden partikler i denne størrelsesfraksjonen kan trenge ned i lungene. PM₁₀ produseres fra et stort antall kilder, bl.a. vedfyring, eksos og veistøv. Grenseverdiene for disse to forurensningskomponentene er gjengitt nedenfor i Tabell 1. For hver komponent er det separate grenseverdier som avhenger av eksponeringstiden. For å begrense langtidseksponeringen er det angitt en grenseverdi for årsmiddelkonsentrasjonen. Begrensning av korttidseksponering er regulert gjennom grenseverdier for døgn- (PM₁₀) og time- (NO₂) konsentrasjoner som kun kan overskrides et visst antall ganger i løpet av et kalenderår. Antallbegrensningene av korttidskonsentrasjonene omtales ofte som 'prosentiler' siden de angir fraksjonen, eller den prosentvise andelen, av antallet timer eller døgn i løpet av et år som grenseverdien kan overskrides. For NO₂ er dette omtrent 0.2 % av årets timer, og for PM₁₀ er det ca. 10 % av årets døgn.

Målingene ved Kannik viser at årsmiddelkonsentrasjonen av NO₂ konsekvent har ligget over den angitte grenseverdien for årsmiddel på 40 µg/m³ de siste årene. I tillegg er det målt mange døgnverdier av PM₁₀ over grenseverdien på 50 µg/m³. Døgnverdiene overskrider ofte nasjonale mål (Tabell 1) med 7 tillatte døgn og for 2013 er det registret over 50 døgn som altså er over de 35 døgn tillatt i forurensningsforskriften.

Med bakgrunn i de høye observerte luftforurensningsnivåene på Kannik i Stavanger og for å ha et grunnlag for å iverksette utslippsreducerende tiltak, har Statens vegvesen anmodet om å få utarbeidet luftkvalitetskart for NO₂ og PM₁₀ for Nord-Jæren. Kartene skal benyttes for å vurdere omfanget av forurensningsproblemene i regionen i forhold til grenseverdiene. Kartene er laget ved hjelp av matematiske modeller som beskriver utslipp av luftforurensning fra de ulike kildene, som f.eks. vegtrafikk og husoppvarming, og deretter bruk av meteorologiske modeller for å beregne den videre spredning (transport og fortykning) av disse forurensningene. I denne rapporten beskriver vi hvordan disse kartene er laget, sammenligner modellresultatene med målt luftkvalitet og presenterer kart for Nord-Jæren. Disse kartene kan brukes til å identifisere områder med dårlig luftkvalitet og til å identifiserer områder for ekstra overvåking. Når grenseverdiene brytes skal tiltak iverksettes.

*Tabell 1: Lovbestemte grenseverdier for luftkvalitetskomponentene NO₂ og PM₁₀. Fra 'Forurensningsforskriften - Kapittel 7. Lokal luftkvalitet (§§ 7-6)', [1]. * Inkludert er også Nasjonale mål bestemt av Miljøverndepartementet [2].*

<i>Komponent</i>	<i>Midlingstid</i>	<i>Grenseverdi</i>	<i>Antall tillatte overskridelser av grenseverdien</i>	<i>Dato for oppnåelse av grenseverdi</i>
Nitrogendioksid og nitrogenoksider				
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	200 µg/m ³ NO ₂	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår	1. januar 2010
<i>1*. Nasjonale mål</i>	<i>1 time</i>	<i>150 µg/m³ NO₂</i>	<i>Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 8 ganger pr. kalenderår</i>	<i>1. januar 2010</i>
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	40 µg/m ³ NO ₂		1. januar 2010
3. Grenseverdi for beskyttelse av vegetasjonen	Kalenderår	30 µg/m ³ NO _x		4. oktober 2002
Svevestøv PM₁₀				
1. Døgngrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 døgn (fast)	50 µg/m ³ PM ₁₀	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 35 ganger pr. år	1. januar 2005
<i>1*. Nasjonale mål</i>	<i>1 døgn (fast)</i>	<i>50 µg/m³ PM₁₀</i>	<i>Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 7 ganger pr. år</i>	<i>1. januar 2010</i>
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	40 µg/m ³ PM ₁₀		1. januar 2005

2 Luftforurensningskomponenter

Menneskelig aktivitet fører til utslipp av en rekke ulike luftforurensningskomponenter. De to komponentene som adresseres i denne rapporten er Nitrogen-dioksid (NO₂) og svevestøv med diameter mindre enn 10 µm (PM₁₀).

Nitrogendioksid

Nitrogendioksid (NO₂) er en gass som produseres ved forbrenning av fossilt brensel, og som hovedsakelig slippes ut fra veitrafikk og øvrige forbrenningskilder (for eksempel skipsfart). I tillegg til NO₂ dannes også Nitrogenoksid (NO) ved denne type forbrenning. NO blir raskt, dvs. i løpet av noen få minutter, omdannet til NO₂ i atmosfæren gjennom en kjemisk reaksjon med ozon (O₃). Fra veitrafikk består omtrent 15% av det totale utslippet av nitrogenoksider (normalt omtalt som NO_x = NO₂ + NO) av NO₂, men reaksjonen mellom NO og ozon i atmosfæren omdanner en stor del av det resterende NO-utslippet til NO₂. Målinger på bybakgrunnstasjonen Våland i Stavanger viser at hele 65 % av NO_x-nivået består av NO₂. Ved den nærliggende gatestasjonen Kannik viser målingene at langt mindre NO rekker å omdannes av ozon, og NO₂ utgjør derfor kun 40 % av de observerte NO_x nivåene. På grunn av dette forholdet mellom nitrogenoksidene refererer vi vanligvis til det totale NO_x-utslippet når vi omtaler kildene til NO₂.

Hos sårbare grupper kan innånding av NO₂ gi økt hoste, bronkitt, mindre motstand mot infeksjoner, forsterket allergisk respons og økt sykkelighet. Astmatikere reagerer med nedsatt lungefunksjon selv etter kort tids eksponering (www.luftkvalitet.info).

Svevestøv

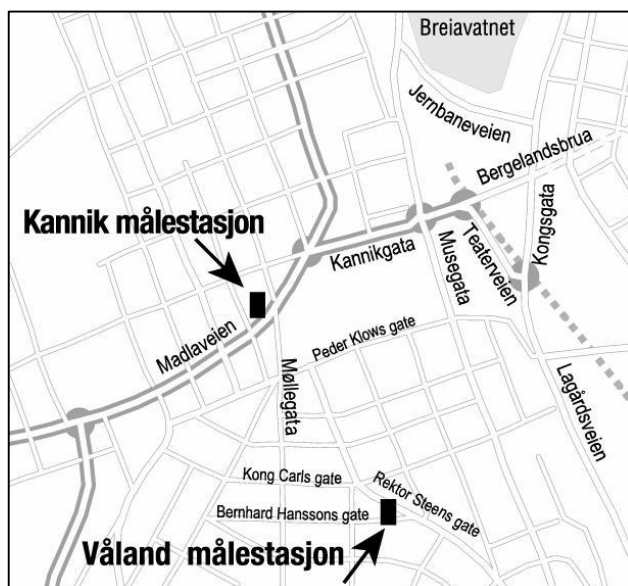
Svevestøv (PM, i.e. partikulært materiale) er et generelt begrep som beskriver alle former for luftbårne partikler. PM kommer fra en rekke kilder (f.eks. trafikkeksos, vedfyring, veistøv, industri, jordstøv, sjøsalt), og kan også dannes direkte i luften ved kondensasjon/avsetning, f.eks. fra sulfat- og nitrat-gass. PM består derfor av en kombinasjon av mange kjemiske stoffer og kan forekomme i et bredt spekter av størrelser. I forbindelse med lovreguleringen har det vært størst fokus på PM₁₀, som er svevestøvet med størrelser mindre enn 10 µm (mikro meter = en tusendels millimeter). Denne størrelsesfraksjonen er viktig siden disse partiklene kan trenge ned i lungene og dermed forårsake helsemessige problemer.

Ved eksponering av svevestøv kan det forekomme forskjellige negative helseeffekter og er forbundet med økt sykkelighet og økt dødelighet både ved kort og lang eksponeringstid. Svevestøv kan utløse og forverre sykdom som kroniske luftveislidelser og hjerte-/karsykdommer. Det er også vist effekter på sentralnervesystemet, fosterutvikling og stoffskifteforstyrrelser (www.fhi.no/tema/luftforurensning/).

3 Luftkvalitetsmålinger på Nord-Jæren

Det er kun to målestasjoner for luftkvalitet på Nord-Jæren, og begge er lokalisert nær Stavanger sentrum. Den ene er en vegnær stasjonen som er plassert ved

Madlaveien på Kannik, og den andre er en bybakgrunnstasjon, dvs. en målestasjon som ikke ligger i nærheten av noen sterkt trafikkerte veier, ved Våland skole. Avstanden mellom disse stasjonene er i underkant av 500 m.



Figur 1: Posisjonene til målestasjonene i Stavanger. Hentet fra 'Luftkvalitet Stavanger, årsrapport 2012' [3].

På stasjonene måles NO_2 , NO , NO_x , PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$ (dvs. partikkelstørrelser $< 2.5 \mu\text{m}$). På grunn av nærheten til den sterkt trafikkerte Madlaveien er målingene av NO_2 og PM_{10} betydelig høyere på Kannik enn på Våland. Kannik-målingene har vist at årsmiddelkonsentrasjonen av NO_2 de siste årene har vært over den lovbestemte grenseverdien på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [3]. Disse observasjonene fra Kannik og Våland er benyttet i modellevalueringen som er beskrevet i kapittel 6.

Disse målinger dekker ikke hele kartområdet og er ikke representative for det. Derfor trenges det bruk av modellering av luftkvalitet for å kartlegge forurensningssituasjoner for hele byområdet Stavanger, Sandnes, Randaberg og Sola, som er omfattet av denne rapporten.

