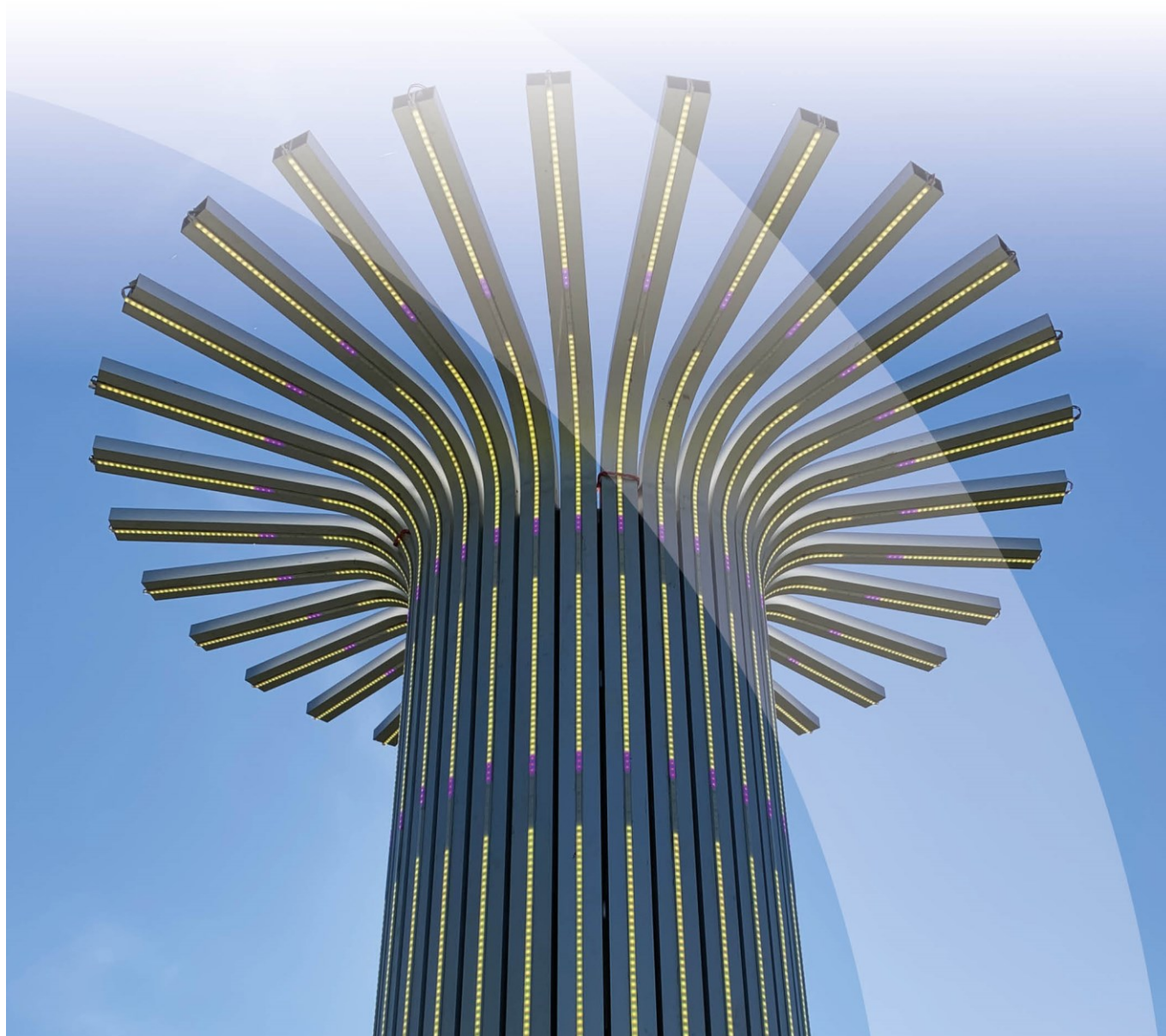

Revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Drammen

Torleif Weydahl, Miha Markelj, Harald Høyem



Forord

NILU – Norsk institutt for luftforskning har, i samarbeid med Asplan Viak AS, utarbeidet en revidert tiltaksutredning for bedre luftkvalitet i Drammen. Utredningen er gjennomført på oppdrag av Drammen kommune.

Drammen kommune samfunnsmedisinsk avdeling ved Tom Hartz Nilsen har ledet arbeidet fra oppdragsgivers side. Arbeidet er gjennomført i samarbeid med oppdragsgiver og med en arbeidsgruppe bestående av representanter fra Drammen kommune Tom H. Nilsen, Truls William Rieger (Samferdsel, vei og park) og Frode Graff (Infrastruktur og samferdsel), og anleggseiere Statens vegvesen (SVV) v/Elisabeth Emilie Syse og Viken fylkeskommune v/Lise Merete Brekke. Styringsgruppen har vært ledet av Madli Johanne Haaheim Indseth (kommunalsjef Helsetjenester) og bestått av Johannes Havnevik Devold (kommunalsjef Infrastruktur og samferdsel), Anne-Marie Vikla (Kommunalsjef Arealplan, Klima og Miljø), Stine Byfuglien etterfulgt av Lise Lotte Holm Bjarnardottir fra Viken Fylkeskommune og Anders Olav Thune Hagerup fra Statens Vegvesen. Tom Hartz Nilsen har vært sekretær for styringsgruppen. Referansegruppen har bestått av fra Drammen kommune Geir Jan-Inge Solli (Miljø og landbruk), Elisabeth Finne (Arealplan) og Anette Ruud (Klima), samt Alberte Ruud og Olav Fosli fra Buskerudbyen.

Tiltaksutredningen omfatter en kartlegging av dagens situasjon og forventet framtidig situasjon, samt en vurdering av eksisterende og eventuelle framtidige tiltak for å bedre luftkvaliteten. Tiltaksutredningen, med handlingsplan og tiltak, skal bidra til å opprettholde et nivå for luftkvalitet som tilfredsstillende til kravene til uteluft i forurensningsforskriften. Tiltaksutredningen med handlingsplan skal legges fram for politisk behandling i kommunen, og vil danne grunnlaget for det videre arbeidet med å bedre luftkvaliteten i Drammen kommune. Rapporten har vært til høring i arbeidsgruppen, styringsgruppen og referansegruppen.

Torleif Weydahl har vært prosjektleder for oppdraget og hatt hovedansvaret for spredningsberegninger, analyser og rapportering. Miha Markelj har vært ansvarlig for utslippsberegninger fra veitrafikk, bygg- og anlegg og vedfyring. Sam-Erik Walker har foruten å være kvalitetssikrer av rapporten, bistått med beregninger av sannsynlighet for overskridelse. Tove Svendby har stått for de meteorologiske beregningene, Paul Hamer for bakgrunnskonsentrasjoner og Susana Lopez-Aparicio og Henrik Grythe med innspill til utslippsberegningene og modellevaluering.

Harald Støen Høyem i Asplan Viak AS har hatt ansvar for og utført trafikkberegningene og bidratt med innspill til utforming av scenarier og rapportering.

En takk til Brynhilds Snilsberg (SVV) for faglige innspill relatert til veistøv og Anita Tveiten (SVV), Christian Steinsland (TØI) for rådgiving til trafikkberegningene, Morten Fagerås (Viken fylkeskommune) og Bjørn Helge Larsen (Drammen kommune) for informasjon om renholdsregimet i Drammen.

Innhold

Forord	3
Innhold	4
Sammendrag	6
1 Innledning	15
1.1 Bakgrunn	15
1.2 Prosjektets målsetning og omfang	15
1.3 Luftforurensning og helseeffekter	16
1.4 Grenseverdier og nasjonale mål for luftkvaliteten	16
1.5 Luftforurensning i arealplanlegging (T1520).....	18
1.6 Arbeid med lokal luftkvalitet i Drammen og Viken.....	19
1.7 Tidligere tiltaksutredninger og gjeldende handlingsplan for lokal luftkvalitet.....	19
1.8 Forhold til andre kommunale og fylkeskommunale planer og initiativer	20
2 Måling av luftkvalitet i Drammen	22
2.1 Måling av meteorologi	22
2.2 Målenettverk og metode	24
2.3 Datadekning	26
2.4 Målinger av svevestøv – PM ₁₀ og PM _{2,5}	26
2.5 Målinger av NO ₂	28
3 Utslipps- og spredningsberegninger	29
3.1 Valg av scenarioer og beregningsår	29
3.2 Overordnet beskrivelse av metodikken	29
3.3 Trafikkberegninger	31
3.4 Utslippsberegninger	32
3.5 Beregninger av PM ₁₀ -konsentrasjoner.....	34
3.5.1 Dagens situasjon og 2030	34
3.5.2 Befolkningseksponering	38
3.5.3 Kildeallokering.....	39
3.6 Beregninger av PM _{2,5} -konsentrasjoner	40
3.6.1 Dagens situasjon og 2030	40
3.6.2 Befolkningseksponering	42
3.6.3 Kildeallokering.....	43
3.7 Oppsummering av beregningsresultatene	44
4 Aktuelle tiltak mot luftforurensning	45
4.1 Økt piggfriandel til 90%.....	45
4.1.1 Virkemidler	45
4.1.2 Effekt av økt piggfriandel	47
4.2 Støvdemping/renhold	48
4.2.1 Renhold og støvdemping for god luftkvalitet i norske byer	48
4.2.2 Rengjøring og støvdemping av veier i Drammen	49
4.2.3 Mer effektivt renhold?	51
4.3 Redusert hastighet på veiene (miljøfartsgrense).....	52
4.4 Skifte til høyere asfaltkvalitet	54

4.5	Reduserte utslipp fra vedfyring	55
4.6	Anleggsvirksomhet.....	58
4.7	Parkeringsrestriksjoner	59
4.8	Redusert trafikkvekst ved bompenger.....	60
4.9	Beregning av samlet effekt av tiltakene	63
4.9.1	Effekt på målestasjonene og sannsynlighet for overskridelse.....	63
4.9.2	Kart og befolkningseksposering.....	66
5	Anbefalt handlingsplan	69
6	Referanser	73
Vedlegg A:	Utslippets- og spredningsberegninger – metodikk og forutsetninger.....	76
A1	Spredningsmodellen EPISODE.....	76
A2	Befolkningseksposering	76
A3	Bilparksammensetning.....	77
A4	Utslipp fra veitrafikk	78
A5	Vedfyringsutslipp.....	81
A6	Utslipp fra bygg- og anleggsvirksomhet	84
A7	Vurdering av utslipp fra industri og skip	84
A8	Bakgrunnsbidrag.....	85
Vedlegg B:	Modellevaluering	86
B1	Trafikkberegninger	86
B2	Meteorologiske beregninger	87
B3	Luftkvalitetsberegninger med EPISODE.....	91
Vedlegg C:	Metode for beregning av usikkerhet i konsentrasjonene som følge av meteorologisk variasjon fra ett år til et annet	97

Sammendrag

NILU – Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag for Drammen kommune utarbeidet en tiltaksutredning for lokal luftkvalitet. Bakgrunnen for oppdraget er at Drammen har målt nivåer av svevestøv over øvre vurderingsterskel, se forurensningsforskriften § 7-11. I 2022 har i tillegg de nye grenseverdiene for årsmiddel og døgnmiddel for PM₁₀ vært brutt (§ 7-9). Disse forholdene utløser krav om at det skal utarbeides en tiltaksutredning for lokal luftkvalitet (§7-16).

På bakgrunn av dette har Miljødirektoratet pålagt Drammen kommune som forurensningsmyndighet å utarbeide en tiltaksutredning for lokal luftkvalitet. Tiltaksutredningen med tilhørende handlingsplan skal behandles politisk av Drammen kommunestyre og vedtas før den oversendes Miljødirektoratet.

Denne tiltaksutredningen er delt i en faglig utredning og kartlegging av forurensningssituasjonen (Del 1: kapittel 1-4), en handlingsplan (Del 2: kapittel 5) etter anbefaling i Miljødirektoratets veileder (M-252) og krav i forurensningsforskriften kapittel 7, Vedlegg 5. Det eksisterer rutiner for varsling og oppfølging i perioder med høy luftforurensning, men det er ikke utarbeidet en formell beredskapsplan for perioder med høy luftforurensning til denne utredningen (Del 3: kapittel 6). Dette er grunnlagt i kap. 1.2.

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

- 1. Dagens situasjon 2021:** viser situasjonen omtrent slik den er i dag.
- 2. Referansesituasjonen 2030:** viser situasjonen i 2030 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 beregninger for å se hvilke effekter ulike tiltak har på lokal luftkvalitet for framtidig situasjon 2030. Disse beregningene omfatter redusert hastighet på E18 og RV283 (Rosenkrantzgate), bedre asfaltkvalitet på fylkesveier, økt piggfriandel i kommunen, effekt av reduserte vedfyringsutslipp som følge av naturlig utskifting til rentbrennende ovner og bedre fyringsvaner, innføring av parkeringsrestriksjoner og innføring av bompenger. Rengjøring og støvbinding er også et viktig tiltak, men det er ikke gjort egne beregninger for dette.

Nitrogenoksid (NO₂) er ikke utredet i denne tiltaksutredningen fordi målte konsentrasjonsnivåer har vært under grenseverdien siden 2013, under øvre vurderingsterskel siden 2016, og har en tydelig nedadgående trend på målestasjonene.

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 angir grenseverdier som er rettslig bindende. 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 og angir et nivå som de aller fleste kan utsettes for uten at det oppstår skadevirkninger på helse.

Det er overlapp mellom nasjonalt mål for PM₁₀ og PM_{2,5} og luftkvalitetskriteriet for disse komponentene. Denne tiltaksutredningen fokuserer derfor kun på de juridiske grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene som styringsmål. Oversikt over de norske grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene er gitt i Tabell S1. Etter siste revisjon av forskriften, gjeldende fra januar 2022, er grenseverdien for svevestøv vesentlig strengere enn EUs luftkvalitetsdirektiv.

Brudd på grenseverdiene er ulovlig og medfører krav om tiltak. For å unngå dette har forurensningsforskriften og direktivet også vurderingsterskler som definerer *fare for overskridelse* av grenseverdien dersom disse brytes i 3 av 5 sammenhengende år. Ved *fare for overskridelse* stiller forskriften krav til målinger og utarbeiding av tiltaksutredning.

Helseeffekter av luftforurensning er beskrevet i kapittel 1.3.

Tabell S1: *Gjeldende (fra 1.1.2022) grenseverdier, øvre vurderingsterskler (ØVT) og luftkvalitetskriterier for svevestøv.*

Komponent	Midlings-tid	Grenseverdi ⁽¹⁾	Øvre vurderingsterskel ⁽¹⁾	Luftkvalitetskriterier ⁽²⁾
PM ₁₀	Døgn	50 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 25 ganger pr. kalenderår	35 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 25 ganger pr. kalenderår	30 µg/m ³
	År	20 µg/m ³ (*)	17 µg/m ³	20 µg/m ³ (*)
PM _{2.5}	Døgn			15 µg/m ³
	År	10 µg/m ³	7 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)

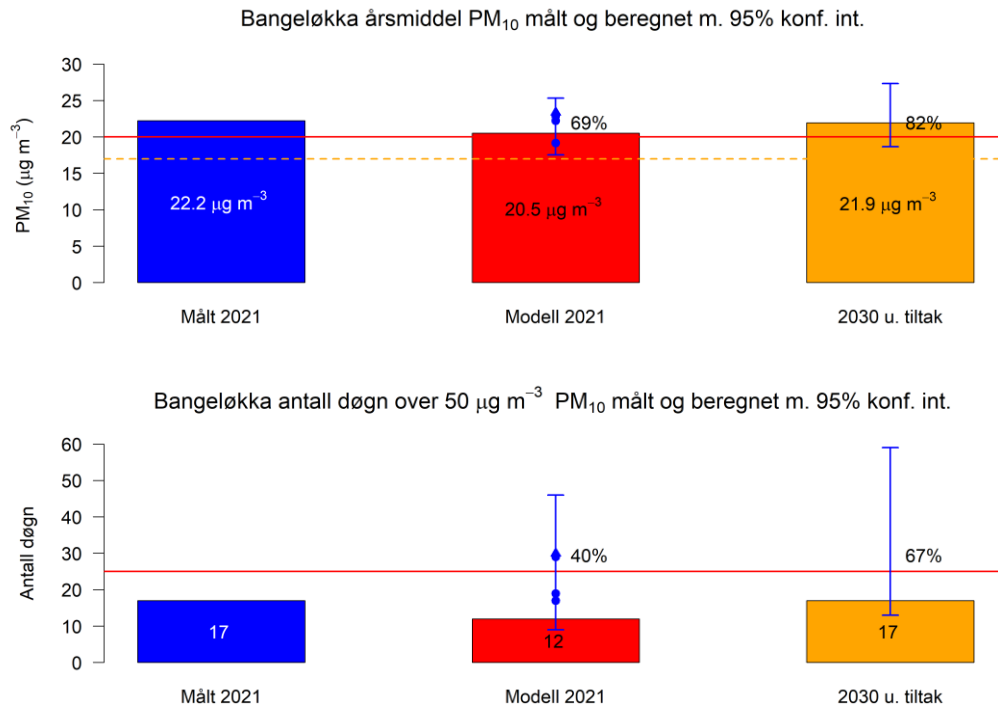
Luftkvaliteten i Drammen i dag og framskrevet mot 2030

Svevestøv – PM₁₀

Beregningene viser at det totale utslippet av PM₁₀ vil øke med cirka 7% fra 2021 til 2030. Eksosutslippene vil reduseres kraftig, mens veistøvutslippene vil øke med cirka 18% som følge av økt trafikk. Trafikkberegningene i denne utredningen viser en vekst på 16% for all trafikk i Drammen kommune for perioden 2021-2030 (inkludert gjennomfartstrafikk og næringstrafikk). I 2021 var det et lavere trafikknivå enn normalt som følge av pandemien. I veksten på 16 % inngår derfor 5 prosentpoeng økning i trafikken som følge av forventet utfasing av pandemi-effekten. Hvordan disse trafikkberegningene står i forhold til det faglige grunnlaget til Buskerudbyen (2021) er kommentert i kap. 3.3.

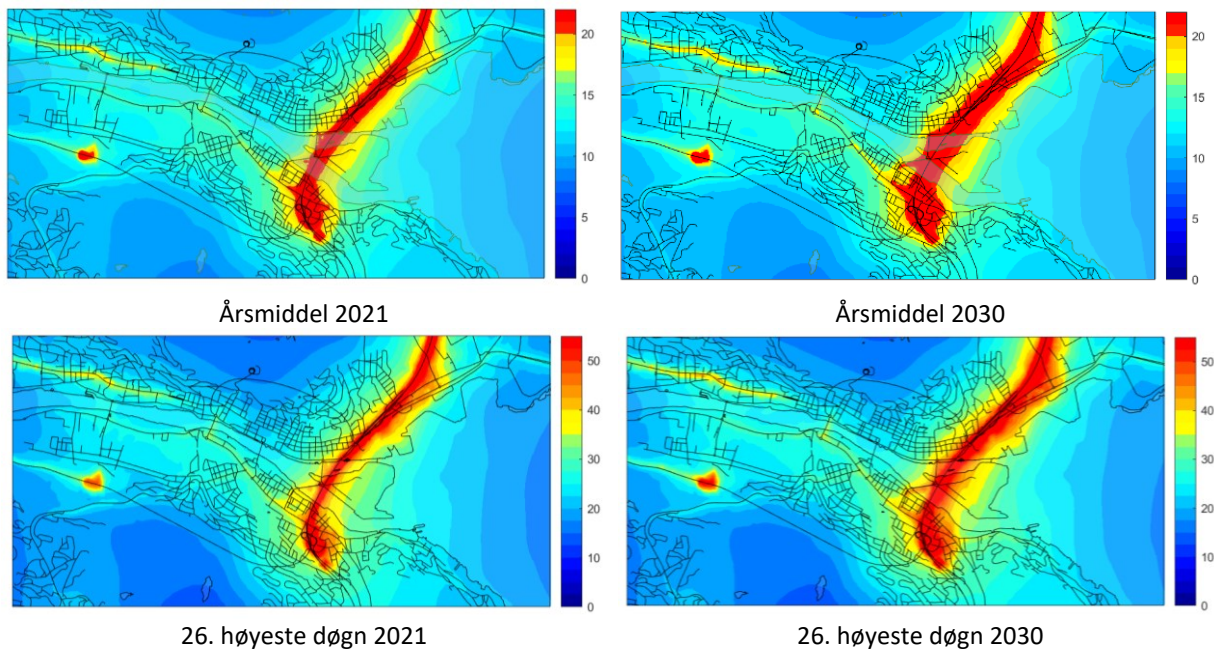
Figur S1 viser målte og beregnede verdier for PM₁₀ ved Bangeløkka målestasjon for 2021 og beregninger for 2030. Beregningene viser at vi forventer en økning i PM₁₀ fram mot 2030, både med hensyn til årsmiddelverdi og antall overskridelser. Dette skyldes trafikkøkningen som gir økning i produksjon og oppvirvling av svevestøv. Videre viser beregningene at det er en betydelig sannsynlighet for overskridelse av grenseverdien for årsmiddelverdien (82%) og døgnverdien (67%) i 2030 hvis det ikke gjennomføres tiltak. Dette understøttes av at målingene for alle år siden 2009, med unntak av 2019, overskrider den nye gjeldende grenseverdien for svevestøv. For Vårveien viser beregningene ingen overskridelse, men at det er en sannsynlighet for overskridelse av grenseverdiene i 2030 på ca. 50%. Vårveien målestasjon hadde også overskridelse i 2022.

Beregningene viser at det er utslipp fra veitrafikk som bidrar mest til PM₁₀-konsentrasjonene ved de veinære målestasjonene (i overkant av 40%). I tillegg er det et betydelig bidrag fra luftforurensning som transporteres inn i modellområdet og fra vedfyring. I døgn med høye PM₁₀-konsentrasjoner dominerer veistøv ved de veinære målestasjonene, mens bidraget fra vedfyring er relativt større på bybakgrunnstasjonen Backeparken. Bidraget fra veitrafikk kommer i hovedsak fra veistøv.



Figur S1: Figuren viser målt og beregnet årsmiddel for PM_{10} ved Bangeløkka for de to scenariene 2021 og 2030 (øverst) og antall døgn over 50 µg/m³. Forurensningsforskriften tillater 25 døgn over 50 µg/m³. De vertikale strekene angir forventet variasjon i beregnede konsentrasjoner som følge av meteorologisk variabilitet (95% konfidensintervall) og sirklene angir målte konsentrasjoner i årene 2019, 2020, 2021 og 2022 (trekant). Prosentene som er oppgitt angir estimert sannsynlighet for overskridelse av grenseverdien (vist som heltrukken rød linje). Oransje stiplet linje viser øvre vurderingsterskel.

Figur S2 viser et kartutsnitt av beregningsområdet med årsmiddelverdier av PM_{10} for 2021 og 2030 og resultat i forhold til forskriftens krav til døgnmiddelverdier for PM_{10} . Siden forskriftens krav til døgnmiddelverdier tillater 25 døgn med overskridelser av grenseverdien på 50 µg/m³ vises den geografiske fordelingen av den 26. høyeste døgnmiddel-konsentrasjonen av PM_{10} . Beregningene viser at det er områder langs E18, ved Bangeløkkakrysset og rundt tunnelmunningene hvor grenseverdien er overskredet. Området med overskridelse øker i framskrivningen til 2030 som et resultat av trafikkøkningen. Det er noe sårbar bebyggelse, blant annet deler av Nye Drammen sykehus, som vil ligge innenfor områder som bryter grenseverdien. Beregnet befolkningseksponering viser mer enn en dobling fra 2021 til 2030 (fra 400 til 1000) i antall som bor i områder hvor grenseverdiene brytes.

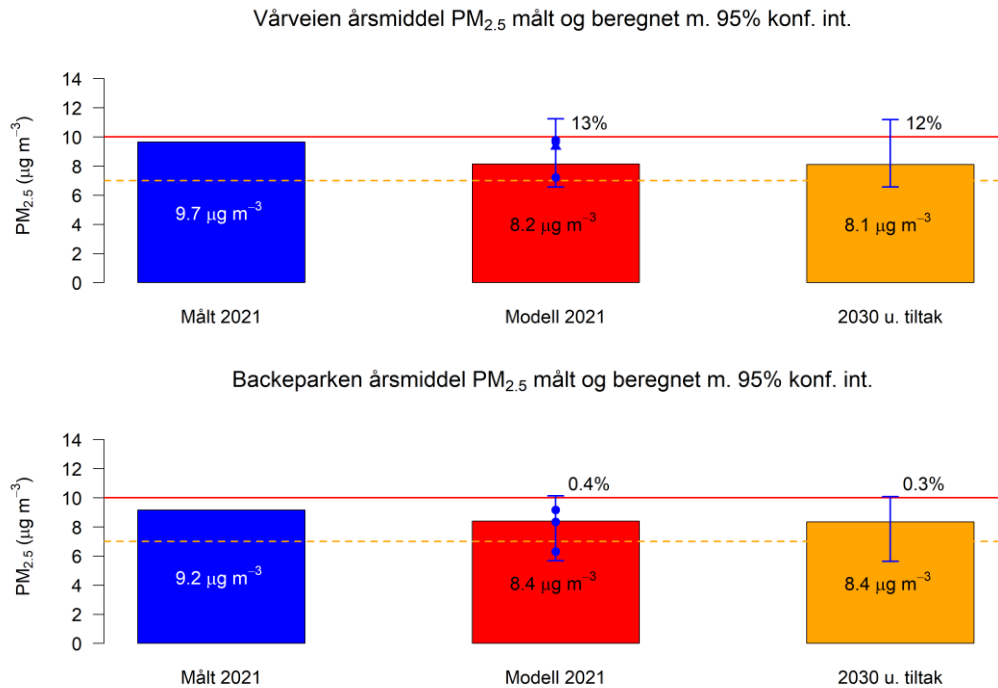


Figur S2: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon og 26. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for et utsnitt av modellområdet for Dagens situasjon 2021 og Referansesituasjonen 2030. Grenseverdien for årsmiddelverdi er på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og for døgnmiddel er på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ markert som overgangen til rødt. Øvre vurderingsterskel er markert som overgangen til gult.

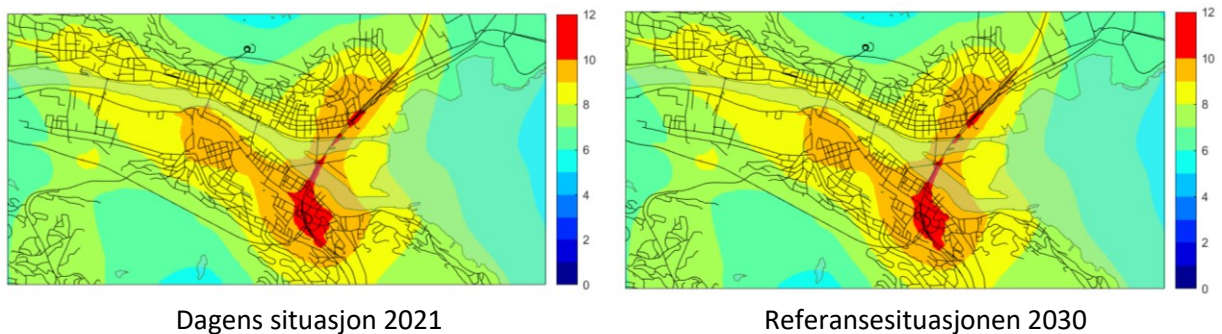
Svevestøv $PM_{2,5}$

Figur S3 viser målte og beregnede årsmiddelverdier for $PM_{2,5}$ ved Vårveien og Backeparken målestasjoner for 2021 og beregnet årsmiddel for 2030. Beregningene viser at vi forventer en svak reduksjon i $PM_{2,5}$ -konsentrasjonene fram mot 2030 som følge av reduserte eksosutslipp, samtidig er det en økning i veistøvbidraget ved trafikkøkningen som motvirker dette noe. Beregningene viser at årsmiddelverdien vil ligge under gjeldende grenseverdi for både 2021 og 2030. Både målinger og beregninger gir årsmiddelverdier over øvre vurderingsterskel i 2030, men relativt liten sannsynlighet for overskridelse (12% i Vårveien). Etter beregningene er vedfyring den største kilden til $PM_{2,5}$ på målestasjonene. Underestimeringen tilskrives primært en overestimering av vindhastigheter i værmodellen (gjelder også for PM_{10}), men kan også skyldes noe manglende vedfyring eller andre kilder som ikke er hensyntatt. Målingene har også en viss usikkerhet knyttet til seg (mellom 10 og 20%). $PM_{2,5}$ måles per i dag ikke på Bangeløkka, men beregningene viser verdier omtrent på grenseverdien og en vesentlig sannsynlighet for overskridelse på over 60%. Dette skyldes større bidrag fra trafikkerte veier på toppen av bidrag fra vedfyring og langtransportert forurensning.

Figur S4 viser et kartutsnitt av beregningsområdet med årsmiddelverdier av $PM_{2,5}$ for 2021 og 2030. Det er noen områder rundt Bangeløkkakrysset og til dels langs E18 som har overskridelse av grenseverdien på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er liten endring i forurensningsnivået fra 2021 til 2030. Det er beregnet relativt liten befolkningseksposering for verdier over grenseverdien og det er heller ingen sårbar bebyggelse som ligger innenfor disse verdiene. Men antall som eksponeres for årsmiddel over luftkvalitetskriteriet ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ca. 15 000) og mer enn 25 døgn over døgnmiddel luftkvalitetskriteriet ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ca. 57 000) er betydelig. Merk at luftkvalitetskriteriets anbefalte grense på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for døgnmiddel ikke sier noe om *antall dager* som det er akseptabelt at man er over dette nivået.



Figur S3: Figuren viser målt og beregnet årsmiddel for $PM_{2.5}$, ved Vårveien og Backeparken for de to scenariene 2019 og 2030. De vertikale strekene angir forventet variasjon i beregnede konsentrasjoner som følge av meteorologisk variabilitet (95% konfidensintervall) og sirklene angir målte konsentrasjoner i årene 2020, 2021, 2022 og 2019 (trekant). Prosentene som er oppgitt angir estimert sannsynlighet for overskridelse av grenseverdien (vist som heltrukken rød linje). Oransje stiple linje viser øvre vurderingsterskel.



Figur S4: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for $PM_{2.5}$ for et utsnitt av modellområdet for 2021 og 2030. Grenseverdien for årsmiddelverdi er på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ markert som overgangen til rødt, og luftkvalitetskriteriet ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er markert som overgangen til gult.

Oppsummering

Beregningene viser at det er svevestøv, og særlig PM₁₀, som er hovedutfordringen for Drammen kommune i årene som kommer og at det er høy sannsynlighet for at grenseverdiene for årsmiddel og døgnmiddel vil overskrides. Beregnet befolkningseksposering for nivåer over grenseverdien vil mer enn dobles til 2030. Utslipp fra trafikk i form av veistøv er viktigste lokale kilde ved høye PM₁₀-verdier.

For PM_{2,5} beregnes årsmiddelverdier som ligger relativt mye lavere i forhold til grenseverdien, og det er kun et begrenset område og få boliger rundt Bangeløkkakrysset og til dels langs E18 som utsettes for overskridelse. Samtidig er det svært mange som utsettes for nivåer over anbefalte luftkvalitetskriterier (FHI). Utslipp fra vedfyring er den viktigste lokale kilden til høye PM_{2,5}-verdier.

Målinger og beregninger viser at Drammen kommune, Viken fylkeskommune og Statens vegvesen må iverksette flere tiltak for å holde svevestøvnivåene innenfor de gjeldende grenseverdiene i forurensningsforskriften.

Handlingsplan for å redusere svevestøvnivåene

Beregningene viser at det er overveiende sannsynlig at grenseverdiene overskrides i årene framover. Det understøttes av målinger som har ligget over grenseverdier gjeldende fra 1.1.2022 i nærmest alle år siden målingene startet. Drammen kommune må derfor sette sammen en handlingsplan med flere tiltak for å redusere luftforurensningen i de nærmeste årene.

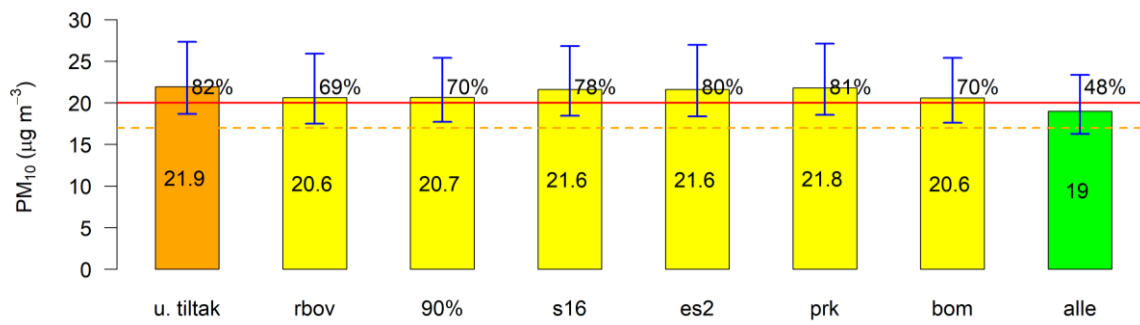
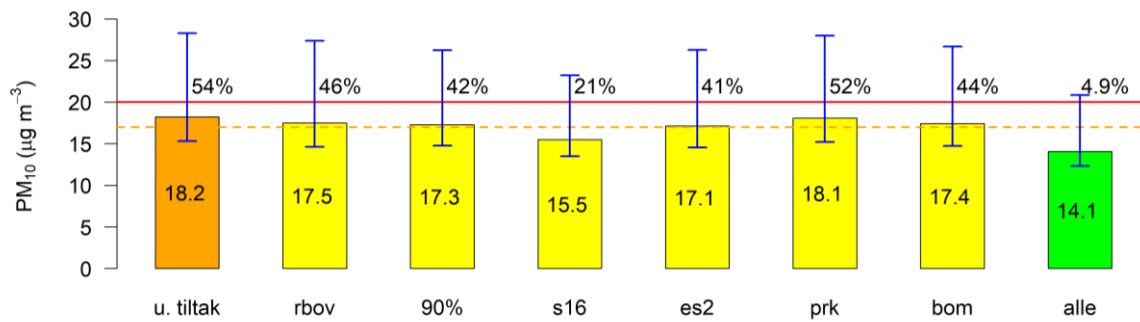
Basert på en gjennomgang av resultatene fra beregningene er prosjektgruppen blitt enige om hvilke tiltak som skal anbefales i en handlingsplan for bedre luftkvalitet i Drammen. Tiltak som det er mulig å beregne effekten av er samlet i en tiltakspakke og det er beregnet samlet effekt på svevestøv-konsentrasjonene. Tiltakspakken omfatter følgende tiltak:

- Økt piggfriandel fra 85% til 90% for lette kjøretøy (**90%**)
- Redusert hastighet på E18 og i Rosenkrantzgate (**es2**)
- Redusert vedfyring som følge av naturlig utskifting av vedovner til rentbrennende ovner og bedre fyringsvaner (**rbov**)
- Skifte til høyere asfaltkvalitet på fylkesveier (**s16**)
- Utvidet takst for langtidsparkering og områder som krever avgift (**prk**)

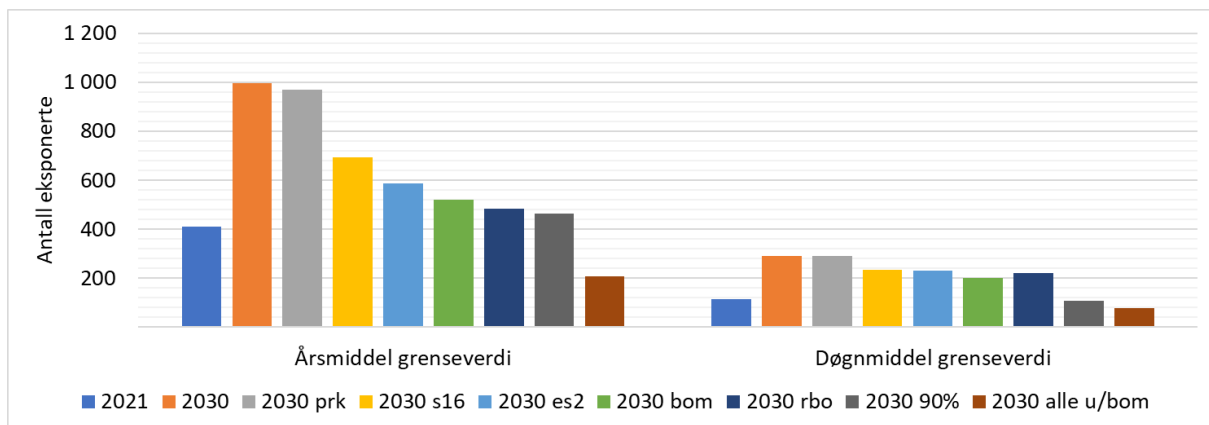
Handlingsplanen anbefaler også tiltak som renhold- og støvbinding og tiltak mot støv fra bygg- og anleggsvirksomhet samt massetransport. Disse tiltakene er det vanskelig å beregne effekten av og er derfor ikke inkludert i tiltakspakken. I tillegg er det en betinget anbefaling om innføring av bompenger dersom utviklingen de nærmeste årene viser at trafikken i Drammen vokser betydelig. Dette tiltaket (**bom**) er også effektberegnet.

Beregninger på de veinære målestasjonene (Figur S5) viser at samlet effekt av tiltakspakken er at sannsynligheten for overskridelse reduseres fra 82% til 48% ved Bangeløkka, og fra 54% til 4,9% ved Vårveien. Framskrivningen til 2030 med tiltakspakke viser i seg selv ikke overskridelse av grenseverdiene, men det er overskridelse av øvre vurderingsterskel ved Bangeløkka. Med tiltakspakken reduseres antall som eksponeres for årsmiddel over grenseverdien for PM₁₀ der de bor fra ca. 1000 til ca. 200 (Figur S6). Antall som blir eksponert for mer enn 25 døgn over døgnmiddelgrenseverdien (50 µg/m³) reduseres fra ca. 300 til ca. 80.

Resultatene fra målestasjonen og beregnet befolkningseksposering viser at effektive tiltak mot svevestøv er økt piggfriandel, redusert trafikkvekst (primært ved bompenger eller lignende tiltak, parkeringsrestriksjoner har liten effekt) og rentbrennende ovner. Nær veiene er det effektivt å redusere fartsgrensen samt å skifte til mer slitesterk asfalt. Kombinasjonen redusert hastighet og mer slitesterk asfalt gir spesielt god effekt ved Vårveien (FV283). For PM_{2,5} er det rentbrennende ovner som vil ha en reduserende effekt av betydning.

Bangeløkka årsmiddel PM₁₀ beregnet for 2030 m. 95% konf. int.Vårveien årsmiddel PM₁₀ beregnet for 2030 m. 95% konf. int.

Figur S5: Beregnet situasjon uten tiltak (orange) og effekt av hvert tiltak (gule søyler) og tiltakspakken (grønn søyle) ved de veinære målestasjonene Bangeløkka og Vårveien i 2030. Tiltakspakken (alle) inneholder alle tiltak utenom «bom».



Figur S6: Beregnet befolkningseksponering for årsmiddel og døgnmiddel grenseverdi (dvs. mer enn 25 døgn over 50µg/m³) for PM₁₀ for Dagens situasjon 2021, Referansesituasjonen 2030 og deretter framskrivning til 2030 med hvert tiltak separat. Til slutt er befolkningseksponeringen for tiltakspakken vist (2030 alle u/bom)

Det understrekes at måloppnåelsen for enkelte tiltak er usikker fordi det i dag ikke finnes konkrete virkemiddel bak tiltakene. Dette gjelder spesielt for piggfriandelen (ingen piggdekkavgift) og for rentbrennende ovner og bedrede fyringsvaner. Det er derfor viktig at utviklingen følges gjennom piggdekktelegninger og lokal kartlegging av vedfyring.

Handlingsplanen er oppsummert i følgende punktliste hvor ansvar er indikert ved DK (Drammen kommune), VF (Viken fylkeskommune) og SVV (Statens vegvesen). Det gis en vurdering av effekt, status, anbefaling og en indikasjon på tidsplan. Kostnader og mer informasjon om handlingsplanen er gitt i Tabell 19 i hovedrapportens kapittel 5.

1. Øke piggfriandelen til 90% for lette kjøretøy (DK) vil redusere PM₁₀-konsentrasjonene vesentlig. Per i dag er piggfriandelen på 85% og den har vært stigende de siste årene og med samme trend vil 90% oppnås i 2025. Denne måloppnåelsen er likevel usikker uten piggdekkavgift og det er vesentlig at piggfriandelen følges opp gjennom tellinger. En forutsetning for en høy piggfriandel er godt vintervedlikehold av veinettet. Piggdekkavgift, etter prinsippet om at forurenser betaler, har historisk vist seg å være det mest virkningsfulle tiltaket.

2. Rengjøring (SVV/VF/DK) er et svært viktig tiltak for å redusere PM₁₀-konsentrasjonene, både årsmiddel og antall døgn. Tiltaket er vanskelig å effektberegne, men erfaring fra norske byer viser god effekt særlig når det jobbes forebyggende. **Støvbinding** kan redusere antall døgn med høye verdier. Det er i dag ukentlig renhold på statlige og fylkesveier og «hyppig» renhold på kommunale veier med relativt stor trafikkbelastning. Dagens regime for renhold i Drammen er allerede omfattende hva gjelder frekvens og omfang, og det anbefales at dette regimet opprettholdes. For å få til bedre samhandling og erfaringsutveksling anbefales opprettet et formelt samarbeidsforum for de som har ansvar for rengjøring og støvdemping for veinettet i Drammen kommune med representanter fra SVV, VF og DK.

3. Redusert hastighet på E18 og FV283 (SVV/VF) er forventet å ha moderat til god effekt på PM₁₀ (årsmiddel og døgnmiddel) nær veiene hvor hastigheten reduseres. Tiltaket er også potensielt støyredukerende. God effekt forutsetter overholdelse av de reduserte fartsgrensene. Tiltaket anbefales innført i piggdekkssonen når produksjonen av svevestøv er størst. Tiltaket kan innføres relativt raskt etter saksbehandling i relevante instanser, anslagsvis i 2024.

4. Økt asfaltkvalitet på fylkesveiene (VF) har god effekt på PM₁₀ nær veiene hvor det legges asfalt med høyere kvalitet. Grovere asfalttyper kan gi mer støy og dette bør utredes nærmere før asfalttypen legges. Tiltaket anbefales derfor særlig i kombinasjon med redusert hastighet. Det kan også innhentes erfaring fra Trondheim og andre byer der dette er forsøkt. Det er planlagt asfaltering av enkelte deler av FV283 i 2024 og i den forbindelse kan denne asfalttypen legges. Det kan være fornuftig å prøve tiltaket på en begrenset strekning først før ny asfalt skal legges på en større strekning.

5. Reduserte utslipp fra vedfyring ved 90% rentbrennende ovner og bedre fyringsvaner (DK) har svært god effekt på PM_{2,5}, men også en moderat til god effekt på årsmiddel PM₁₀. Måloppnåelsen er usikker fordi virkemidlene er basert på informasjonskampanjer og «naturlig utskifting» fram til 2030. Naturlig utskifting av vedovner er ikke et *tiltak* i og for seg, men er i beregningen slått sammen med «bedre fyringsvaner» for å illustrere potensialet for reduksjon. For å dokumentere bedre hvor mye som faktisk fyres i gamle og i rentbrennende vedovner i Drammen, kan det å kartlegge fyringsvanene gjennom en spesialundersøkelse tilsvarende den som ble utført av SSB i 2010 være et viktig tiltak. Informasjon som kan føre til bedre fyringsvaner og mindre fyring på dellast («småfyring») bør iverksettes ved første fyringssesong (2023-2024) og intensiveres i perioder med høye PM_{2,5}-konsentrasjoner.

6. Krav til luftkvalitet i bygge- og anleggsfasen gjennom Miljøoppfølgingsplan (DK) har potensielt god effekt på PM₁₀ i perioder med høy aktivitet og mye massetransport. Graveforvaltningen i Drammen kommune fører tilsyn med bygg- og anlegg i kommunen i dag og pålegger utbygger å utføre renhold i omkringliggende gater. Ifølge bestemmelsene til kommuneplans arealdel (ny på høring) for Drammen skal det ved gjennomføring av bygge- og anleggsprosjekter etableres en miljøoppfølgingsplan (MOP) som sikrer gjennomføring og dokumentasjon av tiltakene som beskrevet i miljøprogrammet. Miljøprogrammet skal beskrive miljømål blant annet for utslipp til luft. Det vil typisk være entreprenør eller byggherre som er ansvarlig for å følge opp planen, men det kan være hensiktsmessig at kommunen setter av midler til tilsyn med denne oppfølgingen. Tiltaket kan iverksettes ved etablering av ny «kommuneplanens arealdel».

7. Redusert trafikk ved økte kostnader for langtidsparkering (DK) har liten effekt på PM_{10} og $PM_{2,5}$. Tiltaket vil ha bedre effekt hvis det kombineres med å innskrenke antall tilgjengelige parkeringsplasser.

8. Måling, varsling og informasjon (DK) har ingen direkte effekt på luftkvaliteten, men indirekte gjennom at data går inn som beslutningsstøtte for strakstiltak mot svevestøv og varsling av befolkningen. Måling er nødvendig for å verifisere overholdelse av forskriftskrav for PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_2 samt for verifisering av modellberegninger (bla. Varslingstjenesten). Det anbefales at Drammen fortsetter sine målinger av luftkvalitet på to veinære og en bybakgrunnsstasjon, samt fortsetter målingene av meteorologi ved Vårveien, Gulskogen og Marienlyst. Det anbefales også at Bangeløkka utvides til å måle $PM_{2,5}$ fordi beregningene indikerer at konsentrasjonene av $PM_{2,5}$ er høyere her enn ved Vårveien.

9. Redusert trafikkvekst ved bompenger (DK) vil kunne ha en god effekt på PM_{10} ved beregnet trafikkreduksjon både ved målestasjonene og totalt for befolkningseksposering. Det gis en betinget anbefaling til tiltaket dersom utviklingen de nærmeste årene viser at trafikken vokser betydelig.

Revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Drammen

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. Brudd på grenseverdiene er ulovlig og medfører krav om tiltak. Dersom grenseverdiene 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.

Tiltaksutredningen for lokal luftkvalitet i Drammen ble sist revidert i 2017 etter pålegg fra Miljødirektoratet. Dette pålegget kom den gang som en følge av at Norge i 2015 ble dømt i EFTA-domstolen for brudd på EUs luftkvalitetsdirektiv. Drammen var omfattet av denne dommen. Miljødirektoratet har pålagt Drammen å oppdatere sin tiltaksutredning for lokal luftkvalitet, formelt fordi de målte nivåene av svevestøv har vært over øvre vurderingsterskel, se forurensningsforskriften § 7-11. Overskridelse av øvre vurderingsterskel definerer fare for overskridelse av grenseverdien. I 2022 har i tillegg de nye innskjerpede grenseverdiene for årsmiddel og døgnmiddel for PM₁₀ vært brutt (forurensningsforskriften § 7-9).

1.2 Prosjektets målsetning og omfang

Prosjektets målsetning er å utarbeide en revidert tiltaksutredning med handlingsplan for lokal luftkvalitet for Drammen 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 2030, 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.

Arbeidet omfatter utslipps- og konsentrasjonsberegninger av svevestøv (PM₁₀ og PM_{2.5}) for Dagens situasjon 2021, Referansesituasjonen 2030 og Framtidig situasjon med tiltak primært knyttet til veitrafikk og vedfyring. Nitrogendioksider (NO₂) er ikke utredet fordi målte konsentrasjonsnivåer har vært under øvre vurderingsterskel siden 2016 og har en tydelig nedadgående trend.

