



NOTAT

Til: Bergen kommune v/Per Vikse
Kopi:
Fra: NILU – Norsk institutt for luftforskning v/Britt Ann K. Høiskar
Dato: Kjeller, 15.11.2017
Ref.: BAH/o-116111

Korrigerte tall for svevestøv – PM₁₀ og PM_{2.5}

NILU – Norsk institutt for luftforskning har, i samarbeid med Urbanet Analyse AS, hatt ansvar for å utarbeide revidert tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Bergen. I den forbindelse ble det foretatt utslipps- og spredningsberegninger for Bergen kommune for NO₂, PM₁₀ og PM_{2.5} for Dagens situasjon (2015), for Referansesituasjonen 2021, samt forventet effekt av en tiltakspakke i 2021.

Resultatene fra beregningene er presentert i «Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Bergen» (Høiskar et al., 2017). Tiltaksutredningen inneholder også en ti-punkts handlingsplan. Tiltaksutredningen og handlingsplanen ble behandlet og vedtatt i Bergen bystyre 27. september 2017.

I etterkant av bystyrebehandlingen er det dessverre oppdaget en feil i utslippsberegningene av PM_{2.5} fra vedfyring. Feilen skyldes en koordinatforskyvning i den geografiske fordelingen av vedfyringsutslippene, noe som medførte at utslippene av PM₁₀ og PM_{2.5} i Bergen sentrum og i Bergensdalen var for lave. Totalutslippene i hele modell-området var derimot korrekt.

Som følge av denne feilen er det foretatt nye beregninger for PM_{2.5} og PM₁₀. Resultatene av de nye beregningene presenteres her og det gis en beskrivelse av forskjeller mellom gamle og nye beregninger. Det redegjøres også for hvilken betydning dette har for hovedkonklusjonene i tiltaksutredningen som er lagt til grunn for Bystyrets vedtak.

Oppsummering

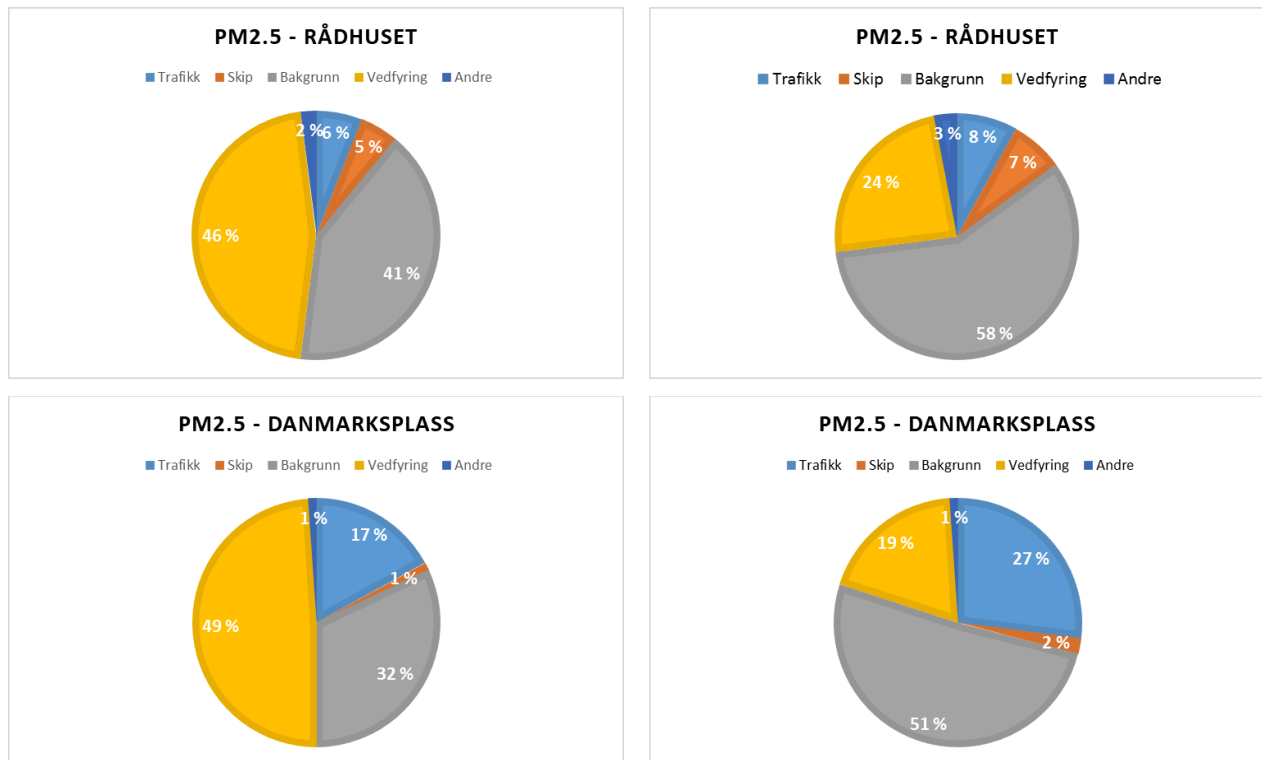
Med de nye beregningene endres ikke hovedkonklusjonene i tiltaksutredningen som er lagt til grunn for Bystyrets vedtak. Derimot viser resultatene en større effekt av vedtatt tiltakspakke på både PM₁₀- og PM_{2.5}-konsentrasjonene enn det tidligere beregninger viste.

Oppdatert luftsonekart gir større områder som ligger innenfor rød og gul sone enn tidligere beregninger viste.

Deltaker i CIENS og Framsenteret/Associated to CIENS and the Fram Centre – ISO-sertifisert etter/ISO certified according to NS-EN ISO 9001/ISO 14001

1 Reviderte beregninger av kildebidrag og konsentrasjoner for PM_{2.5}

Med korrigerede vedfyringsutslipp blir bidragene fra de ulike kildene til PM_{2.5} konsentrasjonen endret i forhold til tidligere beregninger, spesielt gjelder dette i Bergen sentrum. Figur 1 viser at vedfyringsbidraget er betydelig større ved begge målestasjonene i de nye beregningene. Dette gjør at effekten av tiltakspakken som omfatter forbud mot vedfyring med gamle vedovner fra 2021, gir betydelig større effekt på PM_{2.5}- konsentrasjonene enn det tidligere beregninger viste.



a) Kildebidrag til PM_{2.5} med korrigerede vedfyringsutslipp b) Kildebidrag til PM_{2.5} med ukorrigerede vedfyringsutslipp

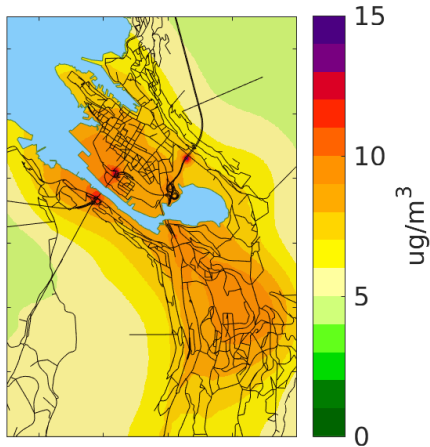
Figur 1: Bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for PM_{2.5} på målestasjonene Danmarks plass og Rådhuset med a) korrigerede vedfyringsutslipp og b) ukorrigerede vedfyringsutslipp.

I Figur 2 vises beregnet konsentrasjon av PM_{2.5} i Bergen sentrum for de tre scenariene som er vurdert når vedfyringsutslippene er korrigeret og tilsvarende kart med ukorrigerede vedfyringsutslipp. Med korrigerede vedfyringsutslipp er konsentrasjonsnivåene betydelig høyere enn det tidligere beregninger viste. For alle de tre scenariene ligger likevel årsmiddelverdiene for PM_{2.5} godt under grenseverdien på 15 µg/m³ alle steder i Bergen kommune.

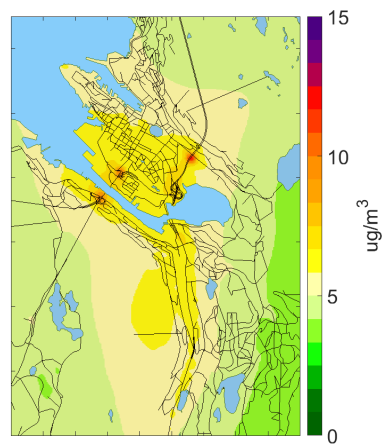
I sentrumsnære områder viser de korrigerede beregningene at PM_{2.5}-nivåene ligger nær eller like over nasjonale mål og helsemyndighetenes anbefaling på 8 µg/m³ både for dagens situasjon og for Referansesituasjonen 2021. Tilsvarende kart er vist for hele kommunen i vedlegg A.