4 Forurensningskilder på Nord-Jæren

Utslippsestimering er en viktig del av luftkvalitetsmodellering og kartlegging. Forskjellige informasjonskilder og metoder kan anvendes, avhengig av kildene. For eksempel er de estimerte vedfyringsutslippene laget ved hjelp av data samlet inn av Statistisk sentralbyrå (SSB). Utslippene er i utgangspunktet basert på anslag over vedforbruket, som er estimert fra salgstall og bruk av spørreskjemaer, og deretter benyttes 'utslippsfaktorer' til å konvertere vedforbruket til utslippsmengde (kg) for PM_{10} eller NO_x . Disse utslippene er deretter fordelt romlig i henhold til befolkningens bostedsadresser. På tilsvarende måte beregnes utslipp fra en rekke andre kilder som f.eks. skipsfart, togtrafikk, boligoppvarming utenom vedfyring, industri, flyplasser og øvrige mobile forbrenningskilder utenom veitrafikk.

Eksosutslipp fra veitrafikk

Trafikkutslippene genereres imidlertid på en annen måte. Trafikkinformasjon om alle større veier i Norge samles og oppdateres av norske trafikkmyndigheter [4]. Denne databasen inneholder opplysninger om gjennomsnittlig døgntrafikk (ÅDT), fartsgrenser, tungtrafikkandel, samt ulik geografisk informasjon om veiene. ÅDT benyttes i kombinasjon med annen informasjon om den daglige trafikksyklus, til å generere tidsfordelte trafikktall for alle hovedveier og for ulike kjøretøysklasser. Informasjon om trafikksammensetningen, dvs. sammensetningen av registrerte bensinbiler, dieslbiler, lastebiler, busser, osv., blir samlet inn av Opplysningsrådet for veitrafikken AS (OFV) [5]. I tillegg har hver kjøretøytype sin egen utslippsfaktor (utslippsmengde per kjøretøytype per kjørte km). Eksempelvis vil en diesebil slippe ut betydelig mer NO_x per km enn en bensinbil. Utslippene per kjøretøytype og per vei adderes for hver vei for å bestemme de totale utslippene hver time.

Ettersom nyere og mindre forurensende kjøretøy kommer på markedet endres trafikksammensetningen kontinuerlig. Samtidig er trafikkmengden økende. Dette betyr at utslippene er i kontinuerlig endring, og de må derfor oppdateres jevnlig. I tillegg er trafikkutslippene avhengige av hvordan bilene kjører. Utslippsfaktorene for eksosutslipp er lavest når trafikken flyter fritt. I perioder med tett trafikk og køkjøring kan imidlertid utslippsfaktorene øke betraktelig, dvs. med en 2- til 3-dobling sammenliknet med uhindret trafikk og god flyt.

Veistøvutslipp

Selv om ovenfor nevnte metode fungerer godt for eksosutslipp, må en annen og mer omfattende metode anvendes for å estimere veistøvutslippene. Veistøvet genereres fra dekkens slitasje av veibanen samt av dekk- og bremseslitasje og kommer i tillegg til trafikks eksospartikler. Veistøv utgjør trafikks hovedbidrag til PM₁₀-forurensningen i piggdekk sesongen. Veistøvet genereres i hovedsak av piggens slitasje av veibanen og trafikktellinger i Stavanger og Sandnes indikerer at omtrent 28% av alle kjøretøy bruker piggdekk i vintersesongen. Under tørre forhold vil dette støvet virvles direkte opp i luften og bidra til økte PM₁₀-konsentrasjoner. Under våte/frosne veibaneforhold vil imidlertid støvet akkumuleres på veibanen. Dette resulterer i en varierende oppbygging av støv på veien i løpet av vinteren, som så kan virvles opp og forårsake svært høye PM₁₀-konsentrasjoner når veibanen tørker opp. En spesielt utviklet modell bør benyttes for å estimere veistøvutslippet [6].

Totale utslipp

I Tabell 2 vises de totale utslippene (angitt i tonn/år) fra de kjente kildene innenfor modellområdet, som benyttes i beregningene. Fra denne tabellen ser en at vedfyringen og veistøvet (dvs. trafikkbidrag utenom eksos) er de mest dominerende PM₁₀-kildene, mens trafikks eksospartikler bare anslås til å bidra med om lag 9 % av totalutslippet. For NO_x er imidlertid trafikks eksos den viktigste utslippskilden, etterfulgt av skipsfart (konsentrert rundt havneområdene). Det bør her bemerkes at trafikkutslippene skjer i bakkenivå og innenfor svært begrensede områder, dvs. langs veinettet, mens utslippene fra vedfyring og skip slippes ut i større høyder og dermed tynnes mer ut før de når bakkenivå der luftkvaliteten i første rekke måles.

Dette betyr at selv med like utslippsbidrag, vil trafikkutslippene gi et større konsentrasjonsbidrag vegnært enn de andre høyere og mer diffuse kildene.

I tillegg til de menneskeskapte kildene er det også en rekke naturlige utslippskilder, spesielt for PM₁₀. Eksempler på slike kilder er sjøsalt, vindgenerert bakkestøv, branner, sekundærpartikler dannet fra naturlig forekommende atmosfæregasser. Siden bidraget fra disse kildene ikke er kjent, er de ikke inkludert i modellberegningene. Dette leder til en systematisk underestimering i de beregnede PM₁₀-nivåene.

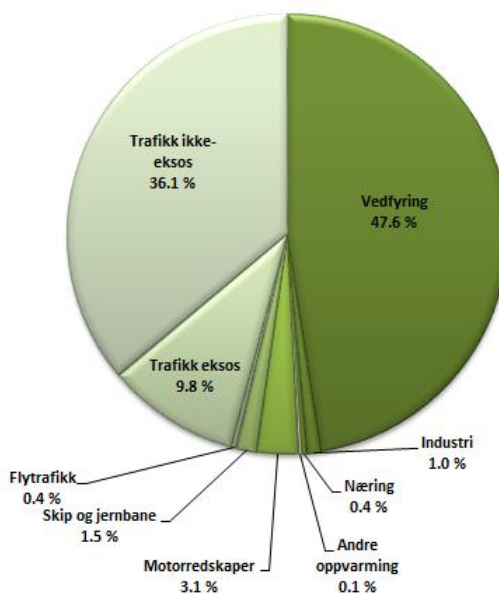
Langtransportbidraget

En viss andel av luftforurensningene som måles i byområder er ikke generert i selve byen, men skyldes transport av forurensninger fra andre og til dels fjerntliggende områder. For NO₂ vil dette regionale langtransportbidraget generelt være lavt i forhold til bidraget fra de lokale kildene. For PM₁₀ kan imidlertid langtransportert svevestøv periodevis bidra i vesentlig grad. Dessverre er det få målinger av dette bakgrunnsnivået i Norge. Den eneste regionale bakgrunnsstasjonen i Sør-Norge er på Birkenes, rundt 200 km fra Stavanger. På denne stasjonen ble årsmiddelnivået for PM₁₀ i 2012 målt til å være 5.3 µg/m³. Dette er litt mer enn en tredjedel av årsmiddelverdien målt på bybakgrunnstasjonen Våland i Stavanger, noe som til fulle viser betydningen av det regionale bidraget.

Usikkerheter

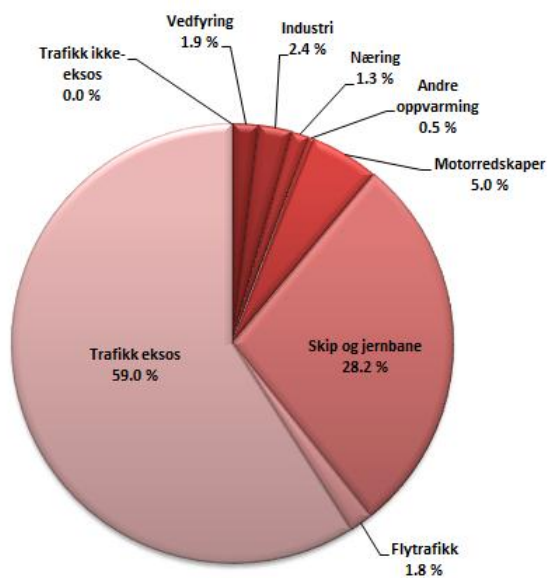
Til tross for innsatsen for å oppnå kvalitativt gode utslippsoversikter og presise estimater for det regionale langtransportbidraget er det fortsatt usikkerheter i disse. Noe av informasjonen som er viktig for å estimere nøyaktige utslippsfaktorer for trafikkutslippene, som for eksempel reelle trafikkhastigheter og forekomst av kødannelse, er ikke tilgjengelige. I tillegg finnes det enkelte utslippskilder der utslippsmengdene rett og slett ikke er kjent, eller der det åpenbart trengs oppdatering. Av denne grunn er det viktig å sammenligne modellberegningene med observasjonsdata, siden slike sammenlikninger kan gi oss nyttig informasjon i arbeidet med å forbedre inngangsdataene.

Utslipp PM₁₀ (% av 645 tonn/år)



Figur 2: Relativt bidrag til PM₁₀-utslippene som inngår i beregningsresultatene vist i PM₁₀-kartene.

Utslipp NO_x (% av 3269 tonn/år)



Figur 3: Relativt bidrag til NO_x-utslippene (NO₂ + NO) som inngår i beregningsresultatene vist i NO₂-kartene.

Tabell 2: Totale utslipp (tonn/år) av PM_{10} og NO_x innenfor modellområdet på Nord-Jæren.