Denne tiltaksutredningen er delt i to deler; en faglig utredning og kartlegging av forurensningssituasjonen (Del 1: kapittel 1-4) og en handlingsplan (Del 2: kapittel 5). Etter vurdering i prosjektets arbeids- og styringsgruppe er det konkludert at det ikke er behov for å utarbeide en formell beredskapsplan knyttet til episoder med høy luftforurensning (Del 3: kapittel 6). Beregningene i utredningen viser at episoder med høy luftforurensning etter definisjonen gitt i veileder M-252 kap. 6 tabell 2 (større områder, mange eksponerte, 2 eller flere dager) ikke vil inntreffe i Drammen. Dette gitt at høy luftforurensning defineres som nivåer over juridisk grenseverdi. Det finnes en forenklet rutine for varsling og tiltak når det måles høye verdier over lengre tid i Drammen.

1.3 Luftforurensning og helseeffekter

Luftforurensning representerer et betydelig helseproblem verden over, og påvirker også helsen til befolkningen i norske byer og tettsteder (Folkehelseinstituttet, 2022). De viktigste forurensningskomponentene i norske byer er nitrogendioksid (NO₂) og svevestøv (PM₁₀ og 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: PM_{2,5} er de minste partiklene, med diameter mindre enn 2,5 mikrometer, mens PM₁₀ er partikler opp til 10 mikrometer i diameter. PM_{2,5} kommer i all hovedsak fra forbrenning (vedfyring, bileksos), mens de større partiklene kommer hovedsakelig fra oppvirvling av veistøv og dekkslitasje. Sjøsalt kan også noen ganger gi et betydelig bidrag. De minste partiklene kan også transporteres langveisfra fra andre områder og land med luftmassene og kan bidra betydelig til konsentrasjonene av 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 lufta og antall sykehusinnleggelses og dødsfall i befolkningen. Ifølge den siste luftkvalitetsrapporten fra det europeiske miljøbyrået (European Environmental Agency (EEA), 2022) sto PM_{2,5} for rundt 275 000 for tidlige dødsfall¹ i Europa i 2020. For Norge anslås det i rapporten at eksponering for PM_{2,5} resulterer i cirka 160 for tidlige dødsfall.

Nitrogenoksider (NO og NO₂, 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 NO₂ som er langt mer helseskadelig.

De viktigste helseeffektene av NO₂ 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 NO₂. I følge luftkvalitetsrapporten (EEA, 2022) er det 90 for tidlige dødsfall i Norge grunnet NO₂.

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 (European Commission, 2008). 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, blant annet fra verdens helseorganisasjon (WHO), 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. Etter siste revisjon av WHO sine anbefalinger er enkelte av kriteriene satt strengere enn FHI sine anbefalinger, og det er forventet at også FHI vil oppdatere sine

¹ 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 hvert kjønn. Slike for tidlige dødsfall kan forebygges om man kan fjerne årsaken til at de skjer.

anbefalinger i de nærmeste årene. Kriteriene i Tabell 1-1 er slik de presentert på FHI sin nettside per 31. mars 2023.

Det er overlapp mellom nasjonalt mål for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} og luftkvalitetskriteriet for disse komponentene. Denne tiltaksutredningen fokuserer derfor kun på de juridiske grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene som styringsmål. Oversikt over de norske grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene er gitt i Tabell 1-1. Etter siste revisjon av forskriften, gjeldende fra januar 2022, er grenseverdien for svevestøv vesentlig strengere enn EUs luftkvalitetsdirektiv. Direktivet er også under revisjon og det kan forventes en viss innstramning av grenseverdier basert på de oppdaterte retningslinjene fra WHO (Hoffmann et al., 2021).

Brudd på grenseverdiene er ulovlig og medfører umiddelbart krav om tiltak. For å unngå dette har forurensningsforskriften og direktivet også vurderingsterskler som definerer *fare for overskridelse* av grenseverdien dersom disse brytes i 3 av 5 sammenhengende år. Ved *fare for overskridelse* stiller forskriften krav til målinger og utarbeiding av tiltaksutredning.

Tabell 1-1: Gjeldende (fra 1.1.2022) grenseverdier og luftkvalitetskriterier for NO₂ og svevestøv.

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi ⁽¹⁾	Luftkvalitets-kriterier ⁽²⁾	WHOs anbefaling («AQG level») ⁽³⁾
NO ₂	Time	200 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår	100 µg/m ³	200 µg/m ³
	År	40 µg/m ³	30 µg/m ³ (*)	10 µg/m ³
PM ₁₀	Døgn	50 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 25 ⁽⁴⁾ ganger pr. kalenderår	30 µg/m ³	45 µg/m ³
	År	20 µg/m ³ (*) ⁽⁵⁾	20 µg/m ³ (*)	10 µg/m ³
PM _{2,5}	Døgn		15 µg/m ³	15 µg/m ³
	År	10 µg/m ³	8 µg/m ³ (*)	5 µg/m ³

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

2: Folkehelseinstituttet (2022) Håndbok for uteluft – luftkvalitetskriterier. <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/>

3: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf> (besøkt 31.03.2023).

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

(4): Forurensningsforskriften tillot 30 overskridelser i perioden 1.1. 2016 til 31.12.2021

(5): Grenseverdien for årsmiddel var 25 µg/m³ i perioden 1.1. 2016 til 31.12.2021

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 25 ⁽¹⁾ ganger pr. kalenderår	25 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 25 ⁽¹⁾ ganger pr. kalenderår
	År	17 ⁽²⁾ µg/m ³	15 ⁽⁴⁾ µg/m ³
PM _{2,5}	År	7 ⁽³⁾ µg/m ³	5 ⁽⁵⁾ µg/m ³

(1): ØVT tillot 30 overskridelser i perioden 1.1. 2016 til 31.12.2021

(2): ØVT var 22 µg/m³ i perioden 1.1. 2016 til 31.12.2021

(3): ØVT var 12 µg/m³ i perioden 1.1. 2016 til 31.12.2021

(4): NVT var 20 µg/m³ i perioden 1.1. 2016 til 31.12.2021

(5): NVT var 10 µg/m³ i perioden 1.1. 2016 til 31.12.2021

1.5 Luftforurensning i arealplanlegging (T1520)

Retningslinje for behandling av luftkvalitet i 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.

Det pågår et arbeid med revisjon av T-1520. Miljødirektoratet opplyser at de skal levere forslag til revidert retningslinje til departementet i første halvdel av 2023, men at videre saksgang med eventuelt offentlig høring ikke er fastsatt p.t.

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 Drammen og Viken

Ifølge forurensningsforskriftens 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 Drammen 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 Statens vegvesen (SVV, europaveier og riksveier), Viken fylkeskommune (VF, fylkesveier) og Drammen kommune (DK, kommunale veier og private fyringsanlegg).

1.7 Tidligere tiltaksutredninger og gjeldende handlingsplan for lokal luftkvalitet

Tabellen under gir tiltakene i eksisterende handlingsplan etter bystyrevedtak² i 2017. Piggdekkgebyr var også en del av tiltakspakken for gjeldende tiltaksutredning (Haug et al., 2017), men dette var det ikke politisk flertall til å gjennomføre da handlingsplanen ble behandlet.

² Saksprotokoll: Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet, arkivsak 17/4468, Drammen bystyre 20.06.2017

Tiltak – vedtak i Bystyret	Status
1. Revidert Buskerudbypakke 2 utarbeides og behandles i løpet av 2018. Nullvekstmålet for biltrafikk legges til grunn.	Denne pakken inneberefattet bompenger som ikke ble vedtatt. Buskerudbyen arbeider med tiltak for å begrense trafikken (nullvekst) uten bruk av bompenger. Buskerudbyen har fått avslag på bymiljøpakke hos Staten med begrunnelse i usikkerhet rundt trafikktviklingen.
2. Statens vegvesen anmodes om å vurdere redusert fartsgrense på E18 motorveibrua i piggdekkseongen for å redusere problemene med veistøv.	Det har så langt ikke blitt gjennomført. Det har vært samtaler med SVV om å få satt ned fartsgrensen i vintersesongen.
3. Eksisterende varslingsrutiner og tiltak mot episoder med høye verdier av svevestøv (støvdemping gjennom salting og feiing ved behov) videreføres. (...) Drammen kommune gjennomgår avtalene for vintervedlikehold med henblikk på å dreie vintervedlikehold mot brøyting når det er snø og forskjellige former for renhold av veinettet når det ikke snør. (...)	Se status under punkt 4. og punkt 5.
4. Drammen kommune tar initiativ til et prosjekt sammen med Statens vegvesen for å etablere en prøveordning for økt renhold langs de deler av riks- og fylkesveinettet i Drammen som i sterkeste grad bidrar til støvforurensning.	Ny feiemaskin ble kjøpt inn av SVV / entreprenør som også kunne brukes i minusgrader. Det ble kjørt hyppige feiinger av gatenettet. De senere årene har det vært noe endret fokus på hvor det skal utføres renhold, blant annet rundt tunnelene og kryssene.
5. Standarden på vintervedlikeholdet holdes høyt, slik at piggfrie vinterdekk blir beste alternativ. Piggfriandelen i Drammen har de siste årene hatt en positiv utvikling (...). Standarden på vintervedlikeholdet skal bidra til at piggfriandelen økes ytterligere	Drammen kommune opplyser at det ble bevilget penger til økt vedlikehold på kommunale veier. Piggfriandelen var økende til 2020. Etter dette har ikke piggfriandelen blitt telt.

1.8 Forhold til andre kommunale og fylkeskommunale planer og initiativer

Drammen kommune har ulike strategier og planer som direkte eller indirekte støtter opp om arbeidet for bedre luftkvalitet.

Kommuneplanens samfunnsdel (2021-2040³)

Kommuneplanens samfunnsdel setter ambisjonene for ren luft og rent vann og håndtering av klimaendringer i Drammen kommune. Ambisjonene er knyttet til FNs bærekraftsmål. Planens delmål D sier at Drammen skal ivareta og legge til rette for «ren luft» gjennom strategien D1: «Reduserer støy-, vann- og luftforurensning.»

Kommuneplanens arealdel (ny på høring fra des 2023-2035)

Kommuneplanens arealdel er på høring⁴ og vil vedtas i løpet av 2023. Her beskrives primært dette høringsutkastet og ikke den eksisterende planen som gjelder for gamle Drammen kommune, Svelvik og Nedre Eiker hver for seg.

Relevant for luftkvalitet er at Drammen gjennom samarbeidet i Buskerudbyen har sluttet seg til nullvekstmålet i personbiltransport. Dette vil si at veksten i *persontransport* skal tas med gange, sykkel

³ <https://www.drammen.kommune.no/globalassets/om-kommunen/planer-og-strategier/dokumenter/kommuneplanenes-samfunnsdel.pdf>

⁴ <https://innsyn2020.drammen.kommune.no/motekalender/motedag/100750515/sak/100204712>

og kollektivtransport, ikke med privatbil. Utviklingen i transportsystemer må sees i sammenheng med blant annet luftforurensning og trafikkfare særlig med tanke på barn og unge.

Planbestemmelsene til kommuneplanens arealdel stiller krav til at retningslinje T-1520 skal tilfredsstilles ved søknad om tiltak i tråd med plan- og bygningsloven pbl § 20-1. Ved regulering er det krav til fagkyndig utredning hvor eventuelle helsekonsekvenser og tiltak beskrives. Kommunens luftsonekart skal legges til grunn. I rød sone skal det som hovedregel ikke tillates bebyggelse som er følsom for luftforurensning. Reguleringsplaner som utarbeides skal bidra til god folkehelse, hvor luftforurensning er nevnt som en av flere miljøfaktorer.

Ved gjennomføring av bygge- og anleggsprosjekter (tiltak) skal det etableres en *miljøoppfølgingsplan* (MOP) som sikrer gjennomføring og dokumentasjon av tiltakene som beskrevet i *miljøprogrammet*. Miljøprogrammet utarbeides etter prinsippene i NS 3466:2009 «Miljøprogram og miljøoppfølgingsplan for ytre miljø for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen». Miljøprogrammet skal beskrive miljømål blant annet for utslipp til luft.

Drammen kommune klimastrategi:

Drammen kommunes eksisterende klimastrategi⁵ har som hovedmål at «*Drammen skal bli Norges grønneste kommune – et sirkulært og klimarobust lavutslippssamfunn der det er naturlig å velge miljøvennlig*». Under delmål D. skal Drammen «*ivareta og legge til rette for naturmangfold, ren luft og rene vassdrag*». Av strategier og virkemidler relevant for luftkvalitet er «utslippsfrie løsninger» i bygge- og anleggsprosjekter, ladeinfrastruktur og tilrettelegging for sykkel, gange og kollektiv. Ny klimastrategi er på høring⁶ som også setter et konkret mål til utslippsreduksjon for klimagasser i 2030.

Ikke alle tiltak mot klimagassutslipp har tilsvarende effekt på svevestøv. I kunnskapsgrunlaget⁷ til ny strategi nevnes også veiprising/bomring som et effektivt tiltak for å få ned biltrafikken og dermed klimagassutslippene i et område. Dette vil også kunne ha god effekt på svevestøvproblematikken i Drammen (se kap. 4.8 for behandling av dette).

Buskerudbyen / byvekstavgift

Samarbeidet i Buskerudbyen ble etablert i 2010 og består i dag av kommunene Drammen, Lier, Øvre Eiker og Kongsberg, Viken fylkeskommune, SVV og Jernbanedirektoratet. Dette samarbeidet har utløst belønningstilskudd til forbedring av kollektivtilbud, tiltak for syklende, og byutviklings- og arealtiltak. Per i dag er det ingen byvekstavgift i Buskerudbyen i henhold til nullvekstmålet med tilhørende belønningstilskudd etter at Buskerudbypakke 2 som omfattet bompenger ble nedstemt i 2019. Samarbeidet Buskerudbyen har fortsatt med mål om forhandle en byvekstavgift uten bompenger som virkemiddel. Hovedmålet er: «*I byområdene skal klimagassutslipp, kø, luftforurensning og støy reduseres gjennom effektiv arealbruk og ved at veksten i persontransporten tas med kollektivtransport, sykling og gange*». Det har blitt utarbeidet et faglig grunnlag⁸ som viser at nullvekst kan oppnås i Buskerudbyen uten bompenger. I dette ligger oppfølging av knutepunktsutvikling i arealbruken, fartsreduksjon i sentrumsområder fra 40/50 km/t til 30 km/t og tilrettelegging for hjemmekontor (færre arbeidsreiser) som de mest effektfulle tiltakene. Beregningene er følsomme for endringer i rammebetingelser, blant annet med tanke på bilhold og el-biltrafikk. Den siste byindeksen for

⁵ <https://www.drammen.kommune.no/globalassets/aktuelt/dokumenter/2021/4.-kvartal/klimastrategi-2022.pdf>

⁶ <https://www.drammen.kommune.no/globalassets/politikk-og-samfunn/kunngjoringer/dokumenter/2022/05.12.22-klimastrategi/forslag-til-klimastrategi-drammen-2030.pdf>

⁷ <https://www.drammen.kommune.no/globalassets/politikk-og-samfunn/kunngjoringer/dokumenter/2022/05.12.22-klimastrategi/delrapport-1-fra-ramboll-kunnskapsgrunnlag-for-reduksjon-av-direkte-klimagassutslipp.pdf>

⁸ Finnes på google drive lenket fra: <https://www.buskerudbyen.no/buskerudbyen-klar-for-byvekstavgift/>

Buskerudbyen⁹ viser oppgang på 3,8% mellom 2021 og 2022, men fortsatt en nedgang på -1,4% for hele perioden 2016-2022.

Parkeringsstrategi med parkeringsnorm

Drammen kommune arbeider med en ny parkeringsstrategi og parkeringsnorm¹⁰ som beskriver hvordan kommunen vil bruke parkering som virkemiddel til å oppnå mål i areal- og transportutviklingen. Et prinsipp i parkeringsstrategien er at det skal settes inn tiltak for å gjøre det mindre attraktivt å benytte bil til jobb, mens kommunen vil være mer forsiktig med å sette inn tiltak mot handle- og fritidsreiser. En samordnet parkeringsstrategi som virkemiddel for å redusere luftforurensning og støy nevnes også i Regional plan for areal og transport i Buskerud (2018-2035)¹¹.

Samferdselsstrategi 2022-2033 (Viken fylkeskommune)

Samferdselsstrategien¹² for Viken er tilknyttet fylkeskommunens egen virksomhet og legger føringer og politiske prioriteringer for fylkeskommunens egne ressurser. Strategien nevner blant annet hastighetsreduksjon som et virkemiddel for mindre støy- og luftforurensning. Fylkeskommunens arbeid med luftforurensning gjennom veidrift og arealplanlegging (T-1520) er også forankret i samferdselsstrategien. Handlingsprogrammet for samferdsel sier noen om hvordan fylkeskommunen skal fokusere innsatsen innenfor samferdselsfeltet. «Viken skal forvalte arealer og utvikle mobilitetsløsninger i samspill med ulike aktører og lokalmiljøet. Dette skal bidra til ønsket stedsutvikling og attraktive omgivelser, samtidig som vi skal redusere ulemper betydelig blant annet knyttet til naturmiljø, støy og lokal luftforurensning.» «I handlingsprogramperioden vil Viken fylkeskommune legge til rette for pakker og avtaler som kutter utslipp, gir bedre luft, reduserer antall biler i bysentrum og styrker kollektiv- og sykkeltilbudet.» Noen konkrete prosjekter i Drammen er rehabilitering av Bragernestunnelen samt enkelte tiltak for bedre fremkommelig for kollektivtransport (buss). Kollektivtransportplan for Buskerud utvikling mot 2030¹³ forutsetter at «busstrafikkens bidrag til lokal luftforurensning skal reduseres i forhold til lokale behov og i takt med teknologisk og økonomisk mulighet.»

2 Måling av luftkvalitet i Drammen

2.1 Måling av meteorologi

For svevestøv er meteorologiske forhold både avgjørende for utslippsmengde og hvordan forurensningen spres og fortynnes. Kaldt vær gir mer vedfyring, tørre forhold gir mer oppvirvling av veistøv, og vindstille og inversjon (temperaturen øker med høyden) hindrer fortykning av forurensningen. Drammen ligger ved Drammenselva og utløper i Drammensfjorden og følger videre fjorden ned til Svelvik. Selve bykjernen ligger i bunnen av dalen med bebyggelse oppover dalsidene. Vindrose for Berskog meteorologisk målestasjon i Drammen viser en relativt tydelig kanalisering langs Drammensdalen (Figur 1). I perioder på vinteren med vindstille og inversjon kan forurensningen «fanges» i dalen og gi høye nivåer.

⁹ https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/trafikk/trafikkdata/byindeks_buskerudbyen_2016-2022-12.pdf

¹⁰ <https://www.drammen.kommune.no/globalassets/politikk-og-samfunn/kunngioringer/dokumenter/parkeringsstrategi-med-parkeringsnorm-horingsutgave.pdf>

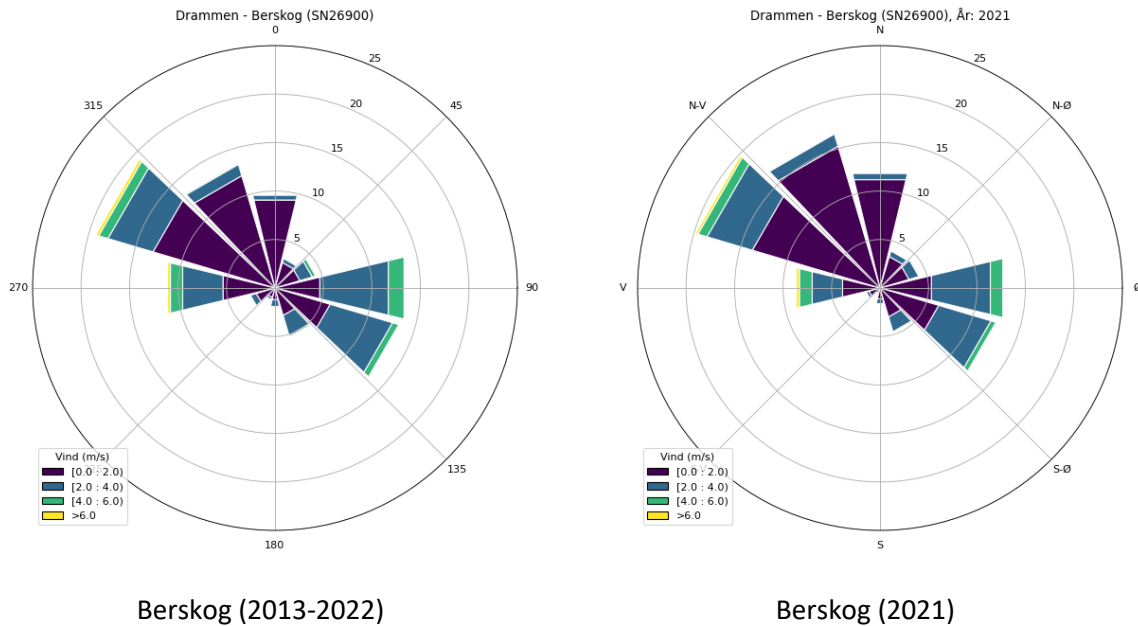
¹¹ <https://viken.no/f/p1/id1a510f6-f18f-47d2-935a-06e7a7c4da40/regional-plan-for-areal-og-transport-i-buskerud-2018-2035.pdf>

¹² <https://viken.no/f/p1/i0000729e-d451-4ff0-a67e-be4e935ee404/samferdselsstrategi-for-viken-2022-2033.pdf>

¹³ <https://viken.no/f/p1/i8df2780f-5abe-4389-8f41-b6358e5e103f/kollektivtransportplan-for-buskerud-fylke-utviklingsplan-mot-2030.pdf>

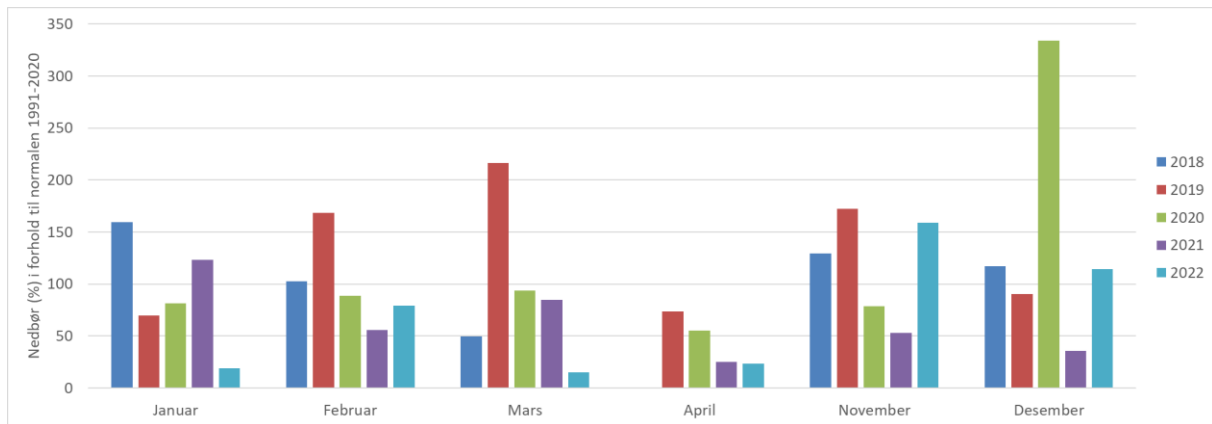
Det finnes en rekke målestasjoner for meteorologi i Drammen kommune. Gulskogen, Marienlyst og Vårveien eies og driftes av Drammen kommune (Figur 5), mens Berskog og Konnerud er meteorologisk institutt sine målestasjoner (se seklima.no). På alle disse stasjonene måles temperatur, vindstyrke og vindretning på timesbasis. I tillegg måles temperatur på 2m, 10m og 25m ved Gulskogen og på 2m og 10m på Marienlyst som kan gi en indikasjon på inversjonsforhold. Utover disse er det flere stasjoner som måler nedbør som ikke er tatt med i denne studien.

Måledata for meteorologi er gitt i Vedlegg B1 som sammenligning mot beregnet meteorologi.

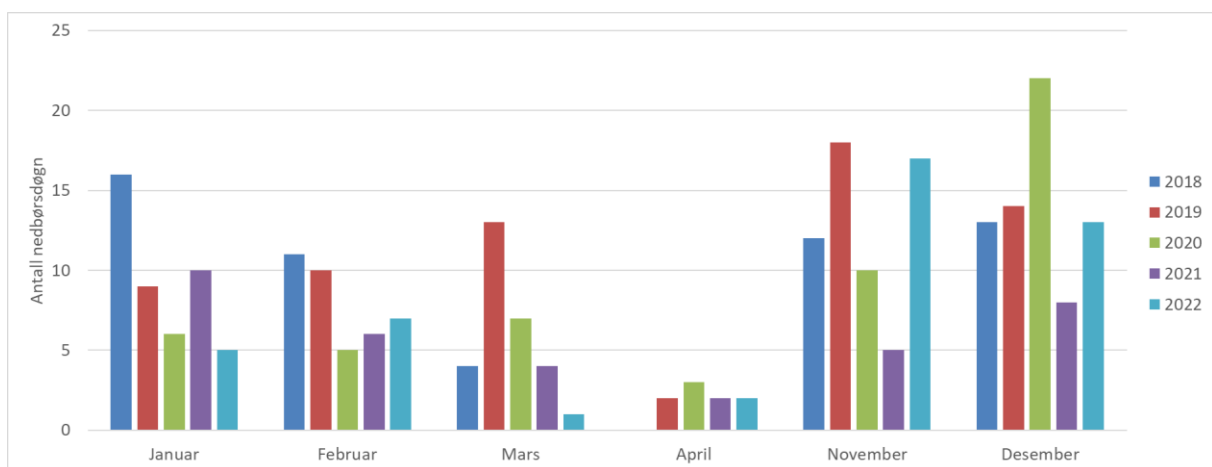


Figur 1: Vindrose for 2021 for Berskog (met.no) målestasjon for perioden 2013 til 2022 og for 2021 alene. Som figuren viser skiller ikke 2021 seg betydelig fra perioden 2013-2022. I 2021 er det målt vindstille (0 m/s) i 19% av tiden, mens det som gjennomsnitt over perioden 2013-2022 er målt vindstille i 9% av tiden.

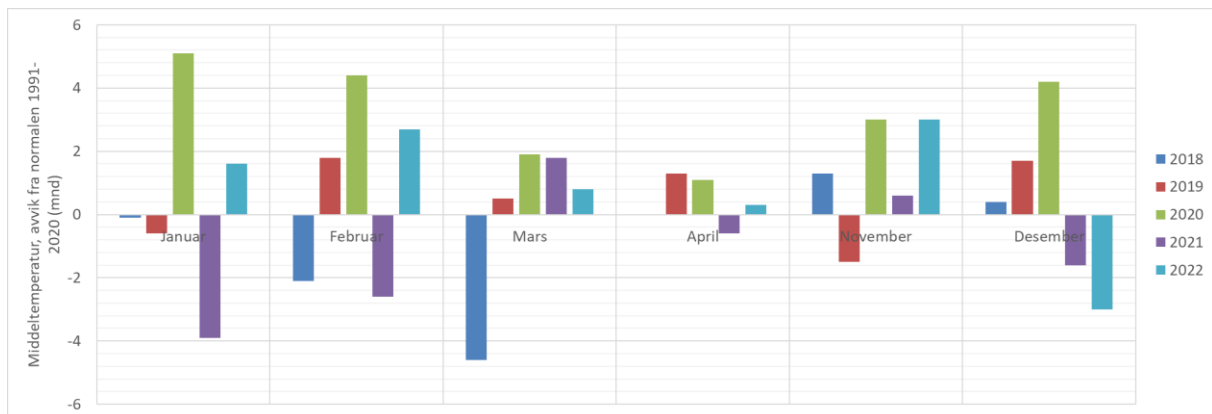
Under vises en oversikt over månedsnedbør ved Berskog som prosent i forhold til normalen 1991-2020 (100% er normalen) og antall nedbørsdager for årene 2018 til 2022. Dette viser at 2021 var et relativt tørt år med nedbør under normalen i hele piggdekkesesongen med unntak av januar. Temperaturdata i forhold til normalen (Figur 4) viser at vintermånedene i 2021 også var kaldere enn normalt. For beregnet framskrivning til 2030 på målestasjonene er det tatt høyde for en viss meteorologisk variabilitet (se Vedlegg C).



Figur 2: Månedsmiddel nedbør ved Berskog i forhold til normalen (100%) for måneder i piggedekkesesongen i årene 2018 til 2022



Figur 3: Antall nedbørsdøgn ved Berskog for årene 2018 til 2022

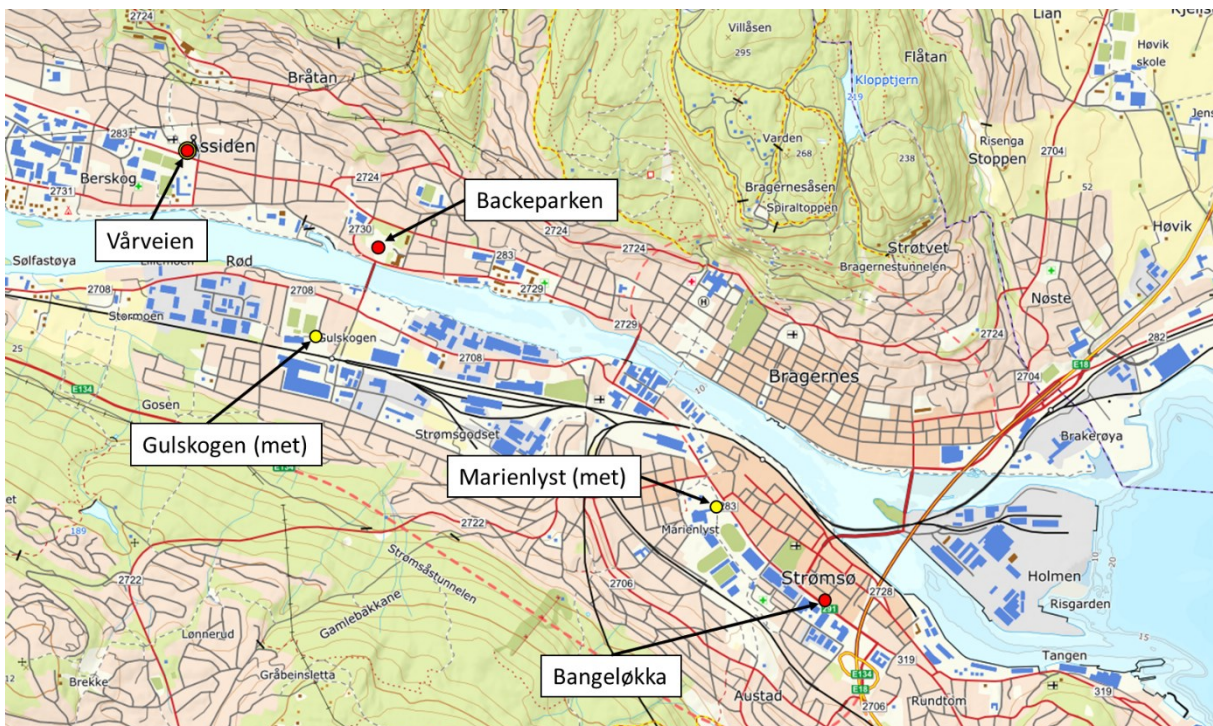


Figur 4: Månedsmiddeltemperatur i forhold til normalen 1991-2020

2.2 Målenettverk og metode

I Drammen kommune måles luftkvaliteten i dag på tre målestasjoner. Dette er gatestasjonene Vårveien (ved Rosenkrantzgata, Åssiden kirke) og Bangeløkka (ved Bjørnstjerne Bjørnsonsgate RV282). I tillegg er det etablert en bybakgrunnsstasjon i Backeparken (Drammen helsehus). Bangeløkka målestasjon eies av Statens Vegvesen og driftes av Nemko Norlab, mens de andre stasjonene eies og driftes av Drammen kommune. Målestasjonene i Drammen sentrum, Nedre Storgate og Drammenselva, ble lagt ned høsten 2019 grunnet byggearbeider.

Det har vært målinger av luftkvalitet i Drammen siden slutten på 1960 tallet i regi av SFT (Statens forurensningstilsyn) med Drammen kommune som målenettoperatør (døgnmiddel og månedsmiddelverdier). Drammen kommune etablerte ny moderne målestasjon i november 1994 på tak i Nedre Storgate 3. Denne stasjonen var i drift frem til oktober 2019. Målingene ved Bangeløkka kom i gang i august 2003 for PM₁₀, og november 2004 for NO₂. Målingene i Backeparken startet i 2019 og Vårveien har vært i drift siden 2004, men først fra 2020 er data fra de to stasjonene rapportert inn til den nasjonale databasen og kvalitetssikret av Nasjonalt referanselaboratorium (NRL) i tråd med NRL sitt kvalitetssystem. Drammen kommune opplyser selv at instrumentene har vært driftet i henhold til håndbok for kvalitetssystem (Miljødirektoratet, 2014) også i årene før innrapportering i nasjonal database. Tabell 4 gir en oversikt over målestasjonene, hva de måler og hvilken målemetode som benyttes.



Figur 5: viser plassering av målestasjoner for luftkvalitet (røde sirkler) og noen meteorologiske stasjoner (gule sirkler). På Vårveien måles både luftkvalitet og meteorologi. Kartgrunnlag: norgeskart.no.

Tabell 4: Oversikt over målestasjoner i drift i Drammen i 2021/2022. Målingene av PM_{2,5} og PM₁₀ ved Backeparken og Vårveien startet i 2019. Startdato er gitt i forhold til når instrumentet ble satt i drift og når rapportering inn i den nasjonale databasen startet.

Stasjon	Stasjonstype	Metode	Komponent	Start drift måling	Start nasjonal rapportering
Bangeløkka	Veinær	Gravimetri	PM ₁₀	2003	2005
		Kjemiluminescens	NO ₂ (NO _x , NO)	2004	2006
		Passiv prøvetaking	Benzen	2007	2007
Backeparken	Bybakgrunn	Optisk	PM ₁₀	2019	2020
		Optisk	PM _{2,5}	2019	2020
Vårveien	Veinær	Optisk	PM ₁₀	2019	2020
		Optisk	PM _{2,5}	2019	2020

2.3 Datadekning

For målinger som brukes til å vise overholdelse av grenseverdiene for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er det et krav til 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 Tabell 5 vises datadekningen for årene 2019 tom. 2022. Selv om det er 2021 som er valgt som beregningsår i denne utredningen, så inngår data fra alle disse årene i vurderingen av risiko for overskridelse (se Vedlegg C). Dårlig datadekning på Bangeløkka i 2022 skyldes at stasjonen har vært tatt ut av drift siden slutten av september 2022 grunnet byggearbeider. Stasjonen skal flyttes noe nærmere E18 og settes i drift igjen i 2023.

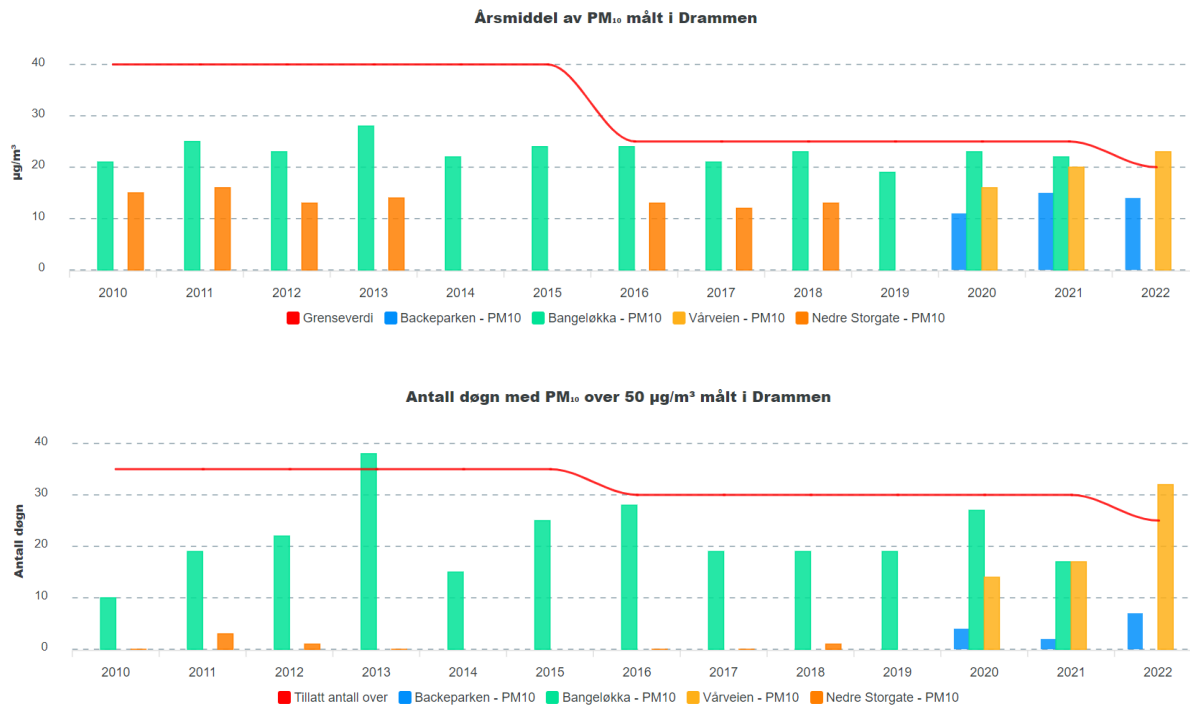
Månedlig datadekning i 2021 var generelt god på målestasjonene (se vedlegg B3 for detaljerte tall). Bangeløkka hadde lav dekning i februar, mens Backeparken hadde noe lavt i juli og august.

Tabell 5: Datadekning på årsbasis for luftkvalitetsmålinger i Drammen 2019-2022 (tall i %). Dekningsgrad under 85% er merket med røde tall. () For Vårveien og Backeparken i 2019 er ikke måledata overført til den nasjonale databasen og godkjent gjennom kvalitetssystemet, men data er mottatt direkte fra Drammen kommune.*

Stasjon	Komponent	2019	2020	2021	2022
Bangeløkka	PM ₁₀	100%	98%	93%	72%
Vårveien	PM ₁₀	(*)	91%	99%	98%
	PM _{2,5}	(*)	91%	99%	98%
Backeparken	PM ₁₀	(*)	91%	94%	100%
	PM _{2,5}	(*)	91%	94%	100%

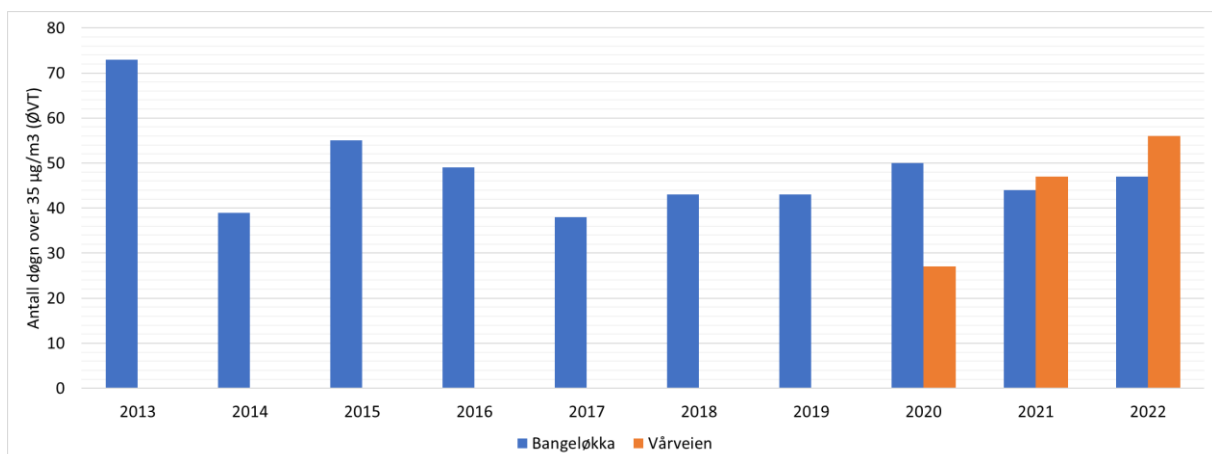
2.4 Målinger av svevestøv – PM₁₀ og PM_{2,5}

Måleresultater for PM₁₀ fra målestasjonene i Drammen fra 2010 til 2022 er oppsummert og sammenlignet med grenseverdiene i Figur 6. Gjeldende fra 1.1.2022 er norske grenseverdier for årsmiddel av svevestøv senket til 20 µg/m³ for PM₁₀ og 10 µg/m³ for PM_{2,5}. Samtidig er grensen for tillatt antall døgn med PM₁₀ konsentrasjon over 50 µg/m³ senket til 25 døgn. Figurene viser at grenseverdien for PM₁₀ ble overskredet i 2013 for antall døgnmiddel og i 2022 for både antall døgnmiddel og årsmiddel. Bangeløkka er ikke vist for 2022 på grunn av manglende datadekning, men for perioden jan-sept var årsmiddel uoffisielt på ca. 23 µg/m³ og det var 30 overskridelser av døgnmiddel grenseverdi. Det betyr at det var overskridelse av antall døgnmiddel på Bangeløkka for 2022, og at det sannsynligvis ville ha vært overskridelse av årsmiddel for PM₁₀ hvis stasjonen hadde vært operativt hele året. Dersom grenseverdiene fra 1.1.2022 hadde vært gjeldende i hele måleperioden (2010-2022) ville årsmiddelverdien vært overskredet i alle år bortsett fra i 2019. Nivåene og antall overskridelser varierer en god del fra år til år, spesielt på grunn av variasjon i meteorologiske forhold, men det er ikke mulig fra måledataene å anslå om det er en positiv eller negativ trend de siste 10 årene.



Figur 6: Målt årsmiddel (øverst) og antall døgn over 50 µg/m³ (nederst) opp mot gjeldende grenseverdier for perioden. Rød linje indikerer gjeldende grenseverdi for hvert år. Figurer er hentet fra <https://luftkvalitet.nilu.no/overskridelse>.

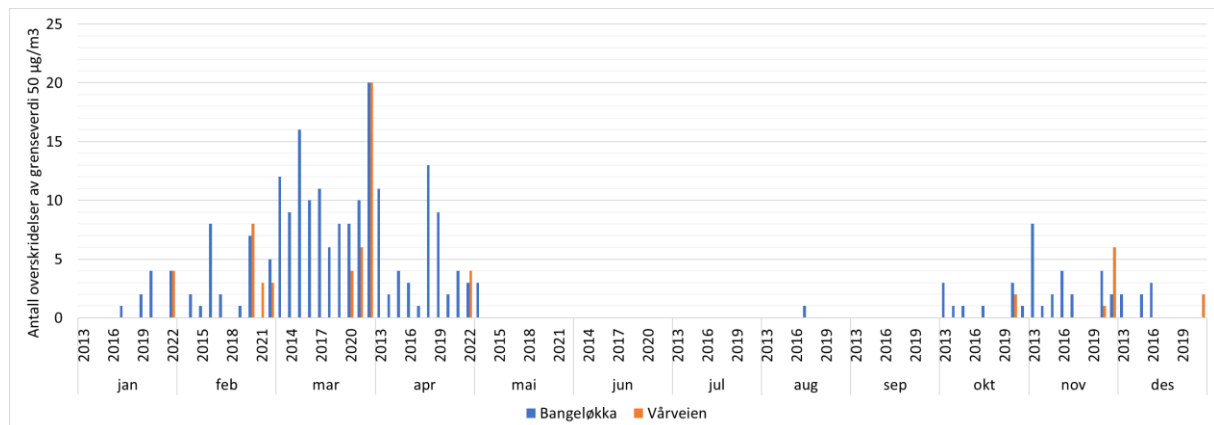
Figur 7 viser antall døgn over øvre vurderingssterskel (ØVT) for døgnmiddel (35 µg/m³) i perioden 2013 til og med 2022. Det har vært overskridelse av gjeldende grense til antall døgn over ØVT i hele perioden. I tillegg viser Figur 6 også at ØVT for årsmiddel ble overskredet i flere år, blant annet i 2016, 2018, 2020 og sist i 2022. Overskridelse av ØVT setter krav til måling og tiltaksutredning i henhold til forurensningsforskriften.



Figur 7: Antall overskridelser av øvre vurderingssterskel (ØVT) i årene 2013 til og med 2022. Kravet har vært maksimalt 35 overskridelser i perioden 2013 til 2015, 30 overskridelser i 2016-2021 og 25 overskridelser fra og med 2022.

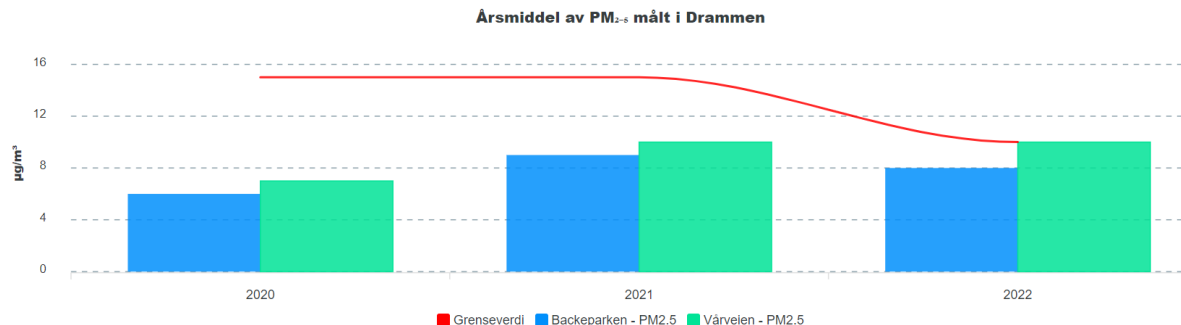
Figur 8 gir en sammenstilling av døgn over grenseverdien for PM₁₀ som funksjon av hvilken måned overskridelsen skjer i for årene 2013 til og med 2022. Denne viser at det er vårmånedene fra sent februar, mars og til dels april som dominerer med flest overskridelser av døgnmiddel grenseverdi.

Dette er et bilde som er typisk for norske byer. Med klimaendringer kan det forventes at utfordringene med svevestøv vil kunne starte tidligere på året enn det som har vært vanlig de siste 15-20 årene.



Figur 8: Antall overskridelser av ØVT for årene 2013 – 2022 sammenstilt per måned.

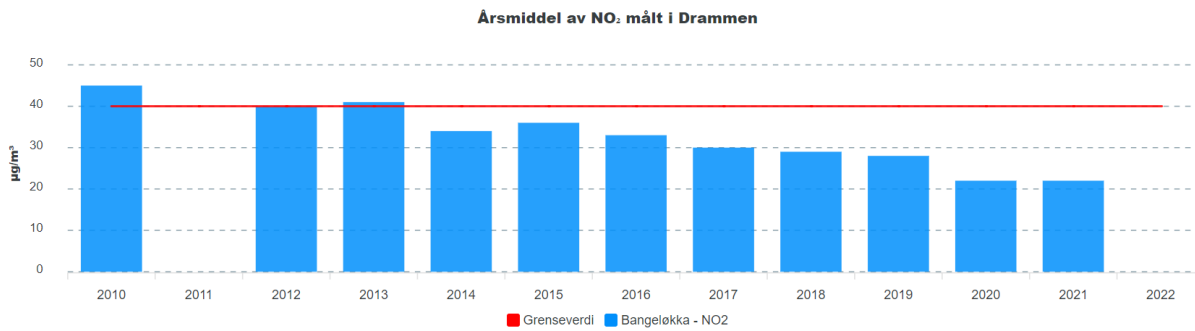
Målinger av PM_{2,5} i Drammen startet opp ved Vårveien og Backeparken i 2019 og ble rapportert inn i den nasjonale databasen fra og med 2020. Uoffisielt var årsmiddel PM_{2,5} i 2019 på 9,3 µg/m³ og PM₁₀ på 19,2 µg/m³. Målt årsmiddel for PM_{2,5} er vist i Figur 9 og viser at grenseverdien ikke har vært overskredet i noen av disse årene, selv om målingene i Vårveien er nær grenseverdien i 2022 (9,7 µg/m³). Formell overskridelse regnes når målt årsmiddel avrundet til nærmeste heltall overskrider grenseverdien. Antall overskridelser av luftkvalitetskriteriet for døgn (15 µg/m³) lå på ca. 60 døgn i 2021 og 2022. Dette er flere døgn enn hva som ble målt ved målestasjonene i Oslo i disse årene.



