

Revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Stavanger

Torleif Weydahl¹⁾, Britt Ann Kåstad Høiskar¹⁾, Mona Johnsrud¹⁾,
Patrick Ranheim²⁾

¹⁾ NILU – Norsk institutt for luftforskning, Kjeller

²⁾ Urbanet Analyse AS, Oslo



NILU rapport 17/2020

NILU rapport 17/2020	ISBN: 978-82-425-3019-6 ISSN: 2464-3327	TILGJENGELIGHET: A – Åpen
DATO 09.10.2020	ANSVARLIG SIGNATUR Ole-Anders Braathen, Viseadministrerende direktør (sign.)	ANTALL SIDER 105
TITTEL Revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Stavanger	PROSJEKTLEDER Torleif Weydahl	NILU PROSJEKT NR. 119145
	KVALITETSSIKRER Terje Grøntoft	
FORFATTER(E) Torleif Weydahl ¹⁾ , Britt-Ann Kåstad Høiskar ¹⁾ , Mona Johnsrud ¹⁾ , Patrick Ranheim ²⁾ ¹⁾ NILU – Norsk institutt for luftforskning, Kjeller ²⁾ Urbanet Analyse AS, Oslo	OPPDRAGSGIVER Stavanger kommune, Bymiljø og utbygging, Miljø og renovasjon	
OPPDRAGSGIVERS REF. Jane Nilsen Aalhus		REFERAT Tiltaksutredningen for lokal luftkvalitet i Stavanger, med handlingsplan og tiltak, skal bidra til at forurensningsnivået holder seg innenfor kravene i forurensningsforskriften. I tillegg belyser denne utredningen tiltak som vil være med på å redusere nivåene sammenlignet med helsemyndighetenes anbefaling til luftkvalitet. Tiltaksutredningen omfatter en kartlegging av luftkvaliteten i Stavanger ved trafikkberegninger og utslipps- og spredningsberegninger for PM ₁₀ , PM _{2,5} og NO ₂ for Dagens situasjon 2018 og Framtidig situasjon 2024 med og uten tiltak. Basert på resultatene fra beregningene og i samarbeid med oppdragsgiver, er det foreslått en revidert handlings- og beredskapsplan som skal behandles politisk.
TITLE Revised assessment of local air quality in Stavanger		
EMNEORD Luftkvalitet	Modellering	Tiltaksutredning
ABSTRACT The air quality assessment for Stavanger covers mapping of the air quality in Stavanger through traffic, emission and dispersion calculations of PM ₁₀ , PM _{2,5} and NO ₂ for the present situation (2018) and future scenarios (2024) with and without measures. Based on the calculations and in coordination with Stavanger municipality, a plan for improved local air quality and a management plan for periods with high concentration levels is proposed for political processing.		
PUBLISERINGSTYPE: Digitalt dokument (pdf)	FORSIDEBILDE: Geir Tore Aamdal	

Forord

NILU - Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Urbanet Analyse (UA) har utarbeidet en revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Stavanger. Utredningen er gjennomført på oppdrag fra Stavanger kommune.

Stavanger kommune er forurensningsmyndighet og har ansvar for at det blir utarbeidet en tiltaksutredning. Lokalt arbeid med luftkvalitet ledes av miljøvernssjef Jane Nilsen Aalhus i samarbeid med Rogaland brann og redning IKS, avdeling for miljørettet helsevern ved Ellen Bergitte Klausen, Geir Tore Aamdal og Rune Nilssen. Statens vegvesen og Stavangerregionen Havn IKS har som anleggseiere også bidratt i arbeidet gjennom arbeidsmøter og med underlagsdata.

Tiltaksutredningen omfatter en kartlegging av dagens situasjon (2018) og forventet framtidig situasjon (2024) med hensyn til trafikkutvikling og luftkvalitet. Tiltaksutredningen, med handlingsplan og tiltak, skal bidra til at luftforurensningen holder et nivå som tilfredsstillende kravene i forurensningsforskriften. I tillegg belyser denne utredningen tiltak som vil være med på å redusere nivåene sammenlignet med helsemyndighetenes anbefaling til luftkvalitet. Tiltaksutredningen og tilhørende revidert handlingsplan skal legges fram for politisk behandling i Stavanger kommunestyre, og vil danne grunnlaget for det videre arbeidet med å bedre luftkvaliteten i Stavanger.

Torleif Weydahl (NILU) har vært prosjektleder for oppdraget og har vært ansvarlig for utslippsberegninger, spredningsberegninger, analyser og rapportering. Britt Ann Kåstad Høiskar (NILU) har hatt det overordnede ansvaret for kvalitetssikring av arbeidet. Patrick Ranheim (UA) har utført trafikkberegningene som inngår i utslippsgrunnlaget for veitrafikk. Mona Johnsrud (NILU) har hentet ut og beskrevet målinger av meteorologi og luftkvalitet. Ellers har Tove Svendby (NILU) og Gabriela Sousa Santos (NILU) stått for de meteorologiske beregningene, Sam-Erik Walker (NILU) og Henrik Grythe (NILU) har bistått med evalueringen av meteorologidata og modellberegninger, Dam Vo Than (NILU) og Susana Lopez-Aparico (NILU) har utført utslippsberegninger for skipstrafikk og vedfyring, mens Paul Hamer (NILU) har hentet ut bakgrunnsdata.

Innhold

Forord	2
Innhold	3
Sammendrag	6
Grenseverdier og nasjonale mål	6
Luftkvaliteten i Stavanger i dag og framskrevet fram mot 2024	7
Effekt av tiltak i handlingsplanen	12
Forslag til revidert handlingsplan	14
1 Innledning	18
1.1 Bakgrunn	18
1.2 Prosjektets målsetting og omfang	18
1.3 Luftforurensning og helseeffekter	19
1.4 Grenseverdier og nasjonale mål for luftkvaliteten	19
1.5 Luftforurensning i arealplanlegging (T1520).....	21
1.6 Arbeid med lokal luftkvalitet i Stavanger kommune	22
1.7 Tidligere tiltaksutredning og gjeldende handlingsplan for lokal luftkvalitet	23
1.8 Forhold til andre kommunale planer og initiativer	23
2 Måling av luftkvalitet i Stavanger	26
2.1 Målenettverk og metode	26
2.2 Datadekning for luftkvalitetsmålingene	27
2.3 Målinger av svevestøv – PM ₁₀	28
2.4 Målinger av svevestøv – PM _{2,5}	29
2.5 Målinger av nitrogendioksid – NO ₂	29
3 Utslipps- og spredningsberegninger	31
3.1 Overordnet beskrivelse av metodikken	31
3.2 Trafikkberegninger for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024	33
3.3 Utslippsberegninger for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024	34
3.4 Beregning av PM ₁₀ -konsentrasjoner	37
3.4.1 Dagens situasjon 2018 og Referanse 2024	37
3.4.2 Kildebidrag til PM ₁₀ -konsentrasjoner for Dagens situasjon 2018	41
3.4.3 Befolkningseksponering	42

3.5	Beregning av PM _{2,5} -konsentrasjoner	43
3.5.1	Dagens situasjon 2018 og Referanse 2024	43
3.5.2	Kildebidrag til PM _{2,5} -konsentrasjoner for Dagens situasjon 2018	44
3.5.3	Befolkningseksponering	45
3.6	Beregning av NO ₂ -konsentrasjoner	45
3.6.1	Dagens situasjon 2018 og Referanse 2024	45
3.6.2	Kildebidrag til konsentrasjonen av NO _x for Dagens situasjon 2018	47
3.6.3	Befolkningseksponering	48
4	Aktuelle tiltak mot luftforurensning	49
4.1	Gebyr på bruk av piggdekk	49
4.1.1	Virkemidler for høy piggfriandel	49
4.1.2	Dagens situasjon i Stavanger	50
4.1.3	Beregnet effekt av å videreføre eller fjerne gebyrordningen	51
4.2	Støvdemping og renhold	54
4.2.1	Rengjøring og støvdemping av veier i Stavanger	54
4.2.2	Erfaring med støvdempingstiltak	56
4.2.3	Sensitivitet: Redusert tunnelutslipp (effekt av renhold i tunnelene)	57
4.3	Miljøfartsgrense	59
4.3.1	Forslag til miljøfartsgrense på E39 mellom Forus og Schancheholen	59
4.3.2	Beregnet effekt av å innføre miljøfartsgrense	60
4.4	Landstrøm for skipstrafikken	62
4.4.1	Dagens situasjon i Stavanger	62
4.4.2	Potensialet for utslippsreduksjon ved nåværende landstrøminstallasjon	62
4.4.3	Vurdering av videre satsing på landstrøm	63
4.5	Overvåke situasjonen med flere målestasjoner	64
4.6	Panteordning på vedovner	65
4.7	Sensitivitet: Nullvekst i biltrafikken	69
4.8	Oppsummering av tiltak	71
5	Anbefalt handlingsplan	72
6	Plan for episoder med høy luftforurensning	75
6.1	Formål	75
6.2	Varslingsklasser	75
6.3	Ny varslingstjeneste	76
7	Referanser	78

Vedlegg A : Utslipps- og spredningsberegninger – metodikk og forutsetninger	81
A1 Spredningsmodellen EPISODE	81
A2 Befolkningseksposering	81
A3 Bilparksammensetning	82
A4 Utslipp fra veitrafikk	84
A5 Vedfyringsutslipp	86
A6 Skipsutslipp	88
A7 Vurdering av utslipp fra industri og Stavanger lufthavn	90
A8 Bakgrunnsbidrag	91
Vedlegg B Meteorologiske data	92
B1 Målt meteorologi	92
B2 Beregnet meteorologi	94
Vedlegg C Modellevaluering	95
C1 Trafikkberegninger	95
C2 Meteorologiske beregninger	95
C3 Luftkvalitetsberegninger med EPISODE	97
Vedlegg D Trafikkberegninger – metodikk og forutsetninger	101
D1 Trafikkmodell og forutsetninger	101
D2 Dagens situasjon 2018 og utviklingen mot Referansesituasjonen 2024	104

Sammendrag

Etter pålegg fra Miljødirektoratet, ble det i 2015 utarbeidet en tiltaksutredning for bedre luftkvalitet i kommunene Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg. Bakgrunnen for pålegget var at Stavanger brøt den juridiske grenseverdien for årsmiddelkonsentrasjon av NO₂ i årene 2009 til 2013. I tillegg hadde Stavanger flere overskridelser av grenseverdien for døgnmiddelkonsentrasjon av PM₁₀ enn det som er tillatt i henhold til krav i forurensningsforskriften.

Miljødirektoratet stiller krav om revisjon av tiltaksutredningen hvert fjerde år og Stavanger skulle derfor levert revidert tiltaksutredning i løpet av 2019. På grunn av endringer i trafikkmønsteret ved åpningen av Ryfast, søkte kommunen Miljødirektoratet om utsettelse til 2020. Søknaden ble innvilget og Stavanger kommune fikk utsettelse til 31. desember 2020 med å ferdigstille revidert tiltaksutredning.

Tiltaksutredningen er delt i tre deler slik det anbefales i Miljødirektoratets veileder (M-252/2014). Det vil si en faglig utredning og kartlegging av forurensningssituasjonen (Del 1: kapittel 1-6), en handlingsplan (Del 2: kapittel 7) og en beredskapsplan knyttet til episoder med høy luftforurensning (Del 3: kapittel 8).

Som et ledd i arbeidet med tiltaksutredningen er det utført luftkvalitetsberegninger for Stavanger kommune for PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂ for to ulike hovedscenarier:

1. **Dagens situasjon 2018:** viser situasjonen omtrent slik den er i dag med unntak av tiltak og trafikale endringer som er innført i 2019 og 2020.
2. **Referansesituasjonen 2024:** viser situasjonen i 2024 når man antar at eksisterende tiltak videreføres og det tas hensyn til forventet utvikling i sentrale parametere som trafikkmengde, kjøretøysammensetning og befolkningsvekst.

I tillegg til de to hovedscenariene er det utført en rekke beregninger for å se hvilke effekter ulike eksisterende og nye tiltak har på lokal luftkvalitet for **Framtidig situasjon 2024**.

Grenseverdier og nasjonale mål

I Norge har vi tre ulike styringsmål for lokal luftkvalitet; forurensningsforskriften, regjeringens nasjonale mål for lokal luftkvalitet og luftkvalitetskriterier.

Forurensningsforskriften er hjemlet i forurensningsloven, og ble vedtatt i 2002 med bakgrunn i EUs direktiv om luftforurensning (sist revidert 2008/50/EC). Grenseverdiene i forurensningsforskriften er rettslig bindende, og overskridelse av disse minstekravene utløser krav om tiltak. **Nasjonale mål** er ikke juridisk bindende, men angir regjeringens ambisjonsnivå for luftkvaliteten i Norge. **Luftkvalitetskriteriene** er fastsatt av Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttet basert på eksisterende kunnskap om hvilke helseeffekter eksponering for luftforurensning kan medføre. Kriteriene er satt til et nivå som de aller fleste kan utsettes for uten at det oppstår skadevirkninger på helse.

Siden det er overlapp mellom nasjonalt mål for NO₂ og grenseverdien for NO₂ samt nasjonalt mål for PM₁₀ og PM_{2,5} og luftkvalitetskriteriet for PM₁₀ og PM_{2,5}, fokuserer denne tiltaksutredningen kun på de juridiske grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene som styringsmål. Oversikt over grenseverdier og luftkvalitetskriterier for disse forurensningskomponentene er gitt i Tabell S-1.

Tabell S-1: Gjeldende norske grenseverdier og luftkvalitetskriterier for NO₂ og svevestøv.

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi ⁽¹⁾	Luftkvalitetskriterier ⁽²⁾
NO ₂	Time	200 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår	100 µg/m ³
	År	40 µg/m ³ (*)	40 µg/m ³
PM ₁₀	Døgn	50 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår	30 µg/m ³
	År	25 µg/m ³	20 µg/m ³ (*)
PM _{2.5}	Døgn		15 µg/m ³
	År	15 µg/m ³	8 µg/m ³ (*)

1: Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften), Kapittel 7. Lokal luftkvalitet.

2: Folkehelseinstituttet (2013) Luftkvalitetskriterier - Virkninger av luftforurensning på helse. Oslo, Nasjonalt folkehelseinstitutt (Rapport 2013:9)

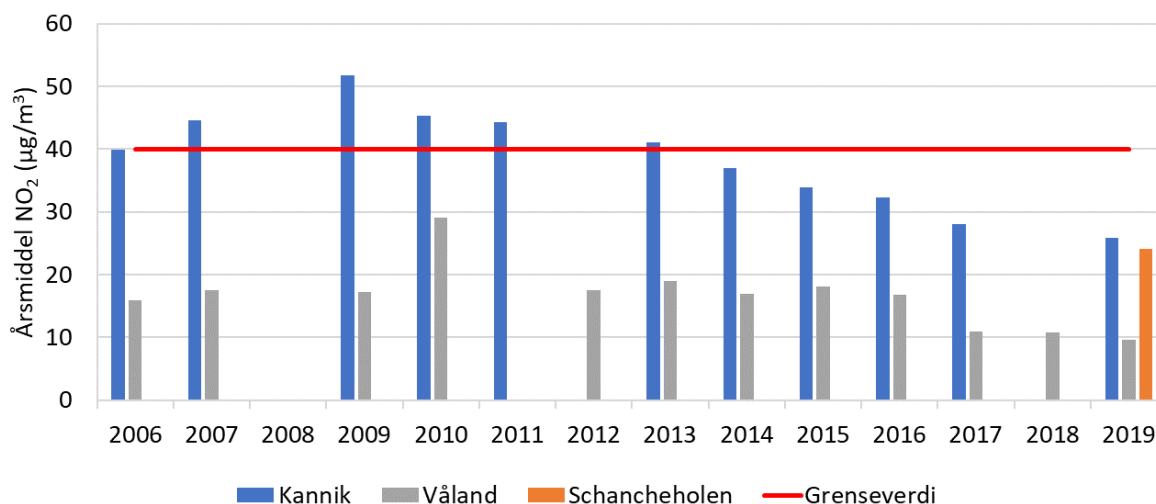
(*) kriterier som er likt nasjonalt mål fastsatt av det kongelige klima og miljødepartement, Prop. 1 S (2016-2017)

Luftkvaliteten i Stavanger i dag og framskrevet fram mot 2024

NO₂

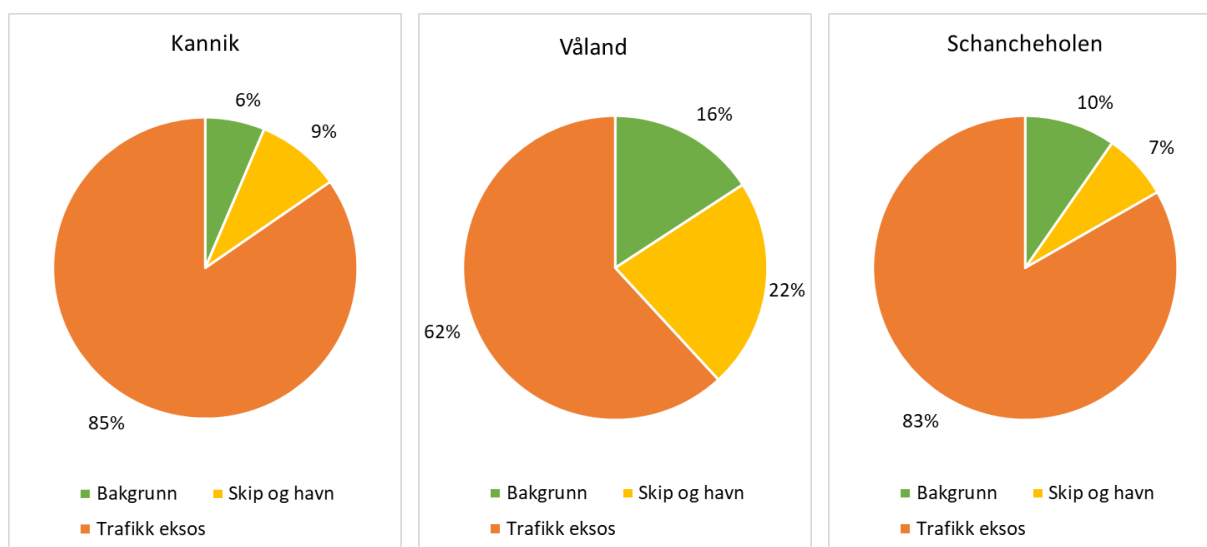
Hovedkilden til NO₂ i Stavanger er eksosutslipp fra veitrafikk og skipstrafikk. Det har ikke vært registrert overskridelser av de juridiske grenseverdiene for årsmiddelkonsentrasjonen siden 2013, se Figur S-1. Forskriftens grense for timemiddelkonsentrasjon av NO₂ har heller ikke vært overskredet ved målestasjonene siden 2013.

Beregningene viser også at årsmiddel ligger under grenseverdiene for Dagens situasjon 2018. Framskrivning av utslippene til 2024 viser at det forventes en reduksjon på litt over 20 prosent i NO_x-utslippet (NO_x er NO + NO₂) og at NO₂-konsentrasjonen vil reduseres med fra ca. 5 prosent (Schancheholen) til over 30 prosent (Kannik) i Stavanger. Beregnet reduksjon skyldes lavere utslipp fra tunge kjøretøy med Euro VI-teknologi, flere elektriske personbiler og varebiler uten utslipp, samt antatt anvendelse av landstrøm for skip. Forskjeller i trafikkutvikling ved åpningen av Ryfast (2020) er bakgrunnen for forskjellene i utvikling ved Kannik og Schancheholen. Beregningene for 2024 viser at det vil være en betydelig reduksjon i antall personer som utsettes for timesverdier over helsemyndighetenes anbefaling (luftkvalitetskriteriene).



Figur S-1: Årsmiddelkonsentrasjoner av NO₂ på målestasjoner i Stavanger 2006 - 2019. Forskriftens grenseverdi er sammenfallende med helsemyndighetenes anbefaling.

Det relative bidraget til årsmiddelkonsentrasjonene av NO_x (NO₂+NO) i 2018 ved Kannik, Våland og Schancheholen er vist i Figur S-2. Ved alle tre målestasjonene er eksos fra biltrafikk den viktigste kilden. Ved bybakgrunnsstasjonen Våland er beregnet bidrag fra skipsaktivitet litt over 20 prosent. Beregningene viser at sentralt i havneområdet er bidrag fra skip maksimalt ca. 40 prosent. Nivået på årsmiddel i disse områdene er riktignok relativt lavt – og ligger langt under grenseverdien og helsemyndighetenes anbefaling for årsmiddel. Målinger med passive prøvetakere i Vågen indikerer et enda lavere nivå enn beregningene.



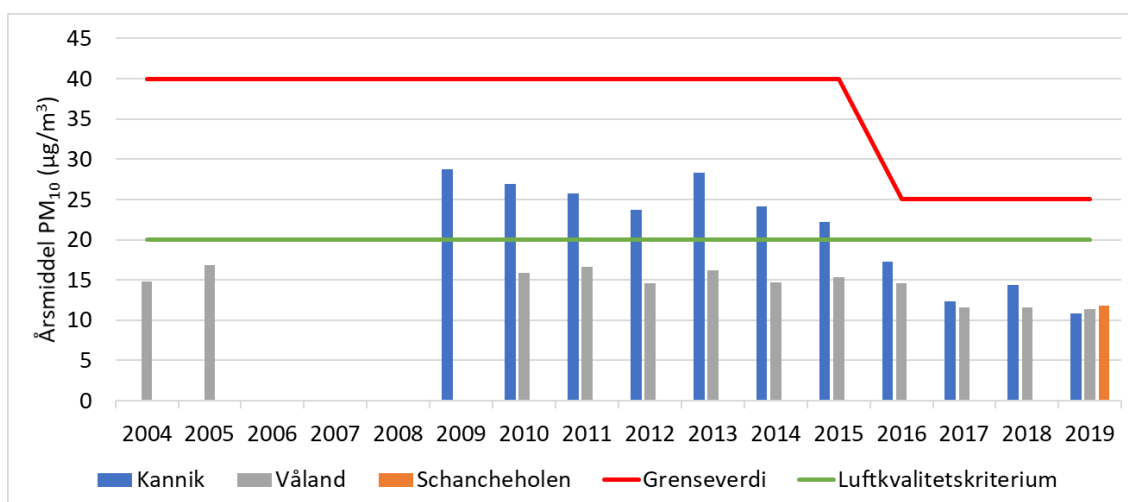
Figur S-2: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for NO_x (NO+NO₂) på de tre operative målestasjonene.

Risikoen for overskridelser av grenseverdiene for NO₂-konsentrasjonen (både årsmiddel og timemiddel) anses å være svært liten og vil, uten store endringer i aktivitetsnivået, være avtakende i årene som kommer.

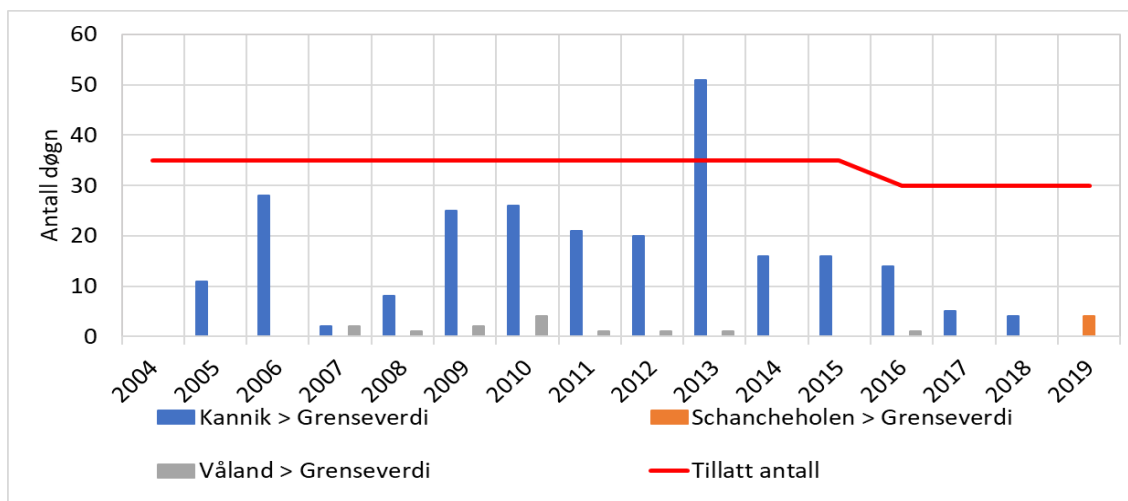
Beregningene for 2024 viser videre at det vil være en betydelig reduksjon i antall personer som utsettes for timesverdier over helsemyndighetenes anbefaling (luftkvalitetskriteriene). Fornyelse av bilparken er den viktigste årsaken til dette.

Svevestøv - PM₁₀

PM₁₀ er betegnelsen på svevestøvpartikler som er 10 mikrometer eller mindre, og hovedkilden til PM₁₀ i mange norske byer er veistøv. Siden 2013 har verdiene for årsmiddel (Figur S-3) og antall døgnmiddel (Figur S-4) ligget stabilt under forskriftens grenseverdier på målestasjonene i Stavanger.



Figur S-3: Årsmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ på målestasjoner i Stavanger 2004 - 2019.



Figur S-4: Antall døgnmiddelverdier av PM₁₀ over grenseverdi (50 µg/m³) for målestasjoner i Stavanger i perioden 2004 til 2019. Tillatt antall overskridelser er 30 døgn fra 1.1.2016.

Luftkvalitetskriteriet¹, som er helsemyndighetenes anbefaling (Folkehelseinstituttet, 2013), har ikke vært overskredet for årsmiddel PM₁₀ (20 µg/m³) siden 2015, og det er en synkende trend i antall døgn over helsemyndighetenes anbefaling for døgnmiddel (30 µg/m³). I Klima- og miljøplanen (Stavanger

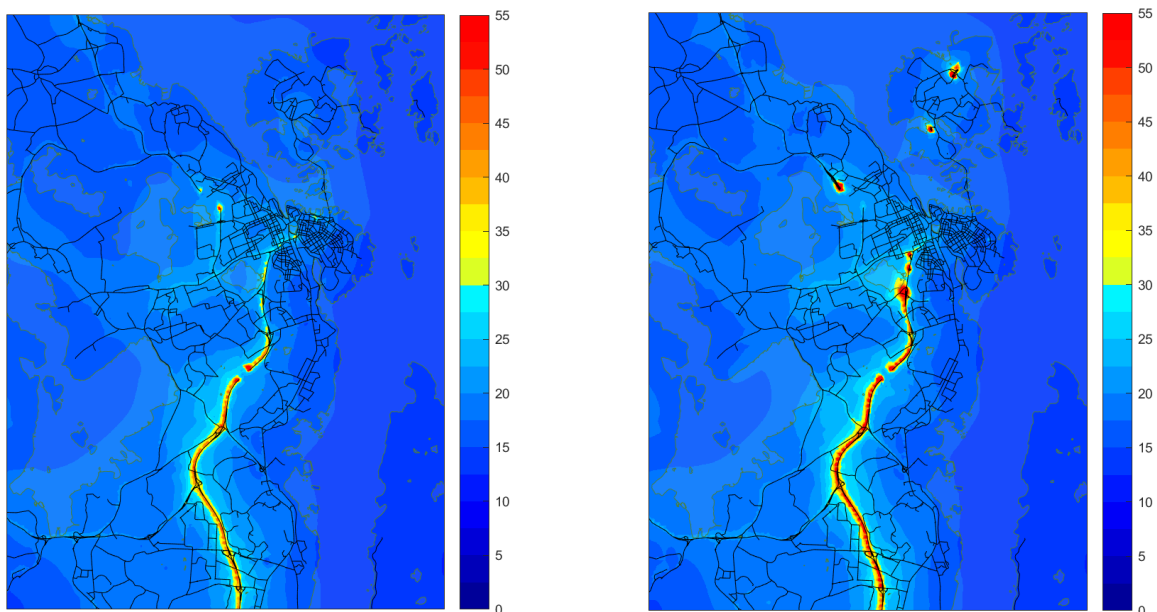
¹ Nasjonalt mål for årsmiddel er sammenfallende med luftkvalitetskriteriet.

kommune, 2018) har Stavanger en lokal målsetning om maksimalt 7 døgn over forskriftens grenseverdi for døgnmiddel ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Denne målsetningen har ikke vært overskredet siden 2016. Det kan både sees i sammenheng med piggdekkgebyret som ble innført fra sesongen 2017/2018 og at Statens vegvesen innførte et mer omfattende renholds- og støvbindingsregime i 2017.

Trafikkberegningene gir en økning i totalt trafikkarbeid i beregningsområdet på ca. 11 prosent fra Dagens situasjon 2018 til Referansesituasjonen 2024. Dette skyldes antagelsene som er lagt til grunn for befolkningsvekst og bilhold, samt at veinettet har blitt utvidet ved åpningen av Ryfast. Trafikkøkningen er først og fremst på veier med høy hastighet hvor også produksjon og oppvirvling av veistøv er størst. Dette gir videre en økning av veistøvutslippet fra Dagens situasjon 2018 til Referansesituasjonen 2024 på litt over 20 prosent.

Beregningene for Referansesituasjonen 2024 viser overskridelser av forskriftens grenseverdi for årsmiddel og og forskriftens grense for antall døgn med døgnmiddel over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rundt de største tunnelmunningene og langs E39

. Det er viktig å påpeke at beregningene gir et estimat *uten* avbøtende tiltak som renhold og støvdemping og hvor eventuell avsetning av støv på tunnelvegger og vasking av tunneler er neglisjert. Det er derfor forventet at nivåene vil ligge under beregningene, og spesielt gjelder det antall døgn over grenseverdien. Figur S-5 viser den geografiske fordelingen av den 31-ste høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen av PM_{10} , siden forskriftens krav til døgnmiddelverdier tillater 30 døgn med overskridelser av grenseverdien på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Målestasjonen på Schancheholen er plassert nær E39 og 180 meter fra tunnelmunningen for Ryfylketunnelen. Målingene gjennom den første vintersesongen 2020/2021 etter åpning av Ryfast våren 2020 (og uten Covid-19 relatert nedstengning), vil være en god indikasjon på nivået langs E39 og rundt tunnelmunningene.



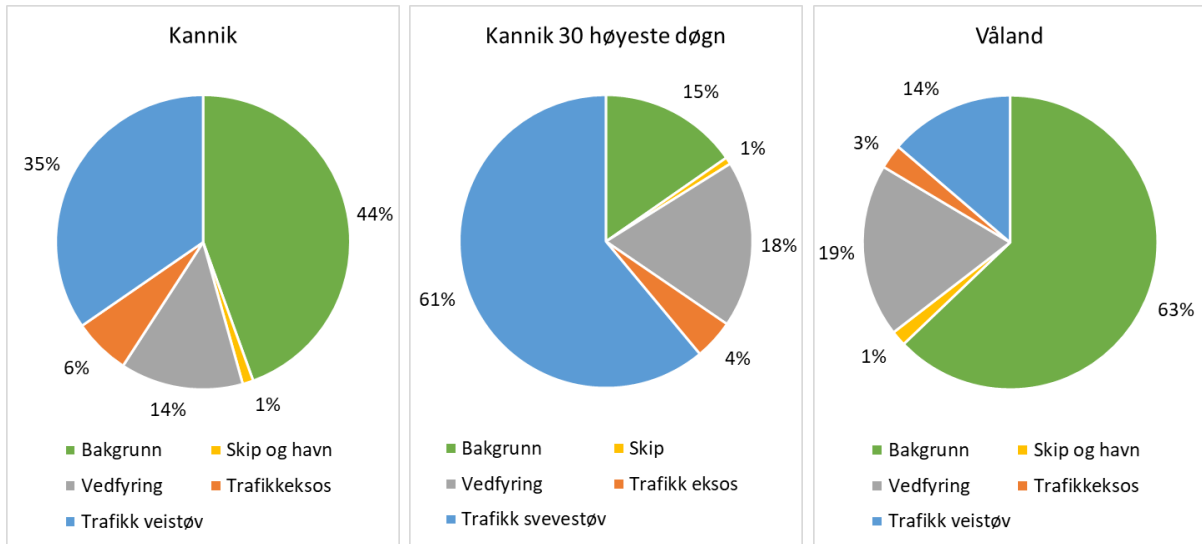
a) Dagens situasjon 2018

b) Referansesituasjonen 2024

Figur S-5: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for henholdsvis dagens situasjon 2018 (a) og Referansesituasjonen 2024 (b). Rød farge viser områder med 31 eller flere døgn over grenseverdien, mens overgangen mellom blå og gul fargeskala markerer områder med 31 eller flere døgn over luftkvalitetskriteriet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Avbøtende tiltak som renhold og støvdemping er ikke inkludert i beregningene.

Det er utført en beregning av hvordan ulike kilder bidrar til bakkekonsentrasjonene ved målestasjonene i 2018. Kildeallokeringen (Figur S-6) viser at bakgrunnsbidraget er størst på årsbasis, det vil si svevestøv som transporteres inn fra regionen rundt Stavanger eller fra kontinentet. Ved de veinære stasjonene dominerer ellers bidraget fra veistøv produsert og virvlet opp av trafikken. Eksosbidraget

til PM_{10} er en faktor 7-10 lavere enn veistøvbidraget i 2018 og vil være vesentlig redusert i 2024. Vedfyring er på årsbasis den største lokale kilden ved bybakgrunnsstasjonen Våland, men her er også det generelle forurensningsnivået lavere. Kildenes bidrag til de 30 høyeste døgnene ved Kannik viser at veistøv bidrar med over 60 prosent på de dagene hvor faren for overskridelse av juridisk grenseverdi for døgnmiddel er størst.



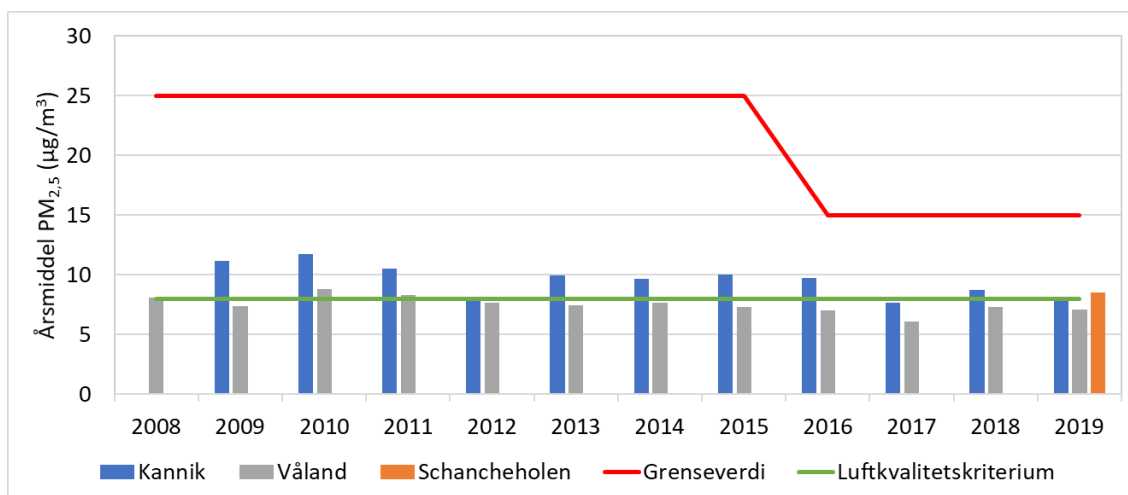
Figur S-6: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} ved Kannik og Våland. Ved Kannik er også kildeallokeringen vist for de 30 døgnene med høyest døgnmidlet PM_{10} -konsentrasjon.

Siden 2013 har det ikke vært noen brudd på den juridiske grenseverdien for døgnmiddelkonsentrasjonen av PM_{10} i forurensningsforskriften (§ 7-6).

Beregninger viser at det kan forventes en økning i forurensningsnivået fra 2018 til 2024 langs E39 og spesielt rundt de mest trafikkerte tunnelmunningene, noe som vil kunne føre til flere dager over helsemyndighetenes anbefaling (luftkvalitetskriteriene). Uten det eksisterende regimet for renhold og støvdemping er det også fare for overskridelse av juridisk grenseverdi.

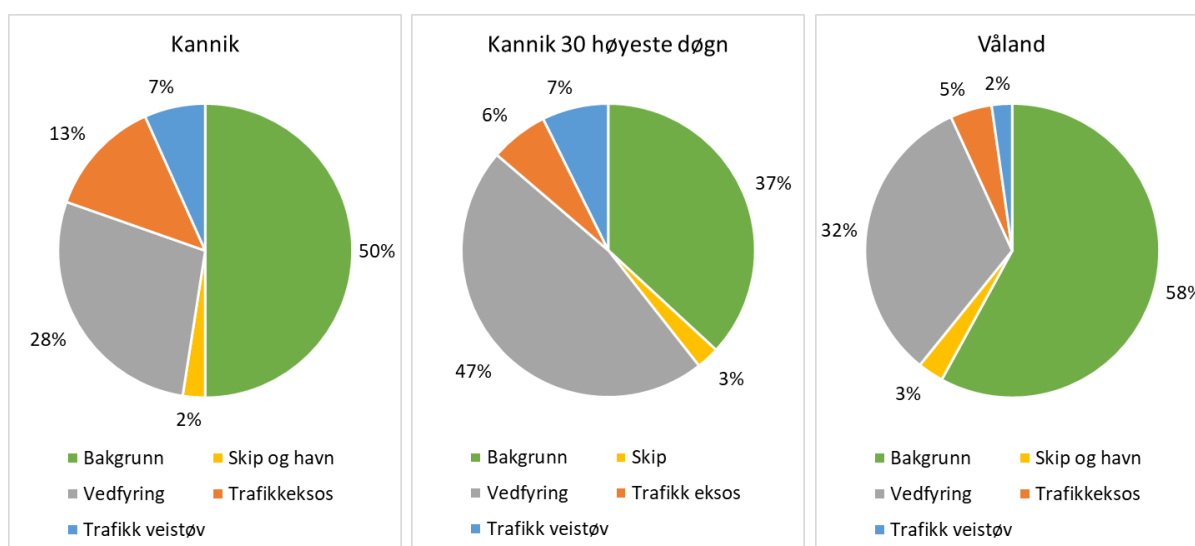
$PM_{2,5}$

$PM_{2,5}$ er svevestøvpartikler som er 2,5 mikrometer eller mindre og den mest dominerende lokale kilden er utslipp fra vedfyring. I tillegg bidrar eksos og til dels veistøv fra veitrafikk. Målinger (Figur S-7) og beregninger viser at det er svært lite sannsynlig at årsmiddelkonsentrasjonen for $PM_{2,5}$ vil kunne overstige gjeldende grenseverdi for årsmiddel gitt i forurensningsforskriften ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nivåene ligger også under forslag til skjerpet grenseverdi ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som Miljødirektoratet, Vegdirektoratet og Folkehelseinstituttet har anbefalt innført fra og med januar 2021 (Miljødirektoratet, 2020). Det er likevel enkelte døgn med $PM_{2,5}$ -nivåer over luftkvalitetskriteriet ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per døgn) og enkelte år ligger årsmiddel over anbefalingen på $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur S-7: Årsmiddelkonsentrasjoner av PM_{2.5} på målestasjoner i Stavanger 2008 - 2019.

Beregnet kildeallokering (Figur S-6) viser at vedfyring er den største lokale kilden til PM_{2.5}. Dette gjelder særlig for de 30 høyeste døgnene hvor også nivåene ligger over luftkvalitetskriteriet.



Figur S-8: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for PM_{2.5} ved Kannik og Våland. Ved Kannik er også kildeallokeringen vist for de 30 døgnene med høyest døgnet PM_{2.5}-konsentrasjon.

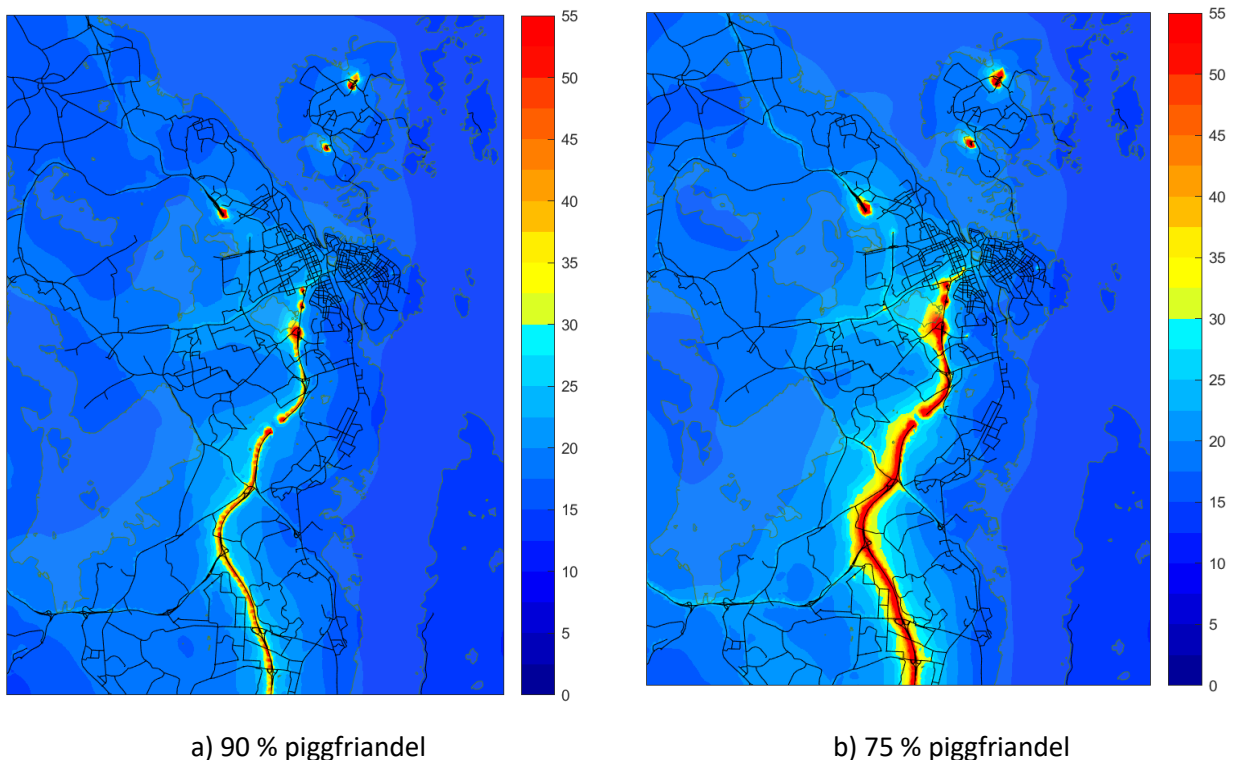
Nivåene av PM_{2.5} i Stavanger vil ikke utløse krav om at det må innføres tiltak for å redusere nivåene da det ikke foreligger overskridelser av grenseverdien i forurensningsforskriften.

Tiltak for å redusere utslippene av PM_{2.5} vil derimot kunne bidra til å redusere antall dager med døgnerverdier over luftkvalitetskriteriene. På disse dagene er vedfyring den viktigste kilden.

Effekt av tiltak i handlingsplanen

Denne tiltaksutredningen ser nærmere på et utvalg tiltak målrettet mot å redusere svevestøvbidraget og dermed redusere faren for overskridelse av forskriftens grenseverdi for PM₁₀. I tillegg belyses tiltak som vil være med på å redusere nivåene sammenlignet med helsemyndighetenes anbefaling til luftkvalitet. De fleste av tiltakene er allerede iverksatt i gjeldende handlingsplan.

En fortsatt økning i piggfriandelen ved opprettholdelse av piggdekkgebyret vil redusere kilden til forurensningen, mens bedre renhold og spesielt støvdemping er avbøtende tiltak. Stavanger kommune innførte avgift på bruk av piggdekk fra vinteren 2017/18. Erfaring fra andre byer viser at avgiften er vesentlig for å opprettholde en høy piggfriandel. I tillegg er den en inntektskilde til blant annet avbøtende tiltak etter prinsippet om at «forurenser betaler». Beregninger for 2024 med forventet vekst i piggfriandel til 90 prosent er sammenlignet med beregninger med piggfriandel på 75 prosent, som er nivået før avgift ble innført (Figur S-9). Beregningen viser en vesentlig økning i «røde områder» over juridisk grenseverdi for døgnmiddel ved en piggfriandel på 75 prosent. Antall personer som bor i områder med svevestøvnivåer over grenseverdien er minst 5 ganger så høyt som ved en piggfriandel på 90 prosent. Beregningene viser også en målbar reduksjon i befolkningseksposering ved økningen fra 86 % til 90 % piggfriandel. Stavanger kommune har vedtatt revidert forskrift om piggdekkgebyr som viderefører ordningen².



Figur S-9: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ for framtidig situasjon 2024 med (a) 90 % og (b) 75 % piggfriandel.

Effekten av renhold og støvdemping, som det ikke er tatt høyde for i beregningene, kan være stor og gi en betydelig reduksjon i antall døgn med overskridelse av døgnmiddelkonsentrasjonen av PM₁₀. God effekt forutsetter målrettet innsats hvor man følger med på luftkvalitetsmålinger og værmeldinger og er aktivt ute med renhold når været tillater det eller med støvdemping når det er behov for dette. Riktig utstyr som samler støvet uten å virvle det opp er også vesentlig. Stavanger har i de siste årene etablert robuste rutiner og et godt samarbeid mellom beslutende og utførende enhet som gir god effekt. Effekten er imidlertid vanskelig å kvantifisere ved beregninger, men erfaringen med slike tiltak fra andre kommuner er også positiv (Trondheim kommune, 2018).

Det er også gjort beregninger for Framtidig situasjon 2024 med andre potensielle tiltak:

- Miljøfartsgrense på E39. Beregningene viser at det er liten endring i antall som bor i områder med nivåer over grenseverdien ved innføring av miljøfartsgrense, og på denne bakgrunn

² jf. sak 48/20 i Stavanger kommunestyre 31.08.2020

anbefales ikke tiltaket innført nå. Miljøfartsgrense kan riktignok ha en viss effekt for dem som ferdes langs E39 (f.eks. langs sykkelstamveien). Tiltaket kan vurderes innført på et senere tidspunkt dersom målingene på Schancheholen indikerer et høyt forurensningsnivå langs E39.

