

TILTAKSUTREDNING FOR LOKAL LUFTKVALITET – KRISTIANSAND KOMMUNE



Foto: Kristiansand kommune



Kristiansand
kommune



AGDER
fylkeskommune



Statens vegvesen

COWI

ADRESS COWI AS
Karvesvingen 2
0579 Oslo
Postboks 6412 Etterstad
0650 Oslo

TEL +47 21 49 76 88
E-MAIL FIRMAPOST@COWI.NO
WWW COWI.NO

TILTAKSUTREDNING FOR LOKAL LUFTKVALITET – KRISTIANSAND KOMMUNE

PROJEKTNR.

A206327

DOKUMENTNR.

1

VERSION

2

UTGIVELSESDATO

18.05.2021

BESKRIVELSE

Rapport

UTARBEIDET

Martina Frid
Helen Nygren
Anna Bjurbäck
Janne Berger

KONTROLLERT

Janne Berger

GODKJENT

Ida Nossen

INNHOOLD

1	Sammendrag	7
1.1	Kartlegging av luftforurensningssituasjonen 2019	7
1.2	Beregninger for framtidig situasjon 2024 0-alternativ	10
1.3	Beregninger for framtidig situasjon 2024 tiltak 1 – piggdekkgebyr i sentrale Kristiansand	13
1.4	Beregninger for framtidig situasjon 2024 tiltak 2 – kombinasjon av tiltak	16
1.5	Anbefalt handlingsplan	19
2	Innledning	23
2.1	Svevestøv og helseeffekter	24
2.2	Grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier	25
2.3	Lovverket og organisering av dette i kommunen	27
2.4	Generell informasjon om Kristiansand kommune og målestasjoner	28
3	Metode	33
3.1	Prosjektområdet	33
3.2	Inngangsdata og modelloppsett	34
3.3	Utslippsberegninger	38
4	DEL A: Kartlegging	47
4.1	Måleresultater i 2016-2019 for Kristiansand	47
4.2	Modellresultater: dagens situasjon (2019) og 0-alternativ (2024)	51
4.3	Verifisering av modellresultater	64
4.4	Eksponering	67

5	DEL B: Handlingsplan for lokal luftkvalitet	71
5.1	Tiltak 1 – Piggdekkgebyr i sentrale Kristiansand	71
5.2	Tiltak 2 – Kombinerte tiltak	81
5.3	Effekten av byggeplasser i bomiljø	92
5.4	Aktuelle tiltak	94
6	Oppsummering: anbefalt handlingsplan for lokal luftkvalitet	104
7	DEL C: Beredskapsplan	107
8	Forutsetninger og usikkerheter	110
9	Referanser	112

1 Sammendrag

Forhøyede nivåer av svevestøv (PM₁₀ og PM_{2.5}) og nitrogendioksid (NO₂) i byer og tettsteder utløser betydelige helseeffekter i befolkningen, inkludert lungesykdommer og hjerte- og karsykdommer.

I Kristiansand kommune har konsentrasjonen av svevestøv (PM₁₀) ligget over øvre vurderingsterskel for PM₁₀ ved den veinære målestasjonen ved Gartnerløkka i årene 2016-2018. På bakgrunn av risikoen for overskridelse av grenseverdien for PM₁₀ har Miljødirektoratet pålagt Kristiansand kommune å utarbeide en tiltaksutredning for lokal luftkvalitet. I den forbindelse har COWI AS på oppdrag fra Kristiansand kommune, Statens vegvesen og Agder Fylkeskommune utarbeidet en tiltaksutredning for lokal luftkvalitet.

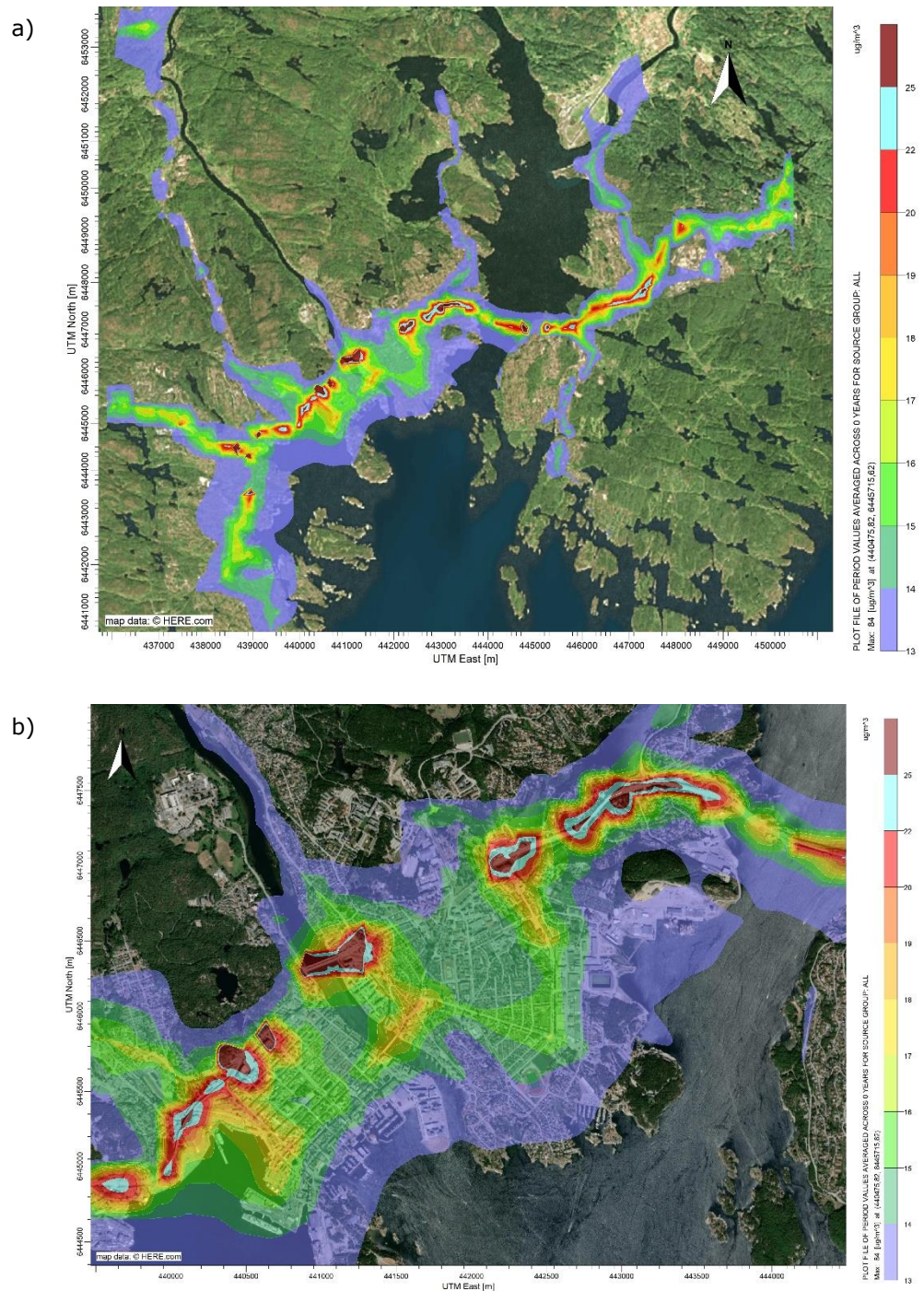
Denne rapporten omhandler resultatene fra del A som innebærer en kartlegging av eksisterende forurensningssituasjon i 2019, samt for framtidig situasjon i 2024 og del B som inneholder handlingsplan og beredskapsplan. I forbindelse med utarbeidelsen av tiltaksutredningen ble det etablert en arbeidsgruppe med aktuelle enheter ved Kristiansand kommune, Statens vegvesen og Agder Fylkeskommune. Basert på luftsonekartet for kommunen fra 2016 (COWI 2016a og 2016b) som konkluderte med at det var svevestøv som er hovedproblematikken i kommunen, ble det besluttet at tiltaksutredningen hovedsakelig omhandler svevestøv med fokus på veitrafikk og vedfyring.

Det er viktig å poengtere at modellberegninger aldri kan gjenspeile virkeligheten med 100% sikkerhet. Usikkerheten til modellresultatene er blant annet avhengig av påliteligheten og nøyaktigheten til grunnlagsdataene for blant annet utslippskilder, meteorologi, bakgrunnskonsentrasjoner, dette er videre beskrevet i rapporten.

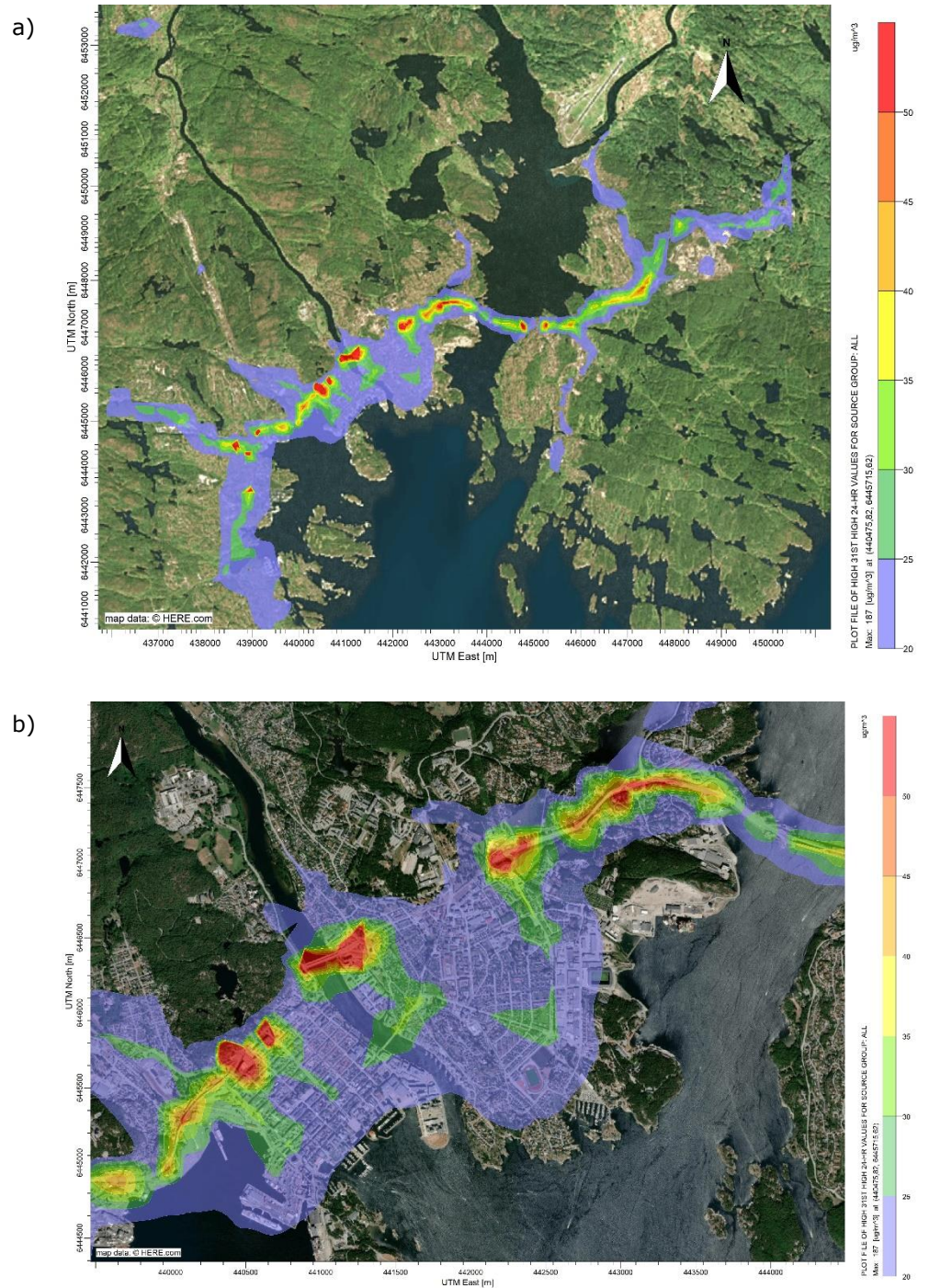
1.1 Kartlegging av luftforurensningssituasjonen 2019

For å kartlegge dagens luftforurensningssituasjon ble de mest vesentlige utslippskildene kartlagt og kvantifisert.

Resultatene av kartleggingen av dagens situasjon viser at grenseverdiene for både årsmiddel og døgnmiddel for PM_{10} overskrides nær tunnelmunninger langs E18 og langs E18 nord for Vige.



Figur 1. Årsmiddelverdi, 2019, for PM_{10} inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et mer innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Brune områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, turkise områder viser nivåer over øvre vurderingssterkel og røde områder har konsentrasjoner over foreslått revidert grenseverdi for årsmiddelet for PM_{10} .



Figur 2. 31. høyeste døgnmiddel, 2019, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingsterskel.

Eksposeringstall for 2019 viser at det er 140 personer som utsettes for konsentrasjoner av luftforurensning over grenseverdien for årsmiddel, mens 180 personer utsettes for konsentrasjoner over grenseverdien for døgnmiddel. Det

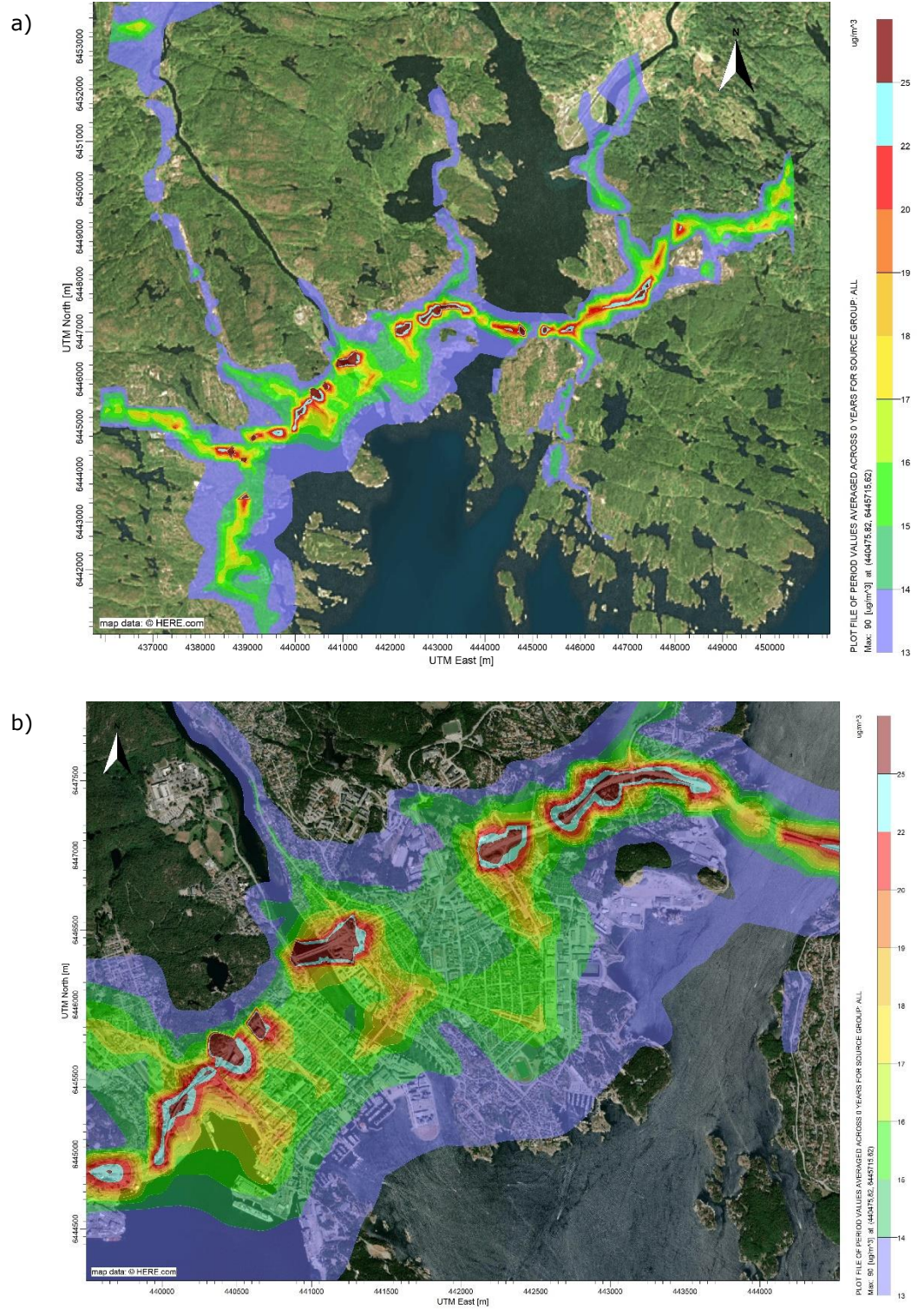
betyr at det bor personer som tilknyttes forurensningssonene i områder nær tunnelmunningene og E18.

Videre viser resultatene at 340 personer utsettes for verdier over øvre vurderingsterskel for årsmiddel, mens 800 utsettes for nivåer over øvre vurderingsterskel for døgnmiddel.

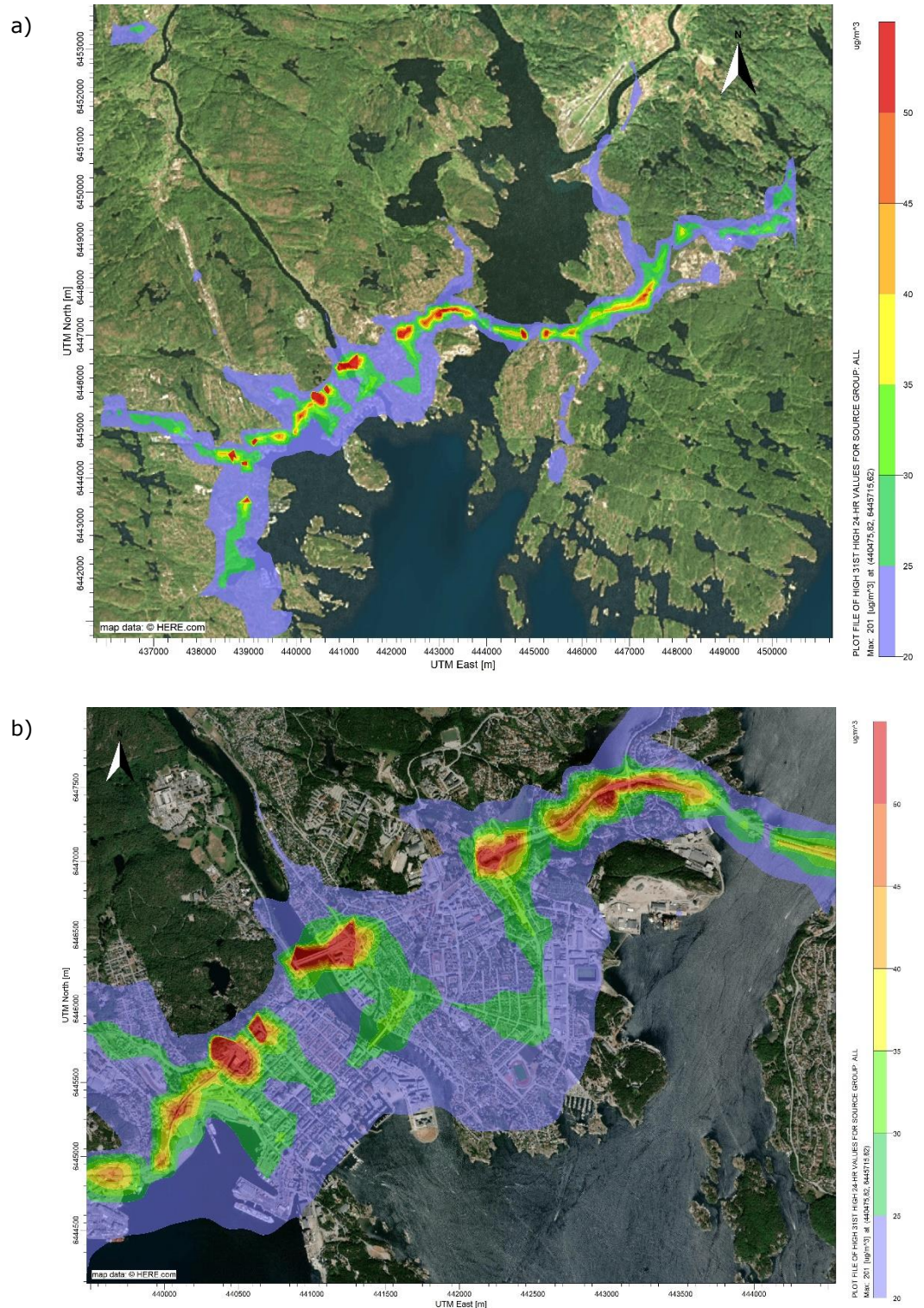
Ulike grenseverdier	Konsentrasjon	2019	
		Antall personer	Følsomme virksomheter
Årsmiddelverdi	Foreslått nye grenseverdier 2022	710	1
	Øvre vurderingsterskel	340	0
	Årsmiddel	140	0
Døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	800	2
	Grenseverdi	180	0
Foreslått ny døgnmiddelgrenseverdi (2022)	Øvre vurderingsterskel	1010	2
	Grenseverdi	230	0
Gul sone (T-1520)	> 35 µg/m ³	7500	14
Rød sone (T-1520)	> 50 µg/m ³	810	1

1.2 Beregninger for framtidig situasjon 2024 0-alternativ

Resultatene fra beregningene for framskrevet situasjon viser at overskridelsen av grenseverdien, som for 2019, i størst grad forekommer langs E18 og tunnelmunninger. Dette gjelder både for årsmiddel og døgnmiddel. Imidlertid har konsentrasjonene en noe større geografisk utbredelse på grunn av større framskrevet trafikkmengde i 2024.



Figur 3. Årsmiddelverdi, 2024, for PM_{10} inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et mer innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Brune områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel og røde områder har konsentrasjoner over de foreslåtte reviderte grenseverdier for årsmiddelet for PM_{10} .



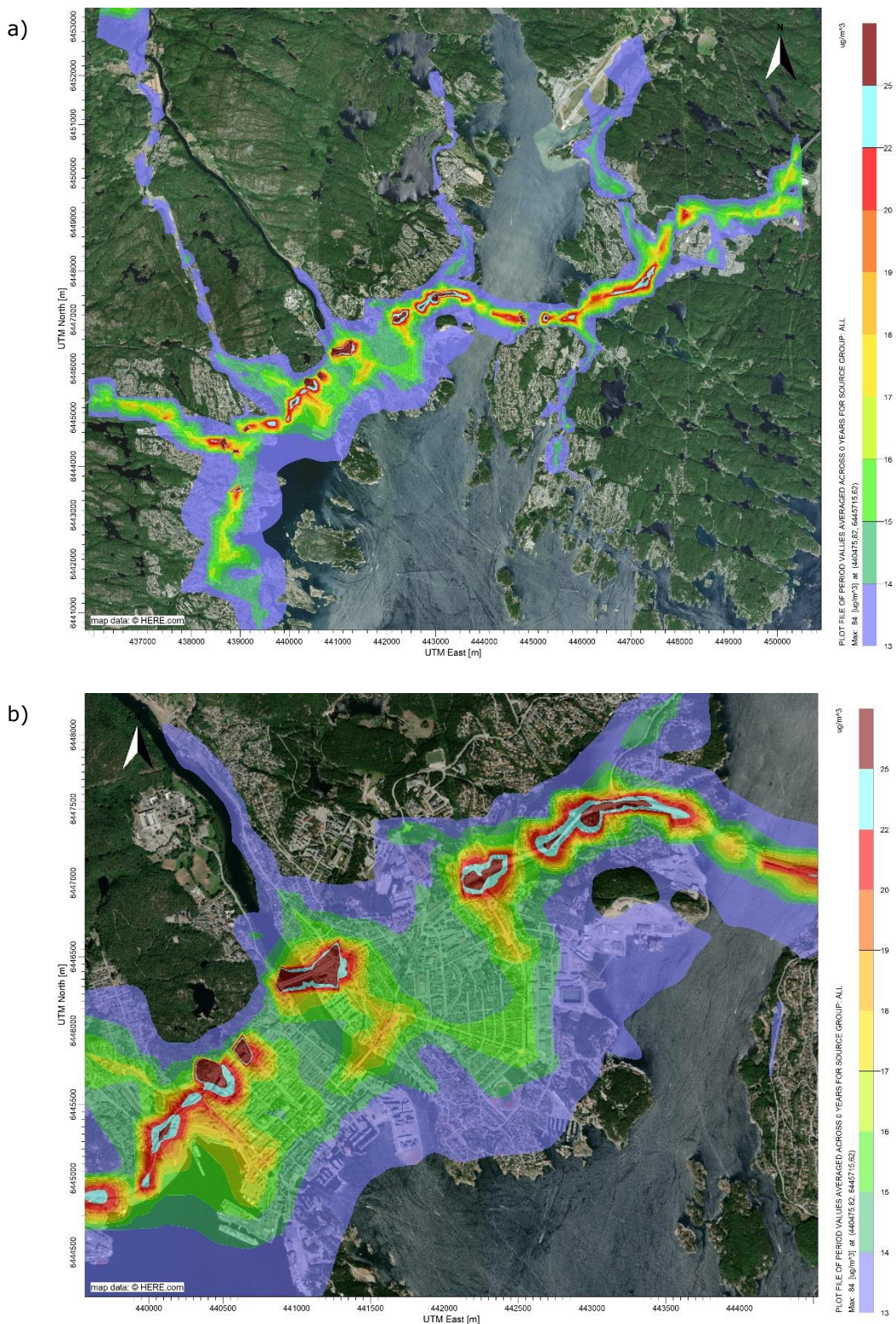
Figur 4. 31. høyeste døgnmiddel, 2024, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingssterkel.

Eksposeringstall for 2024 viser at det er 260 personer som utsettes for luftforurensning over grenseverdi for årsmiddel, mens det er 240 som utsettes for luftforurensning over grenseverdien for døgnmiddel. Videre er det et større antall som utsettes for luftforurensning over øvre vurderingsterskel, henholdsvis 420 (årsmiddel) og 1000 (døgnmiddel). Det betyr at det bor personer som tilknyttes forurensningssonene i områder nær tunnelmunningene og E18.

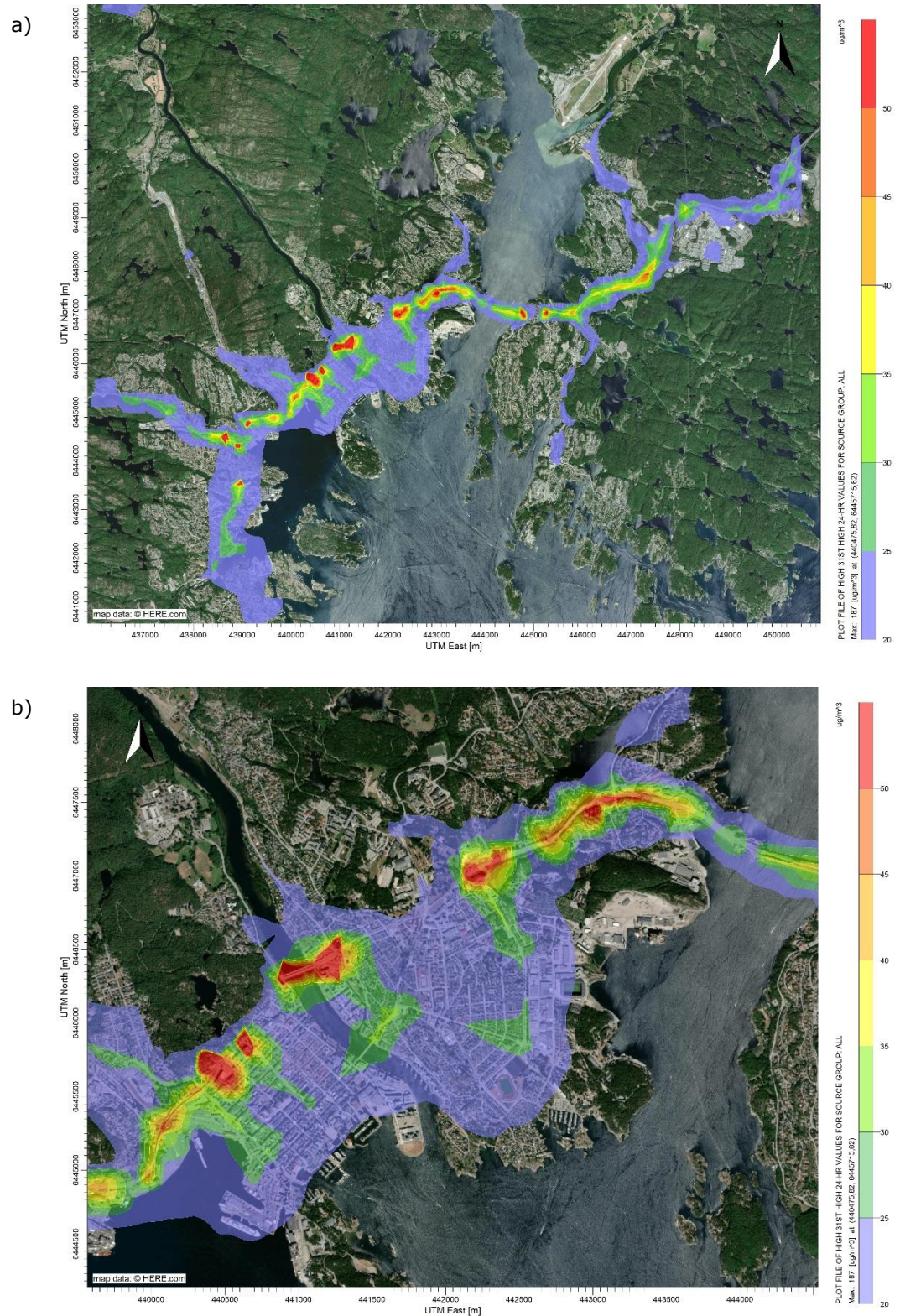
Ulike grenseverdier	Konsentrasjon	2024	
		Antall personer	Følsomme virksomheter
Årsmiddelverdi	Foreslått nye grenseverdi 2022	910	2
	Øvre vurderingsterskel	420	1
	Grenseverdi	260	0
Døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	1000	2
	Grenseverdi	240	0
Foreslått ny døgnmiddelgrenseverdi (2022)	Øvre vurderingsterskel	1260	2
	Grenseverdi	260	0
Gul sone (T-1520)	> 35 µg/m ³	9660	18
Rød sone (T-1520)	> 50 µg/m ³	1000	2

1.3 Beregninger for framtidig situasjon 2024 tiltak 1 – piggdekkgebyr i sentrale Kristiansand

Det første beregnede tiltaket er en implementering av piggdekkgebyr i sentrale deler av Kristiansand, der en piggfriandel er beregnet til 85 %. Det resterende området er beregnet med den opprinnelige piggfriandelen på 63 %. Resultatene fra beregningene viser at overskridelsene av grenseverdiene fremdeles forekommer i størst grad langs E18 og omkring tunnelmunninger. Dette gjelder både for årsmiddel og døgnmiddel. Imidlertid har nivåene i sentrale deler av Kristiansand nå sunket til 2019-nivå med hensyn til romlig fordeling og størrelsesorden.



Figur 5. Årsmiddelverdi, 2024, med piggedekkgebyr i sentrale Kristiansand, for PM₁₀ inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et mer innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Brune områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsraskel og røde områder har konsentrasjoner over de foreslåtte reviderte grenseverdier for årsmiddelet for PM₁₀.



Figur 6. 31. høyeste døgnmiddel, 2024, med et piggekkgebyr i sentrale Kristiansand, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingskel.

Eksposeringstall for 2024 med redusert piggdekkbruk som resultat av piggdekkgebyr, viser at det er 150 personer som utsettes for luftforurensning over grenseverdi for årsmiddel, som er en nedgang på 44 %, mens det er 180 som utsettes for luftforurensning over grenseverdien for døgnmiddel, som er en nedgang på 23 %. Videre er det et større antall som utsettes for luftforurensning over øvre vurderingsterskel, henholdsvis 320 for årsmiddel (nedgang på 24 % sammenliknet med del A) og 820 for døgnmiddel (nedgang på 19 % sammenliknet med del A). Det betyr at det fortsatt bor mennesker i disse forurensningssonene til tross for økningen i piggfriandel.