Figur 9: Målt årsmiddel for PM_{2,5} på målestasjonene. Rød linje indikerer gjeldende grenseverdi for året det er målt. Figuren er hentet fra <https://luftkvalitet.nilu.no/overskridelse>.

2.5 Målinger av NO₂

Måleresultat for NO₂ fra Bangeløkka i årene 2010 til 2021 er oppsummert og sammenlignet med gjeldende grenseverdi (40 µg/m³). Det var overskridelse av grenseverdien for NO₂ i årene 2010 og 2013, men siden har målingene vist en tydelig nedadgående trend. Øvre vurderingsterskel (32 µg/m³) har ikke vært overskredet siden 2016. Dette tilsvarer utviklingen man ser i andre norske byer og tilskrives overgangen til elektriske kjøretøy og nyeste euroklasser for tunge kjøretøy. Det har ikke vært overskridelse av antall tillatte timesmiddel over 200 µg/m³ i perioden 2010 til 2022.



Figur 10: Målt årsmiddel av NO₂ for perioden 2010 – 2021. Rød linje viser forskriftens grenseverdi.

3 Utslipps- og spredningsberegninger

3.1 Valg av scenarier og beregningsår

Det er utført utslipps- og spredningsberegninger for Drammen kommune for PM₁₀ og PM_{2,5} for to ulike hovedscenarier:

- Dagens situasjon 2021:** viser situasjonen omtrent slik den er i dag
- Referansesituasjonen 2030:** viser situasjonen i 2030 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 2021 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 at aktivitetsdataene også representerer tilnærmet normal aktivitet. 2021 er som 2020 også et år preget av pandemien med redusert trafikk. SVV sin trafikkindeks for Buskerudbyen indikerer en netto nedgang på 4,8% fra 2019 til 2021. For 2019 eksisterer det kun offisielt innrapporterte måledata i nasjonal database for PM₁₀ ved Bangeløkka. 2019 var også et relativt fuktig år med nedbør over normalen i februar, mars og november. På tross av redusert trafikk i 2021 ble det målt overskridelser av grenseverdien gjeldende fra og med januar 2022. Slik sett er 2021 interessant på tross av trafikknedgangen.

Analyseåret 2030 er valgt fordi det finnes andre planer og ambisjoner som er knyttet til dette året. Et eksempel er forslag til klimastrategi for Drammen kommune. Nasjonal transportplan benytter seg av framskrivinger mot 2030 og det foreligger beregninger med transportmodellen (RTM) DOM Buskerud med framskrivinger for befolkning som er benyttet i analysen.

I tillegg er det utført en rekke beregninger for å se hvilke effekter ulike tiltak har på lokal luftkvalitet for framtidig situasjon 2030. Disse beregningene er presentert i kap. 4.

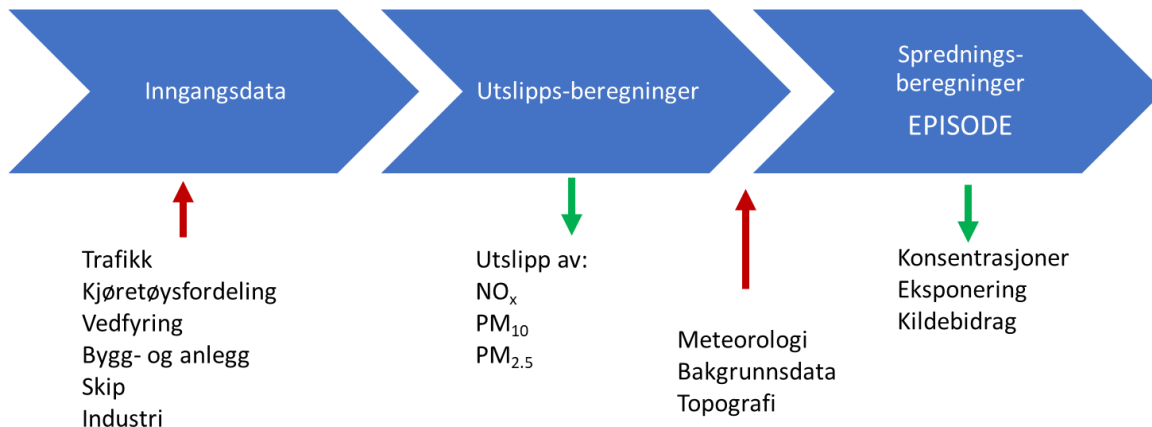
3.2 Overordnet beskrivelse av metodikken

For å kunne framstille luftforurensningskart trenger man 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 11 gir en forenklet 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 tillegg er det en rekke avhengigheter som ikke er beskrevet i figuren. F.eks. avhenger vedfyringsutslippet av temperaturvariasjonen og den geografiske fordelingen av boligtyper, veistøvutslippet blant annet av piggdekkandel, asfaltkvalitet, hastighet og tungbilandel samt

værforhold og fuktighet på veibanen og veidrift. Eksosutslippet avhenger også av en rekke faktorer knyttet til veitype og kjøresituasjoner. I dette prosjektet kommer mange av inngangsparameterne 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.

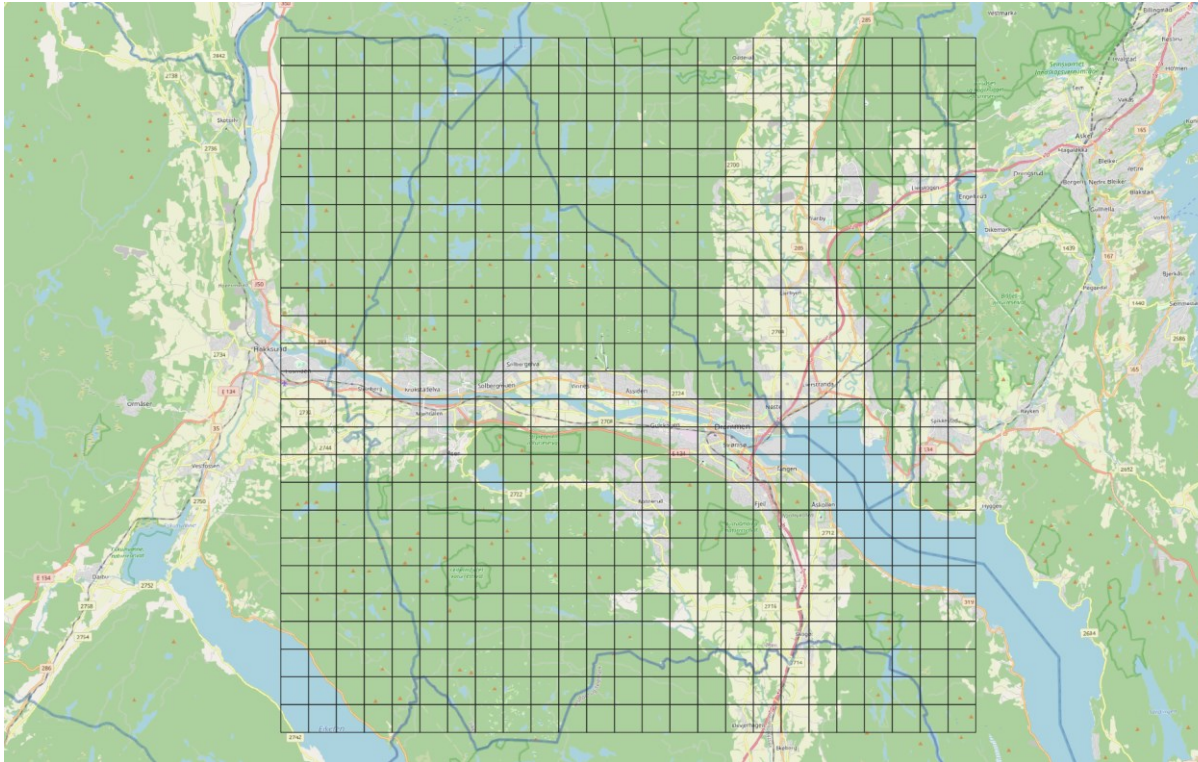


Figur 11: Forenklet framstilling av arbeidsprosessen med utslipps- og spredningsberegningene i tiltaksutredningen. Trafikkberegninger foretas separat og disse leverer informasjon om trafikken som f.eks. trafikkvolum og fart som er viktige inngangsdata for utslippsberegningene. Meteorologiske data inngår også i utslippsberegningene for vedfyring og veistøv.

NILU har utviklet utslippsmodeller for hver kildegruppe som benyttes i utredningen. Metodikken og grunnlaget for utslippsberegningene for trafikk, vedfyring, anleggsvirksomhet, skip og industri¹⁴ er nærmere beskrevet i Vedlegg A for 2021 og for framskrivingen til 2030. Resultatene fra utslippsberegningene for 2021 og 2030 fra hver enkelt hovedkilde er oppsummert i kapittel 3.4.

I dette prosjektet er det utført egne meteorologiske beregninger for 2021 med WRF (Weather Research and Forecasting model), se beskrivelse og evaluering i Vedlegg B. Spredningsmodellen EPISODE, som er brukt her, er utviklet ved NILU over flere tiår (Hamer et al., 2020). Modellen har vært benyttet i mange ulike studier, både i tidligere tiltaksutredninger, blant annet for Bergen (Weydahl & Høiskar, 2022) og for beregning av luftsonekart, og tidligere for bruk i varslings-tjenesten for de største byområdene i Norge. Utslipps- og spredningsberegningene er utført på et domene på 25 x 25 ruter på 1x1 km (Figur 12) som dekker hoveddelen av Drammen kommune, samt søndre del av Lier kommune. I tillegg beregnes konsentrasjonene i ca. 12 000 punkter som er plassert der utslippene er størst. Til slutt er det gjort egne beregninger i de ca. 21 000 boligpunktene innenfor domenet. Av beregningshensyn er ikke tidligere Svelvik kommune dekket av domenet. I oppsummeringen i kap. 3.7 er det gitt en kort vurdering for dette området.

¹⁴ Basert på vurdering i Vedlegg A7 er ikke industri- eller skipsutslipp inkludert i beregningene



Figur 12: Modellområdet som er benyttet i utslipps- og spredningsberegningene for Drammen omfatter et rutenett på 25 x 25 ruter på 1x1 km. I tillegg samt ca. 12 000 beregningspunkter og 21 000 bygningspunkt hvor også konsentrasjonen beregnes

3.3 Trafikkberegninger

Trafikkinformasjon knyttet til veinettet kommer fra den regionale transportmodellen Regional Transportmodell (RTM) Delområdemodell Buskerudbyen og omfatter blant annet informasjon om døgntrafikk (ÅDT), fartsgrenser, tungtrafikkandeler og ulik geografisk informasjon om veiene. Resultat for trafikkmодellen er levert av Asplan Viak både for 2021, framskriving til 2030 og scenarier med parkeringsrestriksjoner og bompenger.

I framskrivingen til 2030 er det tatt høyde for SSBs prognose for befolkningsvekst som er på totalt 6,9% mellom 2021 og 2030. Veksten gjelder for befolkningen over 13 år som ligger til grunn for turantallet i modellen. Den generelle veksten over alle aldersgrupper er på 4.5% ifølge SSBs nyeste prognose. Den eldre befolkningen vokser raskere enn den yngre grunnet eldrebølgen. Dette gir seg utslag i en høyere vekst i «modellens» befolkning enn den generelle befolkningsveksten. I tillegg er det antatt at effekten av pandemien, dvs. reduksjonen på ca. 5% fra 2019 til 2021, fases ut i denne perioden. Det er også lagt til grunn en økning i arbeidsplasser på 4% tilsvarende vekst i antall personer i yrkesaktiv alder. Beregningene følger i stor grad antagelsene som ligger til grunn for analyser utført av Transportøkonomisk Institutt for Buskerudbyen (Steinsland, 2021)¹⁵ og tar blant annet høyde for etableringen av nytt sykehus på Brakerøya.

Disse effektene samlet gir en trafikkvekst på ca. 16% innenfor Drammen kommune mellom 2021 og 2030. Tabell 6 viser totalt beregnet trafikkarbeid for Drammen kommune og %-vis vekst for de ulike kjøretøygruppene fram mot 2030. Fordelt på veinettet er denne veksten 17% på europa- og riksveinettet, 14% på fylkesveinettet og 16% på det kommunale veinettet.

En nærmere beskrivelse av trafikkberegningene og forutsetninger er gitt i Vedlegg A4 og B1.

¹⁵ Steinsland, C. (2021): Trafikkutvikling i Buskerudbyen. Arbeidsdokument 51745. Transportøkonomisk Institutt

Tabell 6: Trafikkarbeid (kjørte km) i Drammen kommune for ulike kjøretøygrupper for dagens situasjon 2021 og Referansesituasjonen 2030.

Trafikkarbeid (mill. kjt-km per år)	Dagens 2021	Referanse 2030	%-vis endring
Lette kjøretøy	474	544	+15%
Tunge kjøretøy	42	53	+25%
Busser	4,1	4,4	+7%
Totalt	520	601	+16%

Trafikkveksten i de foreliggende beregningene ligger høyere enn basisberegningen i det faglige grunnlaget for Buskerudbyen (Steinsland, 2021) som har en trafikkvekst for lette kjøretøy på 4,5%. Dette skyldes flere forskjeller i forutsetninger:

- I det faglige grunnlaget for Buskerudbyen var det tatt utgangspunkt i trafikknivået før Covid19-pandemien, mens det i denne utredningen er brukt 2021 som referanseår hvor trafikken var vesentlig lavere som følge av pandemien og smittevernstiltakene. Forskjellen utgjør om lag 5 prosentpoeng av beregnet trafikkvekst i tiltaksutredningen.
- For å beregne trafikkarbeidet, har Steinsland (2021) benyttet noe kalt «Bymiljøapplikasjonen». Denne fjerner deler av trafikkarbeidet som knyttes til følgende gjennomgangs- og næringstrafikk i området. Trafikken i området under ett kan øke selv om nullvekstmålet nås, siden man tillater vekst for enkelte trafikantgrupper. I Tabell 6 er all trafikk medregnet også den som knyttes til gjennomgangs- og næringstrafikken.
- Det er benyttet en annen modellversjon som har noe høyere vekst enn den som er benyttet i grunnlaget for Buskerudbyen. Dette må kunne tilskrives generell usikkerhet i slike trafikkberegninger og framskrivninger.

3.4 Utslippsberegninger

Tabell 7 oppsummerer totale utslipp fra de kjente kildegruppene innenfor Drammen kommunegrense¹⁶ for Dagens situasjon 2021 og Referansesituasjonen 2030. Overordnet er det en betydelig reduksjon i NO_x-utslippene, en liten nedgang i PM_{2,5}-utslipp og en økning i PM₁₀-utslippene.

Beregningene viser en reduksjon i NO_x-utslippene på 82% fram mot 2030. Dette skyldes reduserte utslipp som følge av introduksjon av elektriske kjøretøy, samt reduserte utslipp fra busser og tunge kjøretøy som følge av overgang til Euro-VI og utfasing av eldre Euroklasser (bilparksammensetningen er gitt i Vedlegg A3).

Utslipet av veistøv er tett knyttet til trafikkvolumet og øker med 18-19% som følge av forventet trafikkøkning fram mot 2030. Siden veksten i trafikk er større på veier med høyere hastighet, er den prosentvise økningen i veistøvutslipp noe større enn økningen i total trafikkmengde. Selv om svevestøvutslippet for PM_{2,5} øker, så er det en netto reduksjon fordi eksosutslippet reduseres enda mer ved fornying av bilparken. For Referansesituasjonen 2030 uten tiltak er det forsiktig antatt at vedfyringsutslippene ikke endres. For tiltaksberegningen 2030 med rentbrennende ovner er det antatt en «naturlig» utskifting av ovner i tillegg til bedre fyringsvaner. Det er heller ikke antatt endringer for bygg- og anlegg selv om dette vil variere i både tid og sted fra år til år.

I 2021 bidrar lette kjøretøy til omtrent 60% av eksosutslippet av PM, tunge med rundt 35% og busser med ca. 5%. Med forventet utvikling i bilpark mot 2030 som beskrevet i Vedlegg A3 endres dette til at tunge står for ca. 80% av utslippet, mens busser og lette kjøretøy hver står for ca. 10%. Det er vanskelig å estimere bidraget fra hver kjøretøygruppe til veistøv, fordi utslippet av veistøv også avhenger av oppvirkningen som igjen avhenger av depotet av veistøv som er generert fra *alle*

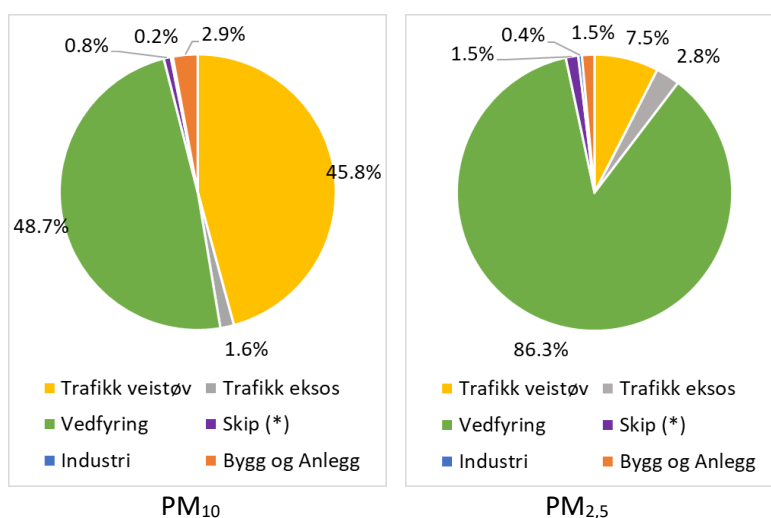
¹⁶ Ekskludert deler av gamle Svelvik kommune

kjøretøykategorier. Ved parametriseringen i veistøvmodellen (NORTRIP) er ca. 75% av produksjonen av veistøv fra lette kjøretøy dersom tungbilandelen er 10% og piggfriandelen er 85% for lette og 95% for tunge. Det er foretatt en egen NORTRIP-beregning med kun lette kjøretøy og denne viser at utslipp inkludert oppvirvling er ca. 70% av utslippet fra både tunge og lette kjøretøy.

Tabell 7: Totalt utslipp (i tonn/år) av PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_x fra de kjente kildegruppene innenfor kommunegrensen som benyttes i beregningene for Dagens situasjon (2021) og Referansesituasjonen 2030. I kolonnene lengst til høyre vises prosentvis endring fra 2021 til 2030.

Kilde (tonn/år)	Dagens situasjon 2021			Referansesituasjonen 2030			% -vis endring i utslipp fra 2021 til 2030		
	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NO_x	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NO_x	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NO_x
Trafikk veistøv	110,8	10,3	-	131,0	12,2		+18%	+19%	
Trafikk eksos	3,9		182,0	0,9		31,9	-76%		-82%
Bygg- og anlegg	7,0	2,0		7,0	2,0		-	-	-
Vedfyring	117,8			117,8			-		-
Industri	0,6		22,0	0,6		22,0	-		-
Skip	2,0		-	2,0		-	-		-
Totalt	242	137	204	259	136	54	+7%	-3%	-74%

For NO_x er eksos fra veitrafikk eneste lokale kilde av betydning, mens for PM_{10} og $PM_{2,5}$ er det flere kilder som bidrar til utslippene. Figur 13 viser det prosentvise bidragene fra de ulike kildene til totalutslippene av henholdsvis PM_{10} og $PM_{2,5}$ i 2021. Fordelingen endres lite i 2030, men eksosbidraget reduseres til under 1% av totalutslippet for både PM_{10} og $PM_{2,5}$ primært som følge av elektrifisering.



Figur 13: Diagrammene viser hvor mye de ulike kildegruppene bidrar (i %) til totalt utslipp av PM_{10} og $PM_{2,5}$ (tonn per år) i Drammen kommune i 2021.

Det er viktig å påpeke at selv om vedfyring er den største kilden til PM_{10} i tonn per år, så vil ikke denne kilden nødvendigvis bidra mest der konsentrasjonene er høyest ved bakken. Høyest konsentrasjon av PM_{10} er typisk langs de mest trafikkerte veiene hvor avstanden til bilveien er mye mindre enn avstanden til pipene på hustak. Bidragene fra veitrafikken til PM_{10} vil være dominerende her.

Bidragene fra de ulike kildene til konsentrasjonen ved bakken på målestasjonene er vist i avsnittene 3.5.3 og 3.6.3.

3.5 Beregninger av PM₁₀-konsentrasjoner

3.5.1 Dagens situasjon og 2030

Figur 14 viser målte og beregnede verdier av PM₁₀ ved Bangeløkka målestasjon for 2021 og beregnede verdier for 2030. Stolpene viser beregnede verdier når man bruker meteorologiske data for 2021.

Figurene viser estimert 95% konfidensintervall for årsmiddel og for antall døgn over 50 µg/m³. Konfidensintervallet er basert på en statistisk metode (se vedlegg C for nærmere beskrivelse) som tar hensyn til meteorologisk variabilitet og dermed usikkerhet for hva den faktiske meteorologien vil være i 2030. Det er altså anslått at med 95% sannsynlighet vil årsmiddelverdi og antall døgn over 50 µg/m³ på Bangeløkka ligge innenfor intervallene som er vist. Verdiene basert på målinger de siste årene er inntegnet som blå punkter (2019-2021) og trekant (2022), og ligger som forventet innenfor konfidensintervallene.

I plottene er det også angitt estimert sannsynlighet eller risiko for overskridelse av grenseverdiene for årsmiddel og for antall overskridelser basert på den samme statistiske metoden. Metodikken er basert på Monte Carlo simulering og tar høyde for meteorologisk variabilitet over flere år enn bare 2021 (2019-2021). Det er derfor mindre kritisk for resultatene i 2030 hvilket meteorologisk år som er benyttet i spredningsberegningene.

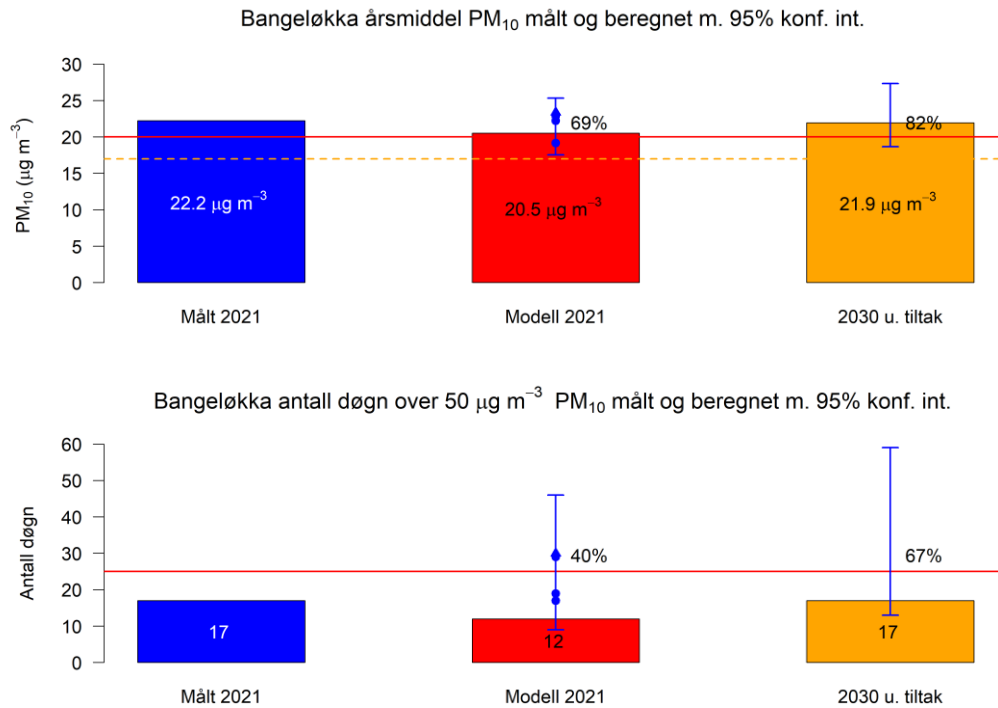
Sammenlignet med målingene viser beregningene for 2021 en liten underestimering av årsmiddel og i antall overskridelser av døgnverdien. Dette skyldes delvis en overestimering i vindhastigheter og spredning, men også manglende kilder i beregningene som f.eks. massetransport i forbindelse med utbygging av jernbanetunnel. Til sammenligning viser modellen som brukes i varslingstjenesten¹⁷ et årsmiddel på 14,1 µg/m³ og 12,6 µg/m³ og 1 og 3 overskridelser av døgnmiddel ved henholdsvis Bangeløkka og Vårveien målestasjoner. En mer detaljert validering av beregningene og diskusjon rundt dette er gitt i Vedlegg B.

Det er estimert 69% sannsynlighet for overskridelse av årsmiddelverdien i 2021 og 40% sannsynlighet for mer enn 25 døgn over døgn grenseverdien ved Bangeløkka. Dette tolkes som risikoen for overskridelse i et år med samme aktivitetsdata som 2021, men der vi tar høyde for usikkerheten knyttet til meteorologisk variabilitet. Historisk har årsmiddel på Bangeløkka ligget over 20 µg/m³ i 12 av 13 år i perioden 2009-2021, mens 3 av 14 år har hatt mer enn 25 døgn over 50 µg/m³ i 2009-2022.

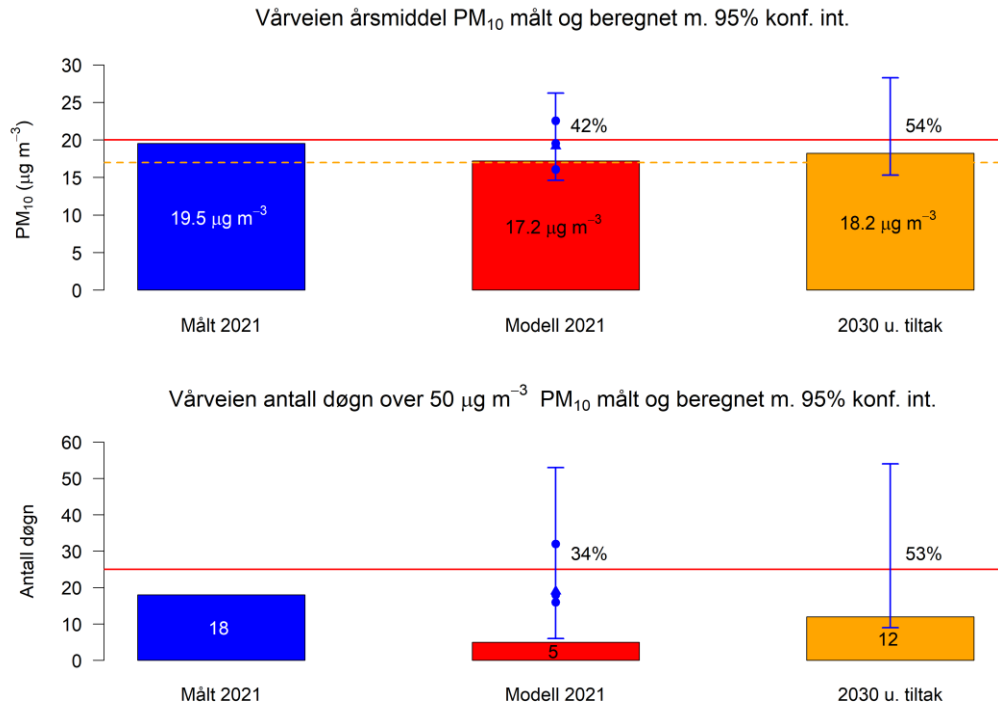
Tilsvarende analyse er utført for Vårveien som viser nesten 55% sannsynlighet for overskridelse av grenseverdiene i 2030 (Figur 15). Ved Vårveien var det overskridelse i ett (2022) av de fire årene målestasjonen har vært i drift siden 2019. Det er en liten underestimering av årsmiddel ved Vårveien og antall overskridelser av 50 µg/m³ er underestimert i noe større grad. Som forventet er den beregnede sannsynligheten for overskridelse ved bybakgrunnstasjonen Backeparken tilnærmet 0%. Samsvaret med målingene er rimelig godt her.

Beregningene viser at vi forventer en økning i PM₁₀ ved målestasjonene i Drammen fram mot 2030, både med hensyn til årsmiddelverdi og antall overskridelser. Dette skyldes trafikkøkningen som gir økning i produksjon og oppvirvling av svevestøv. Videre viser beregningene at det er en betydelig risiko for overskridelse av grenseverdien for årsmiddelverdien og døgnverdien ved dagens situasjon 2021 og at risikoen øker i årene som kommer hvis det ikke gjennomføres tiltak.

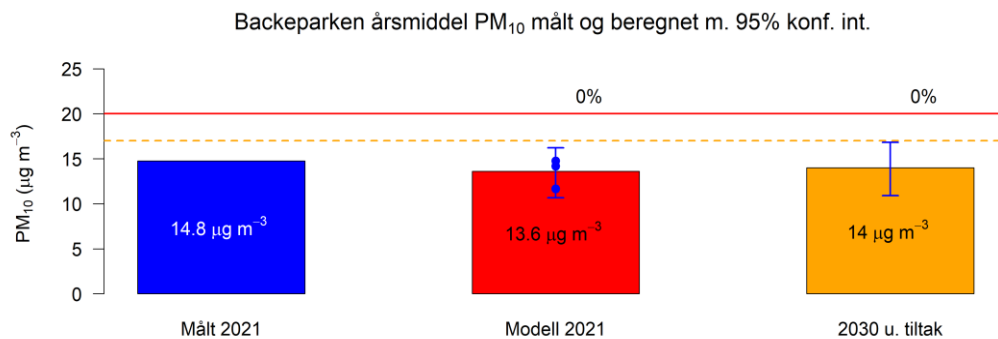
¹⁷ <https://www.met.no/prosjekter/luftkvalitet/evaluering-av-luftkvalitets-modellen>



Figur 14: Figuren viser målt og beregnet årsmiddel for PM_{10} ved Bangeløkka for de to scenariene 2021 og 2030 (øverst) og antall døgn over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nederst). Forurensningsforskriften tillater 25 døgn over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De vertikale strekene angir forventet variasjon i beregnede konsentrasjoner som følge av meteorologisk variabilitet (95% konfidensintervall) og sirklene angir målte konsentrasjoner i årene 2019, 2020, 2021 og 2022 (trekant). Prosentene som er oppgitt angir estimert sannsynlighet for overskridelse av grenseverdien (vist som heltrukken rød linje). Oransje stiple linje viser øvre vurderingsterskel.

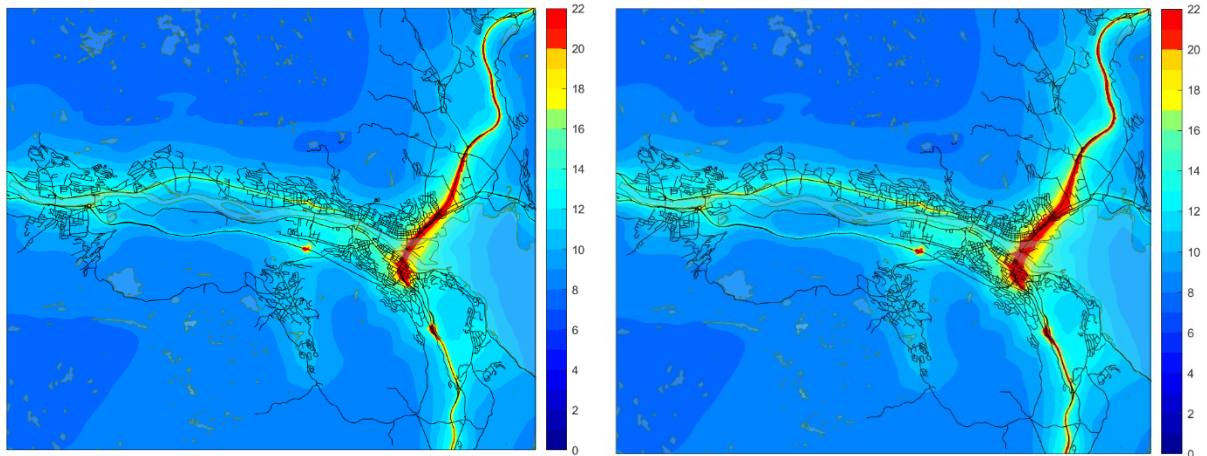


Figur 15: Figuren viser målt og beregnet årsmiddel for PM_{10} ved Vårveien for de to scenariene 2021 og 2030 (øverst) og antall døgn over 50 µg/m³ (nederst). Sirklene angir målte konsentrasjoner i årene 2020, 2021, 2022 og 2019 (trekant). Se ellers Figur 14 for forklaring.



Figur 16: Figuren viser målt og beregnet årsmiddel for PM_{10} ved Backeparken for de to scenariene 2021 og 2030 (øverst) og antall døgn over 50 µg/m³ (nederst). Sirklene angir målte konsentrasjoner i årene 2020, 2021, 2022 og 2019 (trekant). Se ellers Figur 14 for forklaring.

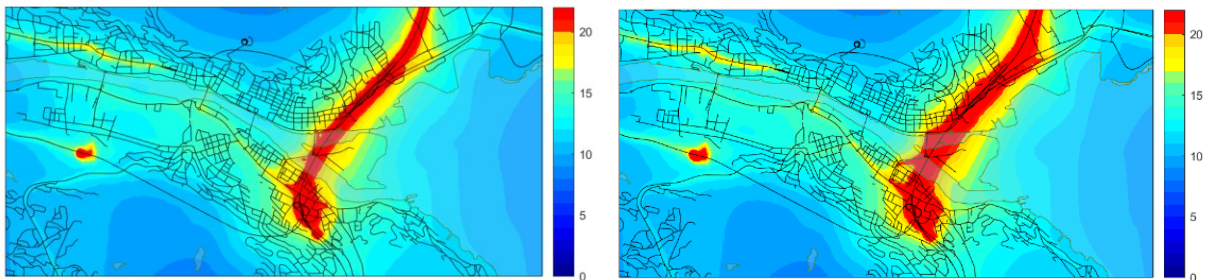
Figur 17 viser kart med årsmiddelverdier av PM_{10} for 2021 og 2030 i Drammen. Grenseverdien for årsmiddelkonsentrasjon er på 20 µg/m³ og markert som overgangen til rødt, mens overgangen til gult er 17 µg/m³ og markerer øvre vurderingsterskel (ØVT). Beregningene viser at de høyeste konsentrasjonene er i området Bangeløkkakrysset og langs E18. Det er også forhøyede konsentrasjoner rundt munningene til Strømsåttunnelen og tunnelene på E18 som er uten ventilasjon (se Vedlegg A4). Figur 18 viser disse områdene i større fokus.



Dagens situasjon 2021

Referansesituasjonen 2030

Figur 17: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{10} for 2021 og 2030. Grenseverdien for årsmiddelkonsentrasjon er på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (markert som overgangen til rødt) og øvre vurderingsterskel (ØVT) er $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (markert som overgangen til gult).



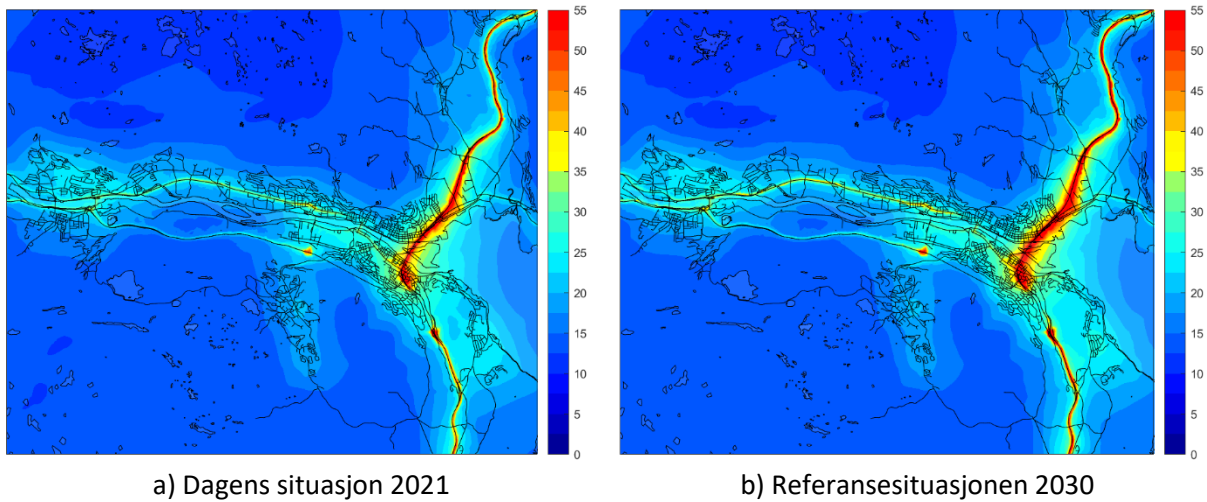
Dagens situasjon 2021

Referansesituasjonen 2030

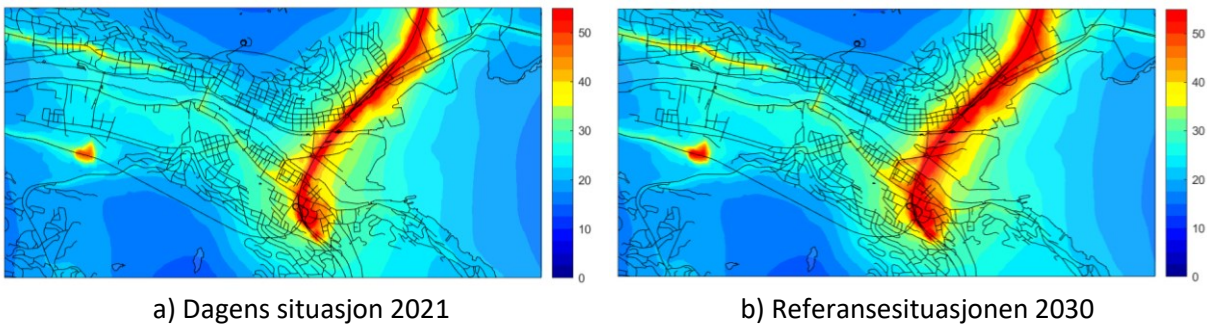
Figur 18: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{10} for et utsnitt av modellområdet for 2021 og 2030.

Beregningsresultatene for 2021 og 2030 i forhold til forskriftens krav til døgnmiddelverdier for PM_{10} er vist i Figur 19. Siden forskriftens krav til døgnmiddelverdier tillater 25 døgn med overskridelser av grenseverdien på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vises her den geografiske fordelingen av den 26. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen av PM_{10} . De røde feltene er områder som har mer enn 25 døgn med PM_{10} nivåer over juridisk grenseverdi, mens de gule feltene viser områder som har mer enn 25 døgn med PM_{10} nivåer over øvre vurderingsterskel for døgnmiddel ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Beregningene viser at uten tiltak i 2030 vokser områdene som har overskridelse av grenseverdien for både årsmiddel og døgnmiddel. Det skyldes den forventede trafikkøkningen i perioden 2021 til 2030.



Figur 19: 26. høyeste døgnmiddelkonsentrasjon for PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for 2021 og 2030. Røde felt er områder med 26 eller flere døgn over juridisk grenseverdi, mens overgangen til gul fargeskala markerer områder med 26 eller flere døgn over ØVT ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 20: Kartutsnitt av Figur 19

3.5.2 Befolkningseksponering

Tabell 8 viser antall personer som etter beregningene bor i områder med overskridelse av grenseverdiene for PM_{10} i forurensningsforskriften. I tillegg viser tabellen antall som eksponeres for nivåer over ØVT. Det er typisk langs E18 og i området rundt Bangeløkkakrysset at det er høye verdier.

Beregnet eksponering viser at det er noen hundre som eksponeres for nivåer over grenseverdiene i 2021. Beregnet eksponering øker betydelig i 2030 som følge av økt trafikk. Beregningene viser også at antall som bor i områder med rød luftsoner etter T-1520 øker fra ca. 1 200 til ca. 2 500.

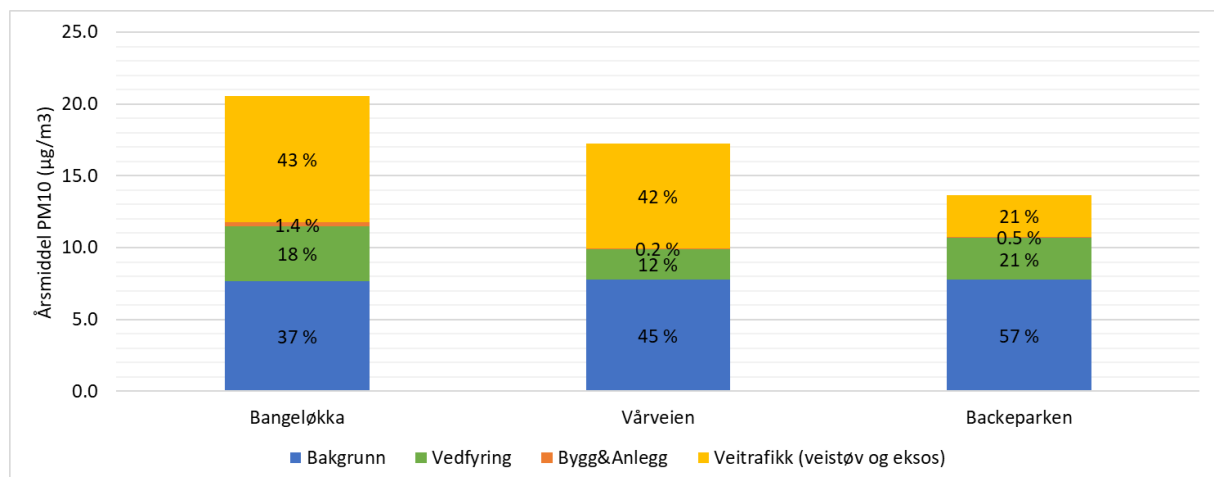
Tabell 8: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med PM₁₀-nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften for 2021 og 2030. Antall som eksponeres for ØVT og 26 døgn døgnmiddel ØVT er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi (20 µg/m ³)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (26 døgn eller mer over 50 µg/m ³)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel (17 µg/m ³)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over øvre vurderingsterskel (26 døgn eller mer over 35 µg/m ³)
2021	400	100	3 300	2 400
2030	1 000	300	4 000	3 800

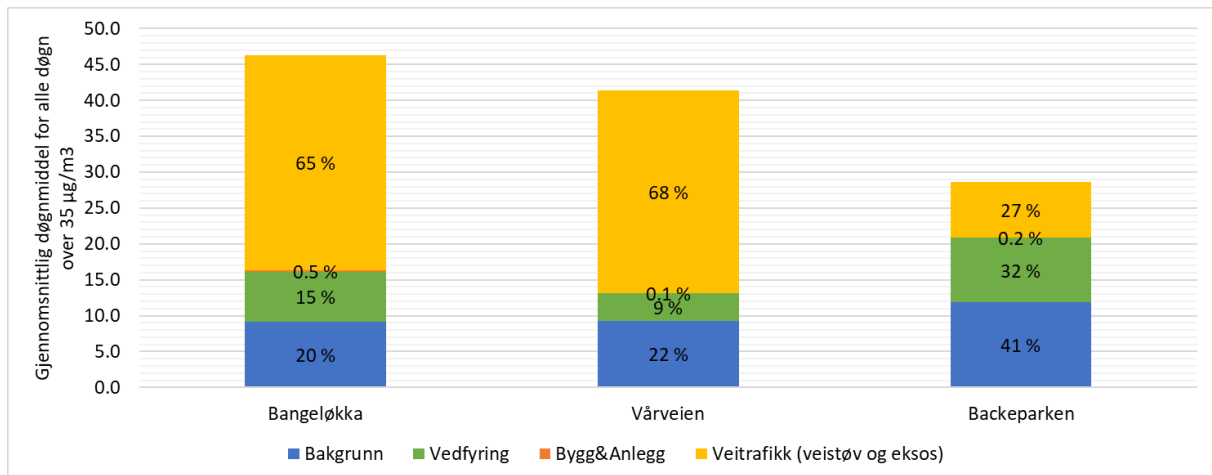
3.5.3 Kildeallokering

Figur 21 viser beregnet fordeling av kilder som bidrar til årsmiddelverdien av PM₁₀ ved målestasjonene i Drammen for 2021. Som vi ser av figuren bidrar trafikk mest ved de veinære stasjonene med 42-43%, mens bakgrunn (dvs. langtransportert forurensning) bidrar omtrent like mye, men relativt mer ved Vårveien og Backeparken der nivåene er lavere. Vedfyring bidrar etter beregningene mest ved Bangeløkka og Backeparken fordi det er tettere bebyggelse mot sentrum av Drammen og dermed noe mer vedfyringsutslipp her.

Bidraget fra veitrafikken kommer i all hovedsak fra veistøv (ca. 90%) og i mindre grad fra eksosutslipp (ca. 10%). Eksosbidraget vil reduseres mot 2030. På dager med døgnmiddelverdier over ØVT (35 µg/m³) er bidraget fra trafikk enda høyere og ligger på ca. 65% som vist i Figur 22.



Figur 21: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ i 2021 ved Bangeløkka, Vårveien og Backeparken målestasjoner.