Med riktig fordeling av vedfyringsutslippene blir effekten av tiltakspakken større enn det tidligere beregninger viste. Spesielt gjelder dette områdene i sentrum av Bergen og i Bergensdalen hvor tiltakspakken gir en reduksjon i årsmiddelverdiene på cirka 10% med korrigeret vedfyringsutslipp (Tabell 1), sammenlignet med 5% med ukorrigerede utslipp (jf. tabell 15 i Tiltaksutredningen). Med innføring av foreslått tiltakspakke vil de fleste områdene i Bergen forventes å ha årsmiddelverdier som ligger under nasjonale mål. De oppdaterte beregningene viser dermed at et forbud mot bruk av gamle vedovner fra 2021 vil være et viktig bidrag til å redusere PM_{2.5} nivåene i Bergen sentrum.

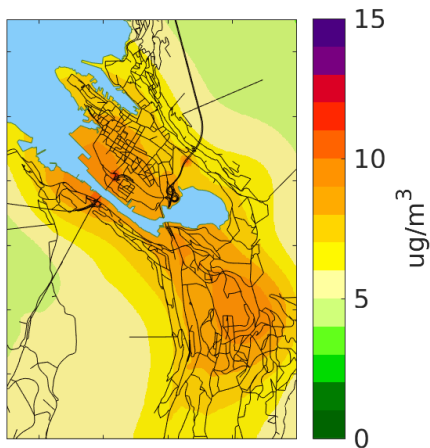
Forurensingsforskriften pålegger ikke kommunen tiltak rettet mot PM_{2.5} da de årlige middelverdiene ligger langt under grenseverdiene. En reduksjon av nivåene vil derimot bidra til færre dager med døgnmidler over helsemyndighetenes anbefaling



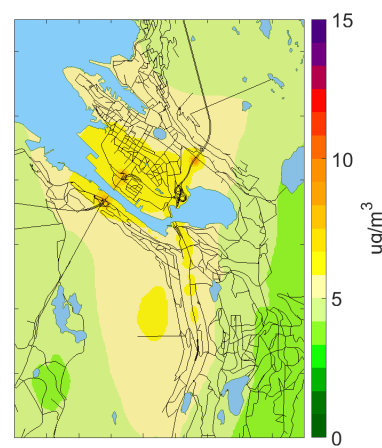
a) Dagens situasjon 2015 - korrigert



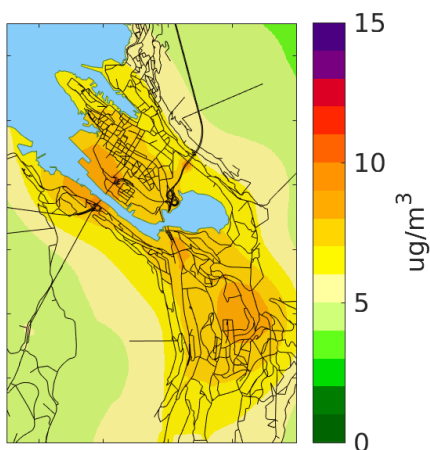
b) Dagens situasjon 2015 - ukorrigert



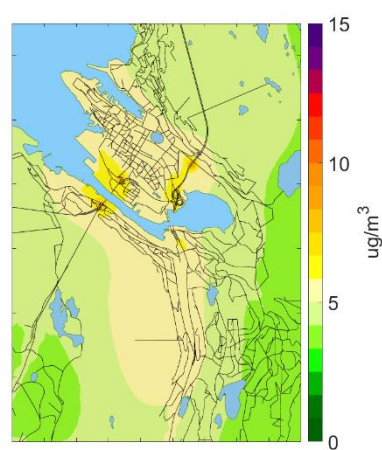
c) Referansesituasjonen 2021- korrigert



d) Referansesituasjonen 2021- ukorrigert



e) Tiltak 2021- korrigert



f) Tiltak 2021- ukorrigert

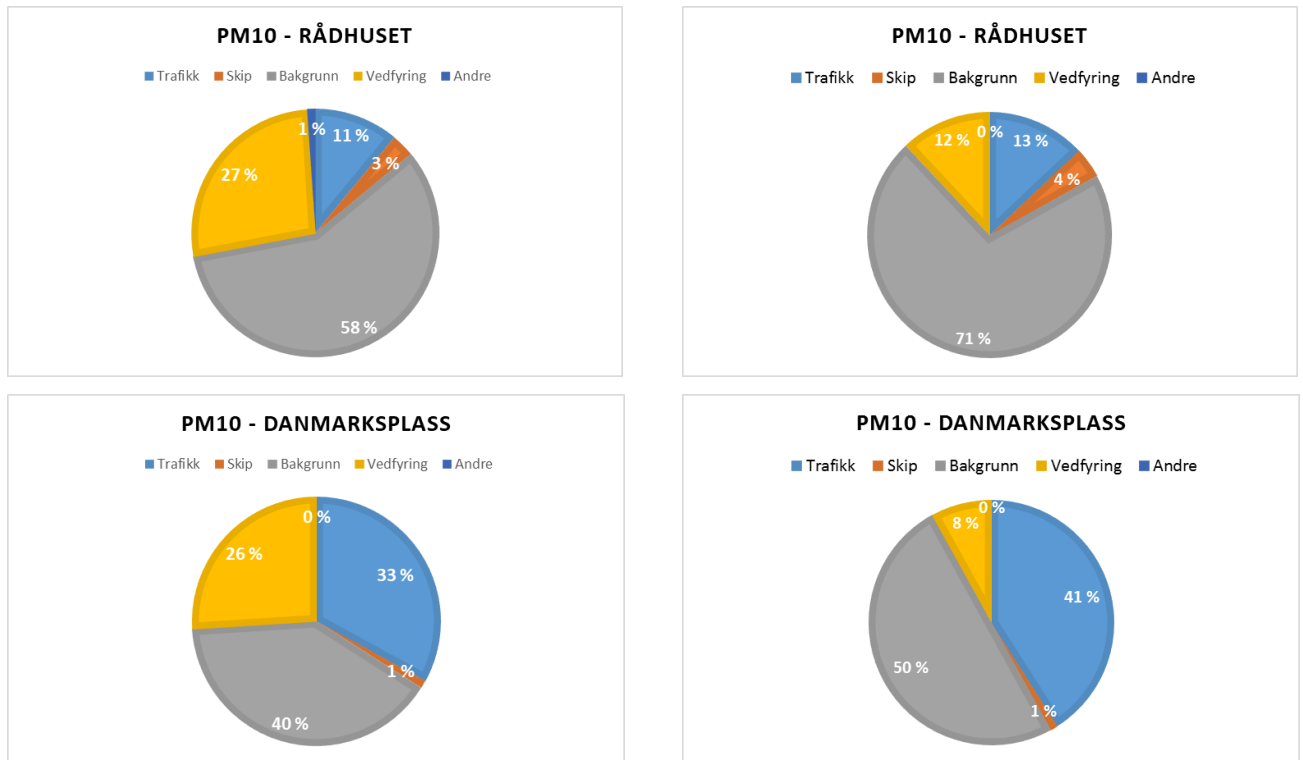
Figur 2: Figurene til venstre viser beregnet årsmiddel for $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for Dagens Situasjon 2015, Referansesituasjonen 2021 og Referansesituasjonen 2021 med tiltak med korrigert fordeling av vedfyringsutslippene. Figurene til høyre viser tilsvarende beregninger med feil i den geografiske fordelingen av vedfyringsutslippene.

Tabell 1: Beregnede årsmiddelverdier med korrigerede vedfyringsutslipp på steder hvor det foretas målinger av $PM_{2.5}$ med referansemålinger (R), samt steder hvor det foretas målinger med passive prøvetakere for NO_2 (P) for Referansesituasjonen 2021 uten tiltak og framtidig situasjon 2021 med tiltak. Kolonnen helt til høyre viser beregnet endring av årsmiddelverdien (i prosent).