Kilde	PM_{10} (tonn/år)	NO_x (tonn/år)
Ved	307	63
Industri	6.7	78
Primærnæring/privat tjenesteyting og offentlig forvaltning	2.7	42
Oppvarming unntatt ved	0.9	15
Motorredskaper unntatt gressklippere	20	164
Skip og jernbane	9.6	921
Flytrafikk	2.6	58
Trafikk eksos	63	1928
Trafikk ikke-eksos	233	0
Totalt	645.5	3269

5 Luftkvalitetsmodellering og kartframstilling

For å kunne framstille luftforurensningskart trenger man luftkvalitetsmodeller. Disse modellene bruker de beregnede utslippene og kombinerer disse med meteorologiske data, som vind, temperatur og nedbør, for å estimere den romlige og tidsmessige konsentrasjonsfordelingen av forurensende stoffer i atmosfæren.

Luftkvalitetsmodellen som er blitt benyttet i dette prosjektet kalles EPISODE [7], og er utviklet ved NILU - Norsk institutt for luftforurensning (www.nilu.no). Denne modellen har vært benyttet i mange ulike anvendelser, og er luftkvalitetsmodellen som benyttes i varslingsystemet "Bedre Byluft" som benyttes til å lage daglige luftkvalitetsprognoser for de største byområdene i Norge, deriblant Nord-Jæren området [8]. Modellen beregner spredning og transport av forurensninger, så vel som den kjemiske reaksjon av NO med ozon for å produsere NO_2 .

EPISODE benytter to separate modeller for å beregne konsentrasjonsnivåene. Den første er en såkalt "rutenett-modell" som beregner konsentrasjonene for det vi betegner som bybakgrunnsområder. Denne modellen benytter et rutenett på 1×1 km² og beregner utslipp, meteorologi og konsentrasjoner for dette rektangulære rutenettområdet, som er 14 km i øst-vest retning og 25 km i nord-sør retning, og som dekker Nord-Jæren. Oppløsningen i dette rutesystemet er imidlertid for grov til å beskrive de høye konsentrasjonene som måles vegnært, og EPISODE benytter derfor en tilleggsmodell for å estimere konsentrasjonene langs hovedveinettet. Denne modellen beregner ikke konsentrasjonene i et rutenett, men i brukerbestemte punkter (reseptorpunkter). Dette gjør modellen i stand til å beregne konsentrasjonsnivåene i nærheten av veinettet, f.eks. i målepunktene for vei-stasjonene, og dermed beskrive det skarpe konsentrasjonsfallet som man lokalt observerer med økende avstand fra veien.

I denne anvendelsen har EPISODE kombinert disse to modellene for å beregne konsentrasjoner for hele Nord-Jæren-området. Beregningsresultatene er benyttet til å produsere gitterbaserte kart med 100 m oppløsning. Hver gitterverdi representerer gjennomsnittskonsentrasjonen for et 100×100 m² område. For å oppnå denne fine

oppløsningen har et stort antall reseptorpunkter blitt spredd utover modellområdet (33 000), med størst tetthet nær veiene. Langs det benyttede veinettet er reseptorpunktene plassert på begge sider, med en avstand av 20 m fra senterlinjen for veien. Beregningsverdiene i alle disse reseptorpunktene blir så brukt sammen med gitterverdiene fra bybakgrunnsberegningene ($1 \times 1 \text{ km}^2$) for å beregne gjennomsnittskonsentrasjonene i $100 \times 100 \text{ m}^2$ gitteret som presenteres i kartframstillingen.

Modellen tar ikke hensyn til effekten av bygninger i beregningene langs veiene, og resultatene representerer derfor konsentrasjonsfordelingen som en ville forventet dersom veien lå i åpent lende. I indre byområder, hvor høye bygninger kan blokkere eller omdirigere luftstrømmen, vil modellen derfor ikke gi ideelle resultater. Imidlertid vil resultatene være mer representative og mindre bygningspåvirket i områder med lave bygninger eller spredd bebyggelse.

For at modellen skal kunne beregne både spredning og transport av luftforurensningene må meteorologiske inngangsdata som vindhastighet, vindretning og atmosfærisk stabilitet, være tilgjengelige. I dette prosjektet er disse dataene basert på observasjoner fra Sola flyplass, og fra den meteorologiske målestasjonen på Særheim. De observerte vindene er interpolert fra målingene og justert for lokale topografi- og bakke-forhold. Bakkeforholdene er beskrevet i form av en ruhetindeks som skiller mellom sjø/land, bebyggelse, skog og åker. På denne måten er det konstruert timevise vindfelt for hele modellområdet.

I tillegg til det lokale utslippsbidraget er luftkvaliteten på Nord-Jæren også påvirket av langtransporterte forurensninger som kommer inn over dette området. For å gi et godt bilde av den totale forurensningssituasjonen må også dette bidraget estimeres. For ozon er data fra en nærliggende regional målestasjon på Sandve, 40 km nord-vest for Stavanger på sørvestspissen av Karmøy, blitt benyttet. Dessverre er ikke regionale bakgrunnsmålinger av NO_2 og PM_{10} tilgjengelig i området. For disse komponentene er derfor bakgrunnsbidraget estimert hver time ved å benytte minimum målt timekonsentrasjon innenfor modellområdet (Våland eller Kannik) i løpet av de siste 24 timene.

Luftkvalitetsmodellen har en rekke usikkerhetsfaktorer i tillegg til de tidligere beskrevne usikkerhetene knyttet til utslippsestimatene. Det er derfor avgjørende å validere modellberegningen mot observasjonsdata. Modellusikkerhetene inkluderer usikkerheter i de benyttede meteorologiske vindfeltene, samt den ovenfor nevnte påvirkningen av bygninger på de lokale vindforholdene nær veiene. Eksempelvis vil en ikke kunne vite nøyaktig hvordan vinden varierer ved veistasjonen på Kannik. Selv om veien til en viss grad ligger åpent til, er det alltid en viss grad av lokal påvirkning fra nærliggende vegetasjon og bygningsmasse.

6 Sammenligning av modellerte og målte konsentrasjoner

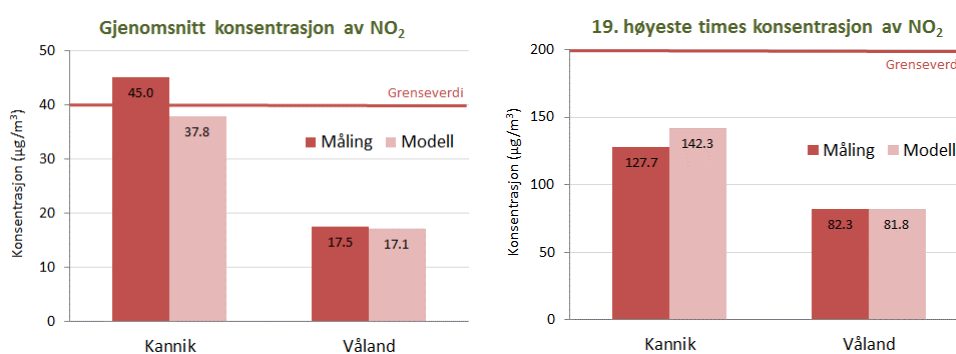
Beregningsresultatene fra luftkvalitetsmodellen er blitt sammenlignet med observasjonene fra de to tilgjengelige målestasjonene.

Lovregulerte luftkvalitetsnivåer

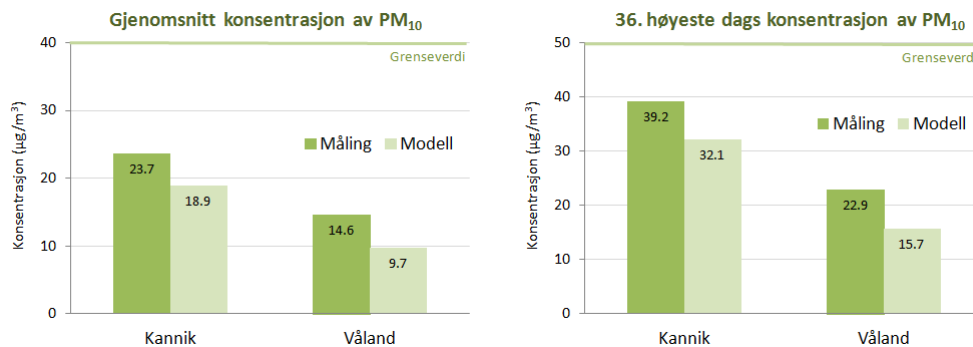
I det følgende sammenlignes de modellerte og målte konsentrasjonene i forhold til de lovbestemte grenseverdiene presentert ovenfor i kapittel 1. Dette er grenser for årsmiddelkonsentrasjonene for NO₂ og PM₁₀, timeverdier for NO₂ og døgnverdier for PM₁₀. For prosentilverdiene (se kapittel 1) viser vi 19. høyeste timeverdi for NO₂ og 36. høyeste døgnverdi for PM₁₀. Dersom disse konsentrasjonene er over grenseverdiene, på henholdsvis 200 µg/m³ og 50 µg/m³, innebærer dette at luftkvalitetskravet er brutt, ettersom bare 18 timer (NO₂) og 35 døgn (PM₁₀) over grenseverdiene tillates (se Tabell 1). Vi viser prosentil-konsentrasjonene i figurene istedenfor antall overskridelser, siden dette muliggjør sammenlikning mellom modellresultatene og observasjonsnivåene også i posisjoner der det ikke forekommer overskridelser.

I figurene 4 og 5 presenteres resultatene fra dette evalueringsarbeidet. Vi ser at årsmiddelkonsentrasjonen for NO₂ underestimeres noe ved Kannik, mens den 19. høyeste timekonsentrasjonen beregnes relativt bra. Dette er de relevante konsentrasjonsverdiene i forhold til de aktuelle lovbestemmelsene, se tabell 1. De tilsvarende bybakgrunnsnivåene av NO₂ på Våland stemmer svært bra med observasjonene.