Figur 22: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til gjennomsnittlig døgnmiddel for PM_{10} for de 37 høyeste døgnene ved hver målestasjon. Ved Bangeløkka er det 37. døgnnet over ØVT ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mens ved Vårveien er det 37. døgnnet ca. $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og ved Backeparken ca. $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

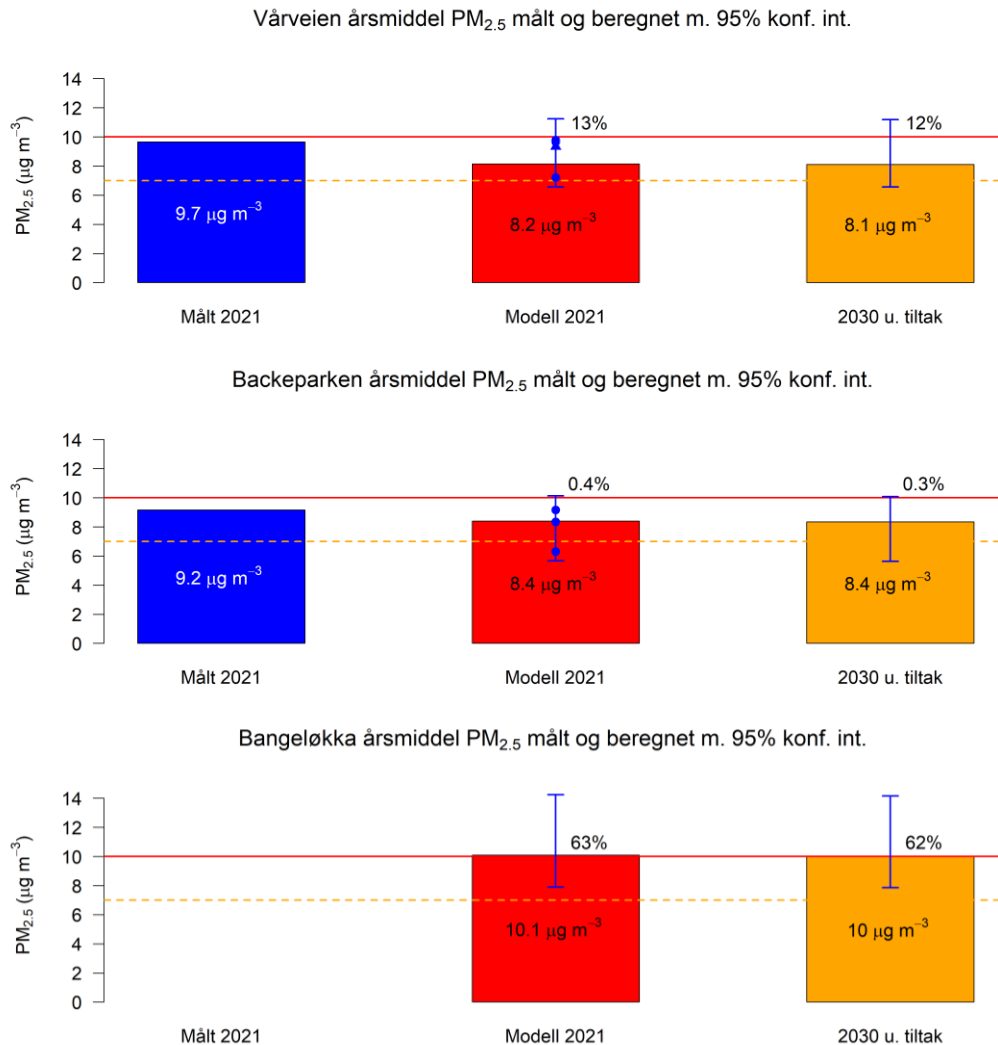
3.6 Beregninger av $PM_{2,5}$ -konsentrasjoner

3.6.1 Dagens situasjon og 2030

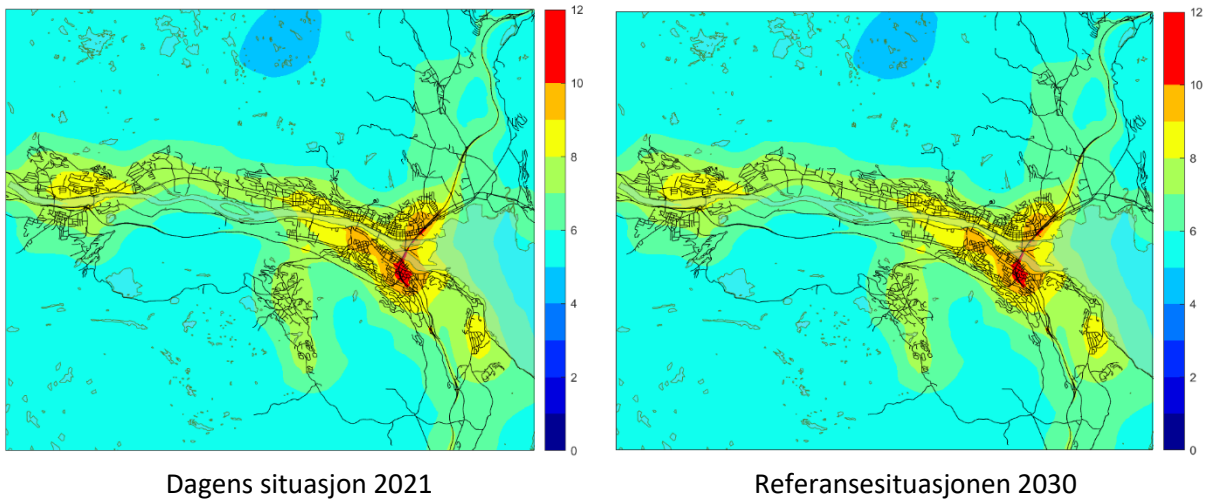
Figur 23 viser målte og beregnede årsmiddelverdier for $PM_{2,5}$ ved Vårveien og Backeparken målestasjoner for 2021 og beregnet årsmiddel for 2030. Beregnet årsmiddel ligger noe lavere (ca. 15% i Vårveien og 9% ved Backeparken) enn målt årsmiddel på begge målestasjoner. Dette skyldes blant annet at modellert vindhastighet er noe for høy i modellen. Slik sett stemmer beregnet årsmiddelverdi relativt godt med målingene. Til sammenligning beregner modellen som brukes i varslingstjenesten¹⁸ et årsmiddel på $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved henholdsvis Vårveien og Backeparken. At det er beregnet høyere årsmiddel ved Backeparken enn ved Vårveien skyldes at Vårveien har mindre bidrag fra vedfyring som følge av at dominerende vindretning i modellen er fra vest i vintermånedene og fra områder med vesentlig mindre vedfyringsutslipp enn sentralt i Drammen. En detaljert validering av beregningene er gitt i Vedlegg B. Ved Bangeløkka er det ikke målinger av $PM_{2,5}$, men beregningene viser nivåer like over grenseverdien (men altså ikke overskridelse formelt sett siden nivået ikke overskrider $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Høyere nivåer her skyldes kombinasjonen av bidrag fra vedfyring og trafikk.

Figur 24 viser kart med årsmiddelverdier av $PM_{2,5}$ for 2021 og 2030 i Drammen. Grenseverdien for årsmiddelkonsentrasjon er på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og markert som overgangen til rødt, mens overgangen til gult er $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og markerer luftkvalitetskriteriet. Beregningene viser at de høyeste konsentrasjonene er begrenset til området Bangeløkkakrysset og langs E18, men at det er et relativt stort «gult» område som ligger over luftkvalitetskriteriet. Figur 25 viser disse områdene i større fokus.

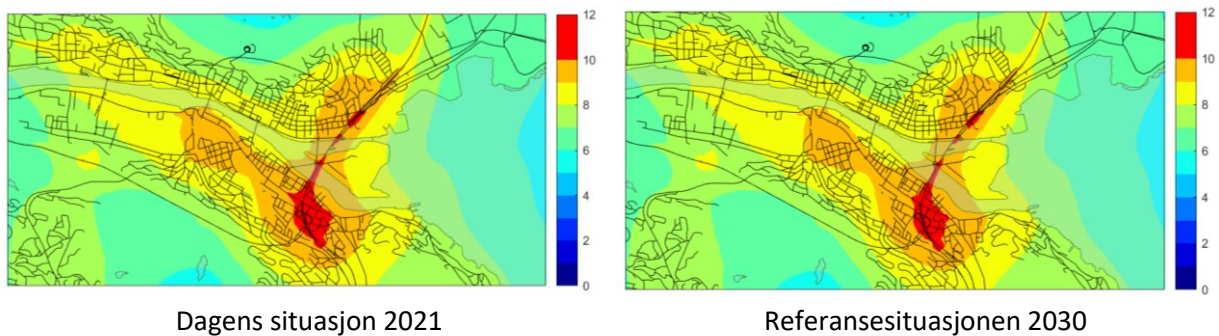
¹⁸ <https://www.met.no/prosjekter/luftkvalitet/evaluering-av-luftkvalitets-modellen>



Figur 23: Figuren viser målt og beregnet årsmiddel for $PM_{2.5}$, ved Vårveien og Backeparken for de to scenariene 2021 og 2030. De vertikale strekene angir forventet variasjon i beregnede konsentrasjoner som følge av meteorologisk variabilitet (95% konfidensintervall) og sirklene angir målte konsentrasjoner i årene 2020, 2021, 2022 og 2019 (trekant). Prosentene som er oppgitt angir estimert sannsynlighet for overskridelse av grenseverdien (vist som heltrukken rød linje). Oransje stiple linje viser øvre vurderingsterskel. Nederst vises tilsvarende resultat for Bangeløkka men uten måledata.



Figur 24: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for $PM_{2,5}$ for 2021 og 2030. Grenseverdien for årsmiddelverdi er på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ markert som overgangen til rødt og luftkvalitetskriteriet er på $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ markert som overgang til gult.



Figur 25: Kartutsnitt av Figur 24

3.6.2 Befolkningseksponering

Det er få som bor i områder med årsmiddelverdier over grenseverdien for $PM_{2,5}$ og dette antallet synker noe mot 2030 som følge av reduserte eksosutlipp. Beregningene viser at det er et betydelig antall som bor i områder med verdier over øvre vurderingsterskel og luftkvalitetskriteriet for årsmiddel.

Det finnes ikke grenseverdier for døgnmiddelverdier for $PM_{2,5}$. Luftkvalitetskriteriene angir derimot en anbefalt grense på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for døgnmiddel, men sier ikke noe om antall dager som det er akseptabelt at man er over dette nivået. Fra beregningene estimeres det at cirka 63 000 mennesker bor i områder med mer enn 25 dager med døgnmiddelverdier over anbefalt nivå gitt i luftkvalitetskriteriene.

Beregnet eksponering for $PM_{2,5}$ er svært sensitiv til konsentrasjonsnivået og derfor er usikkerheten ved disse tallene også stor. Det vil si at en liten endring i forutsetningene som er lagt til grunn for beregningene kan gi stort utslag i antall som eksponeres.

Tabell 9: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med $PM_{2,5}$ -nivåer over grenseverdien gitt i forurensningsforskriften for 2021 og 2030. Antall som eksponeres for årsmiddel over ØVT og luftkvalitetskriteriet er også oppgitt.

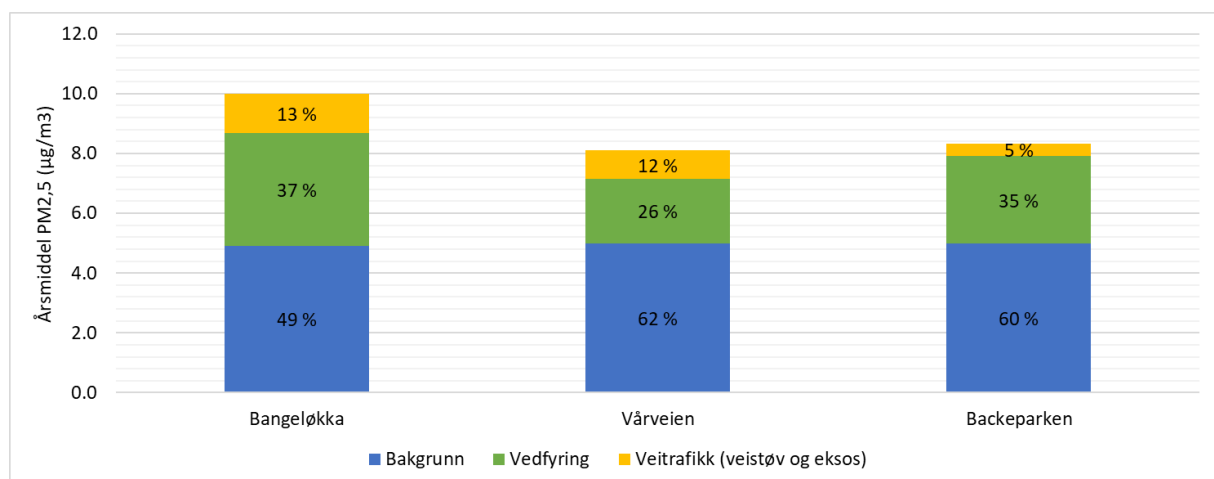
Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over <u>juridisk grenseverdi</u> ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel luftkvalitetskriteriet ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
2021	60	51 000	19 000
2030	50	51 000	17 000

3.6.3 Kildeallokering

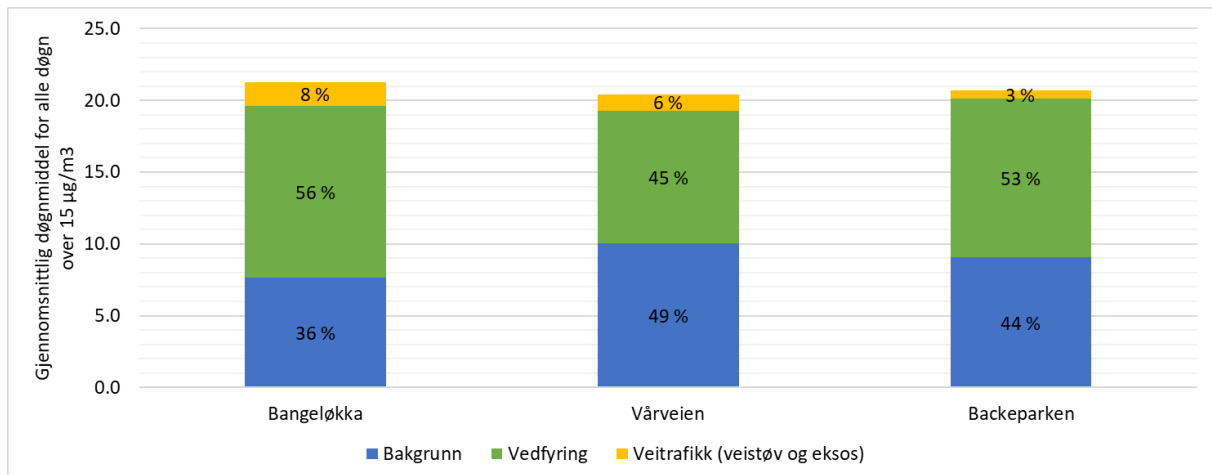
Figur 26 viser beregnet fordeling av kilder som bidrar til årsmiddelverdien av $PM_{2,5}$ ved målestasjonene i Drammen for 2021. Som vi ser av figuren bidrar vedfyring mest også ved de veinære stasjonene med 26-37%, mens bakgrunn (dvs. langtransportert forurensning) bidrar vesentlig mer med rundt 60% ved Vårveien og Backeparken. Trafikk bidrar som forventet mer ved Bangeløkka og Vårveien enn ved Backeparken.

Bidraget fra veitrafikken kommer etter beregningene for 2021 fra både veistøv (anslagsvis ca. 60%) og eksos (ca. 40%). Eksosbidraget reduseres vesentlig mot 2030. På dager med høye døgnmiddelverdier over luftkvalitetskriteriet ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er bidraget fra vedfyring enda høyere og ligger på ca. 45% til 55% som vist i Figur 27.

Beregnet bakgrunnskonsentrasjon ved alle stasjoner ligger på rundt $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som er WHO sin anbefaling til luftkvalitet. Det betyr at Drammen kommune har liten mulighet til å komme under denne anbefaling ved lokale virkemiddel.



Figur 26: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for $PM_{2,5}$ i 2021 ved Bangeløkka, Vårveien og Backeparken målestasjoner.



Figur 27: Beregnet bidrag fra de ulike kildene til gjennomsnittlig døgnmiddel for $PM_{2,5}$ for døgn over luftkvalitetskriteriet ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.7 Oppsummering av beregningsresultatene

Beregningene viser at det er stor sannsynlighet for overskridelse av grenseverdiene for årsmiddel PM_{10} i Drammen kommune i årene som kommer. Det er også sannsynlig at man i enkelte år vil overskride døgnmiddel grenseverdi for PM_{10} slik målinger i 2022 var et eksempel på. Beregnet kildebidrag viser at det er veistøv som er den viktigste årsaken til overskridelsen og det gjelder i enda større grad for overskridelse av grenseverdien for antall døgnmiddel. Utover veistøv bidrar også vedfyring til overskridelse av årsmiddel. Beregningene viser at det er langs de trafikkerte veiene og særlig E18 og tunnelmunninger at overskridelsene finner sted og at det er 400 personer som vil være eksponert for nivåer over grenseverdiene der de bor i 2021. I 2030 har dette tallet økt til 1 000 og dette skyldes økningen i trafikkmengde på veinettet.

For å redusere sannsynligheten for overskridelse av grenseverdiene må det settes inn tiltak mot veistøv. Dette kan være avbøtende tiltak som rengjøring og støvbinding, men også tiltak direkte mot kilden til forurensningen som blant annet avhenger av trafikkmengde, piggdekkandel, asfaltkvaliteten og hastigheten på veien.

For $PM_{2,5}$ viser beregningene at det er mindre sannsynlighet (ca. 10%) for overskridelse av årsmiddel $PM_{2,5}$ ved målestasjonene som måler denne komponenten. Sannsynligheten er riktignok større ved Bangeløkka målestasjon (ca. 60%) som er nærmere E18 og tunnelmunningene, men det er totalt relativt få som eksponeres for disse nivåene der de bor. I følge beregningene er det utslipp fra vedfyring som er den viktigste lokale kilden til konsentrasjonene. For døgn over luftkvalitetskriteriet (FHI) bidrar vedfyring med i gjennomsnitt ca. 50%, og det er også svært mange (> 60 000) som utsettes for mer enn 25 slike døgn der de bor. Det er ikke forventet store endringer i nivåene for $PM_{2,5}$ fram mot 2030. Økte utslipp fra veistøv som følge av økt trafikk oppveies av reduserte eksosutslipp ved overgang til elektriske kjøretøy og utfasing av eldre euroklasser for tunge kjøretøy.

Sårbare grupper:

Etter T-1520 regnes «barn, gravide, eldre og grupper med kroniske sykdommer (luftveissykdommer, hjerte-karsykdommer, kreft og diabetes)» som spesielt sårbare for luftforurensning. Etter denne definisjonen kan barnehager, skoler og helseinstitusjoner defineres som sårbar bebyggelse. Forurensningsforskriften Vedlegg 5 stiller krav til at sårbare grupper skal «lokaliseres» i tiltaksutredningen. I Figur 28 er bebyggelse i Drammen angitt utvalgt etter plassering i områder med potensiell høy luftforurensning. Etter beregningene presentert i foregående kapitler vil skolene i området rundt Bangeløkkakrysset samt deler av Nye Drammen sykehus kunne ligge innenfor områder som bryter grenseverdiene for PM_{10} . Enkelte barnehager nær trafikkerte veier ligger innenfor områder

som ligger over øvre vurderingsterskel. Det er ikke gjort en detaljert vurdering opp mot rød og gul luftsoner for denne bebyggelsen. De «hvite» sirklene kan fortsatt være innenfor gul eller rød sone.



Figur 28: Figuren viser et utvalg av bebyggelse med det som er definert som sårbare grupper i henhold til T-1520 (helseinstitusjoner, barnehager, skoler). Røde farge: Over årsmiddel grenseverdi Oransje farge: Over årsmiddel ØVT. Informasjon om plassering er mottatt fra Drammen kommune.

Vurderinger for Svelvik:

Deler av gamle Svelvik kommune omfattes ikke av beregningsområdet, men det er forventet at konsentrasjonene vil være sammenlignbare med konsentrasjonene langs Svelvikveien i sør-østre hjørne av beregningsområdet (se Figur 12). Her er det ingen overskridelse av grenseverdiene eller døgn over grenseverdien for PM₁₀, men det vil være enkelte døgn over luftkvalitetskriteriet for PM_{2,5}.

4 Aktuelle tiltak mot luftforurensning

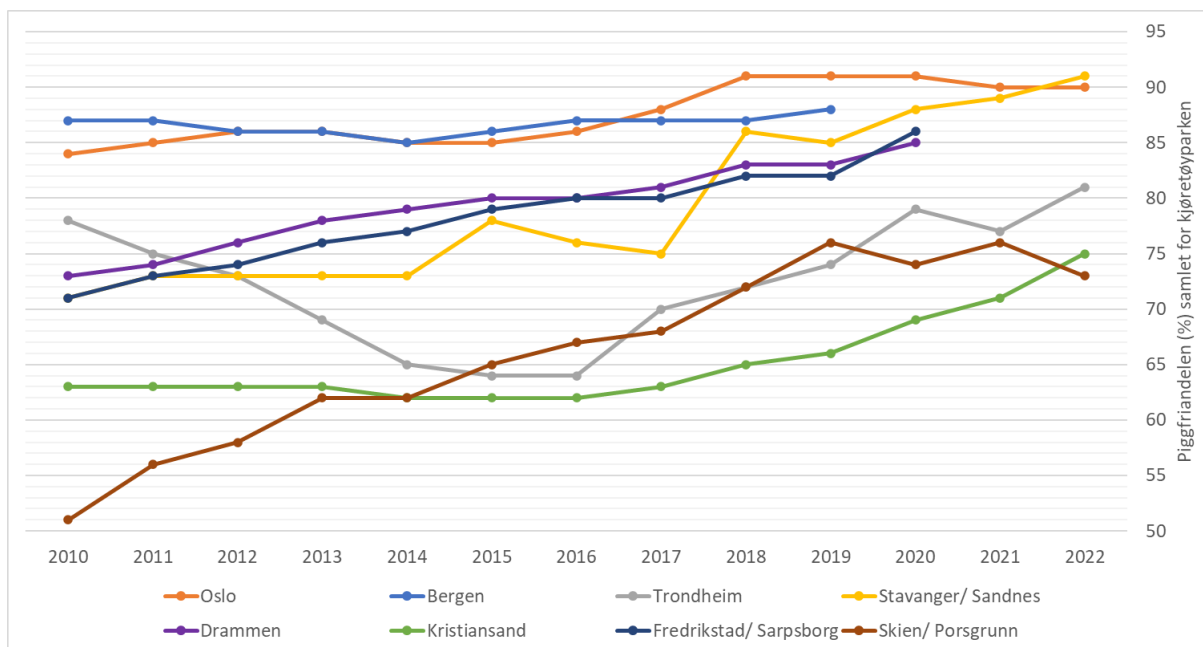
Målinger og beregninger viser at Drammen kommune sammen med anleggseiere må iverksette tiltak for å holde svevestøvnivåene innenfor de gjeldende grenseverdiene i forurensningsforskriften i årene som kommer. Kapittel 4.1 til 4.8 diskuterer effekten av forskjellige tiltak rettet mot svevestøv. I kapittel 4.9 er tiltakene oppsummert og her diskuteres også hvilke tiltak som har den største effekten på målestasjonene og totalt for kommunen.

4.1 Økt piggfriandel til 90%

4.1.1 Virkemidler

For å redusere bruken av piggdekk kan man benytte flere virkemidler. De vanligste er piggdekkgebyr, panteordning for piggdekk ved kjøp av piggfrie dekk eller informasjons- og holdningskampanjer. Drammen kommune har ingen av disse virkemidlene aktive i dag. Piggdekkgebyr er et virkemiddel som har vist seg å gi betydelig økt piggfriandel i flere norske byer. Figur 29 viser piggfriandelen i et utvalg norske byer i perioden 2002 – 2022. I Trondheim var det piggdekkgebyr i perioden 2003 til 2010. Fra 2011 ble piggdekkgebyret fjernet, noe som førte til at piggfriandelen sank til 64 %. Av figuren ser man

at piggfriandelen har økt igjen etter gjeninnføringen i 2017. Men figuren viser også at Drammen, Skien/Porsgrunn og Fredrikstad/Sarpsborg, uten innføring av avgift, har hatt en økning i piggfriandelen i perioden 2010-2019. Dette kan skyldes nærhet til Oslo som har avgift. I tillegg har det vært en utvikling i piggfrie dekk de siste årene som har gjort dem bedre egnet på utfordrende vinterføre. Til sist kan god vinterdrift sørge for at piggfrie dekk har minst like godt veigrep som piggdekk i store deler av vintersesongen. God vinterdrift kan derfor regnes som et tiltak for økt piggfriandel.



Figur 29: Andelen kjøretøy med piggfrie dekk for et utvalg norske byer i perioden 2010 – 2022. Kilde for tallmaterialet: Statens vegvesen

Hjemmel for innføring av piggdekkgebyr er gjennom forskrift¹⁹ 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. Per dags dato er gebyret fastsatt i forskrift til 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). Det er kun de større byene som så langt har innført piggdekkavgift. Drammen har en viss pendling inn mot Oslo og disse bilistene kjører enten piggfritt eller betaler avgift til Oslo. Det betyr at inntekspotensialet kan være noe lavere dersom Drammen kommune skulle velge å innføre avgift. For å innføre piggdekkavgift må Drammen kommune ha samtykke fra Samferdselsdepartementet jf. §2 i forskriften.

Uten piggdekkavgift er det usikkert om Drammen kommune vil kunne øke piggfriandelen ytterligere fra dagens 85% til 90% selv om trenden har vært økende fram til 2020. Skien/Porsgrunn har som Figur 29 viser hatt en flat / svak synkende trend de siste årene. Uten avgift eller panteordning vil virkemiddelet være veidrift samt holdnings- og informasjonsarbeid. I tillegg er det helt avgjørende at piggdekkteillingene gjenopptas slik at kommunen kan evaluere måloppnåelse. Det har ikke blitt utført piggdekkteillinger i Drammen kommune siden 2020. Årsaken til dette er at oppgaven har ligget hos SVV, men etter regionreformen som overførte ansvar og oppgaver fra SVV til fylkeskommunene, har det vært uenighet om ansvar for videreføringen av teillingene. Ansvarsavgjørelsen ligger i Samferdselsdepartementet.

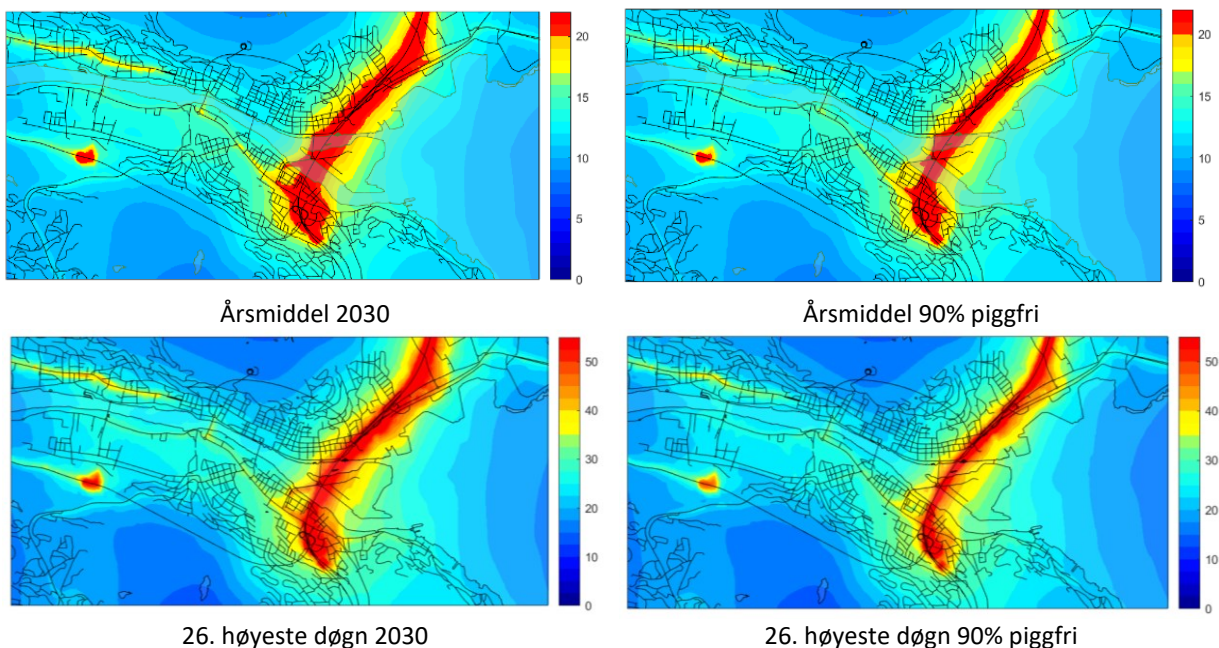
¹⁹ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-05-07-437>

Kostnader til piggdekkte telling er usikker. I 2019 ble det f.eks. telt nesten 3000 biler fordelt på 15 forskjellige steder og 7 forskjellige dager i Drammen. Det anslås at 2 personer bruker til sammen 100-150 timer på dette arbeidet. Med en timepris på kr 1000 anslås en kostnad på cirka 100 000-150 000 NOK.

4.1.2 Effekt av økt piggfriandel

Å øke piggfriandelen fra 85% til 90% (ekvivalent med å redusere *piggdekkandelen* fra 15% til 10%) medfører at slitasjen fra personbiler og varebiler teoretisk kan reduseres med ca. 25% i vintersesongen. Det er da antatt at piggfriandelen for tunge kjøretøy er uendret på 95%. I tillegg er mekanismen for *oppvirvlingen* av veistøvet uendret, selv om det er litt mindre støv tilgjengelig, og utslippet vil bare endres vesentlig i vintersesongen. Dette gir at beregnet totalutslipp av svevestøv i kommunen reduseres med 11% ved økningen i piggfriandel fra 85% til 90% for lette kjøretøy. Beregningene antar at piggfriandelen er 85% og økes til 90% i *hele* veinettet. I realiteten kan det være forskjeller mellom piggdekkandelen på E18 og i lokalveinettet i Drammen. Man kan forvente at piggfriandelen er lavere i Øvre Eiker og Kongsberg og at eventuell pendling inn til Drammen fra disse områdene påvirker andelen piggfrie på veinettet.

Resultatene av utslipps- og spredningsberegning med økt piggfriandel er gitt i form at konsentrasjonskart (Figur 30) og befolkningseksposering (Tabell 10). Disse viser at det er en vesentlig reduksjon i områdene over grenseverdiene og dermed en reduksjon i antall som eksponeres for disse nivåene der de bor. Beregningene viser også at antall som bor i områder med rød luftsoner etter T-1520 reduseres fra ca. 2 500 til 1 200.



Figur 30: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon og 26. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for et utsnitt av modellområdet for Referansesituasjonen 2030 og 2030 med økt piggfriandel. Grenseverdiene er markert som overgangen til rødt og ØVT er markert som overgangen til gult

Tabell 10: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med PM_{10} -nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften i Referansesituasjonen 2030 og 2030 med økt piggfriandel til 90%. Antall som eksponeres for $\emptyset VT$ og 26 døgn over døgnmiddel $\emptyset VT$ er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (26 døgn eller mer over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over øvre vurderingsterskel (26 døgn eller mer over $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
2030	1 000	300	4 000	3 800
2030 90%	500	100	3 400	2 300

Effekten av tiltaket på målestasjonene er også god. På Bangeløkka reduseres sannsynligheten for overskridelse av årsmiddel fra 82% til 70% og sannsynligheten for overskridelse av antall døgn over grenseverdien fra 67% til 40%. Flere resultat er gitt i oppsummeringen i kap. 4.9.

Å øke piggfriandelen har liten effekt på $PM_{2,5}$ -konsentrasjonene hvor vedfyring er den viktigste lokale kilden.

4.2 Støvdemping/renhold

4.2.1 Renhold og støvdemping for god luftkvalitet i norske byer

Støvfjerning handler om å optimalisere mekanisk renhold av veiene slik at mest mulig veistøv og partikler som ligger i veibanen fjernes (feiging/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. Renhold av veinettet er primært et avbøtende tiltak for å redusere forurensning generert av biltrafikk (med piggdekk spesielt) og fra strøsand/grus. Generert veistøv som blir liggende i veibanen vil kunne virvles opp igjen av trafikken, og slik sett vil renhold også kunne sees på som et tiltak som reduserer kilden til forurensning (les: oppvirvlingen).

Erfaring fra Trondheim har vist at behovsbasert drift basert på værforhold, luftkvalitetsmålinger og generell erfaring kan gi bedre effekt enn en ren frekvensbasert ordning (Reitan et al., 2018). Når konsentrasjonen allerede er høy er det i prinsippet for sent å rengjøre (svevestøvet er allerede i lufta), derfor bør forebyggende renhold vektlegges når været er vått og mildt. Ved å benytte mildværsperioder til forebyggende renhold kan høytrykk og større vannmengder benyttes. Godt renhold forutsetter at mannskapet har relevant kunnskap og at de forstår hensikten med og hvilken effekt renholdet har på luftkvaliteten. Utfordringen med behovsbasert drift er at det kan være mer utfordrende å følge opp overfor entreprenør gjennom en kontraktsordning. I Drammen har SVV og Viken først og fremst en frekvensbasert ordning overfor entreprenøren, men det er noe fleksibilitet slik at ressurser til snøbrøyting kan brukes til feiging og vice versa, og det er mulighet for tilleggsbestillinger ved behov.

Behovsbasert drift krever beslutningsstøtte. Det betyr at luftkvaliteten bør overvåkes og værprognoser og eventuelt Miljødirektoratets varslingstjeneste²⁰ brukes til å planlegge når forebyggende renhold kan

²⁰ <https://luftkvalitet.miljodirektoratet.no/varsling/>

utføres. Overvåking av luftkvaliteten vil også gi svaret på om de forebyggende renholdstiltakene har hatt effekt når periodene med høye svevestøvverdier inntreffer.

For veibanen bør det benyttes biler som både høytrykkspyler, koster og suger opp støv med vakuüm. Spesielt oppsug med vakuüm vil fjerne mye av finstøvet i porene av asfalten enn bare spyling og kosting. Fjerning av brøytekanter er også en viktig del av renholdet. Brøytekanter smelter og renner ut i veien om våren og de inneholder mye partikler som kan virvles opp når det tørker. Dette er grunnlaget for vårrengjøringen.

Støvdemping kan være et nødvendig tiltak for å unngå ytterligere oppvirvling i perioder med høye konsentrasjoner og stillestående vær. Støvbinding har noen negative effekter ved at støvet lettere fester seg til overflater og gjør renhold mer krevende. I tillegg er det negative effekter på miljø og materialer. Ved akkumulering av støv og salt i veibanen kan det også påvirke friksjonen.

4.2.2 Rengjøring og støvdemping av veier i Drammen

Europaveier, riksveier og fylkesveier saltes gjennom vintersesongen etter «barveistrategi». Foruten generell trafiksikkerhet er dette et viktig tiltak for å opprettholde en høy piggfriandel i kommunen og potensielt kunne øke denne. Større kommunale veier hvor det går busstrafikk saltes også. På øvrige kommunale veier strøs det med knust fjell etter punktstrøing, dvs. at det legges mest grus der det er krevende stigningsforhold.

Statens vegvesen

Som anleggseier har Statens vegvesen (SVV) ansvar for rengjøring og støvdemping av europaveiene og riksveiene i Drammen. Det er definert et veinett på ca. 6,6 km som prioritert strekning som skal feies ukentlig gjennom hele året²¹. Dette omfatter E18 med ramper, RV291 med rundkjøringer og kryss og veistrekket til østre portal til Strømsåttunnelen (E134). Det skal benyttes feiebil som beskrevet for dette formålet i kap. D1 prosess 73.391. Renholdsmaskinene skal ha vanlig feieutstyr med midtkost, frontkost som gir mulighet for feiing utenfor bilens bredde (f.eks. kantsteinklaring, bankett og trafikkdeler), spylebom i front og spylebom på siden, sidesug på begge sider og bakmontert bredsug med et høytrykkspylesystem. Bredsuget skal kunne ta opp fine partikler/finstø, og renholdsmaskinene skal kunne fungere ned til -10°C.

Spesifikasjonen til entreprenør er at i tillegg til de generelle funksjonskravene til veiarealet «skal skulder, sidearealer med fast dekke, rennestein og inntil kantstein, samt inn mot midtdeler der det finnes, spyles/feies og suges hver uke slik at arealene er fritt for grus, støv, forurensninger, glasskår o.l. etter gjennomføring.» Ytre skulder på E18 skal også feies ukentlig. Tiltakene skal utføres hver uke så sant været tillater det.

I ny kontrakt med entreprenør fra og med høsten 2022 kan også forebyggende tiltak med Magnesiumklorid (MgCl) iverksettes når forholdene tilsier det. Det er entreprenørens ansvar å holde seg oppdatert på målingene og sjekke om varselet for vær og luftkvalitet kan gi høye verdier framover. Tiltaket skal iverksettes i samråd med SVV og utføres så nær opptil rushtid som mulig.

Kostnadsestimatet i handlingsplanen i kapittel 5 er basert på en pris per feiebil på 3000 kr/time²², en hastighet på feiebil på 5 km/t og at det er ca. 3,6 km med 4-feltsvei og 2,8 km med 2-feltsvei som skal feies. Veinettet rengjøres hver uke. I tillegg er det antatt at det brukes totalt 1 time til rengjøring av sidearealer, ramper, rundkjøringer o.l. ved hver kampanje. Dette gir en estimert kostnad på ca. 400 000 kr gjennom piggdekkesesongen. Ekstra innsats ved vårrengjøring og rengjøring av tunneler er ikke med i dette estimatet.

²¹ Tiltaket er beskrevet i SVV D2-ID7330b «Tiltak for bedre byluft»

²² Dette er tall mottatt fra SVV

Viken fylkeskommune

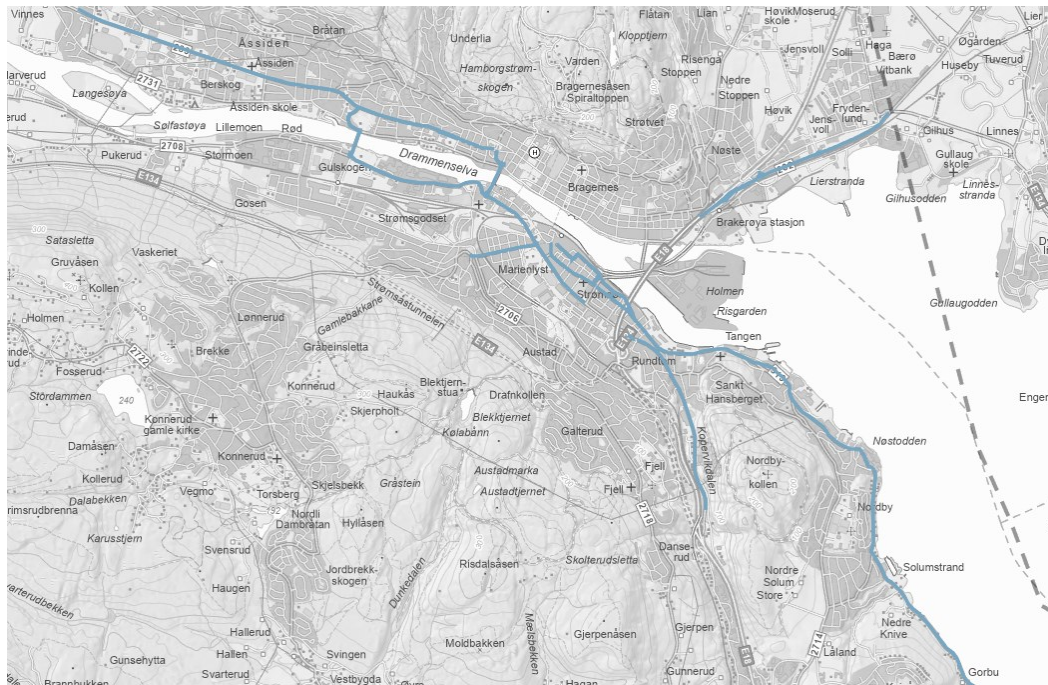
Viken fylkeskommune er anleggseier for fylkesveiene i Drammen kommune. Renhold og støvbinding utføres gjennom driftskontrakt. Driftskontrakten har krav om ukentlig feiing på et veinett på nesten 17 km som dekker fylkesveiene vist i Figur 31. Det er mye som er likt i driftskontraktene til SVV og Viken.

Renhold skal utføres uten at det medfører støvplager for omgivelsene og i tettbygd strøk skal det alltid benyttes oppsamler. Videre fra spesifikasjon i kontrakt: «*Feie-/sugemaskiner som benyttes på kjøreareal skal være utstyrt med vanlig feiutstyr med midtkost, frontkost som gir muligheter for feiing utenfor maskinens bredde, spylebom i front og spylebom på siden, sidesug på begge sider og bakmontert bredsug. Bredsug skal kunne ta opp fine partikler/finstøv/svevestøv fra veibanen. (...) Feie- og sugemaskinene som benyttes i vintersesongen skal kunne fungerer ned til -10°C. Feiing, oppsamling og spyling av kjøreareal omfatter kjørefelt, sykkelfelt, lommer og parkeringsfelt inklusive kantsteinsklaring, sperreområde og skulder, samt inntil 2m inn i tilgrensende veier og avkjørsler. Feiing, oppsamling og spyling av g/s-areal omfatter fortau, gangvei, sykkelvei og annet areal i tilknytning til gangkryssinger, venteareal ved leskur, samt inntil 2m inn i tilgrensende veier og avkjørsler.»*

Ved vårrengjøring (innen 15. mai) skal tak og vegger i underganger og betongrekkverk rengjøres foruten vanlig feiing/opsamling og spyling av veiareal. Sjøppel, stein, gjenstander osv. skal fjernes.

Støvdempingstiltak med MgCl skal gjøres når det er varslet fare for overskridelse av grenseverdien for PM₁₀ etter melding fra Viken fylkeskommune. Det skal ikke legges ut MgCl-løsning i veibanen, men på veiens skulder, på midtdeler og sidearealer og sperreområder der det kan samle seg støv.

Kostnadsestimatet i handlingsplanen (kap. 5) er basert på det samme estimatet som for SVV. Det er forutsatt ukentlig renhold på ca. 5,5 km med 4-feltsvei og resterende ca. 11,5 km med 2-felts. Det er regnet et tillegg på 1,5 time per renholdsrunder for rundkjøringer, banketter, ramper osv. Dette gir en pris for renhold på ca. 800 000 kr per sesong. Vårrengjøring og rengjøring av tunneler er ikke med i dette estimatet.



Figur 31: Figur mottatt fra Viken fylkeskommune som viser veinettet i Drammen kommune hvor det utføres ukentlig renhold av veinettet.

Drammen kommune

Drammen kommune har som anleggseier ansvar for renhold av kommunale veier. De fleste kommunale veiene, med noen unntak, har en betydelig lavere trafikkbelastning enn fylkes- og riksveiene og dermed et mindre behov for renhold. Samtidig er det et intensivt renhold av sentrum med torg og plasser 5 dager/uke i sommerhalvåret og 3 dager/uke i vinterhalvåret hvis snø/is tillater det. De mest trafikkerte kommunale veiene som Engen, Haugesgate og Strandgata blir rengjort ofte. Budsjett for 2022 var på 1 mill. kr, men regnskapet endte 40% over dette grunnet en utfordrende sesong januar-april.

Budsjett for vårfeiring og annen vedlikeholdsfeiring (løvfall, etter meldinger i Driftsweb, osv.) er på ca. 2,5 mill. kr ekskludert snøbrøyting.

Renhold av tunneler

Vask av tunneler utføres for å opprettholde god sikt, holde skilt synlige og bevare utstyr. Vask av tunneler vil også redusere støvdepot fra banketter o.l. Erfaringer fra tunnelvask er blant annet dokumentert av Snilsberg & Gryteselv (2017).

Tunnelene i Drammensområdet vedlikeholdes av SVV og VF etter eieransvar. Tunneler vaskes etter tre regimer; helvask (veibane til tak), halvask (fra veibane opp til en viss høyde), og teknisk vask (spyling av tekniske installasjoner og veibane). Frekvens for vask er definert av årsdøgntrafikken (ÅDT). En tunnel med over 15 000 ÅDT (gjelder for alle de store tunnelene i Drammen) vil ha 2 helvasker, 4 halvasker og 6 tekniske vasker per år. Dette er opplyst av SVV, og VF opplyser å følge tilsvarende regime som SVVs.

4.2.3 Mer effektivt renhold?

Både SVV og Viken fylkeskommune startet opp en ny driftskontrakt fra og med 1. september 2022. Nytt i driftskontrakten er muligheten til å bestille støvdemping når forholdene tilsier det. Det er viktig å få erfaring og evaluere tiltakene underveis slik at man kan få mer effekt ut av hver enkelt feiekampanje. SVV og Viken bør føre tilsyn med entreprenører for å sikre at de utfører arbeid i henhold til kontrakt.

Å renholde veier kan periodevis være utfordrende og det er flere forhold som kan påvirke resultatet vesentlig. Listen inneholder noen enkeltutfordringer, men er ikke uttømmende:

- Dersom det brukes plog vil ikke snøen fjernes helt inntil kantstein, noe som dermed vil være et depot for støv som videre virvles opp når denne snøen/isen smelter. Et mulig tiltak kan være å bruke kostemaskiner for å fjerne denne snøen etter vanlig brøyting med plog.
- I perioden sent vinter/tidlig vår vil det være vekslende mellom kaldt vær med behov for strøing og mildere vær med behov for fjerning av støv og grus. Denne vekslingen kan være utfordrende å håndtere. Dersom det brukes vasket strøgrus i grove fraksjoner vil denne bruke lenger tid på å males til støv som kan virvles opp.
- Selv om spesifikasjoner og kontrakter setter krav til frekvens og utførelse så vil det være variasjoner i resultat som avhenger av utførelsen til den enkelte sjåfør, værforhold og andre ytre faktorer (som hindringer). Det er vesentlig med god opplæring av operatører og at byggherre setter av ressurser til tilsyn og oppfølging av arbeidet.

Samhandling og erfaringsutveksling av rengjørings- og støvdempingsrutiner mellom anleggseiere som opererer i Drammen er vesentlig for å oppnå så godt resultat som mulig og løse utfordringer av typen som nevnt over. For å få til dette foreslår handlingsplanen å opprette et formelt samarbeidsforum for de som har ansvar for rengjøring og støvdemping for veinettet i Drammen kommune med representanter fra Statens vegvesen, Viken fylkeskommune og Drammen kommune. Det kan være hensiktsmessig at også kontrollingeniører inviteres inn i dette forumet. Samarbeidsforumet kan også trekke på erfaring fra andre kommuner som f.eks., Trondheim og Oslo.

4.3 Redusert hastighet på veiene (miljøfartsgrense)

Lavere hastighet reduserer slitasjen ved kjøring med piggdekk på veiene (Snilsberg, 2008). Redusert hastighet vil også kunne redusere oppvirvlingen av veistøv ved kjøring med alle dekktyper (se oppsummering av litteratur i (Denby et al., 2013)). Det er tidligere dokumentert gjennom målinger (Hagen & Schaug, 2005) og beregninger (Lopez-Aparicio et al., 2020; Norman et al., 2016) at miljøfartsgrense vil kunne redusere svevestøvkonsentrasjonen. En ny studie dokumenterer også at hastighetsreduksjon reduserer dekkslitasjen vesentlig og dermed utslippet av mikroplast til omgivelsene (Rødland, 2022).

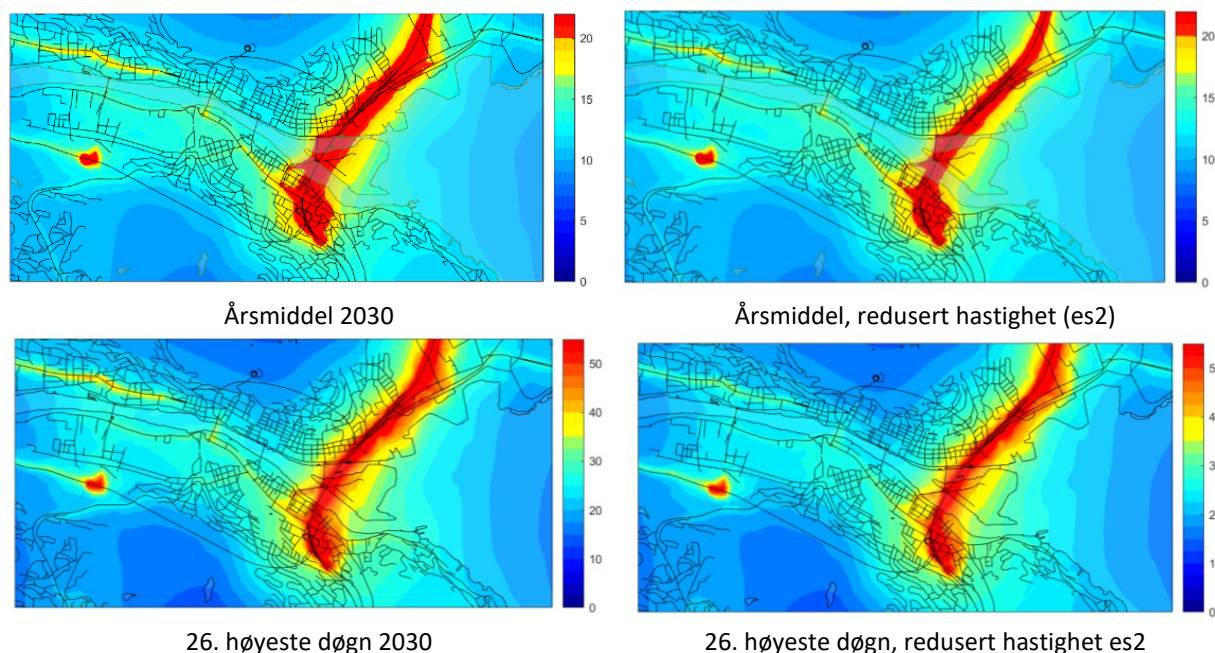
Miljøfartsgrense (hastighetsreduksjon i piggdekkseongen) eller permanent hastighetsreduksjon er et tiltak som er enkelt gjennomførbart ettersom det bare er hastighetsreduksjonen som må skiltes. Den faktiske effekten av redusert hastighet inntreier i området der tiltaket innføres, og hvor stor den vil være avhenger av trafikkmengden og hvor høy fartsgrensen er i utgangspunktet, samt i hvilken grad miljøfartsgrensen overholdes og påvirker reell kjørehastighet (miljøfartsgrensen vil ikke ha effekt når det er kø).