- Etablering av landstrøm for cruiseskip: Landstrøm er allerede etablert for offshore supply skip som etter beregningene bidrar til omtrent 12 % av årsmiddel-bakkekonsentrasjon av NO₂ i Vågen (i 2018), mens cruiseskip bidrar bare med omtrent 4 %. Sett i sammenheng med det relativt lave forurensningsnivået, er effekten på luftkvaliteten ved innføring av landstrøm for cruiseskip liten. Tiltaket anbefales derfor ikke som et tiltak for bedre luftkvalitet, men effekten på klimagassutslipp og støy, som ikke er vurdert i denne tiltaksutredningen, kan være gode grunner for likevel å innføre landstrøm.
- Panteordning for vedovner: Selv om vedfyring er den største utslippskilden til svevestøv, bidrar vedfyring sjelden til overskridelse av de juridiske grenseverdiene i Stavanger. Men vedfyring kan være opphav til flere overskridelser av helsemyndighetenes anbefaling (luftkvalitetskriteriene), typisk på kalde dager med stillestående luft. På denne bakgrunnen kan tiltaket anbefales, men det understrekes at effekten av selve panteordningen på total forurensning fra vedfyring er noe usikker (Lopez-Aparicio & Grythe, 2019). Nye vedovner har vesentlig lavere utslippsfaktor enn gamle, men bruksmønsteret i enkelte kommuner indikerer at nye vedovner benyttes mer enn eldre ovner, noe som bidrar til økte utslipp. Stavanger kommune har hatt panteordning for vedovner siden 2018. Det anbefales at ordningen evalueres etter noen år og tas opp til ny vurdering.
- Overvåking med flere målestasjoner. Beregningene for Referansesituasjonen 2024 viser fare for overskridelser langs E39 og rundt de mest trafikkerte tunnelmunningene. Disse beregningene inkluderer Ryfast-forbindelsen som åpnet våren 2020. Schancheholen er plassert slik at den både er påvirket av trafikken på E39 og bidraget fra tunnelmunningen nord for målestasjonen. Det anbefales derfor at utviklingen ved denne målestasjonen overvåkes nøye før ytterligere målinger iverksettes. Dersom det mistenkes høye nivåer rundt tunnelmunningene, anbefales en eller flere målekampanjer spesielt rettet mot boligområder i nærheten av tunnelmunningene. Det er fattet et vedtak³ om etablering av en målestasjon i Vågen med fokus på når cruiseskipene ligger til kai i sommersesongen. Beregninger i denne tiltaksutredningen og kampanjen med passive målinger viser at en målestasjon i dette området vil være mindre relevant for overvåking av luftkvaliteten i Stavanger. I ny cruisestrategi for Stavangerregionen er det også vedtatt at internasjonale cruiseskip skal flyttes ut av Vågen⁴.

Det er også utført enkelte sensitivitetberegninger for framtidig situasjon 2024:

- Redusert trafikk i henhold til nullvekstmålet. Beregningen viser fortsatt forhøyede nivåer rundt tunnelmunningene, men nivået langs de mest trafikkerte veiene er vesentlig redusert.
- Redusert utslipp fra tunnelmunningene, f.eks. ved antatt støvfjerningstiltak i tunnelene. Befolkningseksposeringen for nivåer over de juridiske grenseverdiene rundt tunnelmunningene reduseres betydelig.

Forslag til revidert handlingsplan

Basert på arbeidet med tiltaksutredningen og diskusjoner i prosjektgruppen, anbefales en revidert handlingsplan som vist i Tabell S 2. Handlingsplanen er delt inn i tiltak som anbefales innført eller videreført (punkt 1.-4.) og tiltak som kan vurderes innført dersom målingene langs E39

³ jf. sak 16/20 i Utvalg for miljø og utbygging den 19.02.2020

⁴ jf. sak 103/20 i Utvalg for miljø og utbygging den 26.08.2020

(Schancheholen) indikerer et høyt forurensningsnivå etter åpningen av Ryfast (punkt 5. og 6. i Tabell S 3).

Tiltakene i handlingsplanen er først og fremst rettet mot å begrense svevestøvet fra veitrafikk. Beregninger av Referansesituasjonen 2024 og framskrivinger med tiltak, viser at å opprettholde en høy piggfriandel gjennom piggdekkgebyr sammen med renholds- og støvdemping er de viktigste virkemidlene for å sikre god luftkvalitet i Stavanger. I tillegg kan panteordning for vedovner ha en effekt for å redusere antall dager over helsemyndighetenes anbefaling (luftkvalitetskriteriet).

Tabell S 2 Anbefalt handlingsplan for lokal luftkvalitet i Stavanger kommune. SK=Stavanger kommune, SVV=Statens Vegvesen, R = Rogaland fylkeskommune.

Handlingsplan for bedre luftkvalitet i Stavanger	Forventet effekt	Ansvar	Status	Kostnad / økonomi
1. Opprettholde en høy piggfriandel ved piggdekkgebyr etter prinsippet om at forurenser betaler	Stor	SK	Piggdekkgebyr har vært innført siden 2017-2018. Piggfriandelen har vært stigende siden 2017. Ordningen ble vedtatt videreført i august 2020.	Erfaringen så langt gir kommunen en netto årlig inntekt på ca. 12 millioner kroner.
2. Opprettholde og videreføre dagens rutiner for renhold og støvdemping. Inkluderer renhold av tunneler.	Stor, spesielt i forhold til å redusere antall døgn med høye verdier.	SK, SVV, R	Stavanger kommune inngikk avtale om støvdemping fra og med 2019. SVV har utført omfattende renhold og støvdemping siden 2017	Stavanger kommune har årlig satt av 500.000 kroner til støvdempingstiltak for totalt 2,9 km vei. SSV har bevilget 2 millioner kroner per år til ekstraordinær vask og støvdemping. I tillegg kommer ordinær veidrift. Gjennom avtale dekker SVV også fylkesveiene fram til 2022.
3. Opprettholde godt renhold av tunnelsystemene	Stor i umiddelbar nærhet til tunnelmunningene med størst trafikkgrunnlag	SVV	Tunnelrenhold utføres i henhold til spesifikasjon (D2-ID3700a). Ryfylketunnelen vaskes ca. annenhver måned, mens Eiganestunnelen vaskes månedlig.	Utføres under rundsum-kontrakt hvor flere elementer inngår.
4. Panteordning på vedovner / Informasjonskampanjer rettet mot å fyre riktig	Middels effekt for overholdelse av antall dager over luftkvalitetskriteriet Liten effekt for grenseverdiene	SK	Panteordning har vært innført siden 2018. Ca. 900 ovner har totalt blitt skiftet ut i tidsrommet. Det anbefales at ordningen evalueres etter noen år og tas opp til ny vurdering da.	Ordningen har kostet 4,5 millioner (ekskludert administrasjon) siden oppstarten i 2018 til og med juni 2020.

Tabell S 3 Tiltakene «Overvåking med flere målestasjoner» og «Miljøfartsgrense» er ikke anbefalt nå, men kan vurderes innført som et supplerende tiltak dersom målingene langs E39 (Schancheholen) indikerer et vedvarende høyt forurensningsnivå.

Handlingsplan for bedre luftkvalitet i Stavanger	Forventet effekt	Ansvar	Status	Kostnad / økonomi
5. Overvåking med flere målestasjoner / målekampanje mot tunnelmunninger	Ingen direkte effekt på luftkvaliteten. Viktig for kartlegging	SK/SVV	Det anbefales at utviklingen ved Schancheholen følges nøye etter åpning av Ryfast 2020, før avgjørelse om kampanje rundt tunnelmunninger eller ny permanent stasjon tas. Tiltaksutredningen viser at en ny målestasjon i Vågen er mindre relevant.	Pris målekampanje (6 mnd.) med referanseinstrumenter for PM: ca. 200.000 kr (ekskl. fundamentering, strømtilkobling og rapportering) Pris, ny målestasjon (PM og NOx): ca. 600.000 kr (investering ekskl. fundamentering og strømtilkobling) og 250.000 kr pluss ca. 50-100 arbeidstimer til årlig drift.
6. Miljøfartsgrense på E39 mellom Forus og Schancheholen	Liten/middels	SVV	Er ikke innført. Beregningene viser begrenset effekt på luftkvaliteten med unntak av i umiddelbar nærhet til E39. Tiltaket kan tas opp til vurdering dersom målingene ved Schancheholen tilsier at det er behov for ytterligere tiltak.	Det er installert elektroniske skilt, så kostnaden er liten. Dersom tiltaket skal innføres kan det settes av noe midler til informasjonskampanje.

Revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Stavanger

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I «Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)» Del 3 Kapittel 7 stilles det lovfestede krav til lokal luftkvalitet. Forskriften har som formål å fremme menneskers helse og trivsel og beskytte vegetasjon og økosystemer.

I forskriften er det juridisk bindende grenseverdier og målsetningsverdier for konsentrasjoner av ulike luftforurensningskomponenter. Grenseverdiene og målsetningsverdiene er minstekrav til akseptabel luftkvalitet. Dersom disse verdiene overskrides eller det er fare for overskridelse av disse verdiene, skal det utarbeides en tiltaksutredning. Tiltaksutredningen har som hensikt å forankre en handlingsplan med tiltak som vil redusere luftforurensningen til et nivå som tilfredsstillende kravene i forskriften. Handlingsplanen må være vedtatt i kommunen og av anleggseierne.

I 2015 ble det utarbeidet en tiltaksutredning for bedre luftkvalitet i kommunene Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg. Denne tiltaksutredningen ble utarbeidet på bakgrunn av overskridelser av juridisk grenseverdi for årsmiddel av NO₂ i årene 2009 til 2013 og overskridelser av antall dager med døgnmiddel PM₁₀ over 50 µg/m³ i 2013. Etter 2013 har det ikke vært overskridelse av forskriftens grenseverdier, men nivåene har tidvis ligget over nasjonale mål og luftkvalitetskriteriet. Miljødirektoratet stiller krav om revisjon av tiltaksutredningen hvert fjerde år og Stavanger skulle dermed levert revidert tiltaksutredning i løpet av 2019. På grunn av endringer i trafikkmønsteret ved åpningen av Ryfast, søkte kommunen Miljødirektoratet om utsettelse til 2020. Søknaden ble innvilget og Stavanger kommune fikk utsettelse til 31. desember 2020 med å ferdigstille revidert tiltaksutredning.

NILU – Norsk institutt for luftforskning har, i samarbeid med Urbanet Analyse AS, fått i oppdrag av Stavanger kommune å utarbeide den reviderte tiltaksutredningen. Arbeidet startet opp i slutten av oktober 2019. Fra konsulentsiden har NILU ledet arbeidet og hatt ansvar for utslipps- og spredningsberegninger og rapporteringen. Urbanet Analyse AS har hatt hovedansvaret for trafikkberegningene.

Stavanger kommune, som lokal forurensningsmyndighet, har ledet arbeidet med å utarbeide tiltaksutredningen og har hatt regelmessig kontakt med NILU og Urbanet Analyse AS underveis i prosessen. Det har også vært møter med de øvrige anleggseierne som er Statens vegvesen og Stavangerregionen Havn IKS.

1.2 Prosjektets målsetting og omfang

Prosjektets målsetting er å utarbeide en revidert tiltaksutredning med handlingsplan for lokal luftkvalitet for Stavanger kommune, som tilfredsstillende kravene gitt i forurensningsforskriftens kapittel 7, vedlegg 5. Miljødirektoratets veileder M-252 (2014) skal legges til grunn for arbeidet med revidert tiltaksutredning. Tiltaksutredningen skal gi informasjon om dagens forurensningssituasjon, forventet forurensningssituasjon i 2024, og vise hvilken effekt tiltakene i handlingsplanen vil ha på luftkvaliteten. Effekten av tiltakene gitt i handlingsplanen for luftkvalitet skal beregnes og presenteres i tiltaksutredningen, og det skal gis et kostnadsestimat på tiltak som foreslås gjennomført.

Arbeidet omfatter utslipps- og konsentrasjonsberegninger av PM_{2,5}, PM₁₀ og NO_x (NO₂ og NO) for Dagens situasjon 2018, Referansesituasjonen 2024 uten nye tiltak, samt scenarioer for Framtidig situasjon 2024 med eksisterende og eventuelt nye tiltak. Gjeldende handlingsplan og beredskapsplan vil gjennomgås for å se om det er behov for å gjøre endringer.

Tiltaksutredningen skal bestå av tre deler slik det anbefales i Miljødirektoratets veileder. Det vil si en faglig utredning og kartlegging av forurensningssituasjonen (Del 1: kapittel 1-6), en handlingsplan (Del 2: kapittel 7) og en beredskapsplan knyttet til episoder med høy luftforurensning (Del 3: kapittel 8).

1.3 Luftforurensning og helseeffekter

Innsatsen for å bedre luftkvaliteten i norske byer har som mål å redusere uønskede helseeffekter av forurenset luft. Luftforurensning representerer et betydelig helseproblem verden over, og påvirker også helsen til befolkningen i norske byer og tettsteder (Folkehelseinstituttet, 2013). De viktigste forurensnings-komponentene i norske byer er nitrogendioksid (NO_2) og svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$).

Svevestøv er partikler som er så små at de oppfører seg som gass og blandes og transporteres med lufta. Svevestøv deles inn i to størrelsesfraksjoner. $\text{PM}_{2,5}$ er de minste partiklene, med diameter mindre enn 2,5 mikrometer. PM_{10} er partikler opp til 10 mikrometer i diameter. $\text{PM}_{2,5}$ kommer i all hovedsak fra forbrenning (vedfyring, bileksos), mens de større partiklene kommer hovedsakelig fra oppvirvling av støv fra vei- og dekkslitasje. Sjøsalt kan gi et betydelig bidrag. De minste partiklene kan transporteres langt med luftmassene og kan også bidra betydelig til konsentrasjonene av $\text{PM}_{2,5}$ i norske byer.

Svevestøv kan gi ulike helseeffekter avhengig av partiklenes fysiske og kjemiske egenskaper. For eksempel vil størrelsen ha betydning for hvor dypt partiklene inhaleres i luftveiene. Eksponering for svevestøv kan sette i gang betennelsesreaksjoner som kan medføre utvikling og forverring av lungesykdommer og hjerte-kar sykdommer. Forskning tyder også på sammenheng mellom svevestøveksposering og effekter på fosterutvikling, nervesystem og stoffskifte.

Undersøkelser fra hele verden viser sammenheng mellom økte nivåer av svevestøv i luften og antall sykehusinnleggelse og dødsfall i befolkningen. Ifølge den siste luftkvalitetsrapporten fra det europeiske miljøbyrået (European Environmental Agency (EEA), 2019) sto $\text{PM}_{2,5}$ for rundt 400 000 for tidlige dødsfall⁵ i Europa i 2016. I Norge anslås at eksponering for $\text{PM}_{2,5}$ resulterer i cirka 1300 for tidlige dødsfall.

Nitrogenoksider (NO og NO_2 , omtalt som NO_x) er reaktive gasser som dannes ved forbrenning ved høy temperatur. I norske byer er utslipp fra veitrafikk (eksos) den viktigste kilden til NO_x . NO er i seg selv ikke helseskadelig i de konsentrasjonene som forekommer i norske byer, men NO vil reagere med tilgjengelig bakkenært ozon og danne et ytterligere bidrag (det største) til NO_2 som er langt mer helseskadelig.

De viktigste helseeffektene av NO_2 er nedsatt lungefunksjon og forverring av luftveissykdommer, som for eksempel astma og bronkitt. Personer med nedsatt lungefunksjon og kroniske luftveissykdommer er mest utsatt for helsevirkninger av NO_2 .

1.4 Grenseverdier og nasjonale mål for luftkvaliteten

I Norge har vi tre ulike styringsmål for lokal luftkvalitet; forurensningsforskriften, regjeringens nasjonale mål for lokal luftkvalitet og luftkvalitetskriterier fastsatt av Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttet.

Forurensningsforskriften er hjemlet i forurensningsloven, og ble vedtatt i 2002 med bakgrunn i EUs direktiv om luftforurensning (siste revisjon: 2008/50/EC). Grenseverdiene i forurensningsforskriften er rettslig bindende, og overskridelse av disse minstekravene utløser krav om tiltak.

⁵ For tidlige dødsfall, er definert som dødsfall som skjer før en person når en forventet alder. Denne forventede alderen er basert på gjennomsnittlig levetid, i et land og for et kjønn. Slike for tidlige dødsfall kan forebygges om man kan fjerne årsaken til at de skjer

Nasjonale mål er ikke juridisk bindende, men angir regjeringens ambisjonsnivå for luftkvaliteten i Norge.

Luftkvalitetskriteriene er basert på eksisterende kunnskap om hvilke helseeffekter eksponering for luftforurensning kan medføre. Kriteriene er satt til et nivå som de aller fleste kan utsettes for uten at det oppstår skadevirkninger på helse.

PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂ er de viktigste stoffene som bidrar til lokal luftforurensning i norske byer og tettsteder. Oversikt over norske grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier for disse forurensningskomponentene er gitt i Tabell 1-1. Siden det er overlapp mellom nasjonale mål og grenseverdien for NO₂ og luftkvalitetskriteriet for PM₁₀ og PM_{2,5}, fokuserer denne tiltaksutredningen kun på de juridiske grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene som styringsmål.

Tabell 1-1: Gjeldende norske grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier for NO₂ og svevestøv.

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi ⁽¹⁾	Nasjonale mål fra 1.1.2017 ⁽²⁾	Luftkvalitetskriterier ⁽³⁾
NO ₂	15 minutter			300 µg/m ³
	Time	200 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår		100 µg/m ³
	År	40 µg/m ³	40 µg/m ³	40 µg/m ³
PM ₁₀	Døgn	50 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår		30 µg/m ³
	År	25 µg/m ³	20 µg/m ³	20 µg/m ³
PM _{2,5}	Døgn			15 µg/m ³
	År	15 µg/m ³	8 µg/m ³	8 µg/m ³

1: Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften), Kapittel 7. Lokal luftkvalitet.

2: Det kongelige klima og miljødepartement, Prop. 1 S (2016-2017)

3: Folkehelseinstituttet (2013) Luftkvalitetskriterier - Virkninger av luftforurensning på helse. Oslo, Nasjonalt folkehelseinstitutt (Rapport 2013:9)

For svevestøv ble grenseverdiene i forurensningsforskriften innskjerpet fra og med 1.1.2016. De norske grenseverdiene er nå strengere enn grenseverdiene i EUs luftkvalitetsdirektiv.

Miljødirektoratet, Vegdirektoratet, Folkehelseinstituttet og Meteorologisk institutt har utredet om grenseverdiene for svevestøv, PM₁₀ og PM_{2,5} bør skjerpes ytterligere fra og med januar 2022 (Miljødirektoratet, 2020). Utredningen viser at det er mulig å nå strengere grenseverdier for svevestøv ved å gjennomføre samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak. Miljødirektoratet, Vegdirektoratet og Folkehelseinstituttet anbefaler derfor at grenseverdiene for svevestøv strammes inn fra 1. januar 2022. Det foreslås at grenseverdiene for årsmiddel av PM₁₀ og PM_{2,5} settes til henholdsvis 20 µg/m³ (ned fra dagens 25 µg/m³) og 10 (ned fra dagens 15 µg/m³). Videre foreslås det at antall tillatte overskridelser av døgnmiddelverdien for PM₁₀ reduseres fra 30 til 25.

For årsmiddelkonsentrasjoner av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er nasjonale mål fra 1.1.2017 satt lik luftkvalitetskriteriet. Grenseverdien for årsmiddel av NO₂ er lik luftkvalitetskriteriet og nasjonalt mål, mens for svevestøv PM₁₀ og PM_{2,5} er grenseverdiene noe høyere enn luftkvalitetskriteriene og nasjonale mål. Nasjonalt mål er sammenfallende med luftkvalitetskriteriet for årsmiddel PM₁₀ og PM_{2,5}.

Forurensningsforskriften § 7 angir også et forurensningsnivå lavere enn grenseverdien som ikke utløser krav om tiltak, men som angir krav til målenettverk og tiltaksutredning: «Det skal gjennomføres målinger og tiltaksutredning ved overskridelse av øvre vurderingsterskel. Mellom øvre og nedre

vurderingsterskel reduseres kravet om målinger. Under nedre vurderingsterskel vil det ikke være behov for målinger.» Øvre og nedre vurderingsterskel for de aktuelle stoffene er spesifisert i vedlegg 3 til forskriften og gjengitt i Tabell 1-2.

Tabell 1-2: Gjeldende vurderingsterskler som angitt i forurensningsforskriftens §7, vedlegg 3, hvor øvre vurderingsterskel angir krav til tiltaksutredning.

Komponent	Midlingstid	Øvre vurderingsterskel	Nedre vurderingsterskel
NO ₂	Time	140 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår	100 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår
	År	32 µg/m ³	26 µg/m ³
PM ₁₀	Døgn	35 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår	25 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår
	År	22 µg/m ³	20 µg/m ³
PM _{2,5}	År	12 µg/m ³	10 µg/m ³

1.5 Luftforurensning i arealplanlegging (T1520)

Retningslinje for behandling av arealplanlegging T-1520 (Miljødirektoratet, 2012) er statlige anbefalinger for hvordan luftkvalitet bør håndteres i kommunenes arealplanlegging. Hensikten er å forebygge helseeffekter av luftforurensninger gjennom god arealplanlegging.

Luftforurensning forebygges gjennom en langsiktig areal- og transportplanlegging og det er derfor viktig å vurdere hensyn til luftkvalitet når man vurderer arealbruksformål i overordnede planer og i en tidlig fase i reguleringsplanarbeidet. Anbefalingene i retningslinjen skal legges til grunn av kommuner, regionale myndigheter og berørte statlige etater ved planlegging og behandling av overordnede planer og enkeltsaker etter plan- og bygningsloven.

Retningslinjene gir anbefalte luftforurensningsgrenser for inndeling i gul og rød sone, som vist i Tabell 1-3. I den røde sonen er hovedregelen at ny bebyggelse som er følsom for luftforurensning unngås, mens den gule sonen er en vurderingssone der ny bebyggelse bør tilfredsstillende visse minimumskrav. Det anbefales at kommunene i samarbeid med anleggseiere kartlegger luftkvaliteten i henhold til de anbefalte luftforurensningsgrensene ved planlegging av ny virksomhet eller bebyggelse.

Retningslinjen har ikke status som en statlig planretningslinje etter plan- og bygningslovens §6-2. Anbefalingene i retningslinjen er veiledende, men vesentlige avvik fra anbefalingene kan imidlertid gi grunnlag for innsigelser til planen fra offentlige myndigheter.

Tabell 1-3: Anbefalte grenser for luftforurensning og kriterier for soneinndeling ved planlegging av virksomhet eller bebyggelse. Alle tall i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram/ m^3) luft.

Komponent	Luftforurensningszone ¹	
	Gul sone	Rød sone
PM ₁₀	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 7 døgn pr. år	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 7 døgn pr. år
NO ₂	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vintermiddel ²	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ årsmiddel
Helserisiko	Personer med alvorlig luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for forverring av sykdommen. Friske personer vil sannsynligvis ikke ha helseeffekter.	Personer med luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for helseeffekter. Blant disse er barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekarlidelser mest sårbare.

¹ Bakgrunnskonsentrasjonen er inkludert i sonegrensene.

² Vintermiddel defineres som perioden fra 1.nov til 30. april.

1.6 Arbeid med lokal luftkvalitet i Stavanger kommune

Ifølge forurensingsforskriftens kapittel 7 er det kommunen som er forurensningsmyndighet for lokal luftkvalitet og som skal sørge for at de ulike bestemmelsene i forskriften følges opp. Dette innebærer blant annet at Stavanger kommune skal ha oversikt over luftkvaliteten i sin kommune, sørge for gjennomføring av målinger/beregninger, månedlig rapportering av måledata, utarbeidelse av tiltaksutredninger og at allmenheten er informert om luftkvaliteten i kommunen. Ansvar som forurensningsmyndighet innebærer også tilsynsansvar og ansvar for å gi pålegg til anleggseiere for å sikre at kravene overholdes.

Kommunen har også ansvar som planmyndighet og lokal helsemyndighet. I tråd med § 9 i folkehelseloven skal kommunen føre tilsyn med de faktorer og forhold i miljøet som kan ha en direkte eller indirekte innvirkning på befolkningens helse. Ett av disse forholdene er lokal luftkvalitet. Det innebærer at den kommunale helsemyndigheten kan treffe vedtak etter folkehelseloven.

Anleggseiere som bidrar til konsentrasjon av luftforurensning i et område skal medvirke til å gjennomføre målinger, beregninger og tiltaksutredninger. De viktigste anleggseierne i denne forbindelse er Stavanger kommune (kommunale veier og kommunale anlegg⁶), Statens vegvesen (europaveiene og riksveiene), Rogaland fylkeskommune (fylkesveiene fra og med 1.1.2020) og Stavangerregionen Havn IKS⁷. Anleggseiere skal også sørge for gjennomføring av nødvendige tiltak for å sikre at grenseverdier og krav blir overholdt og dekke sin del av kostnadene ved dette.

Statens vegvesen og Stavanger kommune inngikk en samarbeidsavtale om arbeidet med luftkvalitet i 2014. Stavanger kommune har videre en samarbeidsavtale med Rogaland brann og redning IKS, avdeling for miljørettet helsevern om ansvar for drift og vedlikehold av målestasjonene, samt databehandling, månedsvis og årlig rapportering (Aamdal & Klausen, 2018; Klausen, 2019), oppfølging, saksbehandling og rådgivning når det gjelder luftkvalitet.

Avdeling for miljørettet helsevern utarbeider årsrapporter for luftkvaliteten i Stavanger som er tilgjengelige på [kommunens nettsider](#) og www.luftkvalitet.info.

⁶ Kommunene har etter forurensningsloven §8 også ansvaret for summen av utslipp fra alle mindre private fyringsanlegg (vedovner, peiser, oljefyrer, osv.). Se også Miljødirektoratets veileder til forurensningsforskriften (M-413/2015).

⁷ Interkommunalt samarbeid

Meteorologisk institutt har, i samarbeid med Miljødirektoratet, Statens vegvesen Vegdirektoratet, Folkehelseinstituttet og Helsedirektoratet, utarbeidet en ny nasjonal varslingsmodul for luftkvalitet (<https://luftkvalitet.miljostatus.no>). Her presenteres beregnede prognoser for luftkvaliteten for de nærmeste dagene. Sanntidsdata fra målestasjonene kan også finnes her, samt på www.luftkvalitet.no.

1.7 Tidligere tiltaksutredning og gjeldende handlingsplan for lokal luftkvalitet

I 2015 ble det utarbeidet en tiltaksutredning for bedre luftkvalitet i kommunene Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg. Tiltaksutredningen viste at hovedutfordringene med hensyn til forskriftskrav var knyttet til årsmiddel og døgnmiddel for PM₁₀ og handlingsplanen omfattet anbefalte tiltak rettet mot PM₁₀. Stavanger kommune mottok et pålegg fra Miljødirektoratet om å revidere tiltaksutredningen for PM₁₀ innen 1. mai 2016. Bakgrunnen for pålegget var at de anbefalte tiltakene ikke ble vedtatt politisk. Revidert tiltaksutredning ble ferdigstilt i april 2016.

Tabellen nedenfor gir en oversikt over politiske vedtatte tiltak og planer, samt status for disse.

Tabell 1-4: Politisk vedtatte tiltak i gjeldende handlingsplan for bedre luftkvalitet. I tillegg er det vedtatt en panteordning for vedovner⁸ som ble innført i 2018.

Vedtatt tiltak	Tidspunkt	Status
Regional kampanje for å øke andel piggfrie vinterdekk til 85-90%	Sesongen 2015/2016	Piggfrikampanje «PIG FREE» ble gjennomført, se, https://pigfree-vinterdekk.no/ . Tilsvarende kampanjer ble gjennomført de to forgående sesongene
Stavanger kommune søker samtykke fra Vegdirektoratet om innføring av forskrift som gir kommunen mulighet til å ta i bruk gebyr på piggdekk	2016/2017	Piggdekkgebyr ble innført 1. november 2017
Etablering av ny målestasjon på Schancheholen. Stasjonen skal stå klar når Ryfast åpner senest i slutten av 2019	2019	Ny målestasjon ble etablert ved Schancheholen juni 2018
Etablering av ny målestasjon på Forus/Godeset vurderes dersom Sandnes kommune ikke vedtar å etablere stasjon på Lura	2019	Er ikke gjennomført i påvente av framtidige omfattende endringer i transportmønsteret.
Etablere gode støvdempingsrutiner	2016	Stavanger inngikk kontrakt med entreprenør for støvdempende tiltak fra og med 2019. Statens vegvesen innførte ny omfattende renholds- og støvdempingsrutiner i 2017.

1.8 Forhold til andre kommunale planer og initiativer

Stavanger kommune har ulike strategier og planer som støtter opp om arbeidet for bedre luftkvalitet. De viktigste er:

- Klima og miljøplan 2018 -2030
- Kommuneplan for Stavanger 2019 -2034
- Byveksttalen
- Regionalplan for Jæren 2050

⁸ Jf. sak nr. 91/16 i kommunalstyret for miljø og utbygging

Klima og miljøplan 2018 – 2030

I Stavanger kommunes klima- og miljøplan (Stavanger kommune, 2018) for perioden 2018 til 2030 pekes det på de største miljøutfordringene som kommunen står ovenfor og planen setter tydelige mål innen klima- og miljøfeltet.

En av utfordringene det pekes på er «perioder med dårlig luftkvalitet grunnet for mye svevestøv og utslipp av helseskadelige gasser» og planen setter som mål at:

- Innbyggerne har en luftkvalitet som ikke er helseskadelig – det er ikke lenger behov for varsel om helsefare
- Grenseverdien for de største partiklene, PM₁₀, blir ikke overskredet mer enn 7 ganger i løpet av ett år.

Stavanger kommune har vedtatt en handlingsplan for perioden 2018-2022 med konkrete aksjonspunkter som skal bidra til at målene i klima- og miljøplanen nås. Her er det pekt på flere tiltak som er rettet mot å nå målene for luftkvalitet. Blant annet har Stavanger kommune innført avgift på bruk av piggdekk fra vinteren 2017/18, samt at det er etablert en tilskuddsordning for innbyggere som erstatter gamle, forurensende vedovner med nye.

Klimagassutslipp fra veitrafikk, cruiseturisme og fra energibruk i bygg, industri og anlegg er også en av de største miljøutfordringene kommunen står overfor og kommunen har bl.a. som mål å redusere klimagassutslippene med 80% innen 2030, sammenlignet med 2015, og være en fossilfri kommune innen 2040. Mange av tiltakene i handlingsplanen som har som hovedformål å redusere klimagassutslipp vil også ha positiv effekt på luftkvaliteten. Dette gjelder for eksempel tiltak for økt bruk av kollektivtransport, økt sykkel og gange, samt tiltak for å fremme utslippsfrie kjøretøy.

Kommuneplan (arealdel) for Stavanger 2019 -2034

Kommuneplanen for Stavanger 2019 -2034 ble vedtatt i 2019 og består av en arealdel som blant annet viser hvor det skal bygges nye hus, veier og parker, og en samfunnsdel med mål og strategier som forteller hvilken retning kommunen ønsker at samfunnet skal gå.

En viktig målsetting i den siste revideringen av kommuneplanen er å legge rammer for en byutvikling som vil bidra til å redusere kommunens totale klimagassutslipp. Gjennom en samordnet areal- og transportstrategi er det et mål å redusere det samlede transportbehovet innenfor kommunen. Dette vil bidra til en positiv utvikling både med hensyn til klimagassutslipp og lokal luftkvalitet.

I den reviderte arealplanen er det lagt til en retningslinje om luftkvalitet (pbl § 11-9 punkt 6) som sier at Miljødirektoratets retningslinje for behandling i arealplanlegging (T-1520) skal legges til grunn for planlegging og tiltak etter plan og bygningsloven §20-1. Retningslinjen sier videre at «avvik fra anbefalingene i veilederen kan bare gjøres gjennom plan der nødvendige vurderinger er gjort, og avbøtende tiltak er iverksatt».

Bymiljøpakken og byveksttalen for 2019 – 2029

Bymiljøpakken skal bidra til bedre framkommelighet og bymiljø på Nord-Jæren. Målet med Bymiljøavtalen er nullvekst i persontransport med bil, det vil si at veksten i persontransporten i skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange. Fram til slutten av 2033 skal det bygges bedre veier for kollektivtrafikk og for de som sykler, går og kjører bil.

Bymiljøpakken blir finansiert av bompenger og penger fra staten. Staten går inn med midler i Bymiljøpakken gjennom byveksttalen og Nasjonal transportplan.

Byveksttalen er en avtale mellom staten og regionen, der begge parter forplikter seg til å nå nullvekstmålet for persontransport. I avtalen bidrar staten med penger til å bygge ut kollektivtrafikk,

sykkel- og gå-prosjekter. Regionen forplikter seg til at framtidig utvikling av boliger og arbeidsplasser skjer på en måte som styrker kollektivtilbudet og reduserer behovet for transport. Den første byvekstavtalen for Nord-Jæren ble inngått i 2017 og avtalen er fornyet nå (2020) for å gjenspeile Nasjonal transportplan (NTP) 2018-2029.

Måloppnåelsene i byvekstavtalene følges gjennom et indikatorsett definert i NTP 2018-2029. Endring i antall kjøretøykilometer med personbil i byområdene og endring i årsdøgnetrafikk for lette kjøretøy er to av indikatorene som skal måles. I tillegg kommer spesifikke indikatorer for arealutvikling og parkering.

For hvert av byområdene som har eller skal forhandle byvekstavgifter blir det laget byutredninger. Disse skal vise hvordan nullvekstmålet kan oppnås i byområdene, samt kostnader og nytte ved å gjennomføre målet. I 2017 ble det utarbeidet en byutredning for Nord-Jæren (Statens vegvesen, 2017a), trinn 2 i (2018), som ser på ulike virkemiddelpakker som kan settes inn for å oppnå nullvekstmålet.

En ny byvekstavgift mellom Staten, ved Samferdselsdepartementet og Kommunal- og moderniseringsdepartementet, og Nord-Jæren ved Rogaland fylkeskommune, Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg kommuner er utarbeidet og godkjent både fra lokalt og statlig hold. Denne ble signert i juli 2020.

Regionalplan for Jæren 2050

Regional plan for Jæren (Rogaland fylkeskommune, 2019) er en langsiktig plan for areal- og transportutvikling og skal gi strategisk retning for hvordan regionen skal vokse de neste 30 årene.

Hovedmålet med by- og stedsutviklingen i regionen er at:

«Regionen skal ha en bærekraftig by- og stedsutvikling basert på regionale helhetsløsninger som effektiviserer arealforbruket og transportarbeidet, styrker verdiskapingen, reduserer klimagassutslippet, sikrer natur og kulturverdier og gir høy livskvalitet.»

Nullvekstmålet i personbiltrafikken står sentralt. I planen er det et uttalt mål at det skal satses tungt på bedre kollektivtransport, samt bedre tilrettelegging for gåing og sykling.

2 Måling av luftkvalitet i Stavanger

Luftkvaliteten i Stavanger-regionen er generelt god noe som blant annet skyldes åpent terreng med en del vind og regn som gir god utluftning og utvasking av forurensning. Meteorologiske forhold er videre beskrevet i Vedlegg B.

2.1 Målenettverk og metode

Stavanger har tre faste målestasjoner for luftkvalitet. Våland og Kannik har hatt sammenhengende målinger siden henholdsvis 2003 og 2005, mens målingene på Schancheholen ble startet opp i juni 2018.

Våland er en bybakgrunnstasjon som skal være representativ for det forurensningsnivå som den generelle befolkningen utsettes for, og plassert slik at den fanger opp den samlede svevestøvkonsentrasjonen fra alle kilder (trafikk, oppvarming, bynær industri, naturlige kilder, langtransportert forurensning etc.). Stasjonen er plassert på Rektor Steens plass, utenfor St. Petri menighetshus. Området er et villastrøk med lave bygninger med hager, og uten vesentlig gjennomgangstrafikk.

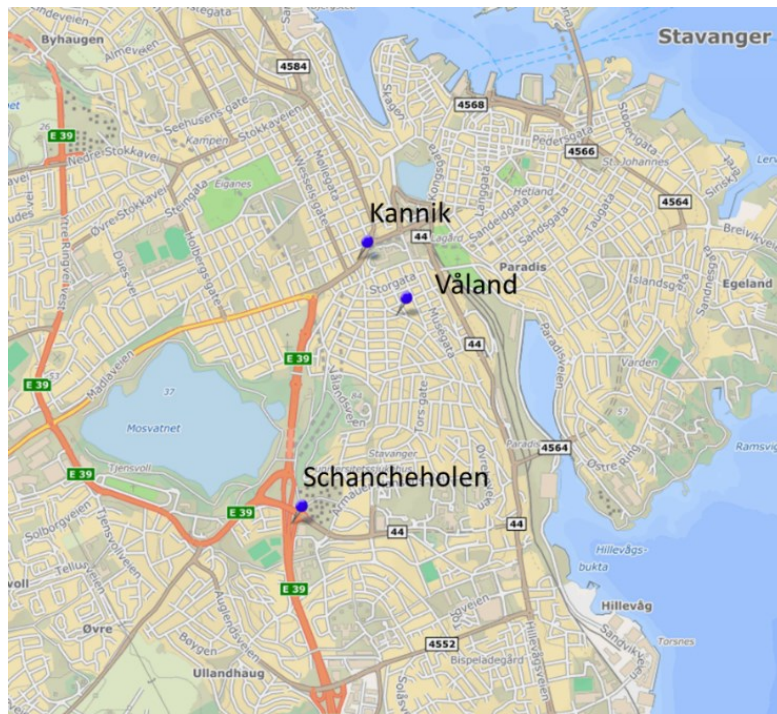
Kannik ligger ved FV 509, Madlaveien, mellom Oscars gate og Møllegata. Stasjonen skal fange opp forurensning fra hovedveien og målingene skal være representative for luftkvaliteten langs en lengre strekning av denne hovedveien.

Stasjonen Schancheholen er en veinær målestasjon plassert ved E39 sør for krysset med Ullandheugveien. Stasjonen er satt opp for å representere et område med tett trafikk hvor luftforurensningen kan ventes å være stor. Fram til åpningen av Ryfast våren 2020 har trafikken ved denne stasjonen vært preget av at det har pågått anleggsarbeider. Ryfast sin sørlige tunnelmunning er plassert ca. 180 meter fra Schancheholen, og avhengig av de meteorologiske forholdene vil dette kunne påvirke målingene her.

Målingene i Stavanger gjøres i samarbeid mellom Statens vegvesen og Stavanger kommune. Alle målingene gjøres med kontinuerlig registrerende instrumenter, som gir data som timemiddelverdier. En oversikt over måleprogrammet er gitt i Tabell 2-1. Kart som viser plassering av målestasjonene er gitt i Figur 2-1.

Tabell 2-1: Oversikt over måleprogram for luftkvalitet i Stavanger.

Stasjon	Stasjonstype	Komponent	Start
Våland	Bybakgrunn	NO ₂	1.1.2003
		PM ₁₀	1.1.2003
		PM _{2,5}	1.1.2003
Kannik	Veinær, forstad	NO ₂	27.3.2005
		PM ₁₀	2.11.2005
		PM _{2,5}	1.3.2005
Schancheholen	Veinær, forstad	NO ₂	1.6.2018
		PM ₁₀	1.6.2018
		PM _{2,5}	1.6.2018



Figur 2-1: Plassering av målestasjoner for luftkvalitet i Stavanger, (Kartutsnitt fra Finn.no)

2.2 Datadekning for luftkvalitetsmålingene

For målinger som brukes til å vise overholdelse av grenseverdiene for NO_2 , PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ er det et krav at datadekningen skal være minimum 85% for kalenderåret. For kartlegging av luftkvaliteten på bakgrunn av målinger bør datadekningen være minimum 75% for å gi et rimelig bilde av situasjonen.

I Stavanger har det vært luftkvalitetsmålinger siden 2003. I henhold til EU-direktiv 2008/50/EC skal vurdering av konsentrasjoner mot øvre og nedre vurderingsterskel gjøres på bakgrunn av data fra siste 5 år. Det er derfor tatt utgangspunkt i data fra de 5 siste kalenderårene som er endelig kvalitetssikret (pr. august 2020), det vil si 2015-2019. I perioden har datadekningen i store trekk vært god for målingene fra Stavanger. Nitrogenoksider fra Kannik hadde lav datadekning i 2018 og 2019. Målingene på Schancheholen ble startet sommeren 2018, og 2019 er derfor det første hele kalenderåret med data fra denne stasjonen. Datadekningen for NO_2 -målingene fra Schancheholen i 2019, på 84%, ligger så vidt under kravet for å vise overholdelse av grenseverdiene.

Datadekning i prosent for luftkvalitetsmålingene i Stavanger fra 2015 til 2019 er gitt i Tabell 2-2.

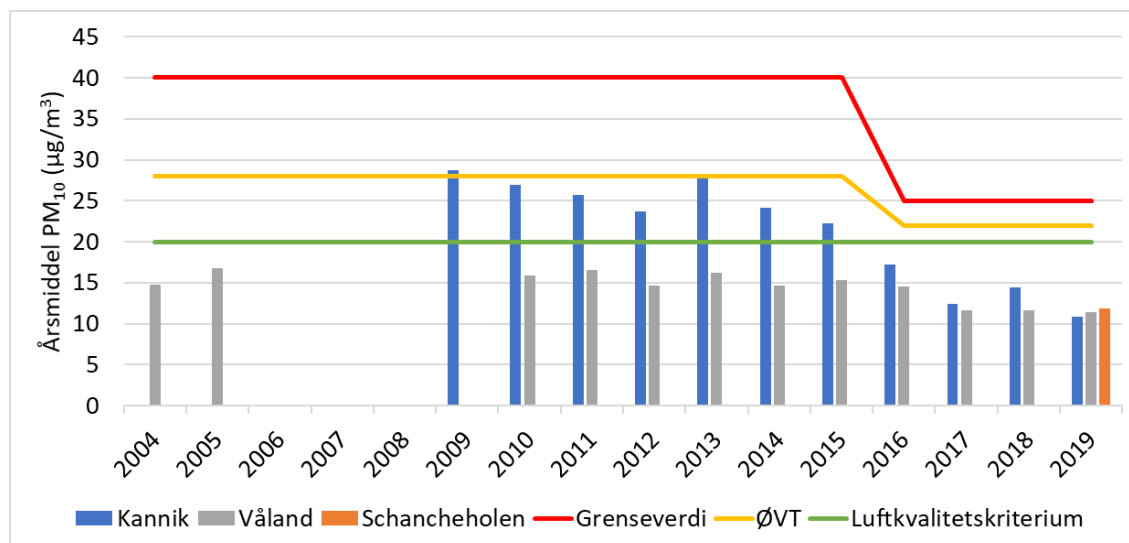
Tabell 2-2: Datadekning for luftkvalitetsmålinger i Stavanger 2015-2019 (%).

Stasjon	Komponent	2015	2016	2017	2018	2019
Våland	NO/NO ₂ /NO _x	85	91	93	89	90
	PM ₁₀	97	98	99	100	100
	PM _{2,5}	99	99	97	100	100
Kannik	NO/NO ₂ /NO _x	90	92	92	15	78
	PM ₁₀	90	98	96	96	97
	PM _{2,5}	97	98	96	96	97
Schancheholen	NO/NO ₂ /NO _x				55	84
	PM ₁₀				58	96
	PM _{2,5}				58	96

2.3 Målinger av svevestøv – PM₁₀

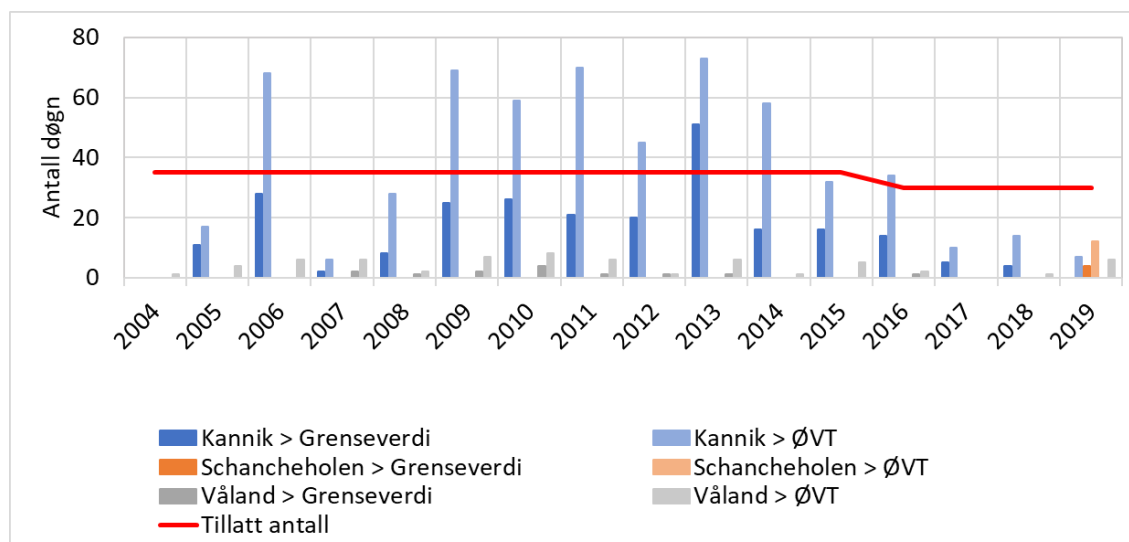
Måleresultater for PM₁₀ fra målestasjonene i Stavanger fra 2004 til 2019 er oppsummert og sammenliknet med grenseverdier og vurderingsterskler i Figur 2-2 og Figur 2-3.

Figur 2-2 viser at de målte konsentrasjonene av PM₁₀ fra Stavanger ligger under grenseverdien og øvre vurderingsterskel for årsmiddelverdier i perioden 2015-2019. De målte årsmiddelverdiene ligger også under den nye foreslåtte strengere grenseverdiene alle årene. I 2015 lå årsmiddelverdien for PM₁₀ fra Kannik over luftkvalitetskriteriet og tangerer den nye strengere øvre vurderingsterskel gjeldende fra 2016. De påfølgende årene var årsmiddelkonsentrasjonen av PM₁₀ under luftkvalitetskriteriet ved Kannik. På Våland har nivåene ligget under luftkvalitetskriteriet i alle år.



Figur 2-2: Årsmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ fra målestasjoner i Stavanger i perioden 2004 til 2019 sammenliknet med grenseverdi (25 µg/m³ fra 1.1.2016), øvre vurderingsterskel (ØVT; 22 µg/m³ fra 1.1.2016) og luftkvalitetskriteriet/nasjonalt mål (20 µg/m³).