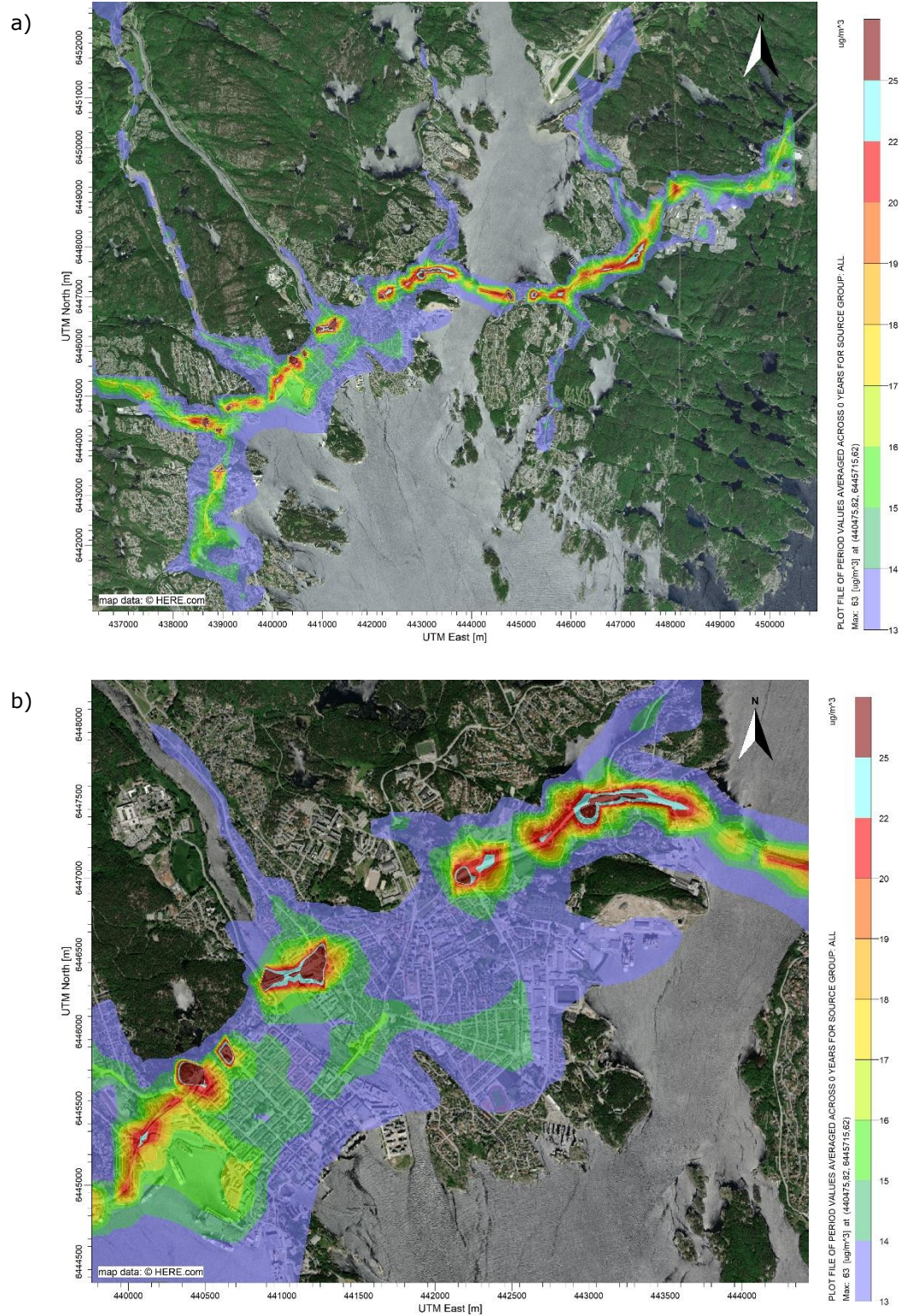
Ulike grenseverdier	Konsentrasjon	2024 – piggdekkgebyr		Endring ift. 2024 0-alternativ
		Antall personer	Følsomme virksomheter	Antall personer
Årsmiddelverdi	Foreslått nye grenseverdi 2022	700	1	-22%
	Øvre vurderingsterskel	320	0	-24%
	Grenseverdi	150	0	-44%
Døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	820	2	-19%
	Grenseverdi	180	0	-23%
Foreslått ny døgnmiddelgrenseverdi (2022)	Øvre vurderingsterskel	1030	2	-18%
	Grenseverdi	220	0	-16%
Gul sone (T-1520)	> 35 µg/m ³	7580	14	-22%
Rød sone (T-1520)	> 50 µg/m ³	830	1	-17%

1.4 Beregninger for framtidig situasjon 2024 tiltak 2 – kombinasjon av tiltak

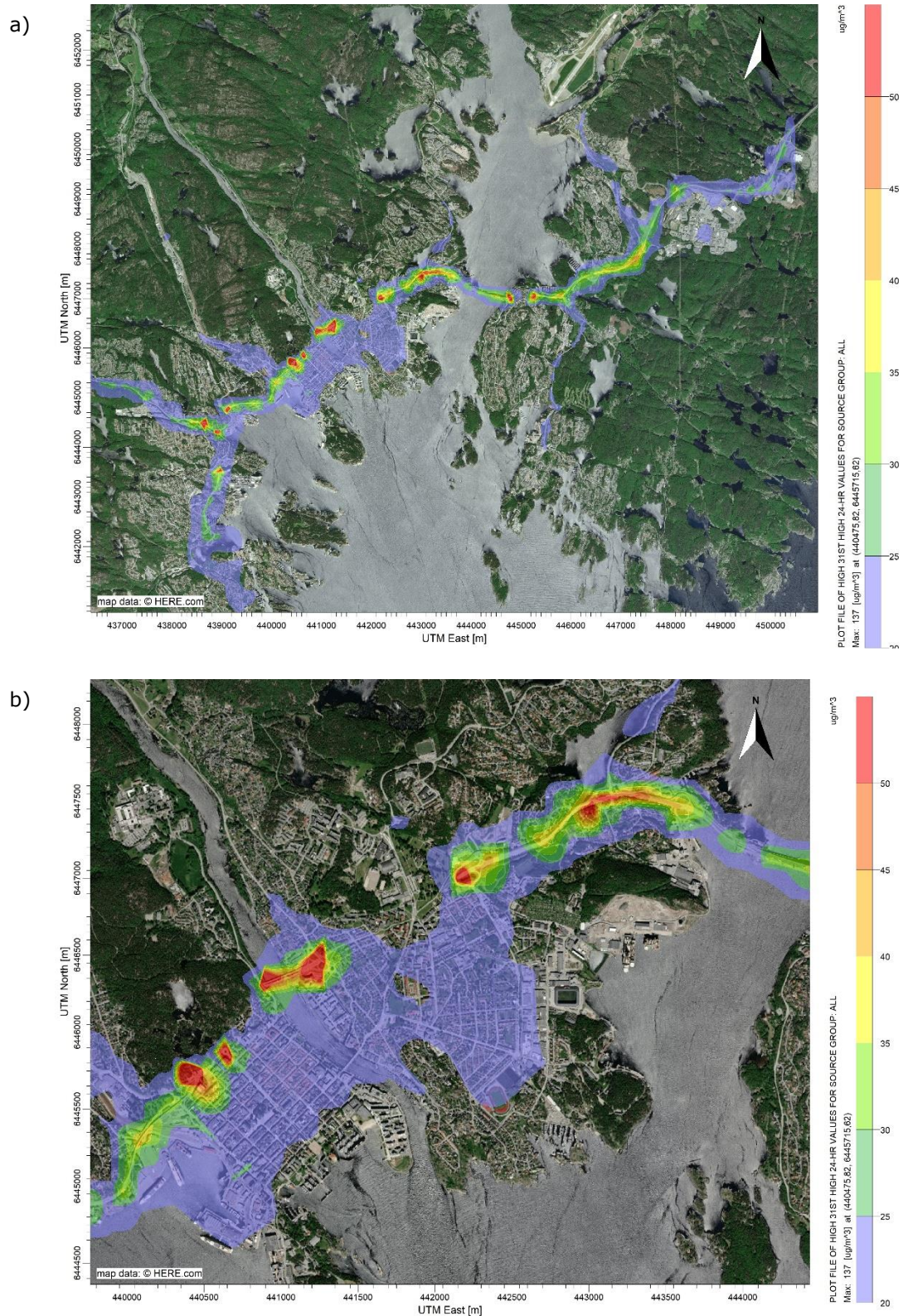
Den andre tiltaksberegningen er en kombinasjon av flere tiltak. Dette inkluderer:

- > En årlig reduksjon på 3 % i utslipp fra vedfyring.
- > Nullvekst i trafikken.
- > Redusert hastighet på deler av E18.
- > Piggfriandel på 85% i sentrale deler av Kristiansand.

Resultatene fra beregningene viser at en kombinasjon av ulike tiltak gir en stor forbedring i luftkvaliteten i hele området, dette gjelder både for PM₁₀ årsmiddel og døgnmiddel. Imidlertid er det fortsatt noen små områder med overskridelse av grenseverdiene i områdene omkring tunnelmunningene langs E18.



Figur 7. Årsmiddelverdi, 2024, med tiltak 2, for PM_{10} inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et mer innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Brune områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel og røde områder har konsentrasjoner over de foreslåtte reviderte grenseverdier for årsmiddelet for PM_{10} .



Figur 8. 31. høyeste døgnmiddel, 2024, med tiltak 2, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingsterskel.

Eksposeringstall for 2024 som resultat av tiltak 2 med kombinert tiltakspakke, viser at det er ca. 90 personer som utsettes for luftforurensning over grenseverdien for årsmiddel og over grenseverdien for døgnmiddel, som henholdsvis er en nedgang på henholdsvis 64 % og 62 %. Videre er det et større antall som utsettes for luftforurensning over øvre vurderingsterskel, henholdsvis 170 for årsmiddel (nedgang på 58 %) og 390 for døgnmiddel (nedgang på 61 %). Det betyr at det fortsatt bor mennesker i disse forurensningssonene til tross for implementert tiltakspakken.

Ulike grenseverdier	Konsentrasjon	2024 – tiltakspakke 2		Endring mot 2024 0-alternativ
		Antall personer	Følsomme virksomheter	Antall personer
Årsmiddelverdi	Foreslått nye grenseverdi 2022	390	0	-57%
	Øvre vurderingsterskel	170	0	-58%
	Grenseverdi	90	0	-64%
Døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	390	0	-61%
	Grenseverdi	90	0	-62%
Foreslått ny døgnmiddelgrenseverdi (2022)	Øvre vurderingsterskel	500	0	-60%
	Grenseverdi	90	0	-64%
Gul sone (T-1520)	> 35 µg/m ³	2650	5	-73%
Rød sone (T-1520)	> 50 µg/m ³	350	1	-65%

1.5 Anbefalt handlingsplan

Kommuner som overskrider grenseverdien enten i dagens situasjon, i framtidig situasjon eller i begge tilfeller, pålegges å utarbeide handlingsplan og beredskapsplan for luftforurensning.

Forurensningsforskriften kapittel 7 om lokal luftkvalitet gjelder all utendørs luft. Omkring tunnelmunninger og andre tunnelåpninger er det spesielt høy luftforurensning fordi forurensning fra tunnelen blir konsentrert i disse punktene. Det vil være mer krevende å komme under grenseverdiene i disse områdene.

Resultatene viser overskridelse av grenseverdien for PM₁₀ fastsatt i Forurensningsforskriften kapittel 7 for både årsmiddel og døgnmiddel, for dagens og framtidig situasjon. Overskridelsene er hovedsakelig tilknyttet tunnelmunningene langs E18, samt noe utbredelse langs E18.

Selv om overskridelser hovedsakelig ses i tilknytning til tunnelmunninger viser eksponeringstallene at det er flere mennesker som ved sin bolig, eksponeres for luftforurensning over grenseverdiene. Det betyr at det bor personer i områder

som tilknyttes forurensningssonene til tunnelmunningene og E18. Lovverket omhandler all utendørs luft. Ved tunnelmunningene og i utslippsområder skal lovpålagte krav til luftkvalitet overholdes. Denne tiltaksutredningen vurderer tiltak for å redusere antall eksponerte i disse områdene.

Anbefalte tiltak for å bedre luftkvaliteten i Kristiansand kommune er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: Anbefalt handlingsplan for bedre luftkvalitet i Kristiansand 2021–2024. Kostnader og estimert effekt av tiltakene er beskrevet i mer detalj under kapittel 5.4.

Tiltak	Effekt	Ansvar	Tidsfrist/status	Kommentar
Støvdempende tiltak				
Piggdekkgebyr	PM ₁₀ Stor effekt	Kristiansand kommune	Avventer vedtak.	Beregnet tiltakspakke: 85% piggfriandel.
Veirenhold og støvdemping	PM ₁₀ Stor effekt	Statens vegvesen Agder fylkeskommune Kristiansand	Foreslått utvidelse av renholdsregimene.	
Redusert fartsgrense	PM ₁₀ Middels effekt	Statens vegvesen	Foreløpig uavklart.	Beregnet tiltakspakke: 60 km/t langs E18 f.o.m. Oddernestunnelen til Vollevannet. Lite sannsynlig med redusert hastighet flere steder.
Fokus på støvhåndtering fra bygg- og anleggsprosjekter	PM ₁₀ Middels effekt	Kristiansand kommune	Foreslått videreført og utvidet både som ledd i høringsuttalelser, tilsyn og rulleirng av kommunedelplan	Foreslått videreført og inkludert som ledd i arbeidet med kommunedelplanen (bestemmelser)
Trafikkreduserende tiltak				

Tidsdifferensierte bompenger	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Agder fylkeskommune	Skal gjeninnføres etter midlertidig opphør.	Foreslått videreført og utvidet som en del av Byvekstavtalen.
Parkeringsrestriksjoner	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Kristiansand kommune	Løpende. Gjelder kommunal grunn og som krav i reguleringsplaner. Gatebruksplan legges fram	
Arealplanlegging	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Kristiansand kommune	Løpende	Kommunen legger T-1520 til grunn.
Tilrettelegging for gående og syklende	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Kristiansand kommune	Løpende	
Økt kollektivsatsing	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Kristiansand kommune	Løpende	
Tiltak mot vedfyring				
Tilskuddsordninger Eksempelvis panteordning gamle vedovner	PM _{2.5} Middels effekt	Kristiansand kommune Forslag til bidragsyttere: Kristiansandsregionen brann og redning	Innført	Kombineres med informasjonskampanje.

Holdnings- og informasjonskampanjer	PM _{2.5} Middels effekt	Kristiansand kommune Forslag til bidragsytere: Kristiansandsregionen brann og redning	Innført	Kombineres med panteordning. Økt fokus bør rettes på riktig fyringsteknikk, ettersyn og vedlikehold, samt energieffektivisering
-------------------------------------	---	--	---------	---

2 Innledning

I Kristiansand kommune har konsentrasjonen av svevestøv (PM_{10}) ligget over øvre vurderingsterskel for PM_{10} ved den veinære målestasjonen ved Gartnerløkka i årene 2016-2018. På bakgrunn av risikoen for overskridelse av grenseverdien for PM_{10} har Miljødirektoratet pålagt Kristiansand kommune å utarbeide en tiltaksutredning for lokal luftkvalitet. Tiltaksutredningen skal ferdigstilles og sendes til Miljødirektoratet senest 30. juni 2021.

På oppdrag av Areal- og transportsamarbeidet (ATP) i Kristiansandsregionen har COWI tidligere utarbeidet en luftutredning for å vurdere ulike tiltak for å redusere luftforurensning fra transportsektoren (COWI 2011). Denne utredningen hadde fokus på utslipp av NO_2 . COWI har deretter også utarbeidet et luftsonekart for kommunen for både NO_2 og PM_{10} (COWI 2016a og 2016b). Her ble det beregnet bidrag fra flere ulike utslippskilder som vedfyring, industrier, Kjevik flyplass, skipstrafikk og veitrafikk. Resultatene fra luftsonekartet viste overskridelser av gul sone i T-1520 i visse områder i sentrale Kristiansand, samt overskridelse av rød sone i T-1520 langs større veier og ved flyplassen. Dog viste resultatene at situasjonen var bedre for NO_2 enn i den tidligere utredningen fra 2011, men for PM_{10} var det fortsatt områder som ligger i rød sone i henhold til T-1520. Utredningen fra 2016 viste også at kilden til lokal luftforurensning i Kristiansand hovedsakelig er veitrafikk, som betyr at det for svevestøv er de større partikler (PM_{10}) som dominerer.

COWI har nå fått i oppdrag å utarbeide en tiltaksutredning for lokal luftkvalitet etter §7-9 i forurensningsforskriften kapittel 7 for Kristiansand kommune. Dette innebærer en kartlegging av eksisterende forurensningssituasjon i 2019 (heretter kalt «dagens situasjon (2019)»), beregning av en framtidig forurensningssituasjon (2024) som inkluderer vedtatte planer som har innvirkning på luftkvaliteten (0-alternativ), fastsettelse av de mest effektive tiltakene for å forbedre forurensningssituasjonen, samt utarbeidelse av en handlingsplan for lokal luftkvalitet og en beredskapsplan for episoder med høy luftforurensning. Som et ledd i kartleggingen har de mest vesentlige utslippskildene blitt kartlagt og kvantifisert ut fra tilgjengelig grunnlagsinformasjon. For å modellere konsentrasjonsutbredelsen av luftforurensning er det gjennomført spredningsberegninger for PM_{10} .

Denne rapporten omhandler del A: kartlegging, del B: tiltaksutredning med handlingsplan og del C: beredskapsplan for episoder med høy luftforurensning:

- > Resultater av kartleggingen av forurensningssituasjonen i dagens situasjon (2019) og en framskrevet referansesituasjon (0-alternativ) (del A)
- > Resultater av beregnet tiltakspakke for året 2024 (del B).
- > Diskusjon, analyse og anbefalinger knyttet til de spesifikke tiltakene, i tillegg til andre aktuelle tiltak.

Alle resultatene er presentert i forhold til relevante grenseverdier i forurensningsforskriften kapittel 7.

I forbindelse med arbeidet med tiltaksutredningen ble det etablert en prosjektgruppe bestående av prosjektleder, aktuelle enheter ved Kristiansand kommune, Agder fylkeskommune og Statens vegvesen. Formålet med prosjektgruppen har vært å bidra aktivt med grunnlagsinformasjon til kartleggingen av dagens og framtidig situasjon.

Prosjektet har blitt ledet av Ida Nossen fra COWI AS, som har vært ansvarlig for utarbeidelse av kartleggingen, gjennomgående dialog med Kristiansand kommune og arbeidsgruppen, samt innspill og kvalitetssikring av delrapport A (og delrapport B, tiltaksutredningen). Helen Nygren har utarbeidet mesteparten av delrapport A, mens Martina Frid og Anna Bjurbäck har utført spredningsberegninger og analyse av dagens og framskrevet referansesituasjon. Statens vegvesen, Fylkeskommunen og kommunen har bidratt med utslippsdata og grunnlagsinformasjon knyttet til sine respektive utslippskilder. Ansvarlig ved Kristiansand kommune er Miljøvernrådgiver i Miljøvernenheten (under Klima og arealutvikling), Alena Bohackova.

For å overvåke situasjonen med svevestøvproblemene skal tiltaksutredningen tas opp til vurdering om fire år.

2.1 Svevestøv og helseeffekter

De forhøyede forurensningsnivåene som oppstår i byer og tettsteder utløser betydelige helseeffekter i befolkningen. Det er tydelige indikasjoner på at eksponering for relativt lave konsentrasjoner av luftforurensning fører til utvikling eller forverring av sykdommer. Luftforurensning blir av Verdens helseorganisasjon (WHO) vurdert som en av de viktigste årsakene til for tidlig død og uønskede helseeffekter blant mennesker i byer rundt om i verden. Ifølge WHO dør omkring syv millioner mennesker hvert år som følge av dårlig luftkvalitet.

Svevestøv varierer i størrelse og sammensetning og dette har betydning for alvorlighetsgraden til sykdommen og sykdomsforløp. Partikkelstørrelsen har også betydning for hvor dypt og i hvilken grad partiklene deponeres og fjernes fra luftveiene; grovfraksjonen ($PM_{10-2.5}$) avsettes hovedsakelig i de øvre luftveiene (nese, svelg og luftrør), mens finfraksjonen ($PM_{2.5}$) avsettes lengre ned i lungeblærene. Partikler i grovfraksjonen er hovedsakelig mekanisk generert og oppstår på grunn av vei-, dekk- og bremseslitasje samt oppvirvling av eksisterende støvdepot på veien og veiskulderen). Partikler i finfraksjonen er dominert av forbrenningspartikler som følge av eksosutslipp, vedfyring og langtransportert luftforurensning. Langvarig eksponering for svevestøv (ett til flere år) innebærer høyere risiko for dødelighet som følge av luftveissykdommer, svekket lungefunksjon og hjerte- og karsykdommer, men det er også vist at kortvarig eksponering for svevestøv (minutter til timer) kan gi effekter på luftveier og hjerte- og karsystemet, samt forsterke allergiske reaksjoner. Generelt er det også påvist effekter på nervesystemet, fosterutvikling, sædkvalitet og stoffskiftet som følge av eksponering for svevestøv (FHI, 2017).

2.2 Grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier

Det finnes tre ulike styringsmål for luftkvalitet med ulike ambisjonsmål i Norge. Disse er forurensningsforskriften kapittel 7, regjeringens nasjonale mål for lokal luftkvalitet og luftkvalitetskriterier. I Tabell 2 er de ulike grenseverdiene for PM₁₀ for de tre styringsmålene presentert. Grenseverdier finnes også tilgjengelig for eksempelvis PM_{2,5} og NO₂, men da denne rapporten har fokus på PM₁₀ vises kun verdiene for PM₁₀ her.

Forurensningsforskriften kapittel 7 om lokal luftkvalitet er hjemlet i Forurensningsloven (Lov om vern mot forurensning og om avfall av 13.6.1981 nr. 6) og inneholder juridisk bindende grenseverdier, samt vurderingsterskler¹, for blant annet PM₁₀. Hensikten med forskriften er å sikre overholdelse av en rekke minstekrav for luftkvalitet for å fremme menneskers helse og trivsel og beskytte vegetasjon og økosystemer. I tillegg til helse har disse grenseverdiene et økonomisk og administrativt aspekt.

De nasjonale målene er ikke juridisk bindende, men angir et langsiktig, nasjonalt ambisjonsnivå for lokal luftkvalitet og fastsettes ut fra anbefalinger fra Miljødirektoratet, Vegdirektoratet, Folkehelseinstituttet og Helsedirektoratet.

Helsemyndighetenes luftkvalitetskriterier er heller ikke juridisk bindende, men er fastsatt som følge av Miljødirektoratets og Folkehelseinstituttets gjennomgang av internasjonale studier som omhandler helseeffekter av luftforurensning. Disse kriteriene tar kun hensyn til helse og er således forholdsvis strenge da de vil sikre at også de mest sensitive befolkningsgruppene som barn og unge, eldre og mennesker med sykdommer som hjerte- og karsykdommer, diabetes og lungesykdommer ikke vil få helseeffekter.

Tabell 2. Grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier for PM₁₀ i Norge.

	Forurensningsforskriften kap. 7		Nasjonale mål	Nasjonale luftkvalitetskriterier	
PM₁₀	50 µg/m ³ 30 døgn/år	25 µg/m ³ årsmiddel	20 µg/m ³ årsmiddel	30 µg/m ³ 1 døgn/år	20 µg/m ³ årsmiddel

2.2.1 Reviderte grenseverdier for PM₁₀

Miljødirektoratet, Vegdirektoratet, Folkehelseinstituttet og Meteorologisk institutt har vurdert om grenseverdiene for PM₁₀ og PM_{2,5} bør endres, og kommet med forslag til nye grenseverdier som foreslås gjeldende fra år 2022 (Miljødirektoratet 2020). For PM₁₀ innebærer dette at grenseverdien for årsmiddel foreslås redusert fra dagens 25 µg/m³ til 20 µg/m³, og at antall

¹ Vurderingsterskel er et forurensningsnivå lavere enn grenseverdien som angir krav til målenettverk og tiltaksutredning.

tillatte overskridelser av døgnmiddelverdien på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ senkes fra 30 til 25 døgn per år. Foreslåtte nye grenseverdier for PM_{10} vises i Tabell 3.

Tabell 3. Forslag til reviderte grenseverdier for PM_{10} i Norge.

	Forurensningsforskriften kap. 7	
PM₁₀	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 25 døgn/år	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ årsmiddel

2.2.2 Retningslinje T-1520

Miljøverndepartementet vedtok i 2012 en retningslinje som gir statlige anbefalinger om hvordan luftkvalitet bør håndteres i arealplanlegging, T-1520 (Miljødirektoratet, 2012). Retningslinjen skal legges til grunn ved planlegging etter plan- og bygningsloven og har til hensikt å forebygge helseeffekter av luftforurensning gjennom god arealplanlegging. Retningslinjen kommer til anvendelse ved

- > Etablering av følsomt arealbruk (helseinstitusjoner, barnehager, skoler, boliger, lekeplasser, utendørs idrettsanlegg og grønnstruktur).
- > Etablering av ny virksomhet som medfører vesentlig økning i luftforurensningen.
- > Utvidelse eller oppgradering av eksisterende virksomhet som medfører vesentlig økning i luftforurensningen.
- > Bygg- og anleggsvirksomhet som medfører vesentlig økning i luftforurensningen.

Grenseverdiene for henholdsvis gul og rød sone er vist i Tabell 4. For PM_{10} er disse grenseverdiene representert ved døgnmidler som kan overskrides inntil syv dager pr. år. Retningslinjen har fokus på at verdiene i Tabell 4 skal være tilfredsstillt på uteareal og ved luftinntak på bygninger. Når minst ett av kriteriene i Tabell 4 er oppfylt, faller arealet innenfor sonen. Anbefalingene i retningslinjen er veiledende, men vesentlige avvik fra anbefalingene kan gi grunnlag for innsigelse til planer fra offentlige myndigheter.

Tabell 4. Anbefalte grenser for luftforurensning og kriterier for soneinndeling ved planlegging av virksomhet eller bebyggelse (T-1520).

Komponent	Luftforurensningssone	
	Gul sone	Rød sone
	Kommunene bør vise varsomhet med å tillate bebyggelse med bruksformål følsomt for luftforurensning.	Svært lite egnet til bebyggelse med bruksformål som er følsomt for luftforurensning. Kommunen bør ikke tillate etablering av helseinstitusjoner, barnehager, skoler, boliger, lekeplasser og utendørs idrettsanlegg, samt grøntstruktur.
PM ₁₀	35 µg/m ³ som kan overskrides inntil 7 ganger pr år	50 µg/m ³ som kan overskrides inntil 7 ganger pr år

2.3 Lovverket og organisering av dette i kommunen

2.3.1 Generelle bestemmelser

Kommunen er forurensningsmyndighet og skal sørge for at de ulike bestemmelsene i forurensningsforskriften følges opp. Dette innebærer blant annet å sørge for gjennomføring av målinger/beregninger, rapportering av måledata, utarbeidelse av tiltaksutredninger og at allmennheten er oppdatert om luftkvaliteten i kommunen.

Som planmyndighet er kommunen ansvarlig for å forebygge helseeffekter av luftforurensning gjennom god arealplanlegging. Videre er kommunen lokal helsemyndighet og kan treffe vedtak etter folkehelseloven.

Eiere av anlegg som bidrar til konsentrasjoner som spesifisert i §§ 7-8 og 7-9 i forurensningsforskriften kapittel 7 skal bidra til å gjennomføre målinger, beregninger og tiltaksutredninger. Videre er eiere som bidrar vesentlig til forurensningssituasjonen ansvarlig for å fremskaffe utslippsdata fra egne anlegg til luftsonekart.

Tiltaksutredningen for lokal luftkvalitet revideres hvert 4. år (ref. Miljødirektoratet M252/2014:10 kap 2.6.). Dette for å få klarhet i om forurensningssituasjonen har endret seg og om iverksatte tiltak fungerer eller nye tiltak må til.

2.4 Generell informasjon om Kristiansand kommune og målestasjoner

Kristiansand kommune ligger i Agder fylke. 1. januar 2020 ble kommunene Søgne og Songdalen slått sammen med Kristiansand kommune, se oversikt over den nye storkommunen i Figur 9.

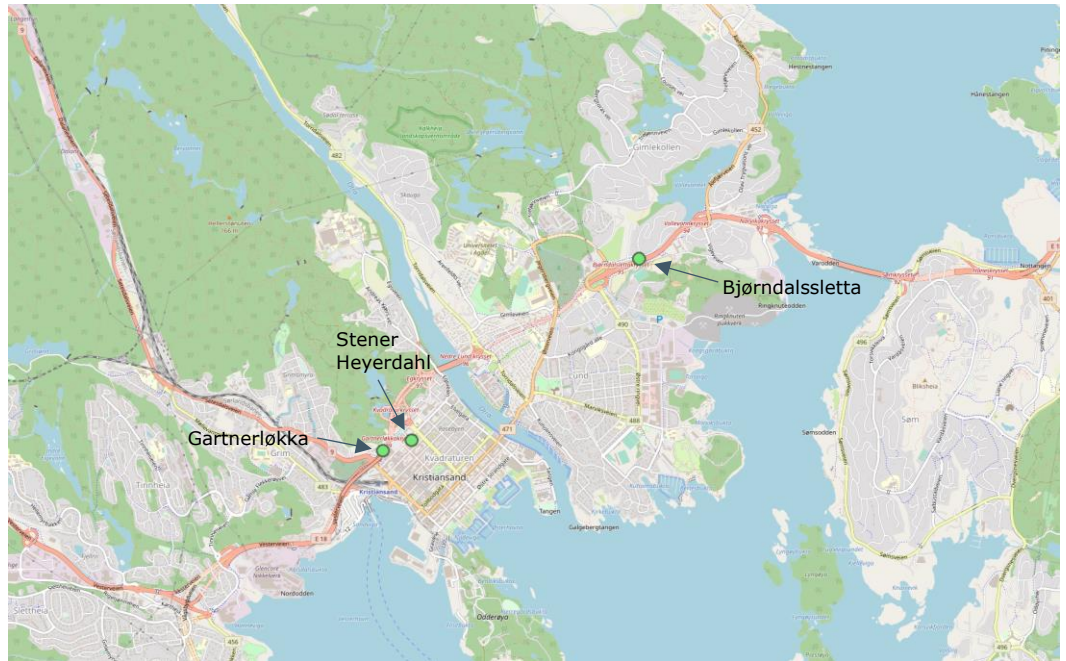


Figur 9. Oversikt over Kristiansand kommune. Kommunegrense er markert med lilla-svart linje. Karta fra Norgeskart.no.

Kristiansand kommune ligger i sone 4 i Norges målenettverk for luftkvalitet. I Kristiansand kommune måles konsentrasjoner av PM_{10} ved to målestasjoner. Forurensning tilknyttet veitrafikk måles ved målestasjonen Bjørndalssletta (N: 58.16323, Ø: 8.02281) som står langs E18, mens by-konsentrasjon i sentrale Kristiansand måles ved stasjonen Stener Heyerdahl (bybakgrunnstasjon) (N: 58.148880, Ø: 7.991830). Den veinære stasjonen ved E18 eies av Statens Vegvesen, mens sentrumsstasjonen ved Stener Heyerdahl eies av Kristiansand kommune. Lokaliseringen av målestasjonene vises i Figur 10.

Fram til og med 2019 måltes veinære utslipp ved Gartnerløkka (N: 58.147030, Ø: 7.986620), denne er nå erstattet med Bjørndalssletta. Plasseringen til Gartnerløkka målestasjon er også i Figur 10. Bakgrunnen for flyttingen av den

veinære stasjonen 2019 var på grunn av større områdeendringer og utbygginger i nærheten, som ville påvirket konsentrasjonsbidraget av PM₁₀ og dermed usikkerhet i beregningene. Ettersom måleverdier for 2020 ved Bjørndalssletta ikke var tilgjengelig enda, har beregnede konsentrasjoner blitt evaluert mot målte nivåer på Gartnerløkka og Steinar Heyerdahl for 2019.



Figur 10 Lokalisering av målestasjoner for PM₁₀ i Kristiansand kommune. Kart er hentet fra luftkvalitet.info.

Det finnes ytterligere to målestasjoner, en ved Konsul Wilds vei som ligger i et boligområde 2,5 km sydvest for Kristiansand sentrum. Dette er en industrinær stasjon som driftes av Eikrem Fiskaa teknologipark og måler kun svoveldioksid i luft. Den andre ligger ved Glencore – Hannevika og er også en målestasjon for industri, med hovedsakelig målinger av metaller. Disse to stasjonene er ikke en del av grunnlagsdataene i kartleggingen.

2.4.1 Arbeidet med lokal luftkvalitet i Kristiansand kommune

Arbeidet med lokal luftkvalitet i Kristiansand kommune er underlagt Miljøvernheten ved klima og arealutvikling. Videre har de ulike veieierne i kommunen, fylket og Statens vegvesen driftsansvar og ansvar for tiltak vedrørende luftkvalitet for deres veinett.

Siden 2014 har Kristiansand kommune i samarbeid med Statens vegvesen gjennomført kontinuerlige målinger for å kartlegge og overvåke svevestøvnivåene i Kristiansand sentrum.