Målesteder	Modell Referanse 2021	Modell 2021 med tiltak	%vis reduksjon
Danmarks plass målestasjon (R)	9,5	8,5	-11
Rådhuset målestasjon (R)	7,7	6,9	-10
Drosjeholdeplass, Danmarks plass (P)	9,7	8,7	-10
Ny Krohnborg skole (P)	7,7	6,9	-10
Nesttunvegen (P)	5,1	4,8	-6
Midtun skole (P)	5,3	5	-6
Fanavegen sør (P)	5,4	5,1	-6
Grimseidvegen (P)	5,1	4,8	-6
Mor Åses vei (P)	5,1	4,8	-6
Dokken (P)	9,1	8,1	-11
Strandkai terminalen (P)	7,7	6,9	-10
Åsane senter (P)	5,3	5	-6
Øyrane torg (P)	4	3,9	-3
Indre Arna barnehage (P)	3,8	3,7	-3
Nattlandsfjellet (P)	4,3	4,1	-5
Kristianborg barnehage (P)	7,9	7	-11

2 Reviderte beregninger av kildebidrag og konsentrasjoner for PM_{10}

Med korrigerede vedfyringsutslipp blir bidragene fra de ulike kildene til PM_{10} konsentrasjonen også endret i forhold til tidligere beregninger. Figur 3 viser at vedfyringsbidraget er betydelig større ved de to målestasjonene enn tidligere antatt. Dette gjør at effekten av tiltakspakken som omfatter forbud mot vedfyring med gamle vedovner fra 2021, gir betydelig større effekt også på PM_{10} - konsentrasjonene enn det tidligere beregninger viste.



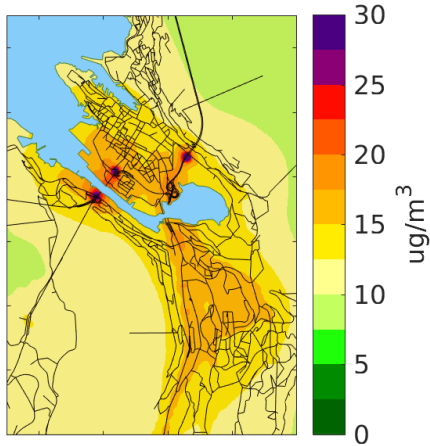
a) Kildebidrag til PM_{10} med korrigerede vedfyringsutslipp

b) Kildebidrag til PM_{10} med ukorrigerede vedfyringsutslipp

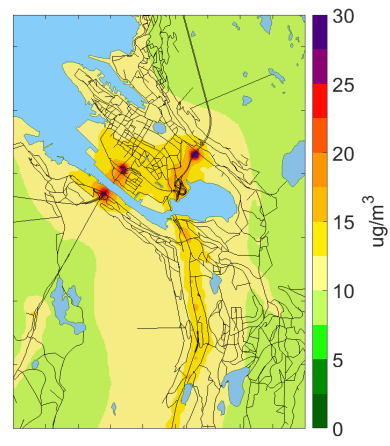
Figur 3: Bidrag fra de ulike kildene til årsmiddelkonsentrasjonen for $PM_{2,5}$ på målestasjonene Danmarks plass og Rådhuset med a) korrigerede vedfyringsutslipp og b) ukorrigerede vedfyringsutslipp.

I Figur 4 vises beregnet konsentrasjon av PM_{10} for de tre scenariene som er vurdert når utslippene fra vedfyring er korrigeret og tilsvarende kart med ukorrigerede vedfyringsutslipp. Fra figuren ser vi at med korrigerede vedfyringsutslipp er konsentrasjonsnivåene betydelig høyere enn for tilsvarende beregninger med feil i den romlige fordelingen av vedfyringsutslippene. For alle de tre scenariene vist ligger likevel årsmiddelverdiene for PM_{10} godt under grenseverdien på $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alle steder i Bergen kommune, med unntak av rundt enkelte tunnelmunnninger. De oppdaterte beregningene viser at nivåene også ligger under regjeringens nasjonale mål og helsemyndighetenes anbefaling for maksimalt årsmiddel av PM_{10} på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de aller fleste steder i kommunen.

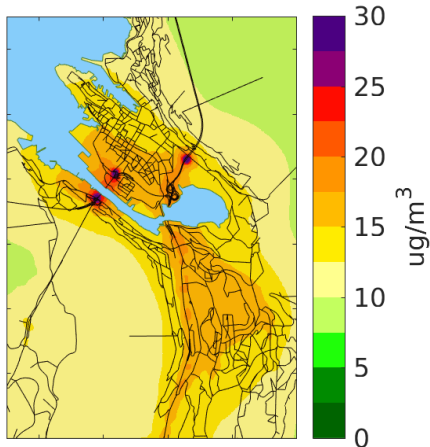
Med oppdaterte vedfyringsutslipp blir effekten av tiltakspakken større også for PM_{10} , Tabell 2. Spesielt gjelder dette områdene i sentrum av Bergen og i Bergensdalen hvor tiltakspakken gir en reduksjon i årsmiddelverdiene på cirka 6% med korrigerede vedfyringsutslipp, sammenlignet med cirka 3-4% med ukorrigerede utslipp (jf. tabell 15 i Tiltaksutredningen).



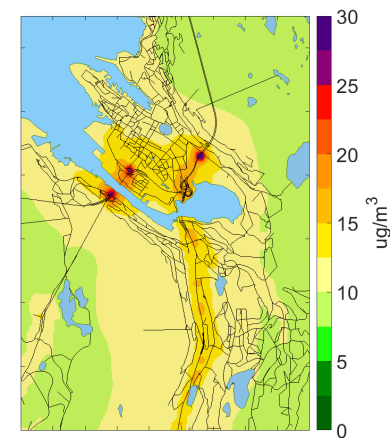
a) Dagens situasjon 2015 - korrigert



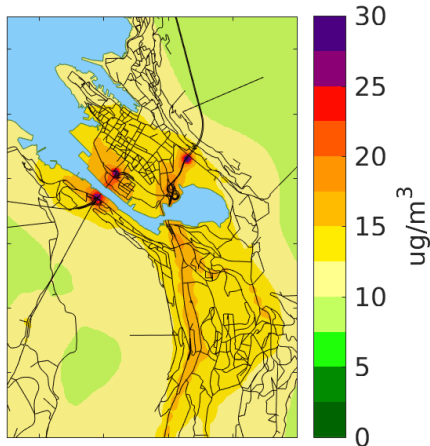
b) Dagens situasjon 2015 - ukorrigert



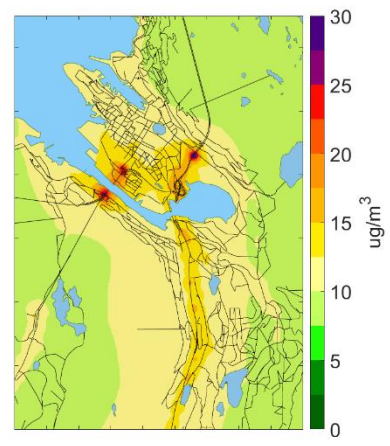
c) Referansesituasjonen 2021 - korrigert



d) Referansesituasjonen 2021 - ukorrigert



e) Tiltak 2021- korrigert



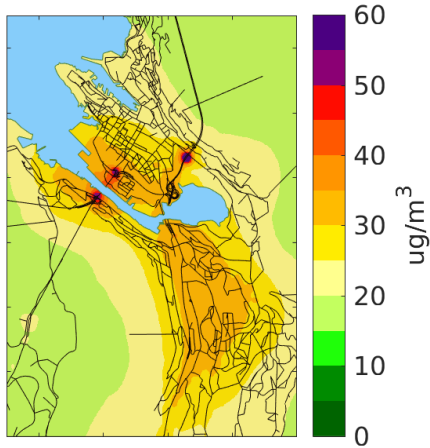
f) Tiltak 2021- ukorrigert

Figur 4: Figurene til venstre viser beregnet årsmiddel for PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for Dagens Situasjon 2015, Referansesituasjonen 2021 og Referansesituasjonen 2021 med tiltak med korrigert fordeling av vedfyringsutslippene. Figurene til høyre viser tilsvarende beregninger med feil i den geografiske fordelingen av vedfyringsutslippene.

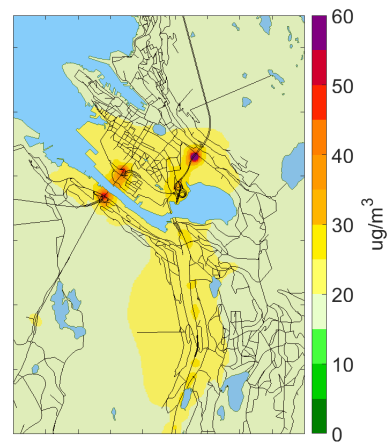
Tabell 2: Beregnede årsmiddelverdier med korrigerede vedfyringsutslipp på steder hvor det foretas målinger av PM_{10} med referansemålinger (R), samt steder hvor det foretas målinger med passive prøvetakere for NO_2 (P) for Referansesituasjonen 2021 uten tiltak og framtidig situasjon 2021 med tiltak. Kolonnen helt til høyre viser beregnet endring av årsmiddelverdien (i prosent).