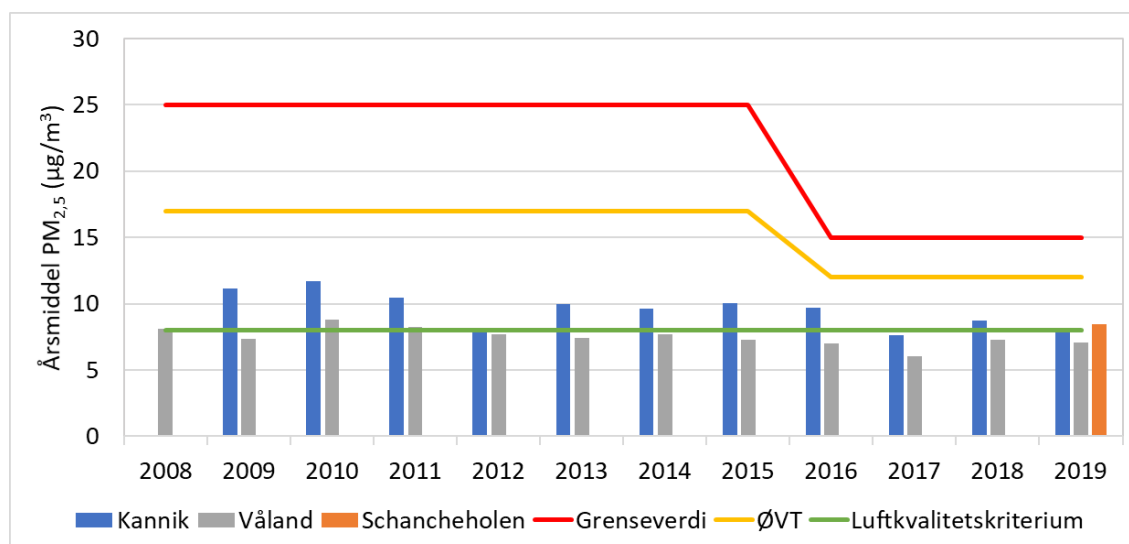
Som vist i Figur 2-3, ble heller ikke grenseverdien for døgnmiddelverdier overskredet på målestasjonene i Stavanger i perioden 2015 til 2019. På Kannik ble det imidlertid registrert overskridelse av øvre vurderingsterskel i 2016 med 34 døgn over 35 µg/m³. I 2015 hadde Kannik 32 døgn over 35 µg/m³, men da var ikke det nye strengere grenseverdikravet innført, så dette er ikke juridisk sett en overskridelse av vurderingsterskelen.



Figur 2-3: Opptelling av antall døgnmiddeler av PM₁₀ over grenseverdi (50 µg/m³) og øvre vurderingsterskel (35 µg/m³) for målestasjoner i Stavanger i perioden 2004 til 2019. Tillatt antall overskridelser er 30 døgn fra 1.1.2016.

2.4 Målinger av svevestøv – PM_{2,5}

Figur 2-4 viser årsmiddeler for PM_{2,5} på målestasjonene i Stavanger i perioden 2008-2019. De målte årsmiddeler ligger under øvre vurderingsterskel i hele perioden. På Kannik og Schancheholen ser vi imidlertid årsmiddeler som ligger høyere enn eller lik luftkvalitetskriteriet (8 µg/m³) for enkelte år.



Figur 2-4: Målte årsmiddeler av PM_{2,5} (µg/m³) fra Kannik og Våland i Stavanger 2008-2019, sammenholdt med gjeldende grenseverdi (15 µg/m³ fra 1.1.2016), øvre vurderingsterskel (ØVT; 12 µg/m³ fra 1.1.2016) og luftkvalitetskriteriet for årsmiddel av PM_{2,5} (8 µg/m³).

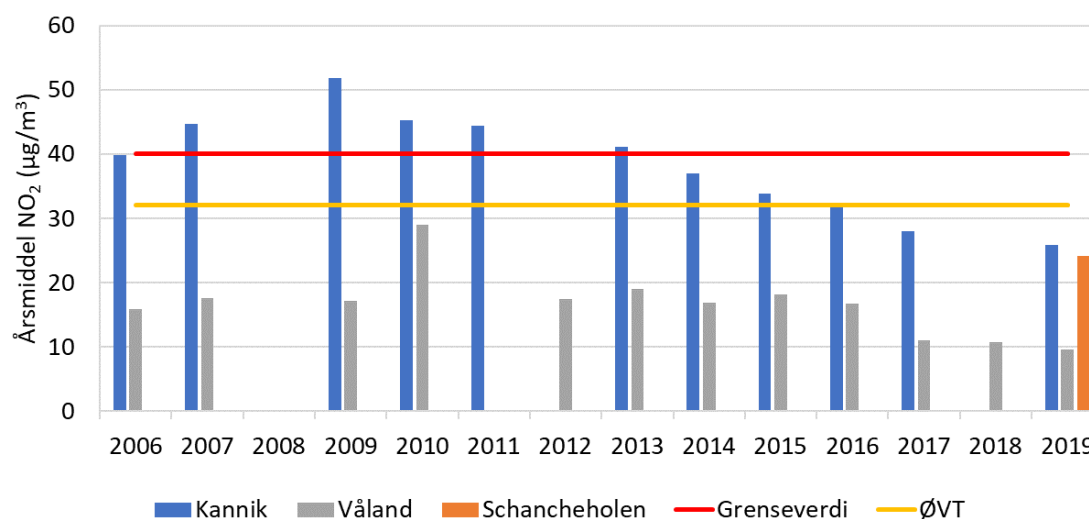
2.5 Målinger av nitrogendioksid – NO₂

Måleresultater for NO₂ fra målestasjonene i Stavanger i årene 2006 til 2019 er oppsummert og sammenliknet med grenseverdier i Figur 2-5 og Figur 2-6. De siste fem årene har årsmiddelerdien

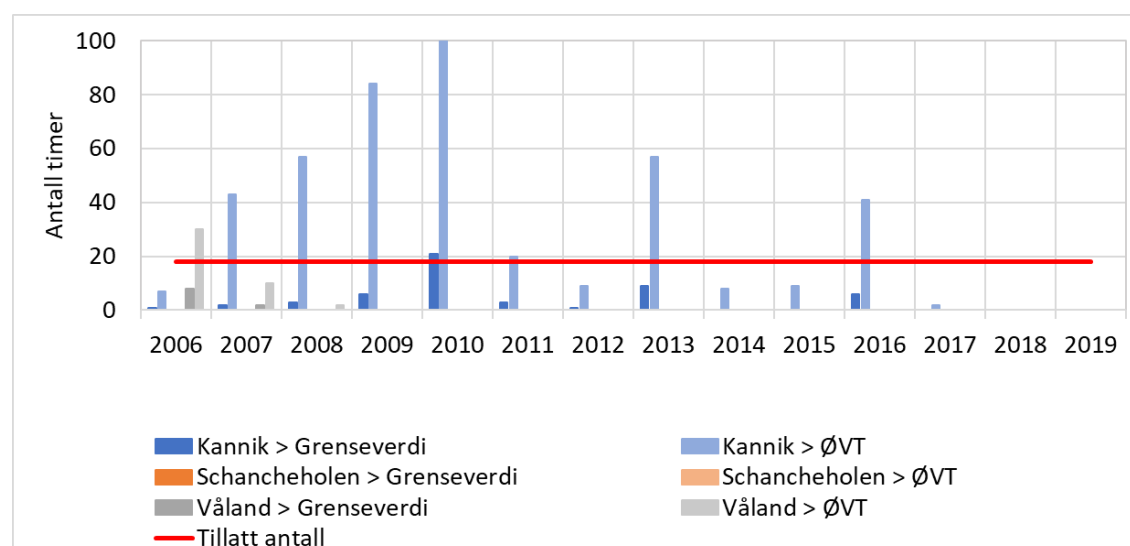
vært lavere enn grenseverdien på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, men på Kannik viste målingene at øvre vurderingsterskel for årsmiddel ($32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ble overskredet i 2015 og tangert i 2016.

I 2016 var det overskridelse av øvre vurderingsterskel for timesmiddel av NO_2 på Kannik, med 41 timer over $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Også for timesmiddel av NO_2 er nedre vurderingsterskel overskredet alle år med målinger på Kannik. Målingene på Schancheholen i 2019 viste 62 timer over luftkvalitetskriteriet ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), men ingen timer over øvre vurderingsterskel. Tilsvarende ble det målt 20 timer over luftkvalitetskriteriet på Kannik i 2019, 50 timer i 2017 og 119 timer i 2016. Ingen av de fem årene (2015-2019) ble det målt flere enn tillatt antall timer over grenseverdien på noen av stasjonene.

Målingene viser at konsentrasjonene av NO_2 har gått nedover siden 2009.



Figur 2-5 Målte årsmiddelverdier av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) fra Kannik og Våland i Stavanger i årene 2006 til 2019, sammenholdt med grenseverdi/nasjonalt mål ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) og øvre (ØVT $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) for årsmiddel av NO_2 . I 2018 var det en feil på målingene på Kannik og det mangler derfor data fra stasjonen for dette året.



Figur 2-6: Antall timer pr år med målt konsentrasjon av NO_2 over grenseverdi ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) og øvre vurderingsterskel (ØVT $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$) på Kannik og Våland i Stavanger i årene 2006-2019. I 2018 var det en feil på målingene på Kannik og det mangler derfor data fra stasjonen for dette året.

3 Utslipps- og spredningsberegninger

Det er utført utslipps- og spredningsberegninger for Stavanger kommune for PM₁₀, PM_{2.5} og NO₂ for to ulike hovedscenarier:

1. **Dagens situasjon 2018:** viser situasjonen omtrent slik den er i dag med unntak av tiltak som er innført i 2019 og 2020
2. **Referansesituasjonen 2024:** viser situasjonen i 2024 når man antar at eksisterende tiltak videreføres og det tas hensyn til forventet utvikling i sentrale parametere som trafikkmengde, kjøretøysammensetning og befolkningsvekst.

For dagens situasjon er året 2018 valgt. Generelt vil man søke å velge et år som er så representativt som mulig for dagens situasjon. Det vil si at det ikke er for langt tilbake i tid og det ikke skiller seg vesentlig meteorologisk fra et «normalt» år. I tillegg bør aktivitetsdataene også representere normal aktivitet. All rapportering av utslipp og andre inngangsparametere har en viss forsinkelse og dette utelukker valg av 2019. 2018 er slik sett et godt valg. For trafikkberegningene er situasjonen etter at bomringen ble innført 1. oktober 2018 lagt til grunn for beregningene, da dette anses som mest representativt for «dagens situasjon».

Generelt vil endringer i konsentrasjoner fra et år til det neste være mye mer påvirket av forskjeller i meteorologiske data enn forskjeller i utslipps- og aktivitetsdata. Analyseåret 2024 er valgt fordi det er langt nok frem til at nye tiltak kan få effekt og samtidig ikke så langt frem at prognosene som legges til grunn for enkeltparametere som f.eks. endring i kjøretøypark og trafikkvolum blir for usikre. Resultatene fra modellberegningene for dagens situasjon og referansesituasjonen er presentert i avsnitt 4.

Det er utført følgende beregninger for å se hvilke effekter ulike tiltak har på lokal luftkvalitet for framtidig situasjon 2024 :

- Effekt på PM₁₀-konsentrasjonene av økt piggfriandel ved opprettholdelse av gebyrordning
- Effekt på PM₁₀-konsentrasjonene av redusert piggfriandel ved avvikling av gebyrordning
- Effekt på PM₁₀-konsentrasjonene av miljøfartsgrense på deler av E39
- Effekt på NO₂-konsentrasjonene av landstrøm for skipstrafikken

Det er også utført enkelte sensitivitetsberegninger for framtidig situasjon 2024:

- Effekt på PM₁₀-konsentrasjonene av reduserte tunnelutslipp (f.eks. ved renhold og støvfjerning i tunnelene)
- Effekt på PM₁₀ ved oppnåelse av nullvekstmålet for veitrafikken

Tiltakene er hovedsakelig rettet mot svevestøv, PM₁₀ fordi dette anses som hovedutfordringen i Stavanger. Det er også gjort kvalitative vurderinger av renhold og støvdempende tiltak på og langs veiene, og reduserte utslipp fra vedfyring ved panteordningen.

Effektberegningene av tiltakene og de kvalitative vurderingene er vist i avsnitt 5 og er underlaget til den anbefalte handlingsplanen som presenteres i kapittel 5.

Dette kapittelet gir videre en overordnet beskrivelse av metodikken, inngangsdata og forutsetninger som er benyttet i utslipps- og spredningsberegningene for de ulike scenarioene. En mer detaljert beskrivelse av inngangsdata og utslippsberegningene er gitt i vedlegg A.

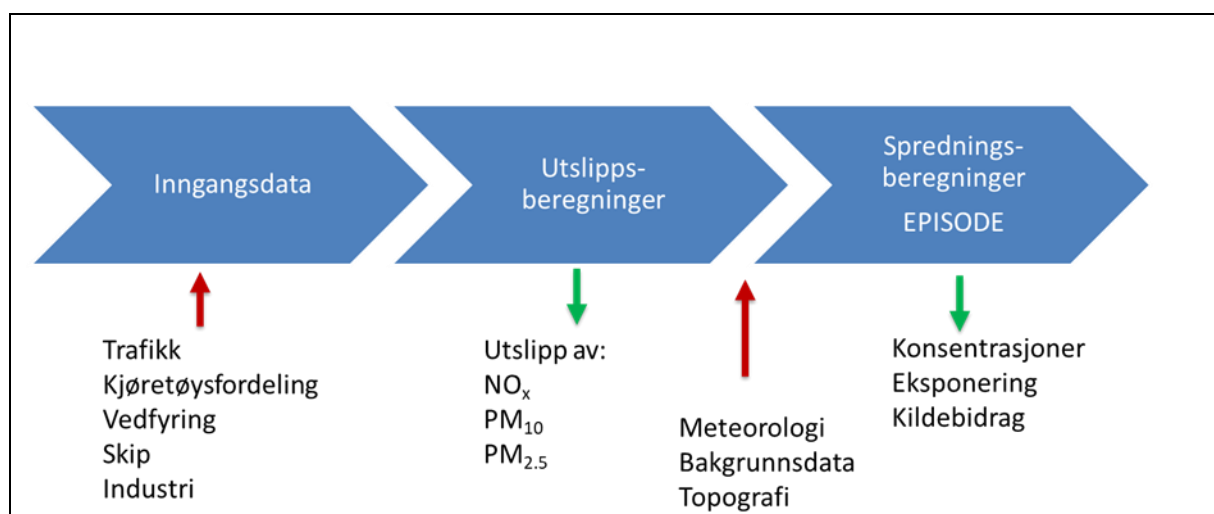
3.1 Overordnet beskrivelse av metodikken

For å kunne framstille luftforurensningskart trenger man luftkvalitetsmodeller/spredningsmodeller. Disse modellene bruker beregnede utslipp fra alle relevante kilder (trafikk, skip, vedfyring, industri) og

kombinerer disse med meteorologiske data, som vind, temperatur og nedbør, for å estimere den romlige og tidsmessige konsentrasjonsfordelingen av forurensende stoffer i atmosfæren.

Figur 3-1 gir en skjematisk framstilling av arbeidsprosessen for utslipps- og spredningsberegninger. For å beregne utslipp fra ulike kilder må det samles inn relevante inngangsdata som f.eks. vedforbruk, trafikkmengde, kjøretøysfordeling med utslippsfaktorer, industri- og skipsaktivitet med utslippsfaktorer. I dette prosjektet kommer mange av inngangsparametrene knyttet til veitrafikk fra en egen trafikkmodell (RTM).

Utslippsmodellen fordeler utslippene fra de ulike kildene geografisk og angir også tidsvariasjonene i utslippene. Basert på de beregnede utslippene og informasjon om topografi, meteorologi og bakgrunnskonsentrasjoner, beregner spredningsmodellen konsentrasjonsfordelingen ved bakken. Beregningene vil også vise hvor mye de enkelte utslippskildene bidrar til konsentrasjonen av PM og NO₂ ved bakken, samt hvor mange personer som bor i områder med nivåer over gjeldende grenseverdier.



Figur 3-1: Skjematisk framstilling av arbeidsprosessen med utslipps- og spredningsberegningene i tiltaksutredningen. Trafikkberegninger foretas separat og disse leverer informasjon om trafikken som f.eks. trafikkvolum, fart og veibredde som er viktige inngangsdata for utslippsberegningene. Meteorologiske data inngår også i utslippsberegningene for vedfyring og veistøv.

NILU har utviklet utslippsmodeller for hver kildegruppe som benyttes i utredningen. Metodikken og grunnlaget for utslippsberegningene for hver kildegruppe (trafikk, skip, vedfyring, industri og flytrafikk⁹) er nærmere beskrevet i Vedlegg A både for Dagens situasjon 2018 og for framskrivningen til 2024. Resultatene fra utslippsberegningene for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024 fra hver enkelt hovedkilde er oppsummert i kapittel 3.3.

I dette prosjektet er det utført egne meteorologiske beregninger for 2018 med WRF (Weather Research and Forecasting model), se Vedlegg B. Spredningsmodellen som er blitt benyttet i dette prosjektet, kalles EPISODE, og er utviklet ved NILU over flere tiår, sist dokumentert av Hamer et al., (2019). Modellen har vært benyttet i mange ulike studier, både i tidligere tiltaksutredninger (Høiskar, Sundvor, Johnsrud, Haug & Solli, 2017; Weydahl, Grythe, Høiskar, Svorstøl & Haug, 2018; Weydahl, Walker, Johnsrud, Vo & Ranheim, 2019), for beregning av luftsonekart og for bruk i varslingsstjenesten for de største byområdene i Norge. Utslipps- og spredningsberegningene er utført på et domene (Figur 3-2) som dekker Stavanger kommune (med unntak av Finnøy og Rennesøy), Sola, Randaberg og en

⁹ Basert på en vurdering gitt i Vedlegg A er utslipp fra industri og flytrafikk neglisjert i spredningsberegningene

andel av Sandnes og Klepp. En mer detaljert beskrivelse av metode og forutsetninger for utslipps- og spredningsberegninger er gitt i Vedlegg A.



Figur 3-2: Modellområdet som er benyttet i utslipps- og spredningsberegningene for Stavanger omfatter et rutenett på 16 x 30 ruter på 1x1 km.

3.2 Trafikkberegninger for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024

Trafikken er modellert med Transportmodellen Regional Transportmodell (RTM) Delområdemodell (DOM) Nord-Jæren.

Resultatene av modellkjøringen for Referansesituasjonen 2024 gir betydelig høyere trafikk enn i 2018 målt i trafikkarbeid og antall turer. Økningen i lett trafikkarbeid er på om lag 11 % i modellområdet for Stavanger hvor spredningsmodellen benyttes, se Figur 3-2. I modellberegningene er det lagt til grunn en befolkningsvekst på 2,7 % fra 2018 til 2024. Dette gir en økning i det totale antall turer på 3,9 %, mens økningen i bilturer blir på 5,5 %. I tillegg øker reiselengden ved bedre fremkommelighet og at reiser med ferger er flyttet over på bil ved åpningen av Ryfast. Se Vedlegg D for en mer detaljert gjennomgang av den beregnede trafikkøkningen.

For Stavanger er det inngått byvekstavtale med tilhørende tiltak (se avsnitt 1.8) som har nullvekst for personbiltrafikken mellom 2017 og 2032 som mål. Som vist gir beregningene for modellområdet (Figur 3-2) som omfatter Stavanger og noen omkringliggende kommuner ca. 11 % vekst i det totale trafikkarbeidet. Det er ikke fullstendig samsvar mellom det som ligger inne i modellberegningene for Referansesituasjonen 2024 som er brukt her og det som ligger inne i vedtatt byvekstavtale for Stavanger (<https://bymiljopakken.no/om-oss/>):

- Sykkelstamveien er ikke kodet inn i modellen
- Veiprosjektene E39 Hove-Ålgård og E39 Smiene-Harestad er ikke inkludert.

- Bussveien er kodet inn i modellen, men det er ikke nødvendigvis eksakt det busstilbudet som vil bli kjørt, da dette ikke er helt avklart på nåværende tidspunkt.

Disse forskjellene trekker i litt ulik retning for biltrafikken, men vil erfaringsmessig gi mindre utslag i sum. Sykkelstamveien i modellen kunne gitt noe overføring fra bil til sykkel, mens de to veiprojektene på E39 ville bedret fremkommeligheten for bil som generelt vil øke biltrafikken. Den eksakte utformingen av busstilbudet har liten effekt så lenge det er kodet inn et tilbud med høy nok frekvens og med den gjeldende hastigheten som ligger i veinettet.

En vesentlig forskjell mellom beregningene som følger byvekstavtalen og beregningene i denne tiltaksutredningen er at det lagt inn veipricing (kr/km) som generelt virkemiddel for å oppnå nullvekst (Statens vegvesen, 2017a), mens beregningene som foreligger her benytter det faktiske bomsnittet med 21 kr per passering (med dobbel takst for tunge biler og i rushtrafikken). I tillegg passerer elbiler, som etter prognosen utgjør ca. 32 % av lett trafikkarbeid i 2024, gratis i bomringen.

Nullvekstmålet gjelder personbiltrafikken, mens beregnet lett trafikkarbeid i modellen også omfatter varebiler og næringstransport. Beregningene for 2018 baserer seg på trafikksituasjonen etter at bompengene åpnet 1. oktober. Det betyr at trafikkreduksjonen som skyldes bompengene allerede er tatt høyde for i 2018-scenariot.

Det understrekes at RTM er en modell og den virkelige trafikkutviklingen vil kunne avvike fra beregningene. Det har vært en viss nedgang i trafikkmengde på enkelte tellepunkter i Stavanger de siste årene. Dobbel takst i rushtrafikken ble avvirket fra og med 10.02.2020. Ryfast åpnet våren 2020, men Covid-situasjonen ga lavere aktivitet våren 2020. Det er derfor for tidlig å se effekten av nytt veisystem og revidert takstordning. Trafikkveksten vil overvåkes som en av indikatorene for måloppnåelse i byvekstavtalen. For å illustrere effekten av at dette målet oppnås er det utført en sensitivitetberegning hvor Referansesituasjonen 2024 har nullvekst mot Dagens situasjon 2018 innenfor beregningsdomenet (se kapittel 4.7).

3.3 Utslippsberegninger for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024

Tabell 3-1 oppsummerer totale utslipp fra de kjente kildegruppene innenfor modellområdet for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. Overordnet er det en betydelig reduksjon i NO_x-utslipp, en liten nedgang i PM_{2,5}-utslipp og en viss økning i PM₁₀-utslippene.

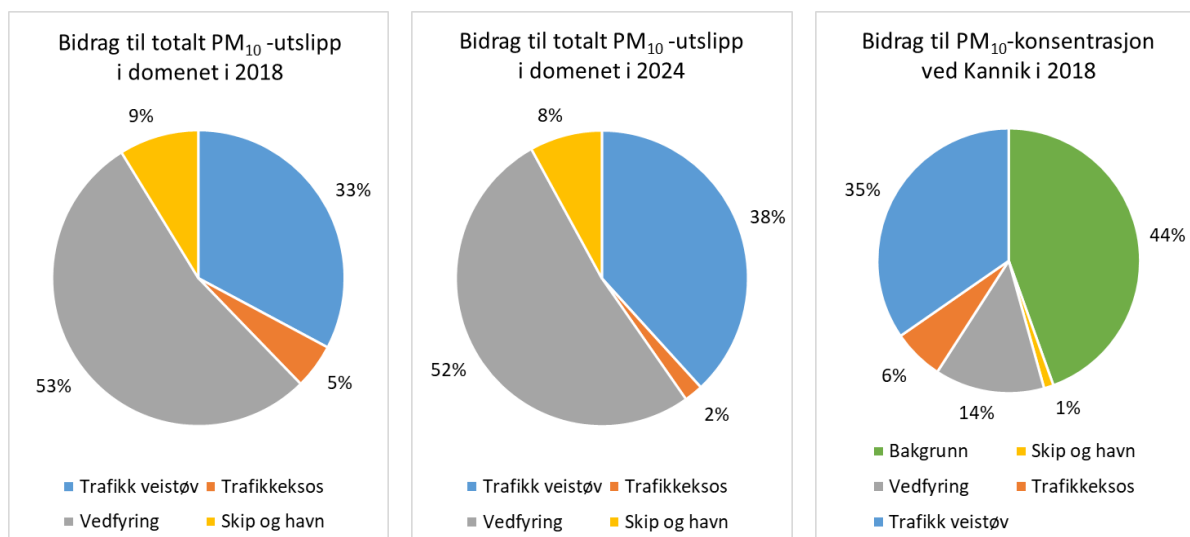
Eksosutslippet av svevestøv reduseres med over 50 prosent mellom 2018 og 2024 som følge av fornyelse av bilparken med et større innslag av elektriske biler og nyere biler med bedre partikkelrensning av avgassene. For PM₁₀ oppveies denne reduksjonen av økningen i veistøv som gir en netto økning på 3,4 prosent. Dette skyldes i all hovedsak økningen i trafikk på de mest trafikkerte veiene. Økt trafikk vil gi noe mer slitasje og oppvirvling av veistøv og medfører en økning i PM₁₀-utslippet fra veistøv på 21 prosent innenfor beregningsdomenet. Økningen i veistøv er prosentvis større enn økningen i trafikk (ca. 11 prosent). Dette skyldes at trafikken øker mest på veiene som har høyest hastighet og utslippet av svevestøv øker med hastigheten. I tillegg til trafikkøkningen er det også en økning på ca. 40 km i veilengde med 80 sone som i hovedsak er utvidelsen ved Ryfast og Eiganestunnelen.

Tabell 3-1: Totalt utslipp (i tonn/år) av PM₁₀, PM_{2,5} og NO_x fra de kjente kildegruppene innenfor modellområdet som benyttes i beregningene for Dagens situasjon (2018) og Referansesituasjonen 2024. I kolonnene lengst til høyre vises forventet prosentvis endring fra Dagens situasjon 2018 til 2024. Eksosutslippene fra trafikk er differensiert på lette biler, tunge (lastebiler og trekkbiler) og busser. Utslipp fra vedfyring er antatt uendret mellom 2018 og 2024. Industriutslippet er hovedsakelig fra Forus energigjenvinning som ligger i Sandnes, men dette bidraget er neglisjert i spredningsberegningene.

Kilde (tonn/år)	Dagens situasjon 2018			Referansesituasjonen 2024			% -vis endring i utslipp fra 2018 til 2024		
	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x
Trafikk veistøv	163	15	-	196	18	-	21%	22%	
Trafikkeksos	24	24	1018	11	11	589	-56%	-56%	-42%
-Lette biler	21	21	734	9	9	430	-57%	-57%	-41%
-Tunge	2	2	192	1	1	111	-54%	-54%	-42%
-Busser	1	1	88	1	1	47	-54%	-54%	-47%
Vedfyring	266	266	-	266	266		-	-	-
Skip og havn	44	44	1085	41	41	1025	-6%	-6%	-6%
Industri	0.9	0.9	73	0.9	0.9	73	-	-	-
Totalt	498	350	2176	515	337	1687	3,4%	-3,8%	-22,5%

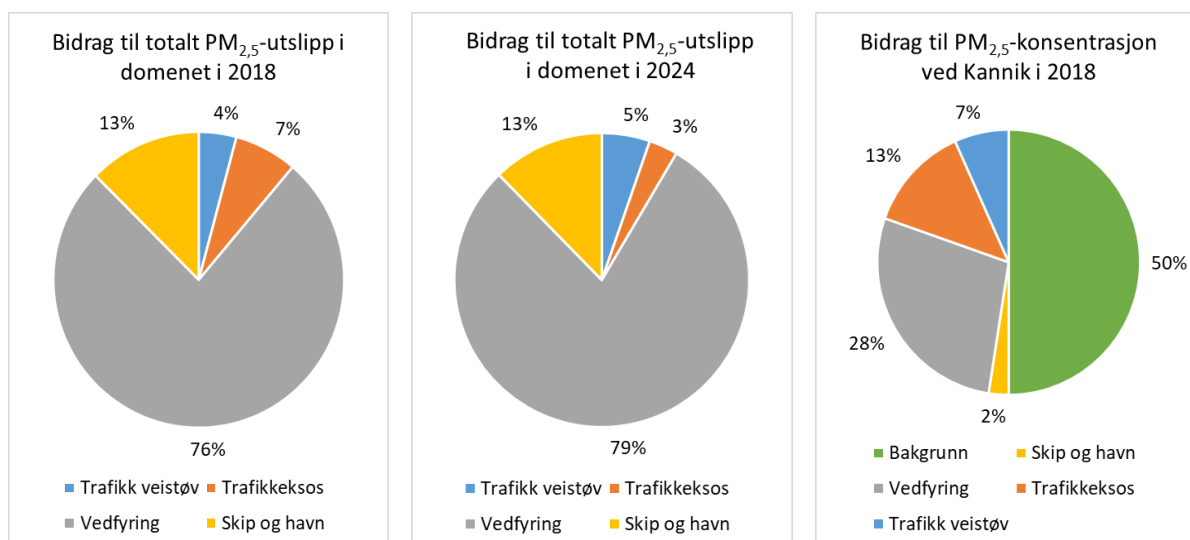
Figur 3-3 og Figur 3-4 viser det relative bidraget (i prosent) fra de ulike kildegruppene til totalt utslipp av PM₁₀, PM_{2,5} og NO_x (NO+NO₂) for henholdsvis 2018 og 2024 i hele modellområdet. I tillegg vises kildenes relative bidrag til årsmiddelkonsentrasjon ved Kannik. Det er lette biler som gir det største bidraget til eksosutslipp (PM og NO_x) selv om utslippsfaktorene per kjøretøy er større for tunge biler. Når det gjelder veistøv er det vanskelig å kvantifisere bidraget fra tunge kjøretøy isolert, fordi tunge kjøretøy også bidrar til oppvirvling av støvet som er produsert fra *alle* kjøretøy. Dersom piggfriandelen settes til 100 % for tunge kjøretøy, reduseres beregnet utslipp av veistøv med ca. 6 %. Dette viser at lette kjøretøy dominerer også i bidraget til veistøv.

Det er viktig å påpeke at selv om vedfyring er den største kilden til svevestøv i tonn per år med 53 prosent av utslippet, så er veistøv og eksos med 38 prosent av totalutslippet den dominerende kilden til konsentrasjonen av PM₁₀ ved bakken. Dette skyldes at utslippene fra vedfyring og spesielt skip slippes ut i større høyde enn veiutslippet og fortynnes derfor i større grad før det når bakkenivå. Dette blir tydelig ved kildenes bidrag til konsentrasjonen ved Kannik i Figur 3-3. Se også kildeallokeringen for andre målestasjoner i kapittel 3.4.2.



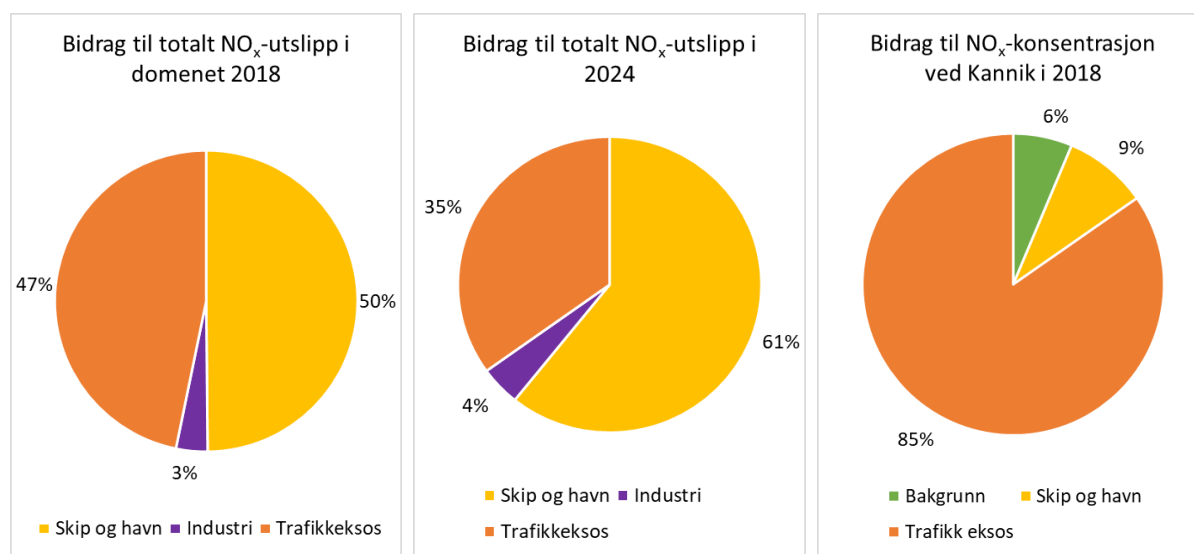
Figur 3-3: Figuren til venstre og i midten viser hvor mye de ulike kildegruppene bidrar (i prosent) til totalt utslipp (tonn per år) av PM₁₀ innenfor modellområdet for henholdsvis 2018 og 2024. Bidraget fra industri på mindre enn én prosent er ikke vist i figurene. Figuren lengst til høyre viser beregnet kildebidrag til konsentrasjonen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved Kannik i 2018.

For PM_{2,5} er bidraget fra vedfyring dominerende både i 2018 og 2024 med over 75 prosent av det totale utslippet. Utslippene av PM_{2,5} fra eksos reduseres med over 50 % for alle kjøretøygrupper fra 2018 til 2024 ved fornyelse av bilparken. Samtidig er det en økning i beregnet finstøv fra veistøv. Skipsutslipp reduseres med 6 % ved overgang til landstrøm for offshore supply skip. Samlet gir dette en reduksjon på 3,8 % for totalt utslipp av PM_{2,5}. Ved Kannik gir vedfyring et beregnet bidrag til bakkekonsentrasjonen i 2018 på 28 %, mens trafikkeksos og veistøv samlet gir et bidrag på 20 %.



Figur 3-4: Figuren til venstre og i midten viser hvor mye de ulike kildegruppene bidrar (i prosent) til totalt utslipp (tonn per år) av PM_{2,5} i 2018 og 2024 i modellområdet. Bidraget fra industri på mindre enn én prosent er ikke vist i figurene. Figuren lengst til høyre viser beregnet kildebidrag til konsentrasjonen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved Kannik i 2018.

For NO_x reduseres totalutslippet fra 2018 til 2024 med 22,5 prosent. Utslippet fra veitrafikken reduseres med 42 prosent alene, noe som skyldes reduserte utslipp fra lastebiler/trekkbiler og busser som følge av overgang til Euro VI og utfasing av eldre Euroklasser samt introduksjon av elektriske person- og varebiler. Figur 3-5 viser at skip er den største kilden til NO_x -utslipp i beregningsområdet i 2018. Selv om landstrøm er innført i Stavanger Havn og Risavika i 2024, som gir en reduksjon i skipsutslippet på 6 % i beregningsområdet, så øker det relative bidraget til totalutslippet i 2024, fordi reduksjonen i veitrafikkbidraget er større. Bidraget til bakkekonsentrasjoner i byområdene er dominert av eksos fra veitrafikk. Dette er illustrert ved kildenes bidrag til konsentrasjonen ved Kannik i 2018 (Figur 3-5). Se også kildeallokeringen for andre målestasjoner i kapittel 3.4.2.



Figur 3-5: Figuren til venstre og i midten viser hvor mye de ulike kildegruppene bidrar (i prosent) til totalt utslipp (tonn per år) av NO_x i 2018 og 2024 i modellområdet. Figuren til høyre viser beregnet kildebidrag til konsentrasjonen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved Kannik i 2018.

3.4 Beregning av PM_{10} -konsentrasjoner

Beregningene av svevestøv bygger på noe forenklete forutsetninger hvor det er sett bort i fra renhold og støvdempende tiltak. Dette vil kunne gi høyere verdier i beregningene enn forventet slik også sammenligningen med veinære stasjoner (Kannik og Schancheholen) viser.

3.4.1 Dagens situasjon 2018 og Referanse 2024

Tabell 3-2 viser målte og beregnede årsmiddelverdier ved bybakgrunnsstasjonen Våland og de veinære stasjonene Kannik og Schancheholen. Ved Schancheholen startet målingene 1. juni 2018 og årsmiddelet for målingene er kun for perioden med drift, mens beregnet årsmiddel er oppgitt for hele året. For en direkte evaluering mot målinger, se Vedlegg C.

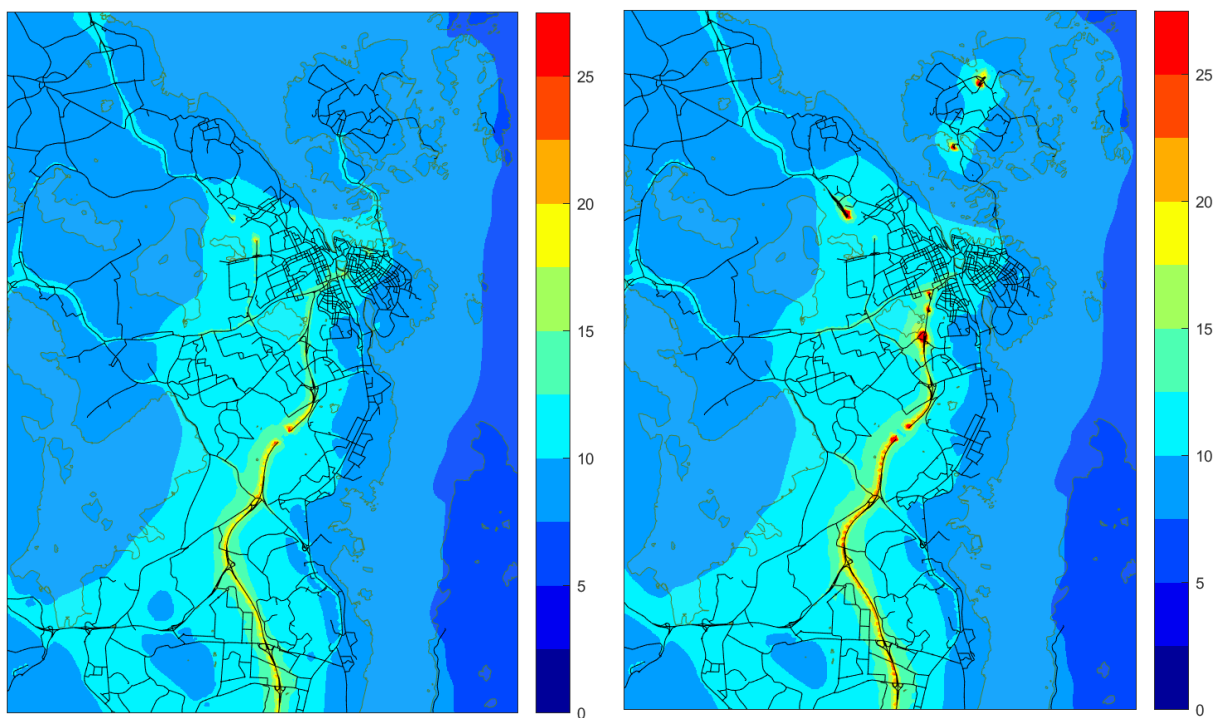
Økningen fra 2018 til 2024 i beregnet årsmiddel konsentrasjon på Våland skyldes en svak trafikkøkning på småveiene som får et visst utslag på årsmiddelet. Reduksjonen i konsentrasjon på Kannik skyldes en nedgang i trafikken fordi en del gjennomgangstrafikk ledes gjennom tunnelsystemet og utenom Madlaveien (FV 509). Ved Schancheholen (E39) viser beregningene en vesentlig økning, og årsmiddel øker med over 40 % fra 2018 til 2024. Dette skyldes først og fremst påvirkningen fra tunnelmunningen, men trafikkøkningen på E39 spiller også en viss rolle. Hvor godt modellen håndterer spredningen fra tunnelmunningene er derimot vanskelig å verifisere, da det finnes få målinger å sammenligne modellresultatene med. Det vil kreve mer detaljerte studier for å vurdere nivåene i disse områdene og hvor store områder rundt munningene som eventuelt kan ha konsentrasjoner over grenseverdien.

Utviklingen i verdier ved Schancheholen etter åpningen av Ryfast vil kunne være en indikasjon på dette.

Tabell 3-2: Målte og beregnede årsmiddelkonsentrasjoner for PM₁₀ ved målestasjonene. Kolonnen helt til høyre viser beregnet endring av årsmiddelkonsentrasjonen (i prosent) fra Dagens situasjon 2018 til Referansesituasjonen 2024. (*) Ved Schancheholen startet målingene 1. juni 2018.

Målesteder	Målinger 2018	Modell 2018	Modell Referanse 2024	% endring fra 2018 til 2024
Våland	11,6	11.0	11.4	+3%
Kannik	14,4	15,6	14,9	-5%
Schancheholen	11,1 (*)	15.5	22.0	+42%

Figur 3-6 viser kart over de beregnede årsmiddelverdiene for PM₁₀ for henholdsvis Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. Røde felt indikerer områder over den juridiske grenseverdien for årsmiddel på 25 µg/m³. I 2018 er det ikke beregnet overskridelser av denne grensen. Økningen i konsentrasjon fra Dagens situasjon 2018 til Referansesituasjonen 2024 er størst langs E-39 og rundt tunnelmunningene hvor beregningene gir konsentrasjoner av PM₁₀ over den juridiske grenseverdien. Som nevnt er det generelt knyttet større usikkerhet til utslippsberegningene rundt tunnelmunningene.



a) Dagens situasjon 2018

b) Referansesituasjonen 2024

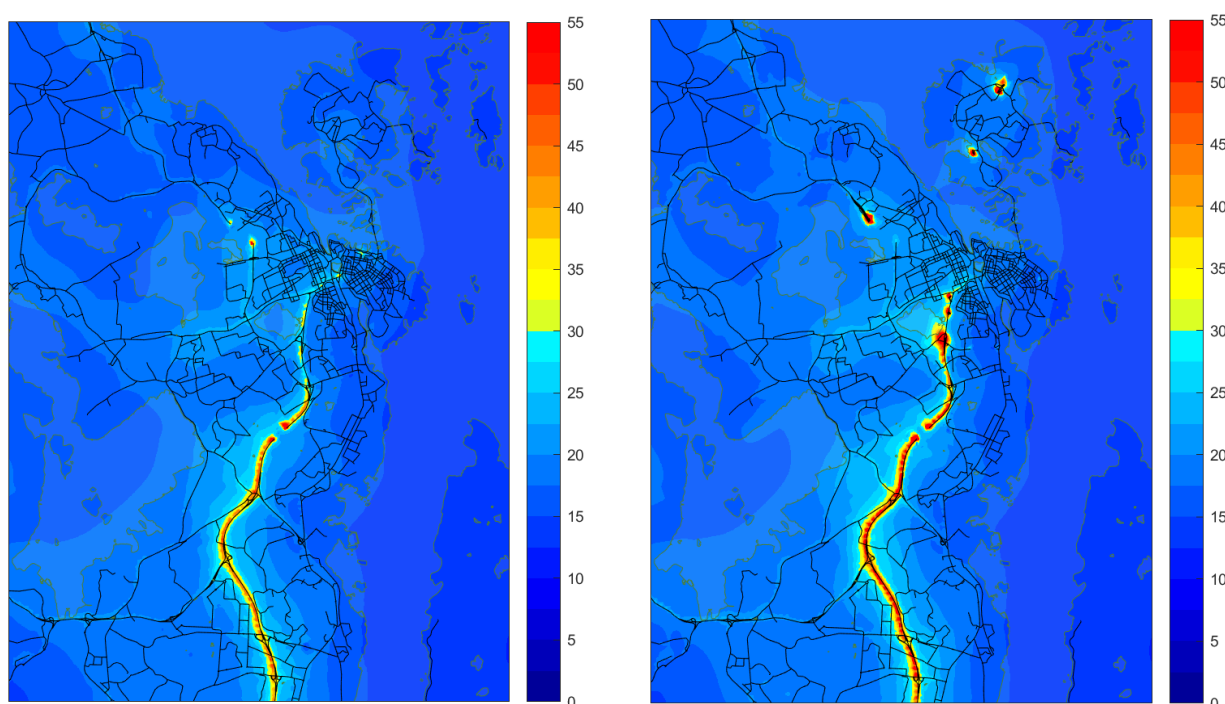
Figur 3-6: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM₁₀ for et utsnitt av modellområdet for a) Dagens situasjon 2018 og b) Referansesituasjonen 2024. Grenseverdien for årsmiddelverdi er på 25 µg/m³ (markert som overgangen til rødt), mens regjeringens nasjonale mål og helsemyndighetenes anbefaling for årsmiddel er på 20 µg/m³.

Beregningsresultatene for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024 i forhold til forskriftens krav til døgnmiddelverdier for PM₁₀ er vist i Figur 3-7. Siden forskriftens krav til

døgnmiddelverdier tillater 30 døgn med overskridelser av grenseverdien på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vises her den geografiske fordelingen av den 31-ste høyeste døgnmiddel-konsentrasjonen av PM_{10} . De røde feltene er områder som har mer enn 30 døgn med PM_{10} nivåer over juridisk grenseverdi, mens de gule feltene viser områder som har mer enn 30 døgn med PM_{10} nivåer over helsemyndighetenes anbefaling for døgnmiddel ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Antall overskridelser av grenseverdien for døgnmiddel er i langt større grad avhengig av meteorologiske forhold og vil variere fra ett år til et annet. Får man et år med store støvdepot og lite nedbør i vårmånedene kan antall dager med høye PM_{10} nivåer bli høyere enn beregnet her. Tilsvarende vil mye nedbør gi færre overskridelser.

I følge beregningene vil det være fare for overskridelse av antall døgnmiddel langs E39 og rundt tunnelmunningene. Det understrekes at beregningene ikke har tatt høyde for renhold og støvdemping og at verdiene kan forventes å ligge lavere enn det beregningene viser.