2.4.2 Eksisterende miljøtiltak

I Kristiansand kommune er det iverksatt en rekke tiltak for å redusere svevestøvproblematikken. Dette innebærer både trafikkreduserende tiltak, gaterenhold og støvdempende tiltak, panteordning fra gamle vedovner etc. I oversikten under er tiltakene presentert og beskrevet:

Tiltak		
Trafikkreduserende tiltak	Arealplanlegging	Kommunen legger retningslinje T-1520 til grunn for alt planarbeid og eget luftsonekart ble utarbeidet i 2016.
	Trafikantbetaling	Tidsdifferensierte bomtakster ble innført i Kristiansand i september 2013. Som følge av befolkningsvekst, økt kjøpekraft i befolkningen, uendrete takster siden september 2013 og en kraftig økning i el-biler (som har gratis passering) er det siste året observert en trafikkøkning. Det planlegges ny bompengoordning der takstene vil bli endret for å motvirke denne utviklingen.
	Parkeringsrestriksjoner	Det er innført parkeringsrestriksjoner i kommunen, dette innebærer både økt parkeringsavgift og færre parkeringsplasser. Etter etablering av parkeringshus under torvet ble det politisk vedtatt at antall parkeringsplasser i gatene skal reduseres. Videre er det innført bosoneparkering i Posebyen, ved Baneheia og på Lund. Parkeringsavgift er også innført på UiA (10 kroner).
Forbedre forhold for miljøvennlig transport uten bil	Gang og sykkel	Det er godt utbygget sammenhengende gang og sykkelveinett i Kristiansand. Det er likevel fortsatt noen løse tråder. Sykkelekspressvei med høy standard for gående og syklende fra Sørlandsparken til Kjosbukta bygges ut gradvis. Kommunen jobber med å forbedre forholdene for gående og syklende i Kvadraturen (gatebruksplan) og har fokus på snarveier.
	Økt kollektivsatsing	Midlene til kollektivtrafikk skaffes av Vest-Agder fylkeskommune og ATP-samarbeidet via midler over statsbudsjettet. AKT bestemmer i høy grad bruken av de ressursene som finnes. Fra 2018 er det tatt i bruk 4 elektriske busser i sentrumsområder og resten er hybridbiler.

Gaterenhold	Renhold	Tiltaket benyttes i området omkring Kvadraturen, med en frekvens på daglig rengjøring og vasking en gang per uke.
	Informasjonskampanje piggdekk	Det er gjennomført informasjonskampanjer knyttet til bruken av piggfrie vinterdekk i kommunen for å øke andelen som kjører piggfritt. Piggdekkavgift er ikke innført i kommunen.
Tilrettelegge for miljøvennlig valg av driftstoff og motorteknologi	Gjennom infrastruktur	Bedre infrastruktur for miljøvennlige biler gjennomføres i Kristiansand gjennom stimulering via parkeringsbestemmelser.
	Innkjøp	Det er et politisk vedtak fra 2015 som sier at kommunen som hovedregel skal kjøpe tjenestebiler som har nullutslipp.
Vedfyring	Panteordning	Panteordning for gamle, ikke-rentbrennende vedovner ble innført i 2018. Panteordningen gjelder for sentrumsdelene av kommunen (Lund, Grim og Kvadraturen).
	Informasjonskampanje	Det er gjennomført informasjonskampanjer på kommunens nettsider vedrørende riktig vedfyring for å redusere utslipp.

Det statlige veinettet (riksvei og fylkesvei) driftes etter felles driftsprinsipper i Fylkeskommunen og Statens vegvesen. Det er i utgangspunktet de samme tiltakene som gjennomføres på hele det statlige veinettet i Kristiansand.

Generelle driftstiltak på vei

Veier i sentrum av Kristiansand feies og spyles hver dag mellom juni-august. I mai og september fire ganger pr. uke og ellers i året tre ganger i uken.

Enkelte veier i tilknytning til sentrum (bl.A. Lund og Grim) feies og spyles en gang i uken mai-september, resten av året tre ganger pr. uke.

I området rundt målestasjonen feies og spyles det vanligvis 12 ganger pr. år.

I tunneler og langs veier i tettbebygde strøk, veier i sentrum og i tilknytning til sentrum er det krav til feiebil hvor bredsug skal kunne ta opp fine partikler/finstøv/svevestøv. I disse dager ventes en feiebil hvor vakuum-aggregatets utluft skal ha montert et HEPA-filter med PM_{2,5} eller tilsvarende. Feie- og spylebiler som benyttes i vintersesongen skal kunne fungere ned til minus 10 grader.

Tiltak ved overskridelser

I perioder med overskridelser eller nær overskridelse (hvor det i tillegg er meldt mye tørt vær fremover) vil det kunne feies ekstra i perioder, spesielt på vinterstid hvor det har vært mye strøing. Det vil også kunne foretas både ekstra feiing samt støvbinding med magnesiumklorid, eller kun støvbinding med magnesiumklorid dersom veibanen er uten mye sand. Dette vil være en avveining kommunens erfarne byggeledere vil gjøre i samarbeid med entreprenør.

3 Metode

Arbeidet med tiltaksutredningen for Kristiansand kommune er basert på samme metodikk som for arbeidet med kommunens luftsonekart som COWI utarbeidet i 2016, men med oppdaterte utslippstall, meteorologi og tidsvariasjon. Spredningsberegningene er gjennomført med modellverktøyet AERMOD View. Beregningene er gjennomført for svevestøv (PM₁₀).

Utslippsberegningene er gjennomført for Kristiansand by og omegn for år 2019, heretter kalt «dagens situasjon». For å kunne beregne effekten av de forhåndsbestemte tiltakene, er det i tillegg til dagens situasjon nødvendig å beregne et framtidig scenario, hvor vedtatte tiltak, utbygginger etc. inkluderes, heretter kalt «framskrevet situasjon 2024».

Følgende inngangsdata er samlet inn og lagt til grunn i spredningsberegningene av PM₁₀:

- > Meteorologi
- > Topografi
- > Bakgrunnskonsentrasjoner
- > Utslipp
 - > Veitrafikk
 - > Vedfyring
 - > Skipstrafikk
 - > Kjevik flyplass
 - > Industri

Måledata er benyttet i verifisering av modellresultater (kapittel 4.3).

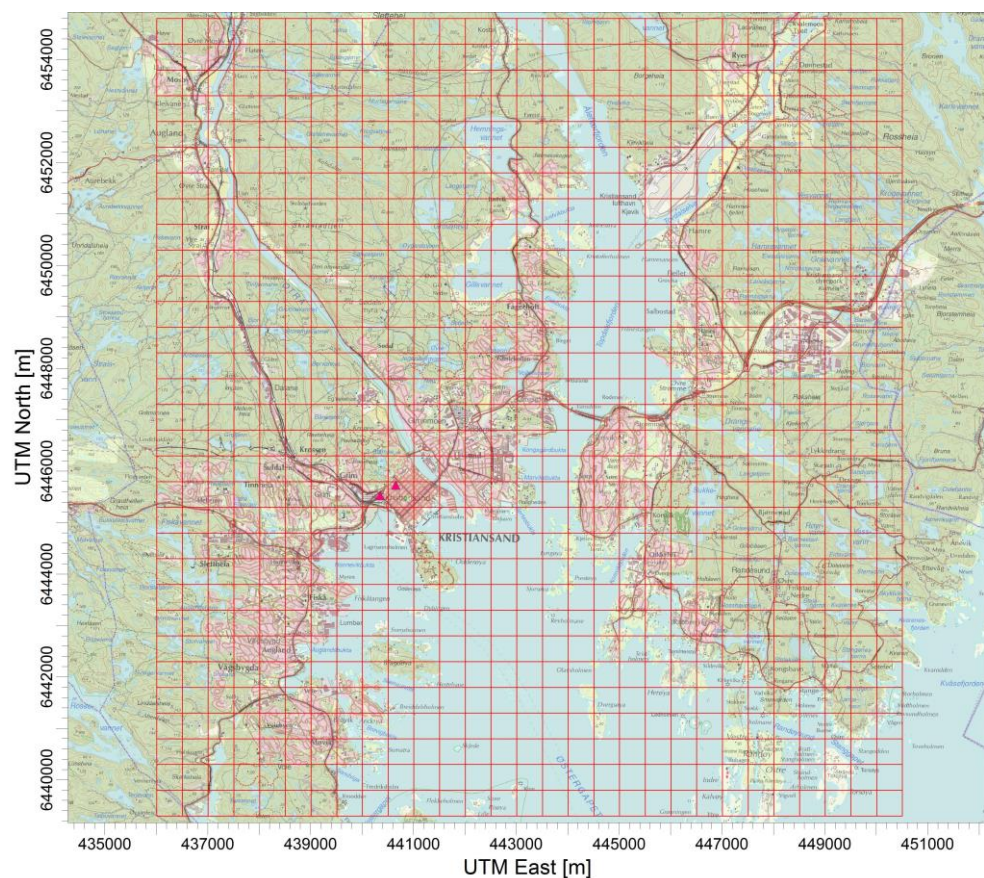
3.1 Prosjektområdet

Det er benyttet samme prosjektområde som i utarbeidelsen av luftsonekartet i 2016 i beregningene til tiltaksutredningen, dette til tross for at Kristiansand kommune i dag også inkluderer Søgne og Songdalen etter kommunesammenslåingen. Årsaken til at disse områdene ikke inkluderes i tiltaksutredningen for Kristiansand kommune er lavere total trafikkbelastning (ÅDT opp mot 9500 på riks- og fylkesveier) og en mer spredt bebyggelse. Dette medfører en mye lavere total belastning på lokal luftkvalitet i forhold til Kristiansand by og omegn. Med andre ord er det sannsynlig at Søgne og Songdalen ikke opplever store utfordringer med hensyn til lokal luftkvalitet. Dermed er det valgt å fokusere på Kristiansand by og omegn i modelloppsettet

og beregningene, som også bekreftes gjennom luftsonekartet utarbeidet for kommunen (COWI, 2016b).

Prosjektområdet er her definert som det området som omfattes av spredningsberegningene. Alle inngangsdataene som er benyttet i modellen er avgrenset til området som er vist i Figur 11, med unntak av bakgrunnskonsentrasjonene som er nærmere definert i kapittel 3.2.3.

Prosjektområdet for Kristiansandregionen er 30 km x 32 km med senterpunkt 443257,7 lengdegrad og 6447046,9 breddegrad, se Figur 11. Oppløsning på rutene er 0,6 km x 0,6 km i ytterkantene, 0,4 km x 0,4 km nærmere sentrum og rundt tettsteder og i sentrumsområder er oppløsningen høyere (0,2 km x 0,2 km).



Figur 11. Prosjektområdet for spredningsberegningene (30km x 32km størrelse, med varierende oppløsning avhengig av avstand til sentrum og veinett), rutene er markert med rødt. Grunnkretsene er markert med blå linjer. Røde trekkanter i sentrum markerer målestasjonene som var virksomme i år 2019, Gartnerløkka og Stener Heyerdahl.

3.2 Inngangsdata og modelloppsett

Spredningsberegningene er gjennomført med modellverktøyet AERMOD View, som er et USEPA utviklet modelleringsprogram. Den tar hensyn til lokal

meteorologi og topografi og gir derfor et nøyaktig bilde på forurensningssituasjonen.

3.2.1 Meteorologi

Timesvise meteorologidata er beregnet med meteorologimodellen TAPM (The Air Pollution Model) som er en prognostisk modell utviklet av CSIRO i Australia. TAPM benytter inndata i form av meteorologi fra storskala værmønstre, topografi, markbeskaffenhet inndelt i 31 ulike klasser (f.eks. is/snø, hav, ulike urbane klasser m.m.), jordart, havtemperatur, jordfuktighet mm. Topografi, jordart og arealbruk finnes automatisk innlagt i modellens database med en oppløsning på ca. 1 x 1 km, men kan ytterligere forbedres gjennom å bytte til lokale data.

Basert på storskala synoptisk meteorologi simulerer TAPM den bakkenære lokalspesifikke meteorologien til en skala på ca 1 x 1 km uten behov for bruk av stedsspesifikke meteorologiske observasjoner. Basert på dette kan modellen beregne en tredimensjonal vindstrøm fra bakken og opp til ca. 8 000 meters høyde, lokale vindstrømmer (som hav- og landbris), terrenginduserte strømmer (f.eks. rundt fjell/koller), omlandsbris, samt kalde luftstrømmer på bakgrunn av den storskala meteorologien. I tillegg beregner modellen luftens sjiktning, temperatur, luftfuktighet, nedbør m.m. horisontalt og vertikalt.

De meteorologiske parameterne som er brukt i modelleringene inkluderer:

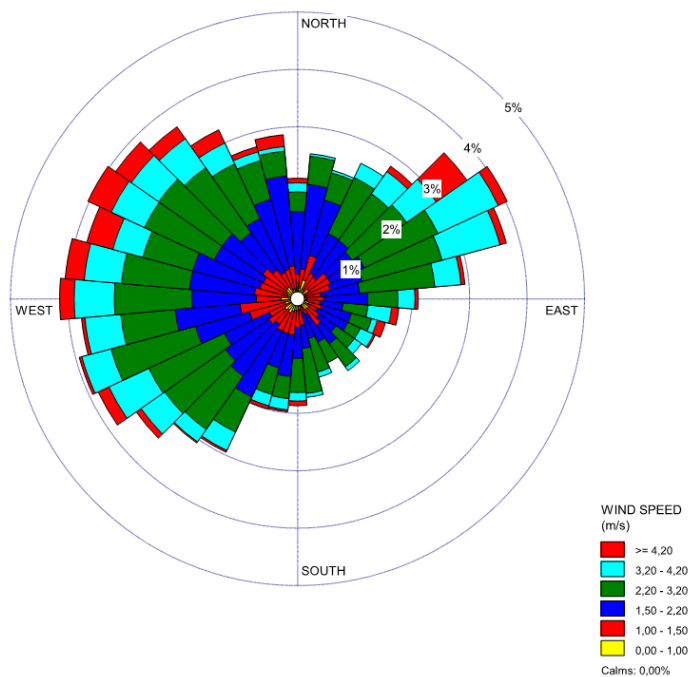
1. Vindretning (°)
2. Vindstyrke (m/s)
3. Lufttemperatur (°C)
4. Nedbør (mm)
5. Skydekke (oktavs)
6. Lufttrykk (hPa)
7. Luftfuktighet (%)
8. Global stråling (Wh/m²)

I spredningsberegningene er det benyttet modellerte meteorologidata fra 2019 for å kunne validere dagens situasjon mot målte konsentrasjoner av PM₁₀ i kommunen.

Kristiansand kommune har en veldig spesifikk topografi og for å kunne få en så representativ meteorologi som mulig, er det tatt ut utvalgte punkter over Kristiansand sentrum, ved Kvadraturen. Dette området er mindre påvirket av den omkringliggende topografien og kan derfor gi en representativ meteorologi,

spesielt med tanke på vindretninger for beregningsområdet. Kvadraturen (sentrale Kristiansand) representerer i tillegg områder som tidligere har vist høye konsentrasjoner og det er derfor viktig å simulere spredningen over dette området så godt som mulig.

En vindrose for perioden er vist i Figur 12. Denne viser prosentvis fordeling av vindretning og -styrke. Dominerende vindretning for den modellerte perioden er fra sydvest til nordvest, mens lave vindhastigheter, som har størst påvirkning på konsentrasjonsnivåer, kommer hovedsakelig fra vest-sydvest.



Figur 12. Vindrose for den modellerte vinden 2019, over Kvadraturen.

Data over lokal nedbørsmengde er hentet fra eKlima (eKlima n.d.) fra målestasjonene ved Bråvann (Lat: 58,1095, Lon: 7,9383). Dataene er presentert på time- og minuttbasis, hvorpå de er beregnet sammen til en timevariasjon.

Evaluering av meteorologi

Dette kapitlet beskriver hvor representativ meteorologien som resultatene fra spredningsberegningene er basert på er, sammenliknet med andre år. Siden meteorologien er svært viktig for spredning av partikler vil type meteorologi ha innvirkning på beregningene. Ved å benytte enten såkalt "god" eller "dårlig" meteorologi vil spredningsforholdene i det beregnede året kunne gi ulikt resultat med hensyn til luftforurensning. Det er derfor viktig å evaluere hvordan meteorologien som brukes kan ha påvirket spredning av svevestøv.

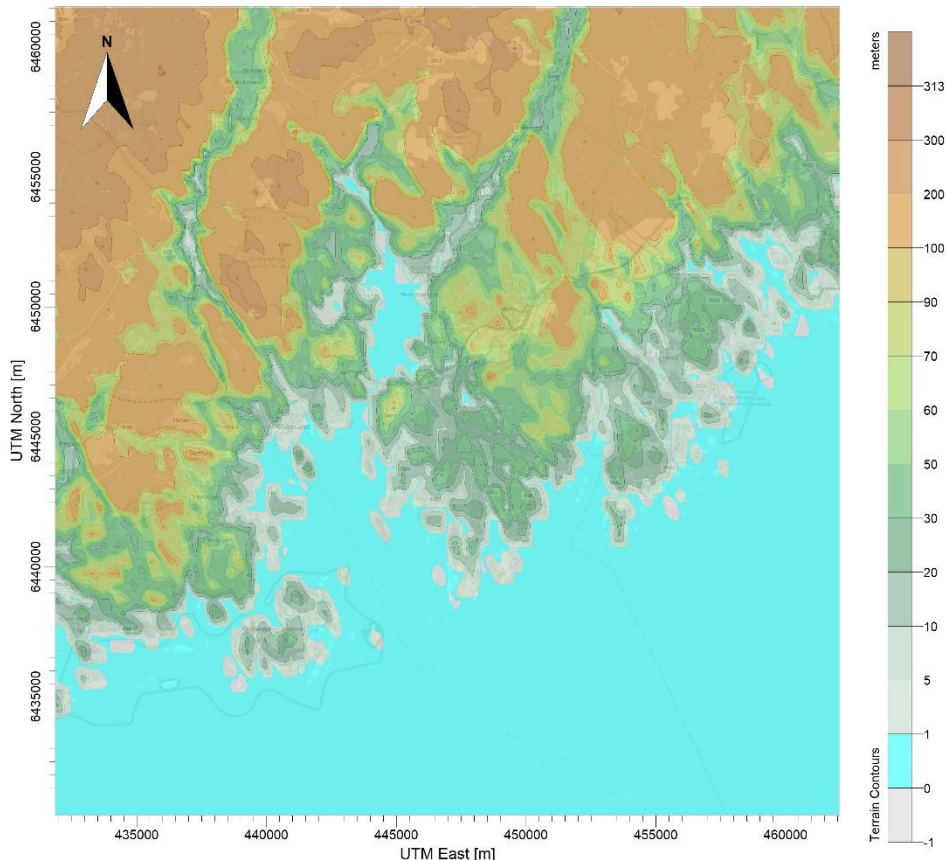
For å evaluere spredningsforhold i 2019 i forhold til andre år, er spesifikke meteorologiske parametere analysert fra målestasjonen på Kjevik. Spesifikke kriterier for dårlige spredningsforhold er identifisert basert på

temperaturendring, vindhastighet og trykk, i visse spesifikke timer per dag. Disse parameterne har siden blitt brukt til å evaluere forskjeller mellom årene 2014 - 2018. Uansett om man ser på helårsfrekvensen eller om sommermånedene er ekskludert, viser disse utvalgte kriteriene at 2019 er et gjennomsnittså uten store avvik i forhold til 2014 - 2018.

På den annen side viser målt nedbør at 2019 hadde en relativt høy andel nedbør, noe som kan bidra til å binde svevestøv til veiene og redusere mengden resuspensjon, mens det mest sannsynlig ikke påvirker de minste svevestøvsfraksjonene fra vedfyring. Det siste kan være en medvirkende årsak til at nivåene på Steiner-Heyerdahl er høyere enn på Gartnerløkka i noen måneder.

3.2.2 Topografi

AERMOD trenger inndata i form av topografi for beregningsområdet da topografien har stor betydning for lokale klimatiske forhold og spredningsforløpet til luft. I AERMOD er det benyttet topografidata fra en landsdekkende digital terrengmodell med 10 meter oppløsning. Terrengdata er generert fra Statens Kartverk med en såkalt hybrid DTM struktur med programmet SCOP (Statens Kartverk, 2015b). Topografidata ble bearbejdet i AERMAP pre-prosessor for terreng (en del av AERMOD View) (USEPA, 2011; USEPA, 2005; Lakes, 2014), se Figur 13.



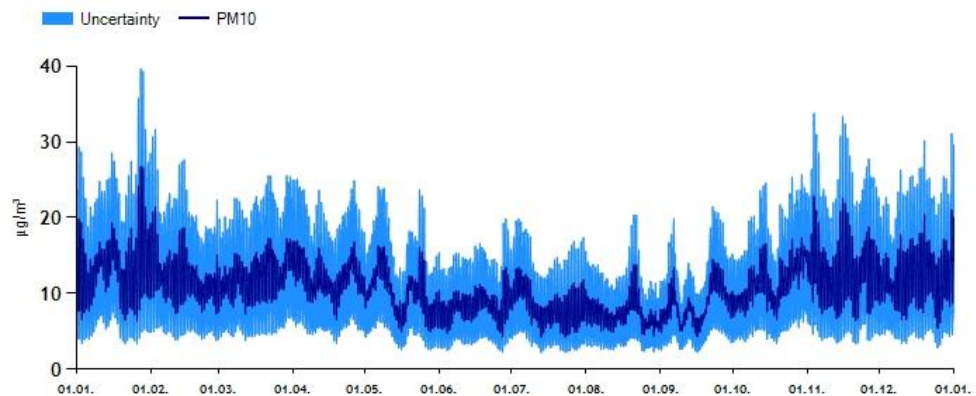
Figur 13. Topografi (moh.) som vist i AERMOD med interpolasjon av 10m x 10m data i rutene.

3.2.3 Bakgrunnskonsentrasjoner

Bakgrunnskonsentrasjonen er den forurensningen som er dannet utenfor prosjektområdet, eksempelvis langtransportert luftforurensning.

Bakgrunnsverdier for PM₁₀ er generert fra bakgrunnsapplikasjonen for planområdet, 58,353N breddegrad, 8,052Ø lengdegrad (ModLUFT, 2012b).

Timevise genererte verdier for PM₁₀ er gitt i Figur 14 for et representativt år.



Figur 14. Timesvise bakgrunnskonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for PM₁₀ i prosjektområdet.

3.3 Utslippsberegninger

Utredningen fra 2016 viste at det hovedsakelig var PM₁₀ som medførte de største utfordringene med hensyn til lokal luftforurensning i Kristiansand, basert på en gjennomgang av relevante utslippskilder og aktivitetsdata. De største utslippskildene til PM₁₀ var veitrafikk og vedfyring. Basert på de resultatene er det besluttet å hovedsakelig legge vekt på utslipp fra veitrafikk og vedfyring i tiltaksutredningen. Det er likevel gjort en utsjekk med skipstrafikk og industri for å undersøke om det har oppstått større endringer i utslipp siden 2016. Basert på oppdatert informasjon fra kommunen er det kun en liten endring i grunnlaget for skipstrafikk, industri og flytrafikk, og disse utslippene oppdateres dermed ikke i kartleggingen sammenliknet med 2016. Det er altså kun utslipp fra veitrafikk og vedfyring som er framregnet i scenario for 2024, av samme grunn.

Nedenfor vises detaljert informasjon om underlag for beregning av respektive utslippskilder.

3.3.1 Veitrafikk

Veitrafikk utgjør den nest største utslippskilden for kommunen, men bidrar i stor grad til de høye svevestøvnivåene i Kristiansand sentrum på grunn av nærheten til store hovedveier som E18 og det øvrige veinettet i sentrum. Veitrafikk utgjør med andre ord den største lokale utslippskilden til PM₁₀ nær hovedveiene gjennom Kristiansand og omkring tunnelmunninger (se også kapittel 4.2.1). I

fremskaffelsen av veitrafikkdata er det i hovedsak benyttet NVDB (Norsk vegdatabank) for alle riks-, fylkes-, og europaveier. Disse dataene ble levert av Statens vegvesen. For de kommunale veiene er data blitt hentet fra Kristiansand kommune (Kristiansand kommune, 2020). Alle disse dataene er gjeldende for dagens situasjon, dvs. beregninger for 2019. For trafikken i 2024 har ulike framskrivningstall blitt brukt for lette og tunge kjøretøy ved nasjonale (riks-, fylkes-, og europa-) veier, mens for kommunale veier har samme framskrivningstall blitt brukt for alle kjøretøy, se Tabell 5 for detaljer.

Tabell 5. Framskrevne tall brukt i beregningene for trafikk tall 2024, sifrene for lette og tunge kjøretøy har blitt brukt for nasjonale veier, mens samme verdier har blitt brukt for alle kjøretøy på kommunale veier.

Trafikkarbeid på vei - Vest-Agder	Nasjonale veier (riks- og fylkesvei)		Kommunale veier	
	2018-2022	2022-2030	2018-2022	2022-2030
Årlig endring (%)				
Alle kjøretøy	3,5*	1,3*	3,7	1,1
Lette kjøretøy	3,7	1,1	-	-
Tunge kjøretøy	2,6	2,4	-	-

* ikke brukt for beregninger

Oversikt over de oppdaterte veiene inkludert i spredningsmodellen er vist i Vedlegg A og Vedlegg B, inkludert informasjon om ÅDT på de ulike veilenkene, samt forskjeller i ÅDT-tall fra beregningene utført i 2015. Veisegmentene som inngår i prosjektområdet utgjør totalt 1 050 km. Av disse utgjør kommunale veier ca. 800 km. Utslipp fra de kommunale veiene er definert som arealutslipp. Utslippene er fordelt på 10 arealer. De større nasjonale veiene er definert som linjekilder, dvs. utslipp langs en definert veistrekning.

Tungtransportandel varierer fra 5-20% og trafikk tall varierer fra 100 til 45 000 kjøretøy pr. døgn (ÅDT). Hastigheten varierer med type vei. Hastighetene som er lagt til grunn i dette prosjektet er henholdsvis 30 km/t, 40 km/t, 50 km/t, 60 km/t og 80 km/t.

Tabell 6 viser sammensetning av kjøretøyparken som er benyttet i beregning av utslipp fra veitrafikk (OFV, 2019). Utslippsfaktorene er hentet fra HBEFA 4.1 og kategorisert etter trafikksammensetningen, fart og drivstofftype.

Tabell 6. Sammensetning av kjøretøyparken i Vest-Agder, 2018.

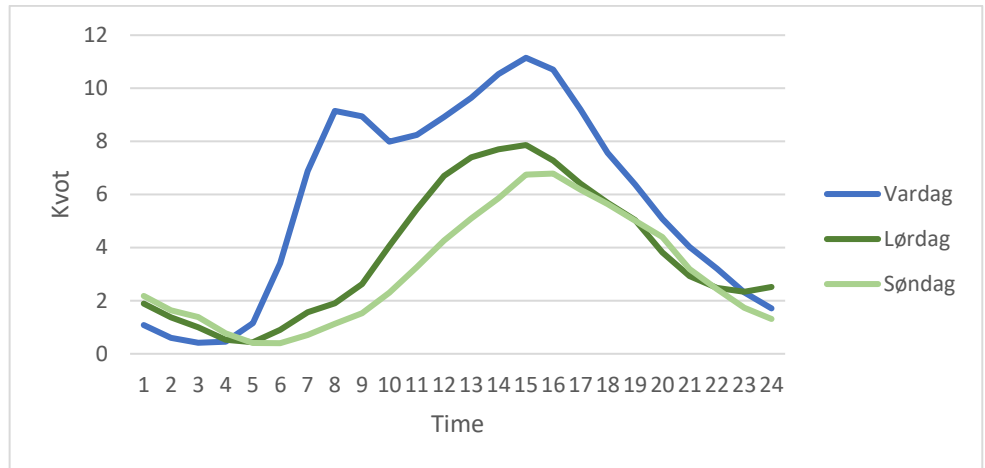
Vest Agder	Diesel	Bensin	El og gass	TOTALT	%

Personbil	46 447	38 494	7 433	92 374	0,740
Lett lastebil	14 718	591	0	15 309	0,123
Tung lastebil	1 310	96	0	1 406	0,011
Buss	464	6	0	470	0,004
Motorsykkkel	0	15 321	0	15 321	0,123

Utslippene fra veitrafikken er beregnet med utslippsfaktorer fra HBEFA (Handbook Emission Factors for road transport, versjon 4.1). For framskriving av utslippsfaktorer er informasjon om veiene i området anvendt. Videre er den absolutt største andelen av partikkelutslippene fra såkalt resuspensjon, dvs. oppvirvling av støv på veibanen fra tidligere akkumulerte støvdepoter. Resuspensjonen avhenger blant annet av trafikkmengde og kjøretøyhastighet, piggdekkandel og meteorologi (fuktig veidekke binder veistøvet, nedbør binder og vasker bort støvet). Det kreves derfor en separat modell for å kunne beregne resuspensjonsdelen av partikkelutslippene. Her er Nortrip-modellen (Non-exhaust Road Traffic induced Particle Emissions) benyttet. Nortrip er en modell som er utviklet for nordiske forhold der blant annet meteorologiske inndata, trafikkvolum, andel tungtrafikk, piggdekkandel og hastighet er hensyntatt for å beregne mengden resuspendert materiale. En piggdekkandel på 37% har blitt benyttet for Kristiansandregionen.

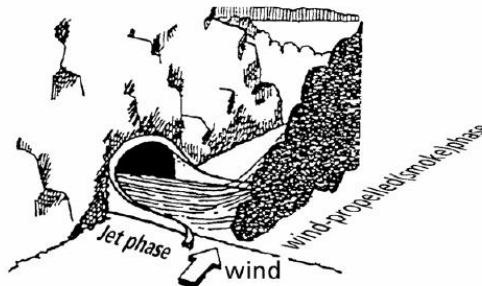
Den tekniske utviklingen og fornyelsen av bilparken forventes å føre til lavere direkte utslipp (eksosgasser), men utslipp av oppvirvlet materiale påvirkes ikke. Snarere forventes en økning av utslippene av resuspendert materiale ettersom det ventes en generell trafikkøkning i området.

Tidsvariasjonene som legges til grunn i spredningsmodelleringen er basert på trafikkteLLinger i Kristiansand utført av Statens vegvesen. Tidsvariasjoner er beregnet for tellepunkt Grim, som er lokalisert 200 meter nordvest for Gartnerløkka. Dette punktet er valgt da den best representerer trafikkvariasjonen ved Gartnerløkka, og som benyttes for verifisering av modellresultatene.

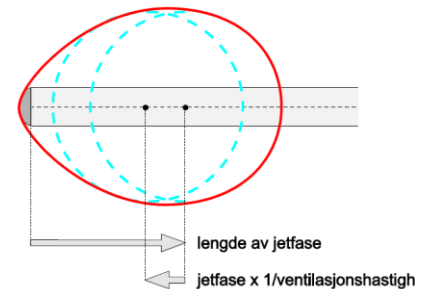


Figur 15. Middelverdi av tidsvariasjonen anvendt for veitrafikk, for alle måneder.

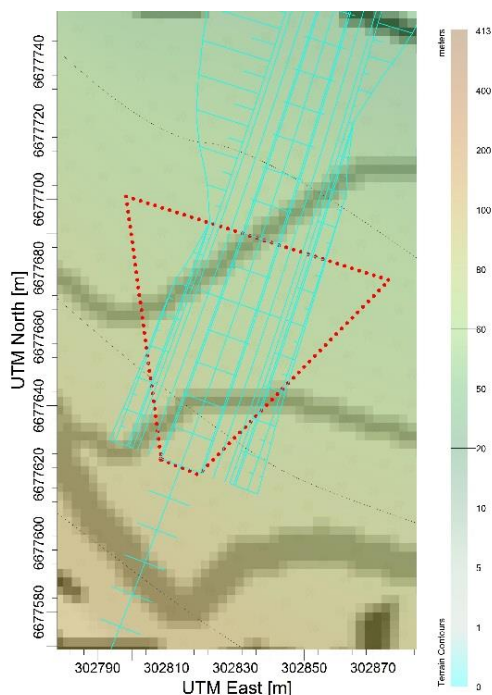
I tillegg til utslipp fra veiene, er tunnelmunningene innarbeidet med en jetfase utenfor munningene. Jetfasen er utformet og basert på en veiledning gitt fra Vegdirektoratet og ModLUFT (Figur 16 og Figur 17) ift Håndbook N500 Vegtunneler. Figur 18 viser endannelse av en jetfase utenfor en tunnelmunning. Utslipp fra jetfasene er håndtert som en arealkilde i modellen.



Figur 16. Illustrasjon av jetfase og vinddrevet plumefase (Kilde: Vegdirektoratet, 2014).



Figur 17: Maksimumutbredelse av jetfasen fra en tunnelmunning (Kilde: ModLUFT, 2012).



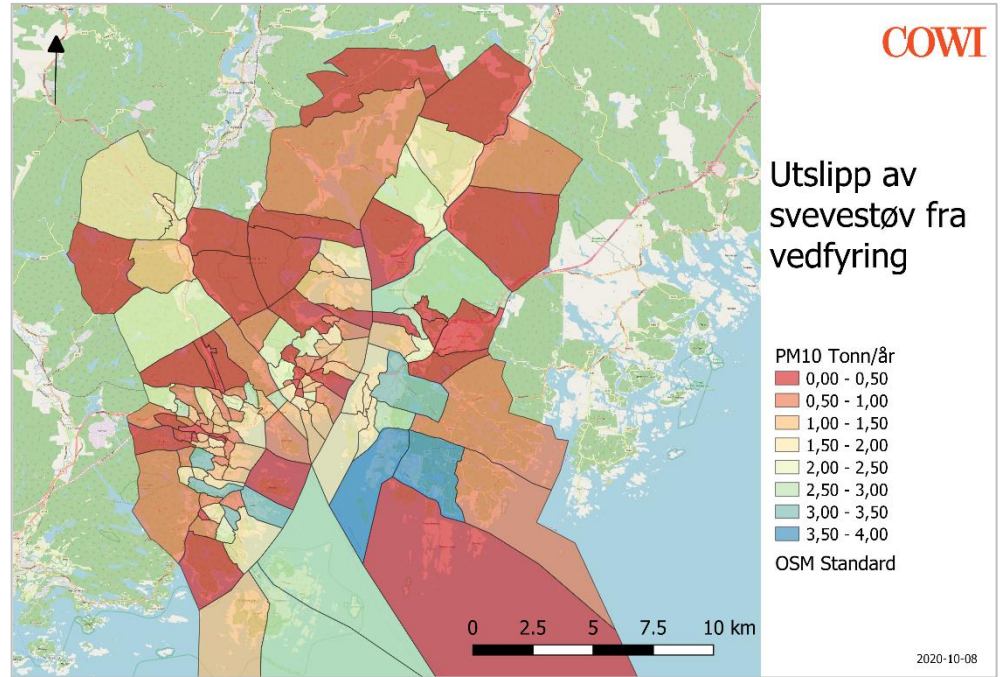
Figur 18. Eksempel av formulering av jetfasen utenfor tunnelmunningen i modellen (rød trapezoid).