Modellen underestimerer PM₁₀ konsentrasjonene ved begge målestasjonene med omtrent 5 µg/m³ for årsmiddelet og omtrent 7 µg/m³ for den 36. høyeste døgnverdien. Dette kan skyldes manglende og/eller underestimerte kildebidrag i området.



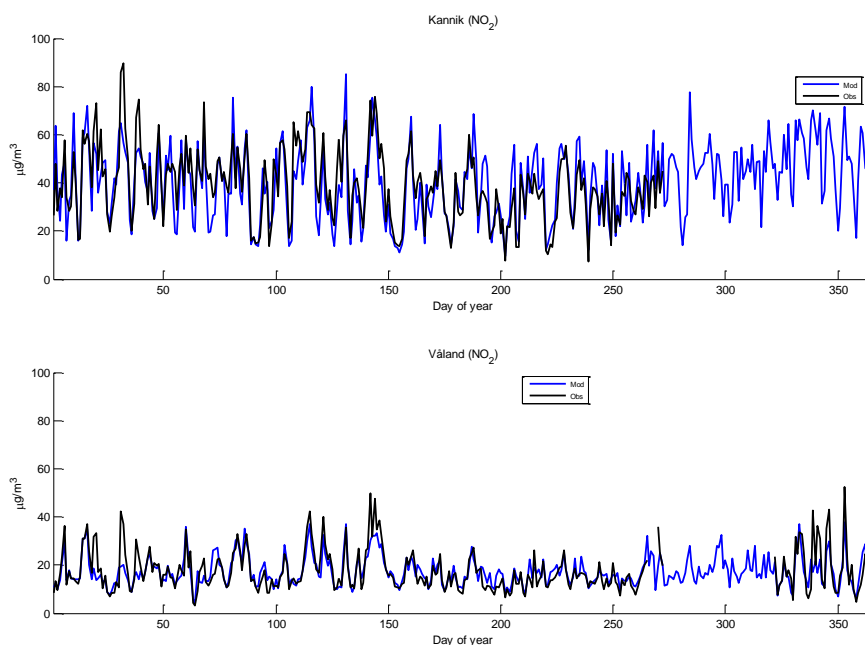
Figur 4: Årsmiddelkonsentrasjon (venstre panel) og 19. høyeste timemiddelkonsentrasjon (høyre panel) for NO₂, målt og modellert, ved de to målestasjonene Kannik og Våland (2012). Grenseverdiene (Tabell 1) er vist i figurene.



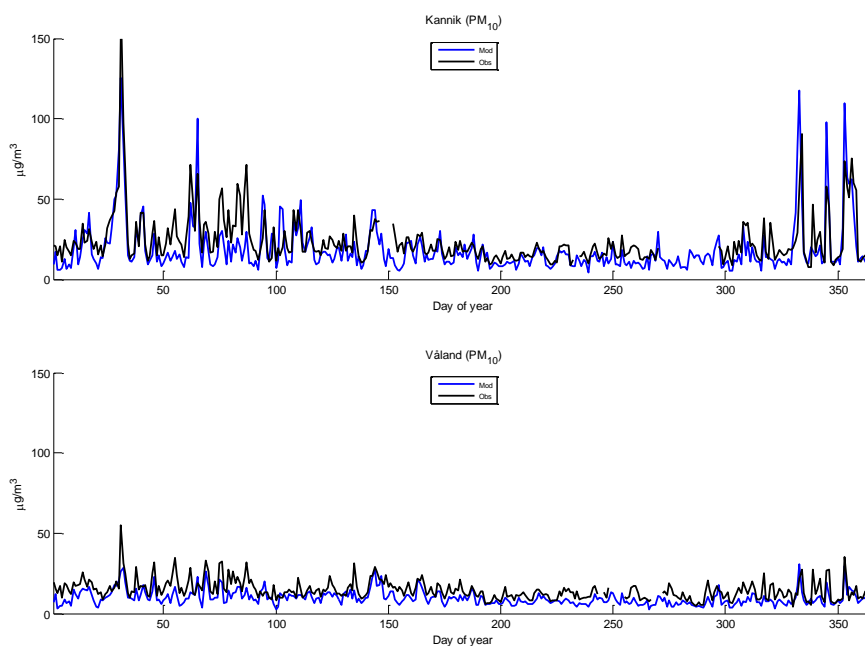
Figur 5: Årsmiddelkonsentrasjon (venstre panel) og 36. høyeste døgnmiddelkonsentrasjon (høyre panel) for PM_{10} , målt og modellert ved de to målestasjonene Kannik og Våland (2012). Grenseverdiene (Tabell 1) er vist i figurene.

Døgnkonsentrasjonene

Modellen beregner konsentrasjonene på timebasis, men i figurene 6 og 7 presenteres tidsserier av målte og beregnede døgnmiddelkonsentrasjoner av NO_2 og PM_{10} for hele 2012. Som det fremgår av disse figurene lykkes modellen i stor grad med å gjenskape de observerte konsentrasjonene, dog med en gjennomgående underestimering av PM_{10} både i sommer- og vinter-perioden. Maksimumsverdiene i tidsseriene for PM_{10} ved Kannik (figur 7, øvre panel) indikerer veistøvepisoder som forekommer under tørre veiforhold i svakvindsperioder.



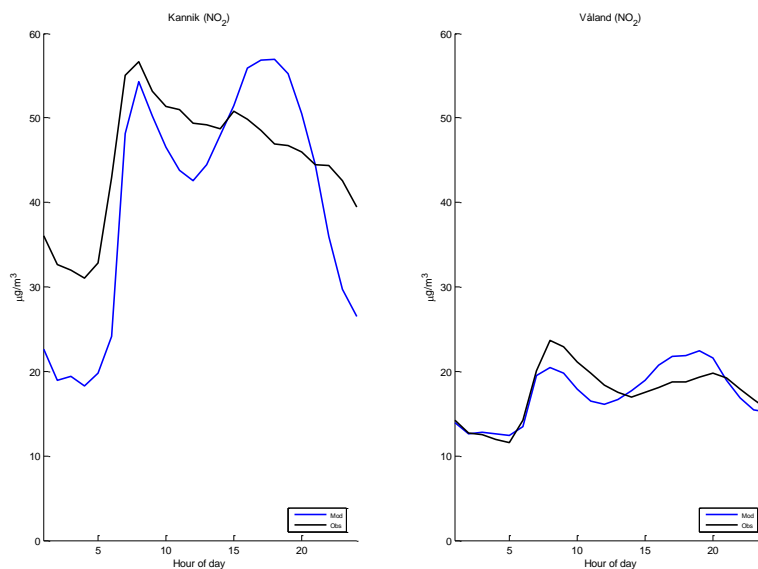
Figur 6: Døgnmiddelkonsentrasjoner av NO_2 , målt (sort kurve) og modellert (blå kurve), ved de to målestasjonene Kannik og Våland for 2012.



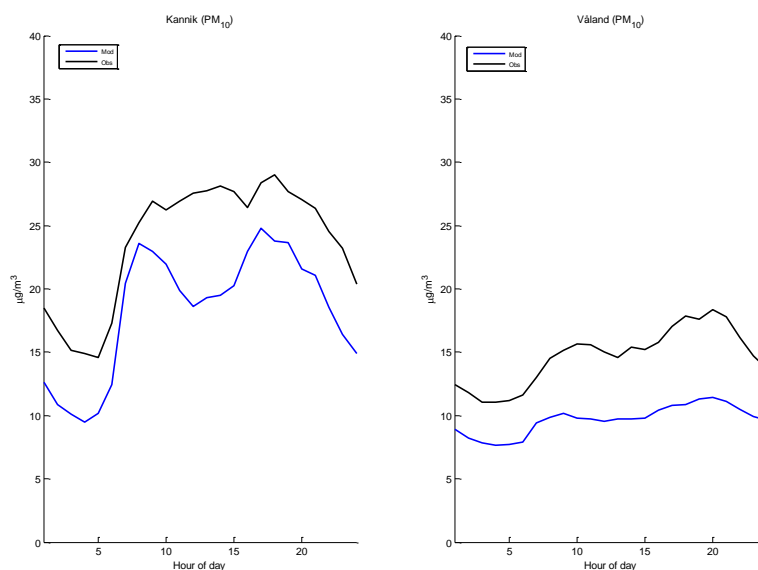
Figur 7: Døgnmiddelkonsentrasjoner av PM_{10} , målt (sort kurve) og modellert (blå kurve), ved de to målestasjonene Kannik og Våland for 2012.

Døgnvariasjon

I tillegg til døgnkonsentrasjonene, vises i figurene 8 og 9 også den gjennomsnittlige døgnvariasjon for NO_2 og PM_{10} for 2012. Disse figurene viser hvordan konsentrasjonene typisk varierer over døgnet 24 timer. Som vist i figurene er det en klar timevariasjon over døgnet på Kannik både for NO_2 og PM_{10} . Denne variasjonen gjenspeiler i stor grad den tidsmessige variasjonen i trafikkmengde. I modellen benyttes standardiserte tidsvariasjoner på veiene, og kurvene i figurene 8 og 9 indikerer at det er noe forskjell på den benyttede tidsvariasjonen og den reelle trafikkvariasjonen som forekommer på Madlaveien forbi målepunktet. For PM_{10} måles normalt en konsentrasjonstopp på Våland rundt kl. 20.00 om kvelden (Figur 9). Dette maksimumsnivået skyldes trolig lokale utslipp fra vedfyring. Denne toppen gjenspeiles også i modellresultatene, selv om den ikke er like tydelig. Nærmere analyse av resultatene har vist at vedfyringsutslippene må 3-dobles i modellen for å gjenskape den observerte kveldstoppen på denne målestasjonen. Som tidligere nevnt, underestimerer modellen de observerte PM_{10} -nivåene med om lag $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved begge målestasjonene.