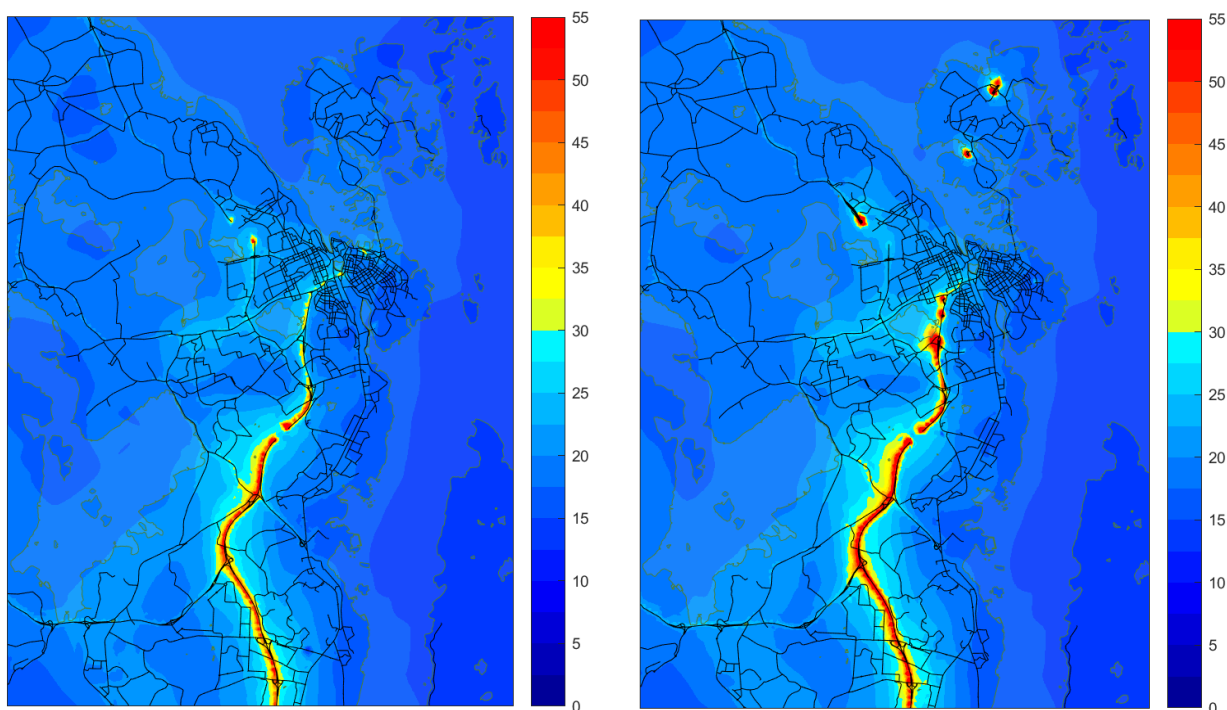


a) Dagens situasjon 2018

b) Referansesituasjonen 2024

Figur 3-7: Kartet viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for henholdsvis dagens situasjon 2018 (a) og Referansesituasjonen 2024 (b). Røde felt er områder med 31 eller flere døgn over juridisk grenseverdi, mens overgangen mellom blå og gul fargeskala markerer områder med 31 eller flere døgn over luftkvalitetskriteriet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Merk at luftkvalitetskriteriet er satt som et anbefalt døgnmiddel uavhengig av antall overskridelser.

Miljødirektoratet, Vegdirektoratet, Folkehelseinstituttet og Meteorologisk institutt (2020) anbefaler at grenseverdiene for svevestøv strammes inn fra dagens $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ til $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for årsmiddel og at dagens 30 tillatte døgn til reduseres til 25. Det 26. høyeste døgnet (Figur 3-8) viser mye av det samme bildet som det 31-ste høyeste døgnet, men området med overskridelse er utvidet noe fra den gjeldende grenseverdien.

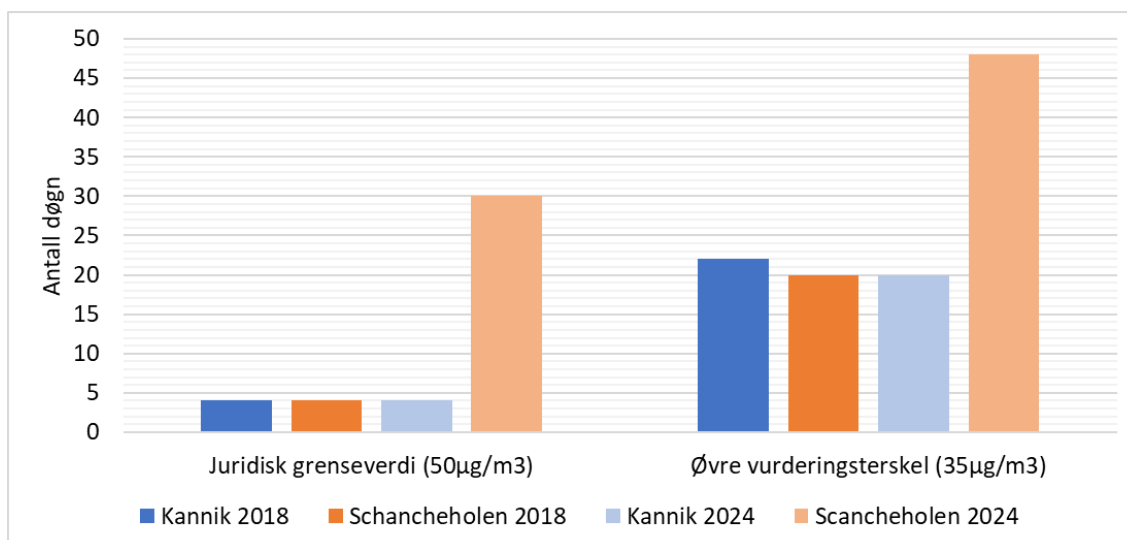


a) Dagens situasjon 2018

b) Referansesituasjonen 2024

Figur 3-8: Kartet viser den 26. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for henholdsvis dagens situasjon 2018 (a) og Referansesituasjonen 2024 (b). Røde felt er områder med 26 eller flere døgn over juridisk grenseverdi, mens overgangen mellom blå og gul fargeskala markerer områder med 26 eller flere døgn over luftkvalitetskriteriet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Merk at luftkvalitetskriteriet er satt som et anbefalt døgnmiddel uavhengig av antall overskridelser.

Antall beregnede overskridelser av juridisk grenseverdi og øvre vurderingsterskel ved Kannik og Schancheholen er vist i Figur 3-9 for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. For Kannik viser beregningene en liten nedgang i antall døgn med verdier over øvre vurderingsterskel. Ved Schancheholen er det derimot en betydelig økning som skyldes økningen i trafikk på E-39, men først og fremst beregnet utslipp fra tunnelmunningen. Det er generelt usikkerhet knyttet til beregninger av utslipp fra tunnelmunninger. Dersom det utføres regelmessig vask av tunnelene slik at svevestøv som er avsatt inne i tunnelen blir fanget opp før det transporteres ut tunnelmunningen, vil utslippet kunne reduseres betydelig. Beregningene tar ikke høyde for dette, men i kapittel 4.2.3 er det utført en sensitivitetsberegning som antar at 25 % av utslippet i tunnelene har blitt fanget opp gjennom renhold.

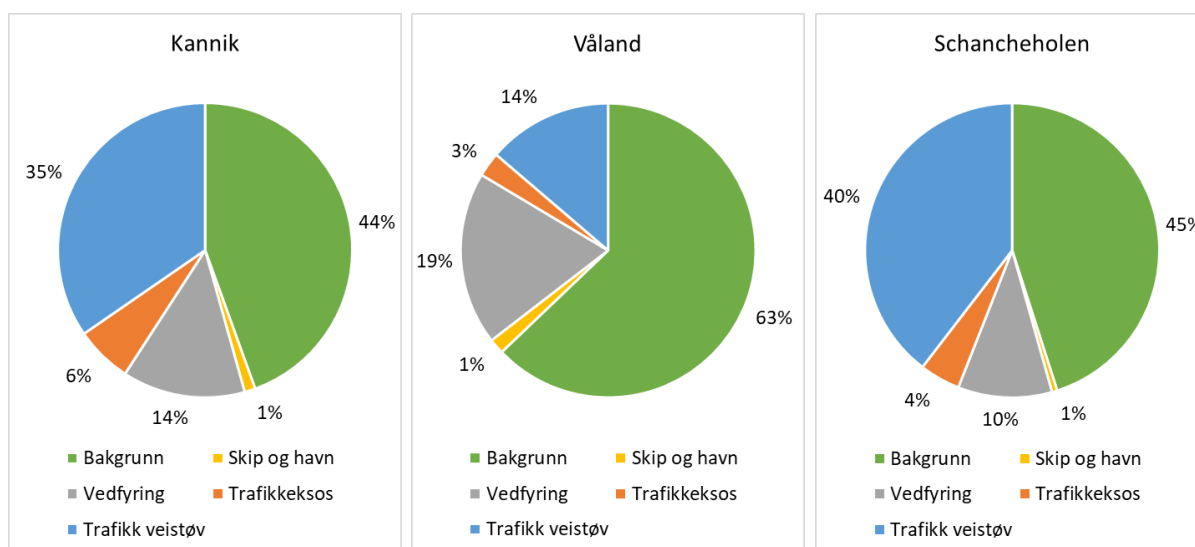


Figur 3-9: Figuren viser antall beregnete overskridelser av grenseverdien for døgnmiddel og øvre vurderingsterskel ved Kannik og Schancheholen for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024.

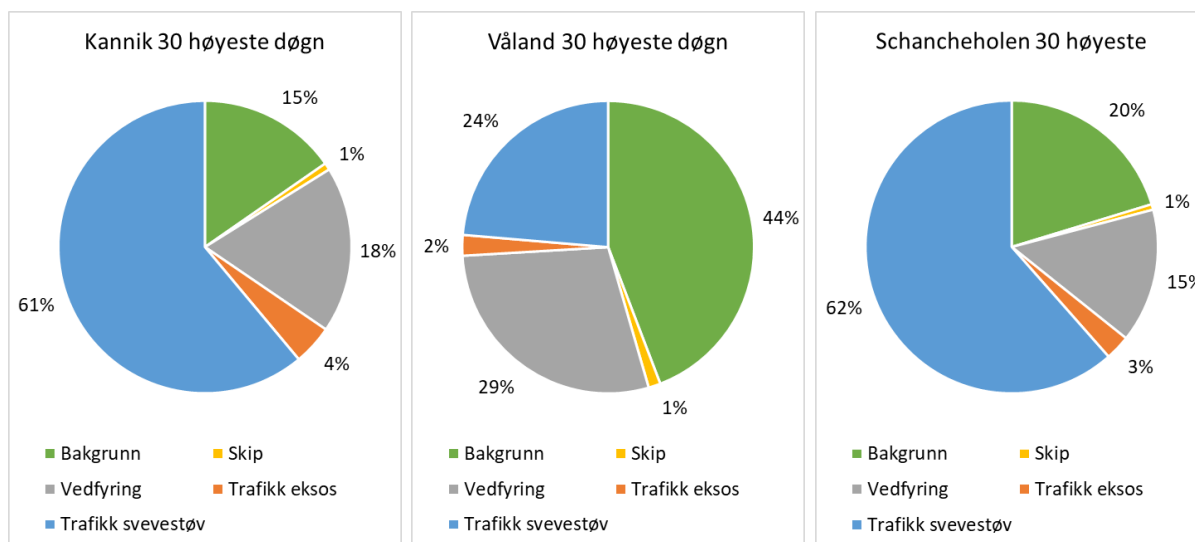
3.4.2 Kildebidrag til PM₁₀-konsentrasjoner for Dagens situasjon 2018

Figur 3-10 viser det relative bidraget til PM₁₀-konsentrasjonene ved Kannik, Våland og Schancheholen i 2018. Det største bidraget er fra «bakgrunn», det vil si forurensning som er transportert inn over modellområdet fra områdene utenfor (fra andre regioner eller fra Europa). Dette bidraget har også en komponent av sjøsalt. Ut over dette er veistøv og eksos fra veitrafikk det største kildebidraget ved de veinære stasjonene, mens vedfyring bidrar mest ved bybakgrunnsstasjonen Våland. Bidraget fra skipstrafikk til PM₁₀ er ubetydelig ved alle tre målestasjoner. Ser man kun på bidraget til de 30 høyeste døgnmiddelverdiene (Figur 3-11), så dominerer veistøv ved de veinære stasjonene med over 60 prosent, mens bakgrunnsbidraget fortsatt er større enn vedfyring og veistøv ved Våland.

Det er ikke utført en egen kildeallokering i 2024, men ved økningen i veitrafikk på E39 og utslippet fra tunnelmunningen vil bidragene fra veistøv fra veitrafikken øke ved Schancheholen.



Figur 3-10: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ ved de tre målestasjonene.



Figur 3-11: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til de 30 høyeste døgnmiddelverdiene for PM₁₀ ved henholdsvis de tre målestasjonene.

3.4.3 Befolkningseksponering

Tabell 3-3 viser antall personer som etter beregningene bor i områder med overskridelse av grenseverdiene for PM₁₀ i forurensningsforskriften. I tillegg vises også antall som bor i områder som overskrider nasjonale mål for årsmiddel, samt antall som eksponeres for 31 døgn eller mer over luftkvalitetskriteriet¹⁰. Fordi det alltid vil være en viss usikkerhet i slike tall, er de presentert avrundet til nærmeste 100.

For alle grenseverdier og kriterier øker antall eksponerte fra Dagens situasjon 2018 til Referansesituasjonen 2024. Økningen vil være størst langs de mest trafikkerte veiene og rundt tunnelmunningene spesielt.

Tabell 3-3: Antall personer i Stavanger som forventes å bo i områder med PM₁₀-nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. Antall som eksponeres for nasjonalt mål og luftkvalitetskriteriet for døgnmiddel er også oppgitt. Tallene er oppgitt i intervaller på 100.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi (25 µg/m ³)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (31 døgn over 50 µg/m ³)	Antall som eksponeres for årsmiddel over nasjonalt mål (20 µg/m ³)	Antall som eksponeres for 31 døgn eller mer over luftkvalitetskriteriet (døgnmiddel 30 µg/m ³)
Dagens situasjon 2018	0	0	0	Ca. 200-300
Referansesituasjonen 2024	<100	100-200	100-200	Ca. 1000

¹⁰ Luftkvalitetskriteriet er et kriterium som er uavhengig av antall døgn, men for sammenligningens skyld er presentert som 31 døgn over, på lik linje med den juridiske grenseverdien.

3.5 Beregning av PM_{2,5}-konsentrasjoner

3.5.1 Dagens situasjon 2018 og Referanse 2024

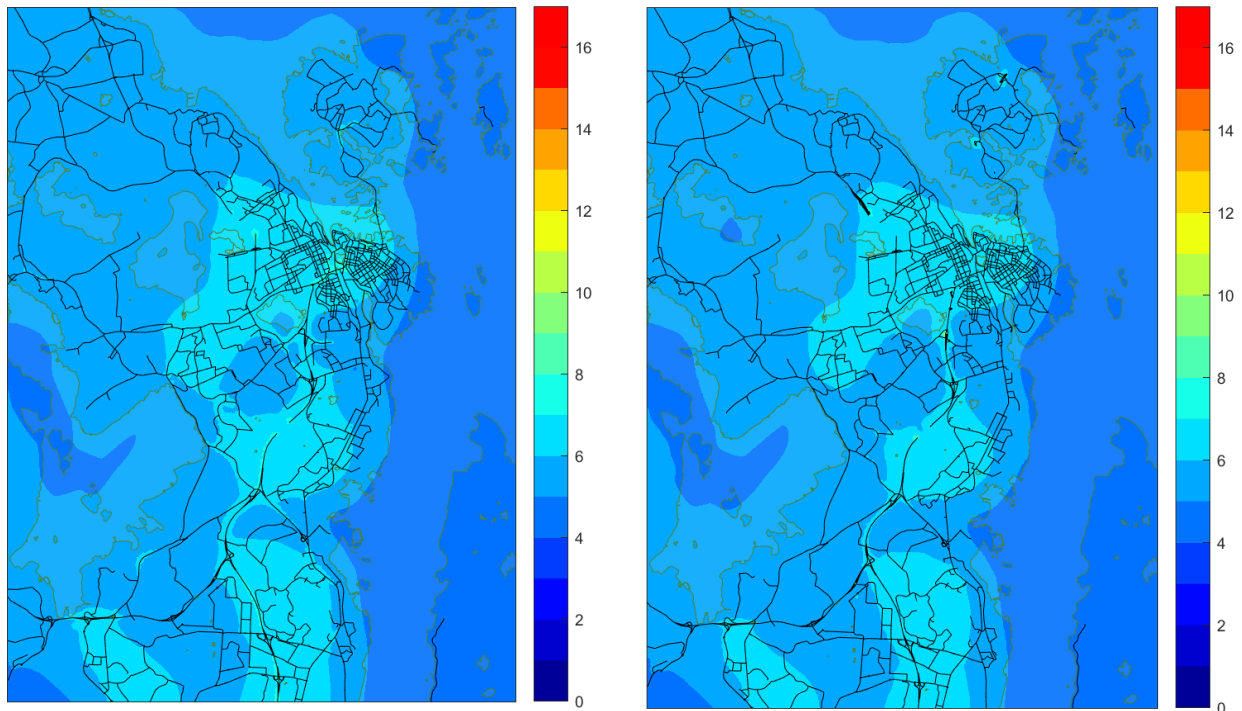
Tabell 3-4 viser målte og beregnede årsmiddelverdier for PM_{2,5} ved målestasjonene. Reduksjonen ved Kannik skyldes både at det er en reduksjon i trafikk, og at bilparken er nyere med bedre renseteknologi og flere null-utslippsbiler. Ved Schancheholen oppveies renere bilpark av trafikkøkningen på E39 og av eksos- og veistøvbidraget fra tunnelmunningen.

Tabell 3-4: Målte og beregnede årsmiddelverdier ved målestasjonene. Kolonnen helt til høyre viser beregnet endring av årsmiddelverdien (i prosent) fra Dagens situasjon 2018 til Referansesituasjonen 2024. () Beregnet årsmiddel ved Schancheholen gjelder for hele året, mens målingene startet 1. juni og kan derfor ikke sammenlignes direkte med målinger her. For en direkte evaluering mot målinger, se Vedlegg C.*

Målesteder	Målinger 2018	Modell Dagens 2018	Modell Referanse 2024	% endring fra 2018 til 2024
Våland	7,3	6,5	6,4	-1%
Kannik	8,7	7,5	6,8	-10%
Schancheholen	8,0 (*)	6,7	6,7	0%

Figur 3-6 viser kart over de beregnede årsmiddelverdiene for PM_{2,5} i hele domenet for henholdsvis Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. Beregningene viser ingen områder med nivåer over juridisk grenseverdi (15 µg/m³). Det er generelt liten endring i det generelle konsentrasjonsnivået mellom scenarioene. Regjeringens nasjonale mål og helsemyndighetenes anbefaling for årsmiddel på 8 µg/m³ kan leses ut fra fargeskalaen, og det er kun i et svært avgrenset område rundt tunnelmunningene at denne verdien er overskredet.

PM_{2,5}-nivåene vil til en viss grad være avhengig av meteorologiske forhold og vil variere fra ett år til et annet, særlig i forhold til kuldeperioder med mye vedfyring og stillestående kald luft. Ut ifra målingene og beregningene, samt en vurdering av meteorologien i 2018, anses det likevel som svært lite sannsynlig at årsmiddel for PM_{2,5} vil kunne overstige forskriftens grenseverdi for årsmiddel. Det vil kunne være en viss fare for at PM_{2,5} overstiger det nasjonale målet nær tunnelmunningene og langs E39 basert på trafikkøkningen her og det faktum at beregningene underestimerer de målte verdiene noe.



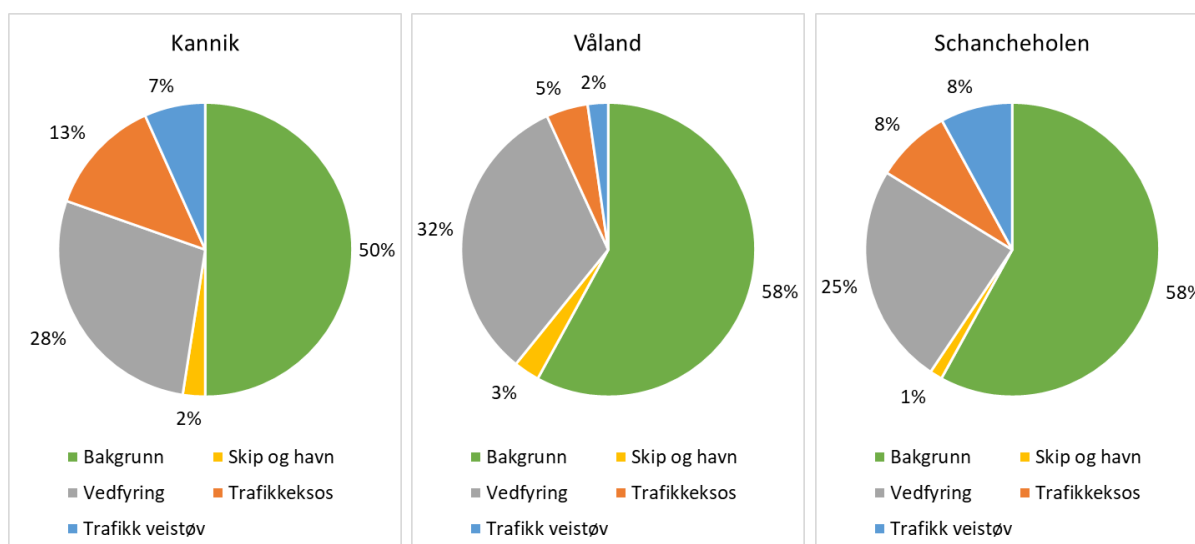
a) Dagens situasjon 2018

b) Referansesituasjonen 2024

Figur 3-12: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for $PM_{2,5}$ for et utsnitt av modellområdet for a) Dagens situasjon 2018 og b) Referansesituasjonen 2024. Det er ingen fare for overskridelse av grenseverdien for årsmiddelverdi på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.5.2 Kildebidrag til $PM_{2,5}$ -konsentrasjoner for Dagens situasjon 2018

Figur 3-10 viser det relative bidraget til $PM_{2,5}$ -konsentrasjonene ved Kannik, Våland og Schancheholen i 2018. Ved alle tre målestasjonene er vedfyring den viktigste kilden sett bort i fra bakgrunnsbidraget. Ved de veinære stasjonene er veistøv og eksos det nest-viktigste bidraget. Det er ikke utført en egen kildeallokering for Referansesituasjonen 2024, men det er forventet at bidragene fra særlig trafikkeksos vil reduseres. Se kapittel 4.6 for en kildeallokering per døgn og mer om vedfyringens bidrag til $PM_{2,5}$.



Figur 3-13: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for $PM_{2,5}$ ved de tre målestasjonene

3.5.3 Befolkningseksposering

Beregningene viser ingen befolkningseksposering for nivåer over forskriftens grenseverdi ($15\mu\text{g}/\text{m}^3$) eller nasjonalt mål for årsmiddel ($8\mu\text{g}/\text{m}^3$) for Dagens situasjon 2018 eller Referansesituasjonen 2024.

3.6 Beregning av NO_2 -konsentrasjoner

3.6.1 Dagens situasjon 2018 og Referanse 2024

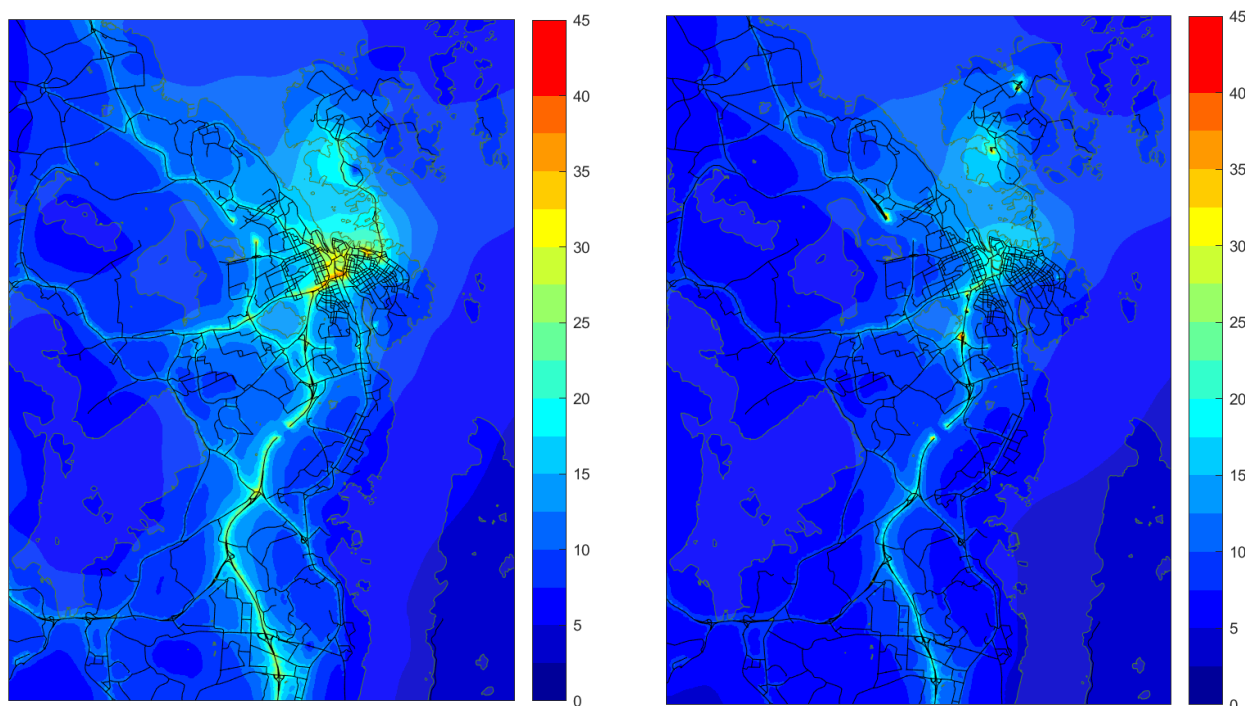
Tabell 3-5 viser beregnede årsmiddelverdier på de tre målestasjonene som måler NO_2 . I tillegg er et punkt på taket av Strandkaien havnelager på vestsiden av Vågen vist som i større grad fanger opp bidraget fra skipstrafikken. Datadekningen for målingene ved Kannik og Våland er dårlig i 2018 og Schancheholen startet opp først i juni 2018, så derfor er ikke målingene vist her. Avviket mellom tilgjengelige målinger og beregnede verdier er analysert og kommentert i Vedlegg A. Typisk ligger nivåene for årsmiddel høyere både ved Kannik og Schancheholen enn ved bybakgrunnstasjonen Våland og ved Strandkaien havnelager for begge scenarioer. NILU har utført målinger med passive prøvetakere i 2018 på øst- og vestsiden av Vågen (dokumentert i Aamdal & Klausen (2019)) og disse viser generelt et gjennomsnittlig lavere nivå enn beregningene. Typisk overestimerer EPISODE de beregnede NO_2 -nivåene, noe også evalueringen i Vedlegg C bekrefter.

Beregningene for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024 viser at det forventes en betydelig reduksjon i årsmiddelverdiene ved målestasjonene fram mot 2024. Dette skyldes først og fremst forventet reduksjon i NO_x -utslipp fra kjøretøyparken. Reduksjonen i utslipp er størst ved Kannik som i tillegg har en reduksjon i trafikknivået, men minst ved Schancheholen hvor etableringen av tunnelmunningen for Ryfast og en generell trafikkøkning på E39 bidrar i motsatt retning. Det samme grunnlaget for skipstrafikk er benyttet for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. Utslipsreduksjonen ved at skip benytter landstrøm vil, ved antagelsene som ligger til grunn, også ha et visst bidrag ved Våland og Strandkaien Havnelager spesielt. Det understrekes at det er usikkerheter knyttet til utslipsreduksjonen ved landstrøm, fordi det ikke foreligger en god nok oversikt over hvor stor andel av skipene som benytter seg av det tilbudet.

Tabell 3-5: Beregnede årsmiddelverdier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) på steder hvor det foretas målinger av NO_2 med referansemålinger samt Strandkaien Havnelager hvor det har vært plassert ut passive prøvetakere. Kolonnen helt til høyre viser beregnet endring av årsmiddelverdien (i prosent) fra Dagens situasjon 2018 til Referansesituasjonen 2024.

Målesteder	Modell Dagens 2018	Modell Referanse 2024	% endring fra 2018 til 2024
Våland	17,3	13,1	-24%
Kannik	38,3	25,6	-33%
Schancheholen	27,8	26,0	-6%
Strandkaien Havnelager	22,3	16,6	-26%

Figur 3-14 viser de beregnede årsmiddelverdiene for NO_2 for Stavanger kommune for henholdsvis Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. Beregningene viser at årsmiddelverdiene for NO_2 ligger under grenseverdien i hele modellområdet for Dagens situasjon 2018. Beregningene viser videre en betydelig reduksjon i årsmiddelverdiene for NO_2 fram mot 2024 som følge av lavere utslipp av NO_x fra tunge kjøretøy med Euro VI-teknologi, flere elektriske lette biler uten utslipp og et antatt lavere utslipp ved at offshore supply skip benytter seg av landstrøm.



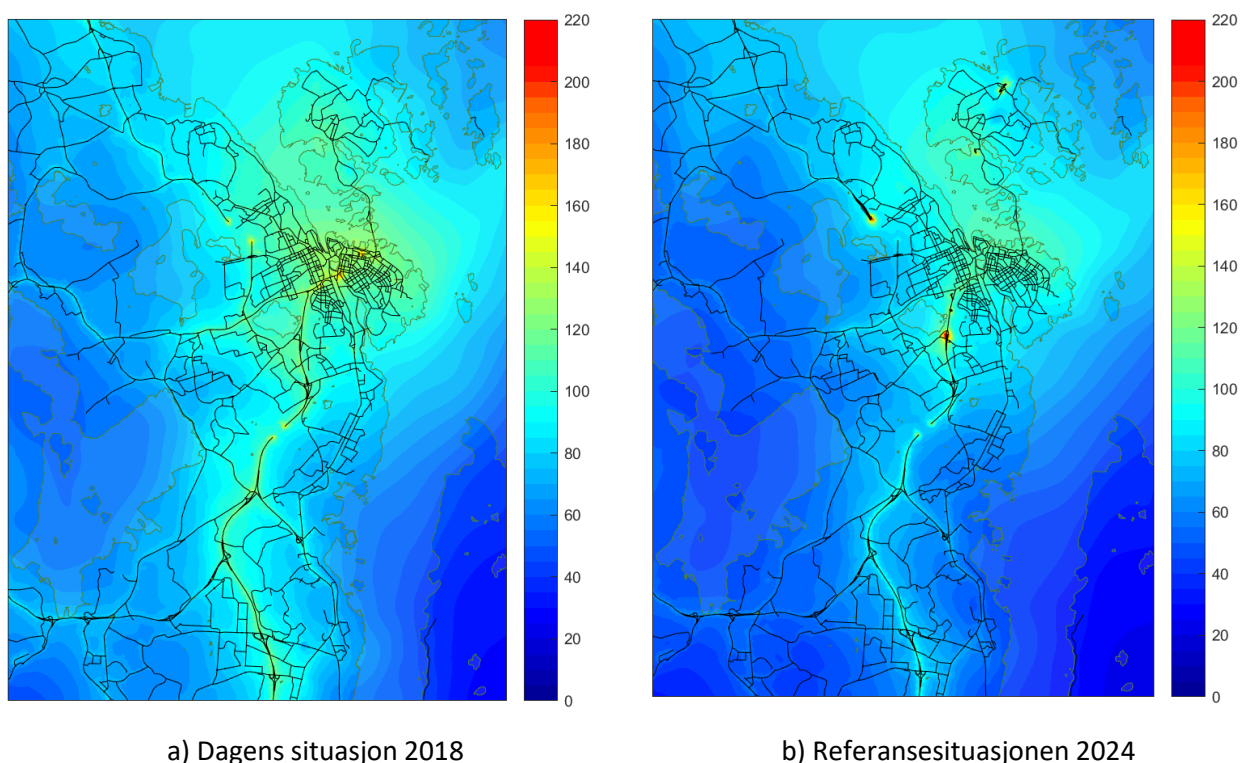
a) Dagens situasjon 2018

b) Referansesituasjonen 2024

Figur 3-14: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for NO_2 for a) Dagens situasjon 2018 og b) Referansesituasjonen 2024. Grenseverdien for årsmiddel for NO_2 er på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ markert ved overgangen til rød konturfarge.

Beregningsresultatene for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024 i forhold til forskriftens krav til timemiddelverdier for NO₂ er vist i Figur 3-15. Siden forskriftens krav til timemiddelverdier tillater 18 timer med overskridelser av grenseverdien på 200 µg/m³ vises her den geografiske fordelingen av den 19-ende høyeste timemiddel-konsentrasjonen av NO₂. Beregningene for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024 gir ingen overskridelser av grenseverdien for timemiddelverdien¹¹.

NO₂-nivåene vil være avhengig av meteorologiske forhold og vil kunne variere fra ett år til et annet. Siden NO₂-nivåene er under grenseverdiene i hele modellområdet, og det forventes en kraftig reduksjon i NO_x-utslippene i årene som kommer, anses risikoen for overskridelser av grenseverdiene for NO₂ å være svært liten.



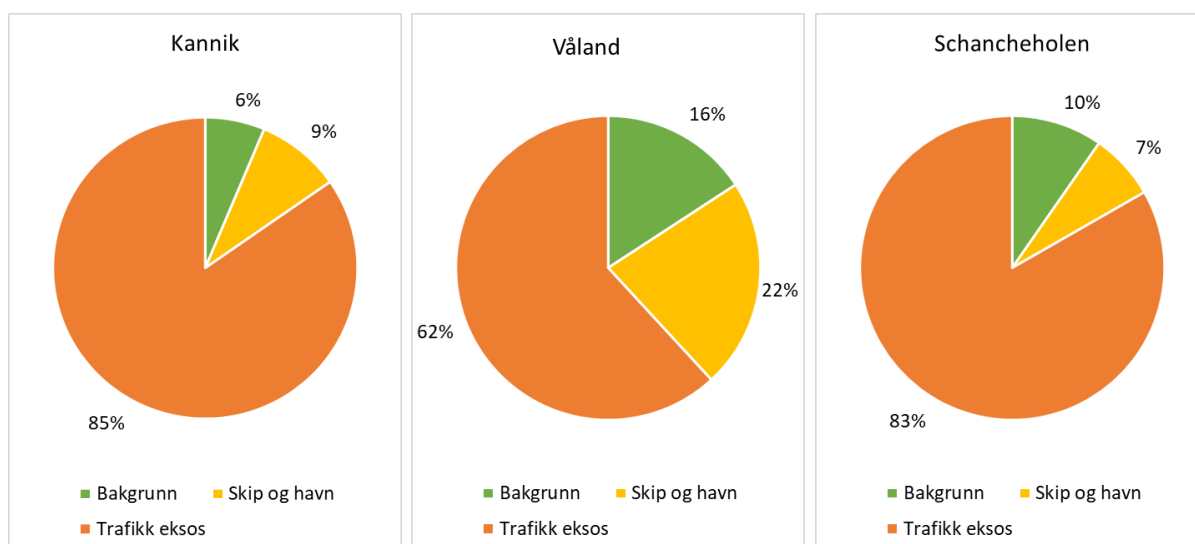
Figur 3-15: Beregnet 19nde høyeste NO₂ konsentrasjon for a) Dagens situasjon 2018 og b) Referansesituasjonen 2024. Rød farge angir områder hvor det er beregnet overskridelse av den juridiske grenseverdien.

3.6.2 Kildebidrag til konsentrasjonen av NO_x for Dagens situasjon 2018

Figur 3-16 viser bidraget fra ulike kilder til årsmiddelkonsentrasjonen for NO_x (NO + NO₂)¹² ved de tre målestasjonene. Ved alle målestasjonene viser beregningene at trafikkeksos er den dominerende kilden til NO_x-utslipp for Dagens situasjon 2018. Nest viktigst er utslipp fra skip, med unntak av Schancheholen som har større avstand til havna og derfor er bakgrunnsbidraget beregnet å være høyere her. Et detaljert kildebidrag, differensiert på skips kategorier og presentert i kapittel 4.4.3, viser at bidraget fra passasjerfartøy er størst (13 %) etterfulgt offshore supply (12 %). Cruiseskip bidrar til 4 % av årsmiddelkonsentrasjonen i Vågen.

¹¹ Det lille røde området akkurat ved munningene for Ryfast og Eiganestunnelene er en «teknikalitet» og kan neglisjeres.

¹² Det er viktig å vurdere utslipp av både NO og NO₂ fordi NO kan reagere med ozon og bli NO₂



Figur 3-16: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for NO_x (NO+NO₂) på de tre operative målestasjonene.

3.6.3 Befolkningseksposering

Tabell 3-6 viser antall personer som etter beregningene bor i områder med overskridelse av grenseverdiene for NO₂ i forurensningsforskriften. I tillegg vises også antall som bor i områder som overskrider øvre vurderingsterskel, samt antall som eksponeres for 36 timer eller mer over luftkvalitetskriteriet¹³. Fordi det alltid vil være en viss usikkerhet i slike tall, er de presentert avrundet til nærmeste 100.

Det er ingen som eksponeres for nivåer over forskriftens krav ved Dagens situasjon 2018 eller Referanse 2024. Det er en betydelig reduksjon i antall som eksponeres for nivåer over øvre vurderingsterskel og luftkvalitetskriteriet. Reduserte utslipp fra veitrafikken er hovedforklaringen til reduksjonen i antall som eksponeres for øvre vurderingsterskel, mens reduksjon i skipsutslipp ved etablering av landstrøm har en vesentlig effekt på antall som utsettes for nivåer over luftkvalitetskriteriet. Se også diskusjonen i kapittel 4.4.

Tabell 3-6: Antall personer i Stavanger som forventes å bo i områder med NO₂-nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. Antall som eksponeres for luftkvalitetskriteriet for timesmiddel er også oppgitt. Tallene er oppgitt i intervaller på 100.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi (40 µg/m ³)	Antall som eksponeres for timesmiddel over juridisk grenseverdi (19 timer eller mer over 200 µg/m ³)	Antall som eksponeres for 19 timer eller mer over øvre vurderingsterskel (140 µg/m ³)	Antall som eksponeres for 36 timer eller mer over luftkvalitetskriteriet (100 µg/m ³)
Dagens situasjon 2018	0	0	300-400	Ca. 20000
Referansesituasjonen 2024	0	0	0-100	Ca. 1000

¹³ Luftkvalitetskriteriet er et kriterium som er uavhengig av antall timer. 36 timer er valgt fordi det illustrerer utviklingen mellom 2018 og 2024 på en god måte.

4 Aktuelle tiltak mot luftforurensning

Beregninger for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024 viser at det er behov for å videreføre tiltak som bidrar til reduksjon i PM₁₀-konsentrasjonene. Dette gjelder spesielt ved tunnelmunningene og langs de mest trafikkerte veiene (E39). Det er først og fremst veistøv som bidrar til PM₁₀-konsentrasjonene i de områdene hvor det er fare for overskridelser av de juridisk bindende grenseverdiene gitt i forurensingsforskriften. I områder hvor anbefalte nivåer gitt av helse- og miljømyndighetene (luftkvalitetskriteriene) er overskredet bidrar også utslipp fra vedfyring til en viss grad.

Framskrivningen til 2024 viser at NO₂-nivåene fortsatt vil reduseres betydelig som følge av utskifting av bilparken. Landstrøm til skip vil også kunne bidra til dette. Det generelle PM_{2,5}-nivået vil holde seg langt under grenseverdiene, og beregningene viser at nivået også ligger under det nasjonale målet for PM_{2,5}. Målingene for 2018 viser verdier omtrent på det nasjonale målet ved Schancheholen dersom vi antar at perioden januar til og med mai har det samme nivået som fra juni til ut året.

Denne utredningen ser derfor nærmere på et utvalg av tiltak målrettet mot svevestøv. I hovedsak er tiltakene rettet mot

- å beholde en høy piggfriandel
- å opprettholde og forbedre regimet for renhold og støvdemping av veiene. Dette inkluderer renhold av tunnelsystemene.

Andre tiltak som miljøfartsgrense, landstrøm for skipstrafikk, panteordning for vedovner, utvidelse av antall målestasjoner diskuteres også. I tillegg vil tiltak som hindrer vekst i veitrafikken være vesentlig for å forhindre at spesielt svevestøv blir et økende problem i framtiden.

Utslipps- og spredningsberegninger som viser effekten av redusert piggfriandel (ved fjerning av piggdekkavgift), miljøfartsgrense, redusert tunnelutslipp ved intensivert støvfjerning og landstrøm fra skipstrafikken presenteres i dette kapittelet. Tiltakene er vurdert og de som gir best effekt i Stavanger er foreslått inn i handlingsplanen.

4.1 Gebyr på bruk av piggdekk

4.1.1 Virkemidler for høy piggfriandel

Bruk av piggdekk ved bar vei sliter av masse i form av veistøv. Dette blir til svevestøv, som består av PM₁₀, men også noe PM_{2,5}, til dels ved at det virvles opp ved piggenes anslag mot asfalten og dels ved luftturbulensen som skapes rundt/under biler i fart.

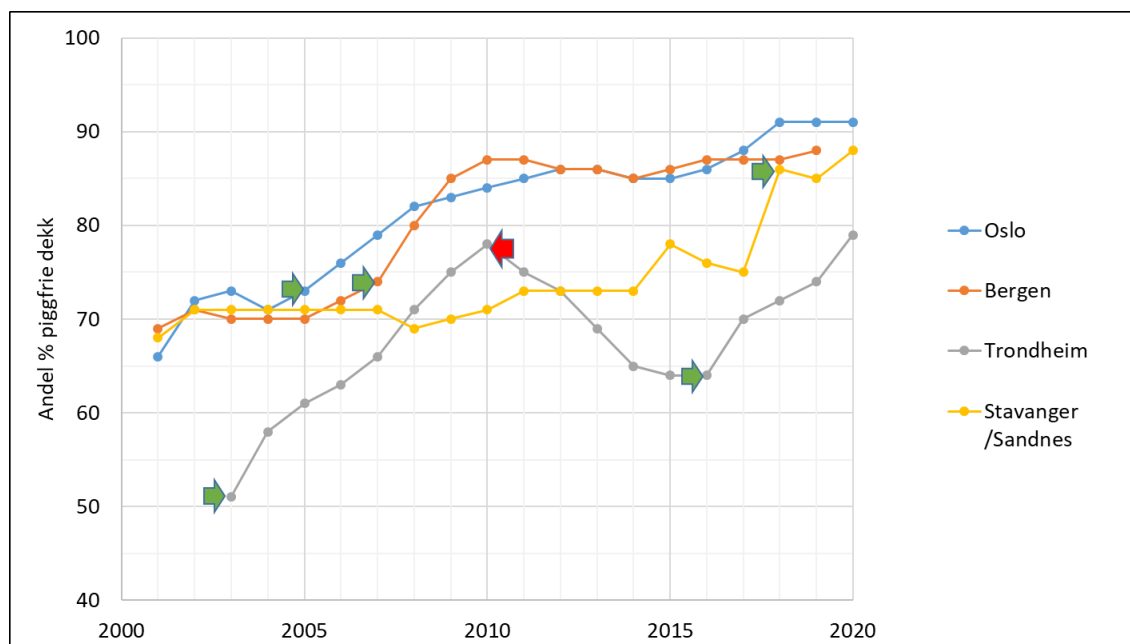
Dersom flere biler bruker piggfrie dekk vil dette redusere produksjonen av svevestøv gjennom piggdekkseasonen. Dette betyr at man ved å øke piggfriandelen reduserer kilden til svevestøv.

For å redusere bruken av piggdekk, kan man benytte flere virkemidler. De vanligste er piggdekkgebyr (Elvik, Amundsen, Larssen & Ragnøy, 2015), panteordning for piggdekk ved kjøp av piggfrie dekk og informasjonskampanjer.

Hjemmel for innføring av piggdekkgebyr er gjennom forskrift om gebyr for bruk av piggdekk og tilleggsgebyr, fastsatt den 7. mai 1999 med hjemmel i vegtrafikkloven §13, sjette ledd. Piggdekkgebyr innebærer en direktekostnad for de trafikantene som kjører bil med piggdekk, og som ikke allerede har betalt tilsvarende gebyr for en annen gebyrsone. I 2019/2020-sesongen var gebyret på kr 1400,- for hele sesongen, kr 450,- for én kalendermåned og kr 35,- for ett døgn for personbiler, mens det betales dobbel pris for tunge kjøretøy (over 3500 kg).

4.1.2 Dagens situasjon i Stavanger

I Stavanger og Sandnes kommune lå piggfriandelen stabilt på litt over 70 % i mange år (Figur 4-1). Etter at gebyrordningen ble innført i 2017 har piggfriandelen økt og ligger i år (2020) på 88 %.



Figur 4-1 Andelen kjøretøy med piggfri dekk for et utvalg norske byer i perioden 2001 – 2020. Tidspunkt for (re-)innføring av piggdekkgebyr i Oslo, Bergen og Trondheim er markert med grønne piler, mens rød pil markerer når piggdekkgebyret ble midlertidig avviklet i Trondheim og Oslo. Kilde for tallmaterialet: Statens vegvesen

Piggdekkgebyr er et virkemiddel som har vist seg å gi betydelig økt piggfriandel i flere norske byer. Figur 4-1 viser piggfriandelen i et utvalg norske byer i perioden 2002 – 2019. I Trondheim var det piggdekkgebyr i perioden 2003 til 2010. Fra 2011 ble piggdekkgebyret fjernet (rød pil) noe som førte til at piggfriandelen sank til 64 %. Av figuren ser man at piggfriandelen har økt igjen etter gjeninnføringen i 2017 (grønn pil). Før piggdekkavgiften i Oslo ble innført for første gang i 1999, kjørte knapt halvparten av Oslos bilister på miljøvennlige piggfri dekk. I løpet av to år steg piggfriandelen til 79% og piggdekkgebyret ble fjernet. Dette resulterte i at piggfriandelen igjen sank og lå rundt 70% i flere år. Piggdekkgebyret i Oslo ble gjeninnført i 2005 og etter gjeninnføringen har piggfriandelen økt hvert år og ligger nå på litt over 90%.

I siste sesong 2019-2020 opplyser Stavanger kommune at inntektene fra piggdekkgebyrordningen var på ca. 13,6 mill. kr. Utgiftene til drift av ordningen var på ca. 1,6 mill. kr. Det vil si at ordningen gir kommunen en netto inntekt som blant annet går til veidrift og utbetaling av pant på vedovner. Det er ca. 70.000 registrerte person- og varebiler i Stavanger og 115.000 medregnet Sandnes. Inkluderes Sola, Randaberg, Finnøy og Rennesøy er totaltallet ca. 144.000. Med en piggdekkandel på 12 % gir dette et inntekspotensial på et sted mellom 12 millioner (bare Stavanger), 19 millioner kroner (Stavanger og Sandnes), eller 24 millioner (medregnet alle nabokommuner). I dette bildet vil det være flere biler som ikke løser oblat for hel sesong. Det vil i varierende grad være biler fra nabokommuner som kjører i Stavanger, det vil kunne være noe høyere piggdekkandel i enkelte nabokommuner, og det vil være en andel som unnlater å betale. I tillegg vil det alltid være en viss usikkerhet knyttet til målingen av piggdekkandelen.

4.1.3 Beregnet effekt av å videreføre eller fjerne gebyrordningen

Erfaring fra flere norske kommuner viser at piggdekkgebyrordningen gir et insentiv som øker piggfriandelen. Det er grunn til å anta at piggfriandelen i 2024 vil kunne stige til 90 % selv om dette ikke er lagt til grunn i Referansesituasjonen 2024.