Statens vegvesen har som vegeier myndighet til å innføre miljøfartsgrense på E18. Tiltaket er hjemlet i veitrafikkloven § 6, tredje ledd. «I trafikkregler gitt i medhold av § 4 og skiltregler gitt i medhold av § 5 kan det fastsettes nærmere bestemmelser om fartsgrenser, herunder om lavere fartsgrense for bestemte grupper av motorvogner og lavere fartsgrense, for bestemt eller ubestemt tid, også av hensyn til miljøet.» Oslo har innført miljøfartsgrense (60 km/t i piggdekkseongen) på fire sentrale trafikerte veistrekninger.

I Drammen kommune har E18 skiltet fartsgrense på 100 km/t med unntak av i sørgående retning før sving og avkjøring 25 ved Bangeløkkakrysset mot E134. I tunnelen øker hastigheten til 100 km/t igjen, og etter tunnelen til 110 km/t før kommunegrensa. Nordover reduseres hastighet til 90 km/t etter E18 Kobbervikdalen videre ned til 80 km/t før tunneløpet. Etter påkjøringsfelt ved Bangeløkkakrysset økes farten igjen til 100 km/t. For Rosenkrantzgate (FV283) er det skiltet 60 km/t fra Hamborgstrømkulverten (munningen til Bragernestunnelen) og til ca. 400 meter etter Vårveien målestasjon hvor hastigheten økes til 70 km/t i ca. 800 meter, hvor den igjen settes ned til 60 km/t ved Ligosenteret. Deretter er det 60 km/t til etter avkjøringen til Vinnes hvor hastigheten økes til 80 km/t.

Det er utført to beregninger hvor hastigheten på trafikken reduseres til henholdsvis 90 km/t (es1) og 80 km/t (es2) på E18, og til 50 km/t (es1/es2) på strekningen i FV283 fra Hamborgstrømkulverten til 80 km/t-sonen. Hastighetsreduksjon fra 80 km/t-sonen og vestover er vurdert å være lite hensiktsmessig fordi det er lite bebyggelse her. Det er ikke gjort en vurdering av hvilken skiltet hastighet som kreves for å oppnå denne reduksjonen. Effekt av miljøfartsgrense på hastighetsreduksjon er blant annet diskutert i Lopez-Aparicio et al. (2020) for målinger ved Manglerud i 2010 og 2012.

Ved reduksjon i hastighet (es2) reduseres totalutslippet av PM₁₀ i Drammen kommune med 2%. Resultatet av beregninger med redusert hastighet på FV283 og til 80 km/t på E18 er presentert som kart i Figur 32. Kartene viser noe reduksjon i utbredelsen av områder over grenseverdien og ØVT. Tabell 11 viser at det er en reduksjon i antall personer som utsettes for nivåer over grenseverdiene og ØVT der de bor ved innføring av redusert hastighet.



Figur 32: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon og 26. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for et utsnitt av modellområdet for Referansesituasjonen 2030 og 2030 med redusert hastighet på E18 og FV 283. Grenseverdiene er markert som overgangen til rødt og ØVT er markert som overgangen til gult

Tabell 11: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med PM_{10} -nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften i Referansesituasjonen 2030 og 2030 med redusert hastighet på E18 og FV 283. Antall som eksponeres for ØVT og 26 døgn døgnmiddel ØVT er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (26 døgn eller mer over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over øvre vurderingsterskel (26 døgn eller mer over $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
2030	1 000	300	4 000	3 800
2030 es1	700	200	3 700	3 500
2030 es2	600	200	3 600	3 400

Beregningene viser også en redusert sannsynlighet for overskridelse av grenseverdiene på målestasjonene. Størst effekt er ved Vårveien, som ligger nærmest en vei (FV283) med hastighetsreduksjon, hvor sannsynligheten for overskridelse av årsmiddel reduseres fra 54% til 41%. Flere resultat for målestasjonene er gitt i oppsummeringen i kap. 4.9.

Redusert hastighet vil også ha en positiv effekt på støy, men dette er ikke utredet nærmere her. Kombineres tiltaket på FV283 med høyere asfaltkvalitet vil den samlede effekten nær veien være svært god. Det understrekes at trafikale konsekvenser ikke er utredet i denne sammenheng eller behandlet i relevante instanser, og at tiltaket heller ikke er avklart hos skiltmyndighet som er vegdirektoratet. Dette gjelder særlig for FV283 hvor Viken fylkeskommune står som anleggseier.

4.4 Skifte til høyere asfaltkvalitet

Hvilken asfalttype som benyttes har vesentlig betydning for hvor mye svevestøv som genereres fra piggdekk. Generelt vil høy slitestyrke (lav «kulemølleverdi»), stor øvre steinstørrelse («øvre siktstørrelse») og en høy andel store steinfraksjoner (definert ved liten gjennomgang av mindre fraksjoner ved sikting) i materialsammensetningen føre til lav slitasje på veidekket (Reitan et al., 2018). Asfaltdekker med stor steinstørrelse og høy motstand mot slitasje er typisk mer støyende, og dette forholdet må balanseres. Det kan derfor være hensiktsmessig å kombinere mer slitesterk asfalt med redusert fartsgrense.

NORTRIP modellen (Denby et al., 2013) som er utviklet for nordiske forhold beskriver asfaltslitasjen som en funksjon av disse forholdene (kulemølleverdi, øvre steinstørrelse og andel store steinfraksjoner). Denne empiriske funksjonen er basert på en omfattende svensk forsøksserie (Jacobson & Wågberg, 2007) hvor en rekke forskjellige dekker er analysert.

SVV standard N200 for veibygging²³ spesifiserer krav til største steinstørrelse og krav til maksimal gjennomgang av små fraksjoner ved sikting (i masseprosent) for en rekke forskjellige asfaltdekker. Den spesifiserer også krav til kulemølleverdi etter veiens ÅDT.

Nasjonal Vegdatabank (NVDB)²⁴ oppgir veidekke på europa- og riksveier i Drammen til å være Skjellettasfalt med øvre nominelle steinstørrelse 11 mm (Ska11). Fylkesveiene i kommunen har Asfaltbetong med øvre nominelle steinstørrelse 11mm (Ab11) ifølge NVDB og opplysninger mottatt fra Viken fylkeskommune. Det som skiller disse typene er at Ab11 har en høyere gjennomgang av mindre steinfraksjoner ved sikting enn Ska11. Etter krav i standard N200 er det antatt at begge asfalttyper har samme kulemølleverdi.

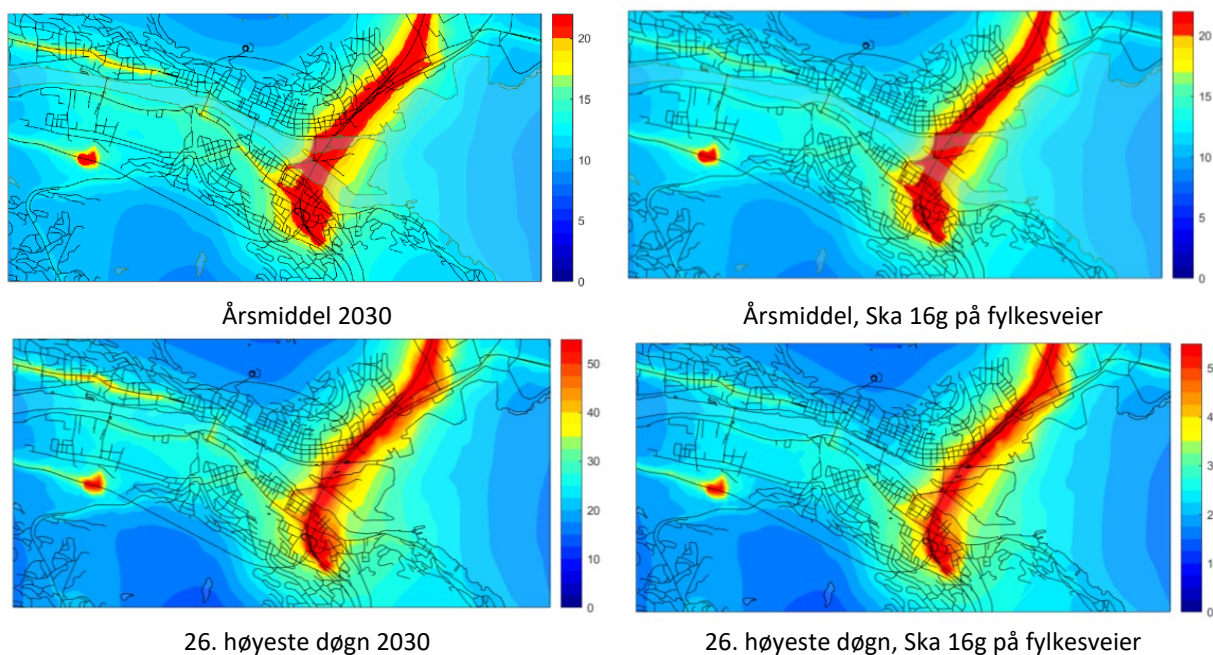
Det finnes også noen grovere varianter av Skjellettasfalt (Ska g) med bedre motstand mot asfaltslitasje som kan brukes i enkelte tilfeller. Ska16g har etter krav i N200 en gjennomgang av mindre steinfraksjoner på rundt 25 masseprosent, mens Ab11 har gjennomgang på rundt 50 masseprosent. Etter den empiriske formelen for slitasje utviklet av Jacobson og Wågberg og gjengitt i Denby et al. (2013) vil Ska16g ha omtrent 40% mindre svevestøvproduksjon enn Ab11. Det er kontrollert at Ska16g og Ab11 er innenfor gyldighetsområdet til funksjonen. Det er noe usikkerhet knyttet til at denne formelen er utviklet i Sverige og at den ikke er testet mot de nyeste typene piggdekk, men det eksisterer ingen mer oppdaterte relasjoner i dag.

Det er utført en utslipps- og spredningsberegning hvor asfaltkvaliteten på alle fylkesveier er skiftet ut fra Ab11 til Ska16 g. En oversikt over veinettet fordelt på veieier er gitt i Vedlegg A4. Dette gir en utslippsreduksjon for PM₁₀ på 12% innenfor Drammen kommune. På FV283 (Rosenkrantzgate) er reduksjonen i beregnet utslipp på hele 34%. Til forskjell fra økt piggdekkandel som bare gjelder person- og varebiler, så vil dette tiltaket redusere utslipp av svevestøv fra alle kjøretøy. På den annen side vil tiltaket primært gi reduksjon på og rundt de veiene hvor det legges ny asfalt.

Resultatene av utslipps- og spredningsberegning med høyere asfaltkvalitet på fylkesveiene er gitt i form av konsentrasjonskart (Figur 33) og befolkningseksponering (Tabell 12). I kartene vises det primært ved reduksjon i «gule soner» (ØVT) rundt fylkesveiene, men et redusert bidrag fra fylkesveiene er også med på å redusere antall som eksponeres for røde områder som er nivåer over grenseverdien. Beregningene viser også at antall som bor i områder med rød luftzone etter T-1520 reduseres fra ca. 2 500 til ca. 1 600.

²³ https://store.vegnorm.vegvesen.no/n200_2022

²⁴ <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>



Figur 33: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon og 26. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for et utsnitt av modellområdet for Referansesituasjonen 2030 og 2030 med høyere asfaltkvalitet på fylkesveiene. Grenseverdiene er markert som overgangen til rødt og $\emptyset VT$ er markert som overgangen til gult.

Tabell 12: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med PM_{10} -nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften i Referansesituasjonen 2030 og 2030 med høyere asfaltkvalitet på fylkesveiene i kommunen. Antall som eksponeres for $\emptyset VT$ og 26 døgn døgnmiddel $\emptyset VT$ er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi ($20 \mu g/m^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (26 døgn eller mer over $50 \mu g/m^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel ($17 \mu g/m^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over øvre vurderingsterskel (26 døgn eller mer over $35 \mu g/m^3$)
2030	1 000	300	4 000	3 800
2030 ska16g	700	200	3 500	3 300

Beregningene for Vårveien målestasjon som ligger langs FV283 viser en betydelig reduksjon i konsentrasjonsnivåene ($18,2$ til $15,5 \mu g/m^3$) og antall døgn med overskridelse (12 til 1) etter reasfaltering med Ska16g. Beregningene viser en reduksjon fra 54% til 21% i sannsynlighet for overskridelse av årsmiddel PM_{10} . Flere resultat for målestasjonene er gitt i oppsummeringen i kap. 4.9.

Denne utredningen tar ikke stilling til økt støy eller andre effekter som følge av omlegging til grovere og mer slitesterk asfalt.

4.5 Reduserte utslipp fra vedfyring

Beregningene viser ingen overskridelse av grenseverdien for $PM_{2,5}$ i Drammen, men på målestasjonene er det mellom 26 og 70 døgn over luftkvalitetskriteriet ($15 \mu g/m^3$) som er definert av FHI på basis av

anbefalinger fra WHO. Målinger i 2021 viser mellom 52 og 59 slike døgn ved henholdsvis Backeparken og Vårveien. Beregnet kildeallokering ved målestasjonene viser at mellom 26% (Vårveien) og 37% (Bangeløkka) av bidraget til årsmiddelkonsentrasjonen kom fra vedfyring i 2021. For døgn over 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ er kildebidraget fra vedfyring større og utgjør mellom 45% og 56%.

Beregningene viser videre at store deler av befolkningen utsettes for 26 eller flere døgn over luftkvalitetskriteriet²⁵ der de bor.

På bakgrunn av usikkerheten i energipriser framover er det forsiktig antatt at vedfyringsutslippene er de samme for Referansesituasjonen 2030 som for 2021 selv om naturlig utskifting til rentbrennende ovner kan forventes å gi en reduksjon. Det er usikkerheter knyttet til dagens andel av rent-brennende ovner, til hvor stor utskiftingen er og til hvordan andre ytre faktorer som strøm- og vedpriser kan påvirke mengden fyring. Nye boliger vil generelt ha lavt oppvarmingsbehov på grunn av de høye energikravene som stilles til nye bygg.

Utslippene fra vedfyring avhenger av ovnsteknologi, men både utslipp og virkningsgrad er sterkt avhengig av opptenningsmetode, tørrhet på ved, riktig trekk, osv. Målinger utført ved SINTEF viser at fyring på dellast («småfyring») har nesten 10 ganger så høyt utslipp av $\text{PM}_{2,5}$ som fyring på nominell (full/normal) last (Seljeskog et al., 2017). SINTEF anslår fordelingen mellom dellast og nominell last til å være 65/35 % i gamle ovner og 70/30 % i nye ovner. Gitt at denne fordelingen i fyringslast gjelder i Drammen og fordelingen mellom gamle og nye ovner i kommunen er 20% / 80% (se Vedlegg A), vil en reduksjon i fyring på dellast til 55/45% for gamle ovner og 60/40% med nye ovner gi en utslippsreduksjon på ca. 10%.

Å gi god og riktig informasjon om fyring til befolkningen som endrer fyringsvaner kan derfor være et viktig virkemiddel for å redusere utslippene i kommunen.

I utslippsberegningene av Dagens situasjon 2021 og Referansesituasjonen 2030 er det antatt at 80% av vedforbruket er i ovner med ny teknologi (se Vedlegg A5). Ved å anta en generell utskiftingstakt for vedovner basert på antall og salgstall (Grythe et al., 2019) kan det forsiktig anslås at 90% av vedforbruket i 2030 vil være i ovner med ny teknologi.

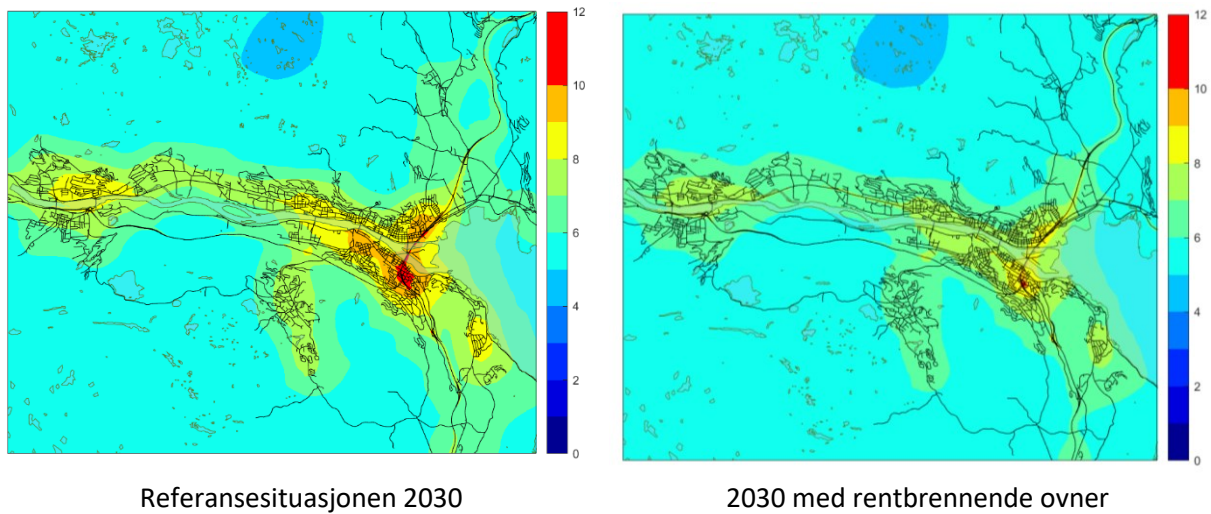
Effekten av «naturlig» utskifting til rentbrennende ovner, samt redusert fyring på dellast, er slått sammen til et 2030 scenario «rbov» (rentbrennende ovner). Dette scenarioet har litt mer enn 35% lavere utslipp enn Referanse 2030. «Naturlig utskifting» av vedovner er ikke et tiltak i og for seg, men er tatt med i beregningen for å illustrere potensialet for reduksjon ved utskifting. Det er generelt usikkerhet knyttet til hva som er dagens andel av fyring i rentbrennende ovner i Drammen og til utskiftingstakten framover. Tilskudd til utskifting av ikke-rentbrennende vedovner er ikke anbefalt i denne utredningen. I en studie (Lopez-Aparicio & Grythe, 2019) ble det ikke funnet en systematisk forskjell mellom kommuner med og uten tilskuddsordning. Det er derfor usikkerhet knyttet til effekten av at kommunen bruker store ressurser på en tilskuddsordning.

Vedfyring gir i all hovedsak utslipp av fint svevestøv, dvs. $\text{PM}_{2,5}$, men siden PM_{10} også inneholder de mindre partiklene vil en reduksjon av vedfyringsutslippet også bidra til reduksjon i PM_{10} . Resultatene for årsmiddelkonsentrasjonen av $\text{PM}_{2,5}$ (Figur 34) viser en betydelig reduksjon i områder over grenseverdien (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) og luftkvalitetskriteriet (8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved reduserte vedfyringsutslipp som følge av naturlig utskifting til rentbrennende ovner og bedre fyringsvaner. Det er også noe reduksjon for PM_{10} som vist i Figur 35. Rentbrennende ovner og bedre fyringsvaner reduserer også antall som eksponert for nivåer over grenseverdiene for både PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ (Tabell 13; Tabell 14). Antall som eksponeres for nivåer over luftkvalitetskriteriet for $\text{PM}_{2,5}$ reduseres betydelig, fra ca. 17 000 til 1 000.

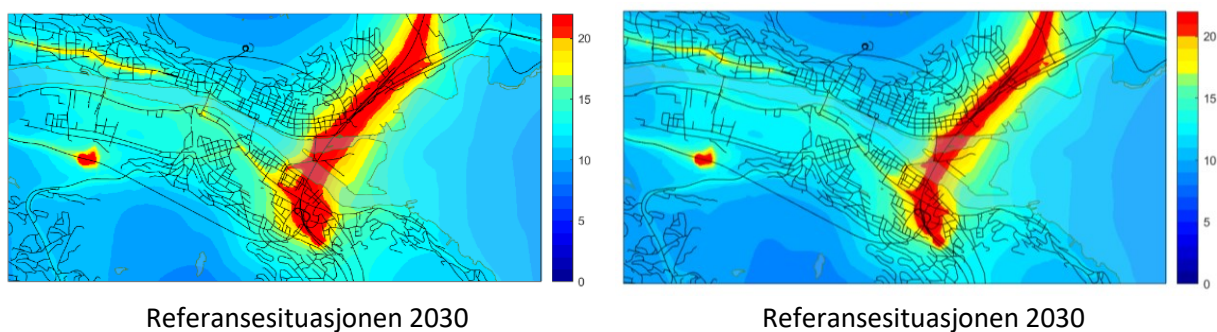
Tiltaket gir reduksjon i årsmiddelkonsentrasjonen av PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ på målestasjonene. For $\text{PM}_{2,5}$ gir beregningene en betydelig reduksjon i årsmiddelverdi med reduksjon fra 12% til 0,8% sannsynlighet

²⁵ 26 døgn er et tilfeldig valg. Luftkvalitetskriteriet gir kun en døgnverdi, og er ikke knyttet til et tillatt antall døgn over.

for overskridelse ved Vårveien. Også sannsynligheten for overskridelse av PM_{10} reduseres fra 82% til 69% ved Bangeløkka.



Figur 34: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for $PM_{2,5}$ for Referansesituasjonen 2030. Grenseverdien for årsmiddelverdi er på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ markert som overgangen til rødt og luftkvalitetskriteriet ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er markert som overgangen til gult



Figur 35: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{10} for et utsnitt av modellområdet for Referansesituasjonen 2030 og 2030 med redusert utslipp fra vedfyring. Grenseverdien for årsmiddelverdi ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er markert som overgangen til rødt

Tabell 13: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med PM_{10} -nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften i Referansesituasjonen 2030 og 2030 med rentbrennende ovner. Antall som eksponeres for ØVT og 26 døgn døgnmiddel ØVT er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (26 døgn eller mer over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over øvre vurderingsterskel (26 døgn eller mer over $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
2030	1 000	300	4 000	3 800
2030 rbov	500	200	3 100	3 100

Tabell 14: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med $PM_{2,5}$ -nivåer over grenseverdien gitt i forurensningsforskriften for 2021 og 2030. Antall som eksponeres for årsmiddel over ØVT og luftkvalitetskriteriet er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over <u>juridisk grenseverdi</u> ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel luftkvalitetskriteriet ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
2030	50	51 000	17 000
2030 rbov	0	16 000	700

I dette «rbov»-scenariet er det som nevnt antatt at *vedforbruket* er uendret fra 2021 til 2030. Vedforbruket de siste 10 årene fram til 2019/2020 har vist en nedadgående trend (SSB tabell 09703), men med dagens strømpris-situasjon er det usikkert hvordan denne utviklingen vil bli fremover. Fra 2020 til 2021 økte vedforbruket i Viken med nesten 30%. Dette kan skyldes en kombinasjon av høy strømpris og økt bruk av hjemmekontor.

Det er viktig at kommunen gir innbyggerne god informasjon om negative helseeffekter knyttet til vedfyring og hvordan den enkelte kan bidra til å redusere utslippene gjennom å unngå unødvendig fyring og bedre fyringsvaner, samt fordelene med mer miljøvennlige energiløsninger som f.eks. varmepumpe. Dette kan f.eks. gjøres gjennom målrettede informasjonskampanjer i starten av vedfyringssesongen og i perioder hvor målingene viser særlig høye verdier av $PM_{2,5}$.

4.6 Anleggsvirksomhet

Bygge- og anleggsaktiviteten i kommunen kan bidra til betydelig mer veistøv på veinettet gjennom tilsmussing som følge av bla. massetransport til og fra anleggsplassene. Følgende prosesser kan bidra til svevestøv i forbindelse med bygge- og anleggsvirksomhet:

1. Vind: Byggeaktivitet graver opp jord og masse som under sterke vindforhold vil kunne virvles opp.
2. Mekanisk masseforflytning: Skraping, lasting, knusing og transport av masse kan være en kilde til svevestøv.
3. Trafikk og dekk: Gjørme, sand o.l. festes til dekkene til kjøretøy og kan bli dratt ut på omkringliggende veier der det kan virvles opp videre av trafikk eller vind.
4. Frakt: Massetransport på åpne lasteplan kan være en kilde til svevestøv dersom materialet virvles opp fra planet.

Metoden «EmSite» er benyttet for å beregne bidrag fra anleggsvirksomhet (se Vedlegg A6). Punkt 3 og 4 er ikke dekket av modellen. Kildeallokeringen i kap. 3.5.3 viser at bidraget fra anleggsvirksomhet, med det som modellen inkluderer, gir et relativt beskjedent bidrag til konsentrasjonen ved målestasjonene. Sammenligningen med målinger (kap. 3.5.1) viser at beregningene gir en viss underestimert. Dette *kan* skyldes at beregningene mangler bidrag fra anleggstransport forbi målestasjonene som gir bidrag gjennom mekanismene 3 og 4 over.

Drammen kommune opplyser at anleggsarbeidet i forbindelse med Bane Nors utbygging av Drammen-Kobbervikdalen har medført store masseuttak og transport blant annet i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate forbi Bangeløkka målestasjon. Dette kan ha medført høyere støvutslipp, både direkte og gjennom oppvirvling, i området hvor denne transporten foregår.

Aktuelle tiltak kan være vanning eller annen støvbinding, tildekking av last, vask av hjul før de kjører ut på offentlig vei, bruk av tette lasteplan, fast dekke på anleggsveier og intensivt renhold på veinettet rundt anleggsområdet.

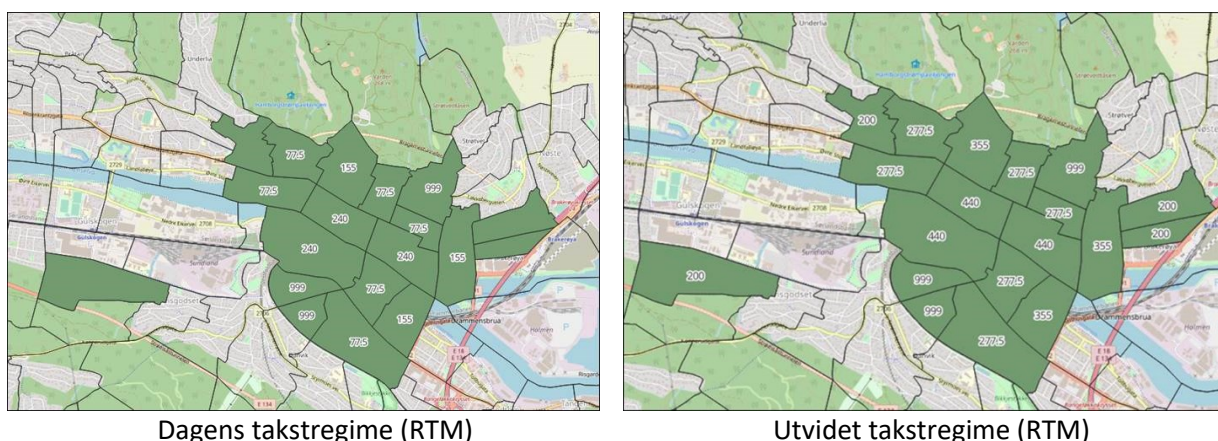
Et viktig tiltak framover vil være å stille tydelige krav til bygg-/anleggsvirksomhet om støvreduserende tiltak. I de nye planbestemmelsene til kommuneplanens arealdel (kap. 10.5.1/10.5.2) stilles det krav til at retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanleggingen T-1520 skal tilfredsstilles. Kommunen har i liten grad hjemmel for å kreve en bestemt type tiltak (f.eks. vasking av hjul eller tildekking av last), men kommunen kan kreve at det skal utarbeides en plan for bygge- og anleggsfasen og som forurensningsmyndighet kan kommunen kreve at grenseverdier skal overholdes. Etter bestemmelsene i ny kommuneplanens arealdel som nå er til høring, skal det etableres en *miljøoppfølgingsplan* (MOP) som sikrer gjennomføring og dokumentasjon av tiltakene som beskrevet i *miljøprogrammet* ved gjennomføring av bygge- og anleggsprosjekter. Miljøprogrammet skal utarbeides etter prinsippene i NS 3466:2009 «Miljøprogram og miljøoppfølgingsplan for ytre miljø for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen». Miljøprogrammet skal beskrive miljømål blant annet for utslipp til luft.

Drammen kommune bør videre intensivere tilsynet med anleggsvirksomhet i kommunen og påse at de gjennomfører tiltak som angitt i miljøplanene og at disse er tilstrekkelige med hensyn til å unngå nedsmussing av veinettet i kommunen. Tilsyn er arbeidskrevende og krever at det blir avsatt tid og ressurser. Graveforvaltningen i Drammen kommune fører i dag tilsyn med bygg- og anlegg i kommunen i dag og pålegger utbygger å utføre renhold i omkringliggende gater.

4.7 Parkeringsrestriksjoner

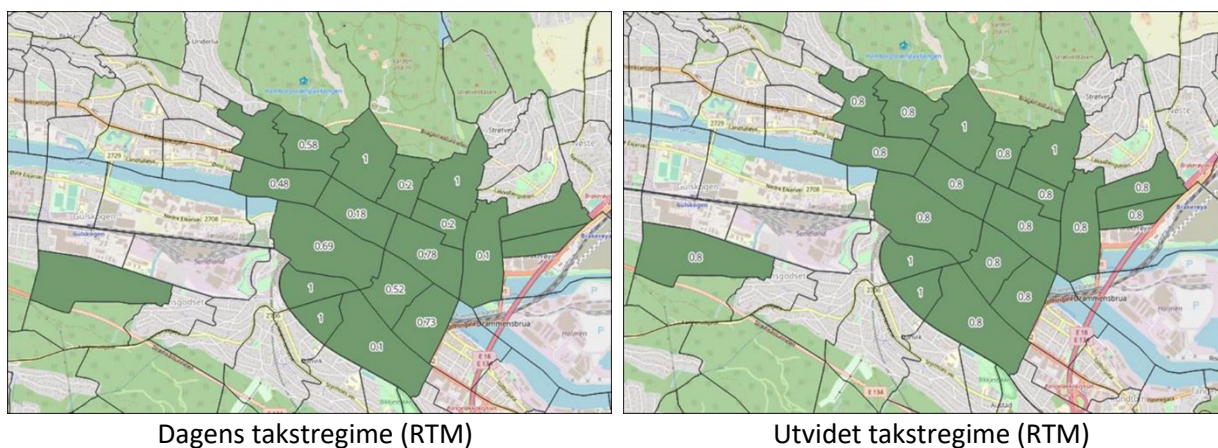
Drammen kommune har en ny parkeringsstrategi²⁶ på høring i 2022/2023 som beskriver hvordan kommunen vil bruke parkering til å videreutvikle kommunen. Parkeringsstrategien er forankret i Kommuneplanens samfunnsdel med delmål om å redusere klimagassutslipp, samt samarbeidet Buskerudbyen der nullvekstmålet for personbiltrafikken er ett av målene.

Parkeringsstrategien angir soner for avgiftsparkering, sone- og beboerparkering, samt områder som skal utredes for parkeringsregulering. Det er utviklet et trafikksenario i prosjektet basert på eksisterende og nye soner for parkering som vist i Figur 36 og Figur 37. Økte parkeringskostnader er bare lagt på langtidsparkering (dvs. arbeidsreiser), korttidsparkeringen er ikke endret etter innspill fra arbeids- og styringsgruppe i prosjektet. Det er lagt til en økning i 200 kr for langtidsparkering i utvalgte soner (døgn) ut fra dagens parkeringskostnad gjeldende både offentlige og private parkeringsplasser. Utvalget av soner er gjort på bakgrunn av kommunens parkeringsstrategi.



Figur 36: Dagens soner og utvidede soner for parkering med angitt takst per døgn.

²⁶ <https://www.drammen.kommune.no/globalassets/politikk-og-samfunn/kunngjoringer/dokumenter/parkeringsstrategi-med-parkeringsnorm-horingsutgave.pdf>



Figur 37: Dagens andel som betaler parkering per sone iht. Dagens situasjon og med utvidet takstregime.

Effektene av utvidet takstregime er som forventet gitt forutsetningene. Trafikken for hele Buskerudbyområdet faller med omtrent 0,6% for de bosattes reiser og dette gir en reduksjon på ca. 1% i Drammen kommune. Dette er i tråd med tidligere analyser. Reduksjonen forbi målestasjonene er på 3% ved både Vårveien (Rosenkrantzgate, FV 283) og Bangeløkka (Bjørnstjerne Bjørnsonsgate).

Effekten av denne trafikkreduksjonen på beregnet konsentrasjon er relativt liten, og resultatet på målestasjonene viser også dette (se oppsummering i kap. 4.9). Tabell 15 viser ingen endring i befolkningseksponering innenfor avrundede eksponeringstall.

Tabell 15: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med PM_{10} -nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften i Referansesituasjonen 2030 og 2030 med utvidet parkeringsregime. Antall som eksponeres for $\overline{O}VT$ og 26 døgn over døgnmiddel $\overline{O}VT$ er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (26 døgn eller mer over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over øvre vurderingsterskel (26 døgn eller mer over $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
2030	1 000	300	4 000	3 800
2030 prk	1 000	300	4 000	3 700

For å få mer ut av virkemiddelet parkering kan området som er omfattet av parkeringsavgift økes, antall parkeringsplasser reduseres og taksten for korttidsparkering økes.

4.8 Redusert trafikkvekst ved bompenger

Det har vært et ønske fra styringsgruppen i prosjektet å utrede et alternativ med redusert trafikk ved bompenger. Det er derfor gjort en egen trafikkberegning med et bynært snitt som bygger på bomkonsept 7 (K7) i det faglige grunnlag for finansiering²⁷ av Buskerudbypakke 2 som ble utarbeidet av SVV og TØI i 2018. Det må understrekes at K7 er rekonstruert fra opplysninger i notatet og at det vil kunne være enkelte forskjeller til hva som er beregnet her.

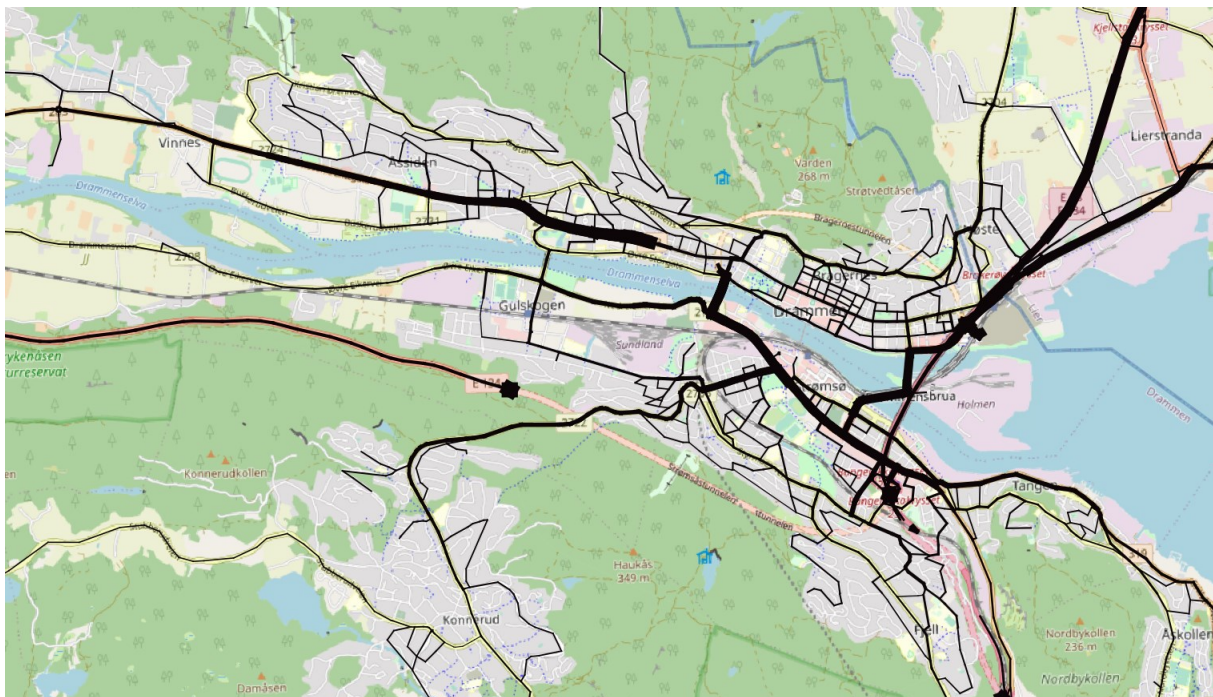
²⁷ <https://www.buskerudbyen.no/fakta/buskerudbypakke-2-finansiering/>

Beregningene bygger på følgende forutsetninger:

- Det er lagt til grunn K7 hva gjelder plassering av snitt
- Det er benyttet timesregel og toveisinnkrevning (likt som i Byvekst-analysene), i tillegg til samme rabattsatser (20 % for arbeid, 10 % for øvrige formål).
- Det er benyttet døgntakst på 26,4 kroner (2022-kr) for lette, mens tunge er lagt inn med det dobbelte (53 kroner). I Byutredningen er det lagt til grunn separate takster i rush og lav, mens det her er det valgt å legge inn et snitt av rush- og lavtakst fra K7 som er lik over hele døgnet.

Det har ikke vært tid eller ressurser til å gjøre en fullstendig kontroll av alle bomsnitt mot tidligere beregninger. Dette skyldes også at vi ikke har navn på alle snitt som oppgis i sammenligningsgrunnlaget (tabell 5.8 i finansieringsnotatet). Snittnedgangen for alle bomsnitt var på rundt 25 % i K7 i den gamle beregningen fra TØI. Basert på en del stikkprøver, ser effekten ut til å være nokså lik i våre beregninger, liggende på mellom 20-30% reduksjon i Bjørnstjerne Bjørnsons gate + Rosenkrantzgaten, samt noe andre veger vi vurderte.

Som Tabell 16 viser går totalt trafikkarbeid ned med ca. 7 % i Drammen kommune. For lette kjøretøy er nedgangen nesten 8%. I TØIs beregninger som gjaldt hele Buskerudbyen, ikke bare Drammen kommune, falt trafikkarbeidet med 12 %. Merk at selv om det er lagt en betydelig bomtakst også på tunge kjøretøy så endres totalt trafikkarbeid i liten grad. Det skyldes at matrisene for godstransport er «faste» i modellen, og en bomring kan bare endre veivalget mellom soner. Reduksjonen forbi målestasjonene er på 13% ved Vårveien (Rosenkrantzgate, FV 283) og 20% ved Bangeløkka (Bjørnstjerne Bjørnsonsgate).



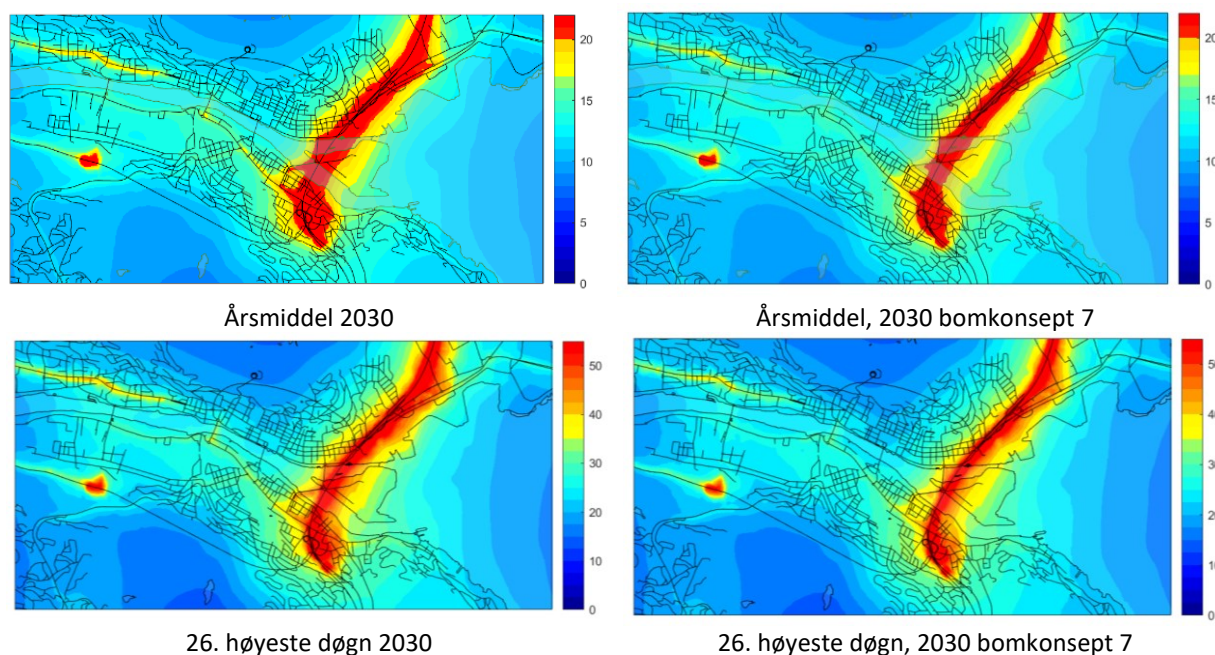
Figur 38: Kvalitativ framstilling av trafikkreduksjon for lette kjøretøy ved bomkonsept 7. De tykkeste veilenkene har reduksjon på mellom ca. 5000 og 8000 ÅDT.

Tabell 16: Trafikkarbeid (kjørte km) i Drammen kommune for ulike kjøretøygrupper for dagens Referansesituasjonen 2030 og 2030 med bomkonsept 7

Trafikkarbeid (mill. kjt-km per år)	Referanse 2030	2030 med bom K7	%-vis endring
Lette kjøretøy	1 036	958	-7,6%
Tunge kjøretøy	108	108	-
Busser	8,2	8,2	-
Totalt	1 153	1 075	-6,8%

Effekt på luftkvalitet er vist for årsmiddel og 26. høyeste døgnmiddel i Figur 39. Tiltaket reduserer områder over grenseverdien og ØVT. Tilsvarende er det også en vesentlig reduksjon i antall som eksponeres for disse nivåene som vist i Tabell 17.

Effekten av tiltaket på målestasjonene er også god. På Bangeløkka reduseres sannsynligheten for overskridelse av årsmiddel fra 82% til 70% og sannsynligheten for overskridelse av antall døgn over grenseverdien fra 67% til 46%. Effekten på PM_{2,5}-konsentrasjonene er relativt liten. Flere resultat er gitt i oppsummeringen i kap. 4.9.



Figur 39: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon og 26. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for et utsnitt av modellområdet for Referansesituasjonen 2030 og 2030 med bomkonsept 7. Grenseverdien for årsmiddelverdi er på 20 µg/m³ og for døgnmiddel er på 50 µg/m³ (markert som overgangene til rødt)

Tabell 17: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med PM₁₀-nivåer over grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften i Referansesituasjonen 2030 og 2030 med bomkonsept 7. Antall som eksponeres for ØVT og 26 døgn døgnmiddel ØVT er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over juridisk grenseverdi (20 µg/m ³)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over juridisk grenseverdi (26 døgn eller mer over 50 µg/m ³)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel (17 µg/m ³)	Antall som eksponeres for døgnmiddel over øvre vurderingsterskel (26 døgn eller mer over 35 µg/m ³)
2030	1 000	300	4 000	3 800
2030 bom	500	200	3 400	3 200

4.9 Beregning av samlet effekt av tiltakene

Det er foretatt beregninger av effekten av en tiltaksapakke («alle») bestående av følgende tiltak:

- Økt piggfriandel fra 85% til 90% for lette kjøretøy (**90%**)
- Redusert hastighet på E18 til 80 km/t og i Rosenkrantzgate til 50 km/t (**es2**)
- Redusert vedfyring som følge av naturlig utskifting av vedovner til rentbrennende ovner og bedre fyringsvaner (**rbov**)
- Skifte til høyere asfaltkvalitet på fylkesveier (**s16**)
- Utvidet takst for langtidsparkering og områder som krever avgift (**prk**)

Redusert trafikkvekst ved innføring av bompenger slik det er beregnet i kap. 4.8 er *ikke* inkludert i tiltakspakken. Dette fordi det etter arbeids- og styringsgruppens vurdering ikke er sannsynlig at det vil være politisk flertall for en slik løsning for handlingsplanen som skal vedtas. Samarbeidet Buskerudbyen arbeider også for en løsning for byvekstavgift uten bompenger. Denne inneholder en rekke tiltak knyttet til arealplaner, mobilitet, kollektivtransport, fartsgrensereduksjon og hjemmekontor som det ikke har vært rom for å vurdere i denne tiltaksutredningen.

Resultatene av beregningene er først vist som effekt på målestasjonene og deretter som kart og befolkningseksponering.

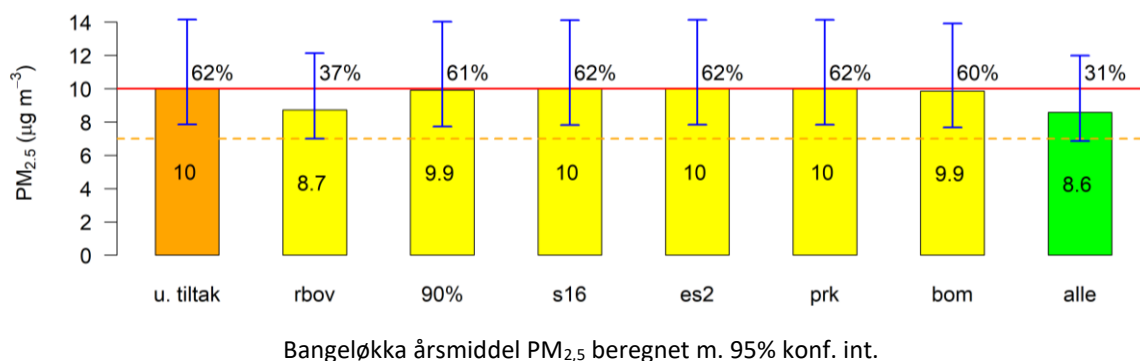
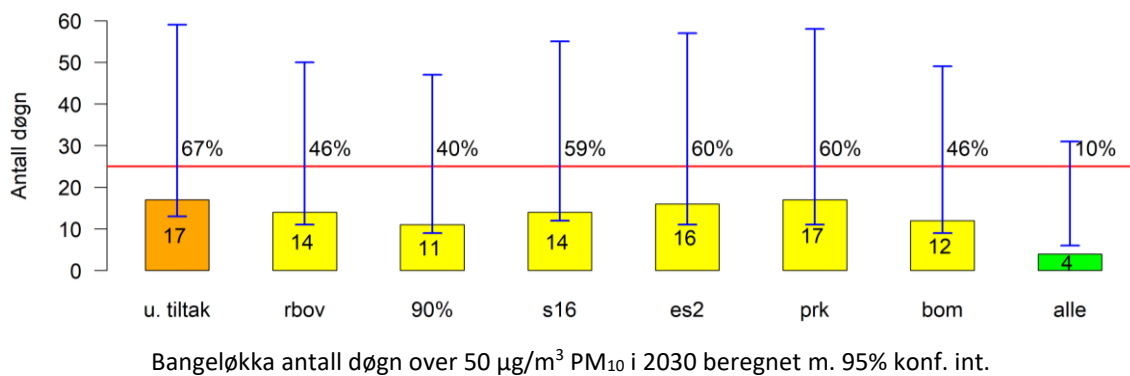
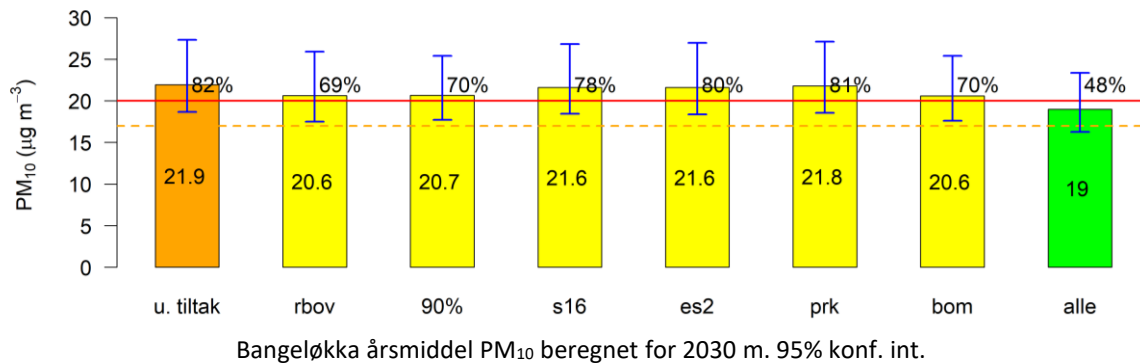
4.9.1 Effekt på målestasjonene og sannsynlighet for overskridelse

Figur 40 viser beregninger for Bangeløkka i 2030 uten tiltak, med hvert tiltak separat og samlet for tiltakspakken (**alle**) som er listet over. Denne viser at framskrivingen til 2030 med alle tiltak i tiltakspakken gir nivåer under forskriftens grenseverdier. Sannsynligheten for overskridelse av grenseverdien for PM₁₀ reduseres fra 82% for årsmiddel og 67% for døgnmiddel til henholdsvis 48% og 10% for tiltakspakken. De mest effektfulle tiltakene for reduksjon på målestasjonen er rentbrennende ovner (rbov) og økt piggfriandel (90%). Effekt av hastighetsreduksjon er ikke like tydelig grunnet avstand fra målestasjonen til E18. Innføring av bompenger er også effektivt, men omfattes altså ikke av tiltakspakken. For PM_{2,5} er rentbrennende ovner mest effektivt. Sannsynligheten for overskridelse av årsmiddel PM_{2,5} reduseres fra 67% til 31% for tiltakspakken.