Figur 8: Gjennomsnittlig timevariasjon av NO_2 -konsentrasjoner, målt (sort kurve) og modellert (blå kurve), ved de to målestasjonene Kannik og Vålånd for 2012.

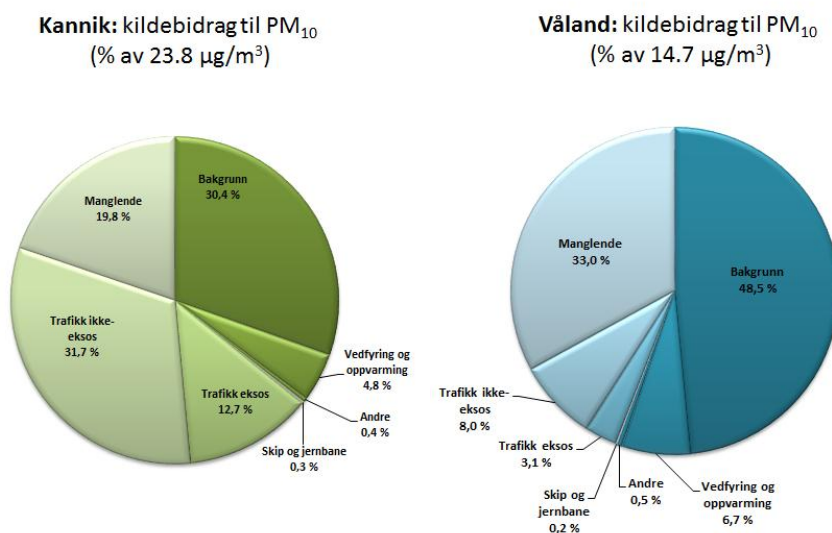


Figur 9: Gjennomsnittlig timevariasjon av PM_{10} -konsentrasjoner, målt (sort kurve) og modellert (blå kurve), ved de to målestasjonene Kannik og Vålånd for 2012.

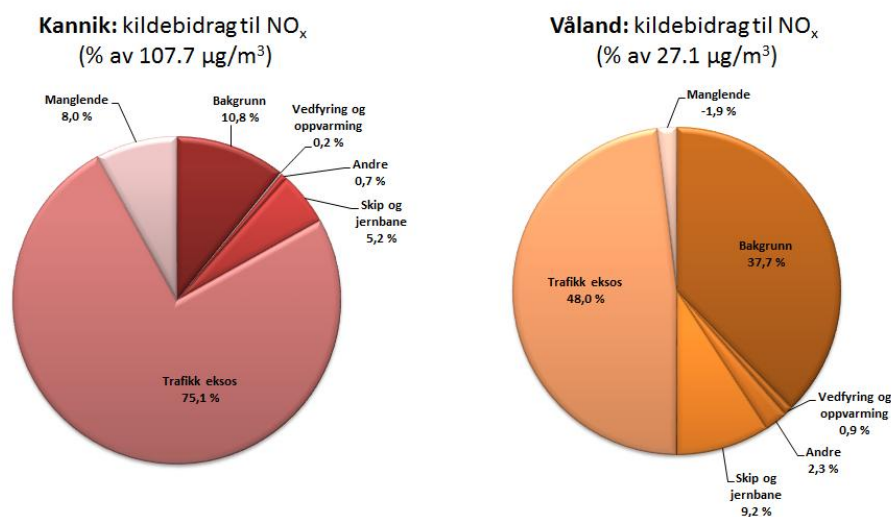
Kildebidrag

Siden modellen benytter separate utslippskilder er det mulig å kvantifisere bidraget til totalkonsentrasjonene fra hver kildegruppe. Dette er vist for de to målestasjonene i figur 10 for PM_{10} og i figur 11 for NO_x . NO_x er vist, i stedet for NO_2 , siden den kjemiske reaksjonen med ozon medfører at ulike utslippsbidrag til NO_2 ikke bare kan summeres på denne måten. Imidlertid vil NO_x -bidraget gi en god indikasjon på de ulike kildenes bidrag til det totale NO_2 -nivået. For PM_{10} (figur 10) ser vi at det

er et betydelig regionalt bakgrunnsbidrag ved begge målestasjonene. Nest etter dette bidraget er det veistøvutslippet som bidrar mest, etterfulgt av eksos og oppvarming. Modellens underestimering av det observerte årsmiddelet for PM₁₀ er i figuren angitt som "manglende". For NO_x (figur 11) er eksosutslippene fra veitrafikken den klart viktigste bidragsyteren ved begge målestasjonene. På de neste plassene kommer regional bakgrunn og skipsfart. Vi ser også at modellens kildebidrag er mer fullstendig for NO_x i og med at andelen "manglende" er relativt liten.



Figur 10: Bidrag fra de ulike kildene til de modellerte PM₁₀-nivåene ved de to målestasjonene Kannik og Våland for 2012. Det prosentvise bidraget er beregnet relativt til de observerte konsentrasjonsnivåene, og 'manglende' angir dermed differansen mellom det observerte og beregnede konsentrasjonsnivået.



Figur 11: Bidrag fra de ulike kildene til de modellerte NO_x-nivåene ved de to målestasjonene Kannik og Våland for 2012. Det prosentvise bidraget er beregnet relativt til de observerte konsentrasjonsnivåene, og 'manglende' angir dermed differansen mellom det observerte og beregnede konsentrasjonsnivået.

7 Kartframstilling av modellresultatene

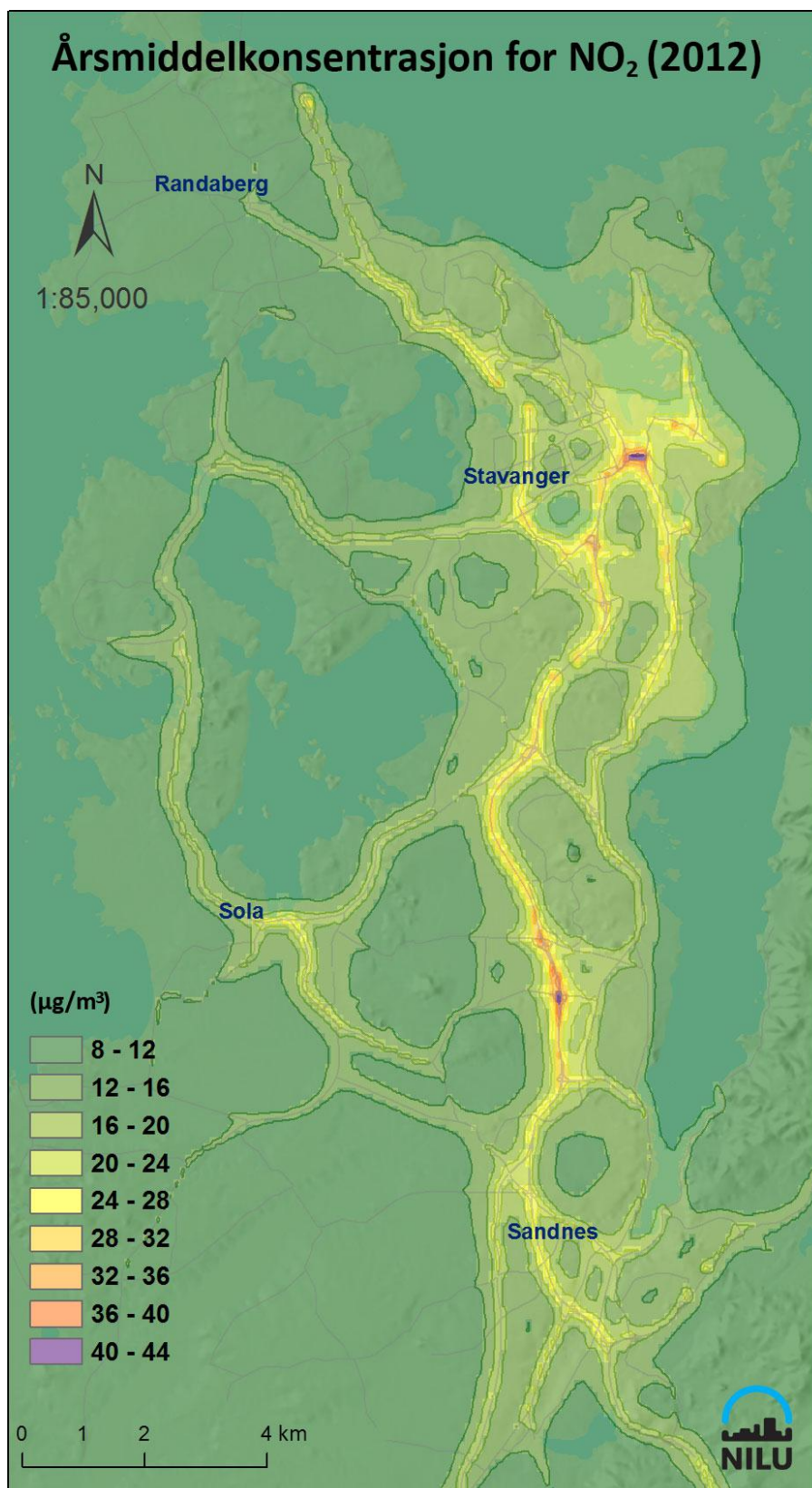
Luftkvalitetsberegninger er blitt gjennomført for Nord-Jæren for NO₂ og PM₁₀ og luftkvalitetskart er blitt produsert som beskrevet ovenfor i kapittel 5. For hver av komponentene er det blitt produsert to kart. Det ene viser årsmiddelkonsentrasjonene, mens det andre viser de lovregulerte prosentilnivåene. For NO₂ er det laget kart for prosentilfeltet for den 19. høyeste timemiddelkonsentrasjonen, mens prosentilfeltet for den 36. høyeste døgnverdien er produsert for PM₁₀.