Samtidig viser erfaringen fra Oslo og Trondheim at å fjerne piggdekkgebyrordningen vil føre til en reduksjon i piggfriandelen. Dersom piggdekkgebyret skulle fjernes i Stavanger er det grunn til å anta at piggfriandelen vil falle også her, men hvor mye den vil falle er usikkert og ikke nødvendigvis direkte overførbart fra Trondheim som har andre klimatiske forhold eller Oslo som er nesten 20 år tilbake i tid. For beregningen her er det antatt at piggfriandelen vil falle tilbake til 75 % dersom gebyrordningen fjernes.

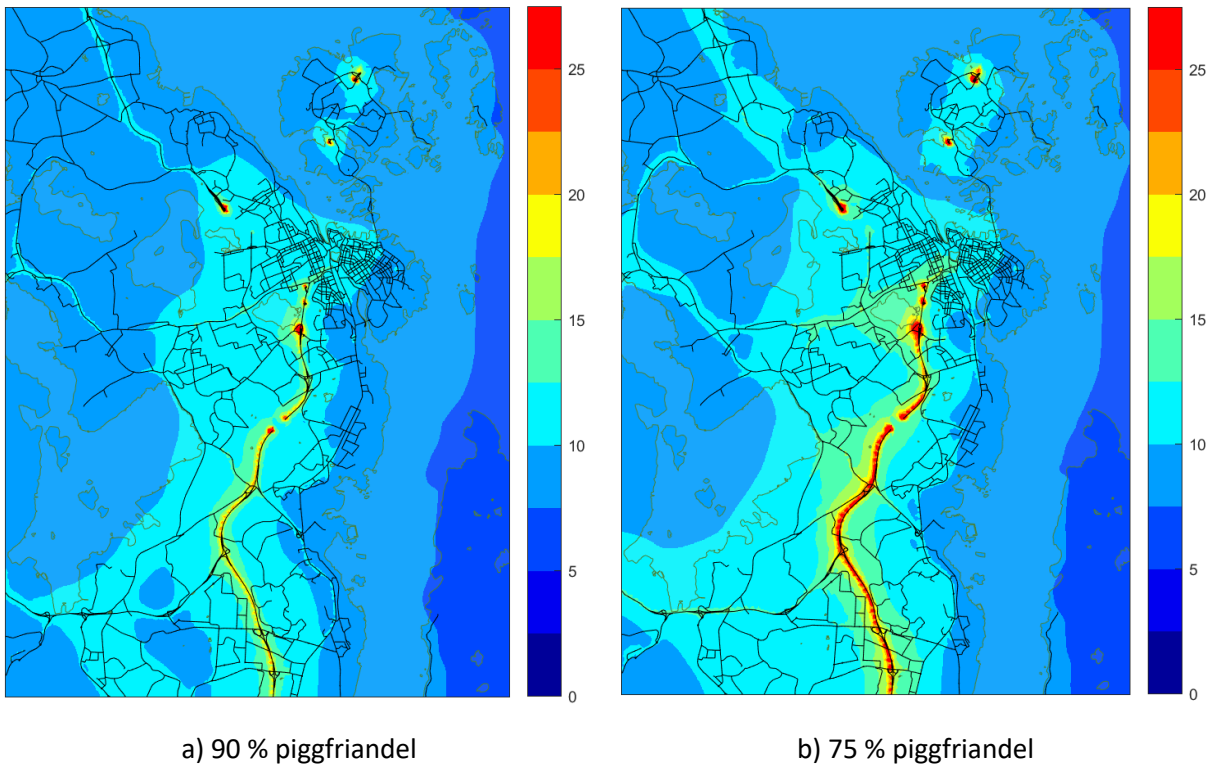
Piggfriandelen har stor betydning for utslippet av svevestøv og beregningene gir at en reduksjon fra 86 % piggfriandel for lette biler for Dagens situasjon 2018 til 75 % gir en økning på 30 % i totalt utslipp av PM₁₀ fra veitrafikk. På den annen side gir en økning fra 86 % til 90 % en reduksjon i utslippet på 14 % (Tabell 4-1).

Tabell 4-1: Beregnet årlig utslipp av PM₁₀ i modelldomenet for Referanse 2024 og Framtidig situasjon 2024 med 75% og 90% piggfriandel

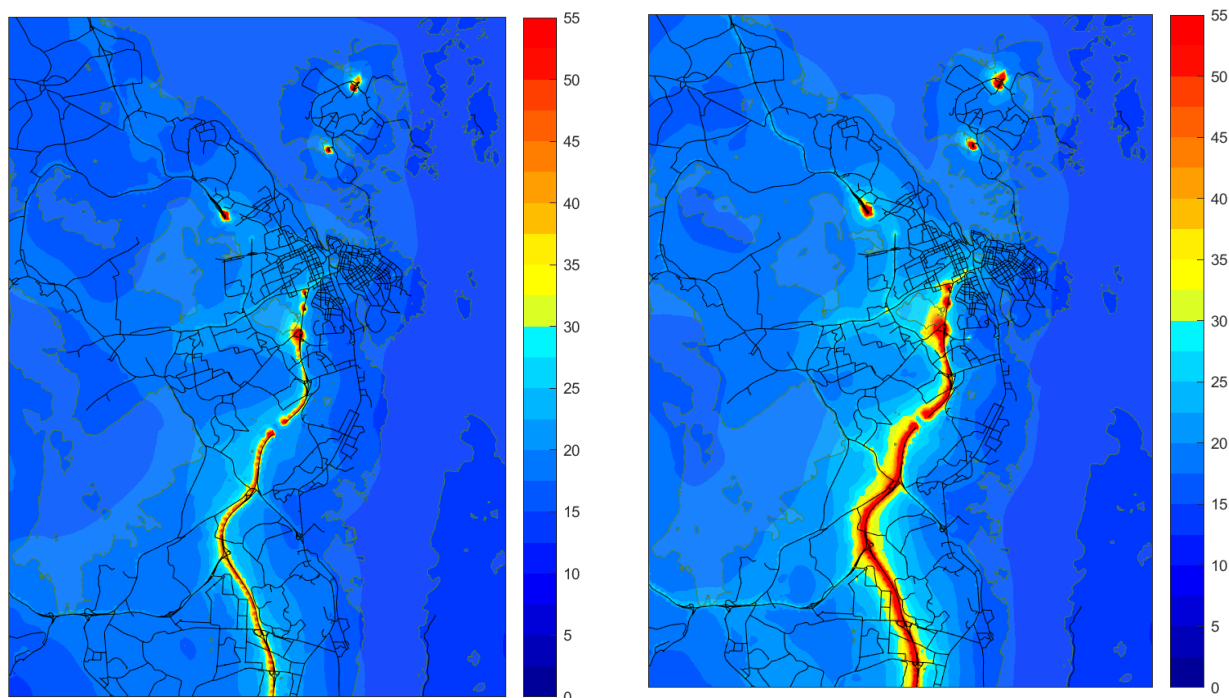
PM ₁₀ -utslipp (veistøv og eksos)	Tonn / år	% endring fra Referanse 2024
Referansesituasjonen 2024 med 86 % piggfriandel	207	-
2024 med 75 % piggfriandel	269	+30 %
2024 med 90 % piggfriandel	179	-14 %

Områder som overskrider forskriftens grenseverdi for årsmiddel (Figur 4-2) og døgnmiddel (Figur 4-3) PM₁₀ er betydelig større ved en piggfriandel på 75 % mot 90 %. Dette gjelder særlig langs E39 og rundt tunnelmunningene.

Antall som eksponeres for nivåer over forskriftens grenseverdi for årsmiddel og døgnmiddel, øvre vurderingsterskel og luftkvalitetskriteriet øker betydelig ved en reduksjon i piggfriandelen til 75 % (Tabell 4-2). Antall personer som bor i områder med svevestøvnivåer over grenseverdien er minst 5 ganger så høyt som ved en piggfriandel på 90 prosent. Beregningene viser også en målbar reduksjon i befolkningseksponering ved økningen fra 86 % til 90 % piggfriandel.



Figur 4-2: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{10} for framtidig situasjon 2024 med 90 % (a) og 75 % piggfriandel (b). Grenseverdien for årsmiddelverdi er på $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (markert som overgangen til rødt), mens regjeringens nasjonale mål og helsemyndighetenes anbefaling for årsmiddel er på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



a) 90 % piggfriandel

b) 75 % piggfriandel

Figur 4-3: Kartet viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for framtidig situasjon 2024 med 90 % (a) og 75 % piggfriandel (b). Røde områder markerer områder over grenseverdien for døgnmiddel. Overgangen mellom blå og gul fargeskala markerer områder med 31 eller flere døgn over luftkvalitetskriteriet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabell 4-2: Antall personer i Stavanger som forventes å bo i områder med PM_{10} -nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024. Antall som eksponeres for nasjonalt mål og 31 døgn over luftkvalitetskriteriet for døgnmiddel er også oppgitt. Tallene er oppgitt i intervaller på 100.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (31 døgn over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over nasjonalt mål ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for 31 døgn eller mer over luftkvalitetskriteriet (døgnmiddel $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
86% piggfriandel, Referansesituasjonen 2024	<100	100-200	100-200	Ca. 1000
75% piggfriandel (2024)	Betydelig økning i forhold til referansesituasjonen	400-500	400-500	ca. 2700
90% piggfriandel (2024)	Betydelig reduksjon i forhold til referansesituasjonen	0-100	0-100	600-700

4.2 Støvdemping og renhold

Støvfjerning handler om å optimalisere mekanisk renhold av veiene slik at mest mulig veistøv og partikler som ligger i veibanen fjernes (feiing/vasking), mens støvdemping handler om å midlertidig binde partiklene til veibanen slik at disse ikke virvles opp. Det er veieier som har ansvar for å gjennomføre og bekoste tiltaket i henhold til forurensningsforskriften § 7. Det vil si at kommunene har ansvaret for kommunale veier, mens Statens vegvesen og fylkeskommunen har ansvaret for henholdsvis de statlige (europavei og riksvei) og fylkeskommunale veiene. Støvfjerning og støvdemping er i utgangspunktet to uavhengige tiltak, men de gjennomføres ofte samtidig og har trolig best effekt når de kombineres (Gjerstad, 2014).

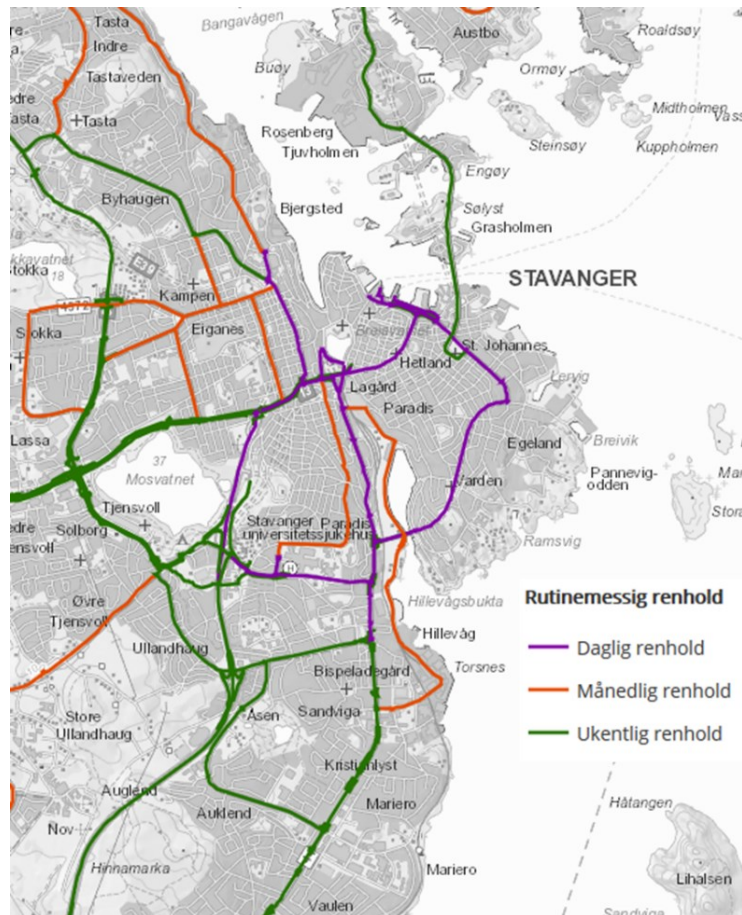
4.2.1 Rengjøring og støvdemping av veier i Stavanger

Statens vegvesen

Statens vegvesen har ansvar for drift og vedlikehold på europavei og riksveier i regionen. Renhold og støvdemping utføres under kontrakt av entrepenør (Presis Vegdrift). Figur 4-4 viser det sentrale veinettet i Stavanger kommune og inndeling i veier under daglig, ukentlig og månedlig rengjøringsregime. Veier definert under «daglig renhold» har et mer omfattende rengjøringsregime og omfattes også av støvdempingstiltak når forholdene tilsier det. Veier under ukentlig/månedlig renhold skal feies ukentlig/månedlig.

Veier under «daglig renhold» skal feies daglig. Dette omfatter E39 fra Schancheholen og nordover til Madlaveien, FV 44 (Ullandsveien/Lagårdsveien), FV 426, FV 427 (Strømsbrua tom Haugesundsgata), FV 509 (Madlaveien) og FV 446 (Løkkeveien) samt enkelte mindre strekninger (se kartet i Figur 4-4). I tillegg skal disse veiene rengjøres månedlig med spyle-/sugemaskiner som er designet for opptak av finstøv fra vegbanen. På bestilling skal også veiene under «daglig renhold» høytrykkspyles for å fjerne støv. Først spyles da støvet fra fortau, øyer, rabatter og banketter ut i veien. Deretter spyles veien fra høyeste til laveste punkt og avløp. Etter spyling rengjøres veien med sugebil. Dette utføres som regel nattetid fordi trafikken må stoppes i minst ett kjørefelt for å få gjennomført prosedyren.

I kalde perioder med høye svevestøvkonsentrasjoner hvor ikke vask av veibanen er hensiktsmessig, legges MgCl-løsning ut for å binde støvet. Dette gjøres på bestilling fra SVV. Løsningen legges ut i et 0,5 til 1 meter bredt felt langs kantlinja på begge sider av veien. Tiltaket skal være utført innen 48 timer etter at bestilling foreligger. SVV oppgir at tiltaket omfatter et ca. 12 km langt veinett, det vil si veier under «daglig renhold» som vist i Figur 4-4.



Figur 4-4 Viser det sentrale veinettet i Stavanger kommune med inndeling i veier under daglig, ukentlig og månedlig renholdsregime. Kilde: [Statens vegvesen](#)

Fylkeskommunen

Veier under fylkeskommunalt ansvarsområdet driftes av SVV etter avtale fram til 2022.

Stavanger kommune

Stavanger kommune har også inngått avtale med entreprenør (Presis Vegdrift) for å bekjempe svevestøv i vintersesongen. Kontrakten gjelder et sentralt veinett i Stavanger på ca. 2,9 km som i hovedsak er tilstøtende til FV 509, FV 44 og E39. Entreprenør skal vaske vegområdene i milde perioder etter langvarige kuldeperioder. Ved kuldeperioder med høy luftforurensning skal støvdemping ved utlegging av MgCl utføres. Beslutning om renhold og støvdemping tas av SVV slik at det kommunale tilstøtende veinettet rengjøres og støvdempes samtidig med det øvrige veinettet under SVVs ansvarsområde. Det er typisk satt av 500.000 kroner årlig til denne veidriften på det kommunale veinettet.

Stavanger kommune hadde ikke støvdemping eller andre tiltak på kommunalt veinett i 2018, men startet med dette først i 2019.

Utover dette feier og rengjør kommunen om lag 590 km med veier, sykkelstier og fortau etter vintersesongen. Strøsand samles opp (omlag 800 tonn i året) og fraktes til godkjent mottak¹⁴. Det betales 3,3 millioner kroner til kommunalt foretak som tar seg av denne oppgaven. Behovet er varierende og rammen dekker ikke rengjøring av alle veier hver sesong.

¹⁴ <https://www.stavanger.kommune.no/vei-og-trafikk/vedlikehold-av-kommunale-veier/>.

Det budsjetteres med ca. 6 millioner kroner til vinterdrift. Bare veier gjør det lettere å velge piggfritt og muliggjør renhold i løpet av vinteren. Underkjølt regn kan forekomme, noe som fordrer at veiene saltes. Generelt tilsier de meteorologiske forholdene i Stavanger at veiene stort sett er frie for snø og is også vinterstid.

4.2.2 Erfaring med støvdempingstiltak

Støvdemping utføres ved å spre en saltløsning med Magnesiumklorid ($MgCl_2$) i veibanen og på fortau. $MgCl_2$ er et salt som tiltrekker seg fuktighet fra luften slik at veibanen forblir fuktig og binder støvet midlertidig til overflaten. Dersom ikke prosedyren gjentas etter noen dager eller det kommer nedbør vil støvet kunne virvles opp på nytt.

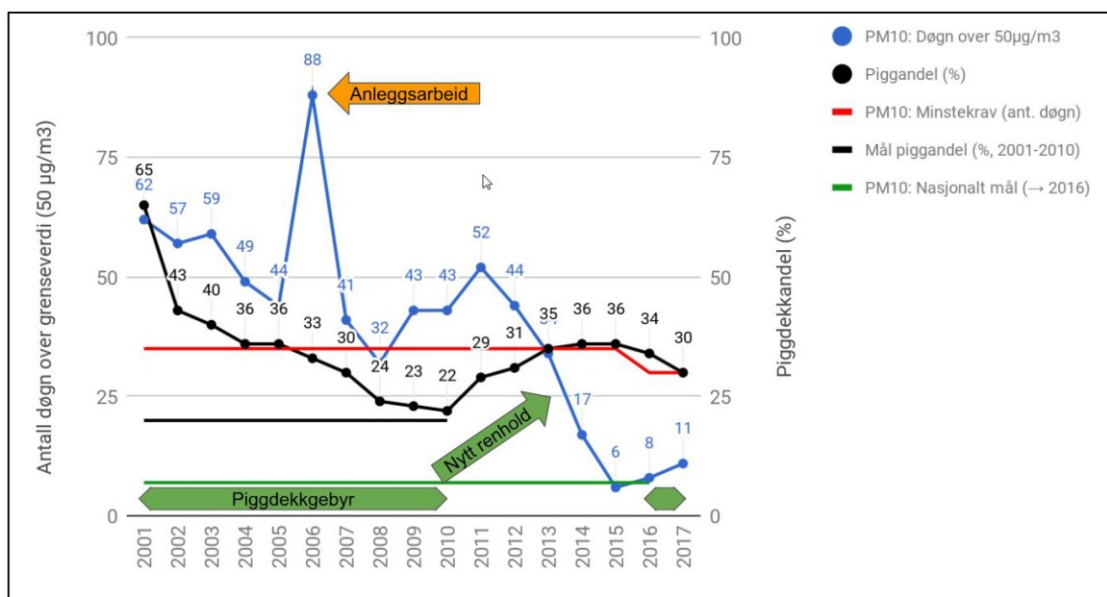
Det finnes noen studier av effekter som viser tydelig, men kortsiktig effekt av støvdemping. I Oslo (Kirkeveien) fant man en tydelig effekt av støvdemping med $MgCl_2$ på grovfraksjonen PM_{10} - $PM_{2,5}$ hvor tiltaket reduserte konsentrasjonen med 27 prosent rett etter et tiltak, mens for PM_{10} reduserte tiltaket nivået med 14 prosent (Aldrin, Steinbakk & Rosland, 2010). Det er sett på effekt av vasking, feiing og salting med $MgCl$ i Strømsåstunnelen i Drammen. Effekten av vasking og feiing er uklar, men effekten av salting med $MgCl$ er umiddelbar og varer noen dager (Aldrin, 2006).

Erfaring fra Trondheim

Trondheim har jobbet mye med denne type tiltak der en de siste årene har satset spesielt på vasking og støvdemping av et sentralt veiområde i Haakon VII gate (Snilsberg & Gryteselv, 2016). Veiområdet er 10 kilometer langt og består av 4-5 felts vei som rengjøres og støvdempes. Figur 4-5 er hentet fra tiltaksutredningen til Trondheim kommune (2018), og viser sammenhengen mellom renhold, piggdekkandel og antall døgn med gjennomsnittlig PM_{10} -konsentrasjon over $50 \mu g/m^3$. Den kraftige reduksjonen som sees i svevestøvnivåene etter 2013, til tross for stabil og til dels økende piggdekkandel, mener kommunene skyldes nytt renholds- og støvdempingsregime. I erfaringsrapporten fra Trondheim (Statens vegvesen, 2018) beskrives støvdemping som ett av flere viktige tiltak som har bidratt til å forbedre luftkvaliteten betydelig, men med noen negative effekter i forhold til mer krevende renhold og generelt miljø og materialbruk. Støvdemping kan også påvirke friksjonen i veibanen.

I tillegg har Trondheim kommune også en lokal forskrift som åpner for midlertidig piggdekkforbud i byområdet¹⁵. Denne forskriften har så langt aldri vært anvendt, men det gir et tydelig insentiv til å holde svevestøvverdiene nede («ris bak speilet»). Trondheim kommune fremhever også viktigheten av at Bydrift har tatt eierskap til hele prosessen (høye konsentrasjoner -> avbøtende tiltak -> forbedret luftkvalitet), som gjør at de jobber ekstra målrettet. Riktig utstyr som samler støvet uten å virvle det opp er også vesentlig.

¹⁵ Forskrift om midlertidige trafikkregulering, Trondheim. 2015



Figur 4-5: Trondheim kommune; sammenheng mellom piggdekk, svevestøv og veirenhold.

Kilde: Tiltaksutredning for Trondheim kommune (2018). Merk at Nasjonalt mål for antall overskridelser av døgnmiddel ikke lenger er gjeldende.

Renholds- og støvdempingstiltak i Stavanger i 2018

SVV oppgir at det ble utført ca. 11 ekstraordinære renholds- og støvdempingstiltak i de tre første månedene av 2018. Det foreligger ikke detaljert dokumentasjon på om alle eller bare enkelte av veiene under «daglig renhold» ble omfattet av disse tiltakene. Mandag 5. februar 2018 var det for eksempel svært høye svevestøvnivåer i Stavanger og det ble utført støvdemping i tidsrommet 15:00 til 00:00. Dette ga lavere verdier neste dag, men likefullt timesverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og døgnmiddel på nesten $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (rødt nivå). Den 7. februar var nivåene betydelig lavere, noe som også kan henge sammen med vind- og nedbørssystemet som kom inn sent denne dagen.

Det er utfordrende å evaluere effekten av renholds- og støvdempingstiltak uten å besitte detaljert kunnskap om utføring og lokale vær- og trafikkforhold. Generelt fordrer det god samhandling og kommunikasjon mellom besluttsende enhet (enhet for Miljøretta helsevern og SVV) og utførende enhet (Presis vegdrift) for å optimalisere innsatsen.

Støvdemping med MgCl er et dyrt tiltak som også har enkelte negative miljø- og friksjonseffekter. Stavanger har allerede god erfaring med gatevask etter gjeldende prosedyrer, og at dette tiltaket gir en vesentlig mer langvarig effekt enn støvdemping.

4.2.3 Sensitivitet: Redusert tunnelutslipp (effekt av renhold i tunnelene)

Asfaltdekket i tunnelene slites spesielt gjennom vintersesongen når en andel av kjøretøyene har piggdekk. Slitasjen øker med trafikkmengde og hastighet. En viss andel av slitasjepartiklene blir svevestøv som påvirker luftkvalitet og sikten i tunnelene. Til slutt vil støvet enten dras ut til munningen ved stempeleffekten fra trafikken og tunnelviftene¹⁶ eller det blir liggende i tunnelen i veibanen, på banketter, i havarilommer eller det fester seg til vegger og tak.

Som utgangspunkt er det ikke tatt høyde for renhold og støvfjerning i tunnelene i beregningene. Forenklet vil alt støv som produseres og virvles opp i tunnelene derfor slippes ut ved munningen i

¹⁶ Stempeleffekten fra veitrafikken er den viktigste mekanismen for transport av luftmasser i enveistunnel. I toveistunnel er luftbevegelsene påvirket av trafikken i begge retninger og viftedriften.

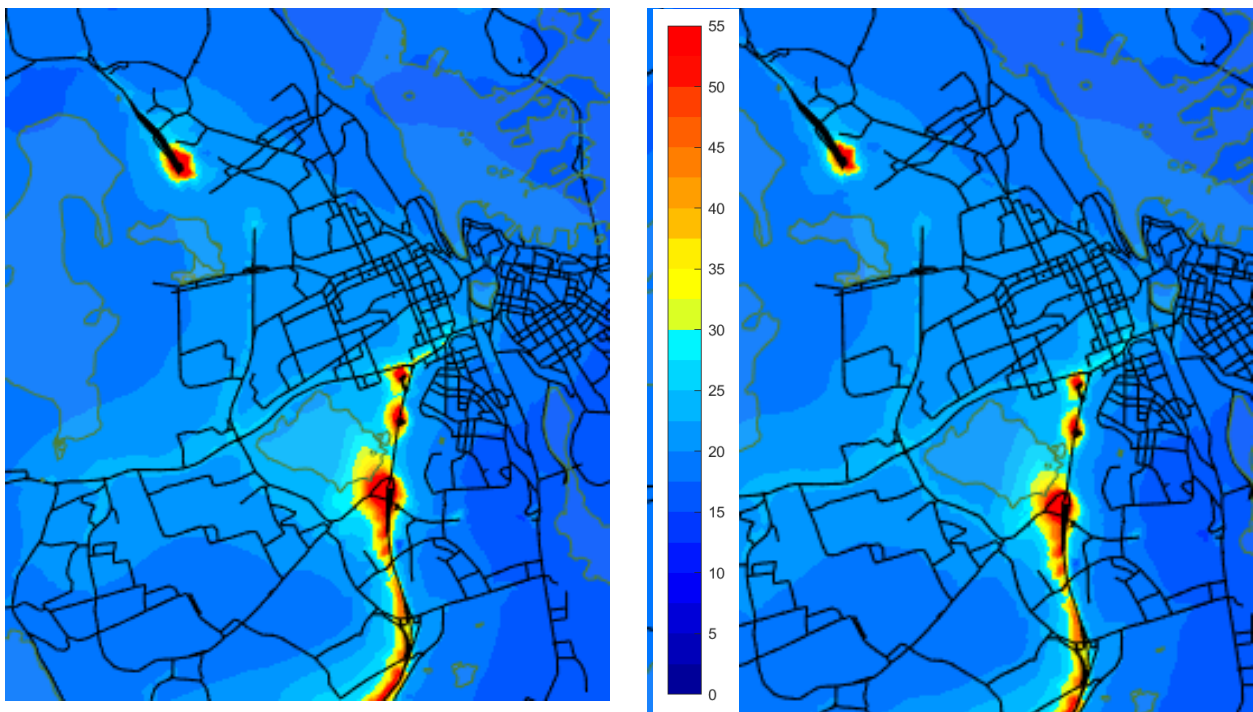
modellen. Støv som fester seg eller deponeres inne i tunnelen og senere vaskes ut ved tunnelrenhold vil i realiteten ikke bidra til utslippet. For å undersøke beregningenes sensitivitet til tunnelutslippet og samtidig illustrere effekten av renhold, er det utført en beregning hvor 25 % av støvet som produseres i tunnelen blir fjernet før det slippes ut at tunnelmunningen.

Tunnelsystemet i Stavanger rengjøres etter Statens vegvesen sin spesifikasjon (D2-ID3700a). Teknisk vask inkluderer alt teknisk utstyr (skilt, belysning, kameraer, dører osv.) samt renhold av gulv uten oppsamling av masser. Halvvask er renhold av gulv og vegger med oppsamling av masser i tillegg til som for teknisk vask. Helvask inkluderer også tak og tømning av sandfang, ellers er prosedyren som for halvvask. Eiganestunnelen vaskes månedlig alternerende mellom teknisk vask og halvvask, og 2 ganger i året vaskes helvaskes tunnelen. Ryfylketunnelen vaskes annenhver måned og har kun én helvask og to halvvaske i vinterhalvåret.

Figur 4-6 viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} ved Ryfast tunnelmunningen ved Schancheholen og nordlige utløp av Eiganestunnelen med og uten reduksjon av tunnelutslippet og viser at det som forventet er en reduksjon i områder med konsentrasjon over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rundt munningene.

Ser vi på beregnet overskridelse av juridisk grenseverdi ved Schancheholen er det en reduksjon fra 30 til 24 døgn. Total befolkningseksposering for juridiske grenseverdier for årsmiddel og døgnmiddel påvirkes også i vesentlig grad av reduksjonen i munningsutslipp (Tabell 4-3). Dette skyldes at forurensningsnivået utenom tunnelmunningene generelt ligger under grenseverdiene.

Det er knyttet større usikkerhet til beregningene av utslipp fra tunnelmunningene. Målingene ved Schancheholen vil være en god indikator. Dersom denne stasjonen viser høye svevestøvnivåer, vil det være viktig å kartlegge om renholdet av tunnelene kan forbedres for å gi lavere utslipp. Erfaring kan tilsa at det er lønnsomt å ha et mer intensivt renhold av veibane, banketter og havarilommer i tunnelene og heller gjøre færre halv- og helvaske av tunnelene (Snilsberg & Gryteselv, 2016).



a) Referansesituasjonen 2024

b) 2024 med redusert tunnelutslipp

Figur 4-6: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for henholdsvis Referansesituasjonen 2024 (a) og 2024 hvor tunnelutslippet er redusert med 25 %.

Tabell 4-3: Antall personer i Stavanger som forventes å bo i områder med PM_{10} -nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften for Referansesituasjonen 2024 og 2024 med redusert tunnelutslipp med 25 %. Antall som eksponeres for nasjonalt mål og luftkvalitetskriteriet for døgnmiddel er også oppgitt. Tallene er oppgitt i intervaller på 100.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (31 døgn over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over nasjonalt mål ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for 31 døgn eller mer over luftkvalitetskriteriet (døgnmiddel $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Referansesituasjonen 2024	<100	100-200	100-200	Ca. 1000
2024 med 25 % redusert tunnelutslipp	Betydelig reduksjon i forhold til referansesituasjonen	0-100	0-100	ca. 800

4.3 Miljøfartsgrense

4.3.1 Forslag til miljøfartsgrense på E39 mellom Forus og Schancheholen

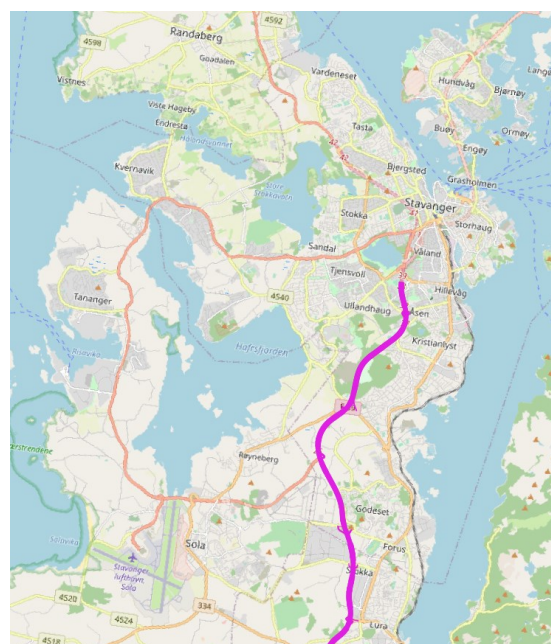
Gjennom flere studier er det dokumentert at miljøfartsgrense har en positiv effekt på luftkvaliteten ved at lavere fart reduserer produksjon og oppvirvling av veistøv (B.R. Denby & Sundvor, 2013; Lopez-Aparicio, Grythe, Thorne & Vogt, 2020). Lavere fart fører også til mindre støy og færre ulykker. Miljøfartsgrense er et tiltak som er enkelt gjennomførbart ettersom det bare er hastighetsreduksjonen som må skiltes. Den faktiske effekten av miljøfartsgrense inntreer i området der miljøfartsgrensen innføres, og hvor stor den vil være avhenger av trafikkmengden og hvor høy fartsgrensen er i utgangspunktet.

Kommunen har myndighet til å innføre miljøfartsgrense på kommunale veier, Rogaland fylkeskommune på fylkesveiene, mens det er Statens vegvesen som har vedtaksmyndighet på europaveier og riksveier. Det betyr at dersom miljøfartsgrense skal innføres på E39 så er det Statens vegvesen som må fatte vedtak. Tiltaket har ikke vært utprøvd i byen eller de bynære områdene i Stavanger. Miljøfartsgrense anses generelt hensiktsmessig på veier med fartsgrense 60 km/t eller høyere.

Figur 4-7 viser alle veier i trafikkmodellen (RTM) fordelt på veieier (a) og strekningen på E39 som har fartsgrense 90 km/t (b). Det er på deler av denne strekningen at det kan være aktuelt å innføre miljøfartsgrense. I tidligere tiltaksutredning (2015) er miljøfartsgrense på E39 mellom Stangeland i Sandnes og Schancheholen i Stavanger oppført som et mulig tiltak, men tiltaket har aldri blitt innført. Store deler av denne strekningen har ikke boligbebyggelse.



a) Alle veier med trafikk i RTM



b) Veier med fartsgrænse 90 km/t

Figur 4-7: Rosa er europaveier, rød er riksveier, svart er fylkesveier, blå er kommunale veier. Veinettet er skalert etter ÅDT.

4.3.2 Beregnet effekt av å innføre miljøfartsgrænse

For å illustrere potensialet for reduksjon ved innføring av miljøfartsgrænse er det utført en beregning hvor strekningen sør for Schancheholen på E39 har fått redusert hastighet fra 90 km/t til 70 km/t. Det er forenklet antatt at miljøfartsgrænsen gjelder hele året og på hele strekningen sør for Schancheholen som har fartsgrænse 90 km/t. I realiteten vil det være fornuftig å begrense et eventuelt tiltak til piggdekkssesongen og til områder hvor det er bebyggelse.

Beregningen med NORTRIP gir en reduksjon i totalt utslipp i hele modellområdet på litt over fem prosent (Tabell 4-4), mens utslippet på E39 med fartsreduksjon reduseres med ca. 19 prosent. Det understrekes at dette er en teoretisk modellberegning som ikke tar hensyn til eventuelle renholds- og støvdempingstiltak. Til sammenligning ga en publisert studie med tilsvarende metodikk en reduksjon i PM₁₀-utslipp på 12 % fra veilenken ved en fartsreduksjon fra 80 km/t til 60 km/t (Susana Lopez-Aparicio et al., 2020). I praksis vil fartsreduksjonen være noe mindre i gjennomsnitt fordi miljøfartsgrænsen erfaringsmessig ikke overholdes i samme grad som faste fartsgrænser.

Tabell 4-4: Beregnet årlig utslipp av PM₁₀ i modelldomenet for Referanse 2024 og 2024 med miljøfartsgrænse (70 km/t) på E39 sør for Schancheholen

PM ₁₀ -utslipp (eksos + veistøv)	Tonn / år	% endring fra Referanse 2024
Referansesituasjonen 2024	207	
2024 med miljøfartsgrænse på hele E39	196	- 5,4%

Det er en viss nedgang i årsmiddel (Figur 4-8) og 31. høyeste døgnmiddelnivået (Figur 4-9) i umiddelbar nærhet til E39. Ved et beregningspunkt nært E39 reduseres antall overskridelser av døgnmiddel

betydning for de som ferdes langs E39, for eksempel til og fra jobb på den nye sykkelstamvegen Nord-Jæren. Støy er ikke vurdert i denne sammenhengen, men redusert hastighet gir også redusert støy.

Tabell 4-5: Antall personer i Stavanger som forventes å bo i områder med PM₁₀-nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024 med miljøfartsgrense på E39. Antall som eksponeres for nasjonalt mål og luftkvalitetskriteriet for døgnmiddel er også oppgitt. Tallene er oppgitt i intervaller på 100.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi (25 µg/m ³)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (31 døgn over 50 µg/m ³)	Antall som eksponeres for årsmiddel over nasjonalt mål (20 µg/m ³)	Antall som eksponeres for 31 døgn eller mer over luftkvalitetskriteriet (døgnmiddel 30 µg/m ³)
Referansesituasjonen 2024	<100	100-200	100-200	Ca. 1000
2024 med miljøfartsgrense på E39	<100 (uendret)	100-200 (uendret)	100-200 (svak nedgang)	700-800

4.4 Landstrøm for skipstrafikken

4.4.1 Dagens situasjon i Stavanger

Motivasjonen for innføring av landstrøm er å redusere klimagassutslippet fra skipstrafikken og redusere utslippet av nitrogenoksider (NO+NO₂) og dermed bakkekonsentrasjonen av NO₂. Selv om skip bidrar med en større andel av utslippet av finstøv/PM_{2,5} (13 %) enn veitrafikk (8 %), så viser kildeallokeringen at skip kun har et svært beskjedent bidrag til bakkekonsentrasjonen av PM_{2,5} i byen (3 % ved Våland) og i Vågen (6 % ved Strandkaien havnelager). Bidraget til PM₁₀ er kun ca. 1 % ved Våland.

Landstrøm ble etablert for offshore supply fartøy i 2019 med 3 tilkoblingspunkter i Vågen og 3 i Risavika. For å ta høyde for landstrøm i beregningen for Referansesituasjonen 2024 er det antatt at alle offshore supply skip som ligger i ro til kai i Stavanger og i Risavika har koblet seg til landstrøm og at utslippet av NO_x og PM settes til null for disse. Denne antagelsen er lagt til Referansesituasjonen 2024, men er nok noe optimistisk fordi ikke alle skip benytter seg av ordningen erfaringsmessig¹⁷. Bruker vi denne antagelsen reduseres totalutslippet fra skipstrafikken i beregningsdomenet med 6 %. Ser vi kun på et kvadratkilometer stort område rundt Vågen der landstrøm er etablert, så er reduksjon her på ca. 20 % av totalutslippet av NO_x over året. I et tilsvarende kvadratkilometer stort område rundt Risavika er reduksjonen på ca. 75 %.

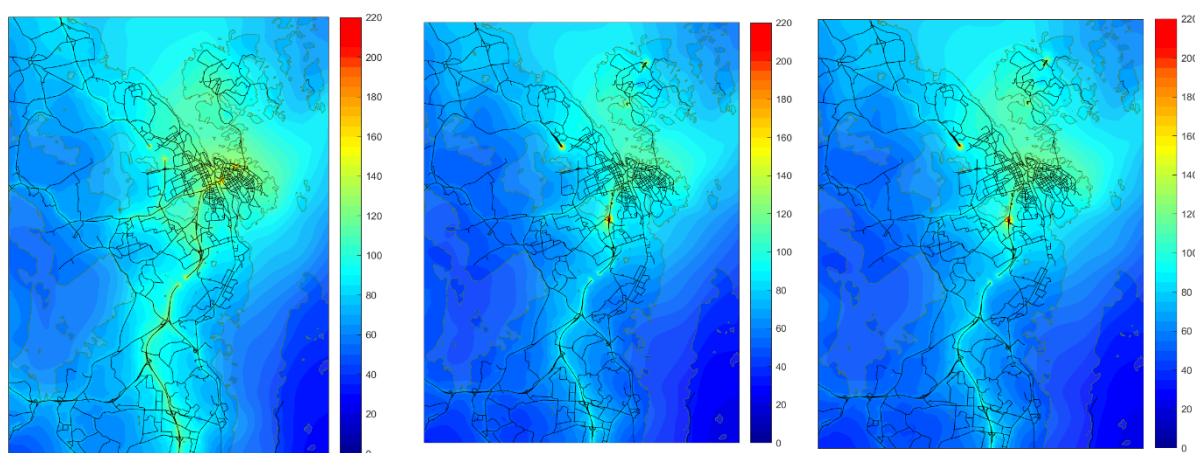
4.4.2 Potensialet for utslippsreduksjon ved nåværende landstrøminstallasjon

For å illustrere effekten av landstrøm på konsentrasjoner og befolkningseksponering er det utført en beregning for 2024 hvor skipsutslippene er satt lik utslippene i 2018, det vil si Referansesituasjonen 2024 uten landstrøm. Beregningene viser at årsmiddel NO₂ i havneområdet er ca. 4 % høyere uten landstrøm. Uten landstrøm er det fortsatt ingen befolkningseksponering for nivåer over forskriftens grenseverdi for årsmiddel på 40 µg/m³ og heller ingen eksponering for 19 timer eller mer over

¹⁷ Merk at aktivitetsdata for skipstrafikken i 2018 er benyttet i framskrivningen til 2024.

timesverdier over $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (se også avsnitt 3.6.3). For beregnet antall eksponerte for nivåer over øvre vurderingssterskel er effekten av landstrøm neglisjerbar. Det er fordi det er få slike overskridelser og fordi de høyeste nivåene opptrer i nærheten av tunnelmunningene og langs de mest trafikkerte veiene (E39) hvor påvirkningen fra skipstrafikken er liten. Den 19. høyeste timen er vist i Figur 4-10.

Luftkvalitetskriteriet er definert som tidsmiddel over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ser vi på antall som eksponeres for 36 timer eller mer over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, så er det ca. 20.000 i 2018, ca. 2.500 i 2024 uten landstrøm og ytterligere redusert til 1.000 i 2024 med antatt full utnyttelse av landstrøm. Dette betyr at forventet fornyelse av bilparken bidrar med en størrelsesorden mer til utslippsreduksjon enn innføring av landstrøm.



a) Dagens situasjon 2018

b) Referansesituasjonen 2024

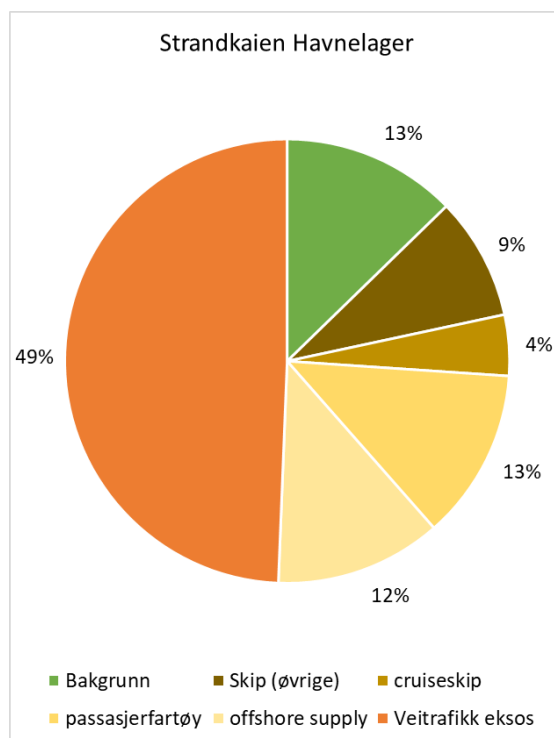
c) 2024 uten landstrøm

Figur 4-10: Kartene viser den 19. høyeste tidsmiddelmiddelkonsentrasjonen for NO_2 for henholdsvis Dagens situasjon 2018 (a), Referansesituasjonen 2024 (b) som antar tilkobling av landstrøm for offshore supply, og et framtidig scenario 2024 (c) hvor ingen skip er tilknyttet landstrøm.

4.4.3 Vurdering av videre satsing på landstrøm

Beregningene viser årsmiddelverdi på vestsiden av Vågen (Strandkaien havnelager) på ca. $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og noe høyere ca. $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på østsiden av Vågen. Passive målinger (Aamdal & Klausen, 2019) ga et vektet gjennomsnitt på ca. $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i de periodene det ble målt på vestsiden av Vågen i 2018, mens det på østsiden ble målt til ca. $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Både de passive målingene og beregninger viser at NO_2 -nivåene er langt under grenseverdiene i området. De passive målingene gir gjennomsnittsverdier over en lenger periode og kan ikke brukes til å vurdere timesverdiene.

Det har vært påtrykk fra flere hold om å etablere landstrøm for cruise skip. Trafikkgrunnlaget i 2018 og utslippsberegningene som er basert på det, gir at cruiseskipene bidrar med omtrent 6% av skipsutslippene i domenet, mens spredningsberegningene viser at de bidrar til om lag 4-5% av forurensingsnivået i Vågen (se Figur 4-11). Legger vi konsentrasjonsnivået i beregningene til grunn er cruiseskipene med og løfter årsmiddelkonsentrasjonen i Vågen med ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Legger vi nivået som de passive målerne har registrert til grunn vil bidraget fra cruiseskip til årsmiddel sannsynligvis være enda lavere i absoluttverdi.



Figur 4-11: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for NO_x ved Strandkaaien Havnelager

Kostnad ved etablering av landstrøm avhenger av tilgang på høyspent nett (6-20kV) og behov for frekvensomforming. En rapport fra DNV-GL (2015) oppgir investeringskostnader i størrelsesorden 1 (Gøteborg) til 35 millioner kroner (Rotterdam) per kai. I tillegg vil hvert skip måtte investere mellom 2,5 til 15 millioner dersom skipet ikke er ferdig tilrettelagt for landstrøm. Enova har støtteordninger for både etablering av landstrøm og for tilpasning av fartøy.

Kostnaden ved å etablere landstrømanlegget i Risavika med 3 tilkoblingspunkt var 6,5 millioner kroner. Anlegget i Stavanger også med 3 tilkoblingspunkt kostet 8,9 millioner kroner. Driftskostnadene for hvert av anleggene er forventet å ligge på mellom 60.000 og 100.000 kroner pr. år.

I forhold til effekten på luftkvalitet er det på bakgrunn og utslippsdata, beregninger og målinger vanskelig å anbefale en investering i landstrøm for cruiseskip. Effekten på klimagassutslipp og støy, som ikke er vurdert i denne tiltaksutredningen, kan likevel være gode argument for å innføre tiltaket.

4.5 Overvåke situasjonen med flere målestasjoner

Tidligere tiltaksutredning pekte på etablering av ny målestasjon ved Forus. Beregningene viser at Schancheholen vil være representativ for noen av de høyeste forurensningsnivåene i Stavanger på grunn av bidraget fra veien og tunnelmunningen nord for målestasjonen.

Beregningene for Referansesituasjonen 2024 viser fare for overskridelser langs E39 og rundt de mest trafikkerte tunnelmunningene. Disse beregningene inkluderer Ryfast-forbindelsen som åpnet våren 2020. Schancheholen er plassert slik at den både er påvirket av trafikken på E39 og bidraget fra tunnelmunningen nord for målestasjonen. Det anbefales derfor at utviklingen ved denne målestasjonen overvåkes nøye. Dersom det mistenkes høye nivåer rundt tunnelmunningene, anbefales en eller flere målekampanjer spesielt rettet mot boligområder i nærheten av tunnelmunningene. Passive målinger med NO₂ vil kunne gi et visst bilde av forurensningens utbredelse rundt munningene.

Det er generelt viktig at de eksisterende målestasjonene i Stavanger tildeles tilstrekkelig ressurser til stabil drift som gir god datadekning.