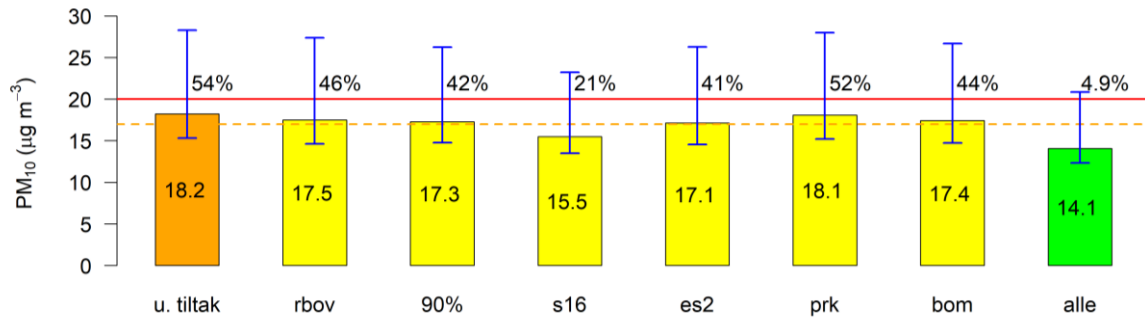
Figur 41 viser tilsvarende beregninger for Vårveien målestasjon i 2030. Sannsynligheten for overskridelse av grenseverdien for PM₁₀ reduseres fra over 50% til under 5% med tiltakspakken. De mest effektfulle tiltakene her er bedre asfaltkvalitet (s16), redusert hastighet (es2) og økt piggfriandel (90%). Rentbrennende ovner (rbov) bidrar også positivt, men i noe mindre grad her enn for Bangeløkka

hvor det etter beregningene er flere boliger med vedfyring som bidrar, samt at beregnede vindforhold spiller inn. Men for PM_{2,5} er «rbov» det mest effektfulle tiltaket og sannsynligheten for overskridelse reduseres til tilnærmet 0% selv om beregnet verdi ligger like over øvre vurderingsterskel (7 µg/m³). Ved Vårveien er det også god effekt på PM₁₀ av trafikkreduksjon ved bompenger, men tiltaket omfattes som nevnt ikke av tiltakspakken (alle).

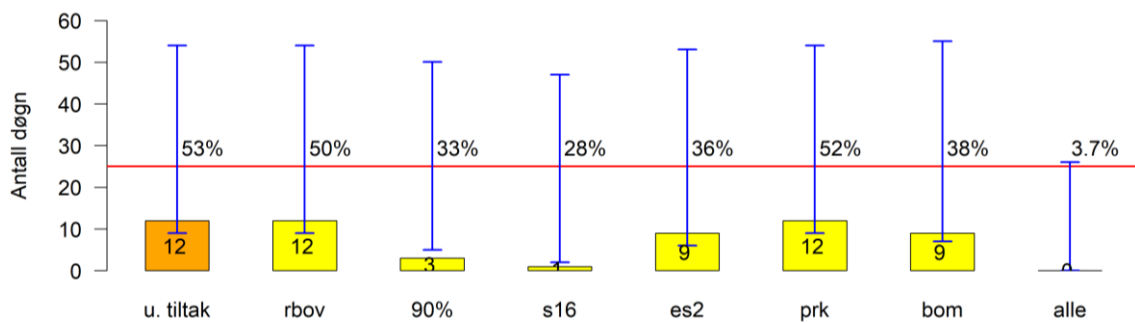
Ved bybakgrunnstasjonen Backeparken viser beregningene tilnærmet 0% sannsynlighet for overskridelse i 2030 uten tiltak (Figur 42). Beregningene viser effekt av rentbrennende ovner, men også av økt piggfriandel, høyere asfaltkvalitet og redusert hastighet.



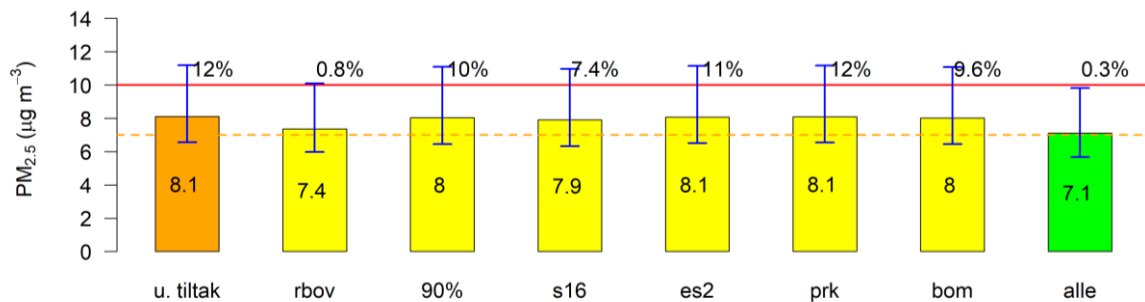
Figur 40: Beregnet situasjon uten tiltak (oransje) og effekt av hvert tiltak (gule søyler) og tiltakspakken (grønn søyle) ved den veinære målestasjonen Bangeløkka i 2030. Tiltakspakken (**alle**) inneholder alle tiltak utenom «bom».



Vårveien årsmiddel PM₁₀ beregnet i 2030 m. 95% konf. int.

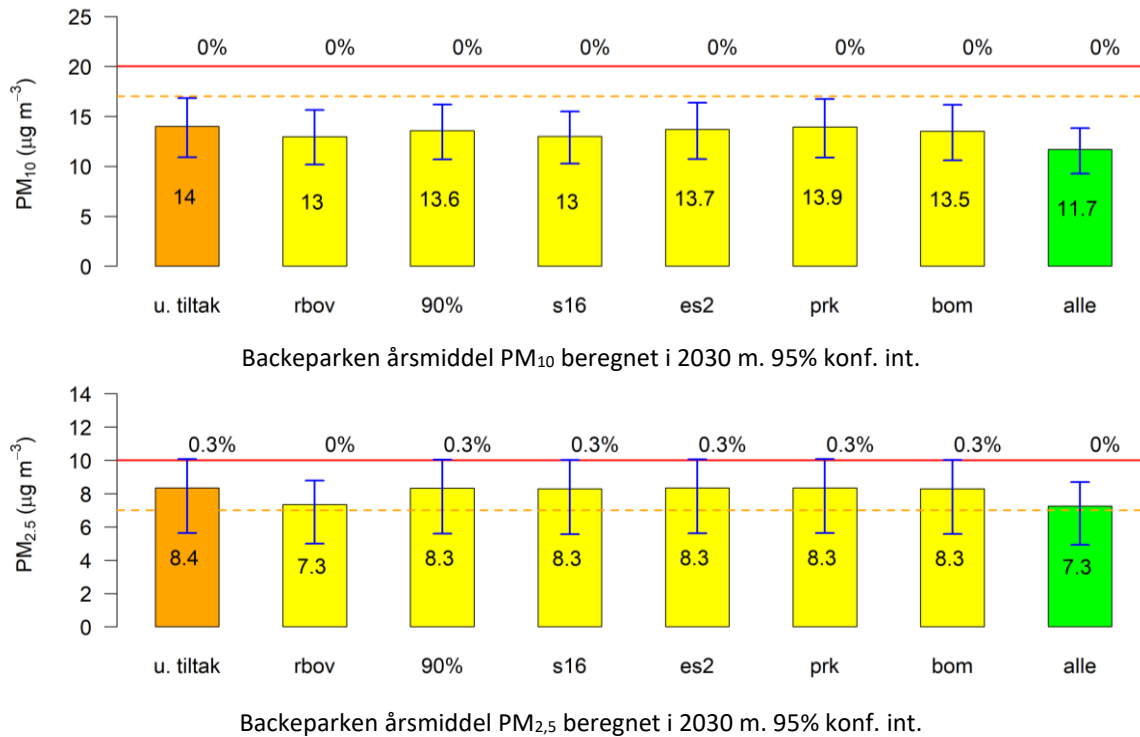


Vårveien antall døgn over 50 µg/m³ PM₁₀ beregnet i 2030 m. 95% konf. int.



Vårveien årsmiddel PM_{2,5} beregnet i 2030 m. 95% konf. int.

Figur 41: Beregnet situasjon uten tiltak (oransje) og effekt av hvert tiltak (gule søyler) og tiltakspakken (grønn søyle) ved den veinære målestasjonen Vårveien i 2030. Tiltakspakken (**alle**) inneholder alle tiltak utenom «bom».



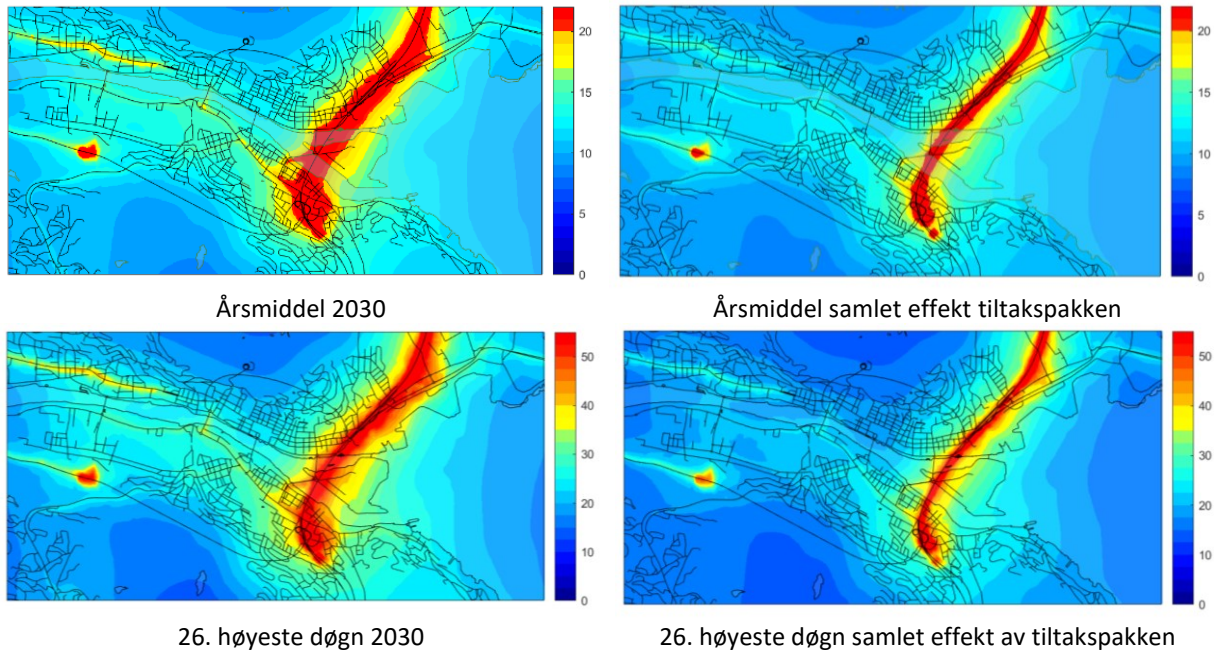
Figur 42: Beregnet situasjon uten tiltak (oransje) og effekt av hvert tiltak (gule søyler) og tiltakspakken (grønn søyle) ved bybakgrunnstasjonen Backeparken i 2030. Tiltakspakken (alle) inneholder alle tiltak utenom «bom».

4.9.2 Kart og befolkningseksposering

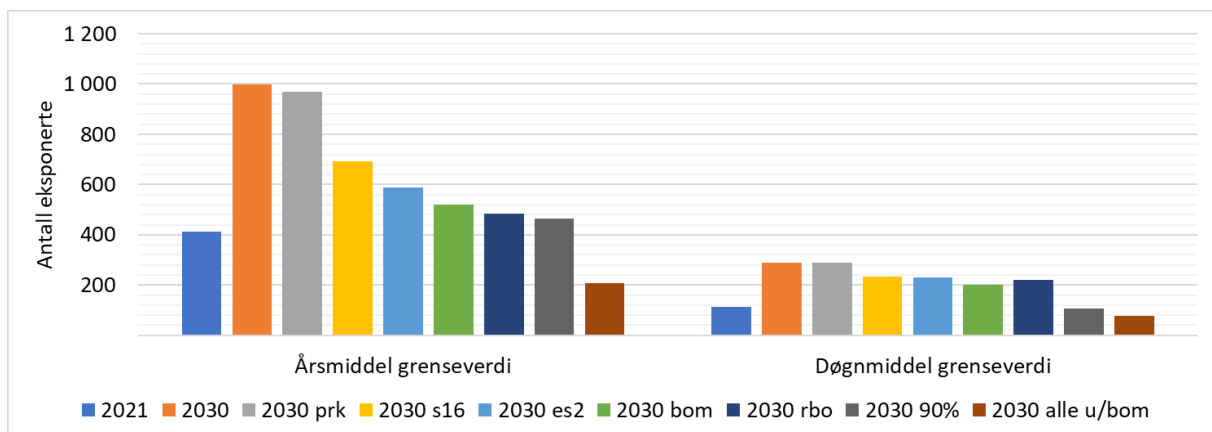
Figur 43 viser årsmiddelkonsentrasjon og det 26. høyeste døgnet for PM₁₀ for et utsnitt av Drammen der konsentrasjonene er høyest. Figuren viser Referansesituasjonen 2030 og 2030 med tiltakspakken (alle uten bom) som beskrevet over. Det er en tydelig reduksjon i områder over grenseverdien og områder over ØVT. Beregningene viser også at antall som bor innenfor rød luftzone etter T-1520 reduseres fra ca. 2 500 til ca. 700.

Figur 44 gir beregnet befolkningseksposering for PM₁₀ årsmiddel og døgnmiddel grenseverdi for Dagens situasjon 2021, Referansesituasjonen 2030 og hvert tiltak separat med tiltakspakken (alle u/bom) til slutt. For tiltakspakken er det en reduksjon i antall eksponerte for årsmiddel grenseverdi fra ca. 1 000 til ca. 200 og for døgnmiddel grenseverdi fra ca. 300 til ca. 80. Dette viser at effekten av samlet tiltakspakke er god. Eksposering av sårbar bebyggelse (se Figur 28) reduseres også betydelig ved tiltakspakken, og ingen bebyggelse er eksponert for nivåer over grenseverdiene.

I figuren er tiltakene rangert etter størrelsen på reduksjon i befolkningseksposering for årsmiddel grenseverdi (fra minst til størst). Figuren viser at det er størst effekt av økt piggfriandel (90%), bompenger og rentbrennende ovner, men miljøfartsgrense og forbedret asfaltkvalitet gir også en god reduksjon.

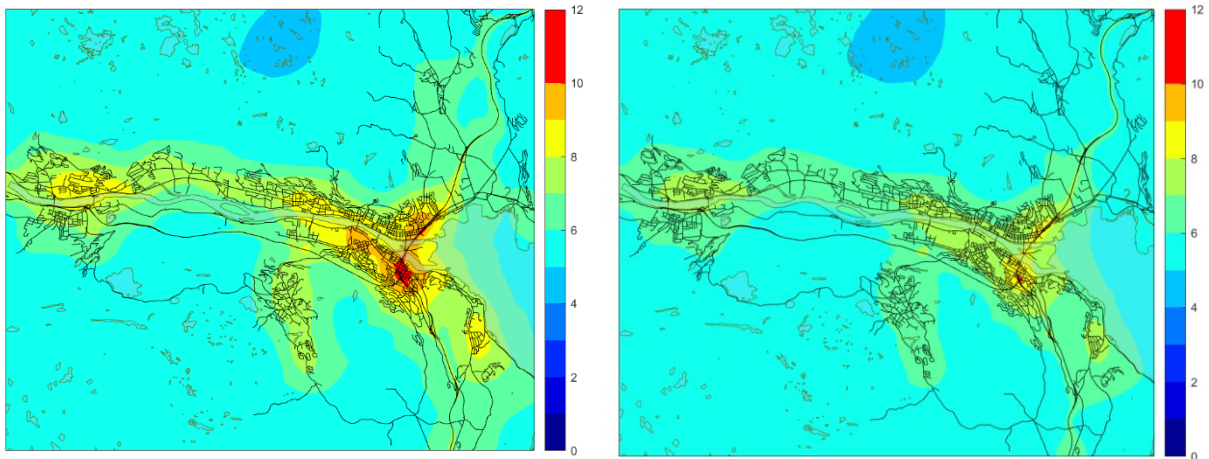


Figur 43: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon og 26. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for et utsnitt av modellområdet for Referansesituasjonen 2030 og 2030 med samlet effekt av alle tiltak (ikke bom). Grenseverdiene er markert som overgangen til rødt og $\emptyset VT$ som overgangen til gult.



Figur 44: Beregnet befolkningseksponering for årsmiddel og døgnmiddel grenseverdi (dvs. mer enn 25 døgn over $50\mu g/m^3$) for PM_{10} for Dagens situasjon 2021, Referansesituasjonen 2030 og deretter framskriving til 2030 med hvert tiltak separat. Til slutt er befolkningseksponeringen for tiltakspakken vist (2030 alle u/bom)

Figur 45 viser årsmiddelkonsentrasjonen for $PM_{2,5}$ for hele beregningsområdet for Referansesituasjonen 2030 og 2030 med samlet effekt av tiltakspakken. Denne viser at områder over grenseverdien og luftkvalitetskriteriet ($8\mu g/m^3$) er betydelig redusert. Tabell 18 viser også en betydelig reduksjon i antall som bor i områder over luftkvalitetskriteriet ved tiltakspakken. Det er tiltaket «rentbrennende ovner» som står for den desidert største reduksjonen i nivåer over grenseverdi og luftkvalitetskriterier for $PM_{2,5}$.



Referansesituasjonen 2030

2030 med samlet effekt av tiltakspakken

Figur 45: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for $PM_{2,5}$ for Referansesituasjonen 2030 og 2030 med samlet effekt av tiltakspakken. Grenseverdien for årsmiddelverdi er på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ markert som overgangen til rødt og luftkvalitetskriteriet ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er markert som overgangen til gult.

Tabell 18: Antall personer i Drammen som forventes å bo i områder med $PM_{2,5}$ -nivåer over grenseverdien gitt i forurensningsforskriften for 2021 og 2030. Antall som eksponeres for årsmiddel over ØVT og luftkvalitetskriteriet er også oppgitt.

Scenario	Antall som eksponeres for årsmiddel over <u>juridisk grenseverdi</u> ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel over øvre vurderingsterskel ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall som eksponeres for årsmiddel luftkvalitetskriteriet ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
2030	50	51 000	17 000
2030 alle	0	14 000	400

5 Anbefalt handlingsplan

Denne utredningen viser at det ikke finnes ett enkelttiltak som kan redusere konsentrasjonsnivåene i Drammen til under grenseverdiene i forurensningsforskriften. Drammen kommune må derfor sette sammen en plan med flere tiltak for å redusere luftforurensningen. Selv om framskrivingen er til 2030, så må Drammen kommune sammen med anleggseiere iverksette tiltak for å redusere nivåene på kortere sikt. Handlingsplanen indikerer også en tidsplan hvor flere tiltak er foreslått innført de nærmeste årene.

Tiltakene i eksisterende handlingsplan (se kap. 1.7 og Haug et al. (2017)) er gjennomgått og evaluert i arbeidsgruppa. Videre er det utarbeidet et forslag til en 9-punkts handlingsplan (Tabell 19) basert på resultatene fra denne utredningen.

Samlet effekt av handlingsplanen (tiltaksplan) er beregnet og presentert i foregående kapittel. Beregnet tiltaksplan inkluderer ikke tiltak nr. 2 (renhold- og støvbinding), nr. 6 (krav til luftkvalitet i bygge- og anleggsfasen), nr. 8 (måling, varsling og informasjon) og nr. 9 (redusert trafikkvekst ved bompenger). Beregningene viser at grenseverdien overholdes på alle målestasjoner i 2030 med tiltaksplanen som beskrevet i kap. 4.9. Men selv med tiltaksplanen er det noen som eksponeres for nivåer over grenseverdien der de bor, og det er beregnet ca. 50% / 30% sannsynlighet for overskridelse av grenseverdien for årsmiddel av PM_{10} / $PM_{2,5}$ ved Bangeløkka som kan inntreffe ved et annet meteorologisk år.

Særlig renhold- og støvbinding vil kunne ha ytterligere og svært god reduserende effekt på konsentrasjonene av PM_{10} . Beregningen for 2030 med tiltaksplanen har lagt til grunn en gitt trafikkvekst. Dersom denne veksten holdes nede, f.eks. gjennom tiltakene beskrevet i det faglige grunnlaget til Buskerudbyen (2021), kan situasjonen i 2030 være bedre enn beregnet. Dersom utviklingen de nærmeste årene viser at trafikken i Drammen vokser betydelig, kan tiltak nr. 9 med bompenger være aktuelt.

Det understrekes at måloppnåelsen for enkelte tiltak er usikker fordi det i dag ikke finnes konkrete virkemidler bak tiltakene. Dette gjelder spesielt for piggfriandelen (ingen piggdekkavgift) og for rentbrennende ovner og bedre fyringsvaner. Det er derfor viktig at utviklingen følges gjennom piggdekktekkninger og lokal kartlegging av vedfyring.

Listen med tiltak i Tabell 19 danner grunnlaget for handlingsplanen som skal behandles politisk av Drammen kommune. Til slutt er andre kommunale og fylkeskommunale planer, med tiltak som vil støtte opp om handlingsplanen for lokal luftkvalitet, listet opp.

Tabell 19: Anbefalt handlingsplan for lokal luftkvalitet i Drammen kommune. DK: Drammen kommune, VF: Viken fylkeskommune, SVV: Statens vegvesen

Tiltak	Ansvar	Status / forventet effekt	Anbefaling / kostnad /tidsplan (når tiltaket kan innføres)
1. Øke piggfriandelen til 90% for lette kjøretøy	DK VF eller SVV for tellinger	Økt piggfriandel vil redusere PM ₁₀ -konsentrasjonene vesentlig. Per i dag er piggfriandelen på 85% og den har vært stigende de siste årene. Måloppnåelsen om 90% er likevel usikker uten piggdekkavgift og det er vesentlig at piggfriandelen følges opp gjennom tellinger.	Det anbefales at piggdekkte tellinger gjenopptas. Anslått kostnad for tellinger i Drammen er 100 000 til 150 000 NOK. Det er ikke gjort noen kostnads- eller inntektsoverslag for piggdekkavgift, men generelt vil en slik ordning være inntektsbringende. Piggdekkavgift kan kombineres med en panteordning som typisk er 400 – 500 kr per innleverte dekk. En forutsetning for en høy piggfriandel er godt vintervedlikehold av veinettet. Holdnings- og informasjonskampanjer kan også ha noe effekt. Dersom trenden med økende piggfriandel fortsetter lineært som trenden mellom årene 2016 til 2020 kan 90% piggfriandel for lette oppnås i 2025.
2. Rengjøring og støvbinding	SVV/VF/DK	Rengjøring er et svært viktig tiltak for å redusere PM ₁₀ -konsentrasjonene, både årsmiddel og antall døgn. Tiltaket er vanskelig å effektberegne, men erfaring fra norske byer viser god effekt særlig når det jobbes forebyggende. Støvbinding kan redusere antall døgn med høye verdier. Det er ukentlig renhold på statlige og fylkesveier og «hyppig» renhold på kommunale veier med relativt stor trafikkbelastning.	Dagens regime for renhold i Drammen er allerede omfattende hva gjelder frekvens og omfang, og det anbefales at dette regimet opprettholdes. Men det kan jobbes enda mer målrettet og systematisk med å bedre rengjørings- og støvdempingsrutinene, samt legge til rette for bedre samhandling og erfaringsutveksling mellom vei-eierne (SVV, VF, DK) i kommunen. For å få til dette skal det opprettes et samarbeidsforum for de som har ansvar for rengjøring og støvdemping for veinettet i Drammen kommune med representanter fra SVV, VF, DK samt kontrollingeniørene ved behov. Kostnadene knyttet til drift av samarbeidsforumet vil være knyttet til ressurser for å delta på møtene og oppfølging i forkant og i etterkant av møtene. Det anslås cirka 2-4 møter i året. Pris for ukentlig renhold gjennom piggdekkesesongen er anslått til 400 og 800 kNOK på henholdsvis SVV og VF sine veier i Drammen. Pris for årlig feiing av kommunale veier, plasser og torg er på 1 000 kNOK, men prisen varierer med behovet (40% høyere i 2022). I disse prisestimatene er ikke vårfeiing, renhold av tunneler og annen vedlikeholds-feiing regnet inn. Drammen kommune har et budsjett på 2 500 kNOK for dette. Samarbeidsforumet er allerede etablert. Det er ellers ingen tidsplan knyttet til dette tiltaket.
3. Redusert hastighet på E18 og FV283 (Miljøfartsgrense)	SVV/VF	Tiltaket er forventet å ha moderat til god effekt på PM ₁₀ (årsmiddel og døgnmiddel) nær veiene hvor hastigheten reduseres. Tiltaket er også potensielt støyredukerende. God effekt forutsetter overholdelse av de reduserte fartsgrensene.	Tiltaket anbefales innført i piggdekkesesongen når produksjonen og konsentrasjonen av svevestøv er størst. Kostnaden for omskilting på E18 er anslått til mellom 50 kNOK og 100 kNOK. Det er forventet noe lavere kostnad til omskilting av FV283. Tiltaket kan innføres relativt raskt etter saksbehandling i relevante instanser, anslagsvis i 2024.

Tiltak	Ansvar	Status / forventet effekt	Anbefaling / kostnad /tidsplan (når tiltaket kan innføres)
4. Økt asfaltkvalitet på fylkesveiene	VF	Tiltaket har god effekt på PM ₁₀ nær veiene hvor det legges asfalt med høyere kvalitet. Mer slitesterk asfalt kan gi økt støy.	Tiltaket anbefales særlig i kombinasjon med redusert hastighet. Grovere asfalttyper kan gi mer støy og dette bør utredes nærmere før asfalttypen legges. Det kan også innhentes erfaring fra Trondheim og andre byer der dette er forsøkt. VF opplyser at kostnad for skjelettasfalt (Ska) er ca. 10-15% høyere enn for asfaltbetong (Ab). Det er forventet lenger levetid, så i et livsløpsperspektiv er sannsynligvis kostnaden sammenlignbar. Det er planlagt asfaltering av enkelte deler av FV283 i 2024 og i den forbindelse kan denne asfalttypen legges. Det kan være fornuftig å prøve tiltaket på en begrenset strekning først før ny asfalt skal legges på en større strekning.
5. Reduserte utslipp fra vedfyring ved 90% rentbrennende og bedre fyringsvaner.	DK	Tiltaket har svært god effekt på PM _{2,5} , men også en moderat til god effekt på årsmiddel PM ₁₀ . Måloppnåelsen er usikker fordi virkemidlene er basert på informasjonskampanjer og «naturlig utskifting». Per i dag fyres det ca. 70-80% i nye rentbrennende ovner i Drammen. Dette anslaget er usikkert.	Tiltaket anbefales. For å dokumentere bedre hvor mye som faktisk fyres i gamle og i rentbrennende vedovner i Drammen, bør det bestilles en spesialundersøkelse tilsvarende den som ble utført av SSB i 2010. Kostnaden for en slik undersøkelse må innhentes, men er forventet å være i størrelsesorden 400-500 kNOK. Informasjon som kan føre til bedre fyringsvaner og mindre fyring på dellast («småfyring») bør iverksettes ved første fyringssesong (2023-2024) og intensiveres i perioder med høye PM _{2,5} -konsentrasjoner. Bedre fyringsvaner kan gi en effekt på relativt kort sikt, mens naturlig utskifting av vedovner til 90% fyring i rentbrennende ovner, er antatt å ha en tidshorisont til 2030.
6. Krav til luftkvalitet i bygge- og anleggsfasen gjennom Miljøoppfølgingsplan	DK	Potensielt god effekt på PM ₁₀ i de periodene med høy aktivitet og mye massetransport. Tiltak mot massetransport er vanskelig å effektberegne.	Tiltaket anbefales. Ifølge bestemmelsene til kommuneplans arealdel (ny på høring) for Drammen skal det ved gjennomføring av bygge- og anleggsprosjekter (tiltak) etableres en <i>miljøoppfølgingsplan</i> (MOP) som sikrer gjennomføring og dokumentasjon av tiltakene som beskrevet i <i>miljøprogrammet</i> . Miljøprogrammet skal beskrive miljømål blant annet for utslipp til luft. Det vil typisk være entreprenør eller byggherre som er ansvarlig for å følge opp planen, men det kan være hensiktsmessig at kommunen setter av midler til tilsyn med denne oppfølgingen. Graveforvaltningen i Drammen kommune fører tilsyn med bygg- og anlegg i kommunen i dag og pålegger utbygger å utføre renhold i omkringliggende gater.
7. Redusert trafikk ved økte kostnader for langtidsparkering	DK	Etter beregningene er det liten effekt på PM ₁₀ og PM _{2,5} .	Tiltaket kan anbefales, men vil ha bedre effekt hvis det kombineres med å innskrenke antall parkeringsplasser og også øke taksten på korttidsparkeringen.

Tiltak	Ansvar	Status / forventet effekt	Anbefaling / kostnad / tidsplan (når tiltaket kan innføres)
8. Måling, varsling og informasjon	DK	Ingen direkte effekt på luftkvaliteten, men indirekte gjennom at data går inn som beslutningsstøtte for strakstiltak mot svevestøv og varsling av befolkningen. Nødvendig for å verifisere overholdelse av forskriftskrav for PM ₁₀ , PM _{2,5} og NO ₂ samt for verifisering av modellberegninger (bla. Varslingstjenesten). Det gjennomføres kontinuerlige målinger av PM ₁₀ og NO ₂ ved Bangeløkka (for tiden nede pga. vedlikehold) og av PM ₁₀ og PM _{2,5} ved Backeparken og Vårveien.	Det anbefales at Drammen fortsetter sine målinger av luftkvalitet på to veinære og en bybakgrunnsstasjon, samt fortsetter målingene av meteorologi ved Vårveien, Gulsbogen og Marientlyst. Det anbefales også at Bangeløkka utvides til å måle PM _{2,5} fordi beregningene indikerer at konsentrasjonene av PM _{2,5} er høyere her enn ved Vårveien. Kostnader for Vårveien og Backeparken inkludert lønnskostnader ligger på rundt 600 000 kr per år og inkluderer også met-målingene. Tiltaket er løpende. Det anbefales at nedetiden for Bangeløkka blir så kort som mulig.
9. Redusert trafikkvekst ved bompenger	DK	Tiltaket vil ha en god effekt på PM ₁₀ ved beregnet trafikkreduksjon både ved målestasjonene og totalt for befolkningseksponering. Det har så langt ikke vært politisk flertall for bomring i Drammen.	Tiltaket anbefales dersom trafikken vokser i betydelig grad i årene framover. Merk at Drammen kommune kan ha trafikkvekst selv om nullvekstmålet oppnås. Dette er fordi nullvekst bare gjelder personbiler og næringstrafikk og gjennomfartstrafikk er unntatt. Kostnader og inntekter ved innføring av bompenger er ikke beregnet.

Andre kommunale og fylkeskommunale planer med tiltak som vil støtte opp om handlingsplanen for lokal luftkvalitet

Tiltak	Ansvar	Mål og tiltak	Generelt om effekt på luftkvalitet
Samarbeidet Buskerudbyen: DK har sluttet seg til nullvekstmålet for persontransport	DK	Nullvekstmålet er i denne sammenhengen målt på persontransport i hele Buskerudbyen. Beregningene som viser nullvekst legger knutepunktsutvikling, fartstreduksjon i sentrumsområder (til 30 km/t) og tilrettelegging for hjemmekontor (færre arbeidsreiser) til grunn.	Redusert trafikk internt i kommunen vil bidra til mindre trafikk på hovedveiene og redusert utslipp av veistøv. Dette vil kunne redusere PM ₁₀ konsentrasjonene.
DK Klimastrategi		Som beregningene i denne utredningen viser vil «utslippsfrie løsninger» for transport som ikke er trafikkreduserende ha begrenset betydning for luftkvaliteten, fordi veistøvet ikke reduseres. Tiltak som reduseres personbiltransporten (sykkel, gange, kollektiv) vil ha en positiv effekt på svevestøv.	
Samferdselsstrategi 2022-2033	VF	Strategien nevner flere virkemiddel for å redusere luftforurensning, blant annet hastighetsreduksjon, arealplanlegging, redusere biler i bysentrum, styrke kollektiv- og sykkeltilbud.	Redusert biltrafikk og hastighetsreduksjon vil kunne ha en positiv effekt på luftkvaliteten.
Kommuneplanens arealdel med bestemmelser (ny på høring)	DK	Kommuneplanens arealdel støtter opp under intensjonene i Samarbeidet Buskerudbyen med blant annet knutepunktsutvikling og fortetting. Planbestemmelsene til kommuneplanens arealdel stiller krav til at retningslinje T-1520 skal tilfredsstilles.	Krav til tilfredsstillelse av T-1520 kan forhindre eksponering for høye nivåer.

6 Referanser

- Buskerudbysamarbeidet. (2021). *Byvekstavtale for Buskerudbyen. Faglig grunnlag for forhandlinger*. <https://www.buskerudbyen.no/buskerudbyen-klar-for-byvekstavtale/>
- Bymiljøetaten Oslo kommune. (2023). *Utredning og faglige anbefalinger til innføring av nullutslippssone i Oslo*. https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2023/01/Nullutslippssone_Utredning-og-faglige-anbefalinger-til-innforing-i-Oslo-Bymiljoeaten.pdf
- Denby, B. R., Gauss, M., Wind, P., Mu, Q., Grøtting Wærsted, E., Fagerli, H., Valdebenito, A., & Klein, H. (2020). Description of the uEMEP_v5 downscaling approach for the EMEP MSC-W chemistry transport model. *Geoscientific Model Development*, 13(12), 6303–6323. <https://doi.org/10.5194/gmd-13-6303-2020>
- Denby, B. R., & Sundvor, I. (2012). *NORTRIP model development and documentation: NON-exhaust Road TRaffic Induced Particle emission modelling (OR 23/2012)*. NILU. <https://hdl.handle.net/11250/2717707>
- Denby, B. R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzler, M., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., & Omstedt, G. (2013). A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling. *Atmospheric Environment*, 77, 283–300. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.04.069>
- 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.: Bd. 2008/50/EC*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/50/oj>
- European Environmental Agency (EEA). (2022). *Air quality in Europe 2022—European Environment Agency [Briefing]*. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/air-quality-in-europe-2022>
- Folkehelseinstituttet. (2022). *Håndbok for uteluft—Luftkvalitetskriterier*. <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/>
- Grythe, H., Lopez-Aparicio, S., Vogt, M., Vo Thanh, D., Hak, C., Halse, A. K., Hamer, P., & Sousa Santos, G. (2019). The MetVed model: Development and evaluation of emissions from residential wood combustion at high spatio-temporal resolution in Norway. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(15), 10217–10237. <https://doi.org/10.5194/acp-19-10217-2019>
- Grythe, H., Lopez-Aparicio, S., Weydahl, T., & Høyem, H. (2022). Decoupling Emission Reductions and Trade-Offs of Policies in Norway Based on a Bottom-Up Traffic Emission Model. *Atmosphere*, 13. <https://doi.org/10.3390/atmos13081284>
- Hagen, L. O., & Schaug, J. (2005). *Miljøfartsgrense i Oslo. Effekt på luftkvaliteten av redusert hastighet på rv 4*. (OR 41/2005). NILU. <https://hdl.handle.net/11250/2718815>
- Hagman, R., Gjerstad, K. I., & Amundsen, A. H. (2011). *NO₂-utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer (Nr. 1168/2011)*. TØI. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=22618>
- Hamer, P. D., Walker, S.-E., Sousa Santos, G., Vogt, M., Vo, D. T., Lopez-Aparicio, S., Schneider, P., Ramacher, M. O. P., & Karl, M. (2020). The urban dispersion model EPISODE v10.0 – Part 1: An Eulerian and sub-grid-scale air quality model and its application in Nordic winter conditions. 4323-4353. <https://doi.org/10.5194/gmd-13-4323-2020>
- Haug, T. W., Solli, H., Høiskar, B. A. K., Sundvor, I., & Johnsrud, M. (2017). *Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet. Drammen kommune (Urbanet rapport 90/2017)*. <https://s3.eu-west-1.amazonaws.com/rr-urbanet/Filer-Dokumenter/Tiltaksutredning-for-lokal-luftkvalitet-rapport.pdf>

- Hoffmann, B., Boogaard, H., de Nazelle, A., Andersen, Z. J., Abramson, M., Brauer, M., Brunekreef, B., Forastiere, F., Huang, W., Kan, H., Kaufman, J. D., Katsouyanni, K., Krzyzanowski, M., Kuenzli, N., Laden, F., Nieuwenhuijsen, M., Mustapha, A., Powell, P., Rice, M., ... Thurston, G. (2021). WHO Air Quality Guidelines 2021—Aiming for Healthier Air for all: A Joint Statement by Medical, Public Health, Scientific Societies and Patient Representative Organisations. *International Journal of Public Health*, *66*, 1604465. <https://doi.org/10.3389/ijph.2021.1604465>
- Høiskar, B. A. K., Walker, S.-E., Weydahl, T., Markelj, M., Andersen, A., Lopez-Aparicio, S., & Grythe, H. (2022). *Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Lørenskog kommune* (NILU rapport 32/2022). NILU. Rapporten er ennå ikke publisert offentlig
- Jacobson, T., & Wågberg, L.-G. (2007). *Utveckling och uppgradering av prognosmodell för beläggningsslitage från dubbade däck samt en kunskapsöversikt över inverkan av faktorer: Version 3.2.03*. Statens väg- och transportforskningsinstitut. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-1632>
- Jermstad, L., Kleppesø, B., & Eika, E. (2021). *Bragernestunnelen—Funksjonsbeskrivels ventilasjon* (Nr. A502). Norconsult.
- Lopez-Aparicio, S., & Grythe, H. (2019). *Vurdering av rentbrennende vedovners betydning for partikkelutslipp i Oslo kommune. Effekt på svevestøvnivåer*. (NILU rapport 16/2019). NILU. <http://hdl.handle.net/11250/2634387>
- Lopez-Aparicio, S., & Grythe, H. (2022). *The EmSite model for high resolution emissions from machinery in construction sites* (NILU report 5/2022). NILU. <https://hdl.handle.net/11250/2979246>
- 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/10.1016/j.scitotenv.2020.137577>
- Miljødirektoratet. (2014). *Håndbok for kvalitetssystem for målinger av luftkvalitet. Del 1: Beskrivelse av kvalitetssystemet* (M-39/2014). <https://cmsapi-luft.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m39/m39.pdf>
- Norman, M., Sundvor, I., Denby, B. R., Johansson, C., Gustafsson, M., Blomqvist, G., & Janhäll, S. (2016). Modelling road dust emission abatement measures using the NORTRIP model: Vehicle speed and studded tyre reduction. *Atmospheric Environment*, *134*, 96–108. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.03.035>
- Reitan, K. M., Lysbakken, K. R., Gryteselv, D., & Snilsberg, B. (2018). *Driftstiltak mot svevestøv i Trondheim kommune: Erfaringsrapport for tiltak før og etter 2013* [Statens vegvesens rapporter]. Statens vegvesen. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2659509>
- Rødland, E. S. (2022). *Microplastic particles from roads and traffic: Occurrence and concentrations in the environment* [Doktorgradsavhandling, Norwegian University of Life Sciences, Ås]. <https://hdl.handle.net/11250/3014022>
- Seljeskog, M., Goile, F., & Skreiberg, Ø. (2017). Recommended Revisions of Norwegian Emission Factors for Wood Stoves. *Energy Procedia*, *105*, 1022–1028. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.447>
- Snilsberg, B. (2008). *Pavement wear and airborne dust pollution in Norway* [Doktorgradsavhandling NTNU]. <http://hdl.handle.net/11250/235839>
- Snilsberg, B., & Gryteselv, D. (2017). *Renholdsforøk 2016: Strindheimtunnelen og Haakon VII gate i Trondheim Stordalstunnelen i Møre og Romsdal* [Statens vegvesens rapporter]. Statens vegvesen. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2670383>
- Steinsland, C. (2021). *Trafikkutvikling i Buskerudbyen*. TØI.

The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA versjon 4.1). (2019).
<https://www.hbefa.net/e/index.html>

Weydahl, T., Grythe, H., Haug, T. W., & Høyem, H. (2018). *NERVE – Utslippsmodell for veitrafikk* (NILU rapport 28/2018). NILU. <http://hdl.handle.net/11250/2569414>

Weydahl, T., & Høiskar, B. A. K. (2022). *Revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Bergen* (NILU rapport 27/2022). NILU. <https://hdl.handle.net/11250/3013704>

Weydahl, T., Høiskar, B. A. K., Johnsrud, M., & Ranheim, P. (2020). *Revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Stavanger* (NILU 17/2020). <https://hdl.handle.net/11250/2685570>

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 bybakgrunnsområder²⁸. Rutenettet som er benyttet, har en oppløsning på 1x1 km² som vist i Figur 12. Den vertikale oppløsningen er på 35 ruter med en varierende vertikal oppløsning på 24 meter nederst mot bakken og økende slik at domenets høyde over havet blir ca. 3500 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 beregningspunkter (reseptorpunkter). Dette gjør modellen i stand til å beregne de høyere konsentrasjonsnivåene nær veiene, f.eks. ved målestasjonene som står veinært.

For å oppnå høy oppløsning for konsentrasjonsberegningene, er et stort antall (ca. 12 000) beregningspunkter (reseptorpunkter) blitt spredd utover modellområdet, hovedsakelig i Drammen. 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 grid med oppløsning på 10x10 m². Dette blir så benyttet for å etablere kartframstilling av konsentrasjonene.

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

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 Befolkningseksposering

Eksposering 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 oversendt fra SSB via Drammen kommune og gir informasjon om hvor mange personer som er bosatt på hver adresse (eller i hvert bygningspunkt) per 2022. Befolkningseksposeringen er beregnet ved en ekstra spredningsberegning der modellen beregner konsentrasjonen direkte i alle bygningspunkt istedenfor i reseptorpunkter som beskrevet over. Antall beboere per bygningspunkt som er eksponert for nivåer over en grenseverdi summeres og dette gir befolkningseksposeringen.

²⁸ Med bybakgrunnsområde menes områder i byen som ikke ligger nær veier med høy trafikkbelastning.

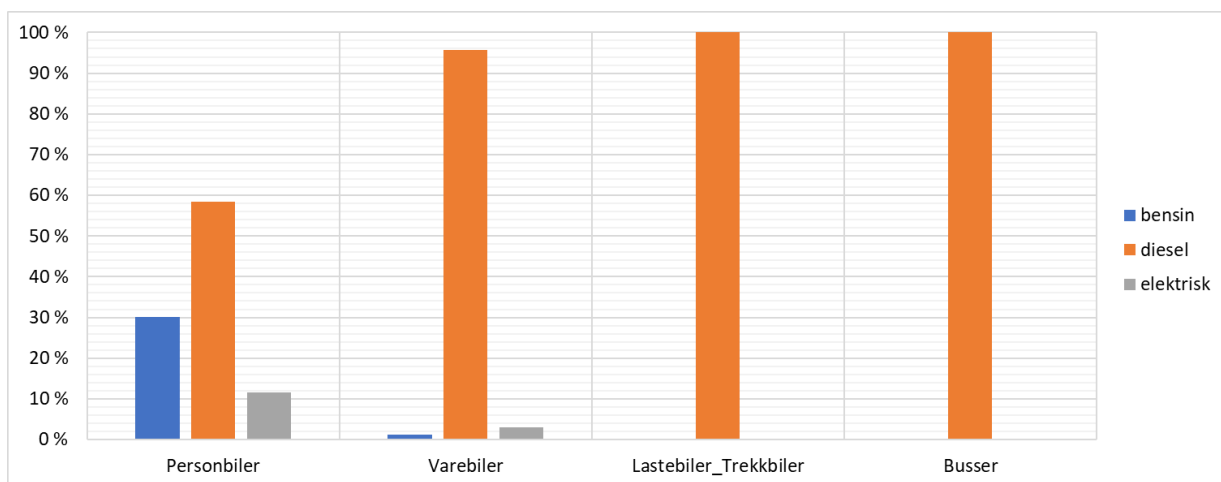
A3 Bilparksammensetning

Foruten trafikkmengde avhenger utslippene fra biltrafikken av drivstofftype og teknologistandard. Det er benyttet statistikk fra SSB for å beregne bilbestanden i Drammen kommune for 2021. Dette er en svært detaljert statistikk som deler inn bilparken i 546 forskjellige klasser. Kjøretøyparken er vektet etter årlig kjørelengde i SSBs kjørelengderegister og etter en antatt trafikkutveksling med nabokommunene (Weydahl et al., 2018) etter fordelingen Drammen (67,7%), Oslo (5,5%), Bærum (4,2%), Asker (5,9%), Lier (7,9%) og andre kommuner (8,8%). Etter denne vektingen vil de bilene som kjører mest også bidra mest til den gjennomsnittlige utslippsfaktoren for kjøretøygruppen.

Prosjektet er kjent med utfordringene knyttet til en stor andel «leasingbiler» registrert i Drammen kommune som ikke nødvendigvis kjører i kommunene. Siden eksos-bidraget er en relativt liten andel i PM₁₀ i både 2021 og 2030 og andelen i PM_{2,5} er liten i 2030, så forventes det at denne usikkerheten påvirker beregningene i liten grad.

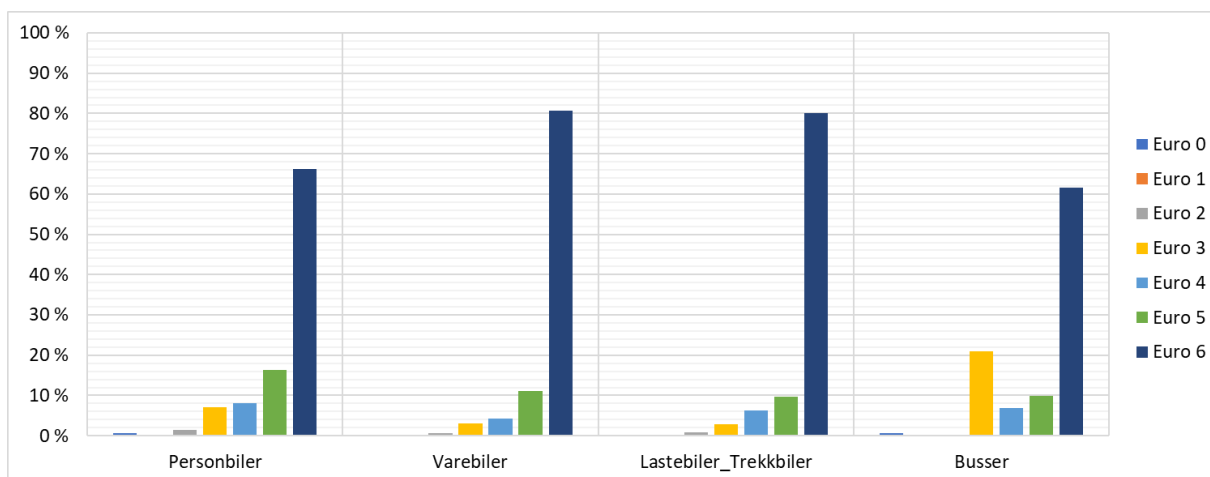
I 2021 domineres den tunge delen av bilparken av dieselskjøretøy (Figur A 1). Kjørelengdevektet elbilandel for personbiler og varebil er på henholdsvis 12% og 3% i henhold til statistikken. Euroklasseinndelingen (Figur A 2) viser at lastebiler, trekkbiler og varebiler har en relativt høy andel Euro VI, mens personbiler og busser henger litt etter.