3.3.2 Vedfyring

For å beregne utslipp fra vedfyring er det benyttet en metodikk som ble utarbeidet ved luftsonekartarbeid for Sarpsborg og Fredrikstad (COWI, 2015). Denne metodikken ble også benyttet for utredningen av Luftsonekart for Kristiansand kommune Delrapport 1: Utslippsberegninger, grunnlagsdata og metodikk (COWI 2016a). Metodikken benyttes da SSB ikke rapporterer detaljert statistikk om forbruk av vedfyring på kommunenivå.

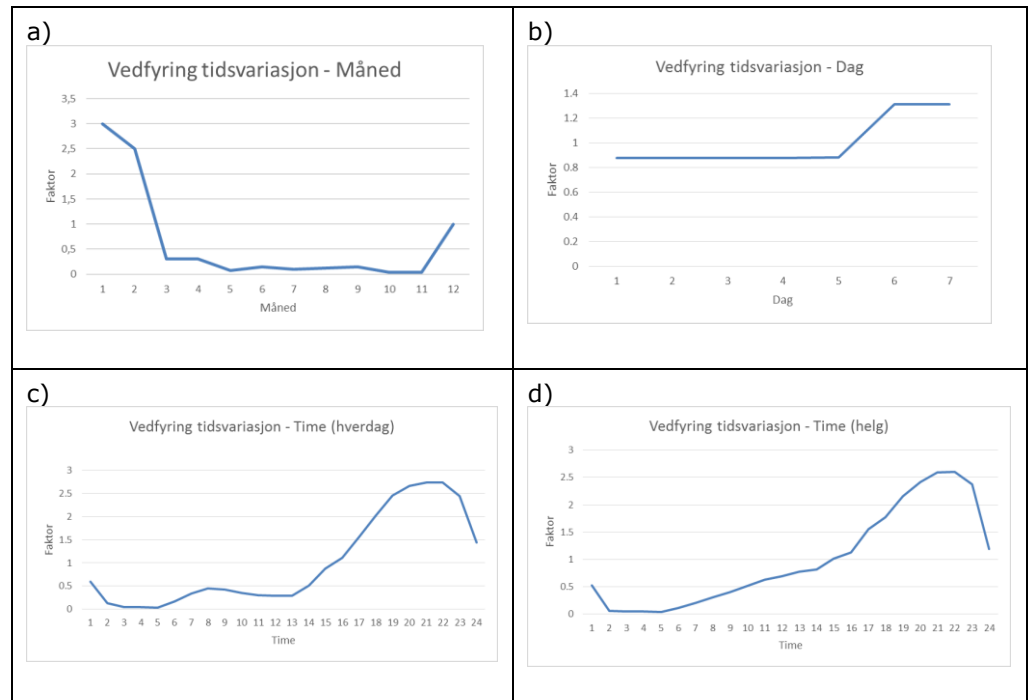
Utslipp fra vedfyring er beregnet med utgangspunkt i de 133 grunnkretsene som inngår i prosjektområdet. Kristiansand kommune ved Brannvesenet leverte data over adressepunkter i hver grunnkrets hvor det er registrert boliger som har betalt feiegebyret til tidligere utredning (COWI 2016a). Disse adressepunktene er også benyttet i foreliggende beregninger. I beregningene av utslipp er det lagt til grunn 2.3 innbygger pr. adressepunkt (SSB, 2015). Statistikk fra SSB viser at vedforbruk pr. innbygger i Vest-Agder var 205 kg/år i 2016, som er de seneste oppdaterte tall (SSB, 2018). I beregningene er det også lagt til grunn en fordeling på 60/40 for bruk av henholdsvis gamle og nye ovner. Denne fordelingen ble benyttet under utredningen for Luftsonekart for Kristiansand - metode og grunnlagsdata (COWI 2016a). Det er vurdert at denne fordelingen fortsatt kan benyttes da andelen av nye, rentbrennende ovner er liten i forhold til totalen.

Faktorer for utslipp av PM₁₀ fra de forskjellige ovnstypene er hentet fra SINTEF (SINTEF, 2013). Figur 19 viser de totale utslippene av PM₁₀ fra vedfyring innenfor prosjektområdet.



Figur 19 Utslipp av PM₁₀ fra vedfyring, i tonn per år for hver grunnkrets.

De første tidsvariasjonene for vedfyring er hentet fra en tidligere beregning som er gjort på oppdrag fra Sarpsborg og Fredrikstad kommuner (COWI, 2015). Det antas at denne også vil være representativ for Kristiansand kommune. Månedsvariasjonen er videre modifisert noe i forhold til månedsverdier for den urbane bakgrunnskonsentrasjonene ved målestasjonen Stener Heyerdal. Tidsvariasjoner vises for år, uke, hverdag og helg (Figur 20).

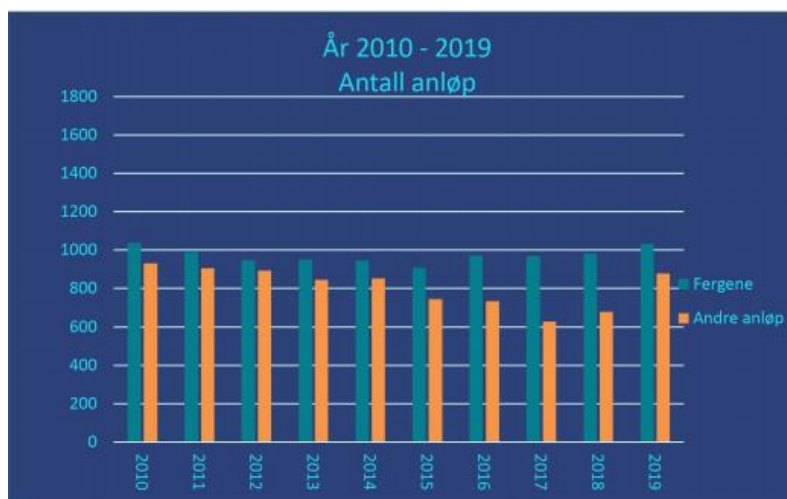


Figur 20 Tidsvariasjoner for vedfyring, med månedsvariasjon (a), Døgnvariasjon (b), timevariasjon hverdag (c) og timevariasjon helg (d).

3.3.3 Skipstrafikk

For beregning av utslipp fra skipstrafikk er det vurdert at utslippene anvendt i utredningen fra 2016 (COWI 2016a og 2016b) også kan benyttes for foreliggende utredning. Denne vurderingen baseres på utslippenes størrelse, (8. høyeste døgnmiddelverdi overskred knapt $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i forhold til totale konsentrasjoner (8. høyeste døgnmiddelverdi var mellom $20 - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), i tillegg til at forskjellen i antall skip ikke er forandret i stor grad fra 2015. Figur 21 viser årlig antall anløp mellom 2010 og 2019, der 2014, som ble brukt i de siste beregningene, har noe færre antall anløp (ca. 7% for fergene og 4% for andre anløp).

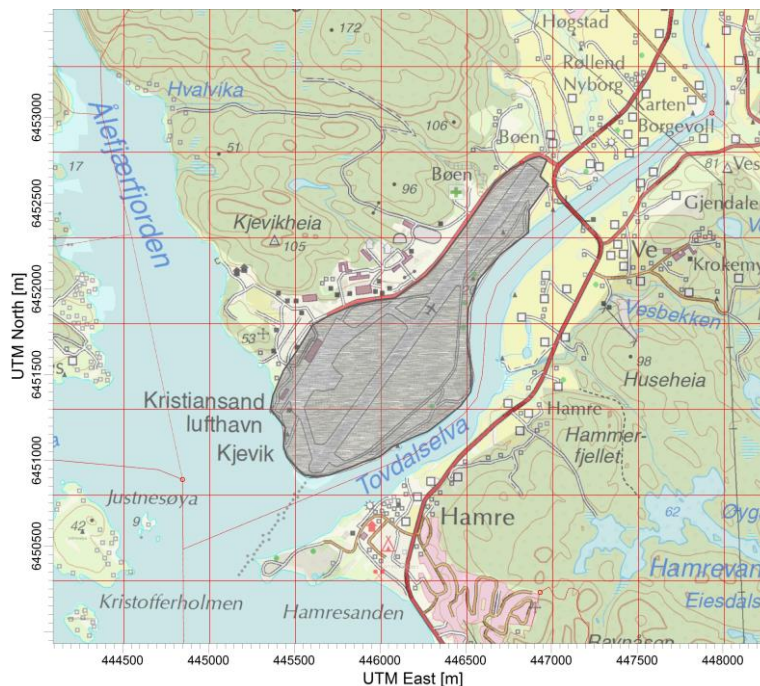
Beregningene fra 2014 (COWI 2016a og 2016b) viste at skipstrafikken bidro med utslipp på til sammen 29 tonn PM_{10} .



Figur 21. Antall anløp, tonnasje og gods ved offentlige kaier fordelt mellom ferge (turkis) og øvrig trafikk (oransje). Figuren er levert av Kristiansand Havn KF (2020-06-02).

3.3.4 Kjevik flyplass

Som for skipstrafikk er også utslipp fra lufttrafikk benyttet fra tidligere utredning (COWI 2016a). Bakgrunnen er utslippenes lokale distribusjon og lave nivåer (maksimalt $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 8. høyeste døgnkonsentrasjoner av PM_{10} , sentralt innenfor flyplassens område). Utslippene er avgrenset til Kjevik flyplass og definert som en arealkilde i modellen (Figur 22). Dette betyr i praksis at utslippene er jevnt fordelt over det arealet som er definert i figuren.



Figur 22. Kjevik flyplassen (grå markering), representert som en arealkilde i modellen.

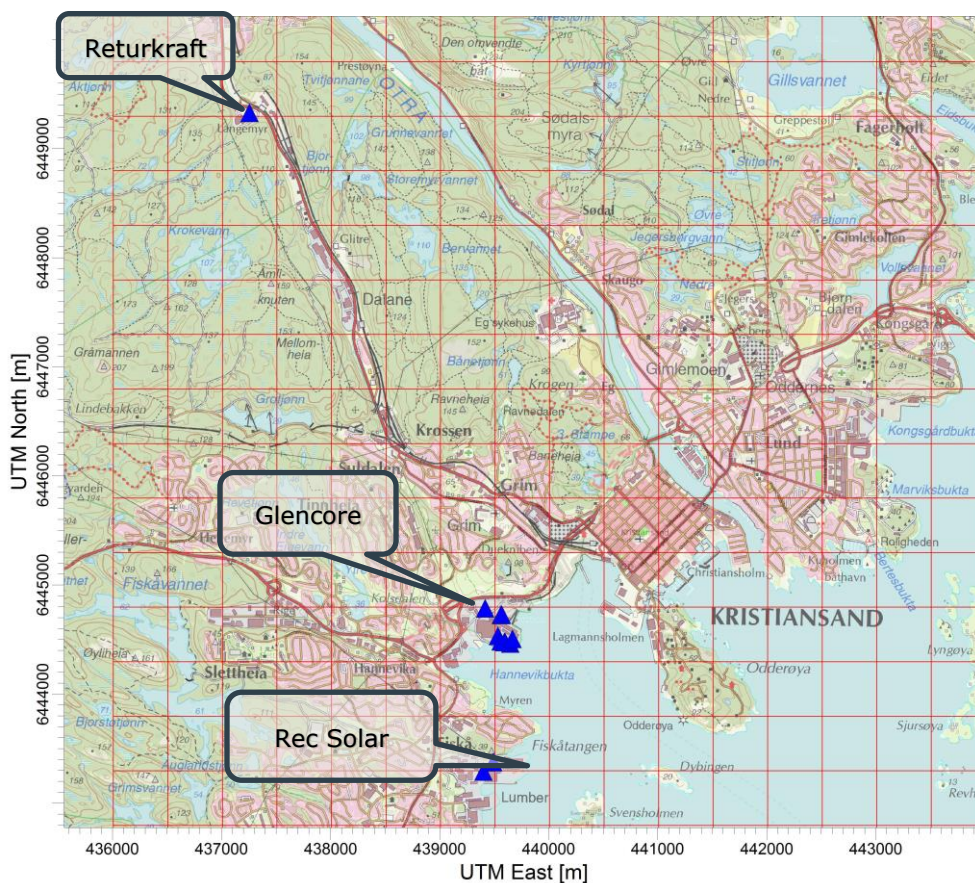
3.3.5 Industri

Basert på tidligere utredning (COWI 2016b) viste resultatene at industri kun bidro med et lite bidrag til Kristiansands totale PM_{10} konsentrasjon (8. høyeste døgnkonsentrasjon $> 1 \mu g/m^3$). Derfor er tidligere inndata anvendt også for denne utredningen.

Databasen over *Norske utslipp* (Miljødirektoratet, 2014) viser 6 industrikilder i Kristiansand, oversikt over de ulike utslippskildene er vist i Figur 23. Disse kildene bidrar til sammen til et utslipp på 14 tonn PM_{10} per år. Detaljert informasjon om data og beregninger er detaljert beskrevet i Luftsonekart for Kristiansand kommune. Delrapport 1: Utslippsberegninger, grunnlagsdata og metodikk (COWI 2016a).

For å kunne modellere spredning av utslipp fra industri er det definert følgende pipedata i modellen:

- > Koordinater (x, y)
- > Pipehøyde (m)
- > Pipediameter (m)
- > Gasstemperatur (C)
- > Gasshastighet (m/s)
- > Utslipp (g/s)



Figur 23 Industriene og tilsvarende piper oppsett i modellen (blå markering).

4 DEL A: Kartlegging

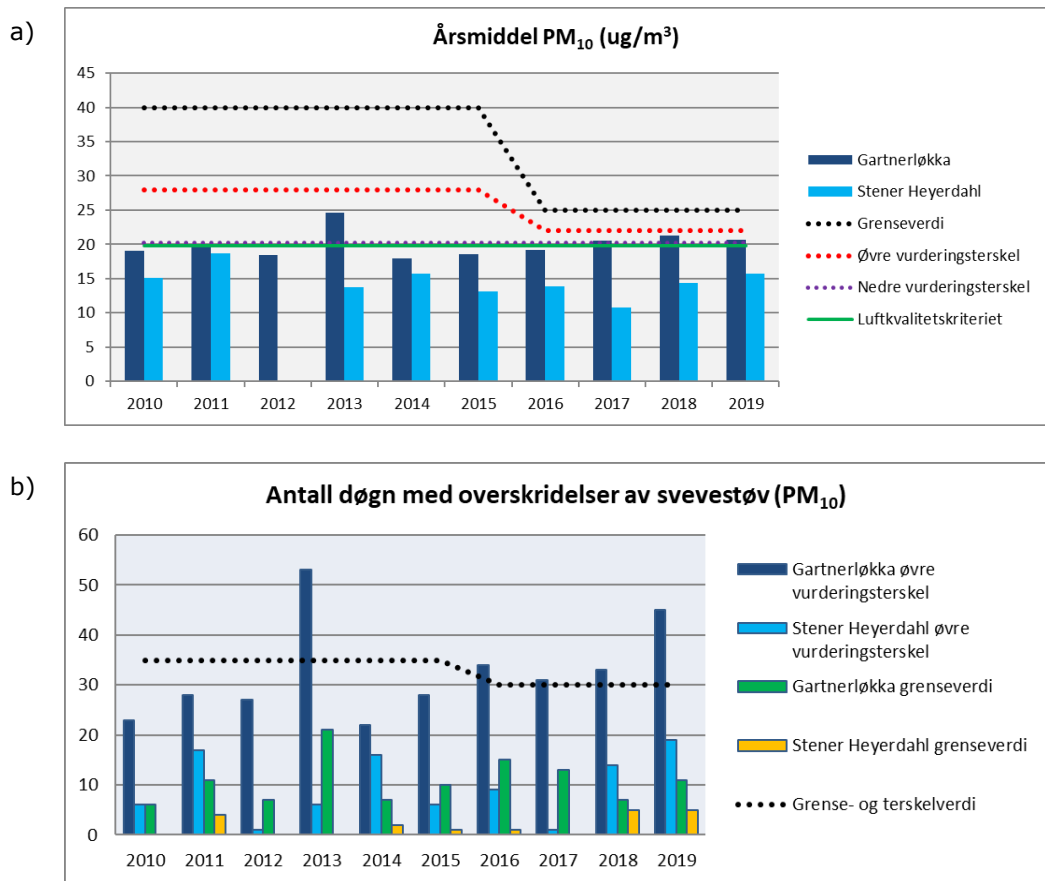
Første del av dette kapittelet omhandler en kartlegging av dagens situasjon (2019) i form av en analyse av tilgjengelige måleresultater. Deretter presenteres modellresultater av PM₁₀ for dagens situasjon (2019) og framskrevet situasjon (2024) i forhold til relevante grenseverdier i forurensningsforskriften kapittel 7 samt foreslåtte revidert grenseverdier som kan være aktuelle fra 2022.

4.1 Måleresultater i 2016-2019 for Kristiansand

En sammenstilling av målte konsentrasjoner av PM₁₀ i Kristiansand, til og med år 2019, vises i Figur 24. Som det fremgår av diagrammet er grenseverdien og vurderingsterskelen skjerpet i 2016, men selv om grenseverdiene er skjerpet og dermed lavere er det ikke målt noen overskridelse av grenseverdiene ved målestasjonene i Kristiansand inntil 2019.

Siden 2016 har dog den øvre vurderingsterskelen for døgnmiddelverdien for PM₁₀ blitt overskredet. I Tabell 7 vises en sammenstilling av hvor mange ganger døgnmiddelverdier har vært høyere enn 35 µg/m³ for årene 2016-2019 ved målestasjonen ved Gartnerløkka og Stener Heyerdahl. Den øvre vurderingsterskelen overskrides om dette skjer mer enn 30 døgn per kalenderår, noe som er tilfellet ved Gartnerløkka siden 2016. Miljødirektoratet har derfor pålagt Kristiansand kommune å utarbeide denne tiltaksutredningen.

Basert på den foreslåtte innskjerpingen av grenseverdiene for PM₁₀ fra år 2022 til 20 µg/m³ (Miljødirektoratet 2020) finnes det også risiko for kommende overskridelser av årsmiddelverdiene for PM₁₀, da de målte årsmiddelverdiene i 2017-2019 ligger over.



Figur 24. Sammenstilling av målte konsentrasjoner av PM₁₀ i Kristiansand sammenliknet med grenseverdien for luftkvalitet, år a) viser årsmiddel av PM₁₀ og b) viser antall døgn med overskridelser av PM₁₀ sammenliknet dels med grenseverdien og dels den øvre vurderingsterskelen.

Ved Gartnerløkka er det målt flere døgn med middelvei over 50 µg/m³ sammenliknet med retningslinje T-1520, og området vil dermed ligge i rød sone for årene 2016, 2017 og 2019, se Tabell 7. I 2018 overskred døgnmiddelvei 50 µg/m³ syv ganger, noe som innebærer at området var på grensen til rød sone. Målte konsentrasjoner ved Stener Heyerdahl overskred grensen for gul sone i 2016, 2018 og 2019, mens det i 2017 ikke er registrert mer enn ett døgn over 35 µg/m³.

Konsentrasjonen for 31. høyeste døgnmiddelvei, ved både Gartnerløkka og Stener Heyerdahl, ble redusert mellom 2016 og 2017 for å deretter å øke fram til 2019 som inneholder den høyeste konsentrasjonen gjennom hele perioden. Det samme gjelder også for 26. høyeste døgnmiddelvei ved både Gartnerløkka og Stener Heyerdahl og 8. høyeste døgnmiddelvei ved Stener Heyerdahl (Tabell 8).

Tabell 7. Antall døgn med konsentrasjon over 35 µg/m³ respektive 50 µg/m³ for målestasjonene Gartnerløkka respektive Stener Heyerdahl, 2016-2019. Den øvre vurderingsterskelen for døgnmiddel er 35 µg/m³ som ikke må overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår, mens grenseverdien er 50 µg/m³ som ikke må overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår.

År	Antall døgn med konsentrasjon over 35 µg/m ³		Antall døgn med konsentrasjon over 50 µg/m ³	
	Gartnerløkka	Stener Heyerdahl	Gartnerløkka	Stener Heyerdahl
2016	34	9	15	1
2017	31	1	13	0
2018	33	14	7	5
2019	45	19	11	5

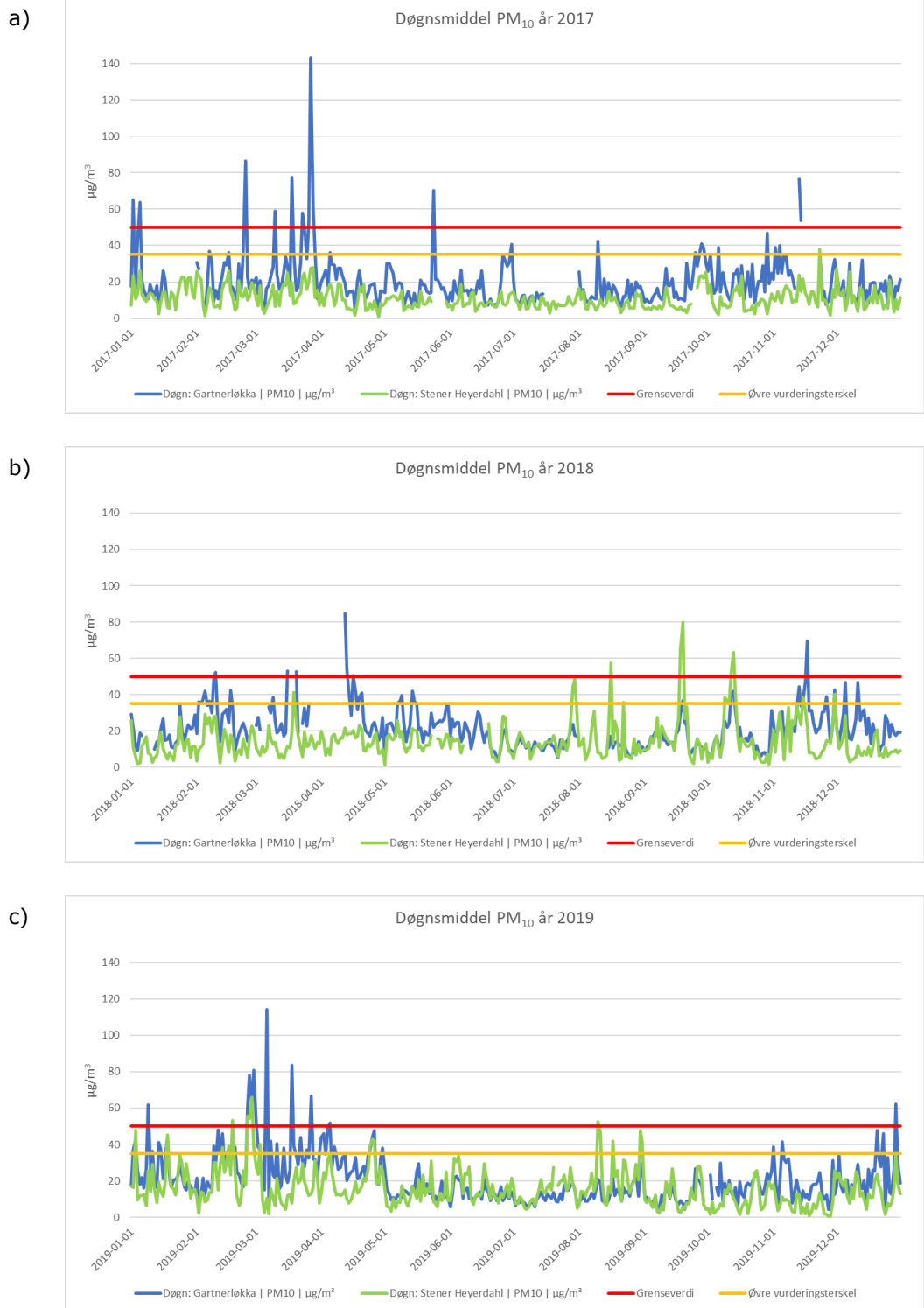
Tabell 8. Målt konsentrasjon av 31. høyeste døgnmiddel, 26. høyeste døgnmiddel og 8. høyeste døgnmiddel ved Gartnerløkka og Stener Heyerdahl, for 2016 – 2019.

År	Gartnerløkka			Stener Heyerdahl		
	31. høyeste døgnmid.	26. høyeste døgnmid.	8. høyeste døgnmid.	31. høyeste døgnmid.	26. høyeste døgnmid.	8. høyeste døgnmid.
2016	37,3	40,9	63,5	25,0	26,2	35,2
2017	36,1	36,3	61,4	19,7	21,0	25,6
2018	36,3	38,0	48,7	27,4	27,9	41,4
2019	38,9	41,3	61,7	29,9	31,3	46,9

4.1.1 Tidsserier og tidsvariasjon for PM₁₀

Figur 25 viser døgnmidlede konsentrasjoner av PM₁₀ fra de to målestasjonene som måler svevestøv i Kristiansand for årene 2017–2019.

Generelt kan man se at konsentrasjonene samvarierer mellom de to målestasjonene, men at toppene er høyere ved den veinære stasjonen ved Gartnerløkka. Det finnes likevel tilfeller der konsentrasjonene er høyere ved målestasjonen på Stener Heyerdahl, oftest under sensommeren eller tidlig høst. Under vinter- og vårmånedene er konsentrasjonene, og fremfor alt toppene, høyere ved Gartnerløkka, noe som trolig er på grunn av nærhet til E18. På vinteren er bidraget fra veitrafikken stor på grunn av bruk av piggdekk og økt oppvirvling fra veibanen som gir store utslipp fra vei. Døgnmiddelverdien når da ofte nivåer opp mot 80 µg/m³ med enkelte tilfeller over 100 µg/m³.



Figur 25. Døgnsmidlede konsentrasjoner av PM₁₀ fra målestasjonene i Kristiansand; Stener Heyerdahl (grønt) og Gartnerløkka (blå) i a) 2017, b) 2018 og c) 2019. Rød og gul horisontale linjer markerer henholdsvis 50 µg/m³ og 35 µg/m³ for å visualisere antall overskridelser i henhold til forurensningsforskriften kap. 7 og T-1520.

4.2 Modellresultater: dagens situasjon (2019) og 0-alternativ (2024)

I dette kapitlet presenteres resultatene for del A i utredningen, dvs kartleggingen av dagens situasjon i kommunen (dagens situasjon 2019) og framtidig situasjon (0-alternativ 2024) med de tiltakene som er planlagt og vedtatt i kommunen (se kap 2.4.2).

4.2.1 Utslipp fra ulike kilder

I Tabell 9 vises en sammenstilling av de totale utslippene av PM₁₀ fra de ulike kildene som inngår i beregningene for 2019 og 2024. Det største bidraget til PM₁₀ i kommunen kommer fra vedfyringen, og de totale utslippene fra denne kilden er større enn de andre kildene til sammen. Disse utslippene skjer dog spredt over hele kommunen, noe som innebærer at de høye konsentrasjonene av PM₁₀ som ses på visse steder snarere kan tilskrives utslipp fra veitrafikk. Veitrafikken er den nest største kilden til PM₁₀ i Kristiansand kommune, og forventes å øke med ca. 11% fram mot 2024.

Tabell 9 Totale utslipp av PM₁₀ innenfor prosjektområdet fra respektive kilder i tonn/år.

Kilde	Totale utslipp av PM ₁₀ (tonn/år)	
	2019	2024 0-alternativ
Veitrafikk	53	59
Vedfyring	161	161
Skipstrafikk	29	29
Kjevik flyplass	5	5
Industri	14	14

4.2.2 Regionalt konsentrasjonsbidrag

Utover disse bidragene fra kilder innad i kommunen bidrar også andre regioners utslipp, samt langtransportert luftforurensning til de totale konsentrasjonene i Kristiansand. Som det framgår i avsnitt 3.2.3 er dette bidraget lagt til som en timevis bakgrunnskonsentrasjon til de beregnede konsentrasjonene. I avsnitt 3.2.3 er det også beskrevet at det regionale konsentrasjonsbidraget er ca. 11 µg/m³ på årsmiddel, mens konsentrasjonsbidraget visse dager kan være opp til ca. 20 µg/m³. Konsentrasjonsbidraget er høyest om vinteren, noe som delvis kan forklares av at vedfyringen i omkringliggende områder er størst i disse periodene.

På dager med høyere regionalt bidrag, kreves det et mindre lokalt konsentrasjonsbidrag for at totalkonsentrasjonen skal overskride grenseverdiene

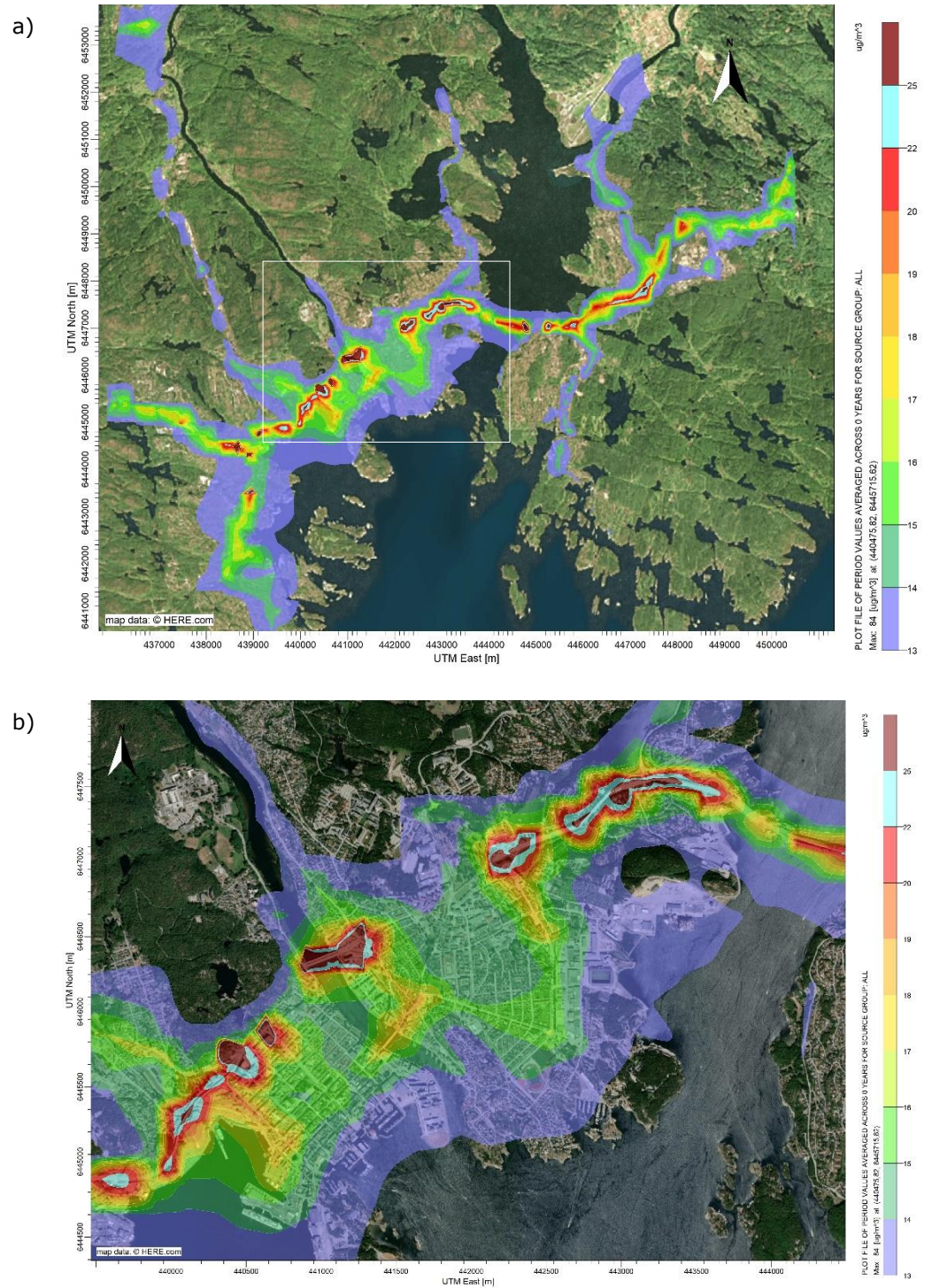
for døgn for PM₁₀. Det regionale konsentrasjonsbidraget er størst om vinteren, hvor også lokale bidrag fra for eksempel veitrafikk kan være store, spesielt under ugunstige meteorologiske forhold, karakterisert ved kalde, stabile væertyper med lite vind og nedbør. Dermed er det en risiko for at den regionale bakgrunnen bidrar til overskridelse av grenseverdiene under slike perioder.