Investeringskostnad for en ny målebod med AC, datalogger og instrument for måling av PM₁₀, PM_{2,5} og NO_x med referanseinstrumenter er ca. 600.000 kroner. I tillegg kommer kostnader til strømtilkobling og fundamentering. En slik målestasjon har en årlig driftskostnad på ca. 250.000 kroner pluss 50-100 arbeidstimer.

Kostnad for en målekampanje for PM i et halvt år er anslått til ca. 200.000 kroner (uten eventuell fundamentering og rapportering).

Det er fattet et vedtak¹⁸ om etablering av en målestasjon i Vågen med fokus på når cruiseskipene ligger til kai i sommersesongen. Beregninger i denne tiltaksutredningen (kap. 4.4) og kampanjen med passive målinger viser at en målestasjon i dette området vil være mindre relevant.

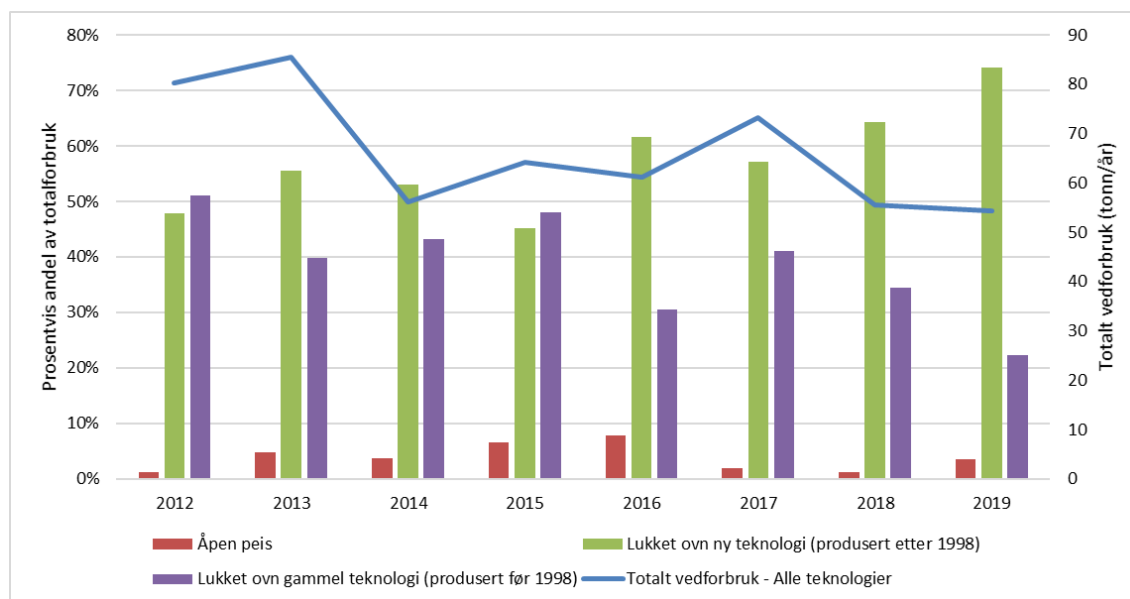
4.6 Panteordning på vedovner

Stavanger kommune innførte i 2018 panteordning for gamle vedovner produsert før 1998. Ovner produsert etter 1998 er definert som «rentbrennende» selv om det har vært en vesentlig teknologisk utvikling også etter dette skiftet.

Per mai 2020 har det vært skiftet ut ca. 900 ovner (466 i 2018, 286 i 2019 og 153 per mai 2020). Tall fra brannvesenet gir at det er ca. 39.000 ildsteder i boliger i «gamle» Stavanger kommune. Av disse er ca. 9000 oppgitt å være rentbrennende, mens ca. 30.000 er ikke-rentbrennende eller med ukjent teknologi. Det betyr at tilskuddsordningen så langt har skiftet ut omtrent 3 % av de ikke-rentbrennende ildstedene i Stavanger. Det gis tilskudd på 5000 kroner for hver ovn som byttes ut. Totalt har det vært utbetalt i overkant av 4,5 millioner kroner ekskludert administrasjonskostnader per mai 2020.

Ser vi på forbruksstatistikken i Rogaland (Figur 4-12) har det vært en økning i prosentandelen fyring (i tonn) med ny teknologi de siste tre årene. Dette kan ha en sammenheng med tilskuddsordningen, men variasjonen er også stor mellom år uten tilskuddsordning.

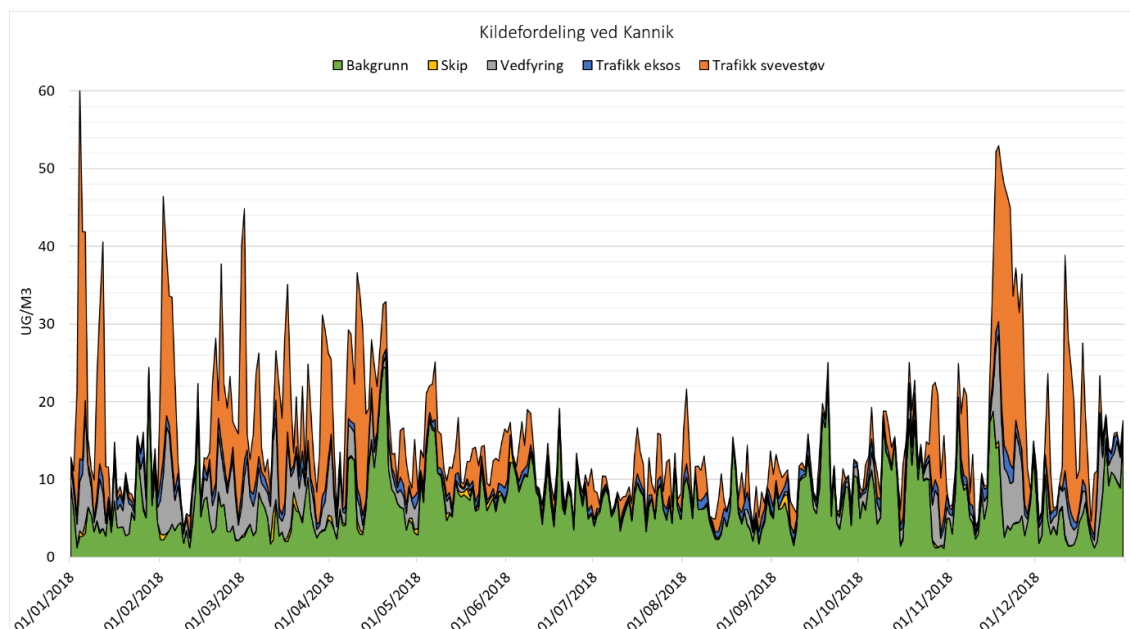
¹⁸ jf. sak 16/20 til Utvalg for miljø og utbygging den 19.02.2020



Figur 4-12 Totalt forbruk av ved (tonn/år) i Rogaland fylke og prosentvis andel forbruk i henholdsvis åpen peis og lukket ovn med ny/gammel teknologi (produsert før/etter 1998). Kilde: SSB 09703: Energibalansen. Vedforbruk i boliger, etter fyringsteknologi (F) 2005 - 2019

En ny studie rapporterer en generell reduksjon i det temperaturnormaliserte vedforbruket i Stavanger med ca. 3 prosent i årene 2009 til 2018 (Lopez-Aparicio & Grythe, 2019). Studien estimerer også at det har vært en generell nedgang i utslippsfaktorer på ca. 9 prosent over årene 2005-2018. Dette skyldes trolig innfasing av nyere ovner.

Figur 4-13 viser beregnet kildefordeling for PM₁₀ per døgn ved Kannik målestasjon. Grå felt indikerer vedfyrings bidrag som viser at det er perioder på vinteren hvor vedfyring er en betydelig kilde til PM₁₀-døgnmiddelkonsentrasjonen. Det er likevel generelt svevestøv fra veitrafikken som bidrar til overskridelsene av forskriftens grenseverdi for PM₁₀ (50 µg/m³).

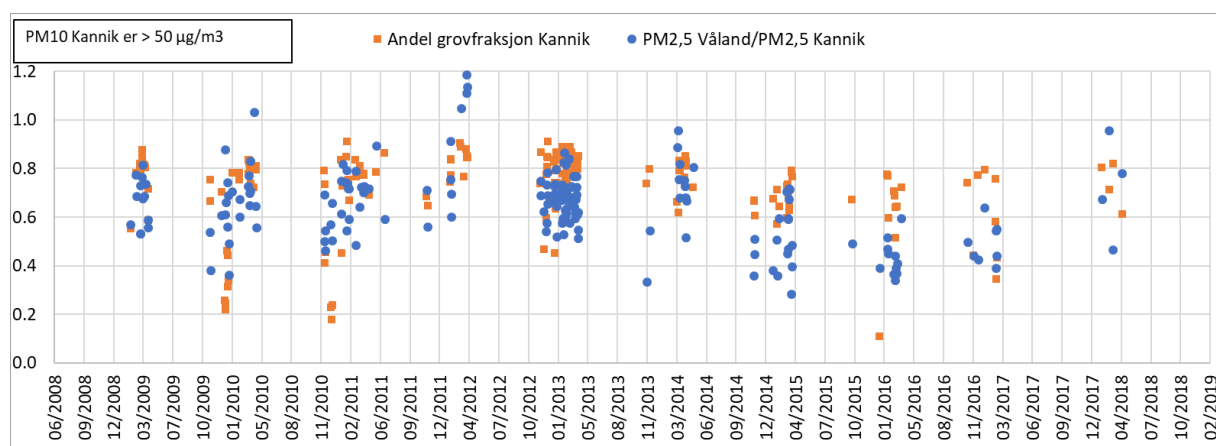


Figur 4-13 Beregnet kildefordeling til konsentrasjonen av PM₁₀ ved Kannik per døgn i 2018.

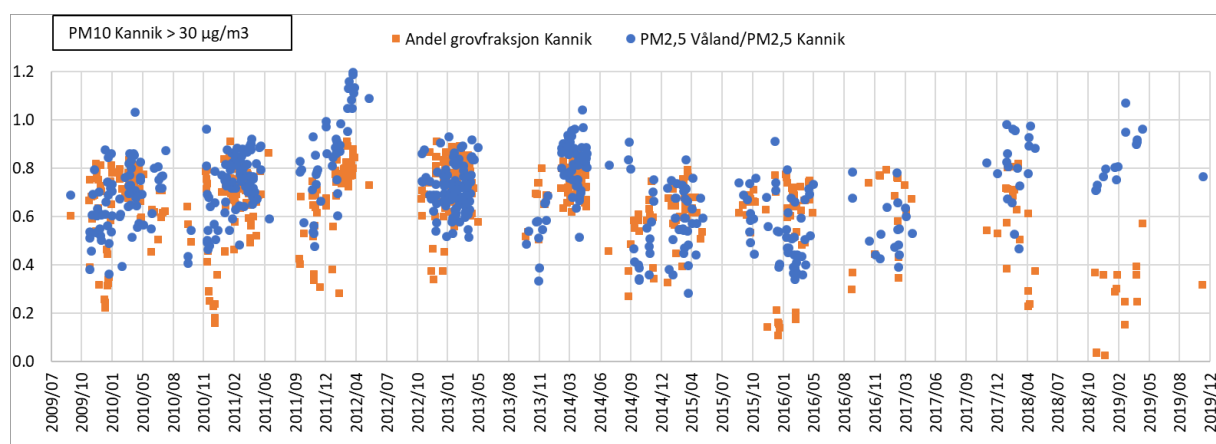
Figur 4-14 viser andelen grovfraksjon (PM₁₀-PM_{2,5}) som er målt ved Kannik i døgn som har middelværdi over grenseverdien på 50 µg/m³. Dataene er gitt for årene 2009 til 2019, men det er ingen overskridelser av grenseverdien i 2019. Typisk er grovfraksjonen høy når det er overskridelse, som

antyder at veistøvbidraget er den viktigste årsaksfaktoren. I tillegg er forholdet mellom $PM_{2,5}$ ved Våland og Kannik oppgitt. Generelt er dette forholdstallet i området 0,4-0,6, som igjen antyder at det er forholdene nært veien (trafikkutslippet) som gir overskridelsen, og ikke et generelt høyt forurensningsnivå som kan opptre når vedfyring er den viktigste faktoren sammen med kaldt og stillestående vær.

Figur 4-15 viser også andelen grovfraksjon ved Kannik og forholdet mellom $PM_{2,5}$ ved Våland og Kannik, men for døgn som overskrider luftkvalitetskriteriet på $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De siste årene er det flere døgn i vintersesongen hvor grovfraksjonen er lav og forholdet mellom $PM_{2,5}$ ved Våland og Kannik er høyt. Det antyder et generelt forurensningsnivå over luftkvalitetskriteriet i området som mest sannsynlig er forårsaket av utslipp fra vedfyring.



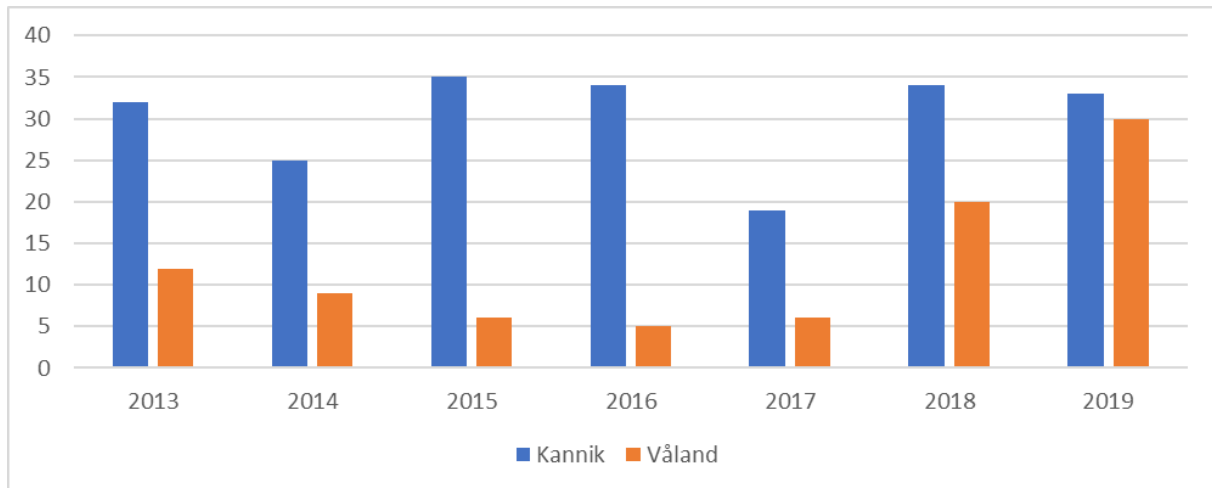
Figur 4-14 Figuren viser andel grovfraksjon ($PM_{10}-PM_{2,5}$) ved Kannik (orange) og forholdet mellom $PM_{2,5}$ konsentrasjonen ved Våland og Kannik (blå) når grenseverdien for døgnmiddel ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er overskredet. I 2019 er det ingen overskridelser av grenseverdien.



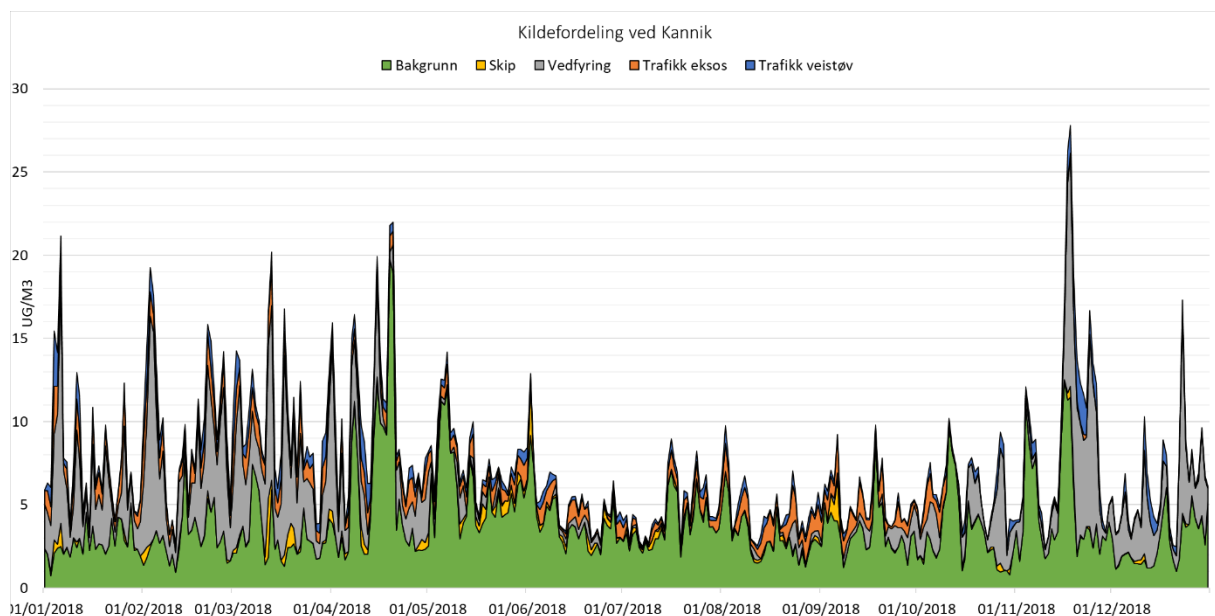
Figur 4-15: Figuren viser andel grovfraksjon ($PM_{10}-PM_{2,5}$) ved Kannik (orange) og forholdet mellom $PM_{2,5}$ konsentrasjonen ved Våland og Kannik (blå) når luftkvalitetskriteriet for døgnmiddel PM_{10} ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er overskredet.

Helsemyndighetenes anbefaling for $PM_{2,5}$ (luftkvalitetskriteriet) er satt til $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for døgnmiddel. Målinger ved Kannik og Våland (Figur 4-16) indikerer ingen nedadgående trend i antall overskridelser av luftkvalitetskriteriet. Beregnet kildefordeling per døgn i 2018 (Figur 4-17) viser at vedfyring, sett bort i fra bakgrunnsbidraget, er den dominerende kilden for døgn over $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Denne sammenstillingen av data indikerer at for å redusere antall døgn over juridiske grenseverdi for PM₁₀ på 50 µg/m³, så må det fortsatt være hovedfokus på veistøv. Men for å redusere antall døgn over luftkvalitetskriteriet for både PM₁₀ (30 µg/m³) og PM_{2,5} (15 µg/m³) er det vesentlig å redusere utslippet fra vedfyring.



Figur 4-16: Antall døgn over luftkvalitetskriteriet for PM_{2,5} målt ved Kannik og Vålund i årene 2013 til 2019.



Figur 4-17: Beregnet kildefordeling til konsentrasjonen av PM_{2,5} ved Kannik per døgn i 2018

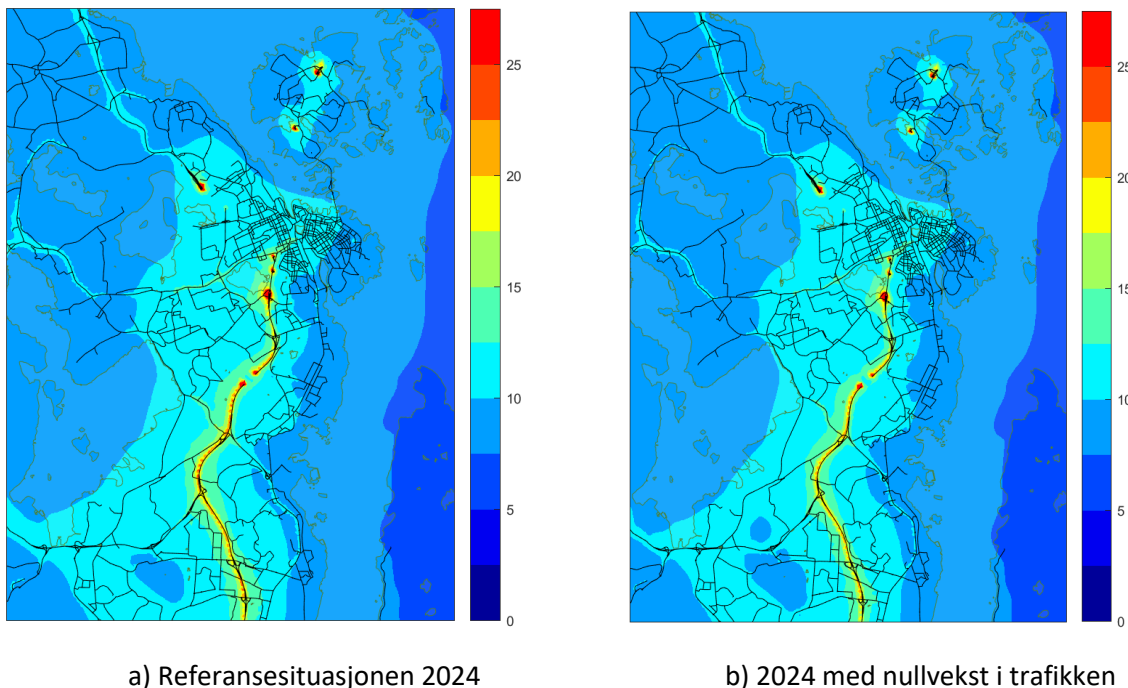
En generell utfordring med tilskuddsordningen er at den kan medføre et høyere vedforbruk ved at forbrukeren bytter ut en gammel ovn som brukes lite med en ny som brukes mye (Lopez-Aparicio & Grythe, 2019). Det er heller ingen tydelig tendens til at kommuner med panteordning har høyere utskiftingstakt enn kommuner uten panteordning. Det er for tidlig siden innføring til å evaluere effekten av ordningen i Stavanger kommune og om ordningen har medført en netto reduksjon i luftforurensningen. Dersom innbyggerne i større grad kan gå over til nullutslippsteknologi som varmepumpe, vil det gi en mer sikker gevinst i forhold til å redusere utslipp fra vedfyring.

4.7 Sensitivitet: Nullvekst i biltrafikken

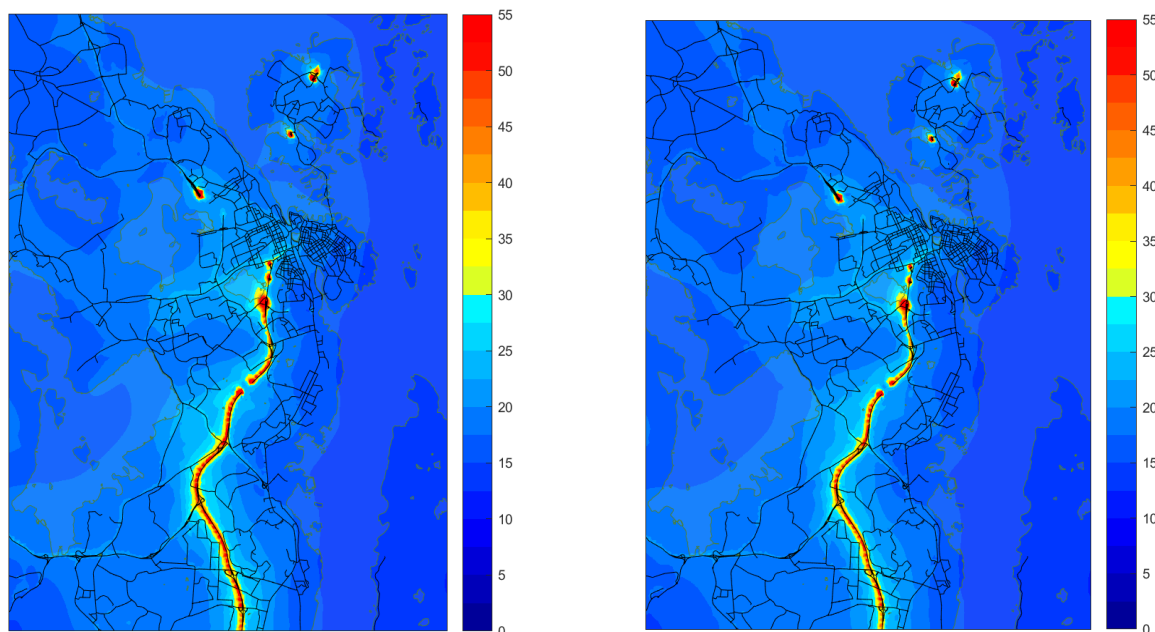
Å unngå vekst i biltrafikken er først og fremst et avtalesfestet mål i byvekstavtalen og ikke et konkret tiltak i handlingsplanen for bedre luftkvalitet. På grunn av forutsetningene i metode og inngangsdata beregnes det en økning på 11 % i personbiltrafikken i det som er definert som beregningsdomenet for Stavanger. Det betyr ikke at nullvekstmålet slik det er definert ikke kan oppnås. Dersom det arbeides målbevisst med insentiver og gebyrordninger kan det være mulig å holde veksten nede.

For å undersøke effekten av nullvekst i trafikken er det utført en sensitivitetberegning hvor det generelle trafikknivået for all trafikk i Referansesituasjonen 2024 (med tilhørende veinett) er redusert til 2018-nivået. Det understrekes at dette er en flat utslippsreduksjon uten trafikkmodellberegninger som ville gitt en mer riktig fordeling i veinettet. Det må også nevnes at nullvekstmålet kun gjelder personbiltrafikken, men at denne sensitivitetberegningen har antatt nullvekst for all trafikk.

Figur 4-18 og Figur 4-19 viser årsmiddelkonsentrasjon og 31. høyeste døgnmiddel i Stavanger for henholdsvis Referansesituasjonen 2024 (a) og samme situasjon med nullvekst i trafikken (b). Trafikkreduksjonen gir reduksjon i nivåene i nærområdet til de mest trafikkerte veiene. For et veinært reseptorpunkt langs E39 reduseres antall overskridelser av døgnmiddel ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) fra 12 til 4.



Figur 4-18: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM₁₀ for Referansesituasjonen 2024 (a) og samme situasjon men der man har antatt nullvekst i trafikken relativt til 2018 (b).



a) Referansesituasjonen 2024

b) 2024 med nullvekst i trafikken

Figur 4-19: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for henholdsvis Referansesituasjonen 2024 (a) og samme situasjon men der man har antatt nullvekst i trafikken relativt til 2018 (b)

Beregningene viser at en økning i trafikknivået vil ha betydning for hvor mange som utsettes for nivåer over grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene (Tabell 4-6). Først og fremst handler det om de som er bosatt svært nær de trafikkerte veiene eller i nærområdet til tunnelmunningene.

Tabell 4-6: Antall personer i Stavanger som forventes å bo i områder med PM_{10} -nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften for Referansesituasjonen 2024 og 2024 med nullvekst i trafikken. Antall som eksponeres for nasjonalt mål og luftkvalitetskriteriet for døgnmiddel er også oppgitt. Tallene er oppgitt i intervaller på 100.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (31 døgn over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over nasjonalt mål ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for 31 døgn eller mer over luftkvalitetskriteriet (døgnmiddel $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Referansesituasjonen 2024	<100	100-200	100-200	Ca. 1000
2024 med nullvekst i biltrafikken	<100 (halvering)	0-100	0-100	ca. 700

4.8 Oppsummering av tiltak

Piggdekkgebyr:

Utslipps- og spredningsberegninger viser at dersom piggfriandelen fortsetter å øke til 90 % (antatt utvikling ved opprettholdelse av piggdekkgebyr) vil utslippet reduseres med 14 % fra dagens situasjon, årsmiddel ved Kannik og Schancheholen reduseres med henholdsvis 4 % og 6 % og antall overskridelser av grenseverdiene ved Kannik reduseres fra 4 til 1. I tillegg vil befolkningseksposeringen for nivåer over grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene nær halveres. På den annen side, ved en reduksjon i piggfriandel til 75 % (antatt utvikling ved avvikling av gebyrordning), vil utslippet øke med 30 %, årsmiddel ved Kannik og Schancheholen øker med 12 % og 18 % henholdsvis, antall overskridelser av grenseverdiene vil øke fra 4 til 12 ved Kannik og befolkningseksposeringen generelt vil tredobles.

Kostnadmessig er ordningen positiv, med en netto årlig inntekt på rundt 12 millioner kroner i Stavanger. Økt piggfriandel vil også si reduserte kostnader til veivedlikehold som følge av mindre slitasje, samt redusert behov for støvfjerning og støvdemping. Dette vil trekke i positiv retning, men er vanskelig å kvantifisere.

Tiltaket anbefales videreført.

Støvfjerning og -demping inkludert renhold av tunneler:

Erfaring fra flere norske byer viser at et effektivt regime for renhold og støvdemping er vesentlig for å unngå overskridelser av spesielt døgnmiddel PM₁₀. Spyling og oppsuging av støv når værforholdene tillater det (plussgrader) er en viktig basis. Målrettede støvdempingstiltak settes inn ved kuldegrader og fare for overskridelse av døgnmiddelverdiene. Beregningene, som ikke tar høyde for renhold og støvdemping, viser forhøyede konsentrasjonsnivåer langs E39 og spesielt rundt tunnelmunningene. Det illustrerer viktigheten av å videreføre rutinene for renhold og støvdemping i Stavanger på samme nivå som i dag.

Tiltaket anbefales videreført. Viktigheten av god samhandling og kommunikasjon mellom besluttende enhet og utførende enhet understrekes.

Miljøfartsgrense:

Det er dokumentert at miljøfartsgrense har en positiv effekt på luftkvaliteten ved at lavere fart reduserer produksjon og oppvirvling av svevestøv. Effekten av å innføre dette på E39 (fra 90 km/t til 70 km/t) er beregnet. Beregningene viser at det er liten endring i befolkningseksposering ved innføring av miljøfartsgrense. Miljøfartsgrense kan riktignok ha en viss effekt for de som ferdes langs E39 (f.eks. langs sykkelstamveien).

Tiltaket anbefales ikke innført nå på bakgrunn av foreliggende beregninger og målinger, men kan vurderes innført som et supplerende tiltak ved vedvarende høye konsentrasjoner langs E39.

Landstrøm for cruiseskip:

Beregninger viser at innføring av landstrøm for offshore supply skip i sitt fulle teoretiske potensial har neglisjerbar effekt på befolkningseksposeringen for NO₂-nivåer over de juridiske grenseverdiene. Landstrøm kan ha en effekt sentralt i Stavanger/Vågen med hensyn til eksponering for timesverdier over luftkvalitetskriteriene. Effekten på svevestøv er ubetydelig. Offshore supply skip bidrar til omtrent 12 % av årsmiddel bakkekonsentrasjonen NO₂ i Vågen, mens cruiseskip bare bidrar med omtrent 4 % (i 2018).

På bakgrunn av utslippsdata, beregninger og målinger **anbefales ikke landstrøm som et tiltak for bedre luftkvalitet i Stavanger. Effekten på klimagassutslipp og støy, som ikke er vurdert i denne tiltaksutredningen, kan likevel være gode argument for å innføre tiltaket.**

Panteordning for vedovner:

Det er ikke foretatt effektberegning av tiltaket, men beregnet kildeallokering samt en vurdering av måledata for PM₁₀ og PM_{2,5} fra de siste 10 årene er lagt til grunn. Selv om vedfyring er den største utslippskilden til svevestøv, så bidrar vedfyring sjelden til overskridelse av de juridiske grenseverdiene i Stavanger. Men vedfyring kan være opphav til flere overskridelser av luftkvalitetskriteriene, typisk på kalde dager med stillestående luft.

Stavanger kommune vektlegger nasjonale mål og luftkvalitetskriteriene som målsetning for svevestøv og ved overskridelsene av disse døgnnivåene spiller vedfyring en vesentlig rolle. På denne bakgrunnen kan **tiltaket anbefales**, men det understrekes at effekten av selve panteordningen på utskiftingstakten av gamle vedovner er noe usikker (Lopez-Aparicio & Grythe, 2019). Tiltaket ble innført i 2018 og det anbefales at tiltaket evalueres etter noen år og tas opp til ny vurdering. Det er viktig at tiltaket ikke går på bekostning av renhold og støvbinding som anses viktigere for overholdelse av de juridiske grenseverdiene. Det anbefales også at Stavanger kommune ser på muligheten for å dreie panteordningen mot nullutslippsløsninger (varmepumpe) som har en mer sikker gevinst med tanke på utslippsreduksjon. Andre positive effekter ved utskifting av vedovner som ikke er vurdert her er forbedret innneklima og brannsikkerhet.

Utvide overvåkingen av luftkvaliteten i Stavanger med flere målestasjoner:

Tidligere tiltaksutredning pekte på etablering av ny målestasjon ved Forus. Beregningene viser at Schancheholen vil være representativ for noen av de høyeste forurensningsnivåene i Stavanger på grunn av bidraget fra veien og tunnelmunningen nord for målestasjonen.

Etablering av en ny målestasjon langs E39 anbefales ikke før konsentrasjonsnivået ved Schancheholen har blitt kartlagt i noen år etter åpning av Ryfast våren 2020. På bakgrunn av dette kan Stavanger kommune også vurdere målekampanje for å kartlegge nivåer i boligområder rundt de mest trafikkerte tunnelmunningene.

Beregninger i denne tiltaksutredningen og kampanjen med passive målinger viser at en målestasjon i Vågen vil være mindre relevant.

5 Anbefalt handlingsplan

Basert på arbeidet med denne tiltaksutredningen, og med referanse til oppsummeringen i kapittel 4.8 er det etablert et forslag til handlingsplan for lokal luftkvalitet i Stavanger som vist i Tabell 5-1. Tiltakene «Overvåking med flere målestasjoner» og «Miljøfartsgrense» (Tabell 5-2) er ikke anbefalt nå, men kan vurderes innført senere som supplerende tiltak ved vedvarende høye konsentrasjoner langs E39.

Tabell 5-1 Anbefalt handlingsplan for lokal luftkvalitet i Stavanger kommune. SK=Stavanger kommune, SVV=Statens Vegvesen, R = Rogaland fylkeskommune.

Handlingsplan for bedre luftkvalitet i Stavanger	Forventet effekt	Ansvar	Status	Kostnad / økonomi
1. Opprettholde en høy piggfriandel ved piggdekkgebyr etter prinsippet om at forurenser betaler.	Stor.	SK	Piggdekkgebyr har vært innført siden 2017-2018. Piggfriandelen har vært stigende siden 2017. Ordningen ble vedtatt videreført i august 2020.	Erfaringen så langt gir kommunen en netto årlig inntekt på ca. 12 millioner kroner.
2. Opprettholde og videreføre dagens rutiner for renhold og støvdemping. Inkluderer renhold av tunneler.	Stor, spesielt i forhold til å redusere antall døgn med høye verdier.	SK, SVV, R	Stavanger kommune inngikk avtale om støvdemping fra og med 2019. SVV har utført omfattende renhold og støvdemping siden 2017.	Stavanger kommune har årlig satt av 500.000 kroner til støvdempingstiltak for totalt 2,9 km vei. SSV har bevilget 2 millioner kroner per år til ekstraordinær vask og støvdemping. I tillegg kommer ordinær veidrift. Gjennom avtale dekker SVV også fylkesveiene fram til 2022.
3. Opprettholde godt renhold av tunnelsystemene.	Stor i umiddelbar nærhet til tunnelmunningene med størst trafikkgrunnlag.	SVV	Tunnelrenhold utføres i henhold til spesifisering (D2-ID3700a). Ryfylketunnelen vaskes ca. annenhver måned, mens Eiganestunnelen vaskes månedlig.	Utføres under rundsum-kontrakt hvor flere elementer inngår.
4. Panteordning på vedovner / Informasjonskampanjer rettet mot å fyre riktig.	Middels effekt for overholdelse av antall dager over luftkvalitetskriteriet Liten effekt for grenseverdiene.	SK	Panteordning har vært innført siden 2018. Ca. 900 ovner har totalt blitt skiftet ut i tidsrommet. Det anbefales at ordningen evalueres etter noen år og tas opp til ny vurdering da.	Ordningen har kostet 4,5 millioner (ekskludert administrasjon) siden oppstarten i 2018 til og med juni 2020.

Tabell 5-2 Tiltakene «Overvåking med flere målestasjoner» og «Miljøfartsgrense» er ikke anbefalt nå, men kan vurderes innført som et supplerende tiltak dersom målingene langs E39 (Schancheholen) indikerer et vedvarende høyt forurensningsnivå.

Handlingsplan for bedre luftkvalitet i Stavanger	Forventet effekt	Ansvar	Status	Kostnad / økonomi
5. Overvåking med flere målestasjoner / målekampanje mot tunnelmunninger.	Ingen direkte effekt på luftkvaliteten. Viktig for kartlegging.	SK/SVV	Det anbefales at utviklingen ved Schancheholen følges nøye etter åpning av Ryfast 2020, før avgjørelse om kampanje rundt tunnelmunninger eller ny permanent stasjon tas. Tiltaksutredningen viser at en ny målestasjon i Vågen er mindre relevant.	Pris målekampanje (6 mnd.) med referanseinstrumenter for PM: ca. 200.000 kroner (ekskl. eventuell fundamentering, strømtilkobling og rapportering). Pris, ny målestasjon (PM og NOx): ca. 600.000 kroner (investering ekskl. fundamentering og strømtilkobling) og 250.000 kroner pluss ca. 50-100 arbeidstimer til årlig drift.
6. Miljøfartsgrense på E39 mellom Forus og Schancheholen.	Liten/middels.	SVV	Er ikke innført. Beregningene viser begrenset effekt på luftkvaliteten med unntak av i umiddelbar nærhet til E39. Tiltaket kan tas opp til vurdering dersom målingene ved Schancheholen tilsier at det er behov for ytterligere tiltak.	Det er installert elektroniske skilt, så kostnaden er liten. Dersom tiltaket skal innføres kan det settes av noe midler til informasjonskampanje.

6 Plan for episoder med høy luftforurensning

Høye nivåer av PM₁₀ inntreffer som oftest om våren når veibanen tørker opp og veistøvet som er produsert i løpet av vinteren virvles opp. I tillegg kan det oppstå dager med høye svevestøvnivåer på høsten som følge av piggdekkbruk på bare veier. I enkelte perioder vinterstid med kald og stillestående luft kan også vedfyring bidra til moderate til høye svevestøvnivåer.

6.1 Formål

Formålet med denne planen er å beskrive og igangsette prosessen for å innføre akutte tiltak mot svevestøv i Stavanger i perioder med høy luftforurensning. Akutttiltakene skal bidra til at grenseverdiene gitt i forurensningsforskriftens kapittel 7 om lokal luftkvalitet overholdes, og at forurensningsnivået utgjør en så lav helseisiko for befolkningen som mulig.

Grenseverdien for døgnmiddel av PM₁₀ kan i prinsippet brytes inntil 30 døgn per år, men målet er å sikre forutsigbar forvaltning av bylufta ved å unngå lengre perioder med for dårlig luft. I Klima- og miljøplanen har Stavanger kommune tallfestet et mål på maksimalt 7 overskridelser av grenseverdien for PM₁₀. Tiltakene bør derfor settes i verk ved fare for dårlig luftkvalitet, definert som brudd på forurensningsforskriftens grenseverdi for PM₁₀.

Høy luftforurensning defineres som nivåer over kriteriene for varslingsklassen «høyt» (se Tabell 6-1). Planen gjelder for situasjoner med høy luftforurensning med varslet varighet to dager eller mer.

6.2 Varslingsklasser

Varslingsklassene gir informasjon om forurensningssituasjonen og hvilke helsevirkninger nåværende og varslet forurensningsnivå har. I tillegg er det etablert helseråd knyttet til de ulike varslingsklassene. Hver varslingsklasse har en farge som viser hvor forurenset luften er. Lite forurensning vises som grønn, moderat som oransje, høy som rød og svært høyt forurensningsnivå som lilla. Varslingsklassene er vist i Tabell 6-1.

Forurensningsklassene er fastsatt av Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, Helsedirektoratet, Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet. Det er den avdelingen i Stavanger kommune som ivaretar forurensningsmyndigheten som også har ansvaret for beredskapsarbeidet ved perioder med høy luftforurensning.

Tabell 6-1: Varslingsklasser for lokal luftforurensning

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

6.3 Ny varslingstjeneste

I januar 2019 ble en ny varslingstjeneste for lokal luftkvalitet lansert i Norge¹⁹. Varslingstjenesten gir Stavanger kommune mer forutsigbarhet ved iverksetting av strakstiltak for å hindre dårlig luftkvalitet. **Ved varslet høy luftforurensning (gul, rød og lilla) vil kommunen i samarbeid med veieiere iverksette strakstiltak i form av informasjon til innbyggere, samt renhold og støvdemping, i henhold til godkjente feieplaner.** Kommunens ambisjon er på denne måten å unngå flere dager i strekk med målt gult, rødt og lilla forurensningsnivå.

Stavanger kommune skal ha hovedansvaret for informasjon ut, med bidrag fra de øvrige ansvarlige myndigheter ut fra deres ansvarsområde. Intensivert veivask, støvdemping og -fjerning anses ikke som tiltak som trenger behandling i krisestab.

Tabell 6-2 beskriver ansvarsforhold for de ulike varslingsklassene, samt oppfølging i perioder med høy luftforurensning og tiltak for å redusere forurensningen.

¹⁹ Luftkvalitet i Norge, <https://luftkvalitet.miljostatus.no/varsling/Rogaland/Stavanger/>

Tabell 6-2 Plan for episoder med høy luftforurensning ved ulike varslingsklasser med tilhørende ansvarsforhold

FORURENSNINGSNIVÅ	KRITERIER	døgn	time	AKTIVITET	ANSVARLIG	HELSEÅD
Lite	PM ₁₀ PM _{2,5} NO ₂	30 15	<60 <30 < 100	Særlig langtidsvarselet følges Daglig oppfølging av luftkvalitetsdata	Miljørettet helsevern	Utendørs aktivitet anbefales
Moderat	PM ₁₀ PM _{2,5} NO ₂	30-50 15-25	60-120 30-50 100 - 200	Kort- og langtidsværværslingen følges tett Holde helsesjef og miljøvernsjef løpende orientert Dersom det vurderes at perioden kan få røde verdier, skal Statens vegvesen (SVV) informeres om forventet utvikling	Miljørettet helsevern (på vegne av helsesjef og miljøvernsjef) SVV	Utendørs aktivitet kan anbefales for de aller fleste, men enkelte bør vurdere sin aktivitet i områder med mye trafikk eller høye andre utslipp
Høyt	PM ₁₀ PM _{2,5} NO ₂	50-150 25-75	120-400 50-150 200-400	Kort- og langtidsværværslingen følges tett Start for varsling etter varslingsliste, tiltak vurderes fortløpende: <ul style="list-style-type: none"> • Info til innbyggerne • Økt gaterenhold • Støvbindingstiltak Varsling til publikum iverksettes tredje dagen med røde verdier Tiltak vurderes og eventuelt opprettholdes til verdiene viser oransje SVV, helsesjef og miljøvernsjef holdes fortløpende oppdatert	Miljørettet helsevern (på vegne av helsesjef og miljøvernsjef) SVV	Barn med luftveislidelser (astma, bronkitt) og voksne med alvorlige hjerte/kar- eller luftveislidelser bør redusere utendørs aktivitet, og ikke oppholde seg i de mest forurensede områdene.
Svært høyt	PM ₁₀ PM _{2,5} NO ₂	>150 >75	>400 >150 >400	Kort- og langtidsværværslingen følges tett Tiltak opprettholdes til verdiene viser oransje Tiltak som under høyt forurensningsnivå	Miljørettet helsevern (på vegne av Helsesjef og Miljøvernsjef)	Personer med hjerte/kar- eller luftveislidelser bør redusere utendørs aktivitet, og ikke oppholde seg i de mest forurensede områdene.

- Timesverdier og/eller døgnverdier ligger til grunn for forurensningsnivåene. For støvverdier ses det spesielt på tendensen siste døgnene.
- Forurensningsnivået inntreffer når ett eller flere av kriteriene for klassen er oppfylt.
- Meteorologisk institutt utarbeider også varsling om luftkvaliteten, og tar utgangspunkt i timesverdier i sine varsler. Terskelverdiene for de ulike forurensningsnivåene sammenfaller med Meteorologisk institutt sine.
- Miljørettet helsevern vurderer forurensningen på bakgrunn av værværslingen, inkludert vindstyrke, vindretning, nedbør og temperatur, samt forventet stabilitet i værforholdene de nærmeste dagene. Når tiltak vurderes, inkluderes også langtidsværværslingen.