Kollektivselskapet Brakar opererer litt over 300 busser i tidligere Buskerud fylkeskommune og er per dags dato eid av Viken fylkeskommune. I henhold til miljørapport for 2021 for Brakar²⁹ er ca. 12% av bussene elektriske og disse tilbakelegger ca. 16% av totalt antall km kjørt i dette selskapet. Disse tallene reflekteres ikke i kjørelengderegisteret som sannsynligvis skyldes at mange av bussene i Brakar er registrert i en annen kommune enn Drammen. For utslipp av veistøv er dette av ingen betydning, men partikkelutslippet av NO_x og PM_{2,5} (eksos) vil være marginalt høyere.



Figur A 1: Bilparksammensetning i 2021 fordelt på drivstoff. Kilde: SSB kjørelengderegister

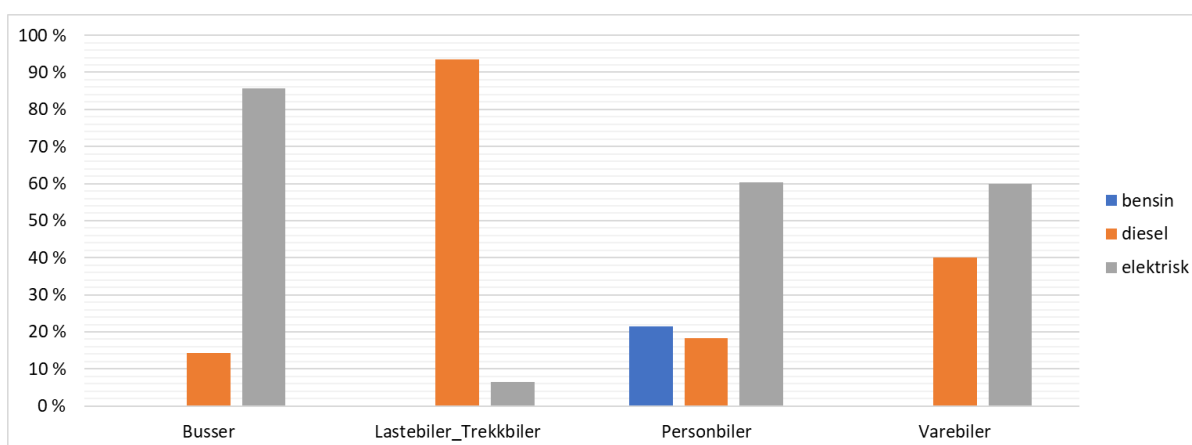
²⁹ https://www.brakar.no/wp-content/uploads/2022/05/Miljoregnskap-for-Brakar-2021_180522.pdf



Figur A 2: Bilparksammensetning i 2021 etter euroklasse. Kilde: SSB kjørelengderegister

Det er videre utarbeidet en prognose for utviklingen i bilparken fram mot 2030. Denne baserer seg på elbilandelen i NTP-banen 2021 på 57% personbiler i 2030. Det er videre antatt at innføringen av varebiler er rask og når samme nivå som personbiler i 2030. Elektrisk andel busser er antatt å være 85% etter prognoser fra Brakar som tilsier 100% elektrisk i deres bussflåte i god tid før 2030. For tunge er det antatt en elektrisk andel på 6% basert på vurderinger i tidligere prosjekt som omfatter Viken (Bymiljøetaten Oslo kommune, 2023). Det er stor usikkerhet knyttet til spesielt andelen elektrisk for tunge, busser og varebiler. Det er antatt en gjennomsnittlig kjørelengde for elektriske busser og lastebiler/trekkbiler på 30 000 km, 12 000 km for elektriske personbiler og 15 000 km for elektriske varebiler. Den resulterende bilparksammensetningen etter drivstoff er gitt i Figur A3.

I tillegg er det antatt at alle kjøretøy er Euro 6 / Euro VI i 2030. 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 på 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 et al., 2011). Tilsvarende teknologi finnes i mindre grad for Euro 6 person- og varebiler og derfor er ikke reduksjonen like stor her. Utover dette har den fossile andelen av bilparken den samme interne fordelingen (drivstoff, vekt) som i 2021.



Figur A3: Framskrevet bilparksammensetning i 2030 etter drivstoff

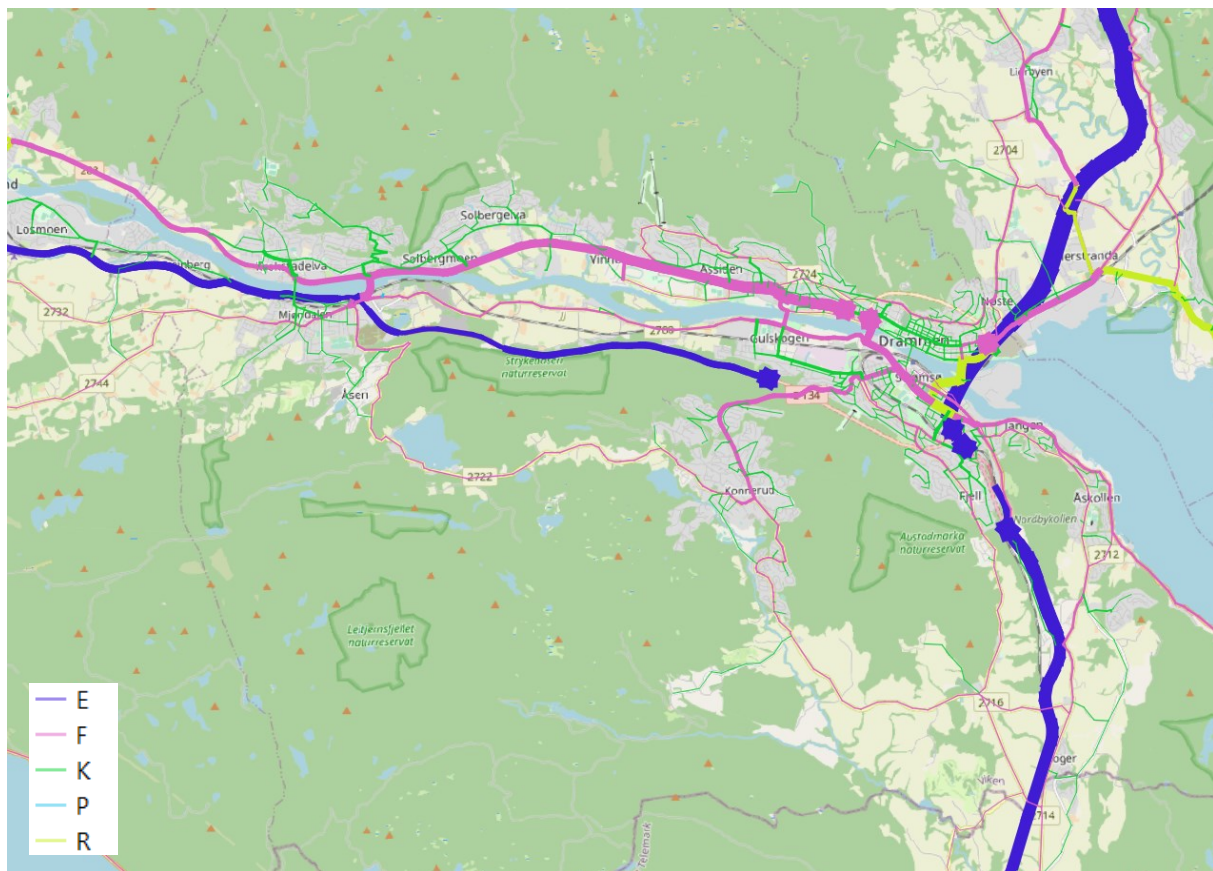
A4 Utslipp fra veitrafikk

Drammen kommune består i dag av tidligere Nedre Eiker, Svelvik kommune samt Drammen kommune. Mens tidligere Nedre Eiker med Mjøndalen, Krokstadelva og Solbergelva samt sentrale deler av Drammen ligger langs Drammensdalen og Drammenselva så ligger Svelvik i enden av

Drammensfjorden. E18 går på høy bro over den østlige delen av byen, på tvers av utløpet i fjorden. E134 tar av fra E18 sør for elva og er lagt i tunnel i åssiden retning Mjøndalen hvor den fortsetter langs Drammenselva i retning Kongsberg. Andre trafikkerte veier i Drammen er Bjørnstjerne Bjørnsons gate (FV283 - RV282) og Rosenkrantzgata (FV283). Sistnevnte Fylkesvei 283 Rosenkrantzgata fortsetter på nordsiden av Drammenselva vestover forbi Solbergelva og Krokstadelva retning Hokksund.

Trafikkinformasjon knyttet til veinettet for 2021 og for 2030 kommer fra den regionale transportmodellen Regional Transportmodell (RTM) Delområdemodell Buskerudbyen og omfatter informasjon om døgntrafikk (ÅDT), fartsgrenser, tungtrafikkandeler og ulik geografisk informasjon om veiene. Resultat for trafikkmodellen er levert av Asplan Viak. Tidsfordelingen er basert på Norsk Regnesentral sine generelle tidsvariasjonskurver for time- og døgnvariasjon.

Fordelingen av trafikk i veinettet fordelt på veieier er vist i Figur A4 hvor tykkelsen på veiene indikerer trafikkmengde.



Figur A4: Veinett i Drammen med linjer skalert etter trafikkmengde (ÅDT). Veiene er har farger etter veieier; E/R: Europa- og riksveier (SVV), F: Fylkesveier (Viken), K: Kommunale veier, P: Private veier. Kartgrunnlag: OpenStreetMap

Eksosutslipp

Hver kjøretøytype tilegnes en utslippsfaktor og eksosutslippene pr. kjøretøytype beregnes for hver vei og for hver time.

Utslippsfaktorene er basert på «The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA versjon 4.1), 2019) sine utslippsfaktorer slik de er implementert i modellen NERVE (Grythe et al., 2022) som er vesentlig høyere enn de som settes i kravspesifikasjoner (NEDC) for Euro-godkjenning, fordi disse ikke representerer reell kjøring.

Veistøvutslipp

I tillegg til eksosutslipp, genererer kjøretøy også veistøv som representerer en vesentlig kilde til svevestøvkonsentrasjonene. For å beregne disse utslippene brukes utslippsmodellen NORTRIP (Denby et al., 2013; Denby & Sundvor, 2012). 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 samt eventuelt bidrag fra strøsand og salting.

Det er antatt skjelleffasfalt (Ska11) på Europa- og fylkesveier og asfaltbetong (Ab11) på fylkesveier og kommunale veier.

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.

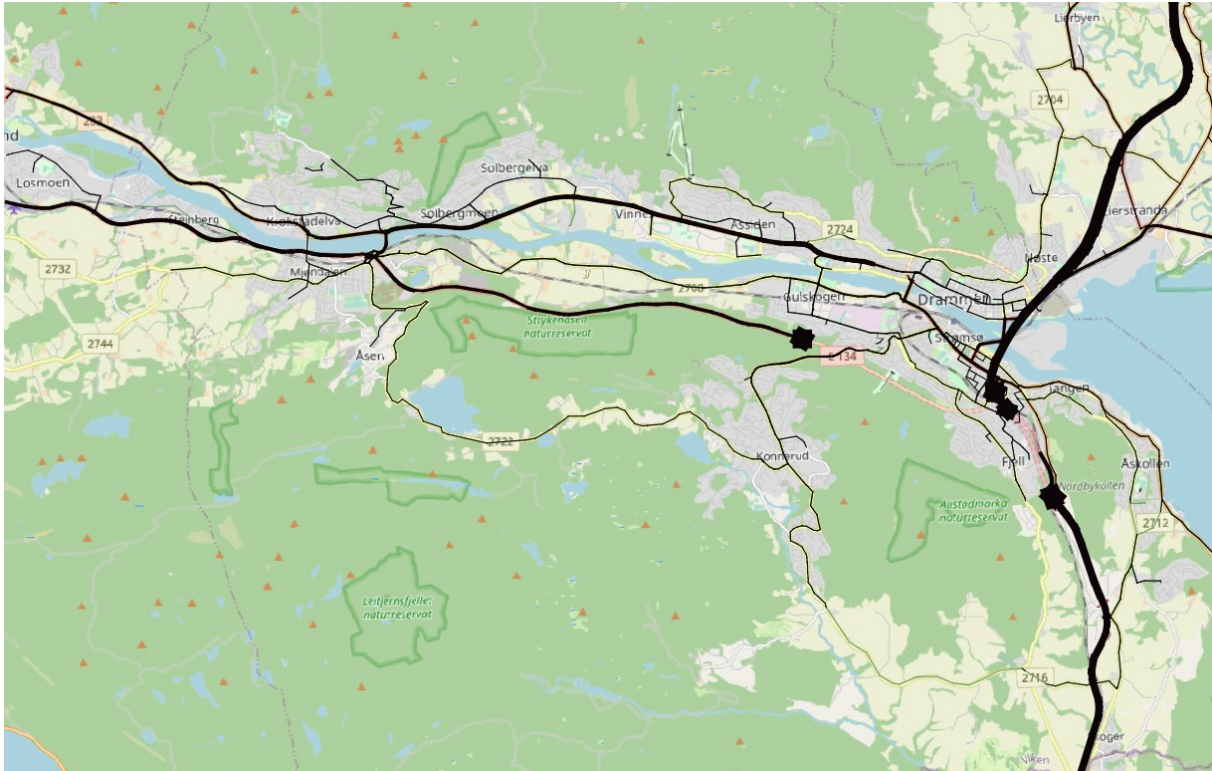
I beregningene av svevestøv er det ellers sett bort i fra renhold og støvdempende tiltak som generelt vil kunne gi høyere konsentrasjoner. Samtidig er det en rekke andre usikkerheter knyttet til oppbygging og avrenning av støvdepot langs veiene som kan gi lavere konsentrasjoner i beregningene enn hva som er målt.

Piggfriandel

Det er ikke foretatt tellinger av piggfriandel i Drammen siden 2020. Piggfriandelen har økt fra 78% i 2013 til 85% i 2020 i henhold til SVV sine tellinger³⁰. NILU har fått tilgang til grunnlagsdata for tellingene for Drammen kommune for lette og tunge separat. Tallene for kun lette kjøretøy ekstrapolert lineært mellom 2018 og 2020 gir 85% piggfriandel for lette i 2021. For tunge i Drammen er datagrunnlaget for tynt til å kunne gi et fornuftig estimat. Det er derfor tatt utgangspunkt i piggfriandelene for tunge i Region Øst og Sør som er henholdsvis 95% og 84% i 2020. Tallene for tunge i Region Sør er basert på tellinger i Drammen og ned til Kristiansand. Det er store geografiske variasjoner, og typisk er det svært få tunge kjøretøy med pigg i Drammensområdet, men mange flere lenger sør. Det er derfor antatt at piggfriandel for region Øst er mer representativ for Drammen enn region Sør.

På bakgrunn av disse antagelsene er piggfriandelen for Drammen i 2021 satt til 85% for lette kjøretøy og 95% for tunge kjøretøy.

³⁰ <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/klimateilforretning/luftforurensning/luftkvalitet/piggdekkteillinger/>



Figur A5: Utslippsberegninger for PM₁₀ per veilenke i modellen (2021). Tykkelsen på linjene angir intensiteten (gram per km per år) til utslippet fra veien. Bidraget fra tunnelmunningene er også vist.

Det er to store tunneler i Drammen, Bragernestunnelen og Strømsåttunnelen. I tillegg går E18 i tunnel sør for Bangeløkkakrysset. Bragernestunnelen har tunnelventilasjon gjennom sjakt omtrent mot midten av tunnelen og impulsvisfiter som leder luften mot denne sjakten. Forutsetningen i funksjonsbeskrivelsen (Jermstad et al., 2021) er lagt til grunn for utslippet fra munningene til denne tunnelen: «Det er en forutsetning for tunnelen at det ikke skal gå forurenset luft ut portalene.». Antagelsen for Bragernestunnelen er dermed at det ikke er utslipp fra portalene.

For Strømsåttunnelen og tunnelene langs E18 vil i prinsipp alt utslipp generert i tunnelen slippes ut ved munningene. For Strømsåttunnelen vil utslippet være i begge retninger med en svak jet-strøm, mens på enveis-tunnelene på E18 kommer alt utslipp i fartsretningen og med en høyere jet-hastighet. Det er antatt en viss avsetning av svevestøv i tunnelen etter en etablert relasjon, se supplement S.3.4.5 i Denby et al. (2020). Denne reduserer utslippet fra Strømsåttunnelen med en faktor 0,76 og E18 nord- og sørgående med henholdsvis 0,97 og 0,92.

E18 går på høy bro over den østlige delen av byen (12 meters seilingshøyde). Av beregningstekniske årsaker er det ikke tatt høyde for dette. Dette ville kunne gitt lavere konsentrasjoner fra helt nær til noen hundre meter fra veien. Sammenligning av målinger og beregninger på Bangeløkkka tyder ikke på at denne effekten er gjeldende der. Det er derfor liten grunn til å tro til at dette påvirker resultat på målestasjonen eller befolkningseksponeringen i noen særlig stor grad.

A5 Vedfyringsutslipp

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

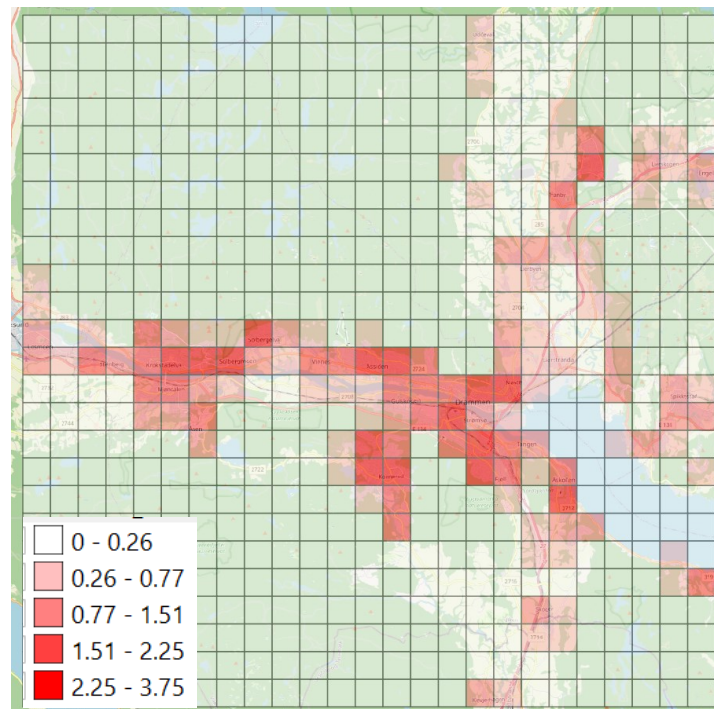
etter boligtype (fra ENOVA), plassering av ildsteder som punktkilder (brannvesen, samt finn.no (Lopez-Aparicio, Grythe, Vogt, Pierce & Vallejo, 2018)), og geografisk posisjon av boliger med informasjon om boligtyper (f.eks. enebolig, leilighet, tomannsbolig), samt tilgjengelige teknologier for oppvarming i husholdningene (f.eks. varmpumpe, 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

For gamle vedovner med teknologi fra før 1998 er det benyttet en utslippsfaktor for PM₁₀ på 20,86 g/kg mens det for nyere ovner fra etter 1998 er antatt en utslippsfaktor på 7,85 g/kg (Seljeskog et al., 2017). Det understrekes at dette er gjennomsnittsverdier og at både utslipp og virkningsgrad er sterkt avhengig av opptenningsmetode, tørrhet på ved, riktig trekk, osv. Seljeskog (2017) rapporterer at det ikke er veldig stor forskjell i virkningsgrad for nye og gamle ovner, henholdsvis 69% og 65% ved nominell last.

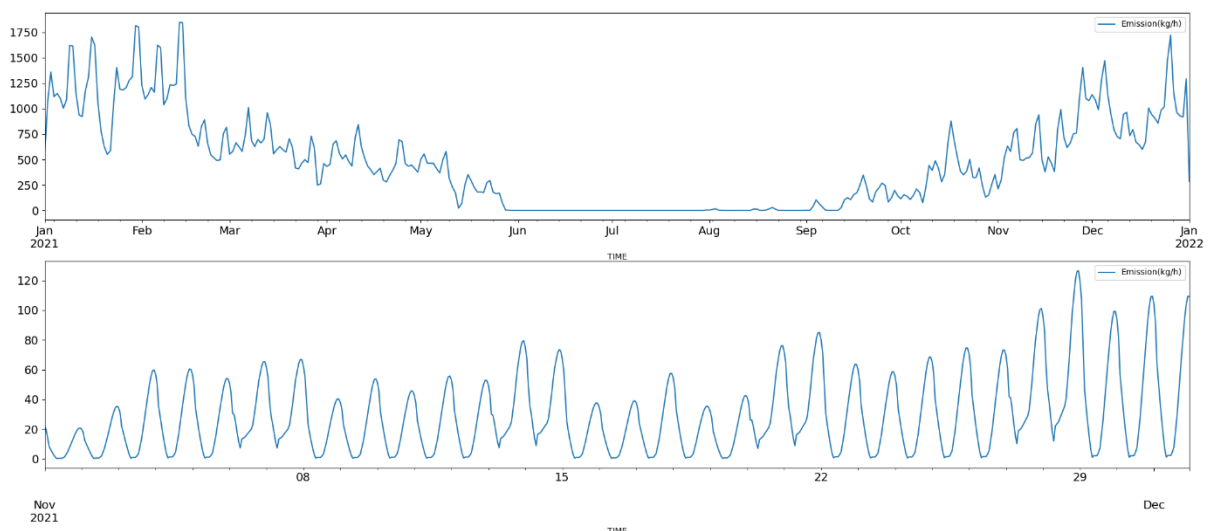
Modellen nedskalerer SSBs forbrukstall for vedfyring³¹, som for hele Viken fylke i 2021 er fordelt etter «Åpen peis (3 prosent), lukket ovn med «ny teknologi» fra etter 1998 (71 prosent) og lukket ovn med gammel teknologi fra før 1998 (26 prosent). Denne fordelingen er basert på spørreundersøkelser og er i henhold til vedforbruk i tonn. Den videre fordelingen mellom kommuner gjøres av MetVed modellen etter metoden beskrevet over. Fordelingen mellom vedforbruk i gamle og nye ovner er beregnet til 20/80 i 2021 i Drammen. 97% av PM-utslippet i Drammen er fra bolighus, mens resten er beregnet å være i hytter.

Den beregnede geografiske fordelingen av vedfyringsutslippet over året 2021 er vist i Figur A6. 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 A7 for året 2021 som helhet og i detalj for november måned.

³¹ <https://www.ssb.no/statbank/table/09703>



Figur A6: Fordeling av vedfyringsutslipp i området som gjennomsnitt over året med oppløsning på (1x1 km) slik utslippene benyttes i spredningsberegningene. I MetVed modellen er utslippene fordelt på et 250 x 250 m grid. Fargeskalaen er gitt i tonn per år per 1x1 km gridcelle.



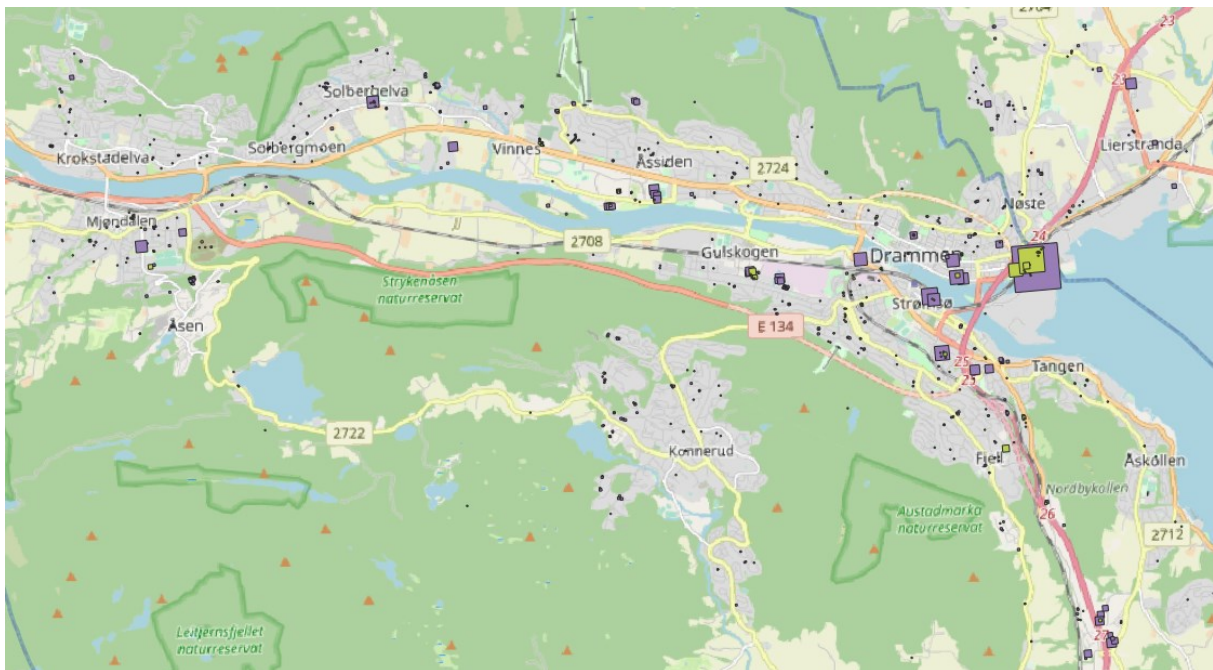
Figur A7: Tidsvariasjonen på beregnet vedfyringsutslipp i hele 2021 (øverst) og i november 2021 (nederst). Utslippene er i kg/time nederst og aggregert på døgn (kg/døgn) øverst.

Generelt forventes det ikke økning i vedfyringsutslippene 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.

Økningen i strømpris som vi har sett siden høsten 2021 forventes å gi en økning i vedfyringen³². Mellom 2020 og 2021 økte også vedforbruket³³ i Viken fylkeskommune med nesten 30%. 2021 hadde i tillegg en relativt kald januar og februar sammenlignet med normalen.

A6 Utslipp fra bygg- og anleggsvirksomhet

Utslipp fra anleggsvirksomhet er inkludert i beregningene etter metodikk utviklet i prosjektet EmSite (Lopez-Aparicio & Grythe, 2022). For anleggsstøv («non-exhaust») er utslippene basert på utslippsfaktorer (EEA/EMEP) for anleggsvirksomhet for forskjellige prosjekttypene (bolig, boligkomplekser, «andre bygninger» og vei). Utslipp fra rivningsarbeid er også inkludert spesifikt og skilt fra byggeaktivitet. Figur A8 viser fordelingen av disse aktivitetene i Drammen kommune. Disse utslippene er videre fordelt på et 1km x 1km grid som er brukt i spredningsberegningene. Modellen tar hensyn til generell aktivitetsvariasjon og meteorologiske forhold som fordeler utslippet på timesbasis. Modellen inkluderer også eksos fra anleggsmaskiner, men for PM vil anleggsstøv dominere.



Figur A8: Kartet viser fordeling av utslipp fra byggeaktivitet (lilla ruter) og rivningsaktivitet (grønne ruter) i 2020. Størrelsen på rutene angir størrelse og omfang av årsutslippet fra anlegget. Sykehusprosjektet på Brakerøya gir det største bidraget til utslipp.

A7 Vurdering av utslipp fra industri og skip

Industriutslipp

Ifølge tall fra Miljødirektoratet og SSB sin database for norske utslipp (<http://www.norskeutslipp.no/>) er det rapportert et partikulært utslipp på totalt 0,58 tonn i 2021 fra Norgips sitt anlegg ved Tørkopp i tidligere Svelvik kommune. Andre industriutslippskilder i Drammen er Norsk gjenvinning og Drammen krematorium, men disse er vesentlig mindre enn Norgips sitt bidrag. Gjennomsnittlig utslipp fra Norgips i perioden 2018 til 2021 var på ca. 3 tonn/år, mens maksimalt utslipp var på 8,3 tonn i 2018.

³² <https://www.nilu.no/2021/12/hva-betyr-dyr-strom-og-mer-vedfyring-for-luftkvaliteten/>

³³ <https://www.ssb.no/statbank/table/09703>

Det er ikke gjort en detaljert vurdering av bidraget fra Norgips. Beregnet årsmiddelnivå for områdene rundt anlegget ligger på ca. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{10} og $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for $\text{PM}_{2,5}$. Dersom pipene er godt dimensjonert vil et utslipp på 3 tonn per år ikke føre til overskridelse av døgnmiddel grenseverdi.

Fordi bidraget til konsentrasjonene i Drammen for øvrig vil være neglisjerbart, så er ikke bidraget tatt med i spredningsberegningene.

Skipsutslipp

Det er hentet ut skipsutslippsdata fra Miljødirektoratets tjeneste for utslipp³⁴. I denne ligger det ingen utslipp av PM fra skip. Sannsynligvis er det noen utslipp av PM, men at dette er relativt lavt. Erfaring fra norske byer med vesentlig mer skipstrafikk enn Drammen, se f.eks. tilsvarende utredning for Bergen (Weydahl & Høiskar, 2022) eller Stavanger (Weydahl et al., 2020) er at skip bidrar til PM-konsentrasjoner i svært liten grad. Fagbrukertjenesten (Miljødirektoratet) har heller ingen bidrag fra skip til PM-konsentrasjonene i Drammensområdet. Fra dette konkluderes at skipsutslipp kan neglisjeres i beregningen av lokal luftkvalitet for Drammen.

A8 Bakgrunnsbidrag

En del av den forurensningen som bidrar til konsentrasjonen av PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ og NO_2 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. Dataene som er hentet ut er såkalt "re-analysis data" basert på assimilering med målinger på timesbasis.

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

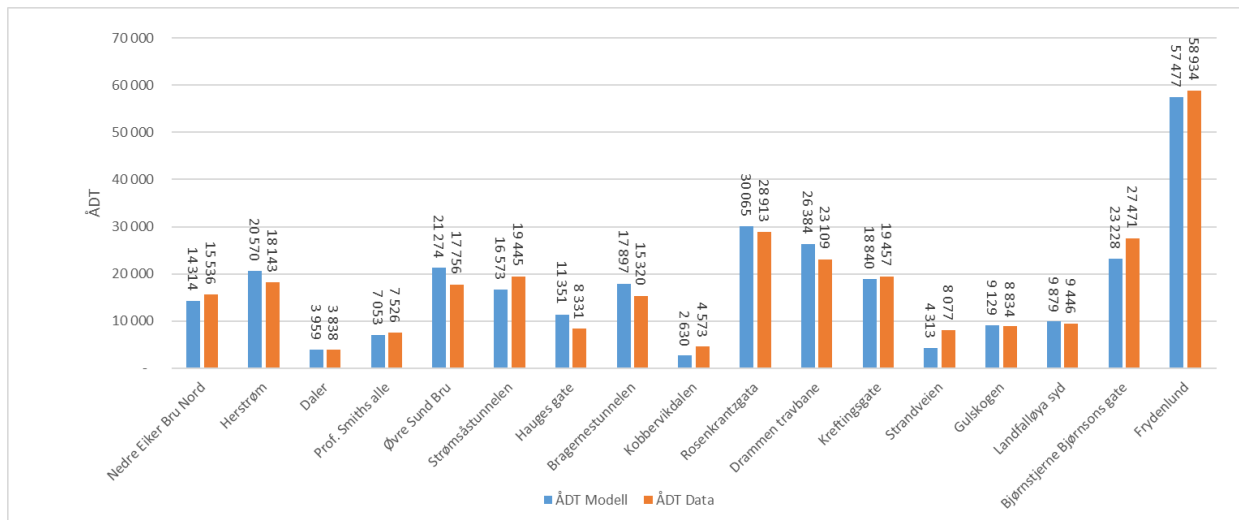
Sammenligningen av konsentrasjoner for $\text{PM}_{2,5}$ på by-bakgrunnsstasjonen (se for Backeparken i Vedlegg B3), viser at bakgrunnsnivåene i beregningene er relativt godt estimert.

³⁴ <https://utslippssystem.miljodirektoratet.no/>

Vedlegg B: Modellevaluering

B1 Trafikkberegninger

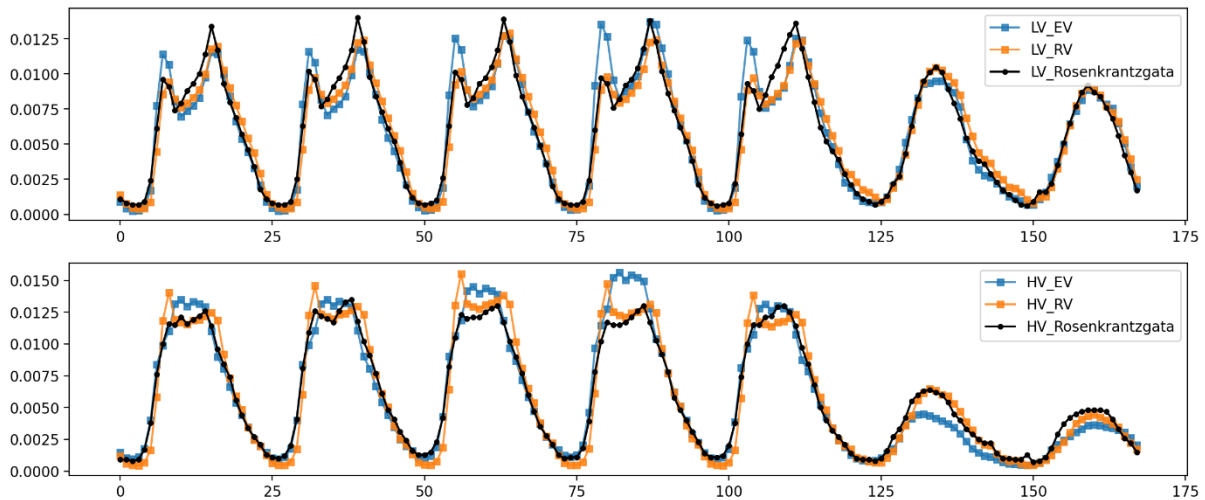
Trafikkberegningene benytter RTM DOM Buskerudbyen som er brukt som grunnlag fra KPA Drammen høst 2021/vinter 2021. Modellen er etablert med befolkningsdata og veinett for 2020, men effekt av Corona-pandemien er initielt ikke tatt inn i modellen. Det betyr at modellen i utgangspunktet er mer representativ for tellinger i 2019 enn i 2020. Videre er det gjort en justering av tallene for å ta høyde for utviklingen mellom 2019 og 2021, dvs. inkludert Corona-effekten. Samlet var det en nedgang på 4,9% i Buskerudbyen for 2019-2021. Sammenligning med relevante tellinger for 2021 er vist i Figur B1. Denne viser generelt godt samsvar, størst avvik er på veier med mindre ÅDT. Bjørnstjerne Bjørnsonsgate utpeker seg med for lav ÅDT og Rosenkrantzgate med noe for høy ÅDT.



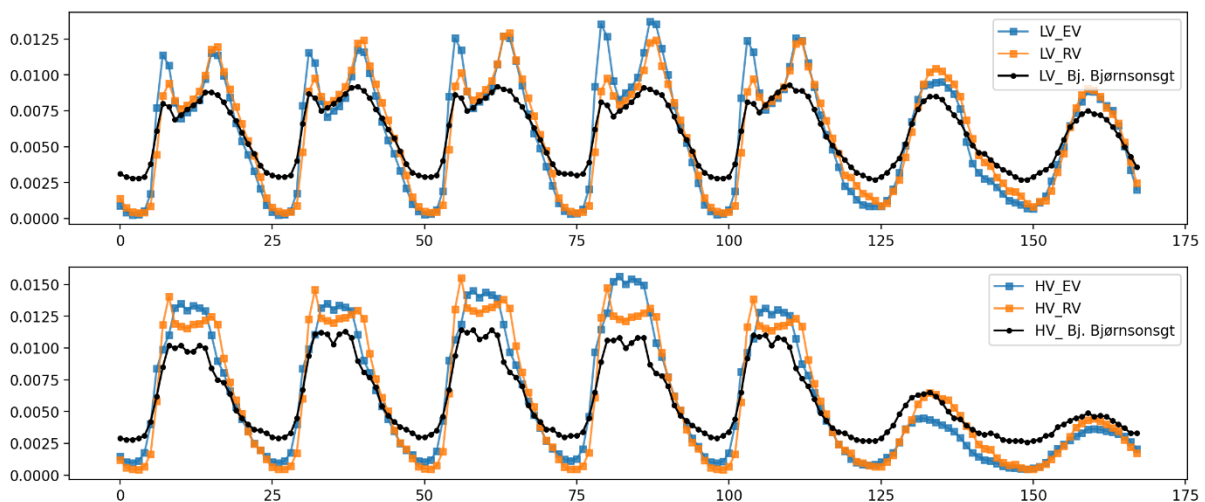
Figur B1: Sammenligning av tellinger (ÅDT data) på utvalgte målepunkt med beregninger (ÅDT modell) korrigert til 2021-trafikk-nivå. I tillegg er det gjort en justering som påvirker Bjørnstjerne Bjørnsonsgate

Videre er det gjort en etterjustering av trafikken i området, særlig for tungtrafikken i området Rundtom via Bjørnstjerne Bjørnsonsgate til over Holmenbrua. Her er det brukt tilgjengelige tellinger samt informasjon fra Holmen terminal om tungtrafikken. Det betyr at den lave trafikken i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate vist i Figur B1 er justert noe opp.

Tidsfordelingen over døgnet og uke er basert på Norsk Regnesentral sine generelle tidsvariasjonskurver for time- og døgnvariasjon. Denne definerer en typisk tidsvariasjon for Europaveier og for riksveier for tunge og lette kjøretøy. Fylkeskommunale og kommunale veier regnes i denne sammenheng som riksveier. Figur B2 viser denne tidsvariasjonen i Rosenkrantzgate. Samsvaret med gjennomsnittlig tidsvariasjon over døgnet er svært god her. I Bjørnstjerne Bjørnsonsgate er ikke samsvaret like godt (Figur B3). Tilsynelatende er trafikken noe mer jevnt fordelt utover døgnet, med noe lavere toppe i rushtiden enn de generelle tidsvariasjonskurvene beskriver.



Figur B2: LV_RV/HV_RV er Norsk Regnesentral sine tidsvariasjoner for riksvei for henholdsvis lette og tunge kjøretøyer. Disse er anvendt for Rosenkrantzgate. LV/HV_Rosenkrantzgate er gjennomsnittlig tidsvariasjon fra tellepunkt i 2021. LV_EV/HV_EV som gjelder Europavei er vist for sammenligning.



Figur B3: LV_RV/HV_RV er Norsk Regnesentral sine tidsvariasjoner for riksvei for henholdsvis lette og tunge kjøretøyer. Disse er anvendt for Bjørnstjerne Bjørnsonsgate. LV/HV_Bjørnstjerne Bjørnsonsgate er gjennomsnittlig tidsvariasjon fra tellepunkt i 2021. LV_EV/HV_EV som gjelder Europavei er vist for sammenligning.

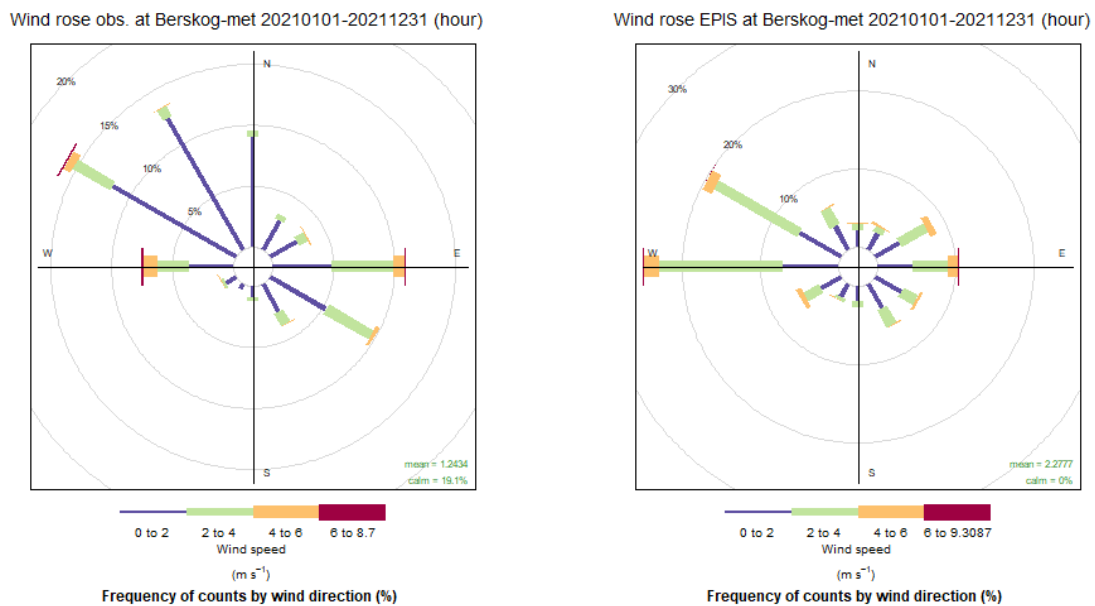
B2 Meteorologiske beregninger

Det er benyttet beregnet meteorologi for spredningsberegningene. Meteorologidata er hentet ut fra sekklima.met.no og direkte fra Drammen kommune for Vårveien, Gulskogen og Marienlyst.

I dette prosjektet er det utført egne meteorologiske beregninger for 2021 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 tre ganger, først med en gridboksoppløsning på $15 \times 15 \text{ km}^2$, deretter med $3 \times 3 \text{ km}^2$ og til slutt et indre modellområde på $1 \times 1 \text{ km}^2$ som dekker domenet for spredningsberegningene (se Figur 12).

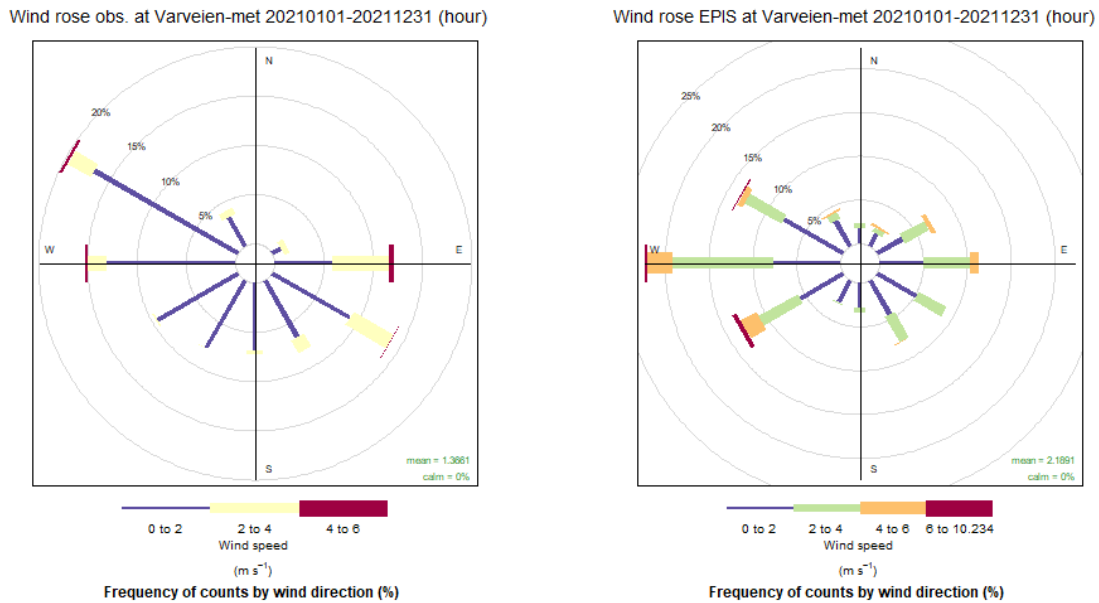
WRF bruker synoptiske meteorologiske data³⁵ som randbetingelse for å beregne meteorologiske parametere for modelldomenene. I denne studien er inngangsdata for 2021 benyttet og meteorologien er derved representativ for året 2021.

Figur B4 og Figur B5 viser sammenligning av beregnet og målt vindrose ved Berskog og Vårveien målestasjon. Ved Berskog viser målingene vindstille «calm», dvs. 0 m/s vind, i 19% av tiden i kontrast til Vårveien som aldri måler helt vindstille i 2021. Sammenlignet med målingene er beregnet vindretningsfordeling akseptabel i beregningene, men beregnet vindstyrke er generelt for høy. Figur B6 gir sammenligning mellom beregninger og målinger av statistikk for vindhastighet for ukedager, måneder og døgnvariasjon for hver ukedag. Sammenligningen viser at WRF-modellen generelt overestimerer vindhastigheten ved Vårveien målestasjon. Tilsvarende gjelder øvrige målestasjoner. Konsekvensen av denne overestimeringen er at konsentrasjonene kan bli noe lavere fordi spredningen er bedre.

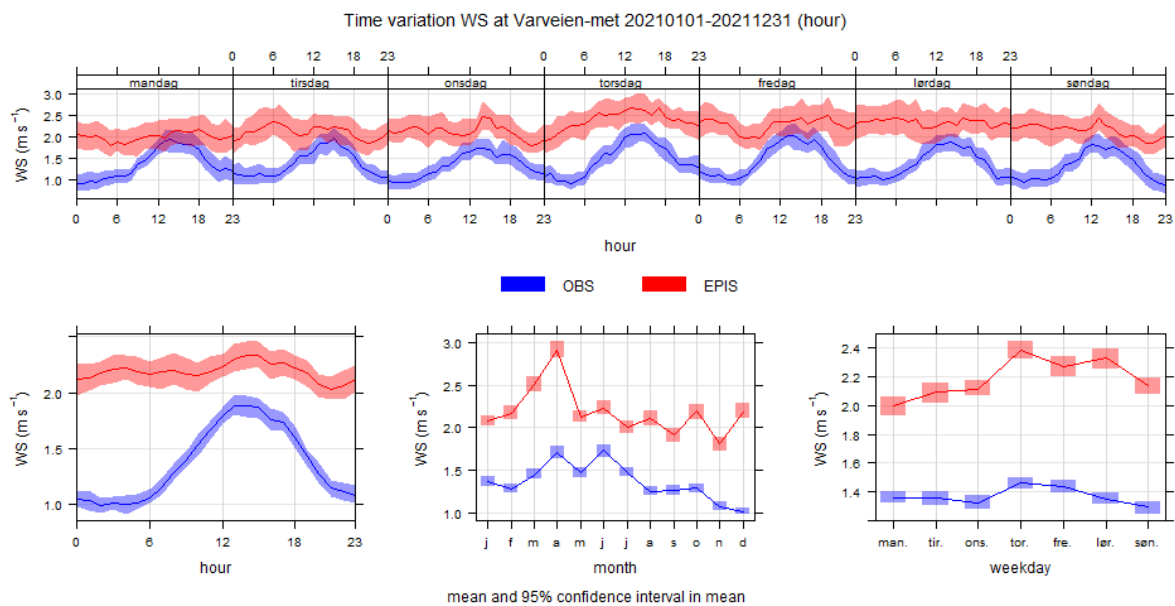


Figur B4: Sammenstilling av målt (venstre) og beregnet med WRF (høyre) vindrose ved Berskog målestasjon

³⁵ Innen meteorologi betegner synoptisk skala værsystemer med en størrelsesorden 1000 km eller mer.