Det er også viktig å huske at bakgrunnskonsentrasjonen som er anvendt i beregningene er modellerte og vil derfor alltid inkludere en viss usikkerhet.

4.2.3 Beregnede konsentrasjoner for dagens situasjon (2019)

I Figur 26 til Figur 29 vises beregnede konsentrasjoner av PM₁₀ for dagens situasjon for Kristiansand kommune. Figur 26 viser konsentrasjonene som årsmiddel av PM₁₀, Figur 27 viser konsentrasjonene som 31. høyeste døgnmiddel; disse representerer grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7. Figur 28 viser konsentrasjonene som 26. høyeste døgnmiddel, som er den foreslåtte nye grenseverdien fra 1. januar 2022. Figur 29 viser utbredelse av gul og rød sone representert ved 8. høyeste døgnmiddel (retningslinje T-1520).

For årsmiddelkonsentrasjonen (Figur 26) representerer brune områder konsentrasjoner over 25 µg/m³, som er dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7 og som ikke skal overskrides. Turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel på 22 µg/m³, mens røde områder viser konsentrasjoner over 20 µg/m³, som sammenfaller med nasjonale mål, luftkvalitetskriterier og de foreslåtte reviderte grenseverdier for årsmiddelet for PM₁₀. Konsentrasjoner over grenseverdien (25 µg/m³) ses hovedsakelig i nærheten av tunnelmunninger langs E18, men også langs E18 nord for Vige. Konsentrasjoner over 20 µg/m³ blir også sett hovedsakelig langs E18, men disse nivåene sprer seg imidlertid lenger fra veiene og inn i bebygde områder, inn over den nordvestlige delen av Kvadraturen, inn til Kristian IVs gate og nordvest i Lund, i umiddelbar nærhet til tunnelmunningen og avkjøringen av E18 (Figur 26b).

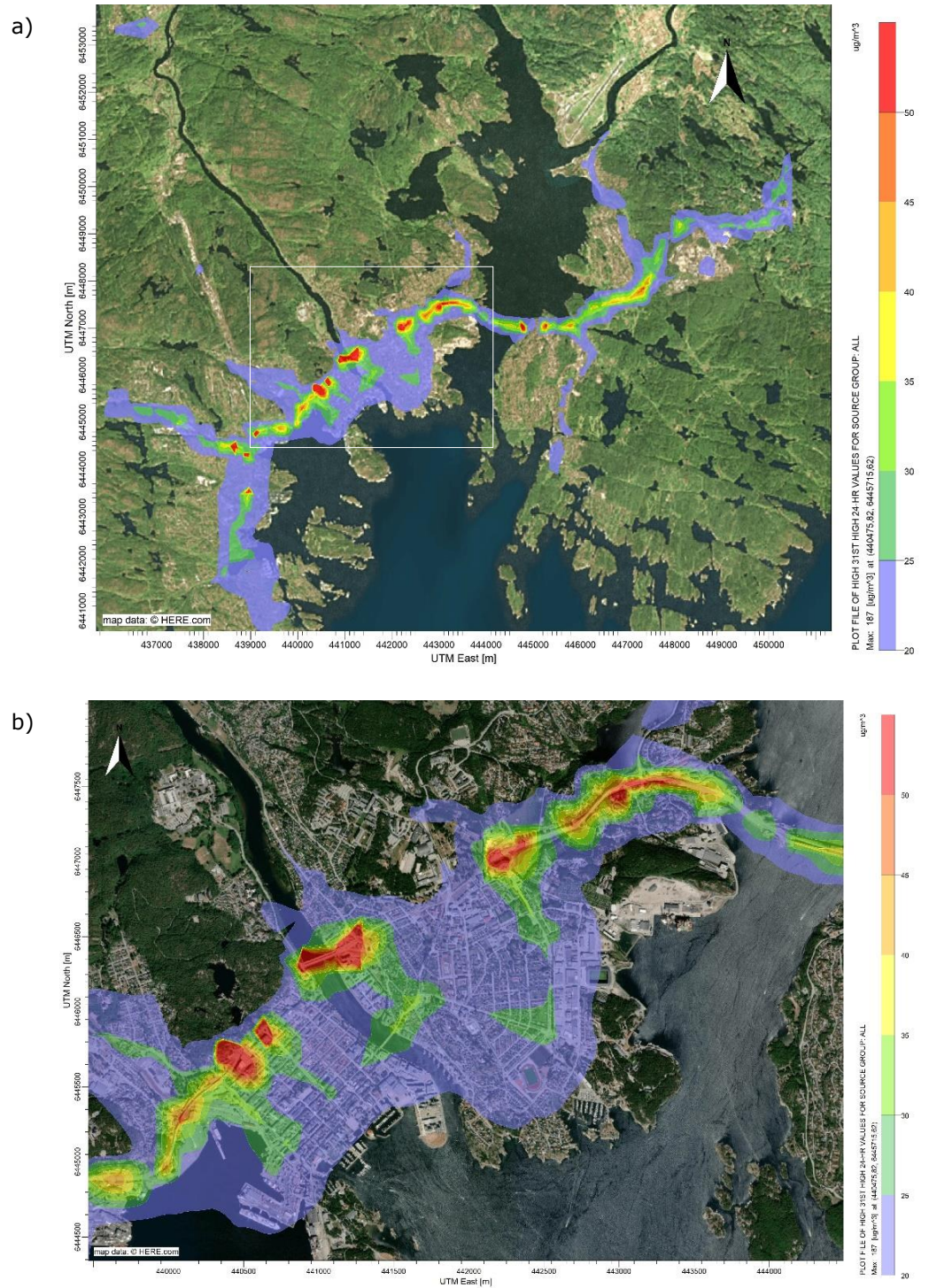


Figur 26

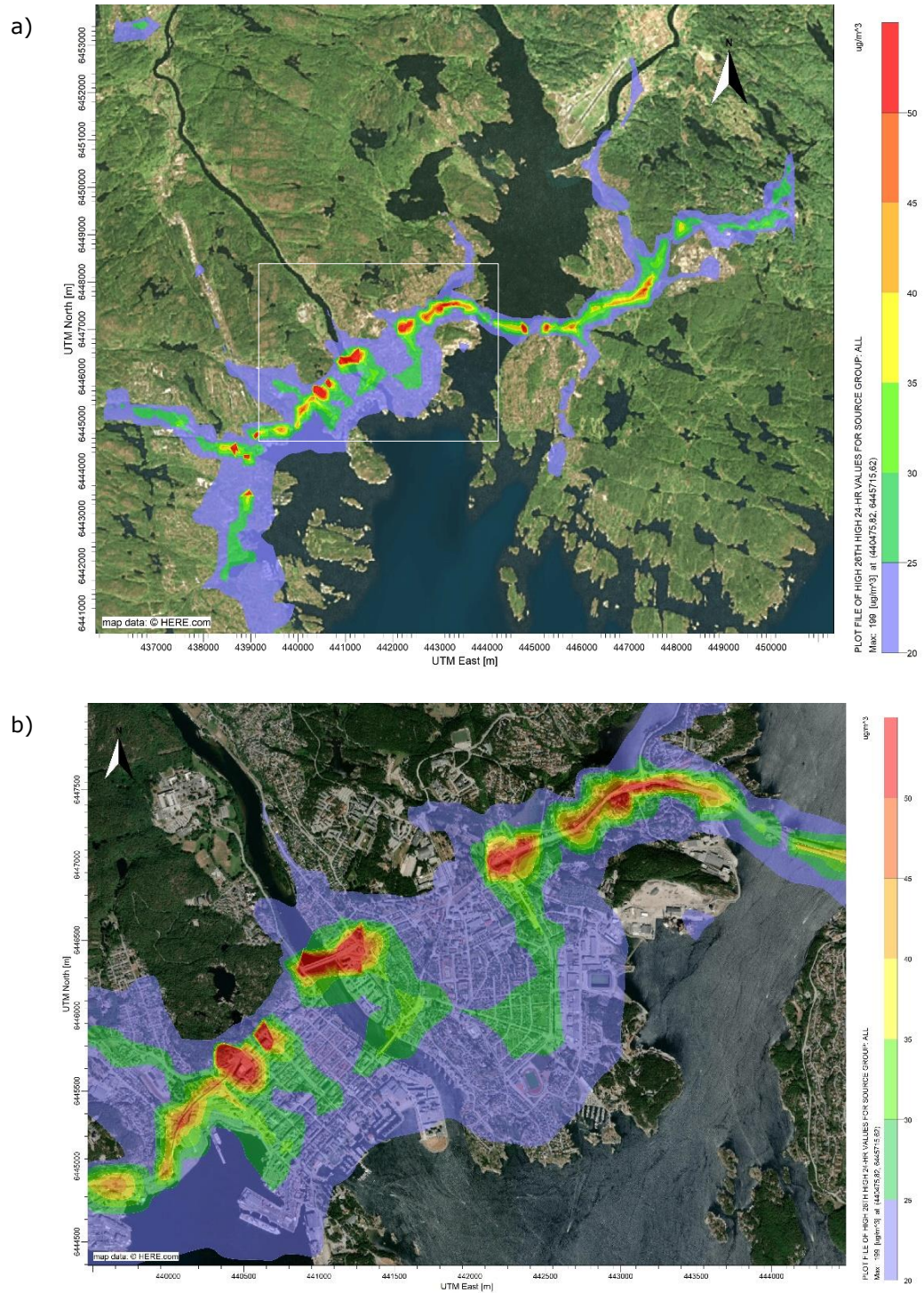
Årsmiddelverdi, 2019, for PM_{10} inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et mer innzoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Brune områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel og røde områder har konsentrasjoner over foreslått revidert grenseverdi for årsmiddelet for PM_{10} .

Figur 27 viser konsentrasjonene av PM₁₀ som 31. høyeste døgnmiddel, der røde områder har konsentrasjoner over 50 µg/m³, som er dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer øvre vurderingsterskel over 35 µg/m³. Konsentrasjonene over 50 µg/m³ ses hovedsakelig langs E18 og i forbindelse med tunnelmunninger, og i likhet med årsmiddelet ses disse konsentrasjonene ved bygningene i nærheten av tunnelmunningen nordvest i Kvadraturen, inn i Kristian IVs gate (Figur 27b). Figur 28 viser konsentrasjonene av PM₁₀ som 26. høyeste døgnmiddel 2019, der røde områder har konsentrasjoner over 50 µg/m³, som er de foreslåtte reviderte grenseverdier for forurensningsforskriften kap. 7, og gule områder viser den øvre vurderingsterskel over 35 µg/m³. Også her ses de høyeste konsentrasjonene (over 50 µg/m³) ved tunnelmunninger langs E18, der konsentrasjonene spres til området (og bygninger) nordvest i Kvadraturen. Konsentrasjonene reduseres ellers relativt raskt, og nivåene er under 35 µg/m³ på de fleste bygningene.

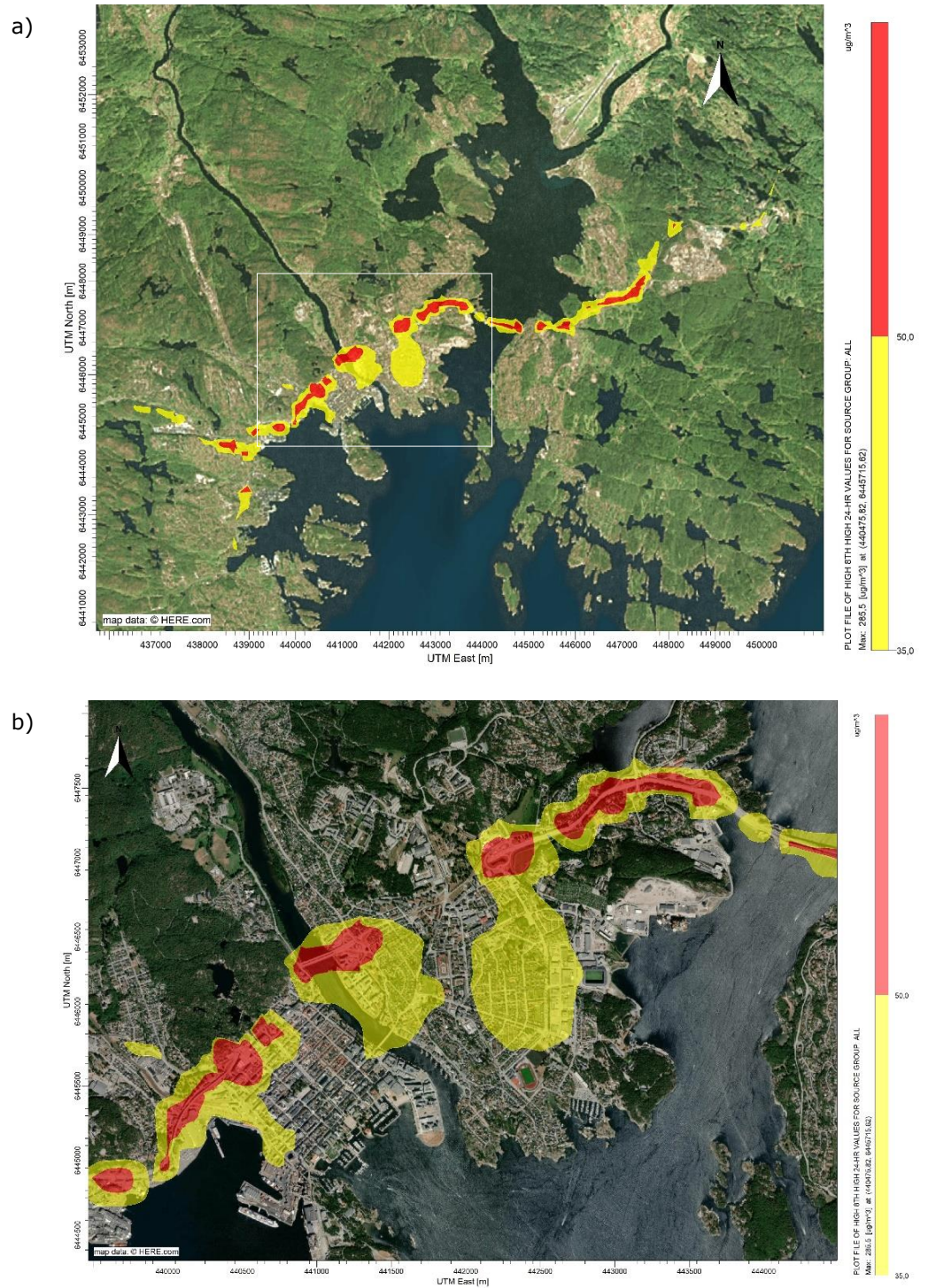
I Figur 29 vises konsentrasjonene av 8. høyeste døgnmiddel, som er regulert i retningslinje T-1520, representert ved overskridelser av henholdsvis gul og rød sone. Beregninger viser konsentrasjoner som overskrider 50 µg/m³ (rød sone), langs E18 og nær tunnelmunninger. Disse konsentrasjonene forekommer også ved bosetningene i nordvestlige del av Kvadraturen og nordvestlige del av Lund. Ellers er disse høye nivåene hovedsakelig knyttet til veiarealet. Konsentrasjoner over 35 µg/m³ (gul sone) ses også i sammenheng med E18, men i større grad i bebygde områder. Resultatene viser overskridelse av gul sone i et lite område i Hellemyr, ved Hellemyrli, ved næringene i Kartheia, bolighusene i det nordøstlige Kjerrheia og ved visse bygninger i nordvestlige del av Vige, men fremfor alt i Lund og Kvadraturen. I Lund overskrider gul sone både i vest og øst, fra Nye Tegleverksvei, over et stort område vest for den østlige ringveien, og over hele området vest for fv. 471. I Kvadraturen overskrider gul sone områdets vestlige del, ved fv. 471 og i nordvest, fra avkjørsel av E18 og ned til Wergelandsparken. At overskridelsen av gul sone, som ble beregnet for den nordøstlige delen av Kvadraturen 2014, ikke ses i disse beregningene, kan skyldes flere årsaker. Dels har en annen meteorologi, for 2019, blitt brukt til disse beregningene samtidig som det har skjedd en reduksjon i trafikkmengden i dette området (Vedlegg B- Oppdaterte kommunale veier). Disse faktorene bidrar til å forklare hvorfor det ikke er beregnet noe overskridelse av gul sone her.



Figur 27. 31. høyeste døgnmiddel, 2019, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingsterskel.



Figur 28. 26. høyeste døgnmiddel, 2019, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingsterskel.



Figur 29

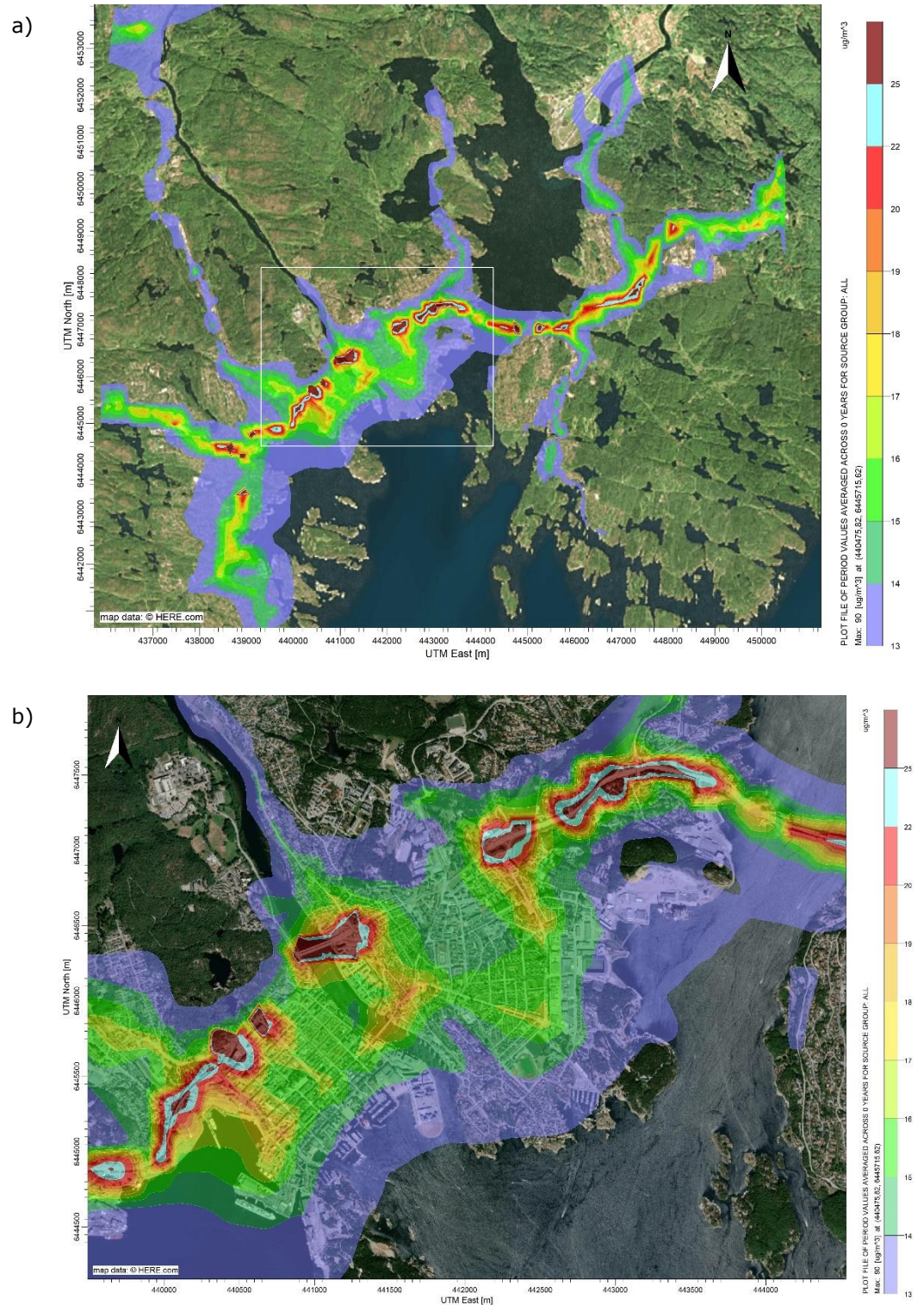
8. høyeste døgnmiddel, 2019, representert ved gul og rød sone, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b).

4.2.4 Beregnede konsentrasjoner for 0-alternativet (2024)

I Figur 30 til Figur 33 vises beregnede konsentrasjoner av PM₁₀ for en framtidig situasjon, i 2024, for Kristiansand kommune.

Figur 30 viser konsentrasjonene som årsmiddel av PM₁₀, Figur 31 viser konsentrasjonene som 31. høyeste døgnmiddel, disse representerer grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7. Figur 32 viser konsentrasjonene som 26. høyeste døgnmiddel, som er den foreslåtte nye grenseverdien fra 1. januar 2022. Figur 33 viser utbredelse av gul og rød sone representert ved 8. høyeste døgnmiddel (retningslinje T-1520).

For årsmiddel av PM₁₀ (Figur 30), viser brune områder konsentrasjoner over 25 µg/m³, som er dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, mens turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel på over 22 µg/m³. Røde områder viser konsentrasjoner over 20 µg/m³ som sammenfaller med nasjonale mål, luftkvalitetskriterier og de foreslåtte reviderte grenseverdiene for årsmiddelet for PM₁₀. Konsentrasjoner over 25 µg/m³ ses, som for 2019, i størst grad langs E18 og tunnelmunninger. Imidlertid kan man se her at konsentrasjonene har en noe større geografisk utbredelse, og nivåer over 20 µg/m³ er spredt noe lenger fra veiene og inn i bebygde områder sammenliknet med resultatene for 2019.

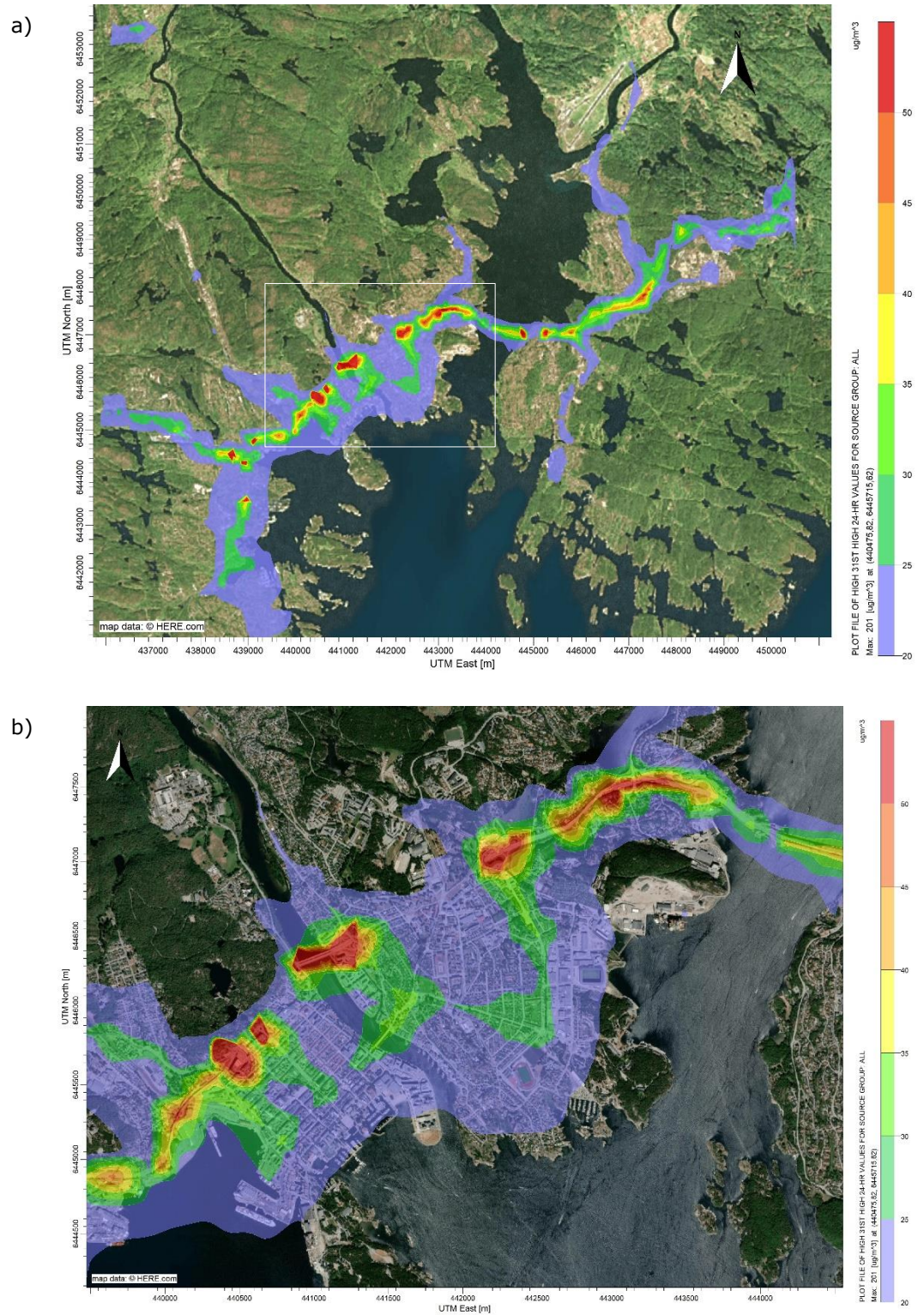


Figur 30. Årsmiddelverdi, 2024, for PM₁₀ inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Brune områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, turkise områder viser nivåer over øvre vurderingssterskel og røde områder har konsentrasjoner over foreslått revidert grenseverdi for årsmiddelet for PM₁₀.

Figur 31 viser konsentrasjonene av PM₁₀ som 31. høyeste døgnmiddel, der røde områder har konsentrasjoner over 50 µg/m³, som er dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7 og gule områder representerer øvre vurderingsterskel over 35 µg/m³. Resultatene viser at de høyeste konsentrasjonene, i likhet med årsmiddelet, kun overskrider grenseverdien i nærheten av tunnelmunninger og i dalen nord for Vige. Den største forskjellen mellom beregningsårene er at områder med litt lavere konsentrasjoner vil ha en litt større spredning i 2024 sammenlignet med 2019. Konsentrasjonen mellom 25 µg/m³ og 35 µg/m³ blir nå mer utbredt, særlig knyttet til de større veiene i Kvadraturen og Lund.

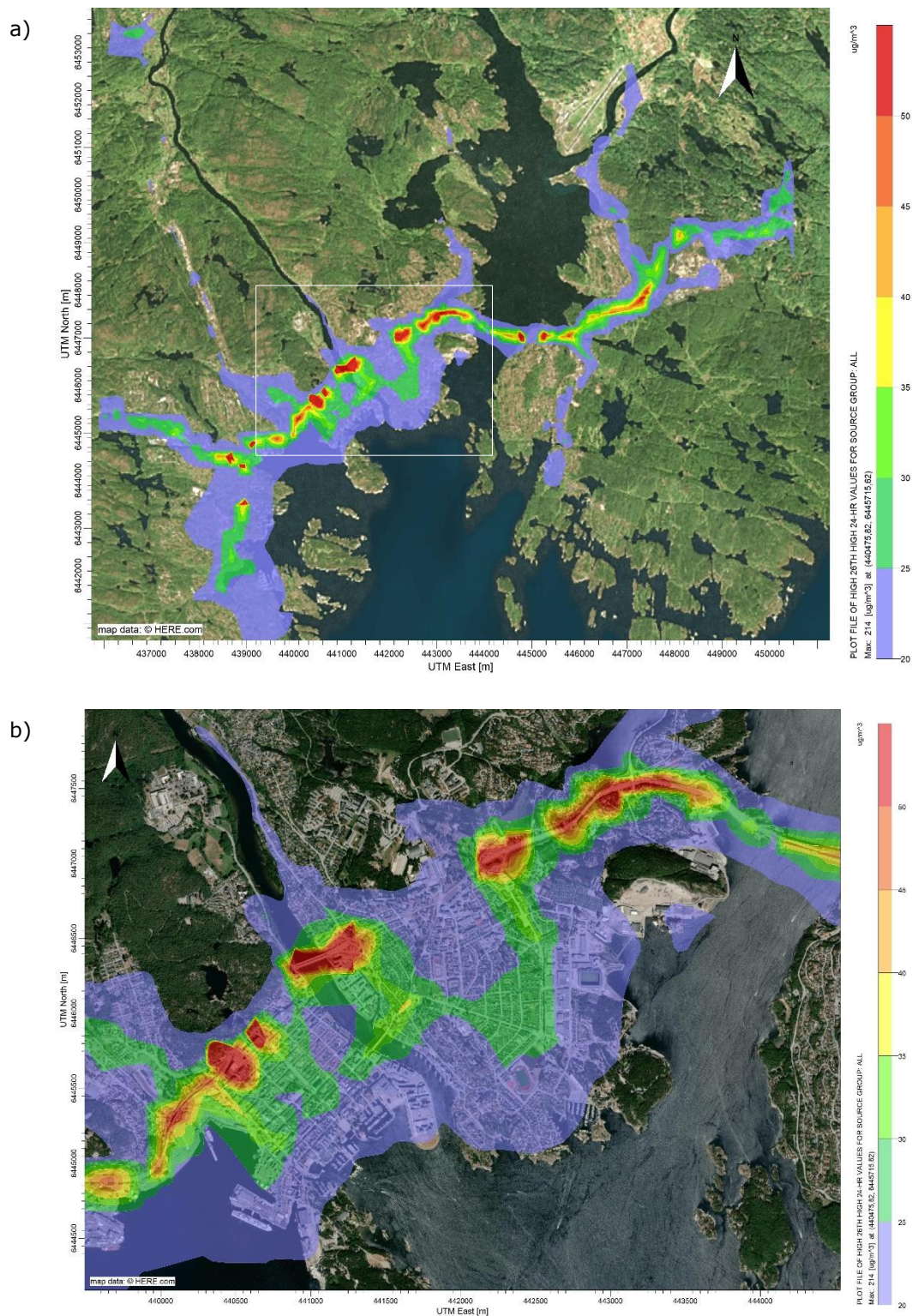
Figur 32 viser 26. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for 2024, der røde områder har konsentrasjoner over 50 µg/m³, som er de foreslåtte reviderte grenseverdiene som kan bli innført i 2022. Også her ser man en noe større spredning av konsentrasjonene i forhold til 2019-beregningene, med de høyeste konsentrasjonene i forbindelse med E18 og tunnelmunningene.

I Figur 33 vises konsentrasjonene av det 8. høyeste døgnmiddel, som er regulert i retningslinje T-1520, der resultatene viser overskridelser av henholdsvis gul og rød sone. Beregninger viser konsentrasjoner som overstiger 50 µg/m³ (rød sone) langs E18 og nær tunnelmunninger, som for 2019. Området med overskridelse av gul sone viser et lignende spredningsmønster som for 2019, men med noe større utbredelse. Dette gjelder fremfor alt langs hele E18, langs fv. 456 fra Vågsbygd opp til Nedre Slettheia, langs rv. 9 og fv. 471 i forbindelse med Kvadraturen og i hele området i Lund.

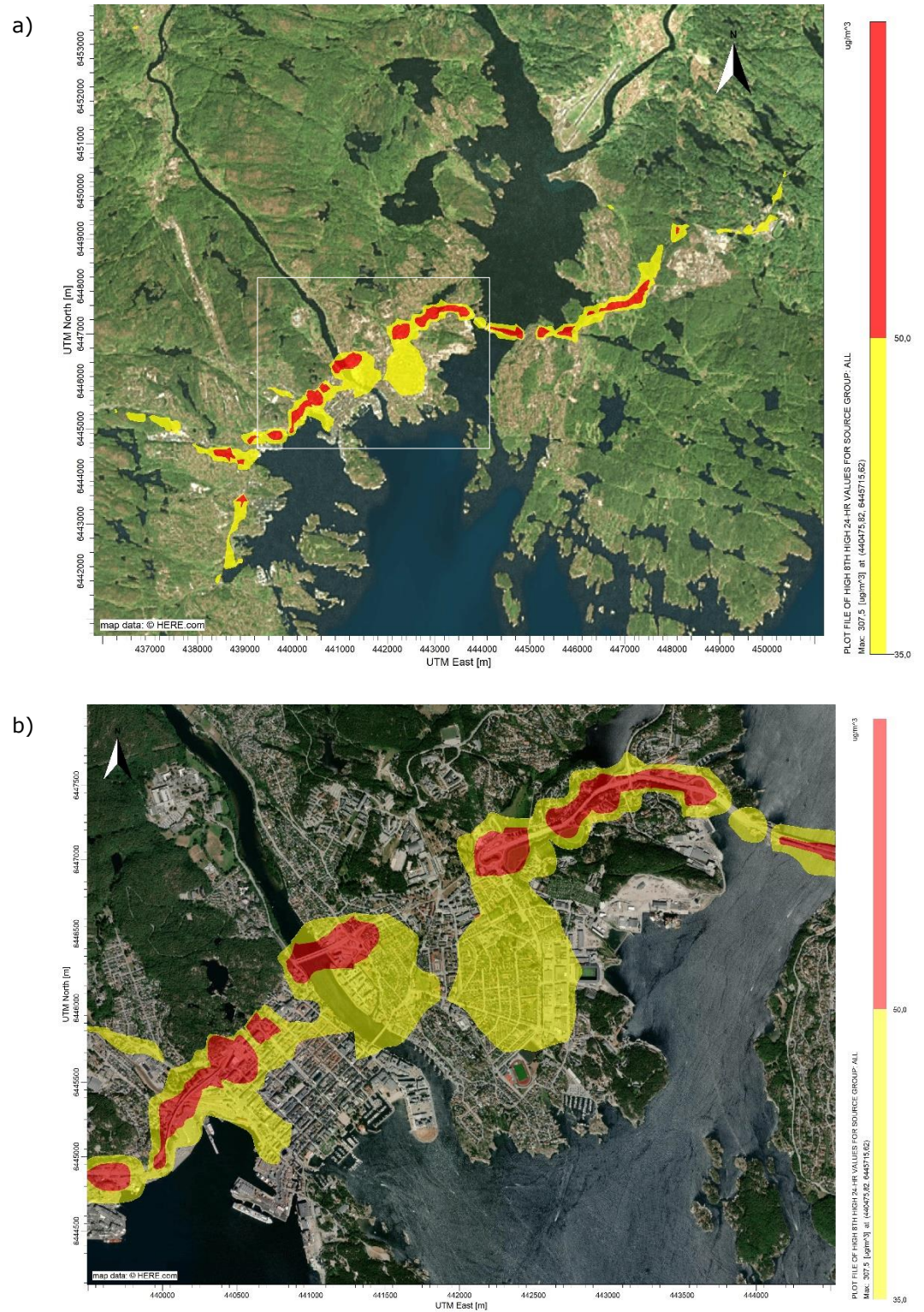


Figur 31.