7 Referanser

- Aamdal, G. T. & Klausen, E. B. (2018). *Luftkvalitet - Årsrapport 2018*. Stavanger kommune. Hentet fra http://luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/%c3%85rsrapport_Stavanger_2018.sflb.ashx
- Aamdal, G. T. & Klausen, E. B. (2019). *Luftkvalitet i Vågen. Rapport fra målinger med passive prøvetakere for NO2*. Miljørettet helsevern: Stavanger kommune.
- Aldrin, M. (2006). *Effekt av vasking, feiing og salting i Strømsåstunnelen*. Oslo: Norsk Regnesentral.
- Aldrin, M., Steinbakk, G. H. & Rosland, P. (2010). *Analyse av luftkvalitet og effekt av støvdemping basert på data fra 2001-2009*. Oslo: Norsk Regnesentral.
- Byvekstavtalen. (2020). *Byvekstavtale mellom Rogaland fylkeskommune, Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg kommuner, Samferdselsdepartementet og Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2019-2029*. Hentet fra https://bymiljopakken.no/wp-content/uploads/2020/01/Byvekstavtale-Nord-J%C3%A6ren-061219_SIGNERT.pdf
- Bøhler, T. (1987). *User's guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP*. Kjeller: NILU (TR 8/87). Hentet fra <https://www.nilu.no/apub/13567/>
- Copernicus (CAMS). The Copernicus Atmosphere Monitoring Service. Hentet 2020 fra <http://atmosphere.copernicus.eu/>
- Denby, B. R. & Sundvor, I. (2012). *NORTRIP model development and documentation: NON-exhaust Road TRaffic Induced Particle emission modelling* (OR 23/2012). Kjeller: NILU. Hentet fra <https://www.nilu.no/apub/26896/>
- Denby, B. R. & Sundvor, I. (2013). *Modelling non-exhaust emissions of PM10 in Oslo. Impact of the environmental speed limit using the NORTRIP model*. (41/2013). Kjeller: NILU. Hentet fra <https://www.nilu.no/apub/27233/>
- Denby, B. R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzler, M., Norman, M., ... Omstedt, G. (2013). A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP), Part 2: Surface moisture and salt impact modelling. *Atmos, Environ., 81*, 485- 503. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.09.003>
- DNV-GL. AIS – Meant for navigational safety, used for business intelligence. Hentet Aug. 2020 fra <https://www.dnvgl.com/maritime/energy-efficiency/automatic-identification-system-data-insights.html>
- DNV-GL. (2015). *Undersøkelse om markedsgrunnlaget for landstrøm i norske havner* (Document No.:1Y95FO0-1). Enova SF.
- Elvik, R., Amundsen, A., Larssen, S. & Ragnøy, A. (2015). Vinterdekk uten pigger. Hentet fra <https://www.tiltak.no/>
- European Commission. (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. (2008/50/EC). Hentet fra <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/50/oj>
- European Environmental Agency (EEA). (2019). *Air quality in Europe — 2019 report* (10/2019). Hentet fra <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>
- Folkehelseinstituttet. (2013). *Luftkvalitetskriterier - Virkninger av luftforurensning på helse* (2013:9). Hentet fra <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2013/luftkvalitetskriterier---virkninger-av-luftforurensning-pa-helse-pdf.pdf>
- Fridstrøm, L. (2019). *Framskrivning av kjøretøyparken i samsvar med nasjonalbudsjettet 2019* (1689/2019). Oslo: TØI. Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=50202>
- Gjerstad, K. I. (2014). Renhold av veger. Hentet fra <https://www.tiltak.no/>
- Grythe, H., Lopez-Aparicio, S., Vogt, M., Vo, T. D., Hak, C., Halse, A. K., ... Sousa Santos, G. (2019). The MetVed model: Development and evaluation of emissions from residential wood combustion at high spatio-temporal resolution in Norway. *Atmos. Chem. Phys., 19*, 10217–10237. <https://doi.org/10.5194/acp-19-10217-2019>

- Hagman, R., Gjerstad, K. & Amundsen, A. H. (2011). *NO₂-utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer. Utfordringer og muligheter frem mot 2025* (1168/2011). TØI. Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=22618>
- Hamer, P. D., Walker, S. E., Sousa-Santos, G., Vogt, M., Vo-Thanh, D., Lopez-Aparicio, S., ... Karl, M. (2019). The urban dispersion model EPISODE. Part 1: A Eulerian and subgrid-scale air quality model and its application in Nordic winter conditions. *Geosci. Model Dev. Discuss.*, 2019, 1-57. <https://doi.org/10.5194/gmd-2019-199>
- Høiskar, B. A. H., Sundvor, I., Johnsrud, M., Haug, T. W. & Solli, H. (2017). *Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Bergen* (15/2017). Kjeller: NILU. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2483437>
- Klausen, E. B. (2019). *Luftkvalitet - Årsrapport 2019*. Stavanger kommune. Hentet fra [http://luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/%c3%85rsrapport Stavanger 2019.sflb.ashx](http://luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/%c3%85rsrapport_Stavanger_2019.sflb.ashx)
- Lopez-Aparicio, S. & Grythe, H. (2019). *Vurdering av rentbrennende vedovners betydning for partikkelutslipp i Oslo kommune. Effekt på svevestøvnivåer*. (16/2019). Kjeller: NILU. Hentet fra <https://www.nilu.no/pub/1763264/>
- Lopez-Aparicio, S., Grythe, H., Thorne, R. J. & Vogt, M. (2020). Costs and benefits of implementing an Environmental Speed Limit in a Nordic city. *Science of The Total Environment*, 720, 137577. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137577>
- Lopez-Aparicio, S., Grythe, H., Vogt, M., Pierce, M. & Vallejo, I. (2018). Webcrawling and Machine Learning as a New Approach for the Spatial Distribution of Atmospheric Emissions. *PLoS ONE*, 13(7): e0200650. <https://doi.org/doi.org/10.1371/journal.pone.0200650>
- Miljødirektoratet. (2012). *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/t-1520-luftkvalitet-arealplanlegging/id679346/>
- Miljødirektoratet. (2014). *Lokal luftkvalitet: Tiltaksutredninger* (M-252/2014). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2014/oktober-2014/lokal-luftkvalitet-tiltaksutredninger/>
- Miljødirektoratet. (2020). *Forslag til reviderte grenseverdier for PM₁₀ og PM_{2,5}* (M-1669/2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1669/m1669.pdf>
- Rogaland fylkeskommune. (2019). *Regionalplan for Jæren 2050*. Hentet fra https://www.rogfk.no/f/p1/iad3e35a7-8b66-466d-9c4d-9c7842910d47/rp_jaren_vedtatt-120619.pdf
- Sekretariatet for Nasjonal transportplan. (2018). *Oversikt over prosjekter som legges til grunn i referansealternativet for analyser til NTP 2022-2033*. Hentet fra https://www.vegvesen.no/attachment/2660123/binary/1321906?fast_title=Prosjekter+i+referansebane.pdf
- Seljeskog, M., Goile, F., Sevault, A. & Lamberg, H. (2013). *Particle emission factors for wood stove firing in Norway* (TR A7306). Trondheim: Sintef Energy Research. Hentet fra <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2598672>
- Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Liu, Z., Berner, J., ... Huang, X.-Y. (2019). *A Description of the Advanced Research WRF Version 4* (NCAR Tech. Note NCAR/TN-556+STR).
- Snilsberg, B. & Gryteselv, D. (2016). *Renholdsforsøk i tunnel og gate i Trondheim våren 2015. Strindheimtunnelen og Haakon VII gate* (619/2016). Oslo: Statens vegvesen. Hentet fra <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2673147>
- Statens vegvesen. (2017a). *Byutredning Nord-Jæren. Høringsutgave*. Hentet fra <https://bymiljopakken.no/wp-content/uploads/2018/09/Byutredning-Nord-J%C3%A6ren-enderlig-versjon-15.12.2017.pdf>
- Statens vegvesen. (2017b). *Tilstandsundersøkelse kap. 3. Bruk av piggdekk*. Hentet fra https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/trafikksikkerhet/Tilstandsundersokelser/attachment/2167156?ts=16193daab88&fast_title=Rapport+2017
- Statens vegvesen. (2018). *Byutredning Nord-Jæren Trinn 2. Knutepunktutvikling, innfartsparkering og dobbeltspor versus enkeltspor Sandnes-Nærbø*. Hentet fra

https://www.vegvesen.no/attachment/2661191/binary/1322128?fast_title=Byutredning+trinn+2+Nord-J%C3%A6ren.pdf

Stavanger kommune. (2018). *Klima- og miljøplan 2018-2030*. Hentet fra <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/renovasjon-klima-og-miljo/miljo-og-klima/klima--og-miljoplan-2018-2030.pdf>

Stavanger Sola Randaberg og Sandnes kommune, vegvesen, S. & Fylkeskommune, R. (2015). *Tiltaksutredning for bedre luftkvalitet i kommunene Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg* (Rev. 2016). Hentet fra <https://www.stavanger.kommune.no/siteassets/renovasjon-klima-og-miljo/miljo-og-klima/luftkvalitet---rapporter/revidert-tiltaksutredning-29-04-16-stavanger.pdf>

Trondheim kommune. (2018). *Tiltaksutredning mot luftforurensning* (rev. 2018). Hentet fra <https://drive.google.com/file/d/1m5DDEdV883S5pMXCDFEckWxqEfP2bp7p/view>

Tønnesen, D., Hak, C., Lopez-Aparicio, S., Sousa Santos, G., Vogt, M., Berdal, M. & Lindholm, M. (2016). *Luftkvalitetsberegninger for Oslo Lufthavn* (33/2016). Kjeller: NILU. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2428275>

Weydahl, T., Grythe, H., Haug, T. W. & Høyem, H. (2018). *NERVE - Utslipsmodell for veitrafikk. Dokumentasjon av beregningsmodell for klimagassutslipp i norske kommuner*. (28/2018). Kjeller: NILU. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2569414>

Weydahl, T., Grythe, H., Høiskar, B. A. K., Svorstøl, E.-T. & Haug, T. W. (2018). *Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Sarpsborg og Fredrikstad* (26/2018). Kjeller: NILU. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2573423>

Weydahl, T., Walker, S.-E., Johnsrud, M., Vo, D. T. & Ranheim, P. (2019). *Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Tromsø* (26/2019). Kjeller: NILU. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2635958>

Vedlegg A : Utslipps- og spredningsberegninger – metodikk og forutsetninger

A1 Spredningsmodellen EPISODE

EPISODE benytter to separate modeller for å beregne konsentrasjonsnivåene. Den første er en "rutenett-modell" som beregner konsentrasjonene for bybakgrunnsområder²⁰. Rutenettet som er benyttet, har en oppløsning på 1x1 km² og dekker Stavanger kommune (med unntak av Finnøy og Rennesøy), Sola, Randaberg og en andel av Sandnes og Klepp se Figur 3-2. Områdene av kommunen som ligger utenfor modellområdet anses ikke å ha forurensningsnivåer av betydning. Den vertikale oppløsningen er på 13 ruter med en varierende vertikal oppløsning på ca. 20 meter nederst mot bakken og økende slik at domenets høyde over havet blir 812 meter.

Oppløsningen i rutenettet er for grov til å beskrive de høye konsentrasjonene som måles nær veiene. 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 nær veiene, f.eks. ved målestasjonene som står veinært, og dermed beskrive det skarpe konsentrasjonsfallet som observeres lokalt med økende avstand fra veien.

For å oppnå høy oppløsning av konsentrasjonene, er et stort antall (ca. 10.000) beregningspunkter (reseptorpunkter) blitt spredd utover modellområdet og hovedsakelig i Stavanger kommune. Punktene er lagt med størst tetthet nær veiene med en oppløsning på ca. 20-50 meter. I tillegg plasseres det ett reseptorpunkt på hver målestasjon. Basert på disse beregningene og ved bruk av interpoleringsmetoder, beregnes det konsentrasjoner i et 10x10 m² grid. Dette blir så benyttet for å etablere kartframstilling av konsentrasjonene og til å beregne befolkningseksponering.

Det er ikke direkte lineær sammenheng mellom utslipp og konsentrasjoner. Dette skyldes bl.a. at en kilde som slipper ut forurensning nær bakken, vil bidra relativt sett mer til konsentrasjonene enn samme mengde forurensning sluppet ut høyt over bakken. Ved en kildeallokering beregnes hvor mye utslippet fra en enkelt kilde bidrar til konsentrasjonsnivået på bakken. En kildeallokering er dermed interessant for å få kvantifisert sammenhengen mellom utslipp og konsentrasjon.

Behandlingen av utslipp fra ulike kilder deles ofte opp i linjekilder, arealkilder og punktkilder og refererer til hvordan utslippet blir behandlet i spredningsmodellen. Linjekildene er i dette tilfellet veitrafikken, punktkilder er pipeutslipp (industri), mens arealkilder dekker ulike kildegrupper som vedfyring, skip og havn og fordeles i rutenettet med en oppløsning på 1x1 km. For å beregne utslipp til bruk i spredningsberegninger, trenger man informasjon om utslippsmengde, samt når (pr. time) og hvor utslippene skjer.

A2 Befolkningseksponering

Eksponering er her definert som den konsentrasjonen av luftforurensning befolkningen blir utsatt for. Dette vil variere med hvor folk oppholder seg, og på individnivå er dette ikke mulig å estimere med de beregningene som er gjort her. Derimot gjøres det et anslag for hva befolkningen som gruppe blir utsatt for som et estimat av helseeffekt på befolkningen.

Befolkningsdata er gitt av SSB og gir informasjon om hvor mange personer som er bosatt på hver adresse (eller i hvert bygningsspunkt). Befolkningseksponeringen er beregnet ved å interpolere konsentrasjonsfeltet med 1 km oppløsning sammenstilt med konsentrasjoner beregnet i

²⁰ Med bybakgrunnsområde menes områder i byen som ikke ligger nær veier med høy trafikkbelastning.

reseptorpunkt til et 10 x 10 meter konsentrasjonsfelt. Eksponeringen av bygningspunkt er så beregnet for dette 10 x 10 meter oppløste feltet.

A3 Bilparksammensetning

Foruten trafikkmengde avhenger utslippene fra biltrafikken av drivstofftype og teknologistandard. Det er benyttet statistikk fra SSB til å beregne bilbestanden i Stavanger kommune for 2018. Kjøretøyparken er vektet etter årlig kjørelengde i SSBs kjørelengderegister og etter en antatt trafikkutveksling med nabokommunene (Weydahl, Grythe, Haug & Høyem, 2018) etter fordelingen Stavanger (60 %), Sandnes (20 %) og Sola, Finnøy, Randaberg, Rennesøy (20 %). Etter denne vektingen vil de bilene som kjører mest også bidra mest til den gjennomsnittlige utslippsfaktoren for kjøretøygruppen.

Lette biler

Fordelingen mellom drivstoff for lette biler (personbiler og varebiler) i 2018 viser at omtrent 57 prosent av kjøringen er med dieslbiler (Tabell A1), mens 31 prosent er med bensinbiler. Omtrent 12,5 prosent av de lette bilene er varebiler og i 2018 er brorparten av varebilene dieseldrevne. I SSBs tall for kjørelengder er minibusser også inkludert blant varebilene. Andelen elektriske biler (kjørelengdejustert) av lette biler er på litt over sju prosent i 2018, men med bidraget fra ladbare og ikke-ladbare hybridbiler blir total andel elektrisk på ca. 12 prosent.

Det er videre utarbeidet en prognose for utviklingen i bilparken fram mot 2024, som er basert på utviklingen i gjennomsnittlige salgstall for Norge etter Tabell V.6 og Tabell V.8 for henholdsvis personbiler og varebiler etter NB19-banen (Fridstrøm, 2019), samt en fylkesvis salgsprognose for elbilparken som følger NB19-banen (Tabell V.28). Framskrivningen gir en elbil-andel personbiler på 30 % i 2024. Det er lagt til grunn at hybridbiler kjører 20 % på el-motor og ladbar hybrid 50 % på el-motor. Totalt gir det at 36 % av kjøringen for personbiler og varebiler vil være elektrisk i 2024. Basert på videreutviklingen i salgstallene er det også en vesentlig reduksjon i den relative andelen dieslbiler fra 57 til 37 prosent.

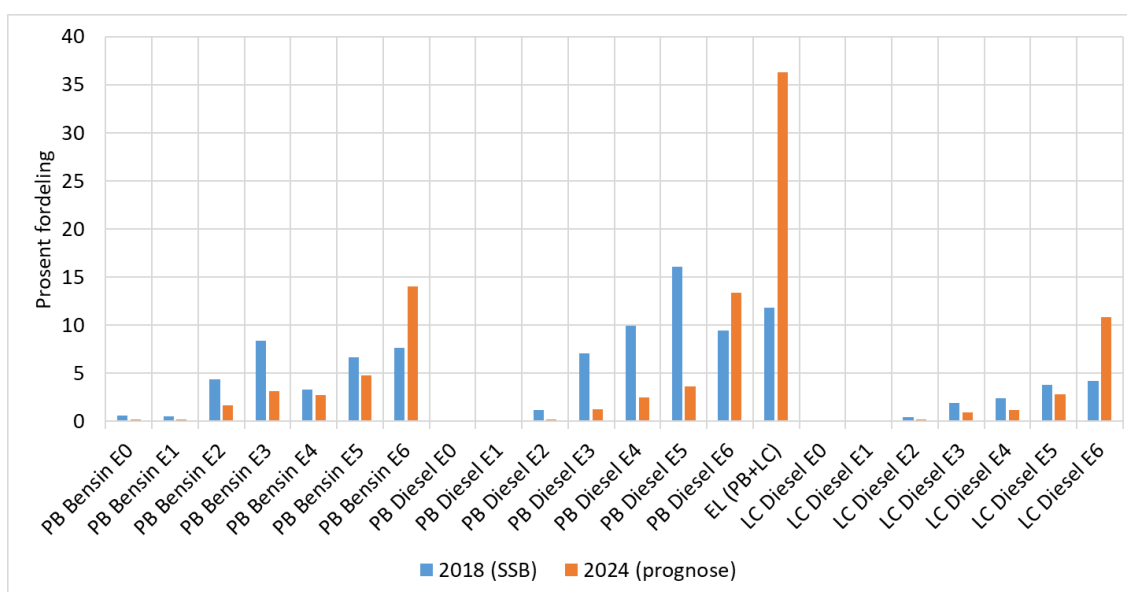
*Tabell A1: Fordelingen i prosent mellom drivstoff for kategorien lette biler (personbil + varebil).
(*) Kategorien elektrisk inkluderer også en andel av kjøring med hybrid og plug-in hybridbiler. Tallene er avrundet til nærmeste hele prosent.*

	2018	2024
Bensin	31	27
Diesel	57	37
Elektrisk (*)	12	36

Fordelingen av Euroklasser i 2018 etter SSBs kjørelengderegister og 2024 etter prognosen er vist i Figur A1 (for lette kjøretøy) og Tabell A2. I 2018 er omtrent 40 prosent av lette biler på veiene bensin/dieslbiler med Euro 4-standard eller eldre. 27 prosent har Euro 5-standard og 21 prosent har Euro 6-standard. I 2024 anslås det at 14 prosent har Euro 4-standard eller eldre, 11 prosent har Euro 5 og 38 prosent har Euro 6-standard. Euro-klassefordelingen i 2024 er basert på at den gjennomsnittlige alderen på bilparken forblir tilnærmet uendret mellom 2018 og 2024. Elektriske framdrift som i 2024 er på 36 prosent bidrar ikke til eksosutslipp av NO_x og PM, men bidrar på lik linje med andre lette biler til veislitasje og utslipp av svevestøv.

Tabell A2: Fordeling av Euroklasser etter SSBs kjørelengderegister i 2018 og etter framskrivning til 2024 for lette og tunge kjøretøy

	Lette biler		Tunge inkludert busser	
	2018	2024	2018	2024
Euro 4 /IV og lavere	40	14	16	5
Euro 5 / V	27	11	25	8
Euro 6 / VI	21	38	58	87

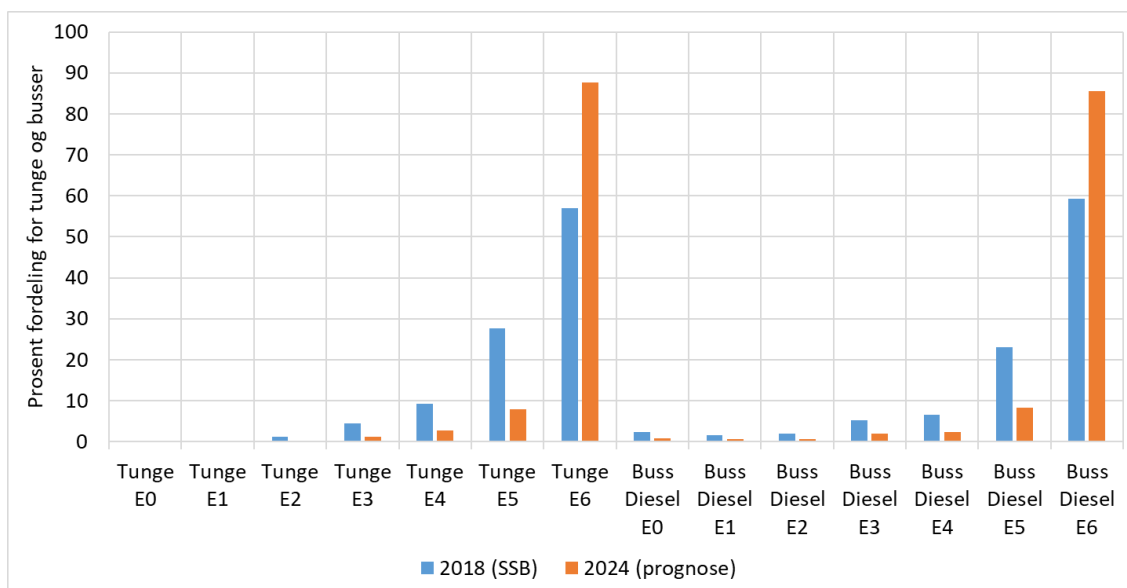


Figur A1: Bilparksammensetning i prosent i 2018 basert på tall fra SSB og 2024 basert på prognose for lette kjøretøy fordelt på Euro-klasse/alders. Alle lette biler summerer til 100 % for hvert år. PB=Personbil, LC=Varebil. E0 til E6 er euroklassene fra 0 til 6.

Tunge biler

For tunge biler er det et stort skille i utslipp for spesielt nitrogenoksider (NO_x) fra Euro V til Euro VI teknologi. Euro VI teknologien baserer seg SCR («Selective Catalytic Reduction») som reduserer NO og NO₂ til N₂ og H₂O ved en kjemisk reaksjon med ammoniakk (omdannet fra urea /ad-blue) i en katalysator. Dette gir betydelig reduksjon i utslipp av NO_x fra tunge biler på omtrent en faktor 10 fra Euro IV til Euro VI og en faktor 7 fra Euro V til Euro VI (Hagman, Gjerstad & Amundsen, 2011). Tilsvarende teknologi finnes i mindre grad for Euro 6 person- og varebiler og derfor er ikke reduksjonen like stor her.

For lastebiler/trekkbiler og busser er det henholdsvis 57 prosent og 59 prosent av bilparken som har Euro VI i 2018 som vist i Figur A2. Utskiftingstakten for tunge biler er høyere enn for personbiler og ved framskrivningen gir dette en betydelig økning i Euro VI. I 2024 domineres bilparken av Euro VI-standard med 87 prosent for lastebiler/trekkbiler og 85 prosent for bussene. Det er ikke tatt høyde for eventuell Euro VII teknologi som kan bli innført i tidsrommet.



Figur A2: Bilparksammensetning i prosent for tunge kjøretøy og busser i 2018 basert på tall fra SSB og 2024 basert på prognose. Tunge kjøretøyer og busser summerer hver til 100 % for hvert år. E0 til E6 er euroklassene 0 til 6.

A4 Utslipp fra veitrafikk

Trafikkinformasjon knyttet til veinettet for dagens situasjon 2018 og for framtidig situasjon 2024 kommer fra den regionale transportmodellen (RTM, DOM Nord-Jæren) og omfatter informasjon om døgntrafikk (ÅDT), fartsgrenser, tungtrafikkandeler, bussandeler og ulik geografisk informasjon om veiene.

Hver kjøretøytype tilegnes en utslippsfaktor og eksosutslippene pr. kjøretøytype beregnes for hver vei og for hver time. Tidsfordelingen er basert Norsk Regnesentral sine generelle tidsvariasjonskurver for time- og døgnvariasjon. Utslippsfaktorene er basert på Hagman et al., (2011) som er vesentlig høyere enn de som settes i kravspesifikasjoner (NEDC) for Euro-godkjenning, fordi disse ikke representerer reell kjøring.

I tillegg til eksosutslipp, genererer kjøretøy også veistøv som representerer en vesentlig kilde til svevestøvkonsentrasjonene. For å beregne disse utslippene brukes utslippsmodellen NORTRIP (Denby & Sundvor, 2012; Denby et al., 2013). Veistøvet kommer bl.a. fra dekkenes slitasje av veibanen, og bruk av piggdekk er hovedårsaken til denne slitasjen. I tillegg bidrar også slitasje av bremses og generell dekkslitasje. Piggfriandelen i Stavanger lå i 2017 på 75% og i 2018 på 86% etter innføring av piggdekkavgift. Tallene for 2019 og 2020 er henholdsvis 85% og 88%. For tunge biler er det benyttet en piggfriandel på ca. 11 prosent (Statens vegvesen, 2017b). Figur A3 gir en kvalitativ framstilling av hvordan de årlige PM₁₀-utslippene fordeler seg på veiene i domenet i 2018.

For beregning av utslipp av veistøv er det tatt hensyn til trafikkmengde og dennes fordeling over døgnet. Veislitasje og oppvirvling er også avhengig av andelen lette og tunge biler og kjøretøyenes hastighet. Hvis veibanen er våt på grunn av nedbør/fuktighet eller salting/støvdemping, vil slitasjepartiklene ikke slippes ut til luft, men bygge seg opp på veien til et støvdepot som senere kan tørke opp og gi høye utslipp når det virvles opp. Denne prosessen er naturlig nok svært avhengig av meteorologiske forhold.

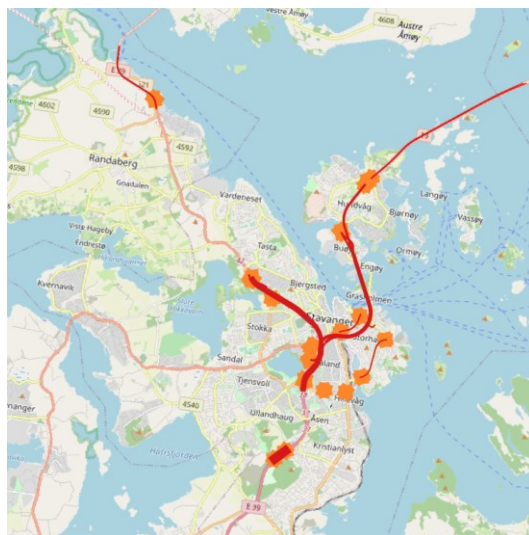
Aktiviteter som salting og støvdemping er neglisjert i modellberegningene og gir dermed et noe konservativt estimat på svevestøvkonsentrasjonene.



Figur A3: Utslippsberegninger for PM₁₀ per veilenke i modellen (2018). Tykkelsen på linjene angir kvalitativt intensiteten (gram per meter per år) til utslippet fra veien. Bidraget fra tunnelmunningene er ikke vist her.

Tunnelsystemet som gjelder fra og med våren 2020 er framstilt i Figur A4. For enveistunnelene er alt utslippet generert i tunnelen lagt til trafikken utløp. Viftene blåser også i samme retning som trafikken, men den viktigste mekanismen for transport er stempeleffekten fra trafikken. Det er videre antatt at tunnelutslippet fra to-veis tunnelsystemet har relativt liten initiell spredning, mens utslippet fra enveis-tunnelene spres lenger (ca. 50 meter) ved jetstrømmen fra tunnelmunningene. I tunnelsystemet Ryfast og Eiganes er utslippet fordelt på tunnelmunningene etter fordelingen i beregnet ÅDT på veinettet.

Det er ikke antatt avsetning og drenering av svevestøv inne i tunnelen. I realiteten vil dette forekomme og det er derfor grunn til å anta svevestøvbidraget fra tunnelmunningene er noe overestimert i modellberegningene. Kapittel 4.2.3 er en sensitivitetsberegning hvor utslippet fra tunnelmunningene er redusert med 25 %.



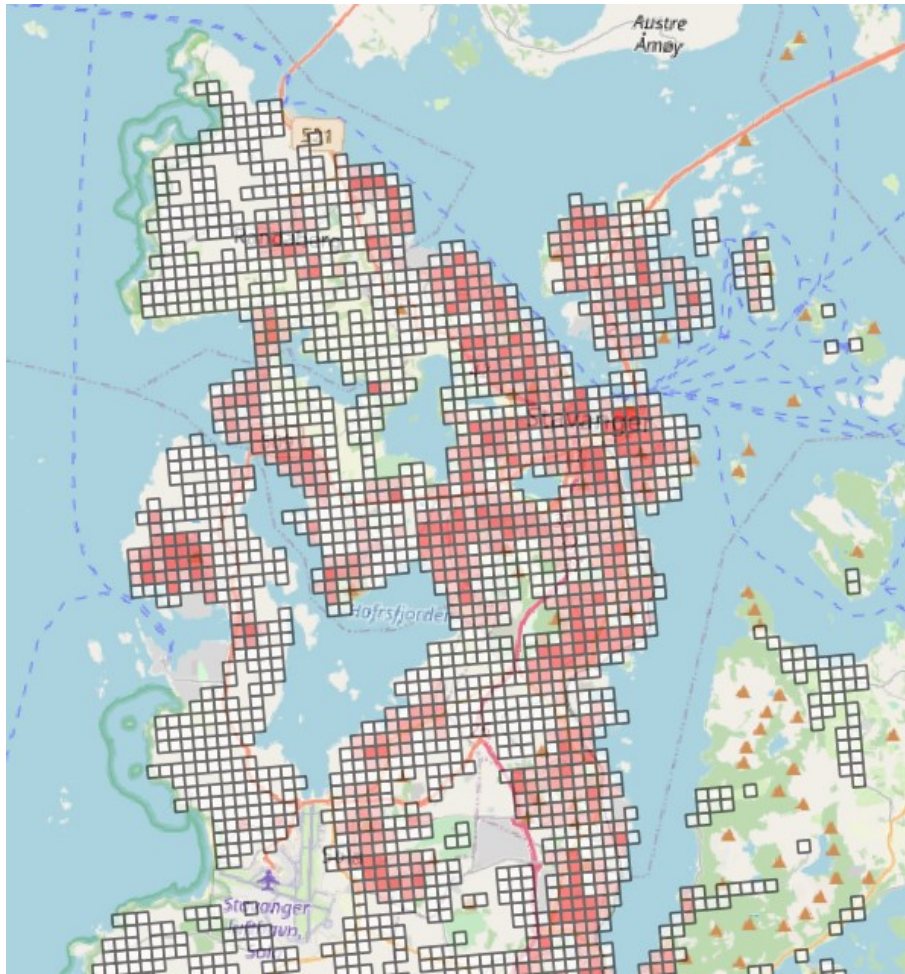
Figur A4: Tunnelsystemet som er gjeldende fra våren 2020 i Stavanger-området. Tunnelmunningene er markert med orange markører. Tykkelsen på tunnelveilenkene er skalert med beregnet ÅDT på disse.

A5 Vedfyringsutslipp

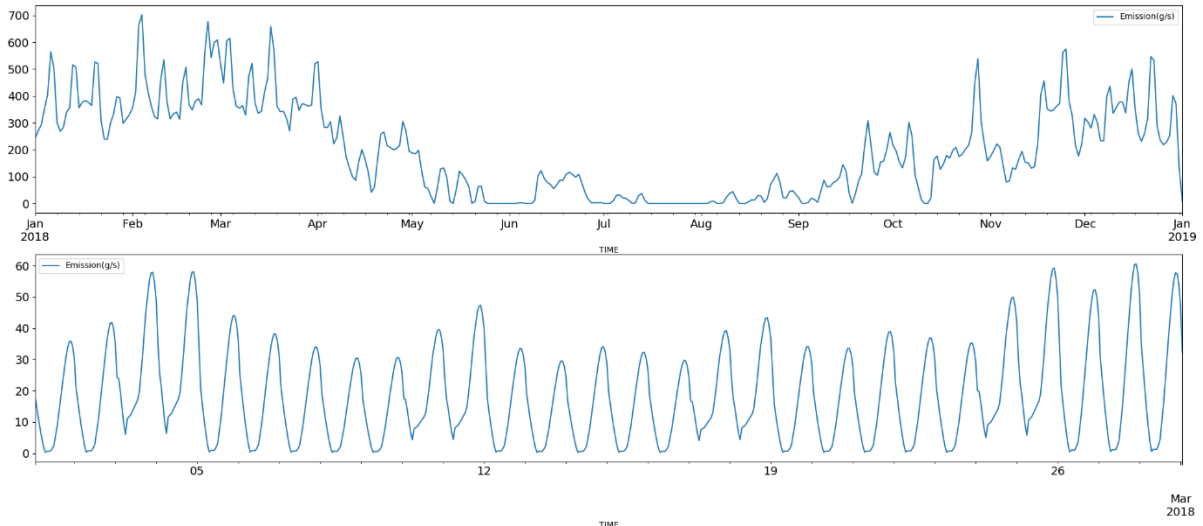
Vedfyring er etter beregningene den største enkeltkilden til $PM_{2.5}$ og til PM_{10} i Stavanger regnet som tonn utslipp per år. Utslipp fra vedfyring er beregnet med MetVed-modellen utviklet av NILU (Grythe et al., 2019). MetVed-modellen estimerer vedfyringsutslipp med høy romlig oppløsning (250x250 meter) og baserer seg på boligtyper, størrelse, oppvarmingsteknologi, energibehov og utendørs temperatur. Modellen kombinerer flere databaser med meget detaljert informasjon. Databasene inneholder boligantall og boligtyper med 250 meters romlig oppløsning, statistikk for energibruk i husholdninger for kommuner etter boligtype (fra ENOVA), plassering av ildsteder som punktkilder (brannvesen, samt finn.no (Lopez-Aparicio, Grythe, Vogt, Pierce & Vallejo, 2018)), og geografisk posisjon av boliger med informasjon om boligtyper (f.eks. enebolig, leilighet, tomannsbolig), samt tilgjengelige teknologier for oppvarming i husholdningene (f.eks. varmepumpe, fjernvarme, vedovn). MetVed-modellen inkluderer en tidsvariasjon av vedforbruket som baserer seg på konseptet med døgn-gradsoppvarming kombinert med tidsvariasjon fra forbrukerstatistikk. Det er generelt stor usikkerhet knyttet til utslipp fra vedfyring i Norge, noe som i stor grad tilskrives usikkerheter i utslippsfaktorer.

Modellen nedskalere SSBs forbrukstall for vedfyring, som for Rogaland fylke i 2018 er fordelt etter «Åpen peis (1,3 prosent), lukket ovn med «ny teknologi» fra etter 1998 (64,3 prosent) og lukket ovn med gammel teknologi fra før 1998 (34,3 prosent). Denne fordelingen er basert på spørreundersøkelser og er i forhold til vedforbruk i tonn. For gamle vedovner med teknologi fra før 1998 er det benyttet en utslippsfaktor for PM_{10} på 16,5 g/kg og en virkningsgrad på 50 prosent, mens det for nyere ovner fra etter 1998 er antatt en utslippsfaktor på 11,6 g/kg med en virkningsgrad på 75 prosent (Seljeskog, Goile, Sevault & Lamberg, 2013). Det understrekes at dette er gjennomsnittsverdier og at både utslipp og virkningsgrad er sterkt avhengig av opptenningsmetode, tørrhet på ved, riktig trekk, osv.

Den beregnede geografiske fordelingen av vedutslippet over året er vist i Figur A5. Videre fordeles utslippene i tid basert på forbruksstatistikk for ukentlig og daglig variasjon og et døgn-gradsoppvarming konsept som benytter lokalt målte temperaturer, slik at de kalde periodene i et gitt år vil få de høyeste utslippene. Den resulterende tidsvariasjonen er vist i Figur A6 for året som helhet og i detalj for februar måned.



Figur A5: Fordeling av vedfyringsutslipp i området som gjennomsnitt over året med oppløsning på 250 meter. Når utslippene legges til spredningsberegningene er de aggregert på det nettverket som benyttes i beregningene (1x1 km). Fargeskalaen er fra lyst til mørkt i intervallene 0-70, 70-180, 180-300, 300-550 og 550-900 [kg per år per 250 x 250 m²]



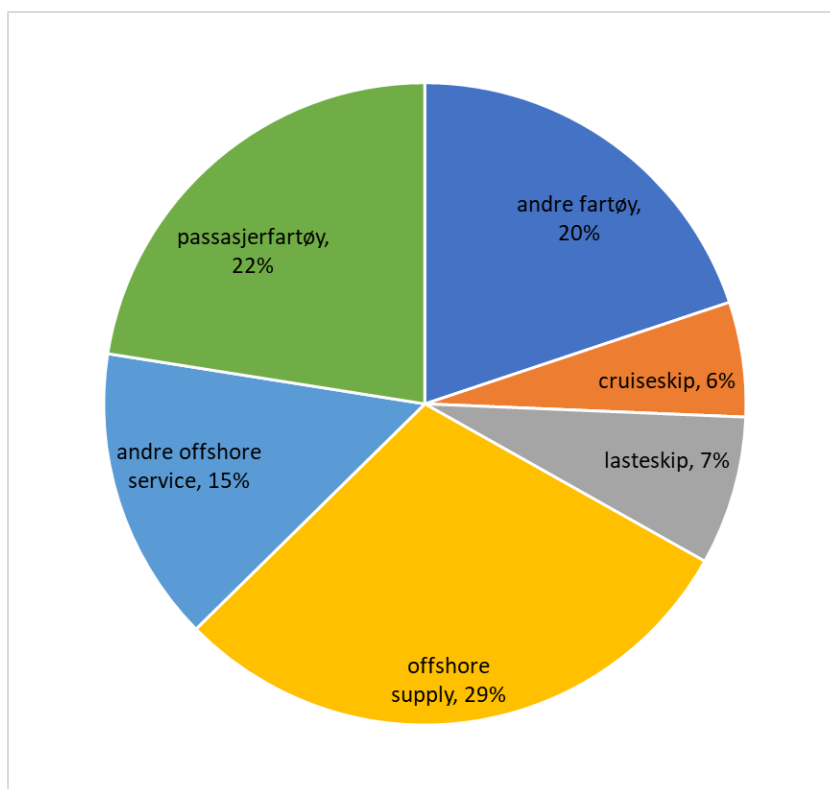
Figur A6: Tidsvariasjonen på beregnet vedfyringsutslipp i domenet i hele 2018 (øverst) og i februar 2018 (nederst).

Det er ikke gjort framskriving av vedfyringsutslippene til 2024 på grunn av manglende informasjon. Det forventes likevel ikke økning i utslippene selv om befolkningsøkningen isolert sett skulle tilsi det. Moderne bygg og boliger har svært lavt oppvarmingsbehov på grunn av de høye energikravene som stilles. Det er også vanlig at nye leilighetsbygg ikke blir bygd med pipe og derved mangler mulighet for vedfyring. I tillegg antas det at flere vil etterisolere boligen sin slik at behovet for vedfyring blir mindre, samt at flere vil bytte ut sine gamle vedovner med mer rentbrennende ovner og varmepumper. Stavanger kommune har en panteordning på vedovner som bidrar til det. På den annen side kan oljefyringsforbudet fra 2020 føre til økt vedfyring.

A6 Skipsutslipp

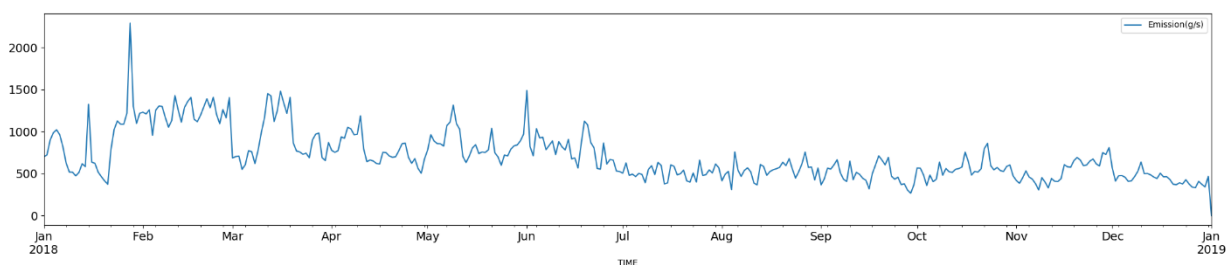
Det er benyttet utslippsdata fra kystverkets automatiske identifikasjonssystem (AIS) for å beregne utslippene av PM og NO_x fra skipstrafikken i området. PM-utslipp fra forbrenningsprosesser som i skipsmotorer er i hovedsak i PM_{2,5}-fraksjonen. DNV GL foretar utslippsberegninger basert på AIS-data med en tidsoppløsning på 6 minutt. Utslippsdataene er for skip i trafikk. Dette inkluderer også skip på «tomgang» ved kai som sender informasjon til systemet, men erfaringsmessig er det litt større usikkerhet til utslippsberegningene for denne aktiviteten.

Skipstrafikkens bidrag til NO_x-utslipp er det som påvirker lokal luftkvalitet mest i denne sammenhengen. Det vil også være utslipp av SO₂ og andre forurensingskomponenter, men de er ikke omfattet av denne tiltaksutredningen. Bidraget til NO_x-utslipp fordelt på passasjerfartøy, offshore supply, andre offshore service skip, cruiseskip, lasteskip og «andre fartøy» er vist i Figur A7. I kategorien «andre fartøy» inngår blant annet tankbåter og stykkgodsskip. Av enkeltkategorier er det offshore supply (29 %), andre offshore service (15 %) og passasjerfartøy (22 %) som bidrar mest til utslippene. Cruiseskip og lasteskip bidrar med henholdsvis 6 % og 7 % av utslippene innenfor det utvalgte beregningsdomenet.



Figur A7: Fordelingen av skipsutslipp av NO_x i 2018 i beregningsdomenet.

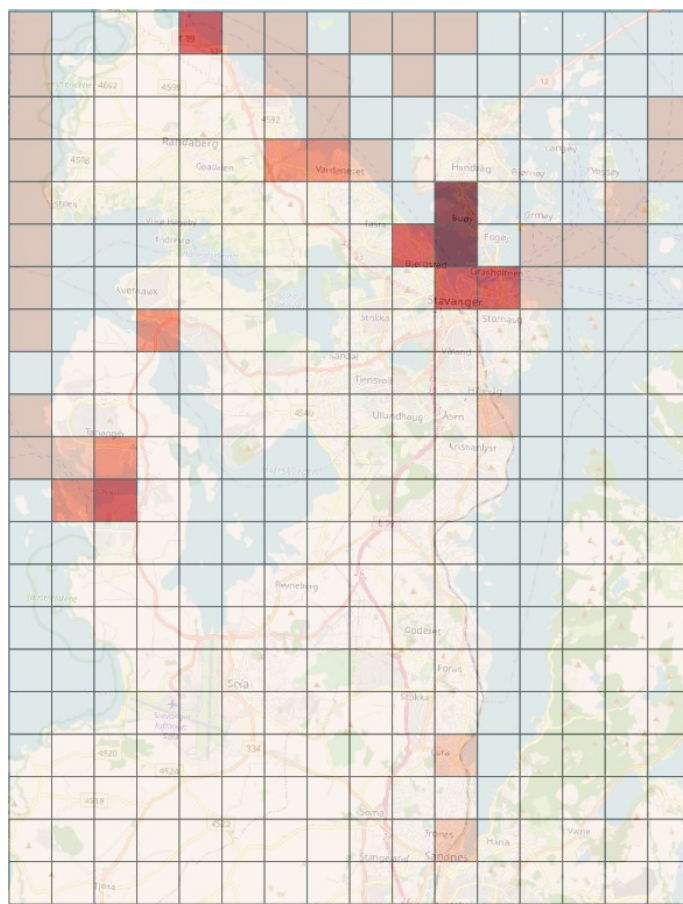
Utslippene er også fordelt i tid og rom etter AIS-dataene. Dette gir en sesongvariasjon som vist i Figur A8 med noe høyere aktivitet i første halvdel av 2018. Dette er drevet av høyere aktivitet i offshore-kategoriene.



Figur A8: Tidsfordeling av skipsutslippet over hele beregningsdomenet i 2018.

Utslippetets høyde over bakken avgjør, sammen med meteorologiske forhold generelt, graden av fortykning av utslippet før det når bakkenivået. Det er antatt at passasjerfartøy også bidrar i det laveste vertikale laget i modellen (ca. 10 meter over bakken), men cruiseskip bidrar i nivå 2 (ca. 30 meter over bakken) og nivå 3 (ca. 70 meter over bakken). Øvrige skipsutslipp er lagt i nivå 2. Med denne fordelingen legges 85 % av totalt skipsutslipp til nivå 2, 12 % til nivå 1 og 3 % til nivå 3. Det finnes generelt lite data tilgjengelige på skipshøyder, og en ytterligere tilpasning til hver kategori basert på hvert enkelt skip er ikke mulig innenfor rammene av denne studien.

Skipsutslippene fordeles geografisk i et 1 x 1 km rutenett. Figur A9 viser den midlere fordelingen over hele året av utslippene i nivå 2. Mørkere farge indikere mer utslipp og viser at den høyeste andelen av utslippene skjer i området Stavanger havn.



Figur A9: Kvalitativ framstilling av fordelingen av totalt skipsutslipp i nivå 2 i 1 x 1 km rutenettet.

Landstrøm ble etablert for offshore supply fartøy i 2019. For å ta høyde for det i 2024 er det antatt at alle offshore supply skip som ligger i ro til kai i Stavanger og i Risavika har koblet seg til landstrøm og at utslippet av NO_x og PM settes til null. Det eksisterer ingen komplett oversikt over hvor mange skip som har koblet seg på landstrøm. Det vil i praksis være færre skip som kobler seg til på grunn av at skipet ikke er klargjort for dette, at det ikke er kapasitet, eller av andre årsaker. Derfor er antagelsen om utslippsreduksjon ved landstrøm noe optimistisk.

A7 Vurdering av utslipp fra industri og Stavanger lufthavn

Industriutslipp fra Forus energisentral (Sandnes)

Ifølge tall fra Miljødirektoratet og SSB sin database for norske utslipp (<http://www.norskeutslipp.no/>) er det rapportert et utslipp på total 73 tonn NO_x og 0,9 tonn partikulært utslipp samlet fra Stavanger og Sandnes. Den dominerende bidragsyteren er Forus energisentral i Sandnes kommune.

Det årlige NO_x- og PM-utslippet fra denne virksomheten var på henholdsvis ca. 66,7 tonn og 0,9 tonn i 2018. Basert på typiske driftsbetingelser er det gjort noen forenklede beregninger med den Gaussiske spredningsmodellen CONCX (Bøhler, 1987) som anslår at maksimale timesverdiene av NO₂ ikke vil overstige 20-30 µg/m³ i området nært anlegget (med antatt maksimal omdanning av NO til NO₂). På grunn av gjennomsnittlige vind- og stabilitetsforhold vil bidraget til timeskonsentrasjonen normalt være betydelig lavere enn 20-30 µg/m³. Årsmiddel vil være betydelig lavere enn dette igjen ved variasjonen i spredningsforholdene gjennom året. Siden utslippet skjer i et område med allerede et beskjedent konsentrasjonsnivå, er dette bidraget neglisjert i spredningsberegningene for lokal luftkvalitet i Stavanger.

Utslipp fra aktivitet ved Sola lufthavn (Sola kommune)

Det er en rimelig antagelse å neglisjere bidraget fra flytrafikk i spredningsberegningene for Stavanger.

NILU kartla i 2016 luftkvaliteten på og i området rundt Oslo Lufthavn (Tønnesen et al., 2016). Beregningene viste at nivået av NO₂ i det mest belastede området inne på flyplassområdet var mindre enn halvparten av grenseverdien for årsmiddel (40 µg/m³), og timesmiddel NO₂ for 19de høyeste time var mindre enn halvparten av grenseverdien for overskridelse av timemiddel (200 µg/m³). Dette tilsvarer nivået som beregnes i sentrale deler av middelstore byer i Norge. Ifølge statistikk fra Avinor var totalt trafikk tall fra Stavanger lufthavn litt under 20 prosent av trafikk tallet fra Oslo lufthavn i 2018.

I Stavanger er dominerende vindretning fra sør/sør-øst, men det blåser også ofte fra nordvestlige retninger (se Vedlegg B). Det betyr at konsentrasjonene fra utslipp fra flytrafikken, som typisk vil være høyest på rullebanen, vil spres i områder med generelt lave konsentrasjoner.

Utslipp fra fly i luften bidrar lite til konsentrasjoner på bakkenivå. Når spredningsforholdene er dårlige vil den vertikale bevegelsen av luft være liten og utslippene spres i liten grad mot bakken. Ved gode spredningsforhold vil både den horisontale og vertikale bevegelsen være stor. Den horisontale bevegelsen er typisk 10 ganger så stor som den vertikale, og utslippene er svært fortennet når de til slutt når bakken. Betydningen av utslipp fra flytrafikken for konsentrasjonsnivåer i Stavanger kommune er neglisjerbar og er ikke tatt med i spredningsberegningene.