Målesteder	Modell Referanse 2021	Modell 2021 med tiltak	%vis reduksjon
Danmarks plass målestasjon (R)	20,1	18,8	-6
Rådhuset målestasjon (R)	13,4	12,6	-6
Drosjeholdeplass, Danmarks plass (P)	21,5	20,2	-6
Ny Krohnborg skole (P)	13,5	12,7	-6
Nesttunvegen (P)	11	10,6	-4
Midtun skole (P)	12,7	12,2	-4
Grimseidvegen (P)	13,3	12,7	-5
Mor Åses vei (P)	10,9	10,5	-4
Dokken (P)	15,3	14,2	-7
Strandkai terminalen (P)	13,3	12,5	-6
Åsane senter (P)	15	14,2	-5
Indre Arna barnehage (P)	9	8,9	-1
Nattlandsfjellet (P)	9	8,8	-2
Kristianborg barnehage (P)	15,2	14,2	-7

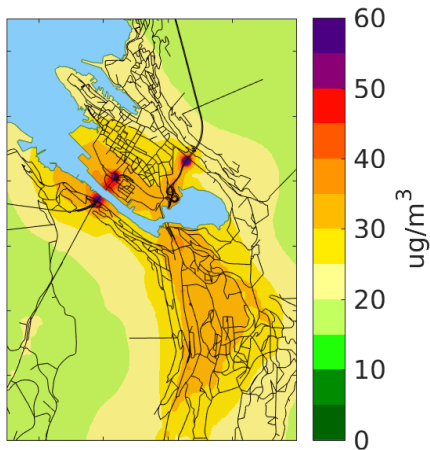
Figur 5 viser den 31. høyeste døgnmiddelverdien for PM_{10} i Bergen sentrum for de tre scenariene som er vurdert når utslippene fra vedfyring er korrigeret (til venstre) og tilsvarende kart med ukorrigerede vedfyringsutslipp (til høyre). Oppdaterte beregninger viser høyere verdier enn tidligere beregninger, men fremdeles er det kun i områdene rundt tunnelmunningene i Bergen sentrum og Lyderhorntunnelen at det er fare for overskridelser av grenseverdiene for døgnmiddel av PM_{10} .



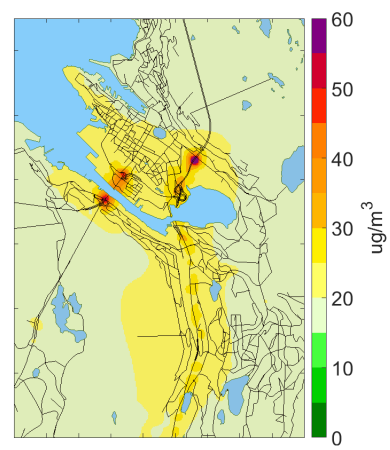
a) Dagens situasjon 2015 - korrigert



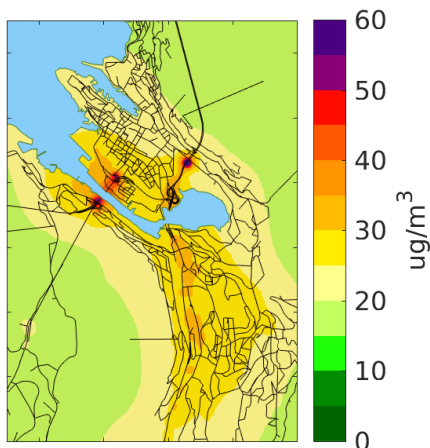
b) Dagens situasjon 2015 - ukorrigert



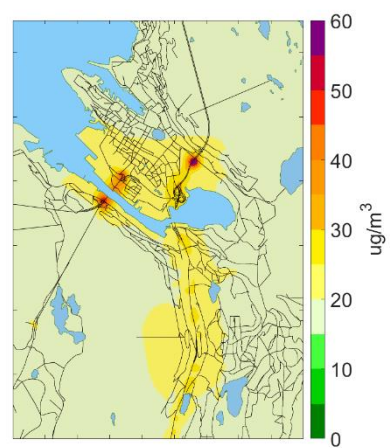
c) Referansesituasjonen 2021- korrigert



d) Referansesituasjonen 2021- ukorrigert



e) Tiltak 2021- korrigert



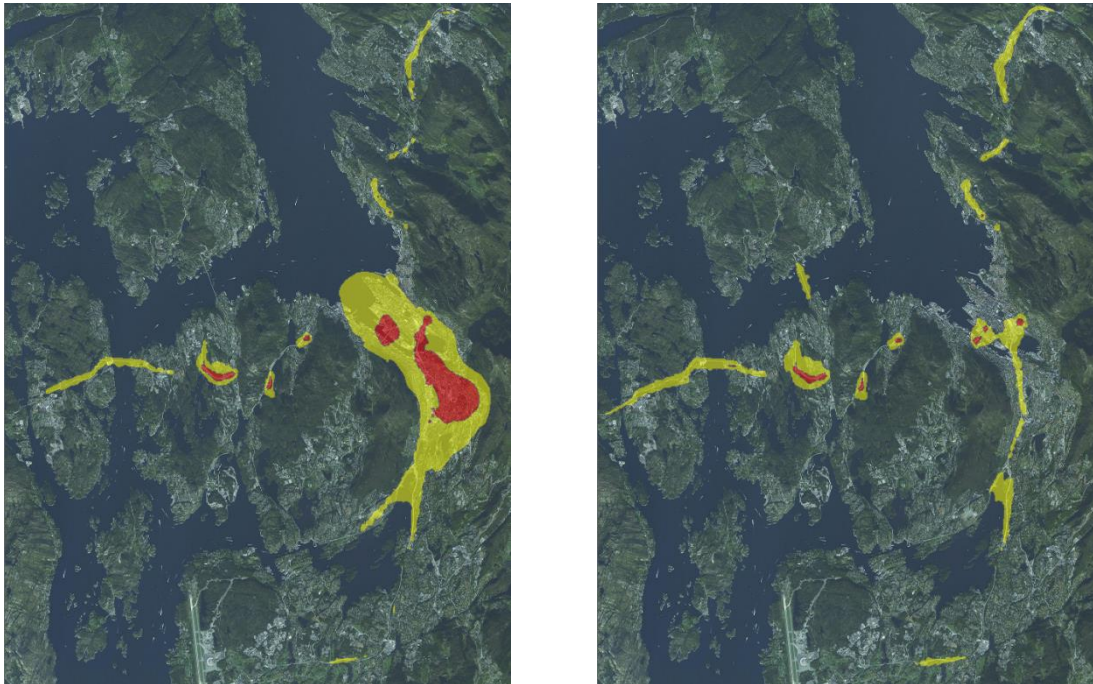
f) Tiltak 2021 - ukorrigert

Figur 5: Figurene til venstre viser 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjon for PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for Dagens Situasjon 2015, Referansesituasjonen 2021 og Referansesituasjonen 2021 med tiltak med korrigert fordeling av vedfyriingsutslippene. Figurene til høyre viser tilsvarende beregninger med feil i den geografiske fordelingen av vedfyriingsutslippene.

3 Revidert luftsonekart

Med korrigerede vedfyringsutslipp vil luftsonekartet endres siden soneinndelingene er avhengig av både vintermiddelverdien av NO_2 og antall døgn med døgnmiddelverdi av PM_{10} over $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figur 6 viser luftsonekartet for Bergen kommune basert på korrigerede og ukorrigerede PM_{10} konsentrasjoner. Det er til dels store forskjeller i de to luftsonekartene og det er derfor viktig at Bergen kommune erstatter det opprinnelige luftsonekartet med nytt kart.



a) Luftsonekart med korrigerede vedfyringsutslipp

b) Luftsonekart med ukorrigerede luftsonekart

Figur 6: Figurene viser luftsonekartene med henholdsvis a) korrigerede og b) ukorrigerede vedfyringsutslipp.

4 Oppsummering

Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Bergen (NILU rapport 17/2017) ble ferdigstilt og oversendt Bergen kommune i juni 2017. Tiltaksutredningen og foreslått handlingsplan ble behandlet og vedtatt i Bergen bystyre 27. september 2017.