Kart for NO₂

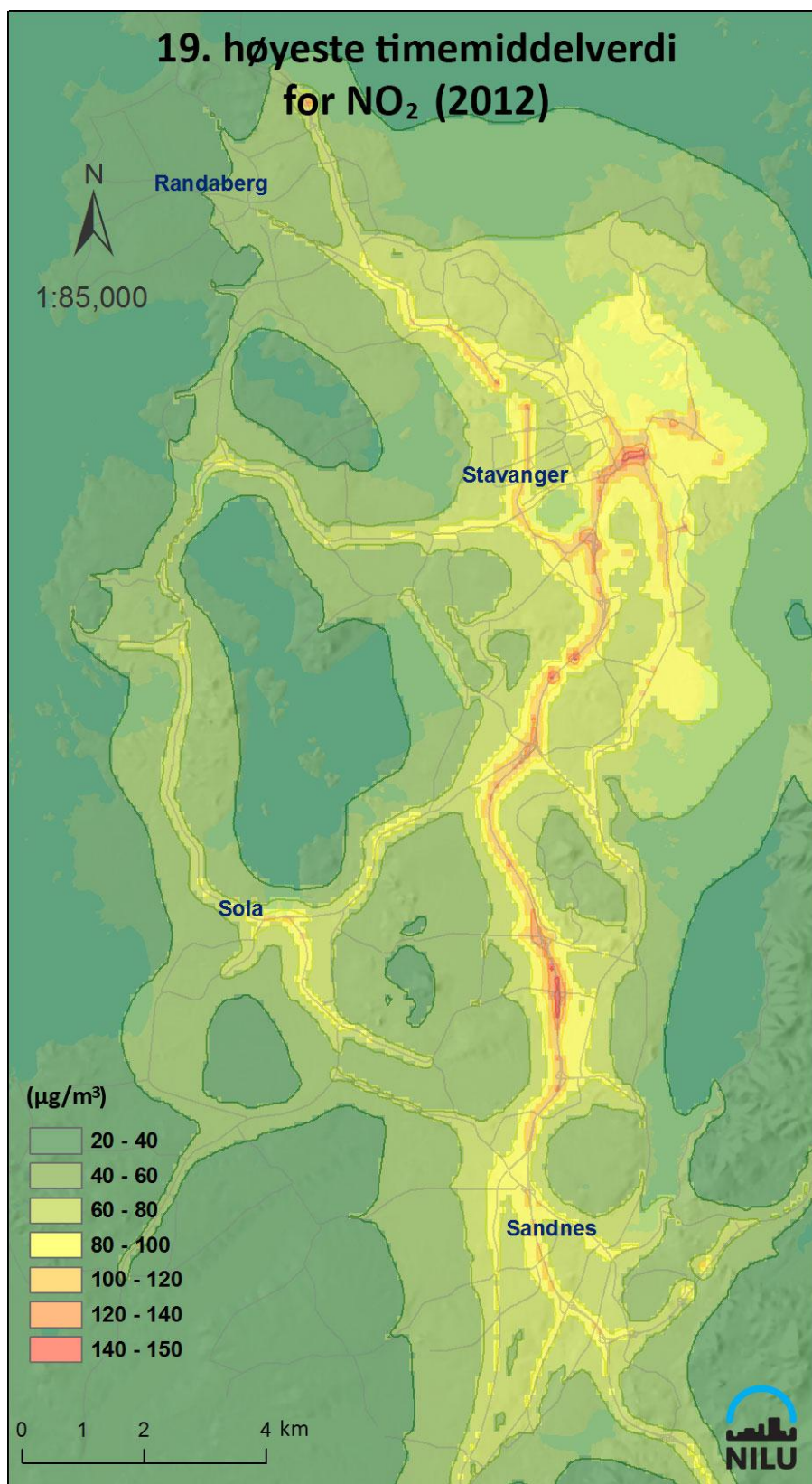
NO₂-kartene er vist i figurene 12 og 13. Kartene viser at de høyeste NO₂-konsentrasjonene forekommer i det sentrale byområdet i Stavanger, spesielt langs Madlaveien, og langs motorveien E39 mellom Sandnes og Stavanger i området omkring av- og påkjøringsfeltene ved Forus. I disse områdene overskrides grenseverdien for årsmiddel av NO₂ (40 µg/m³) med 1 til 2 µg/m³. I andre urbane områder, som for eksempel Sandnes, beregnes lavere konsentrasjoner, noe som reflekterer lavere trafikkmengder langs veiene i disse områdene. Prosentilkartet i figur 13 viser ingen overskridelse av det lovbestemte luftkvalitetskravet for timesverdier for NO₂, dvs. kravet om maksimum 18 timer over 200 µg/m³.

Kart for PM₁₀

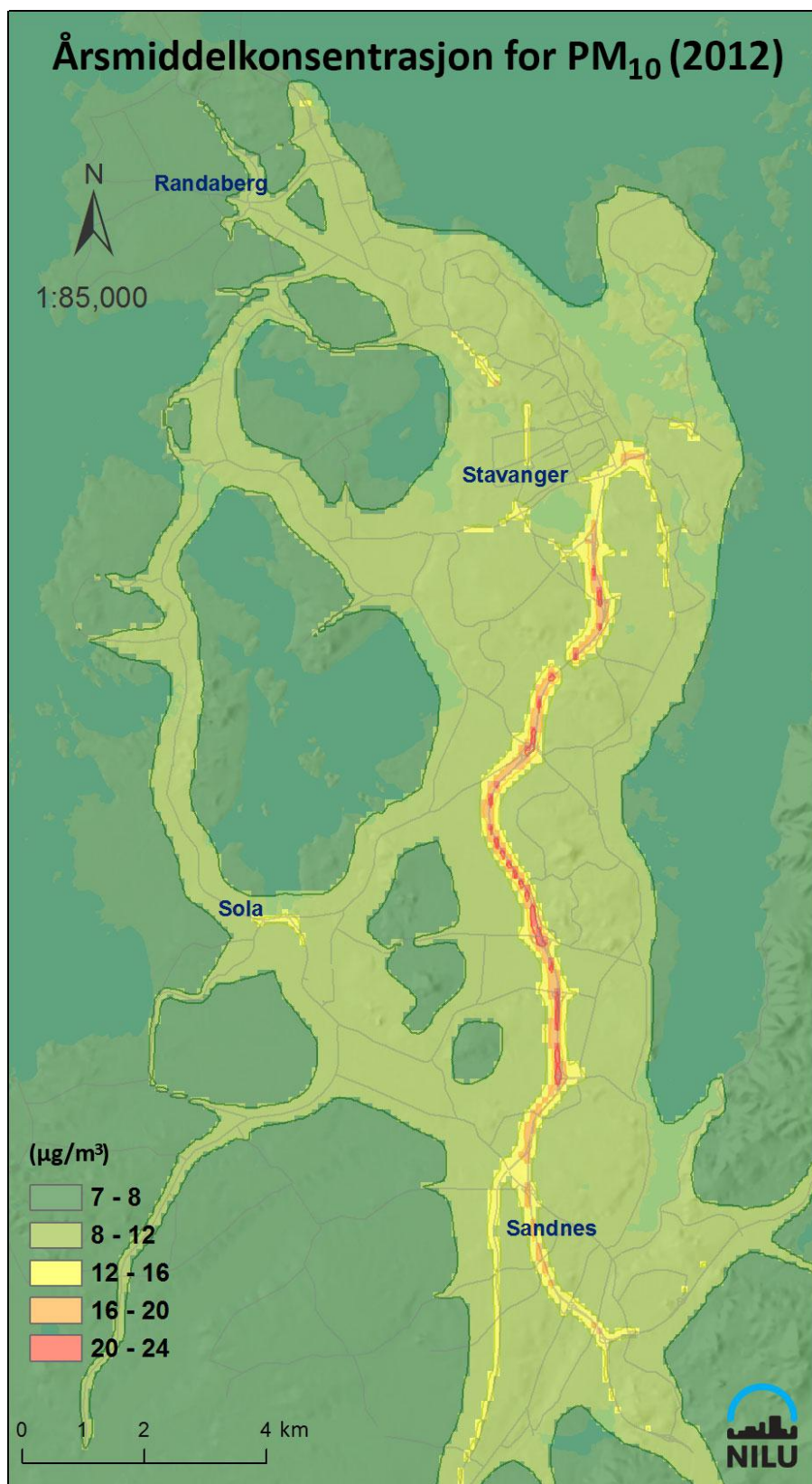
På tilsvarende måte som for NO₂ er det blitt produsert to luftkvalitetskart for PM₁₀. Som nevnt ovenfor viser disse kartene årsmiddelkonsentrasjonen og den 36. høyeste døgnkonsentrasjonen. Kartene er presentert i figurene 14 og 15. Vi ser her at de høyeste verdiene forekommer langs motorveien E39, noe som skyldes veistøvutslippene. Disse utslippene er størst på veier med stor trafikkmengde og høy trafikkhastighet, siden veislitasjen øker med økende hastighet. Kartene indikerer ikke overskridelser av de lovbestemte grenseverdiene, men, som nevnt i kapittel 6, ser det ut til at de benyttede PM₁₀-utslippene er noe mangelfulle, i hvert fall i det sentrale Stavangerområdet. Hvorvidt tilsvarende mangler også forekommer i de øvrige delene av beregningsområdet er foreløpig ikke kjent.