Figur B5: Sammenstilling av målt (venstre) og beregnet med WRF (høyre) vindrose ved Vårveien målestasjon



Figur B6: Sammenstilling av målt (blå kurve) og beregnet med WRF (rød kurve) vindhastighet (m/s) ved Vårveien. Sammenstillingen viser tidsvariasjon over døgn, uke, ukedag og måned.

Korrelasjonen mellom målinger og beregninger av meteorologi er vist i Tabell B1 og «Bias» dvs. over- eller underestimert er gitt i Tabell B2. Tabellene viser som forventet god korrelasjon med temperatur, mens det er noe svakere korrelasjon med vind, nedbør og luftfuktighet. Svakest korrelasjon er for temperaturgradienten dT/dz ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$). Tabell B2 viser en generell overestimert av vindhastighet på alle målestasjoner (uten Gulskogen, men her er målingene i 25m og ikke direkte sammenlignbare). Øvrige parametere viser relativt godt samsvar med årsmiddel. Stabilitet målt som temperaturgradient dT/dz er noe overestimert i Vårveien og underestimert på Gulskogen. Men som Figur B7 viser er det stor forskjell i sesongvariasjonen. Generelt er overenstemmelsen mellom målinger og beregninger bedre i vintersesongen. Det er i vinter- og tidlig vårsesong at inversjonsforhold primært

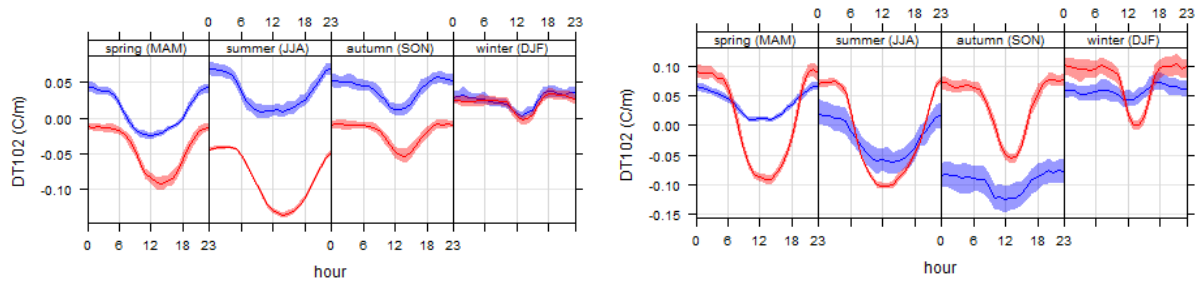
har en betydning for spredning og luftkvalitet. Figur B8 viser at det er godt samsvar mellom beregnet og målt temperatur.

Tabell B1: Pearsons korrelasjonskoeffisient (r) mellom målte og beregnede timesverdier for meteorologiske parametere ved målestasjonene. Merk at vindmåler på Gulskogen er i 25 m høyde og dermed ikke direkte sammenlignbar med beregningene som er hentet ut i 10 m over bakken. Alle korrelasjonene er basert på timesverdier, utenom nedbør som er basert på døgn (d).

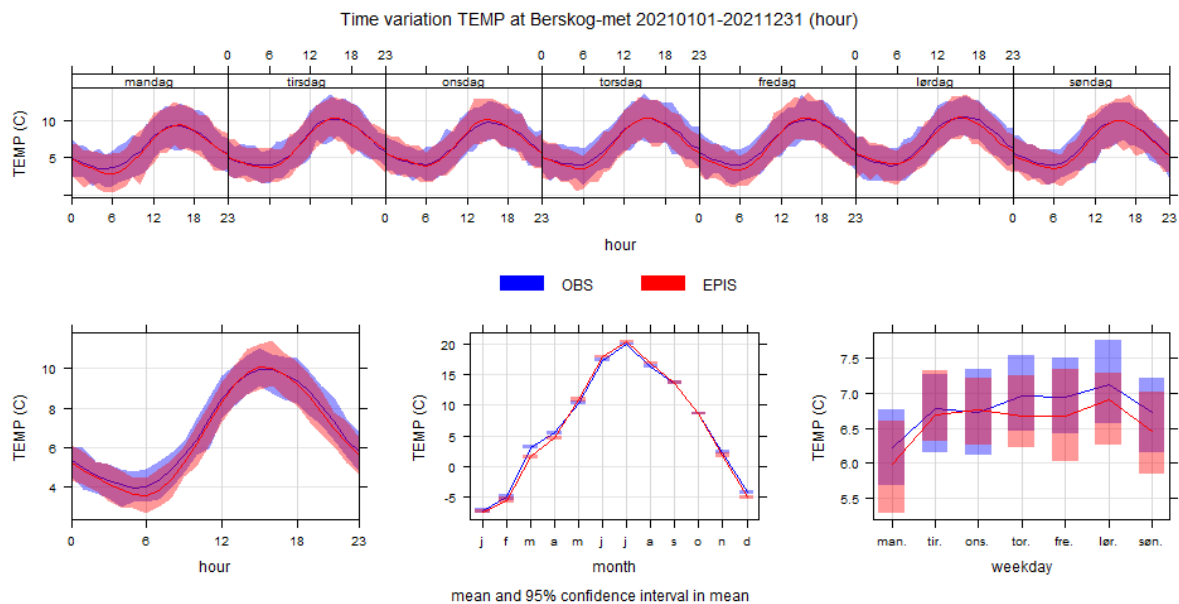
	dT/dz	Nedbør (d)	Luftfuktighet	Temperatur	Vindretning	Vindstyrke
Berskog		0.63		0,97	0,44	0,43
Gulskogen	0,12		0,58	0,97	0,42 (*)	0,47 (*)
Konnerud		0.76		0,97	0,36	0,51
Marienlyst	0,26		0,74	0,98	0,15	0,33
Vårveien		0.75		0,98	0,57	0,42

Tabell B2: «Bias» (over-/underestimering) av årsmiddel for meteorologiske parametere ved målestasjonene. Positiv verdi er overestimering. Merk at vindmåler på Gulskogen sitter i 25 m høyde og er dermed ikke direkte sammenlignbar med beregningene som er i 10 m.

	dT/dz (°C/m)	Nedbør (mm)	Luftfuktighet (fraksjon)	Temperatur (°C)	Vindretning (°deg)	Vindstyrke (m/s)
Berskog		-0,86		-0,19	-32,82	1,03
Gulskogen	-0,06		-0,11	-0,05	-2,86 (*)	-0,10 (*)
Konnerud		-1,31		-0,16	-16,95	1,38
Marienlyst	0,03		0,00	-1,53	-42,83	1,23
Vårveien		-1,33		-0,09	-6,33	0,82



Figur B7: Sammenligning av beregnet og målt temperaturgradient slik den er målt på Gulskogen (venstre, her er brukt 25m – 2m temperatur) og Marienlyst (høyre, her brukes 10m -2m).



Figur B8: Sammenstilling av målt (blå kurve) og beregnet med WRF (rød kurve) temperatur ved Vårveien. Sammenstillingen viser tidsvariasjon over døgn, uke, ukedag og måned.

B3 Luftkvalitetsberegninger med EPISODE

I et modellsystem er det usikkerheter i mange ledd. Til tross for kvalitativt god oversikt over utslippskildene, er det fortsatt usikkerheter knyttet til både utslippsmengde, den geografiske fordelingen og tidsvariasjonen. 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.

Bakgrunnskonsentrasjonene og vindfeltet er også resultater av modeller som har sine egne usikkerheter. Vindfeltet har en oppløsning på $1 \times 1 \text{ km}^2$. 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.

I dette vedlegget viser vi evaluering og validering av modellberegningene for 2021. Plasseringen av stasjonene er vist i Figur 5.

Modellberegningene for 2021 er sammenlignet med måledata ved målestasjonene. Datadekning for beregningene er gitt i Tabell B3. I Tabell B4 er beregnet og målt årsmiddel presentert for PM₁₀ og PM_{2,5} sammen med en evaluering i form av RMSE (Root Mean Squared Error) og korrelasjoner mellom målte og beregnede verdier basert på timesverdier. RMSE beskriver hvor stor spredning det er i dataene fra en1:1 (45 grader) regresjonslinje. RMSE beregnes her som:

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2} \quad (\text{B.1})$$

der y_i og x_i for $i = 1, \dots, n$ representerer målte og beregnede timesverdier i 2021, med $n = 8760$ (eller det antallet timer det finnes målinger for). Korrelasjonen er vanlig Pearson korrelasjons-koeffisient (Pearsons r).

Resultatene viser relativt god korrelasjon mellom målinger og beregninger og akseptabel spredning (RMSE).

Tabell B3: Månedsvise datadekning i 2021 for målestasjonene som er benyttet til evaluering av beregningene

2021	Bangeløkka PM ₁₀	Vårveien PM ₁₀	Vårveien PM _{2,5}	Backeparken PM ₁₀	Backeparken PM _{2,5}
Januar	100	99	99	100	100
Februar	24	96	96	100	100
Mars	100	99	99	100	100
April	100	100	100	100	100
Mai	99	99	99	100	100
Juni	95	100	100	99	99
Juli	99	100	100	81	81
August	99	100	100	50	50
September	99	100	100	100	100
Oktober	100	100	100	100	100
November	99	99	99	100	100
Desember	100	100	100	100	100

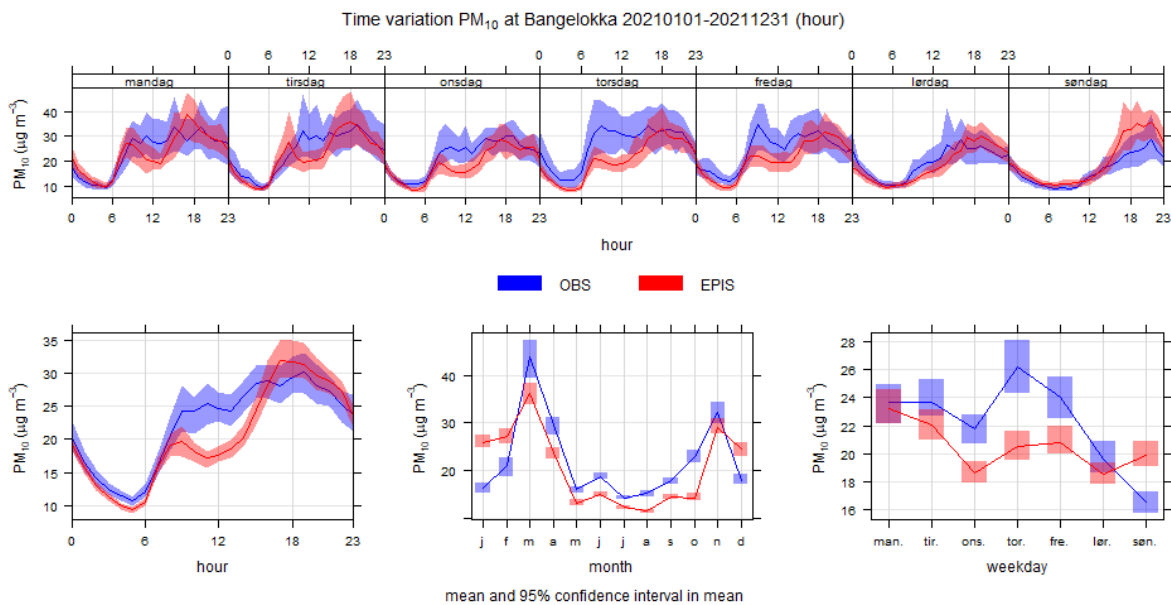
Tabell B4: Målte og modellerte årsmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ og PM_{2,5} sammen med RMSE og korrelasjon (r). Beregnet årsmiddel er her regnet ut basert på perioder hvor det finnes dekning for måledata og skiller seg dermed noe fra verdiene presentert i hovedrapporten.

PM ₁₀ (µg/m ³)				
Målesteder	Målinger 2021	Modell 2021	RMSE	Korrelasjon (r)
Bangeløkka	22,2	20,2	21,6	0,51
Vårveien	19,5	17,2	21,4	0,49
Backeparken	14,8	14,0	13,9	0,48
PM _{2,5} (µg/m ³)				
Målesteder	Målinger 2021	Modell 2021	RMSE	Korrelasjon (r)
Vårveien	9,65	8,15	8,85	0,59
Backeparken	9,16	8,64	8,70	0,60

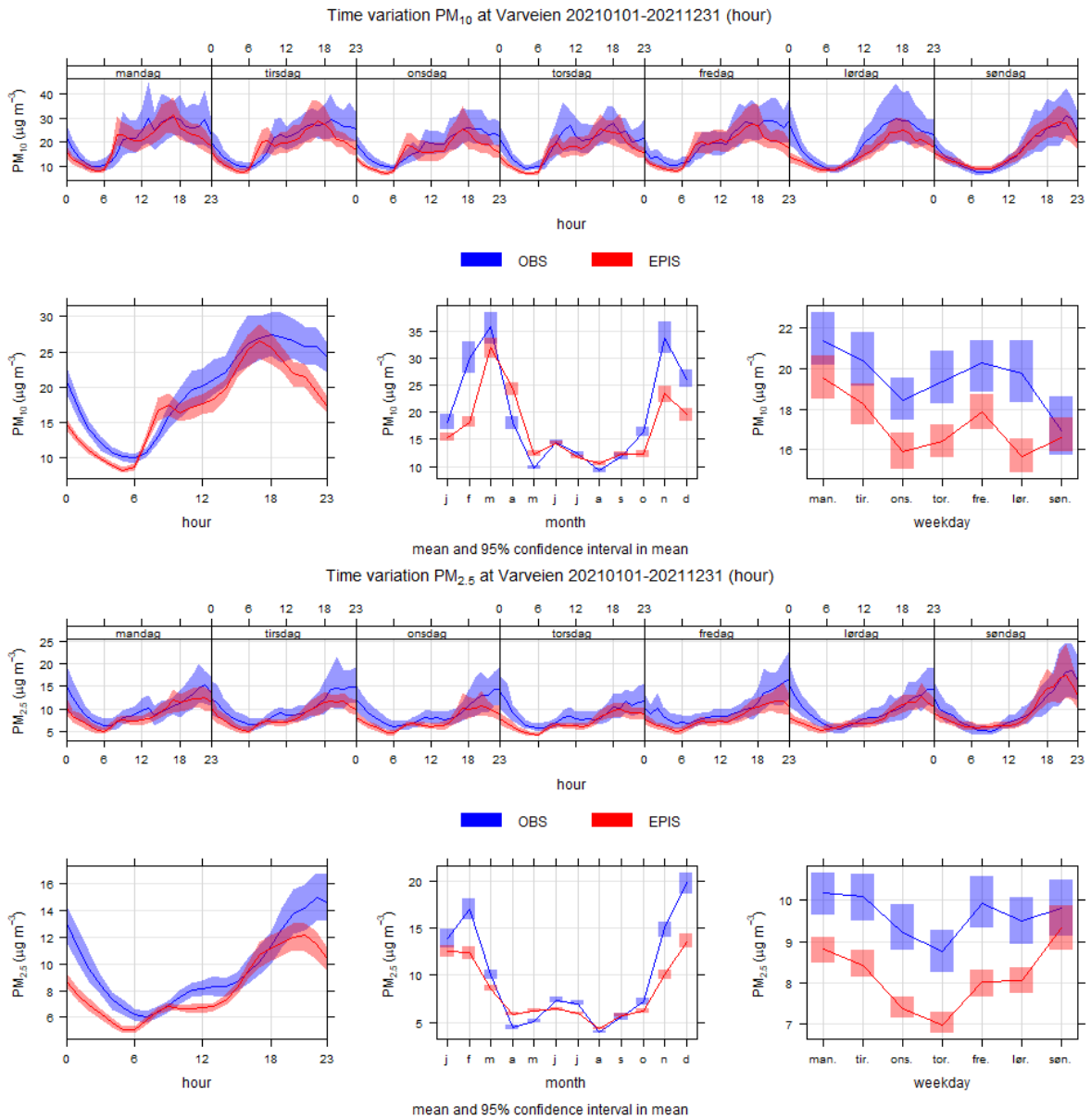
Videre viser Figur B9 statistikk for timesverdier for PM₁₀-konsentrasjoner aggregert over ukedager, måneder og døgn for hver ukedag. Ved Bangeløkka er det noe overestimering i vintermånedene januar, februar og desember, mens det er noe underestimering i sommermånedene. Man ser også at

døgnvariasjonen ikke samsvarer helt med målingene. Det kan skyldes avvik i døgnvariasjonen i trafikk (Figur B3) samt forskjeller i meteorologisk variasjon. Underestimeringen i øvrige måneder kan skyldes manglende kilder som f.eks. massetransport i forbindelse med tunnelarbeid. Figur B10 viser tilsvarende resultat for Vårveien for både PM_{10} og $PM_{2,5}$. Beregningene underestimerer målingene for både PM_{10} og $PM_{2,5}$ i februar, november og desember. Beregnet kildeallokering for døgnmiddel i Figur B11 kan gi en indikasjon på årsakene. Det er perioder i februar og desember hvor målt $PM_{2,5}$ ligger høyere enn beregnet PM_{10} . Vi vet at vindhastigheten er for høy i februar og desember noe som gir bedre spredning og lavere konsentrasjoner, i tillegg kan det ikke utelukkes at det mangler noe utslipp i vedfyringsmodellen. Det er enkelte døgn hvor målt PM_{10} er mye høyere enn målt $PM_{2,5}$ som indikerer et betydelig bidrag fra veistøv. I noen av disse døgnene underestimerer beregningene målingene, noe som kan skyldes at veien ikke har tørket opp i modellen, at spredningen er for god på grunn av for høy vindhastighet, eller at det er andre kilder til veistøv som f.eks. massetransport eller store støvdepot som ikke er hensyntatt i modellen.

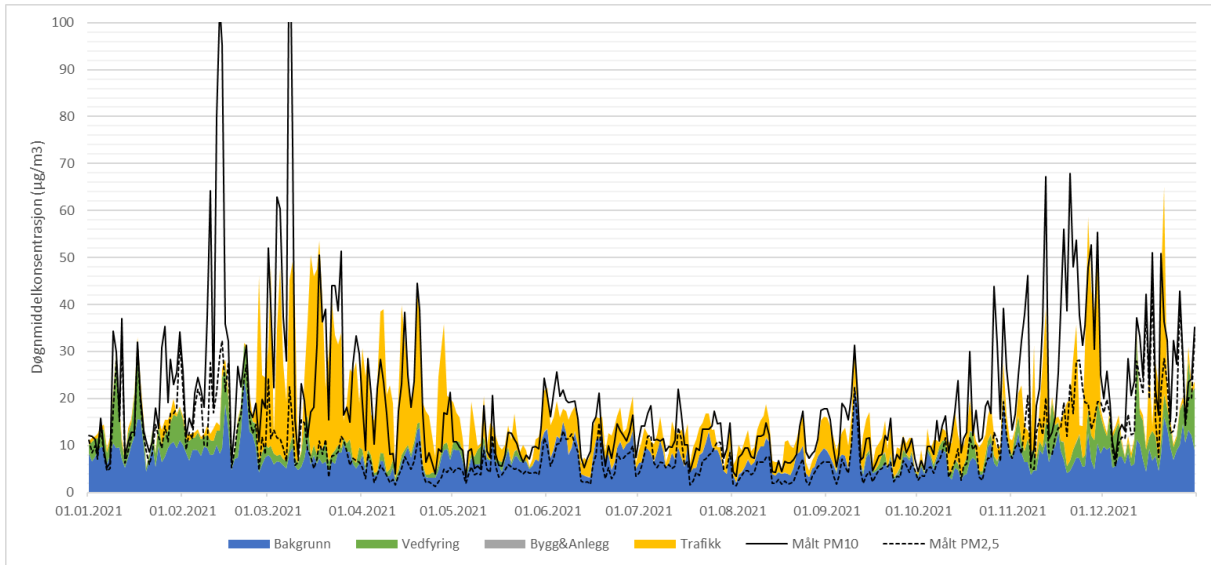
Generelt er overenstemmelsen mellom målinger og beregninger god ved Vårveien og Bangeløkka. Ved bybakgrunnstasjonen Backeparken er det godt samsvar særlig mellom målinger og beregninger særlig for $PM_{2,5}$ (Figur B13). Dette indikerer at bakgrunnskonsentrasjonene er godt fanget opp og at vedfyringsmodellen generelt gir et riktig bidrag til beregningene.



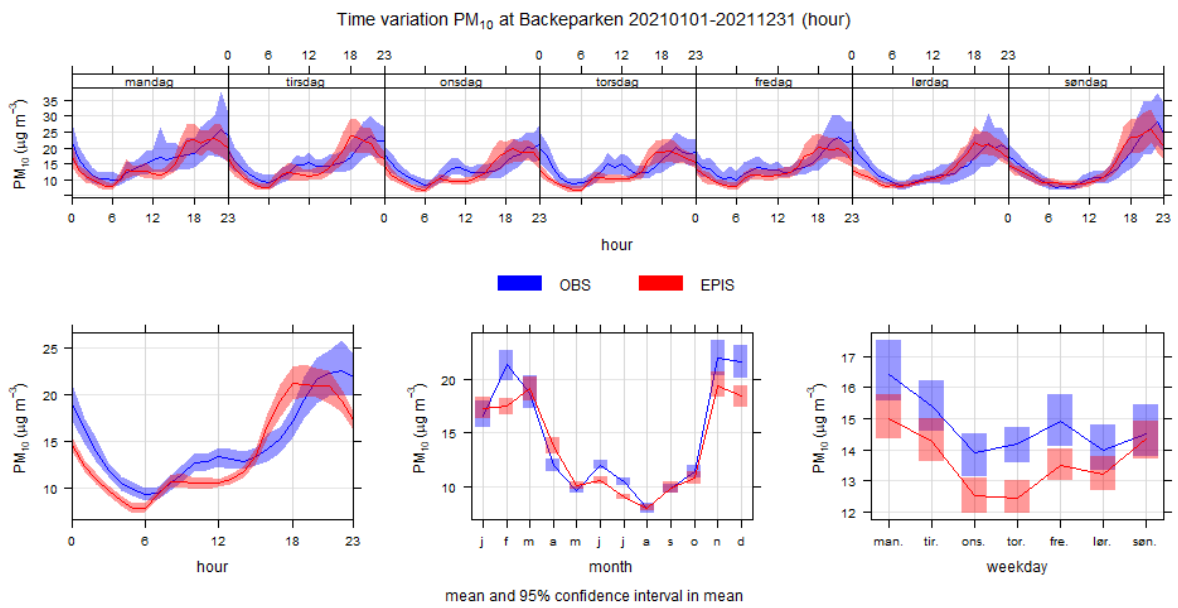
Figur B9: Sammenligner statistikk for målte verdier (OBS) og resultat fra spredningsberegninger (EPIS) for PM_{10} konsentrasjoner ved Bangeløkka målestasjon i 2021.



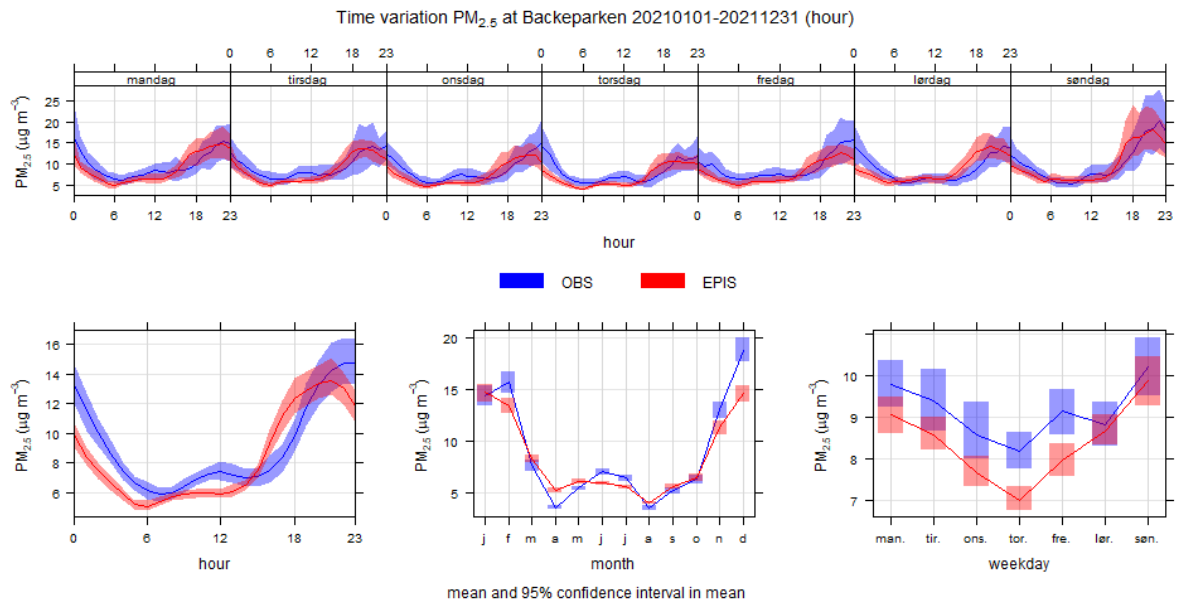
Figur B10: Sammenligner statistikk for målte verdier (OBS) og resultat fra spredningsberegninger (EPIS) for PM_{10} (øverst) og $PM_{2.5}$ (nederst) konsentrasjoner ved Vårveien i 2021.



Figur B11: Beregnet kildeallokering ved Vårveien for PM₁₀ per døgn i 2021 sammenlignet med målinger for PM₁₀ og PM_{2,5}.



Figur B12: Sammenligner statistikk for målte verdier (OBS) og resultat fra spredningsberegninger (EPIS) for PM₁₀ konsentrasjoner ved Backeparken i 2021.



Figur B13: Sammenligner statistikk for målte verdier (OBS) og resultat fra spredningsberegninger (EPIS) for $PM_{2.5}$ konsentrasjoner ved Vårveien (øverst) og Backeparken (nederst) målestasjoner i 2021.

Vedlegg C: Metode for beregning av usikkerhet i konsentrasjonene som følge av meteorologisk variasjon fra ett år til et annet

Dette vedlegget er hentet fra tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Lørenskog (Høiskar et al., 2022) hvor metoden første gang ble presentert og anvendt. Teksten er noe modifisert for å passe til anvendelsen for Drammen. Metoden er utviklet og dokumentert av Sam-Erik Walker på NILU.

Ulike tiltak for å redusere luftforurensningen i Drammen i referanseåret 2030 vurderes ut fra bl.a. virkningen de har på nivået av konsentrasjoner på målestasjonene. Forurensningsmål som vurderes i denne sammenheng er bl.a. årsmiddelverdi av PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂, 26. høyeste døgn og 19. høyeste time henholdsvis for PM₁₀ og NO₂, samt antall døgn over 50 µg/m³ for PM₁₀ og antall timer over 200 µg/m³ for NO₂. Ifølge forurensningsloven må hver av disse målene ikke overskride gitte grenseverdier på målestasjonene.

Tradisjonelt i tiltaksvurderinger beregnes *en* verdi for hver av disse forurensningsmålene for hver målestasjon for hvert tiltak eller samling av tiltak basert på modellberegninger. Det er derfor ikke enkelt å vurdere med hvilken sikkerhet vi kan si at et gitt tiltak eller flere samlet er tilstrekkelig for å oppnå målene i forurensningsloven.

I dette vedlegget beskriver vi en nyutviklet statistisk metode for å estimere *usikkerheten* i hvert av de ovenfor nevnte forurensningsmålene. Metoden gjør det enklere å vurdere ulike tiltak opp mot hverandre og opp mot målene i forurensningsloven. Den er generell og kan anvendes for de fleste framtidige tiltaksprosjekter, ikke bare for de aktuelle utredningene i Drammen og Lørenskog.

C.1 Datagrunnlag

For enkelhets skyld beskrives metoden i dette vedlegget med utgangspunkt i tiltak for Vårveien i Drammen i 2030 der vi ser på årsmiddelverdien av PM₁₀. Som vi vil se er det enkelt å anvende metoden også for de andre komponentene og forurensningsmålene som beskrevet innledningsvis. Vi ønsker altså å estimere usikkerheten i framtidig *målt årsmiddelverdi* av PM₁₀ i Vårveien i 2030 for hvert tiltak eller samling av tiltak i 2030 (eventuelt ingen tiltak i 2030).

Inngangsdata for den statistiske metoden er følgende *tidsserier av timesverdier* av PM₁₀ på Vårveien:

- Modellberegnete verdier (8760 timer) for 2021 og 2030 for hvert tiltak.
- Målte verdier (8760 timer) for 2021 og for de to tilgrensende årene 2020 og 2022.

Hver av disse tidsseriene gir oss *en* modellberegnet årsmiddelverdi av PM₁₀ for 2021 og for 2030 for hvert tiltak, og *en* målt årsmiddelverdi for hvert av årene 2020, 2021 og 2022. Men dette er ikke nok til å beskrive usikkerheter i årsmiddelverdien for 2030. Til det trenger vi *statistiske fordelinger*, dvs. *sannsynlighetsfordelinger* for denne. Vi beskriver nå metoden for å lage slike fordelinger.

C.2 Monte-Carlo simulering

Metoden vi har utviklet baserer seg på Monte-Carlo (MC) simulering som er en form for statistisk simulering av alternativer basert på trekning av tilfeldige tall. Vi anvender MC-simulering for å generere nye tidsserier på basis av de gitte modell- og måletidsseriene angitt over. Algoritmen er i konstruksjon lik for alle tidsseriene og beskrives her med utgangspunkt i modelltidsserien for 2021, som består av 8760 timesverdier (365 x 24 timer).

Vi betrakter denne tidsserien som realisasjonen av en *stokastisk prosess*, dvs. som en samling av realiserte stokastiske variabler for 2021, med en verdi per time fra 1. januar 2021 kl. 1 til 31. desember 2021 kl. 24. Den stokastiske prosessen består egentlig av tre delprosesser:

1. En utslippsprosess som genererer utslipp i spredningsmodellen EPISODE for hver time i modellgridet og på vei-lenkene rundt Vårveien, inkludert Rv283. I vårt system består denne av utslippsdata fra modellene NERVE og NORTRIP for trafikk og MetVed for vedfyring.
2. En meteorologiprosess som genererer meteorologiske inngangsdata til EPISODE, dvs. data fra modellen WRF.
3. En bakgrunnsprosess som genererer bakgrunns-konsentrasjoner for modellberegningene, som består av data fra det regionale spredningsmodellsystemet CAMS.

EPISODE modellen bruker data fra disse tre prosessene, dvs. timesverdier av utslipp, meteorologi og bakgrunn for å beregne, dvs. realisere, timeskonsentrasjoner på målestasjonen Vårveien.

Selv om de involverte modellene, inkl. EPISODE, alle er *deterministiske* (ikke-stokastiske), oppfatter vi allikevel her utslippsdata, meteorologiske data og bakgrunnsdata som brukes av modellene som stokastisk realiserte data siden disse er basert på lokal og regional meteorologi i 2021 som vi betrakter som resultatet av en stokastisk prosess og derfor tilfeldig varierende fra time-til-time og dag-til-dag.

For å oppnå en statistisk fordeling av årsmiddelverdier trenger vi å generere nye tidsserier med timeskonsentrasjoner på grunnlag av den eksisterende. Vi gjør dette ved hjelp av MC-simulering. Det vi ønsker å introdusere er *meteorologisk variabilitet* slik at vi får nye tidsserier på bakgrunn av variasjon i meteorologien, men med basis i samme trafikkforhold, dvs. trafikkvolum og kjøretøy-fordeling, og bakgrunns-konsentrasjoner som i den opprinnelige tidsserien. Det er viktig at simuleringen genererer nye tidsserier som hver for seg må kunne betraktes som like sannsynlige forløp av mulig meteorologisk variasjon som den vi tar utgangspunkt i. Vi vil nå beskrive hvordan vi lager en slik ny tidsserie.

Den nye tidsserien tar utgangspunkt i den opprinnelige tidsserien som her eksempelvis er den modellerte tidsserien av PM₁₀-konsentrasjoner på stasjonen Vårveien. Ved hjelp av MC-simulering produseres en ny tidsserie fra 1. januar og framover ved å benytte tilfeldig valgte men sammenhengende blokker med lengde på L dager, dvs. $24L$ timer, fra den opprinnelige tidsserien.

Siden meteorologi typisk opptrer i værmønstre som henger sammen over minst noen dager av gangen, ønsker vi ikke at blokk lengden L velges for lav siden dette vil stykke opp den opprinnelige tidsserien og lage kunstig korte perioder med sammenhengende «vær». Siden synoptisk storskala meteorologi, som bestemmer mye av det lokale været, gjerne opptrer med lengder opp til ca. 10 dager av gangen, har vi valgt å sette $L = 10$ dager, dvs. 240 timer, som en naturlig blokk lengde. Dette vil medvirke at lengre perioder med sammenhengende vær som f.eks. en lavtrykkperiode med mye regn, eller en høytrykkperiode med fint vær og tørre forhold, ikke blir stykket opp unødvendig mye. Sistnevnte er gjerne assosiert med episoder med oppvirvling av veistøv og høye konsentrasjoner av PM₁₀, som det er viktig å «bevare» i de nye tidsseriene.

Når vi skal velge første blokk på 10 dager fra 1. januar er det viktig at denne blokken på 240 timer kan oppfattes som *like sannsynlig* meteorologisk sett som den opprinnelige. Dette utelukker å kopiere blokker fra andre deler av året der været er helt annerledes enn i begynnelsen av januar. I tillegg er det viktig at den nye blokken har utslippsdata som er forenlig med den opprinnelige. Siden 1. januar 2021 er en fredag er det derfor naturlig å velge en ny 10-dagers blokk med januar-lignende vær som også starter på en fredag. En slik blokk finner vi nøyaktig en uke framover i tid fra 1. januar, dvs. fra fredag 8. januar og 10 dager framover. Det er rimelig å tenke at meteorologien i denne blokken like gjerne kunne ha forekommet fra 1. januar og framover som fra 8. januar. Men også blokken to uker framover i tid fra 1. januar, dvs. fra fredag 15. januar kan vi hevde inneholder meteorologi som like sannsynlig kunne ha forekommet fra 1. januar. Slik kan vi fortsette framover i hele uker fra fredag 1. januar.

Det er allikevel en grense for hvor langt fremover vi kan velge blokker siden vi for hver uke framover fra 1. januar gradvis vil endre sesongen, dvs. årstiden, som vi henter meteorologi fra. Vi har valgt å sette en grense i metoden på inntil 6 uker framover i tid. Da er vi kommet inn i andre halvdel av februar

og været har begynt å endre seg tilstrekkelig til at vi ikke lenger kan regne meteorologien der som like sannsynlig å bruke fra begynnelsen av året som den i januar og første del av februar.

På samme måte kan vi også gå bakover i hele uker fra 1. januar og velge blokker på 10 dager. Vi velger da fra slutten av 2021 istedenfor fra begynnelsen. Igjen har vi valgt å bruke 6 uker som en naturlig grense. På det meste vil vi da velge blokker fra ca. midten av november 2021. På denne måten får vi en samling (et vindu) på 13 (6 + 1 + 6) blokker å ta av fra 1. januar for å lage en ny 10-dagers tidsserie fra 1. januar.

Den aktuelle blokken blir nå valgt ved tilfeldig trekning blant alle de 13 tilgjengelige blokkene. Dette gjøres ved å trekke tilfeldig en blokk-indeks fra indeks-mengden $\{-6, \dots, -1, 0, +1, \dots, +6\}$, der indeksene trekkes med lik sannsynlighet, dvs. $1/13$. Dersom vi trekker 0 blir den opprinnelige blokken fra 1.- 10. januar valgt. Når den nye blokken er trukket er vi ferdig med å lage de 10 første dagene av den nye simulerte tidsserien.

Vi fortsetter så videre på samme måte med utgangspunkt i 11. januar 2021 som er en mandag. Igjen trekker vi tilfeldig en ny 10-dagers blokk med tidsserieverdier fra alle 10-dagers perioder som ligger inntil 6 hele uker framover eller bakover i tid fra denne datoen. Alle disse tidsseriene starter også på en mandag. Prosessen repeteres inntil vi har generert en ny tidsserie for hele året. Den siste blokken vil kun bestå av 5 dager siden det er 365 dager i dette året. Totalt utføres det da 37 uavhengige tilfeldige trekninger av blokk-indeks.

Metoden kan repeteres et vilkårlig antall ganger for å generere nye simulerte år, inntil vi har et tilstrekkelig antall tidsserier for å representere meteorologisk variabilitet med utgangspunkt i 2021 på en god måte. I vårt arbeid at vi funnet 1000 simulerte år som tilstrekkelig. Det resulterende settet av simulerte tidsserier kaller vi for et *ensemble* av tidsserier.

Merk at utslipp og bakgrunn vil «følge» den nye meteorologien i hver ny tidsserie og «henge sammen» med denne på en logisk og sammenhengende måte. I tillegg vil utslippene i de nye tidsseriene alltid være knyttet til riktig ukedag, og det vil være like mange ukedager (mandag, ..., fredag) og helgedager (lørdag, søndag), som i den opprinnelige tidsserien.

C.3 Ensemble av tidsserier

Monte-Carlo metoden beskrevet i foregående avsnitt gir oss altså et ensemble av tidsserier på basis av en gitt tidsserie. Vi anvender nå denne metoden ikke bare for modell-tidsserien for 2021, men også for observasjons-tidsseriene for 2020, 2021 og 2022, samt for modell-tidsseriene for 2030 for hvert tiltak (eventuelt 2030 uten tiltak). Vi får da til sammen $4 + K$ ensembler av tidsserier, der K er antall tiltak i 2030, med eksempelvis 1000 tidsserier i hver.

Det viktige, og som MC-metoden sikrer er at vi for hvert ensemble kan oppfatte alle tidsseriene i ensemblet som tilnærmet *like sannsynlige* meteorologisk sett som den opprinnelige tidsserien. Dette gjelder for alle de simulerte tidsseriene, både for de basert på modellberegninger og for de basert på målinger. Det vi simulerer når vi lager nye tidsserier er altså *meteorologisk variabilitet*, dvs. mulig variasjon i meteorologien over året. På bakgrunn av denne meteorologiske variasjonen, simuleres også da korresponderende variasjoner i utslipp og bakgrunns-konsentrasjoner. Men utgangspunktet for hvert ensemble er forholdene i det gitte året, dvs. trafikkvolum og kjøretøysammensetning, bakgrunns-konsentrasjoner og meteorologi. Tidsseriene av konsentrasjoner vi introduserer i hvert ensemble vil derfor være begrenset til variasjoner rundt meteorologien i dette året, samt tilhørende variasjoner i utslipp og bakgrunns-konsentrasjoner.

Ensemblene av observasjonstidsseriene introduserer altså meteorologisk variabilitet og tilhørende variasjon i reelt utslipp og bakgrunn rundt reell meteorologi i tre ulike år, 2020, 2021 og 2022, mens ensemblene av modell-tidsseriene i 2021 og 2030 for hvert tiltak introduserer individuell variabilitet rundt modell-meteorologien for 2021 med tilhørende variasjon i modellert utslipp og bakgrunn.

C.4 Ensembler av årsmiddelverdier

På basis av ensemblene av tidsserier beskrevet i foregående avsnitt lager vi korresponderende ensembler av årsmiddelverdier. Vi får *en* årsmiddelverdi for hver tidsserie. Totalt sett får vi da følgende ensembler med 1000 årsmiddelverdier i hver:

- (1) Et modellensemble for 2021
- (2) Et modellensemble for 2030 for hvert av tiltakene i 2030 (inkl. uten tiltak)
- (3) Observasjonsensembler for 2020, 2021 og 2022

De 1000 verdiene i hvert ensemble sortert fra laveste til høyeste årsmiddelverdi representerer nå en tentativ simulert kumulativ fordeling av årsmiddelverdien. Men ensemblene er *ikke kalibrerte*, dvs. fordelingene kan ikke uten videre oppfattes som ekte sannsynlighetsfordelinger for årsmiddelverdien for det gitte året.

Modellensemblene vil f.eks. typisk være påvirket av om vi i modellen over- eller underestimerer konsentrasjonene i forhold til målingene på stasjonen. Observasjonsensemblerne vil ikke over- eller underestimere per definisjon dersom målingene er riktig kalibrert, men baserer seg også, i likhet med modellensemblene, på simulering av meteorologisk variasjon på basis av et år om gangen. De vil derfor, som modellensemblene, ha en noe begrenset variabilitet knyttet til det enkelte året.

For å kunne lage en mer troverdig sannsynlighetsfordeling for årsmiddelverdien i 2030 trenger vi derfor å kombinere ensemblene over på en god måte som både retter opp mulig «bias» i modellen og som frigjør oss i størst mulig grad fra bruk av enkeltår. I neste avsnitt beskrives metoden som brukes for dette.

C.5 Konstruksjon av «observasjons»-ensemble for 2030

Utgangspunktet er modellensemblet for 2021. Ved å sammenligne nivå (gjennomsnitt) og spredning (standard avvik) av årsmiddelverdiene i dette ensemblet med gjennomsnitt og standard avvik i hvert av observasjonsensemblene 2020, 2021 og 2022 bygger vi tre ensemble korreksjonsmodeller mellom modellert årsmiddelverdi for 2021 og observert årsmiddelverdi for de tre årene. Dette gjøres ved å beregne tre sett med korreksjonsfaktorer:

$$\delta_i = \frac{\bar{z}_{ai}}{\bar{x}_{2021}}; \quad \gamma_i = \frac{\text{sd}(z_{ai})}{\text{sd}(x_{2021})}; \quad i = 1, 2, 3, \quad (\text{C.1})$$

der \bar{x}_{2021} og $\text{sd}(x_{2021})$ er gjennomsnitt og standard avvik av årsmiddelverdiene i modellensemblet for 2021, og \bar{z}_{ai} og $\text{sd}(z_{ai})$ er tilsvarende størrelser i observasjonsensemblene for årene $a1 = 2020$, $a2 = 2021$ og $a3 = 2022$. De seks faktorene δ_i, γ_i for $i = 1, \dots, n$ korrigerer for avvik i nivå (gjennomsnitt) og spredning (standard avvik) mellom observasjonsensemblene for 2020, 2021 og 2022 og modellensemblet for 2021.

Vi bruker de seks faktorene til å lage korresponderende «observasjons»-ensembler for 2030 for hvert tiltak (eventuelt for 2030 uten tiltak). Individuelle årsmiddelverdier i disse ensemblene konstrueres ved:

$$y_{j,i} = \delta_i \bar{x}_{2030} + \gamma_i (x_{j,2030} - \bar{x}_{2030}); \quad j = 1, \dots, m \quad \text{og} \quad i = 1, 2, 3, \quad (\text{C.2})$$

der \bar{x}_{2030} og $\text{sd}(x_{2030})$ er gjennomsnitt og standard avvik av årsmiddelverdiene i det korresponderende modellensemblet for 2030, og der $y_{j,i}$ representerer j -te ensemble-verdi (årsmiddelverdi) i «observasjons»-ensemble nr. i .

Legg merke til at vi fra ligning (C.2) har at:

$$\bar{y}_{\cdot,i} = \delta_i \bar{x}_{2030} = \bar{z}_{ai} \frac{\bar{x}_{2030}}{\bar{x}_{2021}} \quad \text{og} \quad \text{sd}(y_{\cdot,i}) = \gamma_i \cdot \text{sd}(x_{2030}) = \text{sd}(z_{ai}) \frac{\text{sd}(x_{2030})}{\text{sd}(x_{2021})}, \quad (\text{C.3})$$

dvs. «observasjons»-ensemble nr. i for 2030 har nivå (gjennomsnitt) og spredning (standard avvik) som for observasjonsensemblet for år ai (2020, 2021, 2022) skalert med forholdstallene mellom de samme størrelsene i modellensemblene for 2030 og 2021.

Husk at modellensemblene for 2030 bruker samme meteorologi og bakgrunns-konsentrasjoner som 2021. Den eneste endringen vi gjør i spredningsmodellen for 2030 er å endre trafikkvolum og kjøretøysammensetning basert på det konkrete tiltaket. Skaleringsfaktorene mellom 2030 og 2021 i ligning (C.3) reflekterer derfor presist disse endringene i utslipp og årsmiddelverdier i modellensemblet som følge av dette.

Trafikkforholdene (volum og kjøretøysammensetning) i 2020 og 2022 avviker riktignok noe fra 2021, men vi regner her at disse er av samme «størrelsesorden» og derfor naturlig vil simulere tilsvarende usikkerhet i de faktiske trafikkforholdene som vil gjelde i 2030.

De tre «observasjons»-ensemblene simulerer altså variabilitet mht. både meteorologi og trafikkforhold over tre etterfølgende år. Dersom vi opererer med 1000 verdier i hvert ensemble, får vi fra ligning (C.3) et stort «observasjons»-ensemble på 3000 verdier for årsmiddelverdien for 2030. Av praktiske grunner «ned-samples» dette til et ensemble på 1000 verdier ved å trekke 1000 verdier tilfeldig ut fra det store ensemblet. Dette sikrer at de endelige verdiene i ensemblet kan oppfattes som *uavhengige og identisk fordelte*, som muliggjør bruk av *bootstrapping* for å kunne estimere usikkerhet i alle størrelser beregnet på grunnlag av ensemblene, bl.a. konfidensintervall og risiko for overskridelse av grenseverdi (se neste avsnitt). Dette blir ikke nærmere beskrevet i dette vedlegget.

Det endelige «observasjons»-ensemblet av 1000 verdier representerer altså vår empiriske fordeling for årsmiddelverdi for 2030. Vi får et slikt ensemble for hvert tiltak i 2030 (eventuelt ingen tiltak). Hver av dem representerer vårt beste anslag for empirisk fordeling av årsmiddelverdien under det gitte tiltaket. De tar høyde for variabilitet i meteorologi, trafikkforhold og bakgrunns-konsentrasjoner over tre år: 2020, 2021 og 2022 istedenfor å bare bruke målinger og modell for et år, 2021. I tillegg gir Monte Carlo metoden også ekstra meteorologisk variabilitet rundt meteorologien for hvert år. Vi regner derfor de empiriske fordelingene som gode anslag for sannsynlighetsfordelinger for årsmiddelverdi i 2030 for hvert tiltak.

C.6 Konfidensintervall og risiko for overskridelse av grenseverdi

Basert på de endelige «observasjons»-ensemblene av årsmiddelverdiene beregnet i foregående avsnitt kan vi estimere konfidensintervall og risiko for overskridelse av grenseverdien for hvert tiltak i 2030 (eventuelt for 2030 uten tiltak).

For hvert ensemble blir et 95% konfidensintervall for årsmiddelverdien estimert som intervallet mellom 2,5%-ilen og 97,5%-ilen av de 1000 ensemble-verdiene. Intervallet tolkes som at det inneholder faktisk framtidig målt årsmiddelverdi i 2030 under det gitte tiltaket med 95% sannsynlighet.

Risikoen for å overskride grenseverdien, som er $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{10} , regnes ved å telle opp antall ensemble-verdier (årsmiddelverdier) som er høyere enn dette og dele på 1000, og eventuelt gange med 100 for å få risikoen i prosent. Tallet tolkes som risikoen, dvs. sannsynligheten, for at faktisk framtidig målt årsmiddelverdi i 2030 under det gitte tiltaket vil overskride grenseverdien.

Tilsvarende kan vi lage konfidensintervaller og risiko for overskridelse av grenseverdi for de andre målene for PM_{10} som 26. høyeste døgnerverdi og antall døgnerverdier over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, samt årsmiddelverdi for $\text{PM}_{2,5}$ og årsmiddelverdi og 19. høyeste timesverdi for NO_2 . Det er også mulig å regne risiko i forhold til øvre vurderingsterskler og FHI sine luftkvalitetskriterier.

NILU – Stiftelsen Norsk institutt for luftforskning

NILU – Stiftelsen 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 – Stiftelsen Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, 2027 KJELLER

E-post: nilu@nilu.no

<http://www.nilu.no>

ISBN: 978-82-425-3119-3
ISSN: 2464-3327