I etterkant av bystyrebehandlingen er det dessverre oppdaget en feil i utslippsberegningene av $\text{PM}_{2.5}$ fra vedfyring. Feilen skyldes en koordinatforskyvning i fordelingen av vedfyringsutslippet og medførte at utslippene av PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$ i Bergen sentrum og i Bergensdalen var for lave. Totalutslippene i hele området er derimot korrekte.

Det er foretatt nye beregninger av $\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10} med korrigert plassering av vedfyringsutslippene. Resultatene fra de nye beregningene gir høyere konsentrasjoner av $\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10} i Bergen sentrum, men nivåene ligger fremdeles godt under grenseverdiene gitt i forurensningsforskriften for begge komponenter, med unntak av rundt enkelte tunnelmunninger for PM_{10} . Dette var også tilfelle med tidligere beregninger.

Med de nye beregningene endres ikke hovedkonklusjonene i tiltaksutredningen som er lagt til grunn for Bystyrets vedtak. Derimot viser resultatene en større effekt av vedtatt tiltakspakke på både PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$ konsentrasjonene enn det tidligere beregninger viste.

Oppdatert luftsonekart gir større områder som ligger innenfor rød og gul sone enn tidligere beregninger viste.

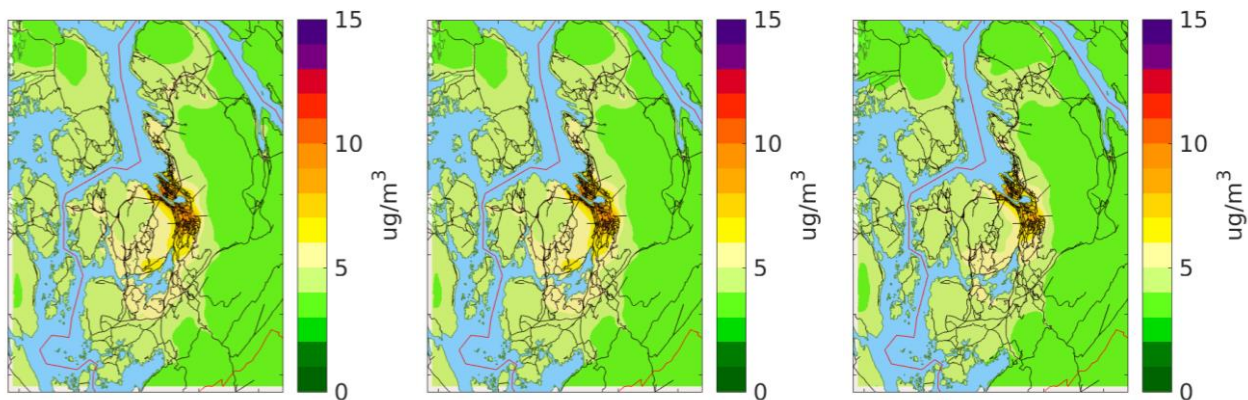
I Nasjonalt beregningsverktøy (www.nbv-luftkvalitet.no) er de korrigerede vedfyringsutslippene benyttet og valideringsresultatene med oppdaterte vedfyringsutslipp er presentert i evalueringsrapporten til NBV (Tarrasón et al., 2017).

5 Referanser

Tarrasón, L., Sousa Santos, G., Vo Thanh, D., Vogt, M., López-Aparicio, S., Denby, B., Tønnesen, D., Sundvor, I., Røen, H. V. og Høiskar, B. A. K. (2017). *Air quality in Norwegian cities in 2015. Evaluation Report for NBV Main Results* (NILU rapport, 21/2017). Kjeller: NILU.

Høiskar, B. A. K., Sundvor, I., Johnsrud, M., Haug, T. W., Solli, H. (2017) Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Bergen (NILU rapport, 15/2017). Kjeller: NILU.

Vedlegg A: Oppdaterte konsentrasjonskart for PM_{2.5} for hele Bergen kommune

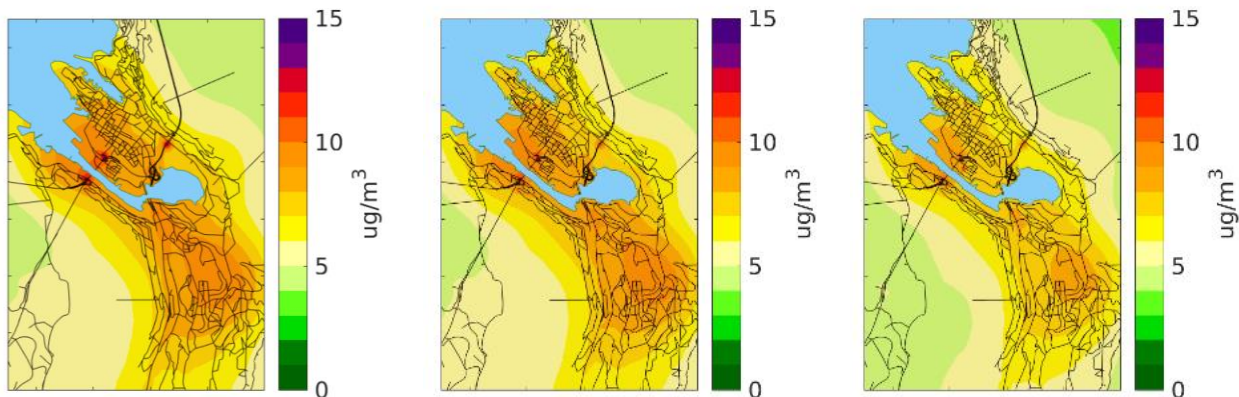


a)

b)

c)

Figur 7: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{2.5} for Bergen kommune for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

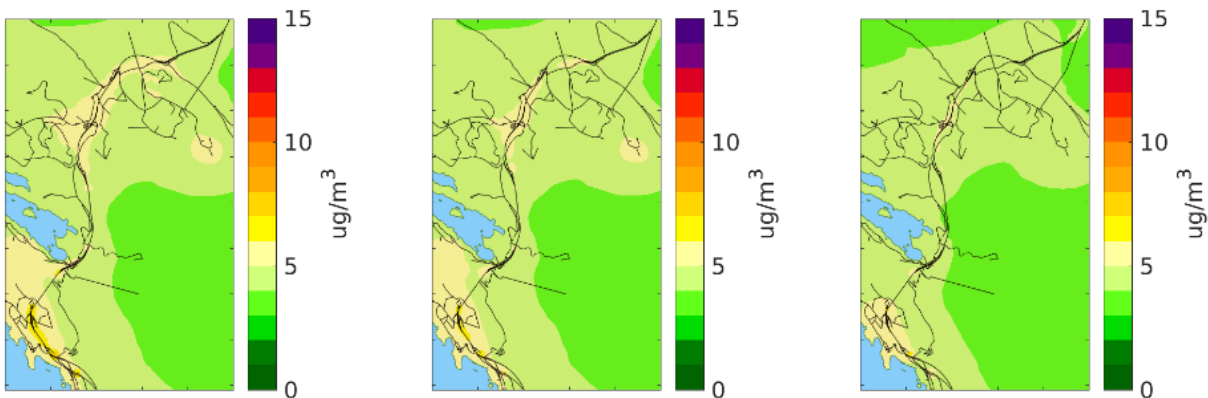


a)

b)

c)

Figur 8: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{2.5} for Bergen sentrum for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

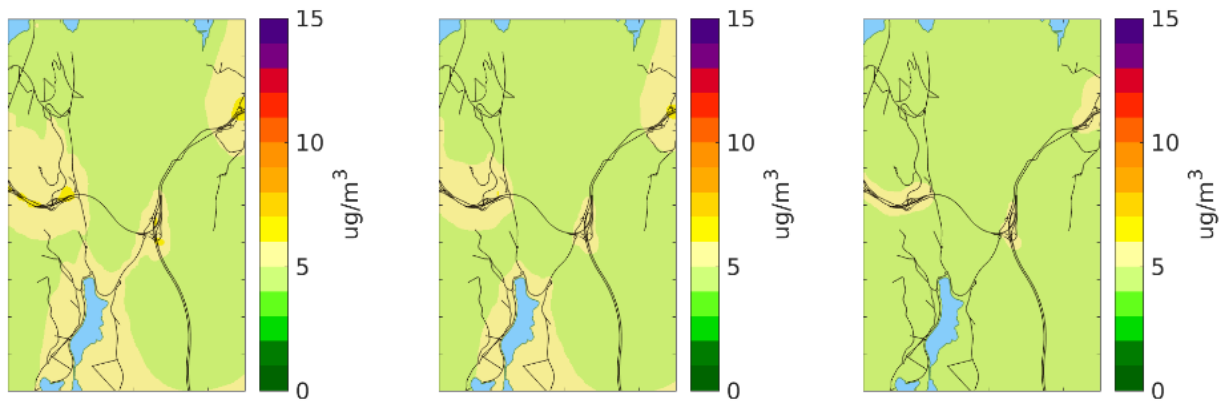


a)

b)

c)