31. høyeste døgnmiddel for 2024, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingssterkel.



Figur 32. 26. høyeste døgnmiddel for 2024, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingsterskel.



Figur 33. 8. høyeste døgnmiddel for 2024, for gul- og rød sone, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b).

4.3 Verifisering av modellresultater

For kvalitetssikring og verifisering av modellen er det foretatt en sammenligning av målte verdier med resultater som er beregnet for 2019. Til dette er det benyttet resultater fra målestasjonene i sentrum, henholdsvis Gartnerløkka og Stener Heyerdahl. I spredningsmodellen er det opprettet såkalte reseptorpunkter i samme koordinater (x,y,z) som målestasjonene. Modellen beregner konsentrasjoner i reseptorpunktene som videre brukes til å sammenligne med målte konsentrasjoner.

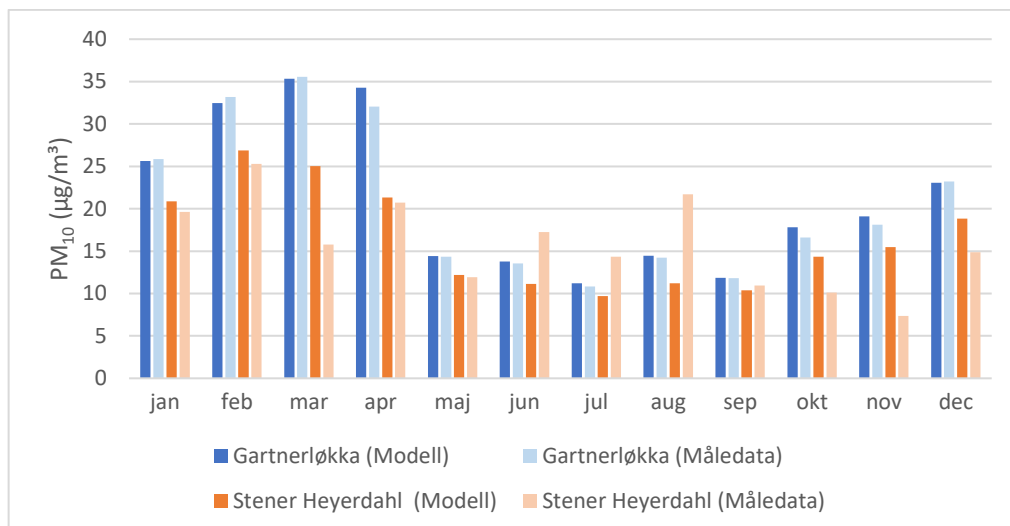
For enkelte perioder mangler det derimot måledata. Begge målestasjonene har noe mangelfull datadekning for PM₁₀.

Tabell 10 Datadekning for 2019 for begge målestasjonene, for den laveste dekningen, og antall døgn med dekning under 95% og under 85%

	Dekning (min)	Dekning <95%	Dekning <85%
Gartnerløkka	63%	30 Døgn	11 Døgn
Stener Heyerdahl	67%	37 Døgn	8 Døgn

Verifisering av modellerte resultater viser at modellen har god evne til å modellere konsentrasjoner av PM₁₀. Figur 34 viser den månedlige gjennomsnittsverdien for modellerte og målte data i løpet av 2019. Modellen viser god korrelasjon med konsentrasjonene ved Gartnerløkka nær veien, gjennom året. På den andre siden vises likevel en viss undervurdering og overestimering på Steiner Heyerdal, noe som indikerer at andre faktorer, som trafikk og vedfyring, også har stor innvirkning på konsentrasjonene her. De høye målte konsentrasjonene i sommermånedene kan skyldes at det var en litt kaldere sommer enn vanlig, noe som bidro til mer vedfyring². Det kan også komme flere stormer med vind fra sør-sørvest, noe som påvirker saltholdigheten i luften og dermed også konsentrasjonen ved målestasjonen for urbane bakgrunnskonsentrasjoner. Under andre perioder viser verifiseringen en overvurdering av konsentrasjoner i løpet av mars og oktober til desember. Dette indikerer at påvirkningen fra veitrafikken er noe overestimert i modelleringen i løpet av disse månedene.

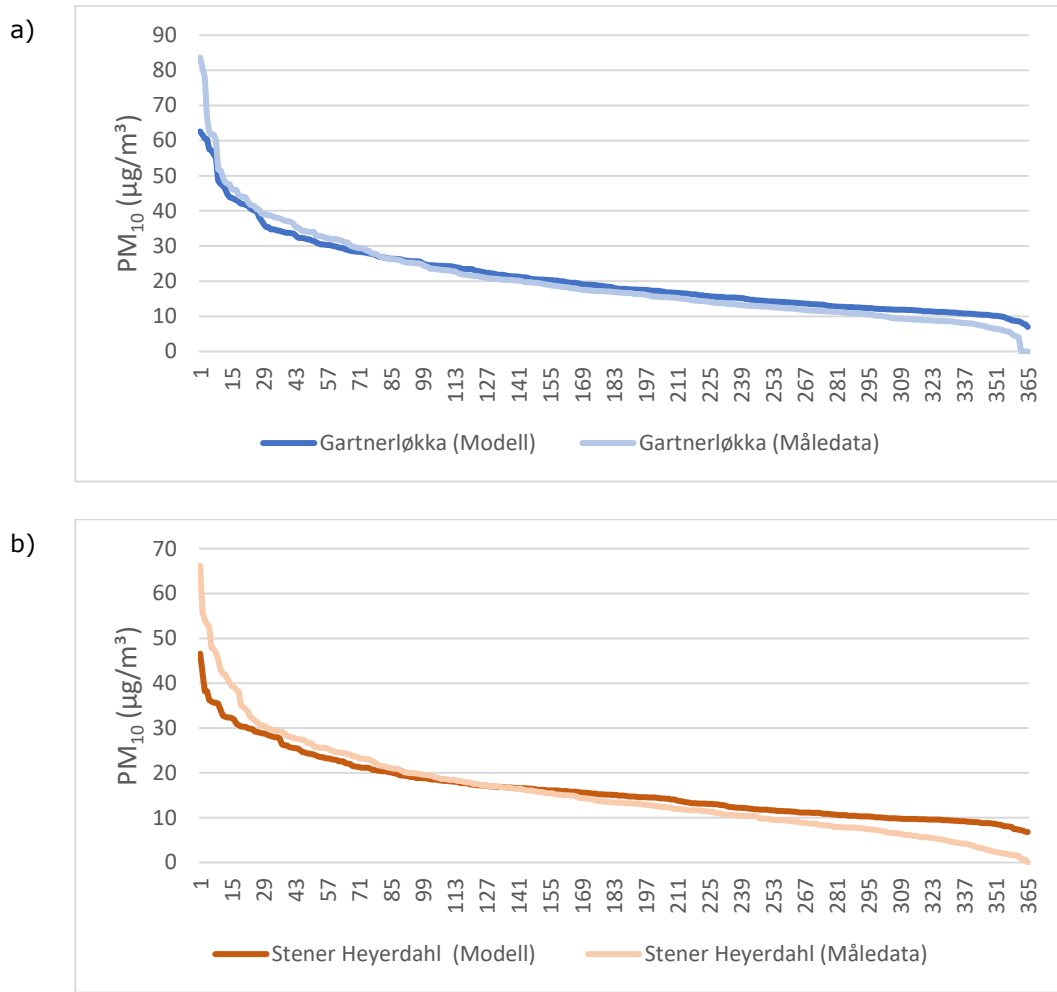
² Det er knyttet usikkerhet til måleinstrumentet og påvirkning fra andre kilder som kan ha påvirket målingene i denne perioden.



Figur 34 Verifisering av modellerte konsentrasjoner av PM_{10} ved målestasjonene Gartnerløkka og Stener Heyerdal. Måledata er fra 2019

For å evaluere hvor godt modellen simulerer perioder med høye konsentrasjoner er alle gjennomsnittlige døgnverdier sortert fra høyeste til laveste verdi, både for målte og modellerte data. Figur 35 viser at modellen har god korrelasjon med målinger fra Gartnerløkka (Figur 35a), mens den underestimerer høye konsentrasjoner og overestimerer lave konsentrasjoner i noe større grad ved den urbane bakgrunnsstasjonen Stener Heyerdal (Figur 35b). I de gjennomsnittlige døgnkonsentrasjonene er en hendelse med svært høye konsentrasjoner blitt sortert ut fra Gartnerløkka, da verdien ble vurdert til å være feil. Konsentrasjonnivået, på $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$, skilte seg for mye fra dagene før ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) og etter ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$) til å være representativt.

Ytterligere verifisering viser at den årlige gjennomsnittsverdien stemmer godt overens (en overestimering på 4% for begge stasjonene). Når det gjelder antall dager med overskridelse av grenseverdiene er modellerte data og måledata innenfor samme sonегrense (Tabell 11). Videre ser man at 8., 26. og 31. høyeste døgn ligger innenfor en feilmargin på maksimalt 9% for Gartnerløkka og 24% for Stener Heyerdal, der den største underestimeringen skjer på den 31. høyeste dagen for Gartnerløkka og 8. høyeste dagen for Stener Heyerdal.



Figur 35 Døgnmiddelverdi for måledata og modelldata fra a) Gartnerløkka og b) Stener Heyerdahl, sortert fra høyest til lavest.

Tabell 11: Målte verdier sammenlignet med modellerte verdier for PM₁₀. Gul og rød markering betyr at verdiene ligger innenfor gul og rød sone i henhold til sonegrensene i T-1520/2012.

	Gartnerløkka			Stener Heyerdahl		
	Målestasjon	Modell	Feilmargin	Målestasjon	Modell	Feilmargin
Dager over 50 µg/m ³ , >7 (T-1520 rød sone)	10 dager	8 dager		5 dager	0 dager	
Dager over 35 µg/m ³ , >7 (T-1520 gul sone)	44 dager	31 dager		19 dager	9 dager	
Årsmiddel (µg/m ³)	20	21	+4%	16	16	+4%
8. høyeste verdier (µg/m ³)	60	55	-8%	47	36	-24%
26. høyeste verdier (µg/m ³)	40	40	-1%	31	29	-7%
31. høyeste verdier (µg/m ³)	39	35	-9%	30	28	-5%

4.4 Eksponering

Tabell 12 viser antall personer som ved sin bolig blir utsatt for PM₁₀-nivåer over grenseverdiene fastsatt i forurensningsforskriften og andre forurensningsgrenser (rød og gul sone, luftkvalitetskriteriene etc). Antall eksponerte varierer fra omtrent 140 og opp til over 9600, avhengig av hvilken grense man sammenlikner med.

Samlet viser beregningene at ca. 140 personer ble eksponert for nivåer over årsmiddelet på 25 µg/m³ (grenseverdi i forurensningsforskriften) i 2019, og i underkant av dobbelt så mange eksponerte i 2024. For foreslått ny grenseverdi til forurensningsforskriften (2022) er det beregnet at ca. 700 personer blir eksponert for konsentrasjoner over grenseverdien på 20 µg/m³, ved sin bolig, i 2019 og ca. 900 i 2024.

For 31. høyeste døgnmiddel er det beregnet at ca. 180 personer blir eksponert for konsentrasjoner over grenseverdien i forurensningsforskriften (50 µg/m³) i 2019, og ca. 240 personer i 2024. For øvre vurderingsterskel (35 µg/m³,) er det beregnet overskridelser for omtrent 800 og 1000 personer i henholdsvis 2019 og 2024. Det høyeste antallet eksponerte er beregnet utsatt for nivåer i gul sone (7500 for 2019 og 9700 for 2024), men også ganske mange innenfor den røde sonen (800 for 2019 og 1000 for 2024).

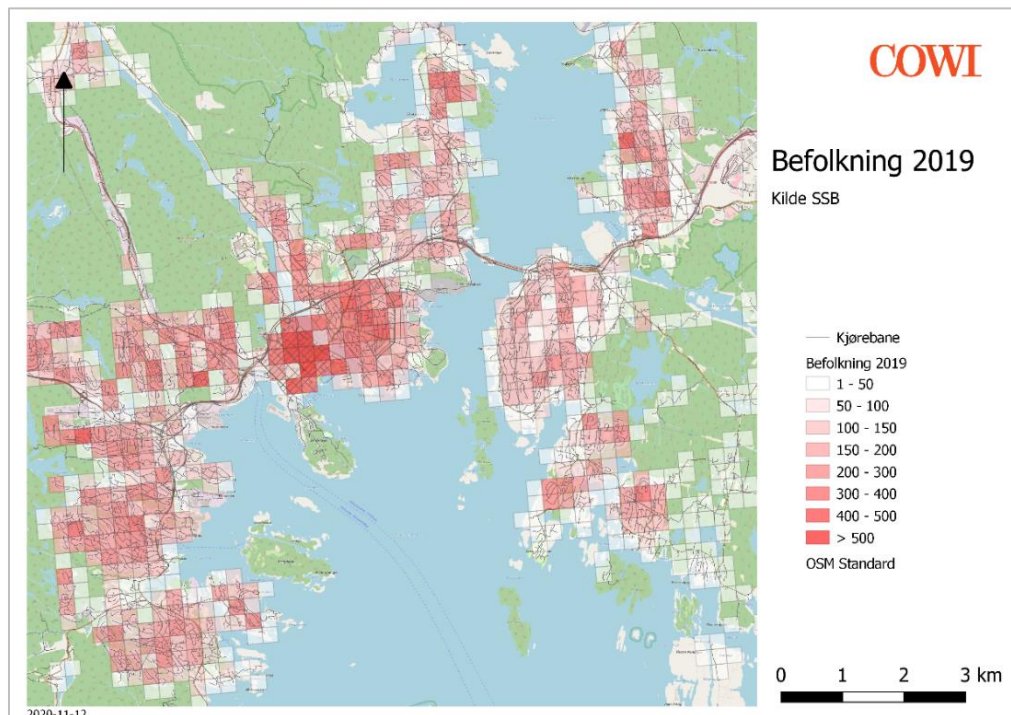
Det er også gjennomført beregning av eksponering ved virksomheter som er følsomme for luftforurensning (sykehjem, barnehager, skoler, sykehus etc). Beregningene viser at det ikke er følsomme virksomheter som utsettes for konsentrasjoner over grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7, verken for 2019 eller 2024. Det forekommer likevel en del følsomme virksomheter i rød og gul sone, se Tabell 12.

Tabell 12. Antall personer som ved sin bolig er utsatt for konsentrasjoner over ulike grenseverdier. Oversikten viser også antall virksomheter følsomme for luftforurensning, for respektive beregningsår. Følsomme virksomheter er representert som følger: Barnehage/Skole/Helse og Omsorg.

Ulike grenseverdier		2019		2024	
		Antall personer	Følsomme virksomheter	Antall personer	Følsomme virksomheter
Årsmiddelverdi	Nasjonale mål og forslått ny grenseverdi	710	0/1/0	910	0/2/0
	Øvre vurderingsterskel	340	0/0/0	420	0/1/0
	Grenseverdi	140	0/0/0	260	0/0/0
Døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	800	0/2/0	1000	0/2/0

	Grenseverdi	180	0/0/0	240	0/0/0
Foreslått ny døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	1010	0/2/0	1260	0/2/0
	Grenseverdi	230	0/0/0	260	0/0/0
Døgnmiddel	Gul sone	7500	5/5/4	9660	7/5/6
Døgnmiddel	Rød sone	810	0/1/0	1000	0/2/0

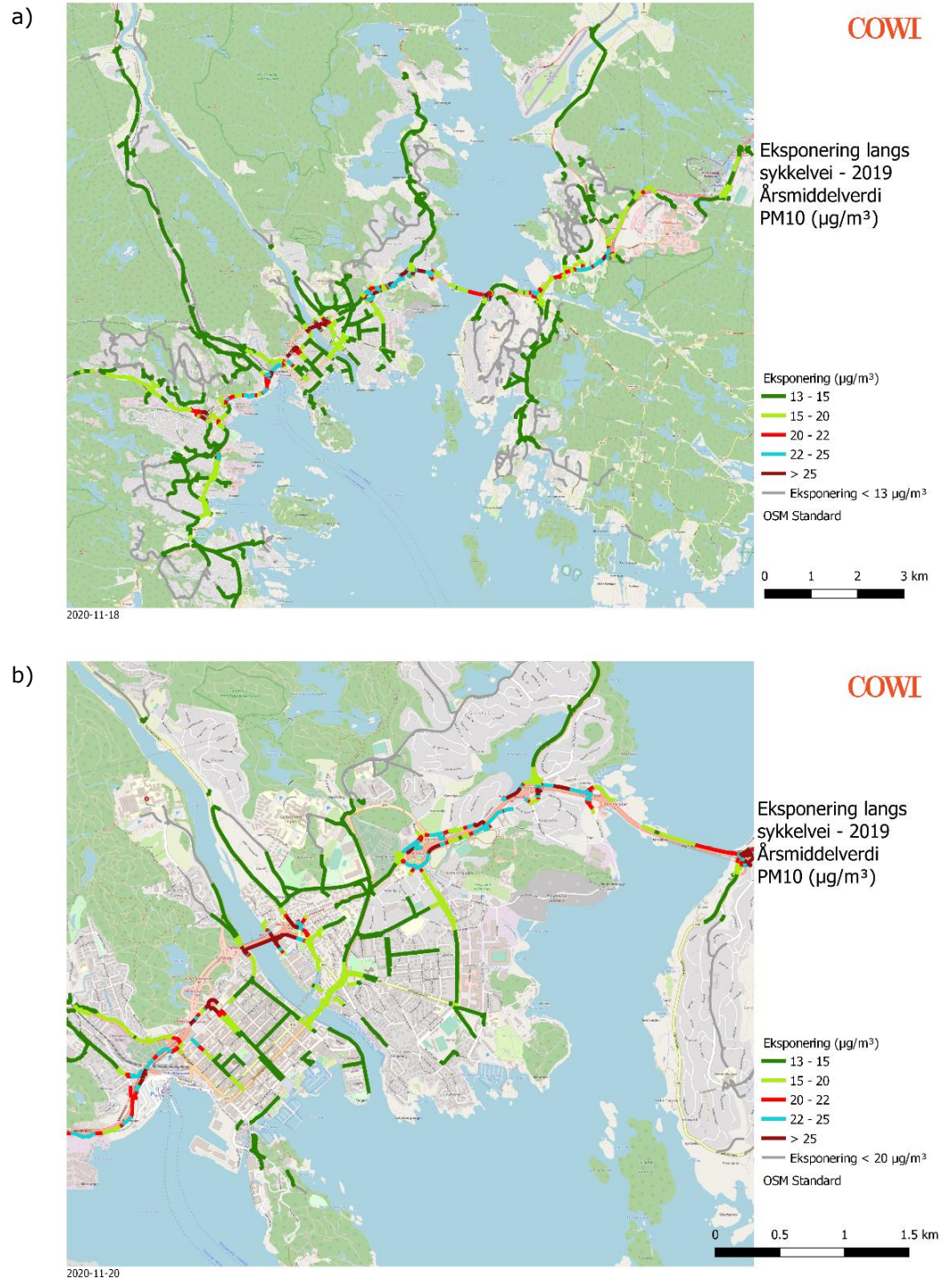
For bedre å vise hvilke områder hvor det vil kunne bli aktuelt med eventuelle tiltak for å redusere antall eksponerte viser Figur 36 en geografisk fordeling av populasjon i sentrale deler av Kristiansand kommune.



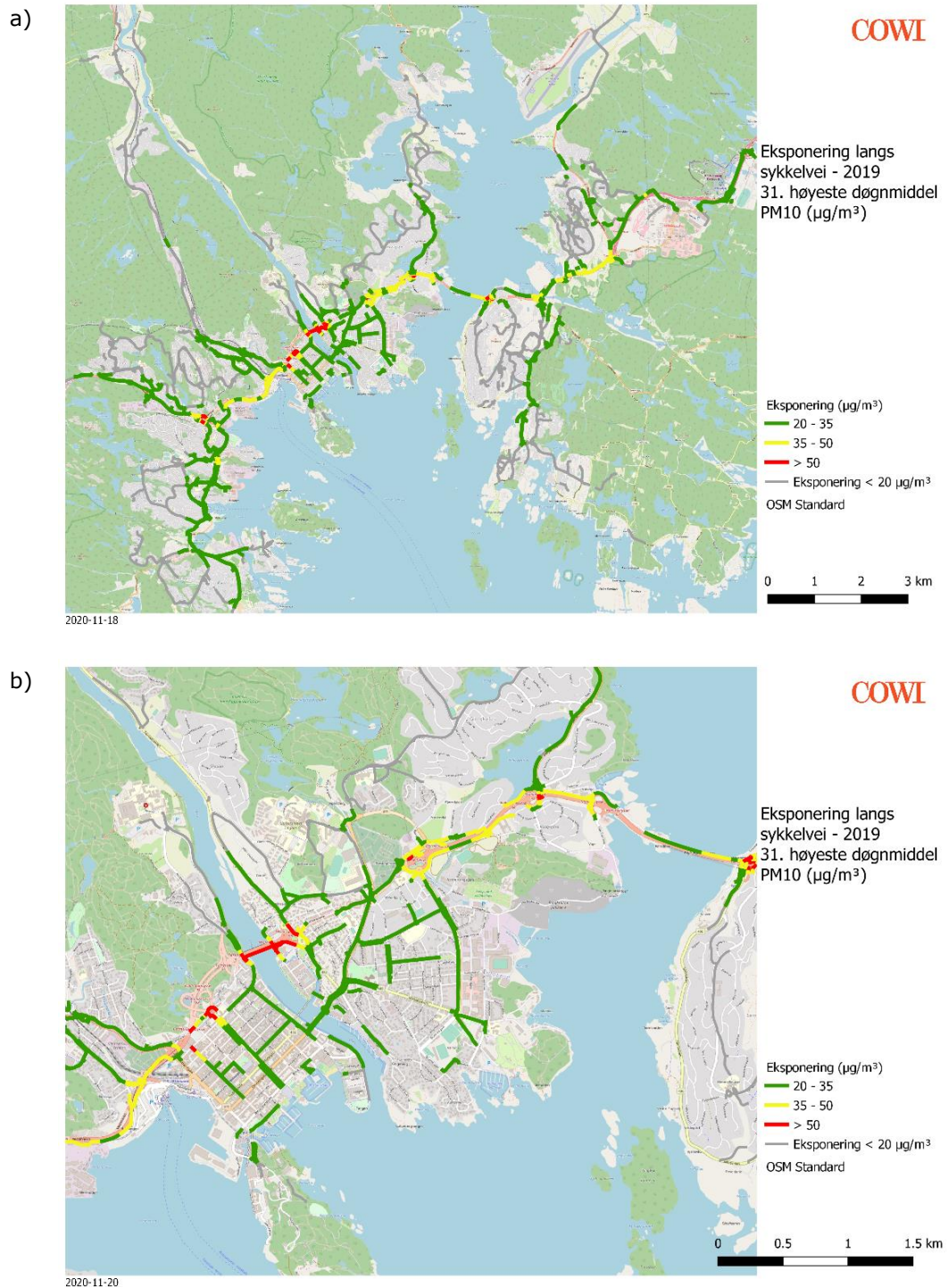
Figur 36. *Befolkningsfordeling i sentrale delene av Kristiansand kommune, der det kan forekomme en risiko for eksponering av høye konsentrasjoner.*

Det er også viktig å se på luftkvaliteten i områder der folk beveger og oppholder seg. Det er derfor inkludert en utredning av spredningen av svevestøv for sykkelveiene i kommunen. Ettersom det har vært vanskelig å finne representative sykkelstier (fra gode tellinger og punkter), er eksponeringstall ikke tatt med i beregningene. Beregningene inneholder likevel omfanget av sykkelstien, hvor den årlige gjennomsnittsverdien og det 31. høyeste døgnmiddelet for 2019 rapporteres. Dette er innledningsvis for å visualisere eventuelle problemområder i forhold til forurensningsforskriften kap. 7. Figur 37

viser eksponeringen av årsmiddel langs sykkelveiene i kommunen. Figur 38 viser eksponeringen i forhold til det 31. høyeste døgnmidlelet. Resultatene viser at syklistene er mest utsatt langs sykkelstien som er koblet til E18 og E39, spesielt i nærheten av tunnelmunningene.



Figur 37. Eksponering langs sykkelvei for årsmiddelverdi for 2019, dette for hele beregningsområdet (a) og for et mer innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Rødbrun farge viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, turkis farge viser nivået over øvre vurderingsstørrelsen.



Figur 38. Eksponering langs sykkelvei for 31. høyeste døgnmiddel for 2019, dette for hele beregningsområdet (a) og for et mer innzoomet kart over sentrale Kristiansand (b). Rød farge viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7. Gul farge viser nivået over øvre vurderingsstørrelse.

5 DEL B: Handlingsplan for lokal luftkvalitet

En politisk vedtatt handlingsplan skal utarbeides når Del A Kartleggingen viser at grenseverdier eller målsettingsverdier vil overskrides dersom det ikke blir satt i verk ytterligere tiltak rettet mot å redusere luftforurensningen. Informasjonen som har fremkommet i del A danner utgangspunkt for å utarbeide handlingsplanen.

Handlingsplanen har som mål å sette sammen tiltak som samlet sett vil føre til at nivåene av luftforurensningskomponentene holder seg under grenseverdiene/målsettingsverdiene. Det er viktig at utslippsreduksjonene legges på et nivå som tar høyde for å håndtere gjennomsnittlige endringer i utslipp og klima gjennom året for å unngå overskridelser av grenseverdier/målsetningsverdier.

Spredningsresultatene i DEL A: Kartlegging, viser at det i 2024 fremdeles vil være overskridelser av grenseverdiene for PM₁₀ hvis det ikke iverksettes tiltak for å redusere spredning og mengder av svevestøv. Resultatene viser at det er en økt risiko for eksponering for høye nivåer av PM₁₀ langs E18 og i forbindelse med tunnelmunningen, som indikerer at det først og fremst er behov for tiltak rettet mot veitrafikk. I det følgende beskrives beregnede og anbefalte tiltakspakker for å bedre luftkvalitetssituasjonen i Kristiansand. Tiltak 1 (kapittel 5.1) er en implementering av piggdekkgebyr beregnet for Kristiansand sentrum. Tiltak 2 (kapittel 5.2) er en sammenslåing av forskjellige tiltak. Her er den samme piggdekksonen beregnet som i tiltak 1, samtidig som det er beregnet en nullvekst i trafikken fra 2019 til 2024, en hastighetsreduksjon på E18 gjennom Kristiansand og en årlig reduksjon i utslipp fra vedfyring, med 3 % per år.

5.1 Tiltak 1 – Piggdekkgebyr i sentrale Kristiansand

Den første beregnede tiltaket er en implementering av piggdekkgebyr i sentrale deler av Kristiansand. Området er definert ut fra resultatene i DEL A: Kartlegging, hvor de høye nivåene ble beregnet i det sentrale området og spesielt i tilknytning til tunnemunninger langs E18. I tillegg er det foretatt en vurdering av veinettet som kan bli berørt av et gebyr, og det er derfor noen veiforbindelser utenfor sentrumsområdet som også antas å ha en lavere andel piggdekk. Det ble gjort en vurdering av at et gebyr i et større område ikke ville føre til større forbedringer i de sentrale delene av Kristiansand hvor de største utfordringene knyttet til luftkvalitet forekommer (der grenseverdiene overskrides)³. Figur 39 viser området der en piggfriandel er beregnet til 85% og det resterende arealet er beregnet med den opprinnelige andelen på 63%.

³ Kristiansand kommune er i gang med å vedta sonestørrelse på piggdekkgebyret og vil mest sannsynlig vedta en større sone enn det som er beregnet i tiltaksutredningen. Dette vil redusere utslippene i områdene som blir gjeldene for, men ikke endre resultatene for de sentrale delene som beregningene i større grad.



Figur 39. Område med piggdekkgebyr brukt i beregninger i tiltak 1. Rød markering representerer området der gebyret forventes å gjelde, blå markering er veiforbindelsene som fører mot sentrum, som anses å være berørt av gebyret, og svart markering representerer tunnelmunningene som er berørt av gebyret. Bakgrunnskart er hentet fra: Statens vegvesen. Merk at Kristiansand kommune mest sannsynlig vil vedta en større sone enn det som er beregnet.

5.1.1 Beregnede konsentrasjoner for tiltak 1 – Piggdekkgebyr i sentrale Kristiansand (2024)

I dette kapitlet presenteres resultatene for en framskrevet situasjon 2024 med piggfriandel på 85 % i sentrale Kristiansand, mens det i resten av området er beregnet en piggfriandel på 63 %.

Tiltaket fører til en beregnet reduksjon i utslipp på 19 % til 25 % per veilenke, avhengig av vei og hastighet.

I Figur 40 til Figur 43 vises beregnede konsentrasjoner av PM₁₀ for en framskrevet situasjon 2024 med en piggfriandel på 85 % sentralt i Kristiansand. De resterende områdene har fortsatt en andel på 63 %. Figur 40 viser konsentrasjonene som årsmiddel av PM₁₀, Figur 41 viser konsentrasjonene som 31. høyeste døgnmiddel, disse representerer grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7. Figur 42 viser konsentrasjonene som 26. høyeste døgnmiddel, som er den foreslåtte nye grenseverdien fra 1. januar 2022. Figur 43 viser utbredelse av gul og rød sone representert ved 8. høyeste døgnmiddel (retningslinje T-1520).

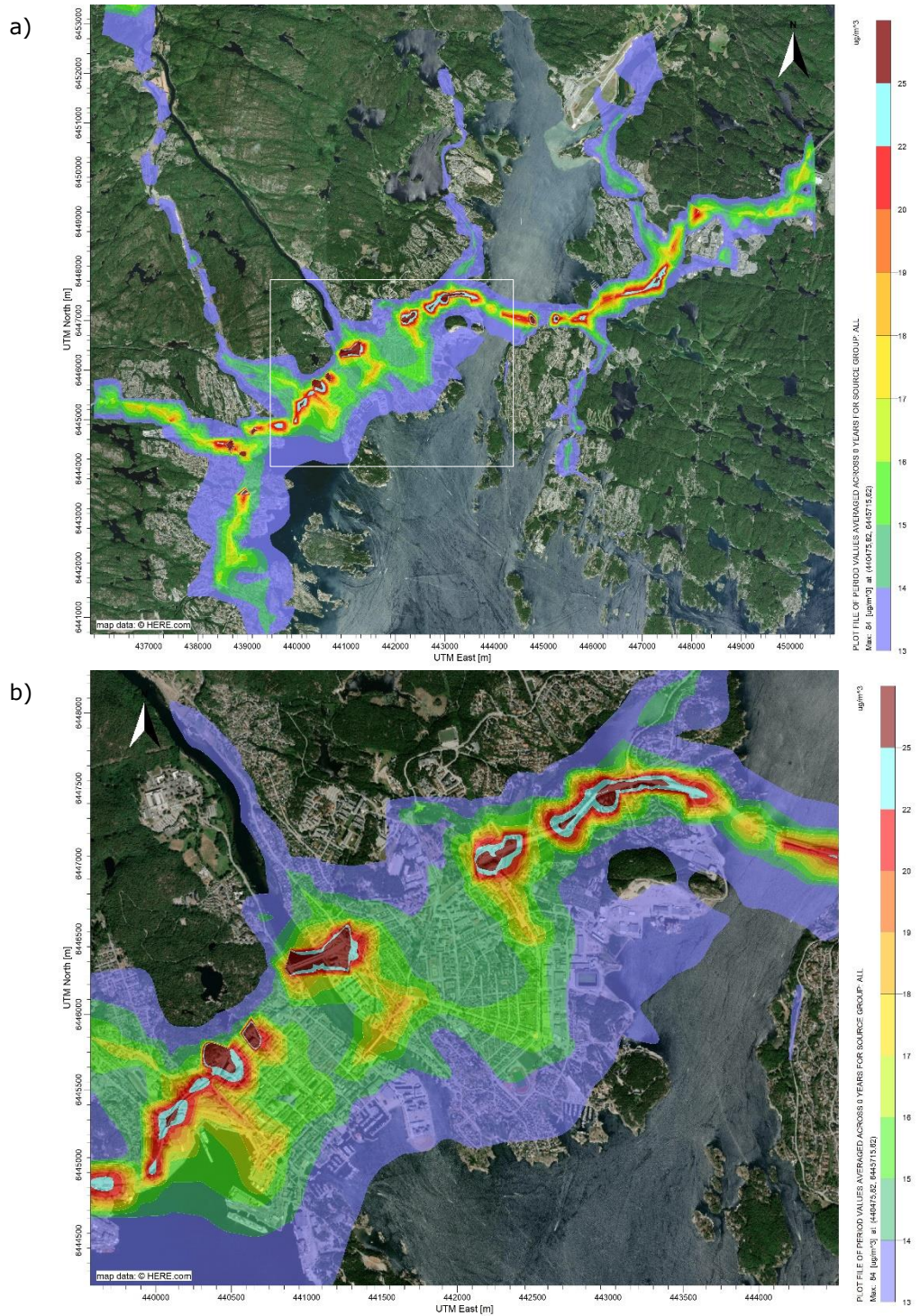
For årsmiddel av PM₁₀ (Figur 40), viser brune områder konsentrasjoner over 25 µg/m³, som er dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, mens turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel på over 22 µg/m³. Røde områder viser konsentrasjoner over 20 µg/m³ som sammenfaller med nasjonale mål, luftkvalitetskriterier og de foreslåtte reviderte grenseverdiene for årsmiddelet for PM₁₀. I forhold til 2024 0-alternativ har redusert bruk av piggdekk bidratt til noe reduserte nivåer i Kristiansand sentrum, fremfor alt langs E18, hvor utbredelsen av områder med konsentrasjoner over 25 µg/m³ nå

har gått ned, for eksempel nordøst for Lund, ved Bjørndalssletta og sør for Kvadraturen. I tillegg har forekomsten av litt lavere nivåer (under $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gått ned over både Lund og Kvadraturen. Imidlertid er grenseverdien fortsatt overskredet enkelte steder langs E18.