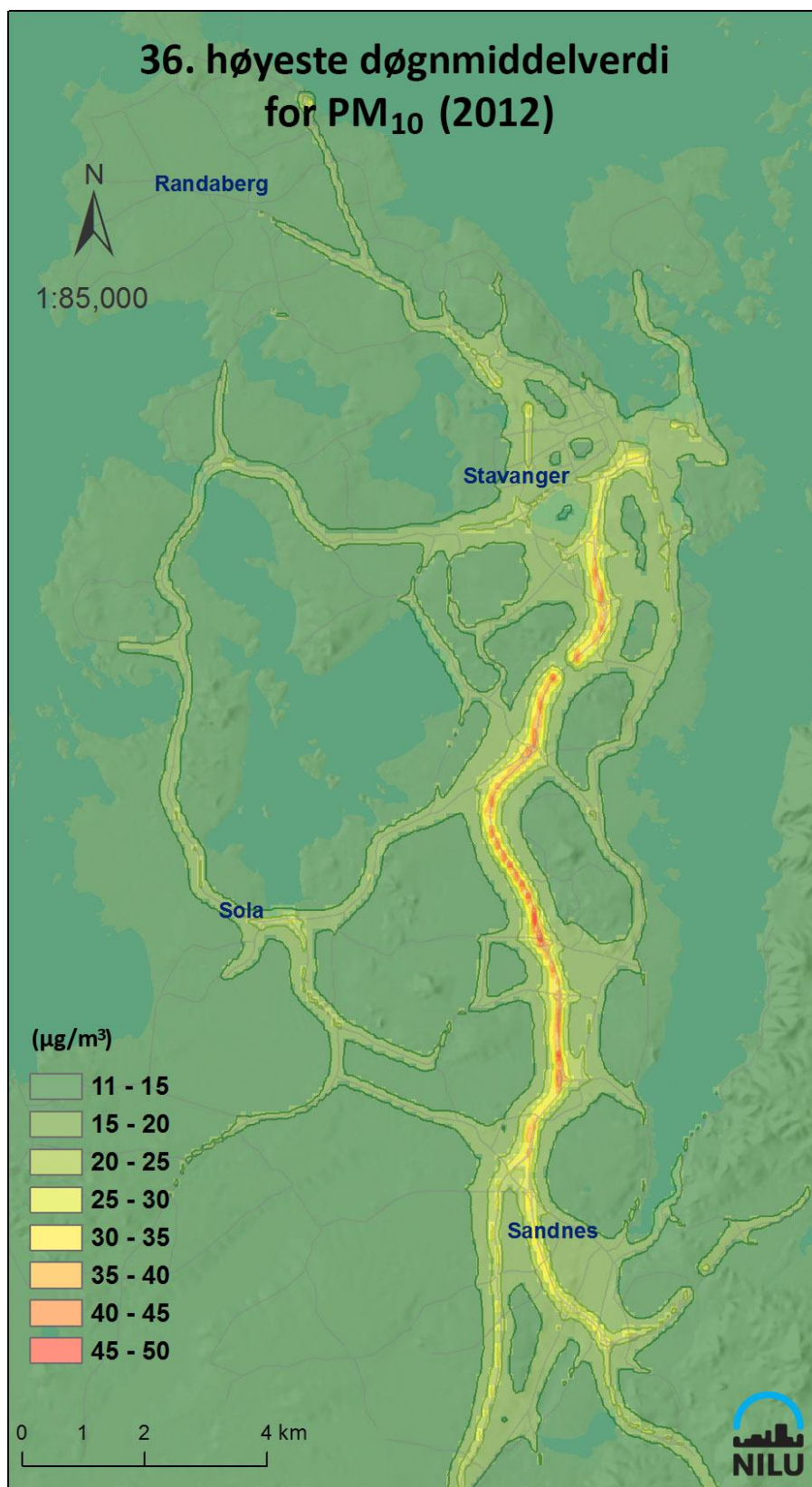
Figur 12: Årsmiddelkonsentrasjon for NO₂. Konsentrasjonsfeltet er vist med 100 × 100 m² gitteroppløsning. Konturlinjer er lagt på i tillegg for å lette lesbarheten. Den maksimale årsmiddelkonsentrasjonen i kartet er 42.1 µg/m³. Grenseverdien for årsmiddelkonsentrasjonen for NO₂ er 40 µg/m³, se Tabell 1.



Figur 13; 19. høyeste timemiddelverdi for NO₂. Konsentrasjonsfeltet er vist med 100 × 100 m² gitteroppløsning. Konturlinjer er lagt på i tillegg for å lette lesbarheten. Den maksimale verdien i kartet er 150 µg/m³. Grenseverdien for 19. høyeste timemiddelverdi for NO₂ er 200 µg/m³, se Tabell 1.



Figur 14: Årsmiddelkonsentrasjon for PM₁₀. Konsentrasjonsfeltet er vist med $100 \times 100 \text{ m}^2$ gitteroppløsning. Konturlinjer er lagt på i tillegg for å lette lesbarheten. Den maksimale årsmiddelkonsentrasjonen i kartet er $23.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Grenseverdien for årsmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ er $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se Tabell 1.



Figur 15: 36. høyeste døgnmiddelverdi for PM₁₀. Konsentrasjonsfeltet er vist med 100 × 100 m² gitteroppløsning. Konturlinjer er lagt på i tillegg for å lette lesbarheten. Den maksimale verdien i kartet er 47.7 µg/m³. Grenseverdien for 36. høyeste døgnmiddelverdi for PM₁₀ er 50 µg/m³, se Tabell 1.

8 Konklusjoner fra modellerings- og kartframstillingsarbeidet

Kartene viser den romlige fordelingen av forurensningene som følge av utslipp og spredning i luften. Kartene viser tydelig veinettets betydning for forurensnings-situasjonen. Forhøyede NO₂-konsentrasjoner forekommer der trafikken er høy og hvor kjøproblemer oppstår. Konsentrasjonsnivåene er høyest nærmest kjørebanelen, og avtar med økende avstand til veien. Konsentrasjonene er også høyere ved tunnelmunninger der utslippene fra tunnelene til en viss grad akkumuleres.

Kartene viser årsmiddel- og prosentil-konsentrasjoner i et 100 × 100 m² rutenett. Dette betyr at konsentrasjonene i vilkårlige punkt innenfor en gitt rute kan være høyere eller lavere enn selve ruteverdien. For gitterruter som dekker segmenter av hovedveinettet vil en derfor forvente at konsentrasjonsnivåene tett opptil veien er høyere enn ruteverdien som vises i kartet.

For NO₂ lykkes modellen godt med å gjenskape de observerte konsentrasjonene både på gatestasjonen på Kannik og på bybakgrunnstasjonen på Våland, noe som gir tillit til modellsystemet. Imidlertid er ikke dette en garanti for at modellen beregner like gode NO₂-resultater overalt i beregningsområdet. Basert på en analyse av modellens treffsikkerhet på målestasjonene, og estimerer på usikkerhetene i utslippene og de meteorologiske dataene, anslår vi at usikkerheten i årsmiddelkonsentrasjonene for NO₂ er omlag 15 %. For den 19. høyeste timemiddelverdien forventer vi større usikkerhet siden slike ekstremverdier er vanskeligere å anslå enn årsmiddelverdier. Usikkerheten på disse verdiene er anslått til rundt 30%.

For PM₁₀ underestimerer modellen konsentrasjonsnivåene både i sommer- og vinterperioden. Nærmere analyse av modellresultatene ved målestasjonene tyder på at veistøvbidraget er godt beskrevet, men at vedfyringsutslippene kan være underestimert med en faktor på to eller tre. Det er ikke kjent om dette underestimatet er gyldig for hele regionen, eller om det bare gjelder for det sentrale byområdet i Stavanger. Usikkerheten til PM₁₀-verdiene er anslått til omlag 30%. Årsakene til underestimeringen kan for eksempel ligge i utslippstallene, i det regionale bakgrunnsbidraget og meteorologiske inngangsdata. For mer om generelle anbefalinger for forbedret kartfremstilling, se kapittel 9.

Det er aldri mulig å utelukke observasjonsfeil når man sammenligner modellresultater og målinger. Analyse av måledataene for PM₁₀ avdekket ikke noen åpenbare feil, men for NO₂-konsentrasjonene ble det påvist en «offset» på rundt + 6 µg/m³ på Kannik. Denne typen feil er ikke av stor betydning for overskridelser av de relative høye grenseverdiene som er satt for timemiddelnivåene, men kan føre til betydelige feil i årsmiddelkonsentrasjonene. Det er Statens vegvesen Region vest og Stavanger kommune som samarbeider om å drifte målestasjonene i Stavanger. Vi anslår usikkerheten i de målte årsmiddelkonsentrasjonene av NO₂ og PM₁₀ til å være omtrent 15%.

Luftkvalitetskartene som er presentert ovenfor i kapittel 7 representerer situasjonen for 2012. Konsentrasjonene kan imidlertid variere ganske mye fra år til år avhengig av de meteorologiske forholdene. I våte år vil antallet dager med høye

veistøvutslipp kunne reduseres, mens hyppig forekomst av stabile svakvindsituasjoner kan føre til høyere konsentrasjonsnivåer. Variasjonen i de meteorologiske forholdene vil ha størst innvirkning på forekomsten av overskridelser av de høyere prosentilverdiene, mens årsmiddelverdiene påvirkes i mindre grad.

9 Anbefalinger for forbedret kartframstilling og framtidige anvendelser

Det er en lang rekke forbedringer som kan gjøres med sikte på å forbedre luftkvalitetskartene som er presentert i denne rapporten. Flere målestasjoner for luftkvalitet, forbedrede utslippsoversikter og mer detaljerte meteorologiske inngangsdata, ville bidratt til å redusere usikkerhetene i luftkvalitetskartene. I tillegg vil man, når luftkvalitetsmodellen først er etablert, kunne benytte den til å vurdere effekten av ulike utslippsreducerende tiltak, før endelig valg av tiltak bestemmes.