Figur 9: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{2.5} for området rundt Åsane for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

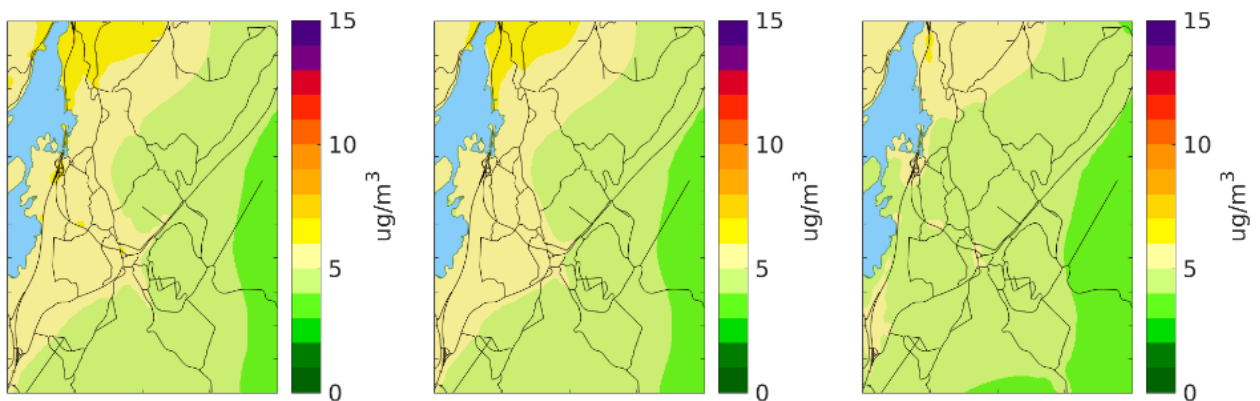


a)

b)

c)

Figur 10: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for $PM_{2.5}$ for Loddefjord for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

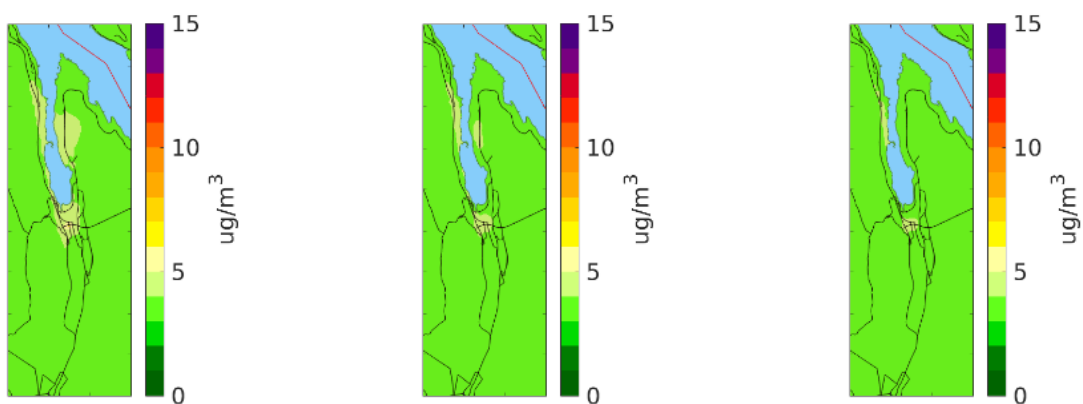


a)

b)

c)

Figur 11: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for $PM_{2.5}$ for området rundt Nesttun for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.



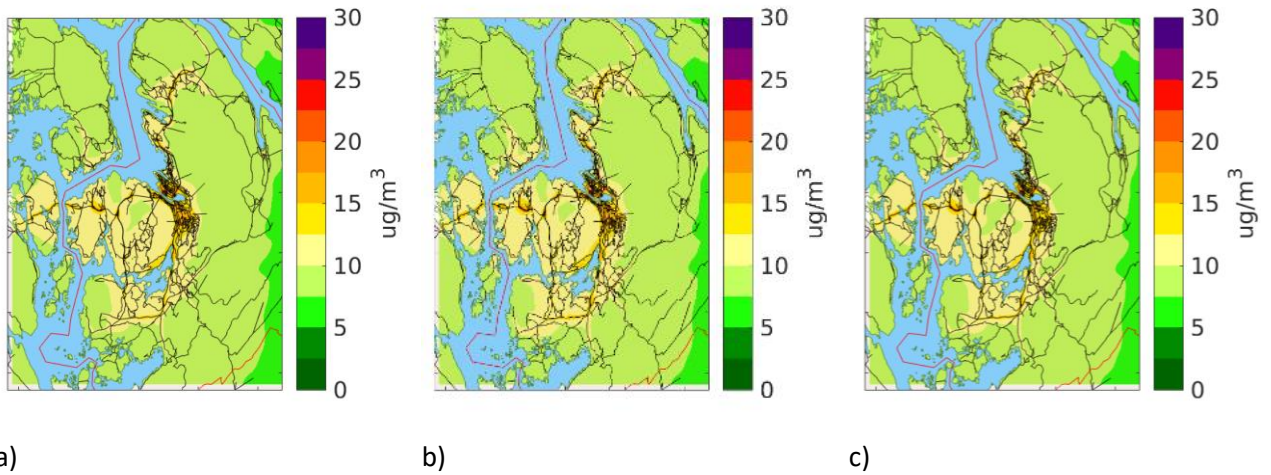
a)

b)

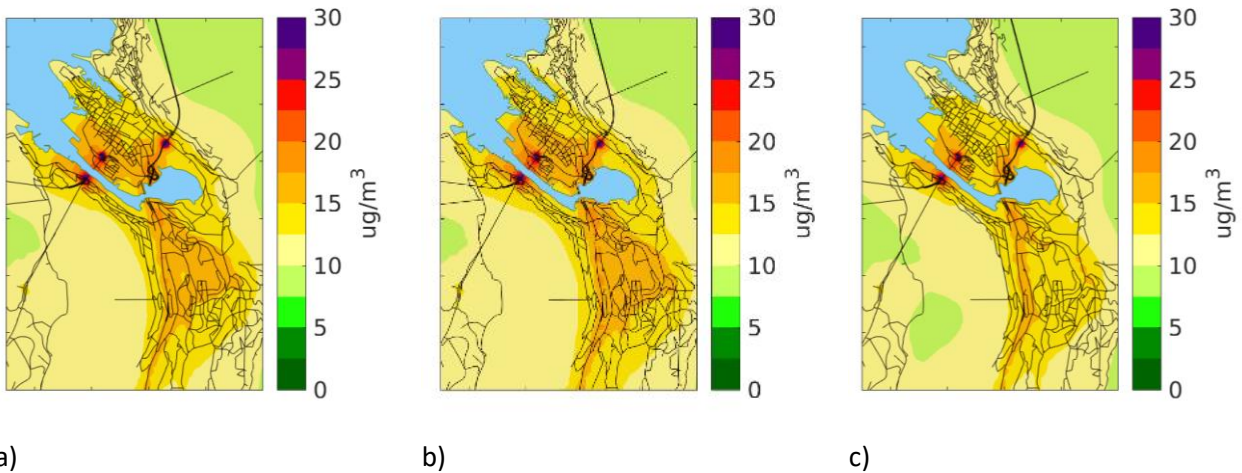
c)

Figur 12: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for $PM_{2.5}$ for Arna for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