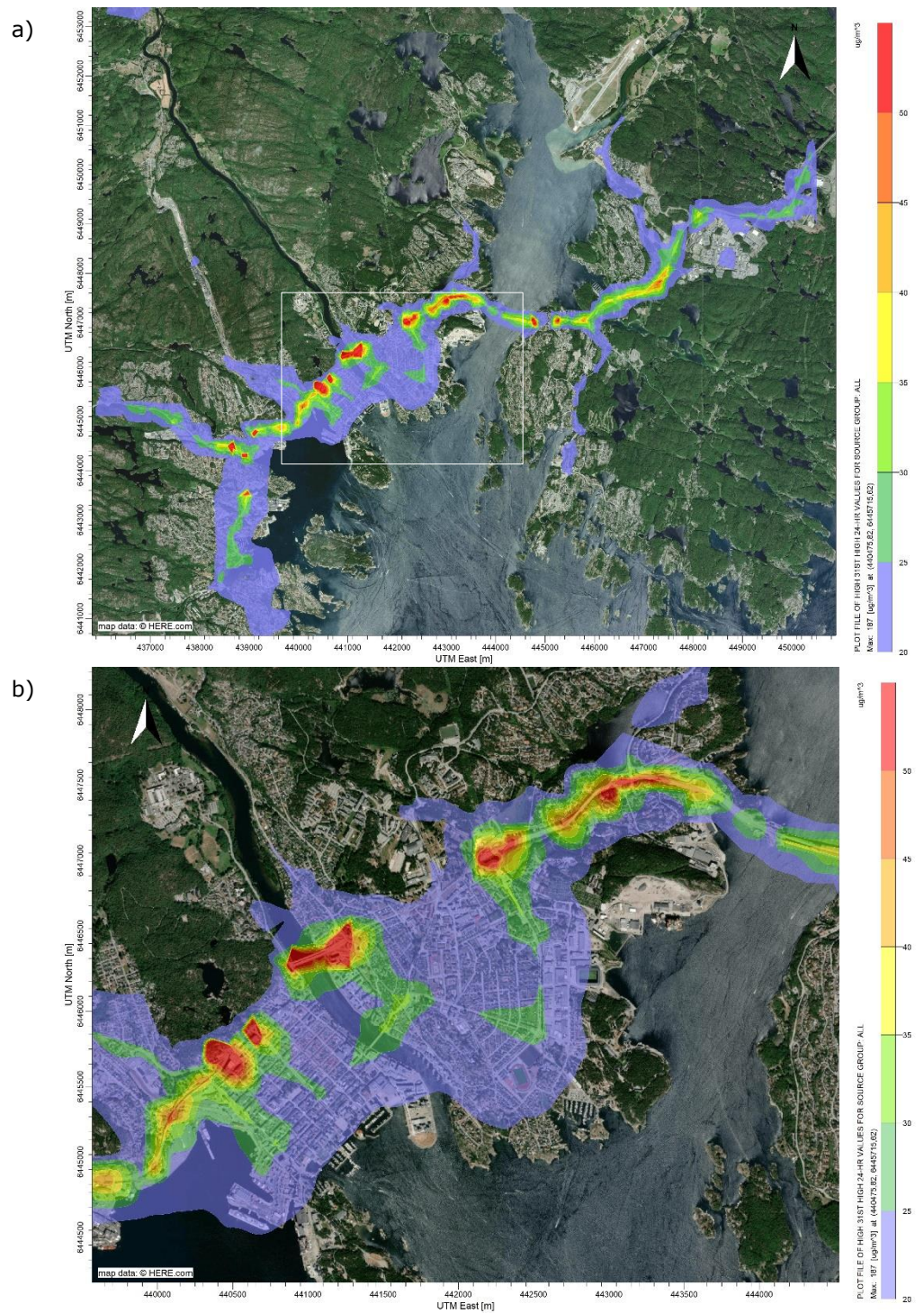
Figur 41 viser konsentrasjonene av PM_{10} som 31. høyeste døgnmiddel, der røde områder har konsentrasjoner over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7 og gule områder representerer øvre vurderingsterskel over $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Resultatene for tiltak - redusert piggdekkbruk, viser at de høyeste konsentrasjonene, i likhet med 2024 0-alternativ, kun overskrider grenseverdien i nærheten av tunnelmunninger, dog i mindre grad. Den største forbedringen kan ses, som for årsmiddelverdien, ved Bjørndalssletta og langs E18 sør fra Kvadraturen, der grenseverdien nå ikke lenger overskrides i samme grad. Lavere konsentrasjoner, under $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blir i tillegg mindre utbredt i hele sentrumsområdet, spesielt i forbindelse med de litt større veiene.

I Figur 42 vises 26. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for 2024 og redusert piggdekkbruk, der røde områder har konsentrasjoner over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er de foreslåtte reviderte grenseverdiene som kan bli innført i 2022. Også her er de høyeste konsentrasjonene beregnet langs E18, i forbindelse med tunnelmunningene, dessuten er det tydelig at konsentrasjoner under $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er redusert i sentrumsområdet, sammenliknet med 2024 0-alternativ.

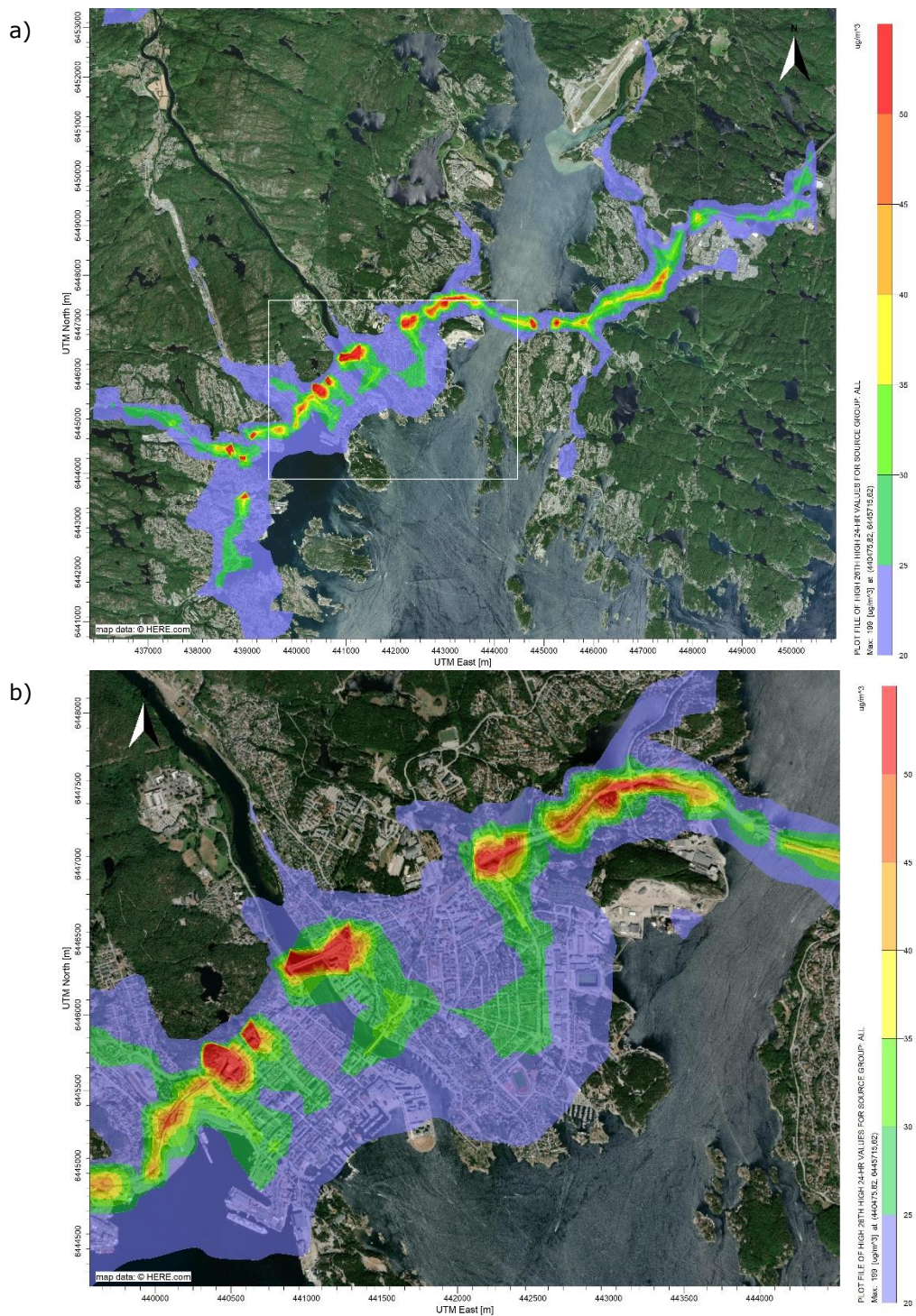
Figur 43 viser konsentrasjonene av 8. høyeste døgnmiddel, som er regulert i retningslinje T-1520, der resultatene viser overskridelser av henholdsvis gul og rød sone. Beregningene viser praktisk talt ingen forbedring fra 2024 0-alternativt, og konsentrasjoner som overstiger $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (rød sone) ses fortsatt langs E18 og nær tunnelmunninger. Området med overskridelse av gul sone viser imidlertid en mindre spredning over sentrumsområdet. At forbedringen kan oppleves mindre for det 8. høyeste døgnmiddel, kan avhenge av de litt større intervallene, som inkluderer flere verdier, der en reduksjon på noen få $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ikke sees i samme grad som når intervallet er lavere.



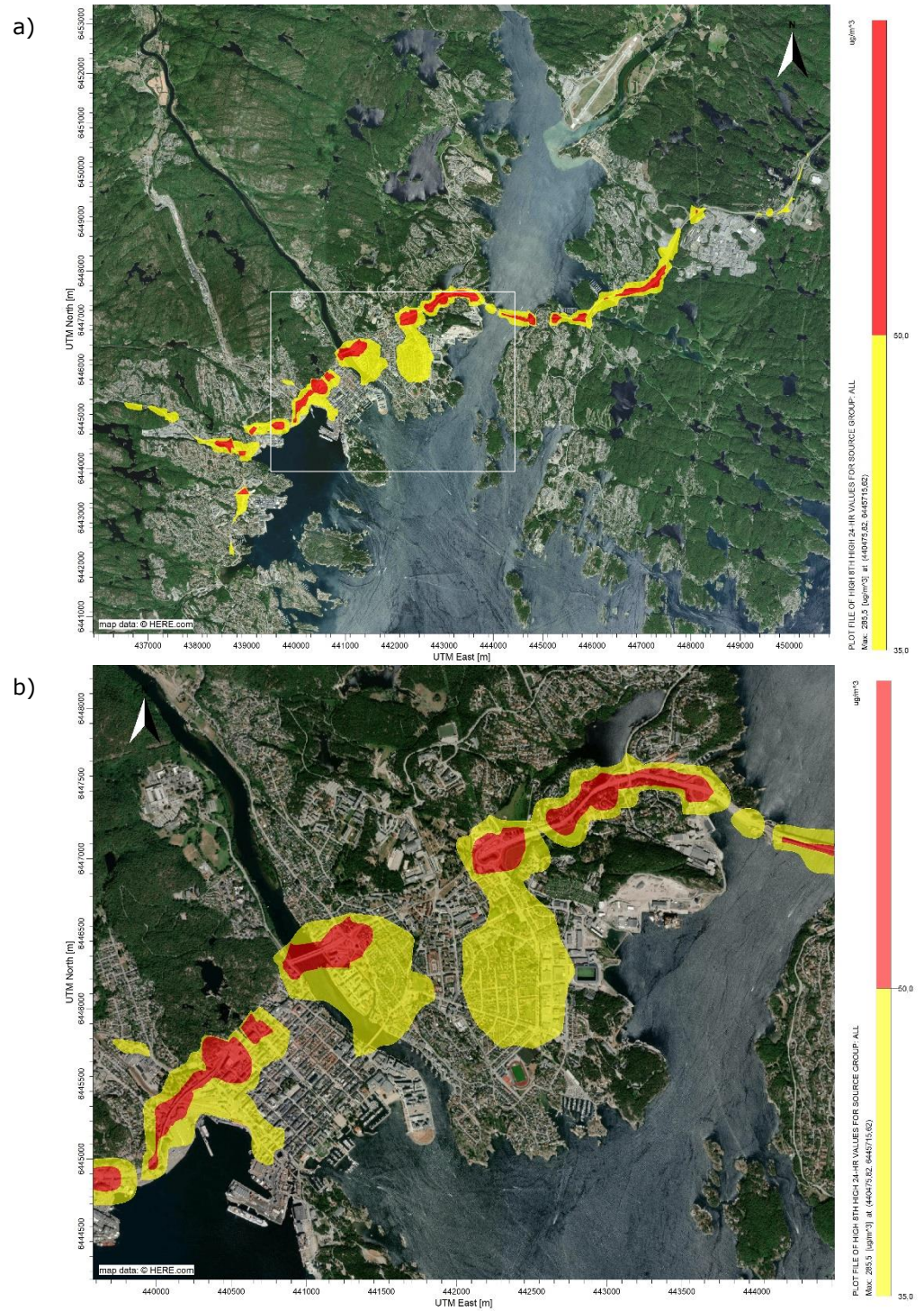
Figur 40. Årsmiddelverdi, 2024 - tiltak 1, for PM_{10} inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Brune områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel og røde områder har konsentrasjoner over foreslått revidert grenseverdi for årsmiddelet for PM_{10} .



Figur 41. 31. høyeste døgnmiddel for 2024 – tiltak 1, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingssterkel.



Figur 42. 26. høyeste døgnmiddel for 2024 – tiltak 1, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingsterskel.

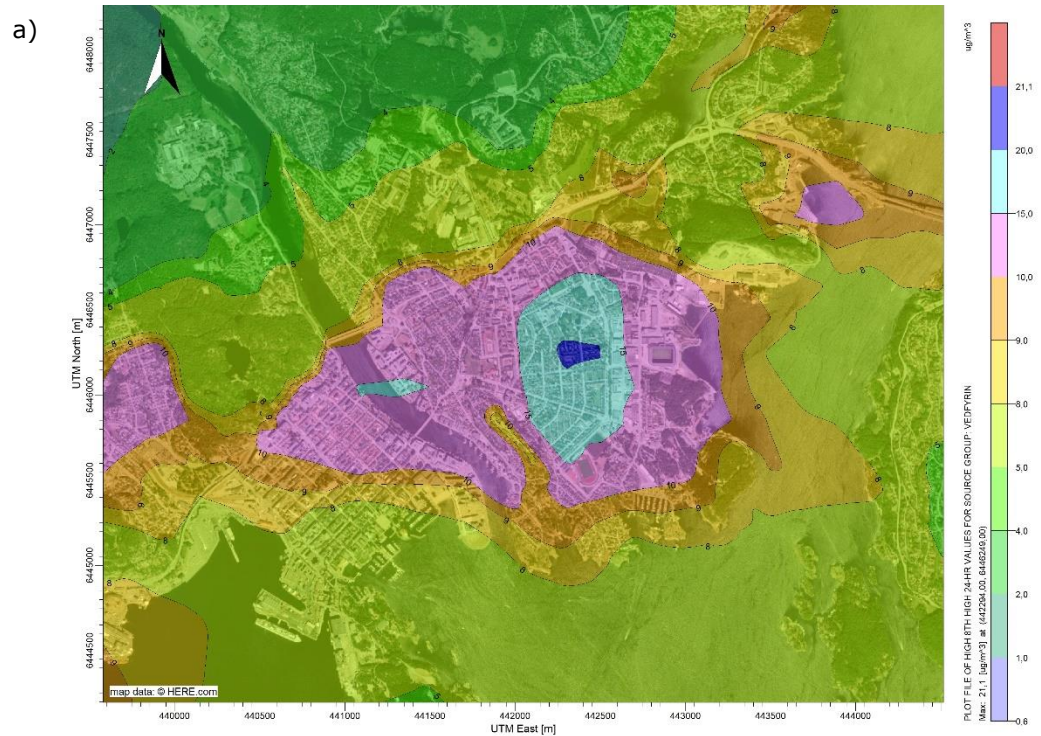


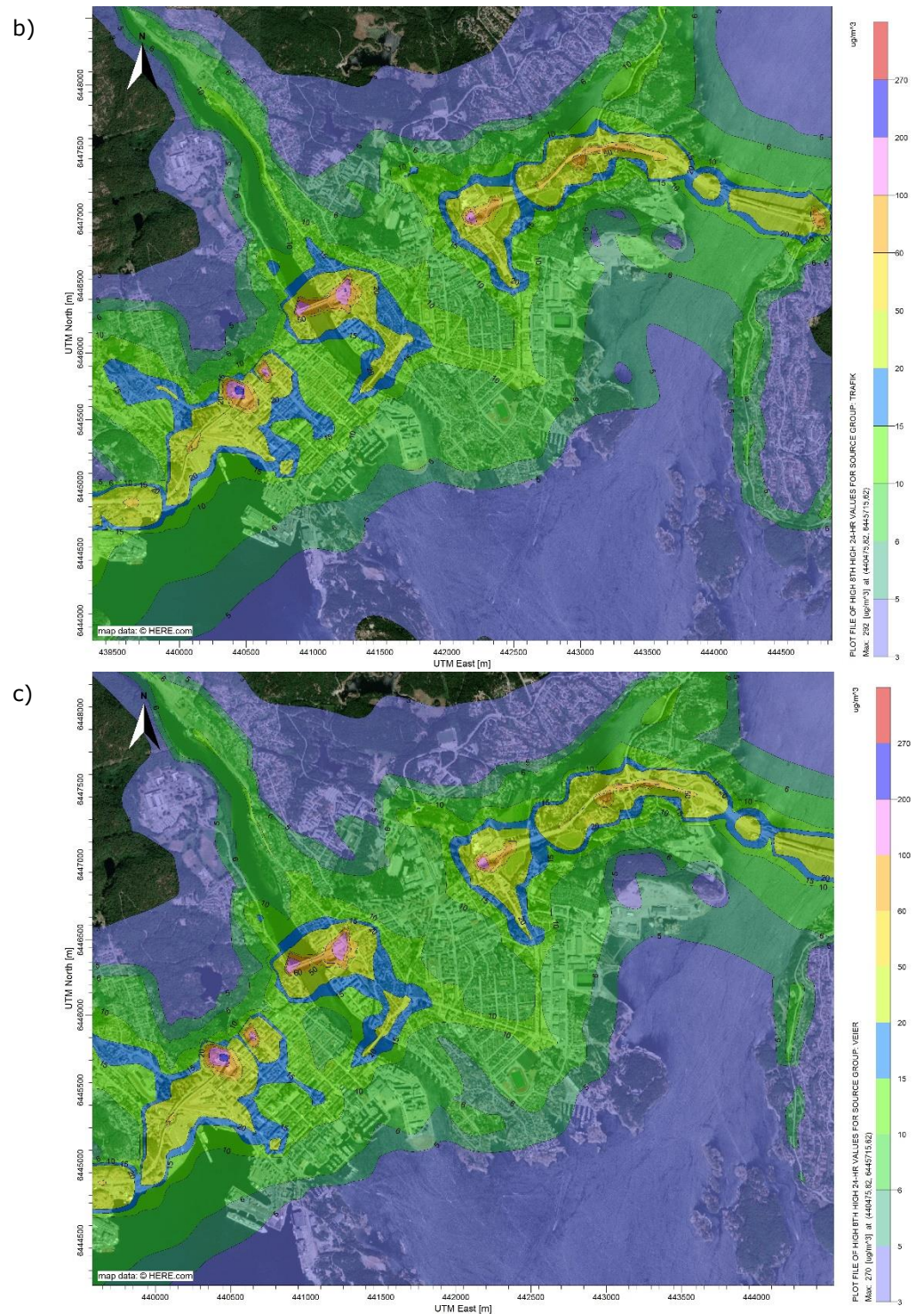
Figur 43. 8. høyeste døgnmiddel for 2024 – tiltak 1, for gul- og rød sone, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b).

5.1.2 Kildebidrag

De største kildene til PM₁₀-utslipp i tiltaksområdet er vedfyring og veitrafikk (se også kapittel 4.2.1). For å få en bedre forståelse av spredningen fra forskjellige kilder, og hva effekten av redusert piggdekkbruk bidrar til, viser Figur 44 kildebidraget fra vedfyring 2024 0-alternativ (a), kildebidrag fra trafikken 2024 0-alternativ (b) og for kildebidraget fra trafikken 2024 med tiltak (c), alt for 8. høyeste døgnmiddel for 2024.

Kildebidraget fra vedfyringen (Figur 44a) beregnes fra 5 µg/m³ i utkanten av sentrumsområdet, opp til over 20 µg/m³ i de sentrale delene av Kristiansand, med de høyeste nivåene over Lund. For veitrafikk ses de høyeste nivåene i forbindelse med større veier og tunnelmunninger, dette både for 2024 0 alternativer (Figur 44b) og 2024 med redusert piggdekkandel (Figur 44c). Over Kvadraturen og Lund er nivåer beregnet mellom 6 µg/m³ - 10 µg/m³, mens nivåene i forbindelse med veiene øker til over 20 µg/m³. I forbindelse med tunnelmunninger når nivåene over 100 µg/m³, men forekomsten av høye nivåer er mindre for 2024-tiltak enn for 2024 0-alternativ.





Figur 44. 8. høyeste døgnmiddel for gul- og rød sone, dette for kildebidraget fra vedfyring 2024 0-alternativ (a), kildebidrag fra trafikk i 2024 0-alternativ (b) og for kildebidraget fra trafikk for 2024 med piggedekkegebyr i sentrale Kristiansand (c). Merk at det er ulik skala i figur a i forhold til figur b og c. Dette på grunn av ulike utslippsnivåer/-tall, samt type kilde.

5.1.3 Eksponering ved redusert bruk av piggdekk

Tabell 13 viser antall personer som ved sin bolig blir utsatt for PM₁₀-nivåer over grenseverdiene fastsatt i forurensningsforskriften og andre forurensningsgrenser (rød og gul sone, luftkvalitetskriteriene etc), dette for 2024 0-alternativ og 2024 med redusert piggdekkbruk. Antall eksponerte med redusert piggdekkbruk varierer fra omtrent 150 og opp til over 7500, avhengig av hvilken grense man sammenlikner med. Dette gjenspeiler en reduksjon på 22–44 % sammenliknet med situasjonen uten tiltak (2024 0-alternativ).

Samlet viser beregningene at redusert piggdekkbruk fører til at ca. 150 personer kan bli eksponert for nivåer over årsmiddelgrenseverdien på 25 µg/m³ i 2024. Dette er en reduksjon på 44 % i forhold til 2024 0-alternativ og også den største beregnede reduksjonen mellom 2024 0-alternativ og 2024 med tiltak. For foreslått ny grenseverdi i forurensningsforskriften (2022) er det beregnet at ca. 700 personer blir eksponert for konsentrasjoner over grenseverdien på 20 µg/m³, som er en reduksjon med 22 % i forhold til 2024 0-alternativ.

For 31. høyeste døgnmiddel er det beregnet at ca. 180 personer kan bli eksponert for konsentrasjoner over grenseverdien i forurensningsforskriften (50 µg/m³) i 2024 med redusert piggdekkbruk i sentrale Kristiansand, som gjenspeiler en reduksjon på 23 % i forhold til 2024 0-alternativ. Det høyeste antallet eksponerte er beregnet utsatt for nivåer i gul sone (7600, reduksjon på 22 %), men også ganske mange innenfor rød sone (800, reduksjon på 17 %).

Beregning av eksponering ved virksomheter som er følsomme for luftforurensning (sykehjem, barnehager, skoler, sykehus etc), viser en viss forbedring med hensyn til årsmiddelverdien (Tabell 13); beregningene viser at det ikke er følsomme virksomheter som utsettes for konsentrasjoner over grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7, verken for 2024 0-alternativ eller med tiltak. Ingen forbedring er sett for følsomme virksomheter med hensyn til gjeldende grensverdier for døgnmiddel, mens den største forbedringen ses for virksomheter i gul sone.

Eksponeringen av både personer og følsomme virksomheter er tilbake på nivået som i 2019 (Tabell 12) - noe som betyr at en reduksjon i piggdekkbruken "kompenserer" for den forventede trafikkøkningen mot 2024.

Tabell 13. Antall personer som ved sin bolig er utsatt for konsentrasjoner over ulike grenseverdier, for 2024 0-alternativ og med redusert bruk av piggdekk. Oversikten viser også antall virksomheter følsomme for luftforurensning. Følsomme virksomheter er representert som følger: Barnehage/Skole/Helse og Omsorg.

Ulike grenseverdier		2024 0-alternativ		2024 tiltak		Endring
		Antall personer	Følsomme virksomheter	Antall personer	Følsomme virksomheter	Antall personer
Årsmiddelverdi	Nasjonale mål og forslått ny grenseverdi	910	0/2/0	700	0/1/0	-22%
	Øvre vurderingsterskel	420	0/1/0	320	0/0/0	-24%
	Grenseverdi	260	0/0/0	150	0/0/0	-44%
Døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	1000	0/2/0	820	0/2/0	-19%
	Grenseverdi	240	0/0/0	180	0/0/0	-23%
Foreslått ny døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	1260	0/2/0	1030	0/2/0	-18%
	Grenseverdi	260	0/0/0	220	0/0/0	-16%
Døgnmiddel	Gul sone	9660	7/5/6	7580	5/5/4	-22%
	Rød sone	1000	0/2/0	830	0/1/0	-17%

5.2 Tiltak 2 – Kombinerte tiltak

Analysen over viser at piggdekkgebyr med en beregnet piggfriandel på 85 % i de sentrale delene av Kristiansand ikke er tilstrekkelig for at grenseverdiene i forurensningsforskriften kapittel 7 skal overholdes. Det anbefales derfor å inkludere flere tiltak; disse er presentert i det følgende.

Tiltakspakke 2 er en kombinasjon av flere forskjellige tiltak, der tiltakene er definert ut fra resultatene i DEL A: Kartlegging sammen med resultatene fra beregningen for tiltak 1. Tiltakspakke 2 er en kombinasjon av følgende tiltak:

- > Piggdekkgebyrsonen (se Figur 39) er supplert med en hastighetsreduksjon på E18, tilsvarende en miljøfartsgrense på 60 km/t langs hele

veistrekningen fra og med Oddernestunnelen og videre østover til Vollevannet.

- > Nullvekst i all kjøretøytrafikk, det vil si trafikk tallene fra 2019 har blitt brukt for 2024.
- > Årlig reduksjon i vedfyringsutslipp på 3 %.

En reduksjon i hastighet bidrar til redusert oppvirvling av resuspenserbart materiale og dermed til reduksjon i utslipp fra veistrekningen. Videre, siden nullvekst i personbiltrafikken har vært et mål for Kristiansand i flere år, har det også blitt rapportert at målet er oppnådd gjennom innføring av tidsdifferensierte bompenger i 2013 og dels gjennom tiltak finansiert av belønningsavtalene (Kristiansand kommune, 2021). I beregningene er det imidlertid tatt utgangspunkt i nullvekst for både personbil- og tungtransporttrafikk. Reduksjon i vedfyringsutslipp tar utgangspunkt i arbeidet kommunen utfører med informasjonskampanjer om riktig fyringsteknikk og panteordning for gamle, ikke-rentbrennende ovner. Den årlige reduksjonen i vedfyringsutslipp er basert på en studie utført av NILU (NILU, 2019) der de årlige totale utslippene fra vedfyring i Kristiansand ble rapportert for 2005 til 2018 og en årlig gjennomsnittlig endring relativt til 2005-utslipp ble beregnet.

5.2.1 Beregnede konsentrasjoner for tiltak 2 (2024)

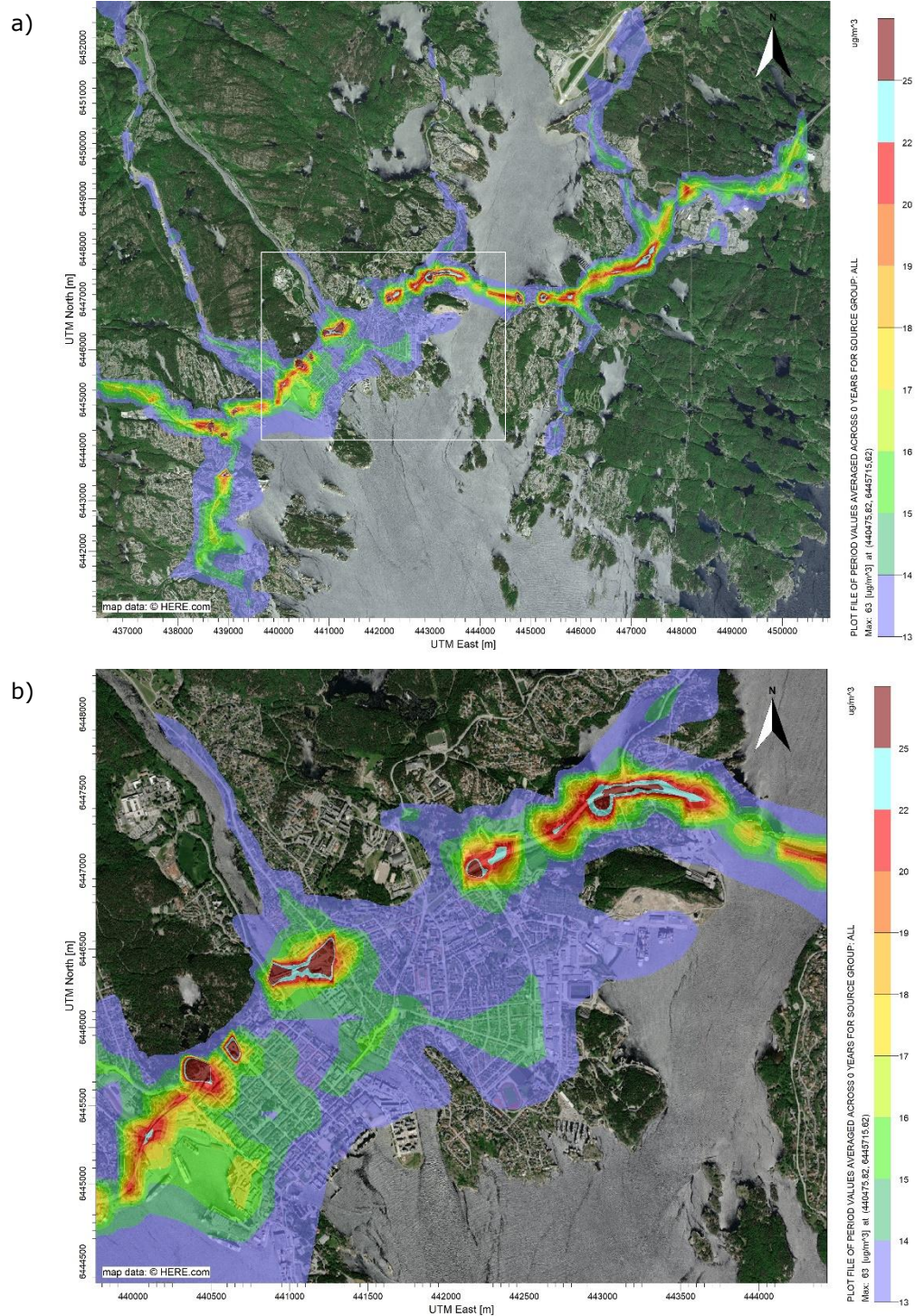
I dette kapitlet presenteres resultatene for en framskrevet situasjon 2024 med en tiltakspakke med 3 % årlig reduksjon i utslipp fra vedfyring, nullvekst i trafikken i forhold til 2019, redusert hastighet på E18 (60 km/t på hele strekningen) og en piggfriandel på 85 % i sentrale Kristiansand, mens det i resten av området er beregnet en piggdekkandel på 37 %.