Oppdatering av utslippsdata fra veitrafikk

Den eksisterende veitrafikkdatabasen hos Statens vegvesen (NVDB) [4] og bilparksammensetningsdata fra OFV [5] inneholder viktig informasjon for beregning av trafikkutslippene. Imidlertid inneholder ikke disse basene informasjon om kjøretøyenes hastighet, forekomst av kødannelse, eller trafikkmengdens variasjon fra time til time. For å forbedre utslippsdataene for videre bruk i luftkvalitetsberegningene, anbefales derfor en analyse av tilgjengelige trafikktelegninger for Nord-Jæren. En slik analyse vil kunne gi viktig informasjon om trafikkavviklingen, og gi mulighet for en mer realistisk tidsmessig fordeling av trafikkutslippene.

I tillegg til analysen av de eksisterende trafikktelegningene, anbefales det også å gjennomføre automatiske trafikktelegninger ved de vegnære luftkvalitetstasjonene, i dette tilfellet Kannik, for lettere å kunne forstå de lokale forholdene som er bestemmende for luftkvalitetsmålingene ved stasjonen.

Oppdatering av utslippsoversiktene for arealfordelte kilder

Bidragene fra mange av de arealfordelte utslippskildene har ikke blitt oppdatert i løpet av mange år, og anses derfor som utdaterte. Spesielt utslippene fra skipsfart, som kan være en betydelig kilde for NO_x, og utslippene fra vedfyring, som er en viktig kilde til PM₁₀, krever oppdateringer. Betydningen av andre kilder, som f.eks. utslipp fra landbruk, oppvirvling av jordstøv, diffuse utslipp fra anleggsvirksomhet og bidrag fra havsalt, bør også tas opp til vurdering.

Ytterligere luftkvalitetsmålinger

De to luftkvalitetsstasjonene som for tiden er i drift i Stavanger er godt plassert for å gi informasjon om luftkvaliteten i dette området. Kannik ligger i randsonen av det mest forurensede området i Stavanger og Våland er godt plassert for å beskrive bybakgrunnsnivået i dette området. Luftkvalitetskartene indikerer imidlertid betydelige forurensningsnivåer i forbindelse med motorveien mellom Stavanger og

Sandnes (E39), og da spesielt i området rundt Forus. Plassering av en permanent luftkvalitetsstasjon i dette området, som både er et bolig- og industriområde, anbefales for å framskaffe den nødvendige informasjon som kreves for å avgjøre de faktiske forurensningsnivåene her.

Det er også en mangel på data for å anslå betydningen av det regionale bakgrunnsbidraget, som sannsynligvis er den viktigste bidragsyteren til PM₁₀-konsentrasjonene på Nord-Jæren. Utsetting av en regional målestasjon i god avstand fra byområdene, fra veinettet og fra lokale industriutslipp, vil gi et mye klarere bilde av hvor mye av forurensningen som kan tilskrives lokale utslipp. Dette er viktig informasjon, siden det setter en grense for hvor mye som kan oppnås gjennom utslippsreducerende tiltak.

I tillegg til faste målestasjoner er det også vanlig, når man vurderer den romlige fordelingen av luftforurensningene, å plassere en rekke billige 'passive' prøvetakere i området for å måle NO₂-konsentrasjoner for begrensede perioder. Slike passive prøvetakere kan i måleperioden plasseres i et stort antall, f.eks. på lyktestolper og bygninger, i hele regionen. Disse prøvetakere måler gjennomsnittskonsentrasjoner i løpet av flere uker, og kan også brukes sammen med luftkvalitetsmodeller, for å evaluere og forbedre etablerte luftkvalitetskart.

Forbedring av de meteorologiske inngangsdataene

I den foreliggende anvendelsen er vindmålinger fra to meteorologiske målestasjoner blitt brukt. Disse målestasjonene ligger imidlertid i stor avstand fra de største befolkningsområdene i Stavanger og Sandnes. Siden de meteorologiske forholdene er svært bestemmende for konsentrasjonsnivåene, ville det være fordelaktig for modelleringen å benytte meteorologiske data som var mer representative for utslippsområdene. Meteorologiske målinger i eller rundt Stavanger sentrum ville derfor være gunstig for kartleggingsarbeidet. I tillegg er det alltid anbefalt å utføre meteorologiske målinger på, eller nær, luftkvalitetsstasjonene for å bedre forstå og tolke luftkvalitetsmålingene.

Meteorologiske modeller, som benyttes for værvarsling, kan også brukes til å gi forbedrede meteorologiske inngangsdata. Slike meteorologiske prognoser benyttes i dag i de operasjonelle luftkvalitetsvarslene som daglig utarbeides for bl.a. Nord-Jæren i Bedre Byluft prosjektet [9]. Anvendelse av denne type meteorologidata vil gi en mer detaljert beskrivelse av de meteorologiske forholdene over hele modellområdet.

Beregning av luftkvalitet i bostedspunkter for eksponeringsanvendelser

I de nåværende luftkvalitetskartene beregnes konsentrasjonene i et romlig rutenett som dekker hele modellområdet. Siden luftforurensningene er et helserelatert problem, er det imidlertid av stor betydning å vite hva luftkvaliteten er der folk bor og der de jobber. Det benyttede modellverktøyet kan enkelt modifiseres slik at beregningspunktene plasseres i posisjonene til befolkningens bostedsadresser i stedet for i det romlige rutenettet, for dermed å kunne estimere befolkningens forurensingseksponering og dermed belyse de helsemessige konsekvensene.

Anvendelse av modellverktøyet til vurdering av utslippsreducerende tiltak

Styrken til luftkvalitetsmodellene er at de kan benyttes til å vurdere effekten av ulike tiltak som kan tenkes iverksatt for å bedre luftkvaliteten. Modellen kan for eksempel brukes til å se på effekten av å redusere piggdekkandelen, virkningen av hastighetsreduksjoner, virkningen av endringer i sammensetningen av bilparken eller effekten av forbedringer i bilparkens utslippsteknologier.

10 Referanser

[1] Forurensningsforskriften (1981) Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Del 3. Lokal luftkvalitet. Kapittel 7. Lokal luftkvalitet. Fastsatt med hjemmel i lov 13. mars 1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven). **URL:**
http://www.lovdatabank.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_3-1#KAPITTEL_3-1 [Nedlastet 18. desember 2013].

[2] Miljøverndepartementet (1999) Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand. St.meld. nr. 8 (1999-2000). Kapittel 8.4. Lokal luftkvalitet. Oslo, Miljøverndepartementet. **URL:**
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/regpubl/stmeld/19992000/stmeld-nr-8-1999-2000-8/4.html?id=320826> [Nedlastet 18. desember 2013].

[3] Stavanger kommune (2013) Luftkvalitet Stavanger, årsrapport 2012. Stavanger kommune, avdeling for miljørettet helsevern.

[4] Statens vegvesen (2013) Nasjonal vegdatabank (NVDB). **URL:**
<http://www.vegvesen.no/Fag/Teknologi/Nasjonal+vegdatabank> [Nedlastet 18. desember 2013].

[5] OFV (2013) Kjøretøystatistikk 2013. Oslo, Opplysningsrådet for veitrafikken (OFV). **URL:**
http://ofvas.no/vare_produkter/publikasjoner/ofv_kj_ret_ystatistikk/

[6] Denby, B.R., Sundvor, I. (2012) NORTRIP model development and documentation: Non-exhaust Road Traffic Induced Particle emission modelling. Kjeller, NILU (NILU OR, 23/2012).

[7] Slørdal, L.H., Walker, S.E., Solberg, S. (2003) The urban air dispersion model EPISODE applied in AirQUIS2003. Technical description. Kjeller, NILU (NILU TR, 12/2003).

[8] Luftkvalitet.info (2013) Luftkvaliteten i Norge. **URL:**
www.luftkvalitet.info/home/forecast.aspx [Nedlastet 18. desember 2013].

[9] Ødegaard, V., Gjerstad, K.I., Slørdal, L.H., Abildsnes, H., Olsen, T. (2013) Bedre byluft. Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2011 - 2012. Oslo, Meteorologisk institutt (met.no report, 10/2013).



**Norwegian Institute
for Air Research**

NILU – Norwegian Institute for Air Research
P.O. Box 100, N-2027 Kjeller, Norway
*Associated with CIENS and the
Environmental Research Alliance of Norway*
ISO certified according to NS-EN ISO 9001/ISO 14001

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 57/2013	ISBN: 978-82-425-2630-4 (print) 978-82-425-2631-1 (electronic) ISSN: 0807-7207 ISSN: 0807-7185	
DATO 8.1.2014	SIGN. <i> Ole-Anders Braathen</i>	ANT. SIDER 26	PRIS NOK 150.-
TITTEL Luftkvalitetskart av NO ₂ og PM ₁₀ for byområdet Stavanger, Sandnes, Randaberg og Sola (Nord-Jæren)		PROSJEKTLEDER Bruce Rolstad Denby	
		NILU PROSJEKT NR. O-113137	
FORFATTER(E) Bruce Rolstad Denby, Leiv Håvard Slørdal, Dam Vo Thanh, Ingrid Sundvor		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
KVALITETSSIKRER: Ingrid Sundvor			
OPPDRAKSGIVER Statens vegvesen Region vest, Samfunnsseksjonen Askedalen 4 6863 Leikanger			
REFERAT Denne rapporten beskriver og presenterer luftkvalitetskart av NO ₂ og PM ₁₀ som er blitt laget for området Nord-Jæren, som innbefatter kommunene Stavanger, Sandnes, Randaberg og Sola.			
ENGELSK TITTEL Air quality maps of NO ₂ and PM ₁₀ for the region including Stavanger, Sandnes, Randaberg and Sola (Nord-Jæren).			
STIKKORD Luftkvalitet	By- og trafikkforurensning		
ABSTRACT This report presents and describes air quality maps of NO ₂ and PM ₁₀ for the region Nord-Jæren, which includes the municipalities of Stavanger, Sandnes, Randaberg and Sola.			

* Kategorier
A Åpen – kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-113137
DATO: DESEMBER 2013
ISBN: 978-82-425-2630-4 (print)
978-82-425-2631-1 (electronic)

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.