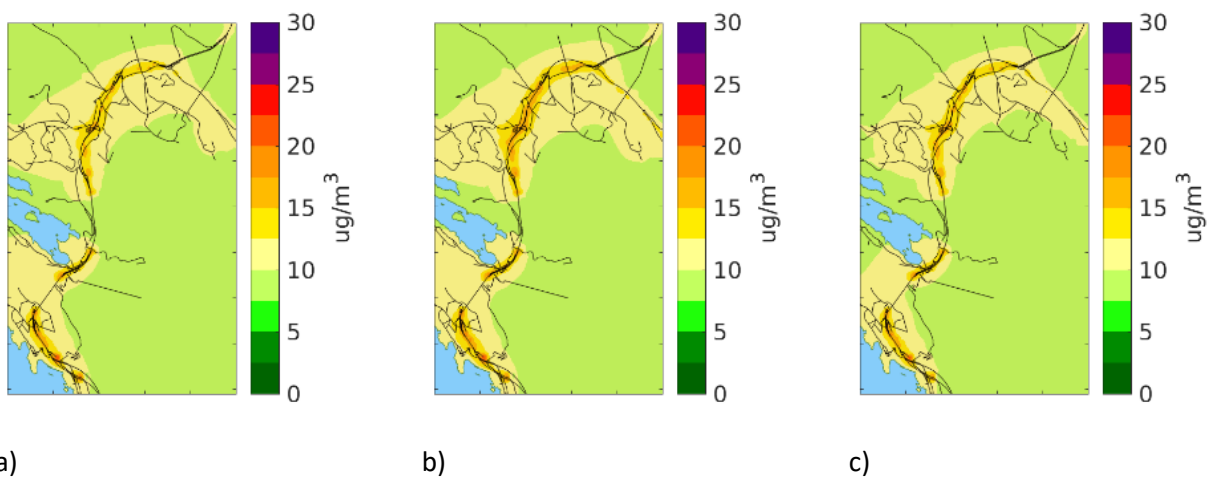
Vedlegg B: Oppdaterte konsentrasjonskart for PM₁₀ for hele Bergen kommune



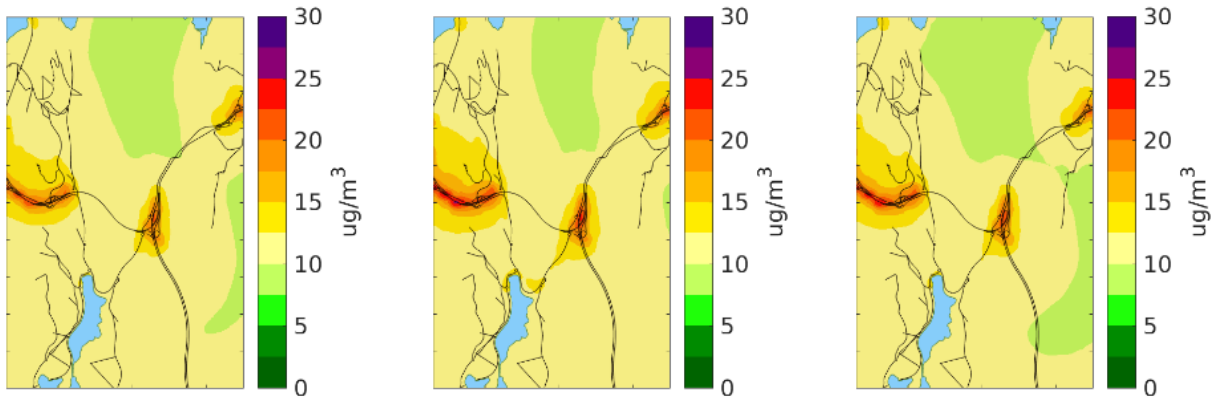
Figur 13: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM₁₀ for Bergen kommune for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.



Figur 14: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM₁₀ for Bergen sentrum for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.



Figur 15: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM₁₀ for området rundt Åsane for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

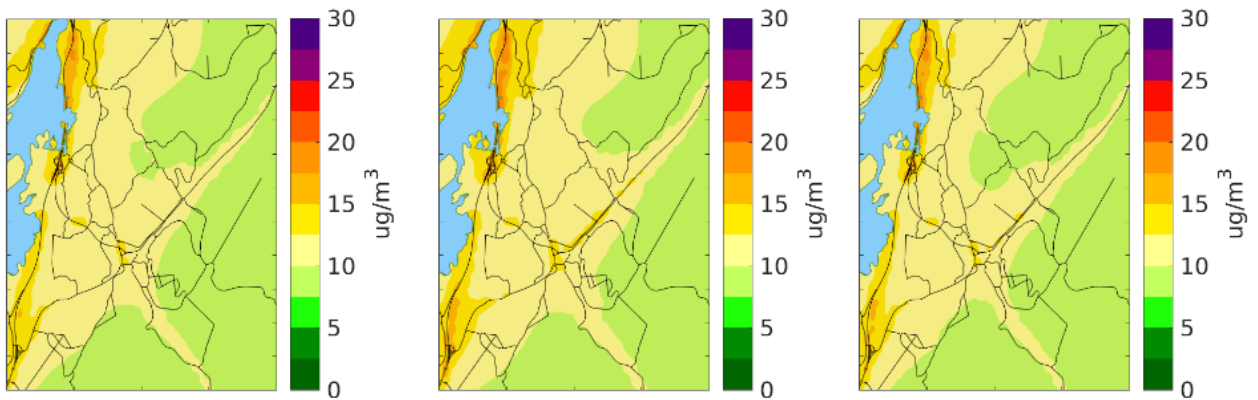


a)

b)

c)

Figur 16: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{10} for Loddefjord for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

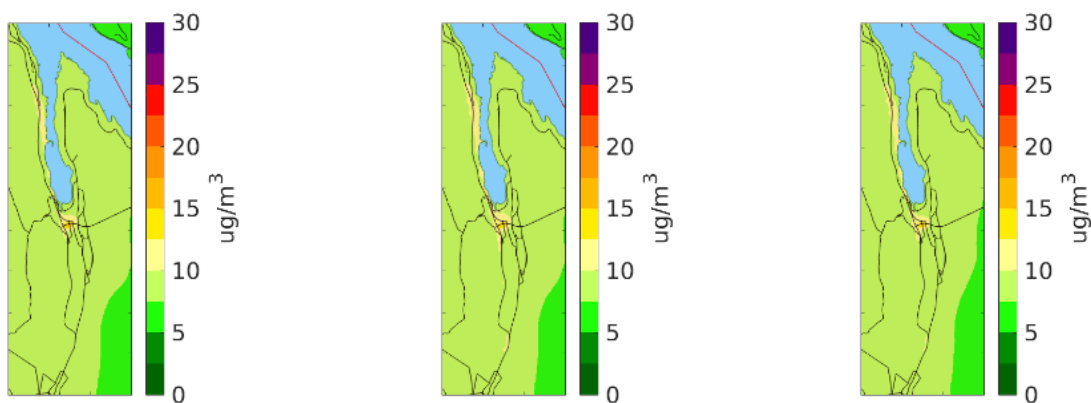


a)

b)

c)

Figur 17: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{10} for området rundt Nesttun for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

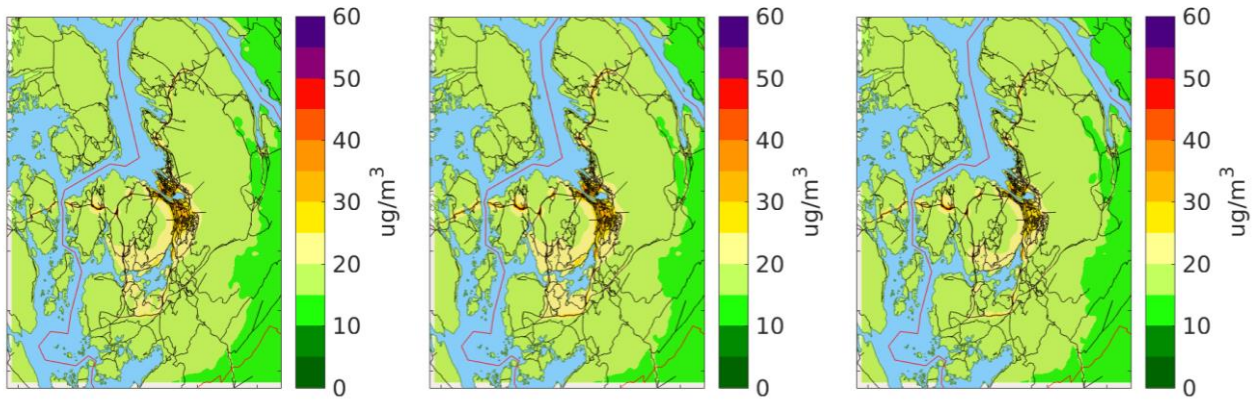


a)

b)

c)

Figur 18: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon for PM_{10} for Arna for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