A8 Bakgrunnsbidrag

En del av den forurensningen som bidrar til konsentrasjonen av PM₁₀, PM_{2.5} og NO₂ kommer fra omkringliggende områder, fra f.eks. trafikk og vedfyring og naturlige kilder som sjøsalt, samt fra langtransportert luftforurensning. Bakgrunnsbidraget er her altså definert som alt bidrag, uavhengig av kilde, som kommer inn over modellområdet.

For modellberegningene er det brukt timemidlede konsentrasjoner fra regionale modellkjøringer levert gjennom CAMS (The Copernicus Atmosphere Monitoring Service) for å representere bakgrunnsbidraget. Modellene har med bidrag fra sjøsalt, men dette bidraget er ikke kvantifisert i de tilgjengelige dataene som er anvendt i beregningene.

Bakgrunnsbidraget er ikke behandlet som et utslipp, men er lagt til som en tilleggskonsentrasjon på domenets grenser som videre transporteres inn i domenet og gir bidrag til de lokale konsentrasjonene.

Vedlegg B Meteorologiske data

B1 Målt meteorologi

Meteorologisk institutt har vindmålinger ved Stavanger lufthavn, Sola. Vindrose basert på målinger ved Sola for 2018 er vist i Figur B1. Tilsvarende vindrose basert på målinger midlet over årene 2014 til 2018 er vist i Figur B2. Fra figurene ser man at dominerende vindretning er fra sør og sørøstlige retninger, men at det også blåser ofte fra nordvestlige retninger.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

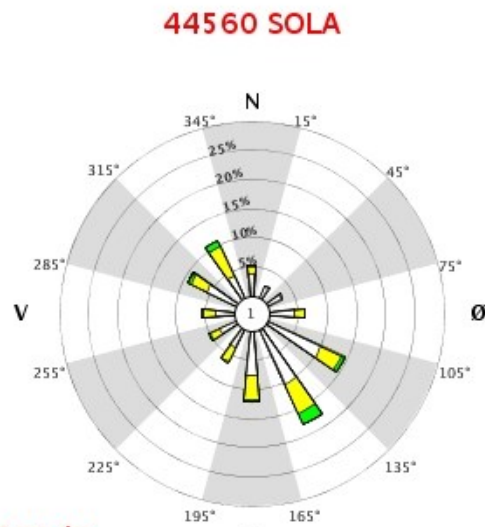
1



År: 2018 - 2018

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)



Figur B1: Vindrose fra Sola for 2018. Data fra eKlima, Meteorologisk institutt.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

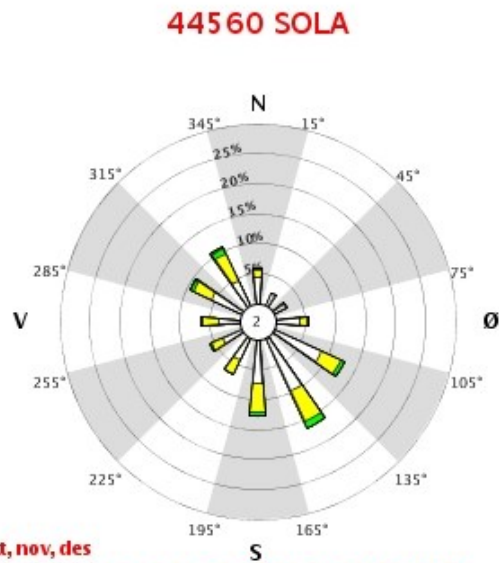
Vindretning deles i sektorer på 30°
 Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

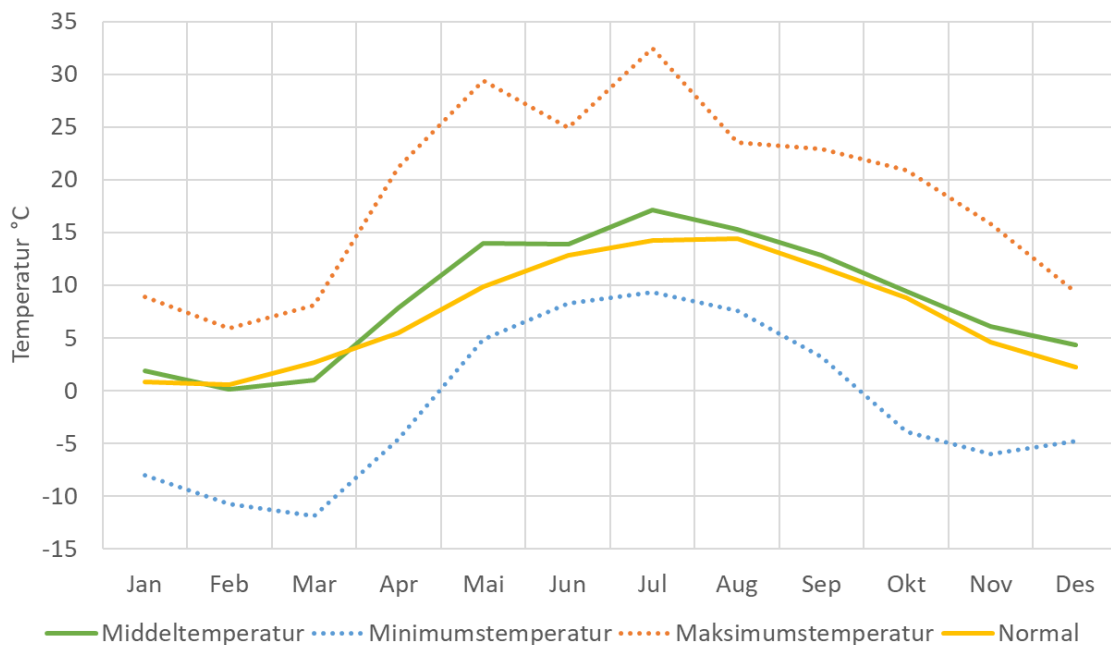
2



År: 2014 - 2018
 jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des
 Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

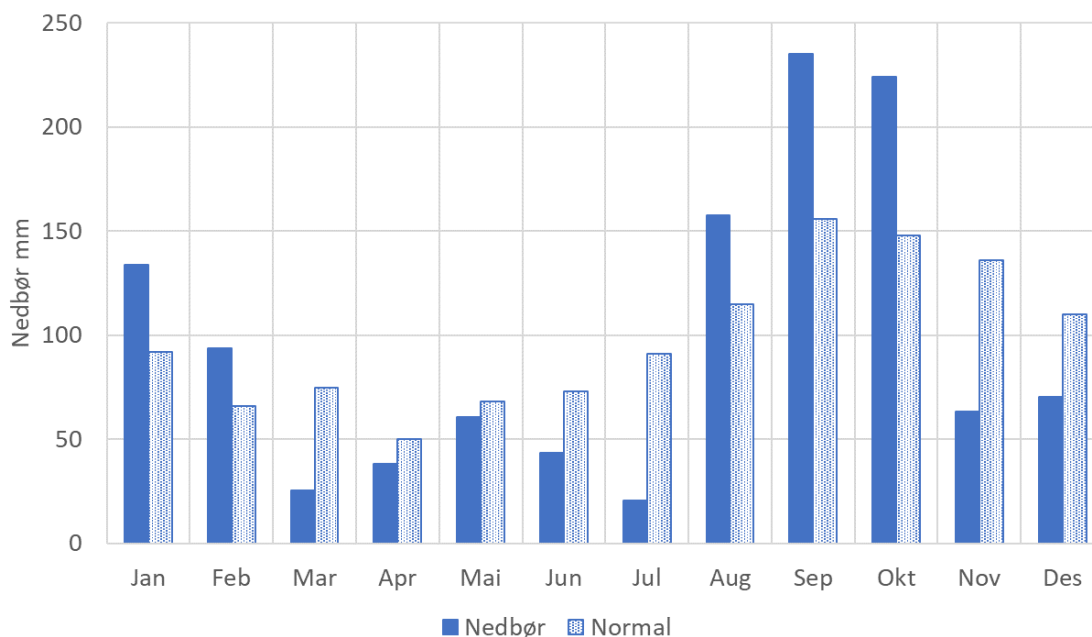
Figur B2: Vindrose fra Sola for perioden 2014-2018. Data fra eKlima, Meteorologisk institutt.

Temperaturmålinger fra Sola (Figur B3) viser at februar og mars i 2018 var nær eller noe kjøligere enn normalen, mens de øvrige månedene var varmere enn temperaturnormalen fra 1961 til 1990.



Figur B3: Månedlige middel-, minimum- og maksimumstemperaturer (°C) fra Sola i 2018, og normaler for månedsmiddeltemperatur (°C) 1960-1990 samme sted. Data fra eKlima.

Nedbørmålinger fra Sola for 2018 er vist i Figur B4. I januar og februar og fra august til oktober kom det mer nedbør enn normalt i 2018. Perioden fra mars til juli, samt november og desember var tørrere enn normalt. Spesielt juli måned hadde lite nedbør.



Figur B4: Månedsvise nedbørmengder (mm) fra Sola i 2018 og normaler for månedsvise nedbør (mm) 1961-1990 fra samme sted. Data fra eKlima.

B2 Beregnet meteorologi

For at spredningsmodellen skal kunne beregne både spredning og transport av luft-forurensningene må meteorologiske inngangsdata som vindhastighet, vindretning og atmosfærisk stabilitet, være tilgjengelige med tilstrekkelig horisontal og vertikal oppløsning.

I dette prosjektet er det utført egne meteorologiske beregninger for 2018 med WRF (Weather Research and Forecasting model). 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 to ganger, først med en gridboksoppløsning på $5 \times 5 \text{ km}^2$ og deretter med et indre modellområde som dekker domenet for spredningsberegningene (se Figur 3-2) og har en gridboksoppløsning på $1 \times 1 \text{ km}^2$.

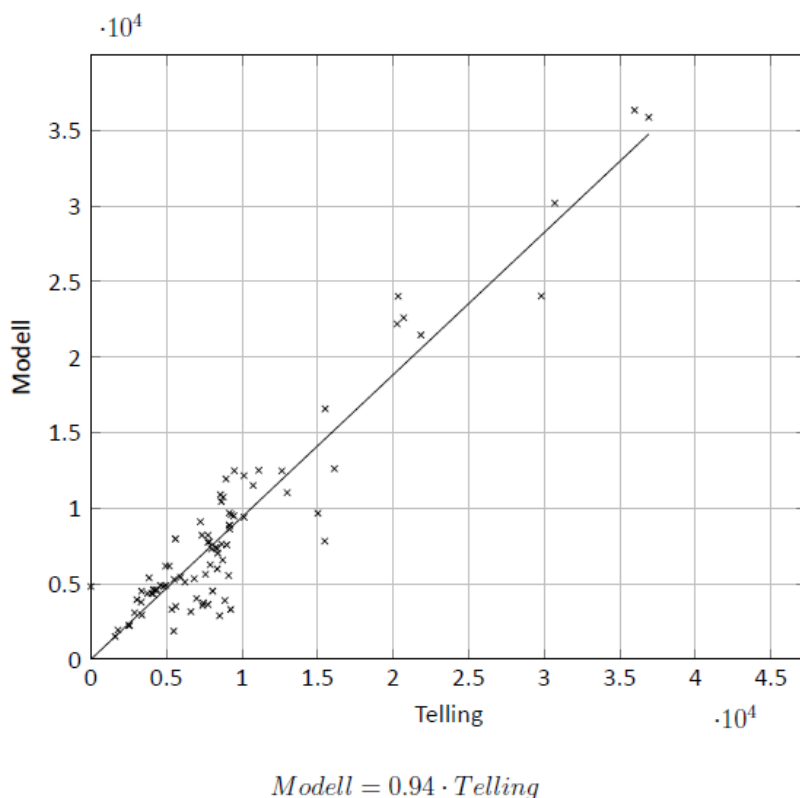
WRF bruker synoptiske meteorologiske data²¹ som randbetingelse for å beregne meteorologiske parametere for modelldomenene. I denne studien er inngangsdata for 2018 benyttet og meteorologien er derved representativ for år 2018.

²¹ Innen meteorologi betegner synoptisk skala værsystemer med en størrelsesorden 1000 km eller mer.

Vedlegg C Modellevaluering

C1 Trafikkberegninger

Biltrafikken legges ut i modellens nettverk og blir til trafikk på de ulike veilenkene. Disse kan igjen sammenlignes med tellinger der dette er registrert. Under er en fremstilling av modellens trafikk på veilenker sett opp mot tellingene for normalvirkedøgn fra modellens scenariorapport.



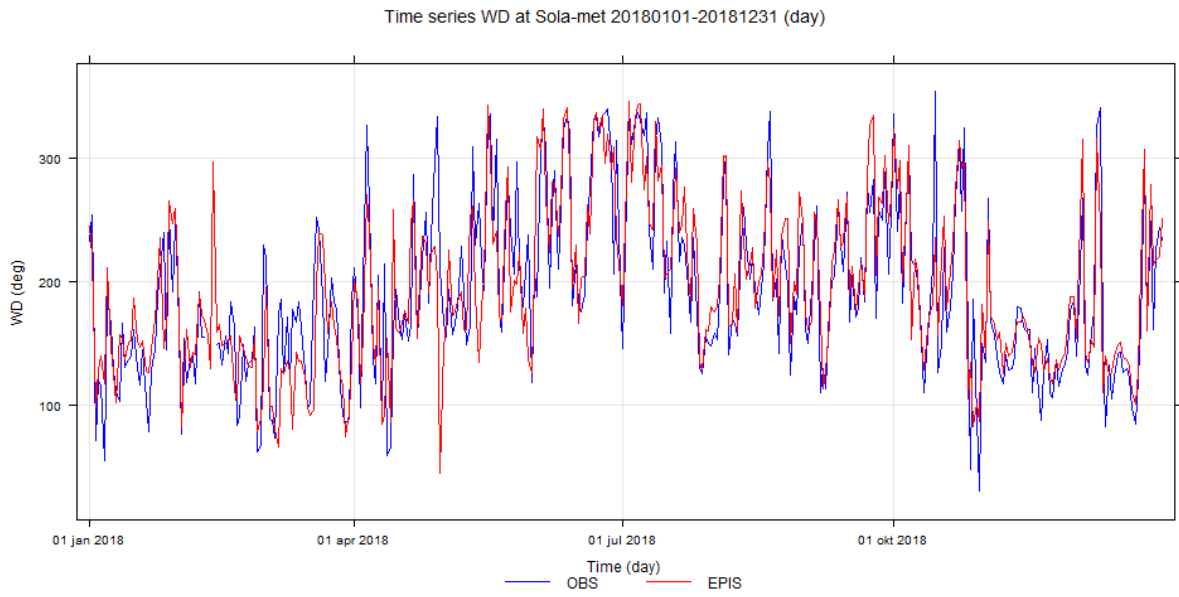
Figur C1 Registrert trafikk versus trafikk i modell for tellepunkter i modellen for år 2018.

Overordnet sett treffer modellen godt mot tellinger, men det er også avvik ved enkelte tellepunkt. Modellen kan ikke forventes å gjenspeile trafikken perfekt overalt. Det relative avviket er lavere for tellepunkter med mye trafikk noe som er positivt da disse veiene også betyr mest.

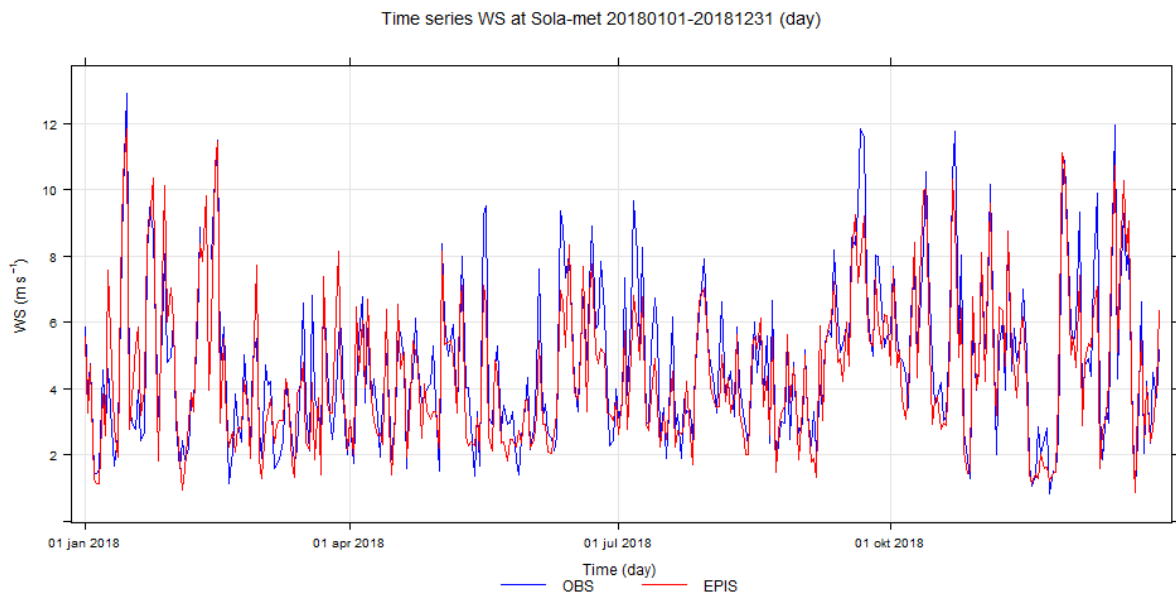
C2 Meteorologiske beregninger

Sammenligningen mellom målinger av meteorologiske parametere ved Våland, Rørvik og Sola viser en korrelasjon på ca. 0,53 til 0,61 for døgnmidlet nedbør og ca. 0,95 for timesmidlet temperatur. Vindhastigheter er bare målt på Sola og her viser modellen en korrelasjon på 0,81 for vindretning (døgnmidlet) og 0,77 for vindhastighet (timesmidlet).

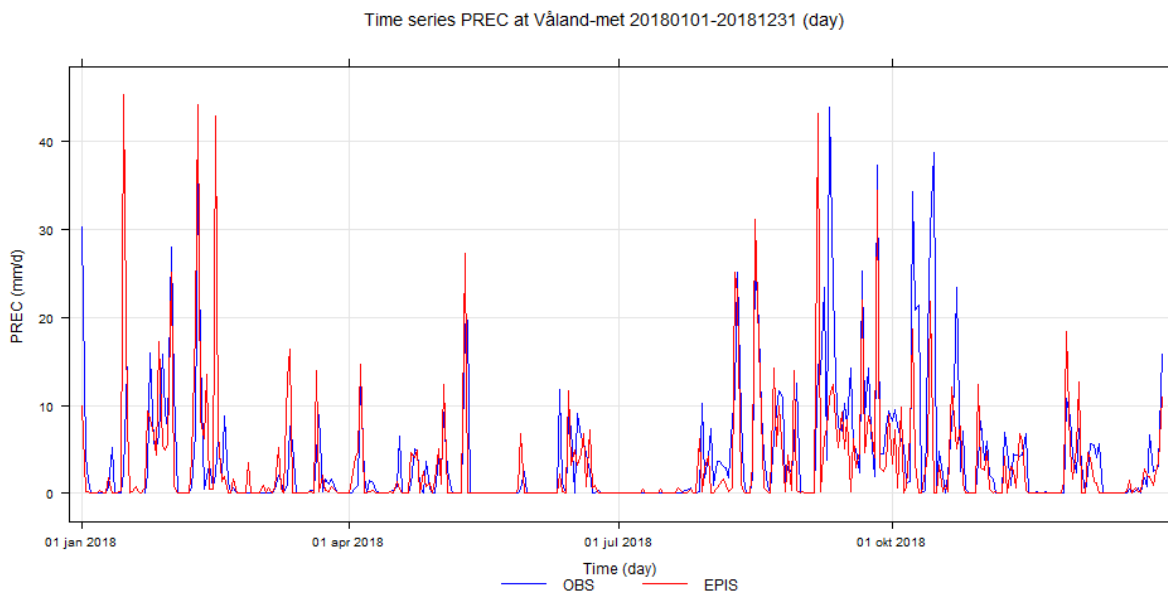
Usikkerheter i beregnet nedbør vil ha innvirkning på spesielt svevestøvsberegningene, men mengden nedbør er mindre viktig i denne sammenheng. Det mest vesentlige er at ikke WRF beregner nedbør på dager uten nedbør eller vice versa. En våt veibane vil ha neglisjerbare svevestøvutslipp, mens en tørr veibane potensielt kan ha store utslipp avhengig av størrelsen på støvdepotet.



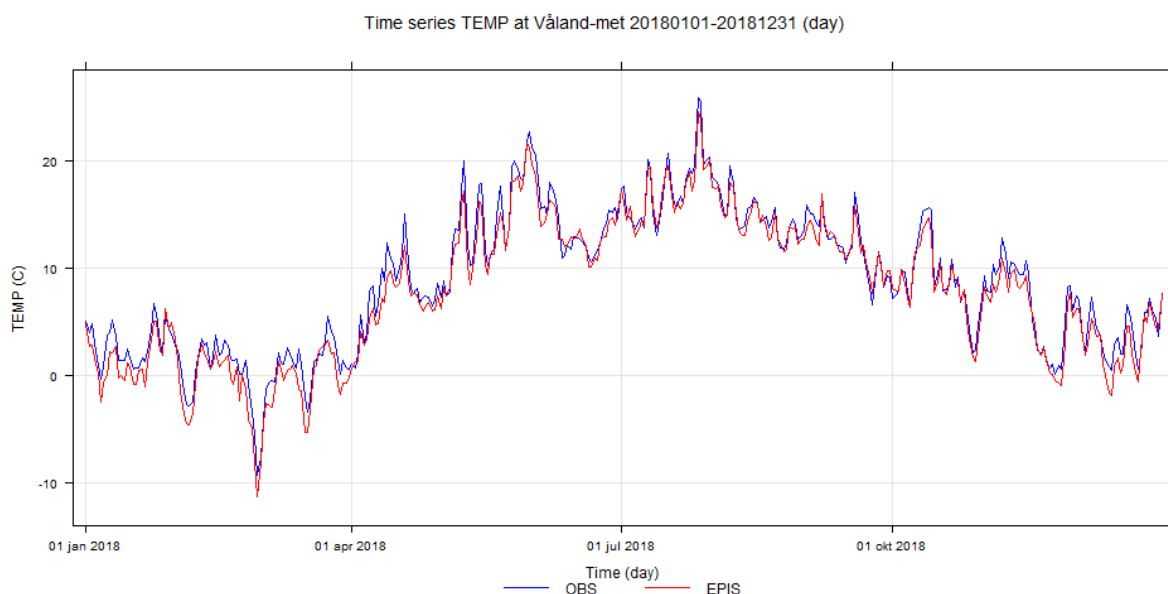
Figur C2: Sammenstilling av målt (blå linje) og beregnet (rød linje) døgnetvis vindretning (grader) ved Sola



Figur C3: Sammenstilling av målt (blå linje) og beregnet (rød linje) døgnetvis vindhastighet (m/s) ved Sola



Figur C4: Sammenstilling av døgnmidlet nedbør ved Vålånd for observasjoner (blå linje) og beregninger med WRF (rød linje)



Figur C5: Sammenstilling av døgnmidlet temperatur ved Vålånd for observasjoner (blå linje) og beregninger med WRF (rød linje)

Generelt er det god overenstemmelse mellom modellert og målt meteorologi. Det største avviket er for nedbørsdata, noe som kan påvirke overensstemmelsen med målt PM₁₀ noe, fordi veistøvutslippet er sterkt avhengig av fuktigheten på veibanen.

C3 Luftkvalitetsberegninger med EPISODE

I et modellsystem er det usikkerheter i mange ledd. Til tross for kvalitativt god oversikt over utslippene, er det fortsatt usikkerheter knyttet til både utslippsmengde, den geografiske fordelingen og tidsvariasjonene. For trafikk er det usikkerhet knyttet til resultatene fra trafikkmodellen, f.eks. i forholdet mellom tunge og lette biler og trafikkmengder. Vi mangler også detaljert informasjon om frekvens for salting og støvdemping, noe som har betydning for konsentrasjonen av veistøv.

Bakgrunnsestimatene og vindfeltet er også resultater av modeller som innehar sine egne usikkerheter. Vindfeltet har en oppløsning på 1 km. Spredningen fra veiene antar åpent lende. Dette medfører at spesielt trange byrom, hvor lokale forhold kan være dominerende, er vanskelig å få representert riktig i modellen.

Modellberegningene for 2018 er sammenlignet med måledata fra de tre målestasjonene i Stavanger. I Tabell C1 er årsmiddel presentert for henholdsvis PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂.

Som vi ser av tabellen er det relativt godt samsvar mellom årsmiddelverdier for PM₁₀ og PM_{2,5}. For Schancheholen er middelerdi og korrelasjon beregnet kun for den perioden hvor målestasjonen var i drift. Ved de veinære stasjonene er svevestøv noe overestimert. Det kan skyldes flere forhold, men også at eventuelle støvdemping og renholdstiltak ikke er hensyntatt i modellberegningene.

Størrelsen på korrelasjonen, R, angir hvor godt måleverdier og beregninger er korrelert. Generelt er korrelasjonen mellom beregnet og målt PM₁₀ og PM_{2,5} akseptabel og sammenlignbar med tidligere studier.

Datadekningen for NO₂ ved Kannik er dessverre lav (omtrent 15 %) i 2018 og noe lav ved Våland (89 %). Også her er middelerdi og korrelasjon beregnet kun for den perioden hvor målestasjonene leverte godkjente verdier. Schancheholen har god datadekning fra 1. juni 2018 og her viser beregningene en viss overestimering av måleverdier. Korrelasjonen er også akseptabel og på samme nivå som ved Våland.

Tabell C1: Målte og modellerte årsmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂ i 2018, samt korrelasjoner mellom målte og modellerte verdier. () Årsmiddel for Schancheholen er beregnet fra og med 1. juni da målingene startet opp. (**) Datadekningen for NO₂ ved Kannik og Våland var henholdsvis 15 % og 89 % i 2018. Merk at modellberegnet årsmiddel her er for de timene hvor det også finnes målinger og fraviker dermed fra årsmiddel presentert ellers i rapporten når datadekningen er lav.*

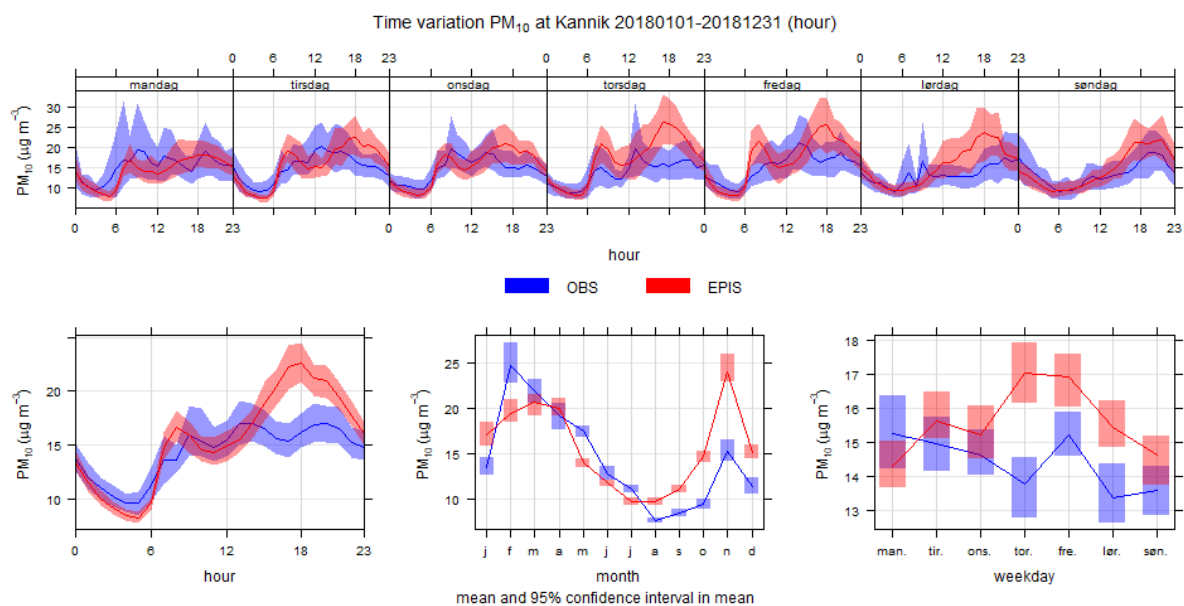
Målesteder	PM ₁₀ (µg/m ³)		
	Målinger 2018	Modell 2018	Korrelasjon, R
Kannik	14,4	15,5	0,40
Våland	11,6	10,9	0,47
Schancheholen (*)	11,1	14,4	0,39

Målesteder	PM _{2,5} (µg/m ³)		
	Målinger 2018	Modell 2018	Korrelasjon, R
Kannik	8,7	7,6	0,54
Våland	7,3	6,4	0,57
Schancheholen (*)	8,0	6,1	0,56

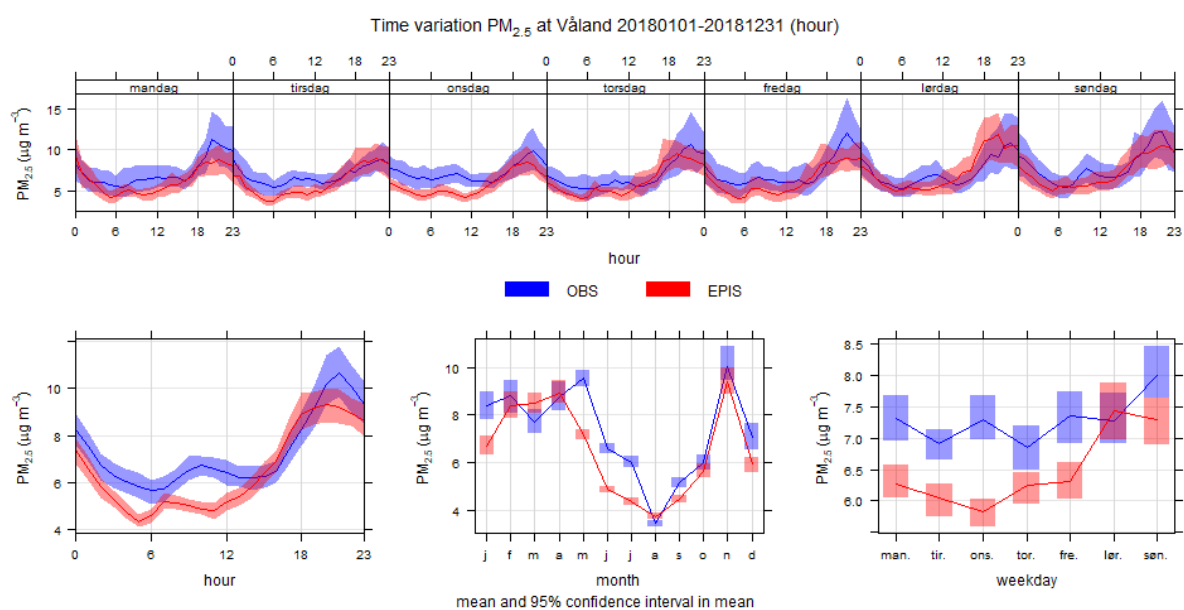
Målesteder	NO ₂ (µg/m ³)		
	Målinger 2018	Modell 2018	Korrelasjon, R
Kannik (**)	28	30,6	0,58
Våland (**)	10,7	17,4	0,42
Schancheholen (*)	24,1	29,3	0,42

Figur C6 sammenligner målte og EPISODE-beregnete PM_{10} konsentrasjoner ved Kannik. Generelt overestimerer beregningene konsentrasjonsnivåene på høsten og tidlig vinter, mens nivået i februar og til dels mars er underestimert. Februar hadde noen enkeltepisoder med svært høye svevestøvnivåer som ikke modellen har klart å fange opp i like stor grad. November og desember hadde tørre perioder som normalt skal tilsi høye svevestøvnivåer. Her kan veidriften i denne perioden ha innvirkning slik at måleresultatene ligger lavere enn beregningene. Gjennom døgnet viser beregningene en større ettermiddagstopp enn målingene. Ettermiddagstoppen i beregningene er først og fremst en effekt av at ettermiddagsutslippet fra veitrafikk legger seg oppå det konsentrasjonsnivået som allerede er etablert gjennom utslipp fra morgen til ettermiddag. (Om morgenen er utgangspunktet en lavere bakgrunnskonsentrasjon). I tillegg er det også til en viss grad styrt av vedfyringsmønsteret som typisk har de største utslippene på ettermiddag og kveld. Målingene viser ikke denne tendensen i samme grad, noe som kan tyde på at spredningen er noe underestimert i beregningene.

Figur C7 viser tilsvarende sammenligning for $PM_{2,5}$ ved Våland. Dette er en bybakgrunnsstasjon som i mindre grad er påvirket av utslipp fra trafikk. Kildeallokeringen presentert i kapittel 3.5.2 viser at bidraget fra bakgrunnskonsentrasjoner og vedfyring er på henholdsvis omtrent 60 % og 30 %. Generelt er overenstemmelsen god for $PM_{2,5}$ spesielt på høsten, vinteren og tidlig vår.



Figur C6: Sammenligning av målt (blå linje) og beregnet (rød linje) konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av PM₁₀ ved Kannik.

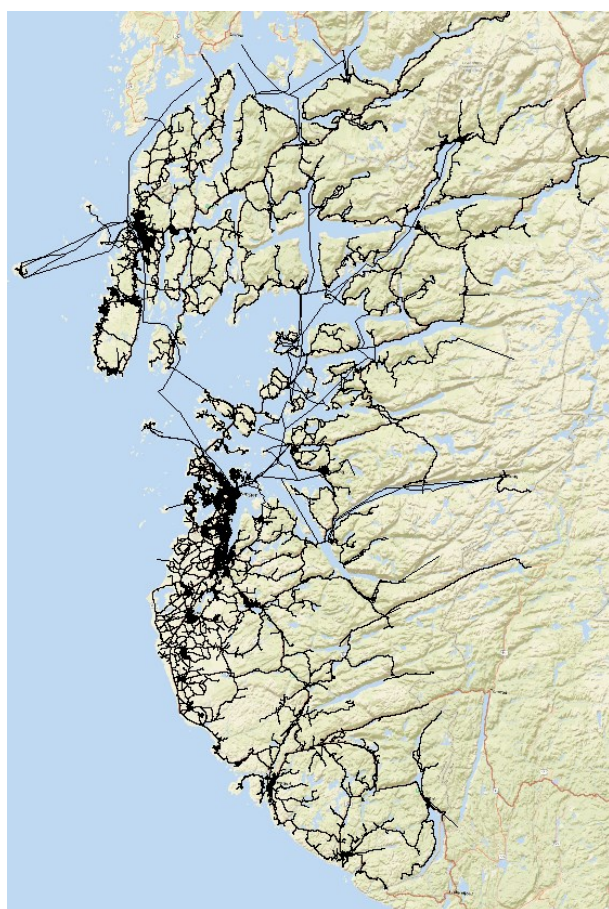


Figur C7: Sammenligning av målt (blå linje) og beregnet (rød linje) konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av PM_{2.5} ved Våland.

Vedlegg D Trafikkberegninger – metodikk og forutsetninger

D1 Trafikkmodell og forutsetninger

Trafikken er modellert med Transportmodellen Regional Transportmodell (RTM) Delområdemodell (DOM) Nord-Jæren. Utstrekningen av modellområdet for RTM er vist i Figur D-1 (a), mens modellområdet som er benyttet i spredningsberegningene er vist i Figur D-1 (b) med 2024-veinettet. Statens Vegvesen region vest har levert grunnlagsdata og Urbanet Analyse har gjort beregninger basert på dette for 2018 og 2024. For 2018 er det gjort sammenligninger mot tellinger, og det er gjort en rimelighetsvurdering av trafikkkveksten som er beregnet frem til 2024.



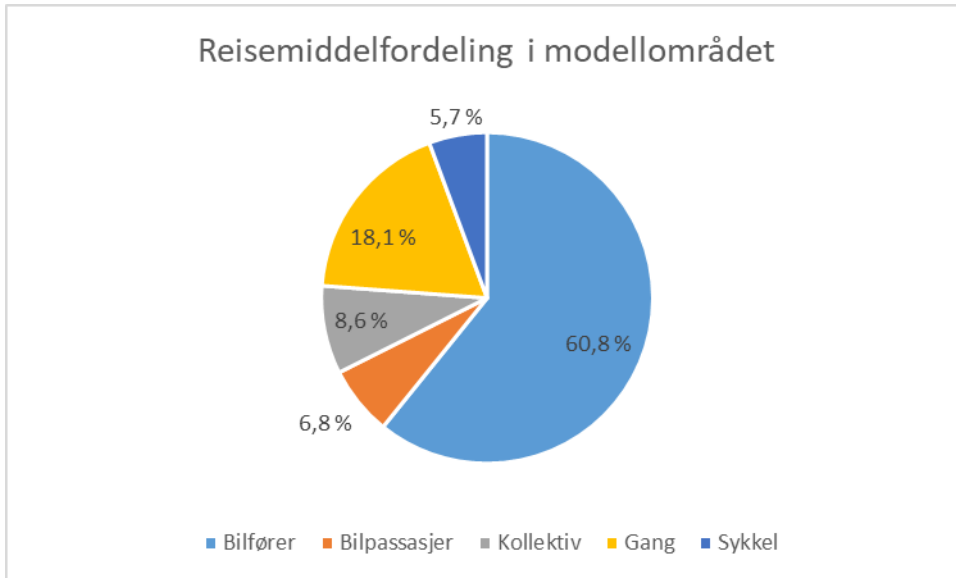
(a) RTM modellområde



(b) Modellområde for Stavanger

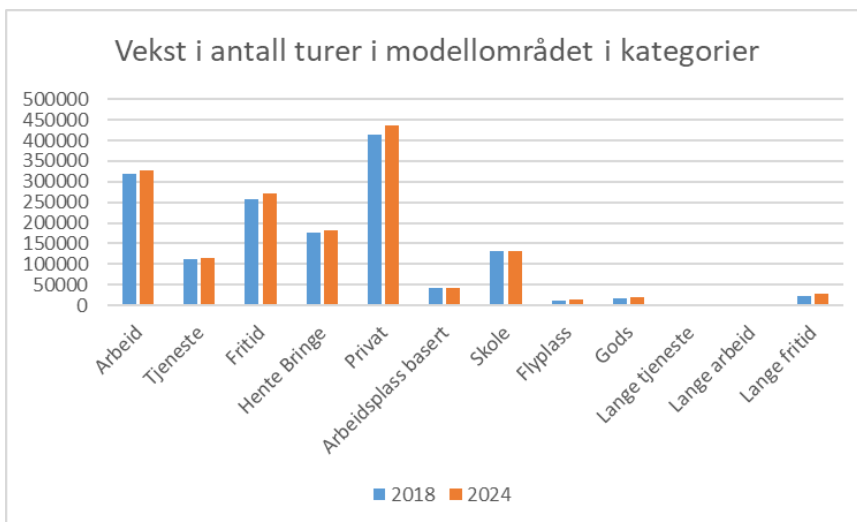
Figur D-1 : (a) viser hele modellområdet (DOM Nord-Jæren) som er benyttet for trafikkberegningene med RTM. (b) viser modellområdet for Stavanger og det veinettet som inngår i utslipps- og spredningsberegningene for 2024.

Det er i overkant av 1,5 millioner turer for alle transportmidler i modellen for et normalvirkedøgn. Dette tilsvarer i snitt rett over 3 turer per innbygger. Modellen vil inneholde de aller fleste turer som gjennomføres, dette inkluderer også godsturer. Figur D-2 viser reisemiddelfordelingen i hele RTM modellområdet. I overkant av 60 % av turene er bilturer. Det er disse samt tungtrafikk og kollektivtrafikk i form av busser som utgjør trafikkgrunnlaget som gir utslipp fra veitrafikk. I byområdet Stavanger vil kollektivandelen og andelen som går og sykler være noe høyere enn det som gjelder for hele RTM modellområdet.



Figur D-2: Reisemiddelfordelingen i hele RTM modellområdet

For Referansesituasjonen 2024 ligger det inne flere tiltak som vil ha trafikal effekt. Beregningen som er gjort her baserer seg på Statens vegvesen sine trafikkberegninger for NTP 2022-2033 for prosjektene som er kodet inn i modellen (Sekretariatet for Nasjonal transportplan, 2018) og referansesituasjonen for disse beregningene er lagt inn i modellen. Det er kodet inn nye bomstasjoner og Ryfast med tilhørende bompenger, samt nye tunneler gjennom Stavanger. Disse prosjektene har sannsynligvis vesentlig betydning for biltrafikken i området. Vekst fordelt på tur-kategorier er gitt i Figur D-3.



Figur D-3: Trafikkvekst fordelt på tur-kategorier.

Trafikkmodellen har et kjerneområde og et bufferområde. Det genereres turer innenfor kjerneområdet, samt fra kjerneområdet til bufferområdet. Turer fra bufferområdet til kjerneområdet kommer inn som faste turmatriser i modellen. Modellen har følgende kommuner (virksomme etter 2018) i kjerne- og bufferområdet (Tabell D-1).

Tabell D-1: Kommuner (etter 2018-inndeling) som inngår i trafikkmodellen

Kjerneområde	Bufferområde	Befolkning 2018
Stavanger		133 410
Eigersund		14 898
Sandnes		76 328
Bjerkheim		2 826
Hå		18 762
Klepp		19 217
Time		18 699
Gjesdal		11 866
Sola		26 265
Randaberg		10 972
Forsand		1 246
Strand		12 638
Hjelmeland		2 723
Finnøy		3 197
Rennesøy		4 849
Kvitsøy		542
Sum kjerneområde i modellen:		358 843
	Haugesund	37 167
	Sokndal	3 331
	Lund	3 237
	Suldal	3 849
	Sauda	4 663
	Bokn	844
	Tysvær	11 023
	Karmøy	42 243
	Utsira	208
	Vindafjord	8 793
	Etne	4 083
	Sveio	5 721
	Odda	6 835
Sum Bufferområdet i modellen		131 997
Sum Kjerne og buffer		490 435

D2 Dagens situasjon 2018 og utviklingen mot Referansesituasjonen 2024

Resultatene av modellkjøringen gir betydelig høyere trafikk for Referansesituasjonen 2024 enn i 2018, målt i trafikkarbeid og antall turer. Økningen i lett trafikkarbeid er på om lag 11 % i modellområdet for Stavanger hvor spredningsmodellen benyttes. Økningen i trafikkarbeid vil være gitt av:

- 1) Økning i antall turer (bilturer)
- 2) Økning i gjennomsnittlig turlengde

1) Økning i antall turer

Økningen i antall bilturer er 5,5 %. I modellberegningene er det lagt til grunn en befolkningsvekst på 2,7 % fra 2018 til 2024. Økningen i det *totale* turantallet (alle turer, alle transportmidler) er 3,9 %. Økningen i antall turer er i hovedsak drevet av økning i befolkningsvekst, men noe av økningen skyldes også:

- Bedre fremkommelighet for en del bilturer via nye veiprosjekter, noe som gir noe økt reiseomfang
- Høyere inntekt og bilhold

Bil får altså noe økt markedsandel i 2024 (fra 60,8% til 62,4% for hele modellområdet). Hovedårsaken er sannsynligvis bedre konkurranseforhold for bil som følge av nye veiprosjekter og endret bilhold. For eksempel er det forutsatt en økning i elbilandelen fra 9 % i 2018 til 32 % i 2024. Elbilturene er attraktive siden det forutsettes gratis passering i bomringen og det gir potensiale for trafikkøkning i modellen.

2) Økning i reiselengde

Gjennomsnittlig reiselengde øker i modellen fra 8,12 til 8,62 km for bilturer fra 2018 til 2024. Hovedårsaken er trolig at nye veiprosjekter bedrer fremkommeligheten og gjør destinasjoner som tidligere var mer utilgjengelige mer attraktive. I tillegg vil en del bilbevegelser som i Dagens situasjon 2018 ble gjort på ferge gjennomføres med bil i tunnel i 2024. Tabell D-2 viser endring i trafikkarbeid og veilengde innenfor modellområdet differensiert på veitype. Det er en generell økning i veinettets lengde innenfor modellområdet på ca. 1 %, og den største økningen er for europaveier og riksveier med høy hastighet og god fremkommelighet. Økningen i trafikkarbeid på europaveier og riksveier skyldes i stor grad nytt veinett i forbindelse med tunnelutvidelsen (Ryfast).

Tabell D-2: Endring i trafikkarbeid (TA) og veilengde i beregningsdomenet fordelt på veitype, fra 2018 til 2024.

Veitype	TA lette (mill. km)	TA tunge (mill. km)	TA buss (mill. km)	Endring i veilengde (km)
Europavei	+109	+8	+1	10.7
Fylkesvei	-12	0	0	-7.1
Kommunale vei	+7	0	0	-1.0
Riksvei	+57	+3	0	24.9
Totalt endring i prosent	11%	21%	6%	1%

I tillegg til disse effektene vil det være endringer i rutevalg for særlig lengre turer på grunn av nye reisemuligheter for bil. Dette gjelder særlig godsturer og lange personbilturer.

Tabell D-3 gir beregnet årsdøgntrafikk for 2018 og Referansesituasjonen 2024 og prosent endring mellom disse. Generelt ligger Madlaveien v/Kannik litt høyere enn tellingene for 2018, mens Schancheholen ligger omtrent på samme nivå som tellingene. For lette biler ved Schancheholen er det en økning i trafikknivået på 33 %. I tillegg til den generelle økningen ved befolkningsvekst gir åpningen av Ryfast og Eiganestunnelene vesentlig mer trafikk på E39. En effekt av dette er at trafikk vil ledes vekk fra bysentrum og Madlaveien som har en nedgang i ÅDT på 17 % for lette biler. Tungtrafikken øker på begge veistrekninger, men betydelig mer på E39. Busstilbudet ligger nærmest konstant mellom 2018 og 2024 på veistrekningene.

Tabell D-3: Beregnet årsdøgntrafikk (ÅDT) for veiene ved målestasjonene for luftkvalitet i Stavanger. Tallene er presentert for lette, tunge og buss for Dagens situasjon 2018 og Referansesituasjonen 2024 og som prosentvis endring mellom disse.

	Dagens situasjon 2018			Referansesituasjonen 2024			Prosentvis endring		
	lette	tunge	buss	lette	tunge	buss	lette	tunge	buss
Madlaveien v/Kannik	39 374	2 833	808	32 736	3 165	808	-17%	12%	0%
E39 v/Schancheholen	48 691	1 812	228	64 540	3 127	230	33%	73%	1%

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: 978-82-425-3019-6

ISSN: 2464-3327