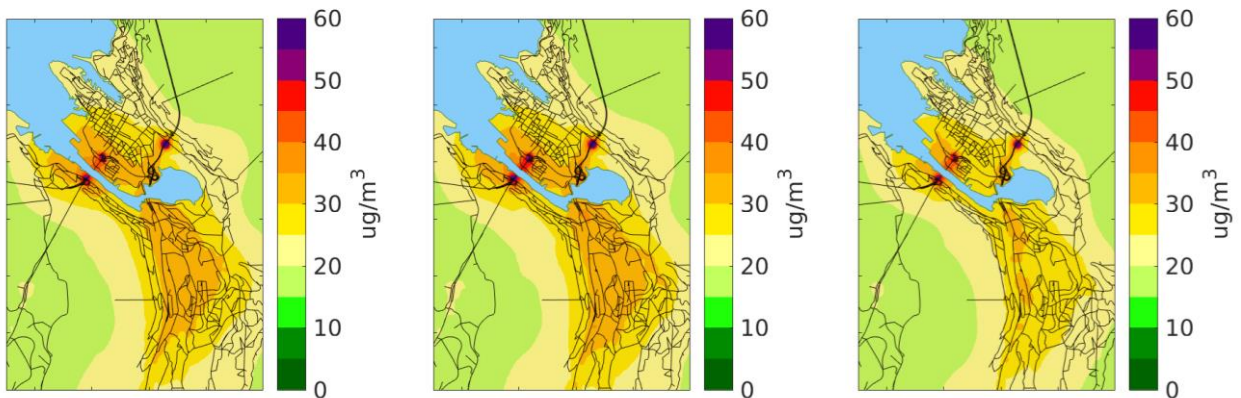


a)

b)

c)

Figur 19: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for Bergen kommune for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

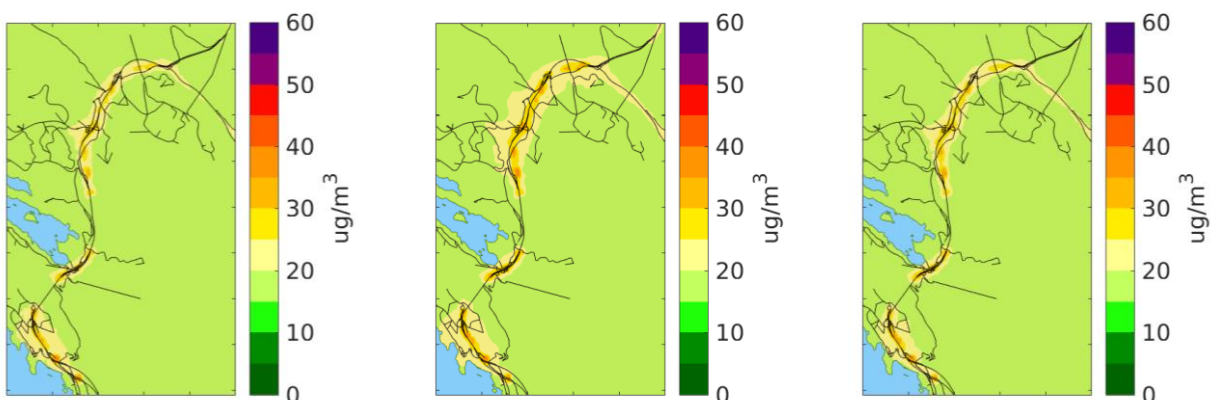


a)

b)

c)

Figur 20: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for Bergen sentrum for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.

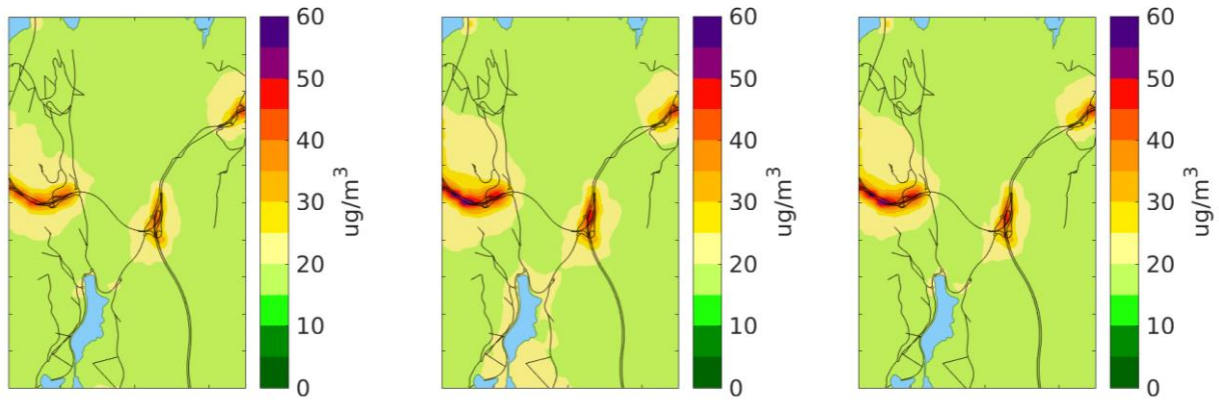


a)

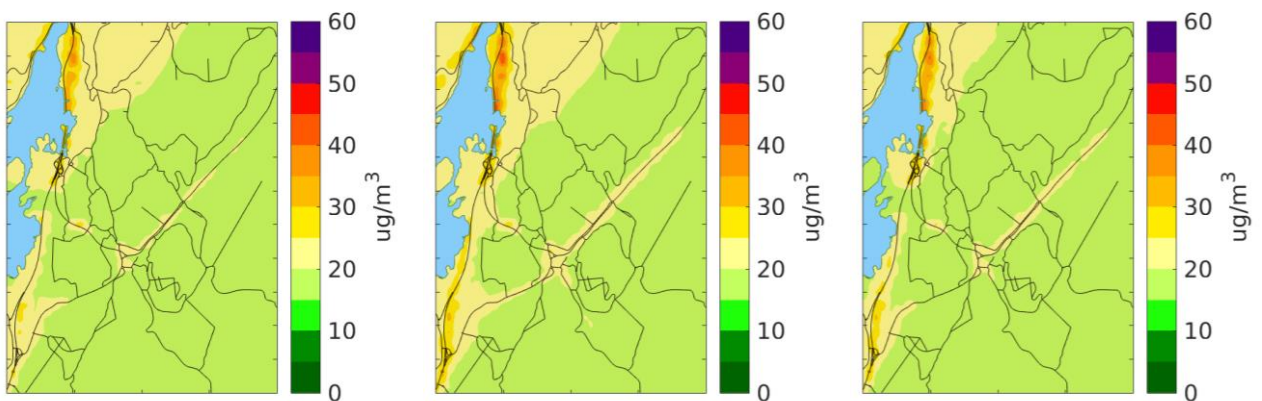
b)

c)

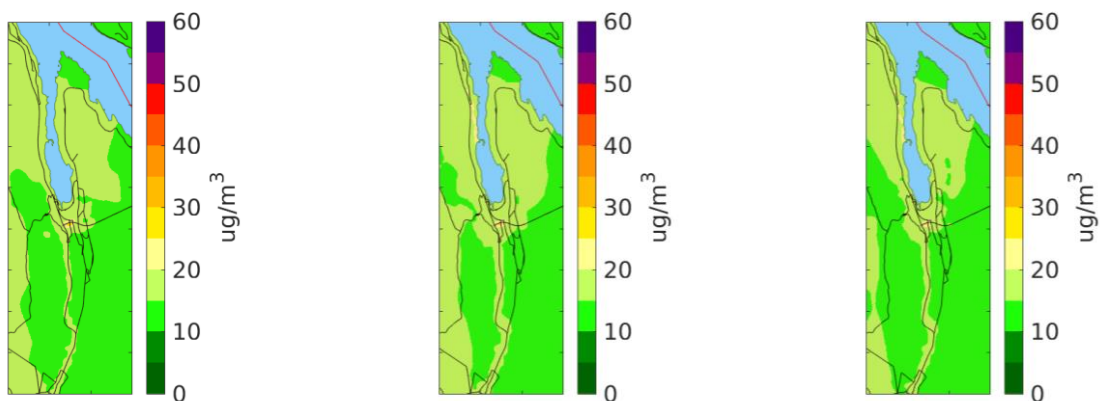
Figur 21: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM_{10} for området rundt Åsane for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.



a) b) c)
 Figur 22: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ for Loddefjord for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.



a) b) c)
 Figur 23: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ for området rundt Nesttun for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.



a) b) c)
 Figur 24: Kartene viser den 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen for PM₁₀ for Arna for a) Dagens situasjon 2015, b) Referansesituasjonen 2021 og c) Referansesituasjonen 2021 med tiltakspakke.