Tiltaket fører til en beregnet reduksjon i utslipp på ca. 14 % for vedfyring samt mellom 5 % til 50 % per veilenke, avhengig av vei, hastighet og plassering.

I Figur 45 til Figur 48 vises beregnede konsentrasjoner av PM₁₀ for en framskrevet situasjon, i 2024 med tiltak 2. Figur 45 viser konsentrasjonene som årsmiddel av PM₁₀, Figur 46 viser konsentrasjonene som 31. høyeste døgnmiddel, disse representerer grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7. Figur 47 viser konsentrasjonene for 26. høyeste døgnmiddel, som er den foreslåtte nye grenseverdien fra 1. januar 2022. Figur 48 viser utbredelse av gul og rød sone representert ved 8. høyeste døgnmiddel (retningslinje T-1520).

For årsmiddel av PM₁₀ (Figur 45), viser brune områder konsentrasjoner over 25 µg/m³, som er dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7, mens turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel på 22 µg/m³. Røde områder viser konsentrasjoner over 20 µg/m³ som sammenfaller med nasjonale mål, luftkvalitetskriterier og de foreslåtte reviderte grenseverdiene for årsmiddelet for PM₁₀. I forhold til 2024 0-alternativ viser resultatene at en nullvekst i trafikken sammen med en årlig reduksjon i vedfyring fører til en generell reduksjon i konsentrasjonsnivåene i hele området. Dette sammen med

reduksjon i piggdekk og reduksjon i hastighet på E18 betyr at praktisk talt ingen nivåer er beregnet over $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Kristiansand sentrum, og bare mindre områder er beregnet til å ha et nivå over $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og da i forbindelse med større veier og havnen. Forekomsten av konsentrasjoner over $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er redusert markant, imidlertid er grenseverdien fortsatt overskredet i nærheten av E18.



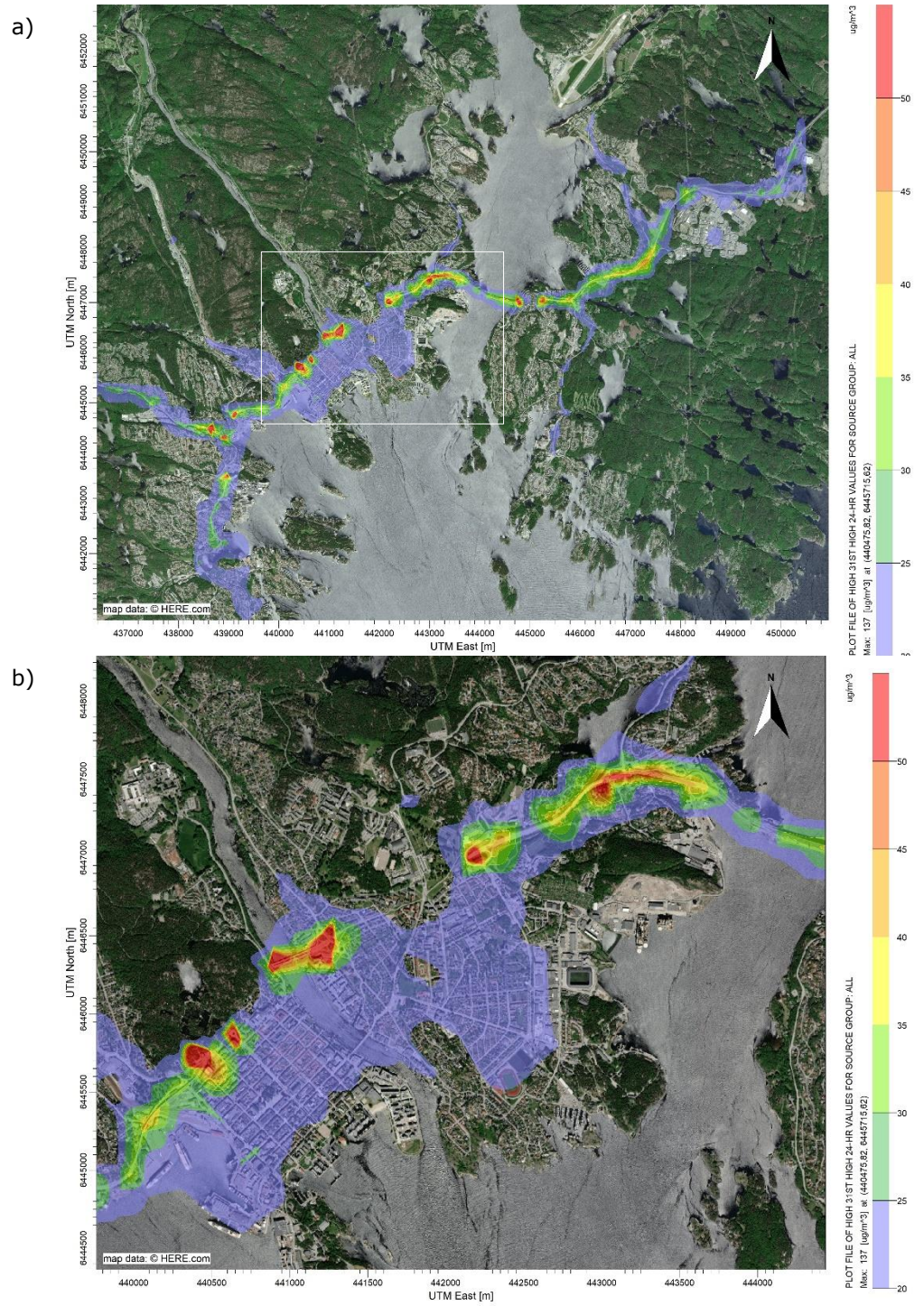
Figur 45. Årsmiddelverdi, 2024 - tiltak 2, for PM_{10} inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Brune områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7,

turkise områder viser nivåer over øvre vurderingsterskel og røde områder har konsentrasjoner over foreslått revidert grenseverdi for årsmiddelet for PM₁₀.

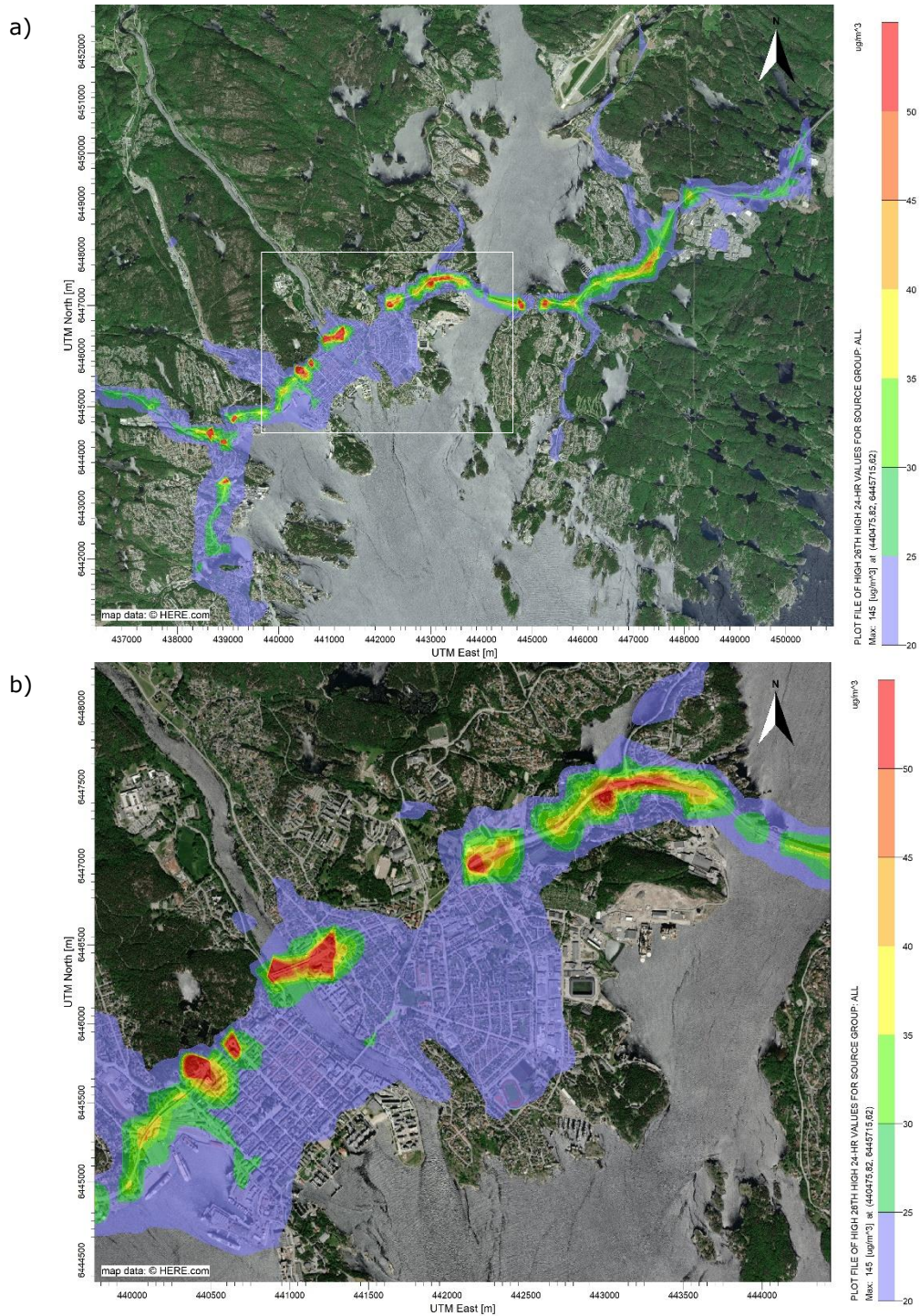
Figur 46 viser konsentrasjonene av PM₁₀ som 31. høyeste døgnmiddel, der røde områder har konsentrasjoner over 50 µg/m³, som er dagens grenseverdi i forurensningsforskriften kap. 7 og gule områder representerer øvre vurderingsterskel over 35 µg/m³. Resultatene for tiltak 2, inkludert tiltak flere steder, viser store forbedringer i hele området. Det er ikke beregnet nivåer over 25 µg/m³ over Kristiansand sentrum, noe som er en klar forbedring i forhold til 2024 0-alternativer. Forekomsten for nivåer mellom 20 µg/m³ - 25 µg/m³ har også blitt redusert kraftig. Videre avtar de litt høyere nivåene ved E18, men grenseverdien overskrides likevel i nærheten av tunnelmunningene.

I Figur 47 vises 26. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for 2024 med tiltak 2, der røde områder har konsentrasjoner over 50 µg/m³, som er de foreslåtte reviderte grenseverdiene som kan bli innført i 2022. Også her er det store forbedringer i forhold til 2024 0-alternativ, og over Kristiansand sentrum er kun konsentrasjoner mellom 20 µg/m³ - 25 µg/m³ beregnet, med unntak av områder i tilknytning til havnen. De høyeste konsentrasjonene er fortsatt beregnet langs E18, i forbindelse med tunnelmunningene, men mye mindre områder overskrider grenseverdiene i forhold til 2024 0-alternativ.

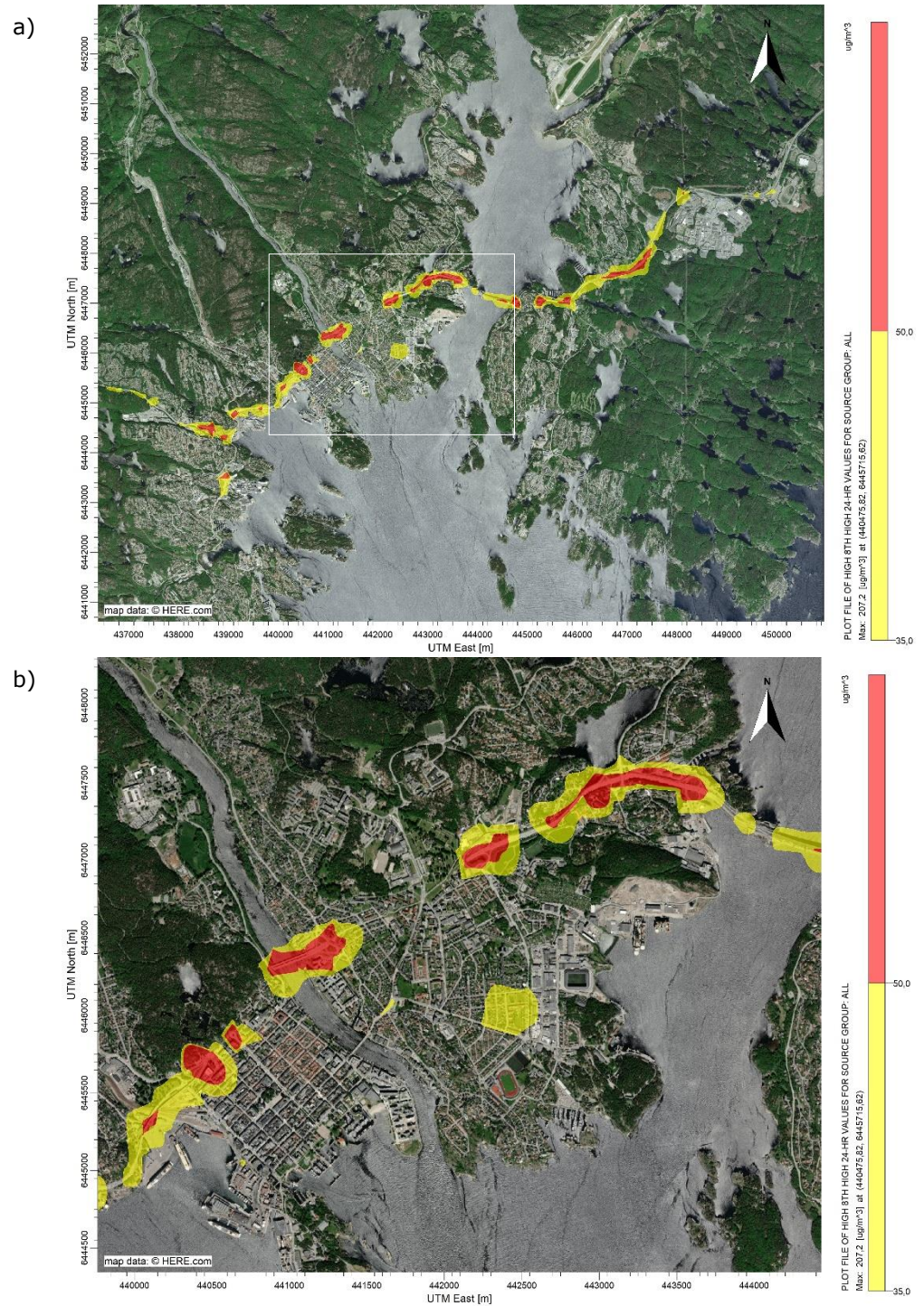
Figur 48 viser konsentrasjonene av 8. høyeste døgnmiddel, som er regulert i retningslinje T-1520, der resultatene viser overskridelser av henholdsvis gul og rød sone. Beregningene viser store forbedringer i forhold til 2024 0-alternativ, spesielt med hensyn til gul sone, der nivåene bare overskrides i et lite område over det sørøstlige Lund. Konsentrasjoner som overstiger 50 µg/m³ (rød sone) ses fortsatt langs E18 og nær tunnelmunninger. Årsaken til at det mindre området i sørøstlige Lund overskrider grensen til den gule sonen, er den litt høyere andelen vedfyring i det området (se Figur 49).



Figur 46. 31. høyeste døgnmiddel for 2024 – tiltak 2, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingssterskel.



Figur 47. 26. høyeste døgnmiddel for 2024 – tiltak 2, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et zoomet kart (vit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b). Røde områder viser konsentrasjoner over dagens grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7, mens gule områder representerer nivåer over øvre vurderingsterskel.



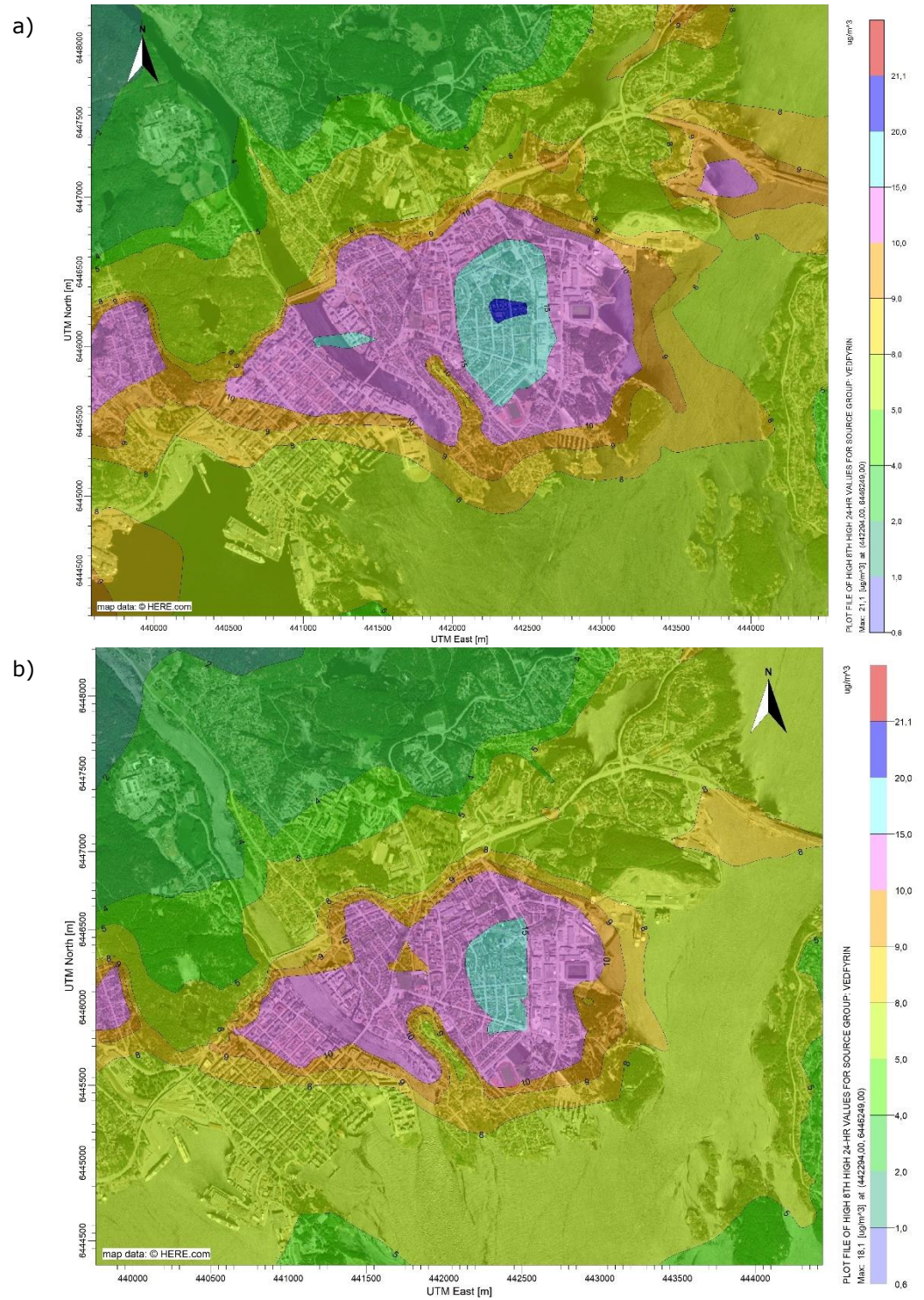
Figur 48. 8. høyeste døgnmiddel for 2024 – tiltak 2, for gul- og rød sone, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner, dette for hele beregningsområdet (a) og for et innzoomet kart (hvit markering i (a)) over sentrale Kristiansand (b).

5.2.2 Kildebidrag

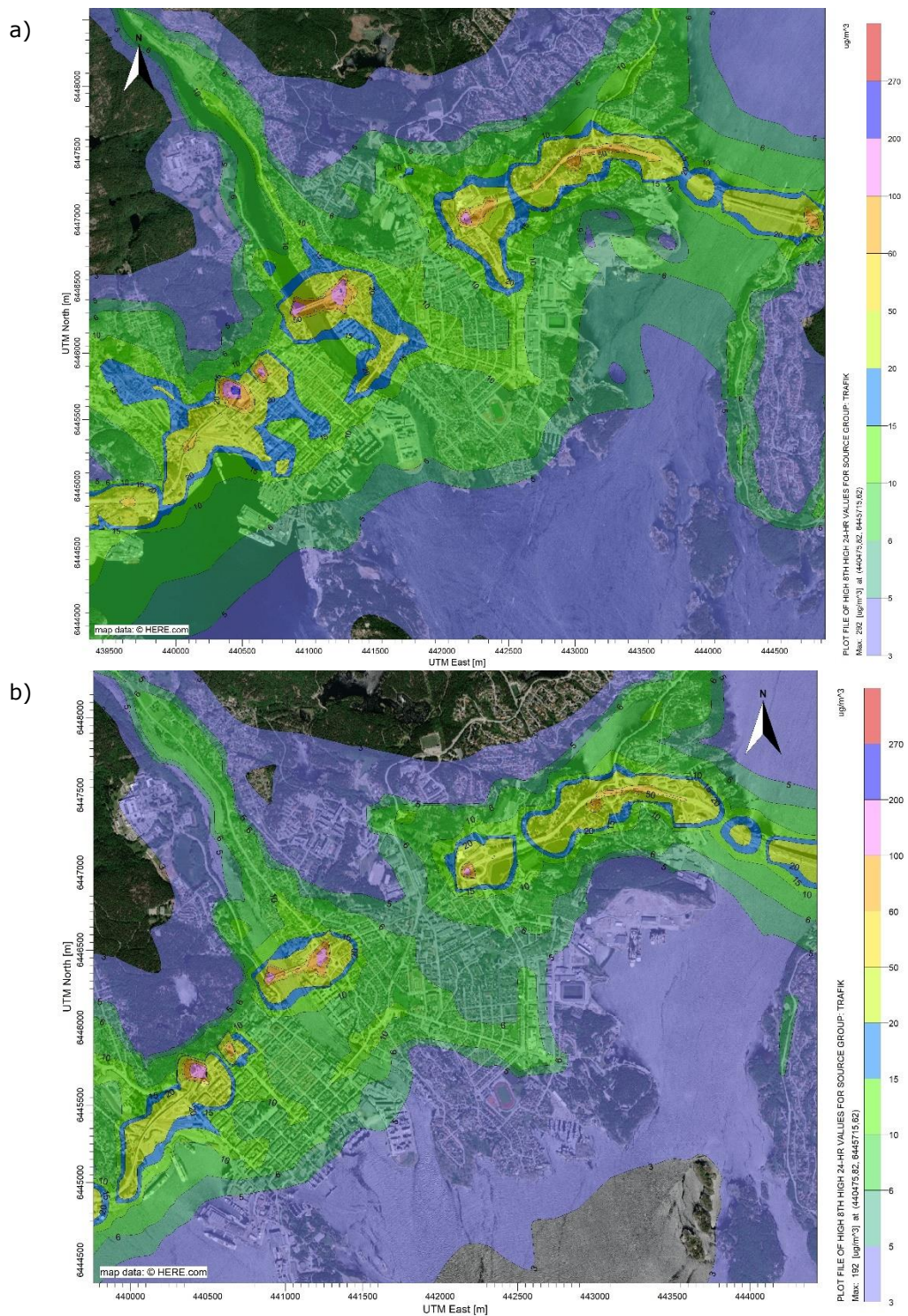
For å få en bedre forståelse av spredningen fra forskjellige kilder, og effekten av hva de forskjellige tiltakene bidrar til, viser Figur 49 kildebidraget fra vedfyring 2024 0-alternativ (a), og kildebidraget fra vedfyring med tiltak 2 (b) begge for 8. høyeste døgnmiddel for 2024. Videre viser Figur 50 kildebidraget fra veitrafikk i 2024 0-alternativ (a), og kildebidraget fra veitrafikk med tiltak 2 (b) også disse to for 8. høyeste døgnmiddel for 2024.

Kildebidraget fra vedfyringen i 2024 0-alternativ (Figur 49a) beregnes fra 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i utkanten av sentrumsområdet, opp til over 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i de sentrale delene av Kristiansand, med de høyeste nivåene over Lund. Med en årlig utslippsreduksjon på 3 %, viser resultatene redusert spredningen av konsentrasjonene i hele området. Ingen konsentrasjoner over 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ er beregnet ved Vige, mens fordelingen av konsentrasjoner over 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ har gått kraftig ned både i Lund og Kvadraturen. I tillegg er det ikke beregnet nivåer over 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ noe sted. Disse resultatene viser at aktivt arbeid for å redusere utslipp fra vedfyring har god effekt på nivåene i området.

Kildebidraget fra veitrafikken vises i Figur 50, der de høyeste nivåene ses i forbindelse med større veier og tunnelmunninger, dette både for 2024 0 alternativ (Figur 50a) og 2024 med nullvekst i trafikken, reduksjon i hastighet på E18 og redusert piggdekkandel i sentrale Kristiansand (Figur 50b). For 2024 0-alternativ er nivåer beregnet mellom 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ over Kvadraturen og Lund, mens nivåene i forbindelse med veiene øker til over 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I forbindelse med tunnelmunninger når nivåene over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Med de ulike tiltakene for veinettet viser resultatene i Figur 50b stor innvirkning på spredningsmønsteret og konsentrasjonsnivåene i området. Nivåene over 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ er ikke lenger beregnet over riksvei 471, Kuholmveien og Østre ringvei, og når bare litt over 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Videre har spredningen av høye nivåer langs E18 redusert og nivåene synker raskere med økende avstand til veien og tunnelmunningen.



Figur 49. 8. høyeste døgnmiddel for gul- og rød sone, dette for kildebidraget fra vedfyring 2024 0-alternativ (a) og for kildebidraget fra vedfyring 2024 tiltak 2 (b).



Figur 50. 8. høyeste døgnmiddel for gul og rød sone, dette for kildebidraget fra vei-
trafikk 2024 0-alternativ (a) og for kildebidraget fra vei-
trafikk 2024 tiltak 2 (b).

5.2.3 Eksponering ved tiltak 2

Tabell 14 viser antall personer som ved sin bolig blir utsatt for PM₁₀-nivåer over grenseverdiene fastsatt i forurensningsforskriften og andre forurensningsgrenser (rød og gul sone, luftkvalitetskriteriene etc), dette for 2024 0-alternativ og 2024 med tiltak 2. Antall eksponerte, i en kombinasjon av flere tiltak, varierer mellom 90 og 2650, avhengig av hvilken grense man sammenlikner med. Dette er en reduksjon med henholdsvis 64 % og 73 %.

Samlet viser beregningene at tiltak 2 fører til at ca. 90 personer kan bli eksponert for nivåer over årsmiddelgrenseverdien på 25 µg/m³ i 2024. Dette er en reduksjon på 64 % i forhold til 2024 0-alternativ. For foreslått ny grenseverdi til forurensningsforskriften (2022) er det beregnet at ca. 390 personer blir eksponert for konsentrasjoner over grenseverdien på 20 µg/m³, som er en reduksjon med 57 % i forhold til 2024 0-alternativ.

For 31. høyeste døgnmiddel er det beregnet at ca. 90 personer kan bli eksponert for konsentrasjoner over grenseverdien i forurensningsforskriften (50 µg/m³) i 2024 med tiltakene anvendt i tiltak 2, tilsvarende en reduksjon på 60 % i forhold til 2024 0-alternativ. Det høyeste antallet eksponerte er beregnet utsatt for nivåer i gul sone, 2650 personer (tilsvarende en reduksjon på 73 %), men også ganske mange innenfor rød son (350, tilsvarende en reduksjon på 65 %).

Beregning av eksponering ved virksomheter som er følsomme for luftforurensning (sykehjem, barnehager, skoler, sykehus etc), viser en klar forbedring for alle grenseverdier (Tabell 14), med tiltak 2 er det bare beregnet eksponering på følsomme virksomheter tilsvarende gul sone.

Tabell 14. Antall personer som ved sin bolig er utsatt for konsentrasjoner over ulike grenseverdier, for 2024 0-alternativ og med tiltakspakke 2. Oversikten viser også antall virksomheter følsomme for luftforurensning. Følsomme virksomheter er representert som følger: Barnehage/Skole/Helse og Om-sorg.

Ulike grenseverdier		2024 0-alternativ		2024 tiltak 2		Endring
		Antall personer	Følsomme virksomheter	Antall personer	Følsomme virksomheter	Antall personer
Årsmiddelverdi	Nasjonale mål og forslått ny grenseverdi	910	0/2/0	390	0/0/0	-57%
	Øvre vurderingsterskel	420	0/1/0	170	0/0/0	-58%
	Grenseverdi	260	0/0/0	90	0/0/0	-64%
Døgnmiddel	Øvre vurderingsterskel	1000	0/2/0	390	0/0/0	-61%
	Grenseverdi	240	0/0/0	90	0/0/0	-62%
Foreslått ny	Øvre vurderingsterskel	1260	0/2/0	500	0/0/0	-60%
	Grenseverdi	260	0/0/0	90	0/0/0	-64%
Døgnmiddel	Gul sone	9660	7/5/6	2650	2/2/1	-73%
	Rød sone	1000	0/2/0	350	0/0/0	-65%

5.3 Effekten av byggeplasser i bomiljø

I Kristiansand er det for tiden en rekke store byggeprosjekter, noe som fører til økt risiko for høye partikkelkonsentrasjoner, som et resultat av en større andel virvlende materiale og større aktivitet på uasfalterte overflater. For å skape forståelse for omfanget av denne effekten, er en studie av Haeger-Eugensson et al., (2018) som omhandler støveffekten av byggeplasser i bymiljø evaluert. Studien undersøkte tre forskjellige byggeplasser av forskjellige størrelser og med forskjellige tett bebygde gateområder..

Basert på kommunikasjon med Kristiansand kommune vil det være flere områder med utbygging i løpet av de neste årene. Noen av disse er

Marvikssletta, Bjørndalen, Lund torv og også på E18/E39 Gartnerløkka og større feltutbygginger på blant annet Benestad og Lauvåsen. Jo større byggeprosjektet er, desto større innvirkning har det på den lokale luftkvaliteten. Et tett bebygd område omkring byggesonen kan bidra til å redusere spredningen og dermed bidra til at høyere nivåer akkumuleres lokalt. De største risikoområdene er, basert på spredningsberegningene, byggefeltet på Gartnerløkka og Bjørndalen, da disse vurderes å være noe større og ligger i umiddelbar nærhet til E18, der de høyeste nivåene er beregnet.

I en studie utført av Haeger-Eugensson et al., (2018), ble bidraget av PM₁₀ fra en liten, middels og stor byggeplass undersøkt. I en oversikt over områdene rundt Gartnerløkka og Bjørndalen er det gjort en vurdering av at disse områdene tilsvarer en mindre eller mellomstor byggeplass.

En liten byggeplass tilsvarer et byggeareal på ca 8.000 m² i et relativt tett befolket område med smalere gater, mens en mellomstor byggeplass tilsvarer et byggeareal på ca 39.000 m² i et litt mindre tettbygd område med et mer åpent gateareal, men med en litt mer lukket side. Området på Gartnerløkka er relativt lite, men området sør for stedet er tett befolket, og det er også en fjellvegg rett nord for stedet. På Bjørndalen er det litt mer åpent, men området som skal utbygges er litt større. I tillegg er det fremdeles noen bygninger rundt, i tillegg til at områdets topografi påvirker spredningsmønsteret. Når anleggsarbeider foregår i tett befolkede miljøer, bidrar bygningskonstruksjonene til redusert vind og dermed redusert ventilasjon av forurensningene, noe som kan føre til et relativt høyt kildebidrag og dermed høye nivåer lokalt.

Studien av Haeger-Eugensson et al. (2018) viste at konsentrasjoner fra en mindre byggeplass, i et tettere befolket område, kan føre til et ekstra kildebidrag på 5 µg/m³ - 10 µg/m³ opp til 40 m fra kilden, dette for den 90. persentilen av døgnmiddelet, som tilsvarer 35. høyeste døgnmiddel. Samtidig var det beregnet nivåer opp til 45 µg/m³ ved siden av bygningene, i umiddelbar nærhet til byggeplassen. Også utdrag på veien, fra anleggstrafikk, ble også anslått å bidra med 15 µg/m³ - 20 µg/m³ for veier i smale gaterom.

På en mellomstor byggeplass ble det beregnet et kildebidrag på mellom 20 µg/m³ - 30 µg/m³ ved fasadene ca. 50 m fra kilden på den tettere befolkede siden, mens det på den mer åpne siden var beregnet et kildebidrag på mellom 10 µg/m³ - 15 µg/m³ ved samme avstand fra kilden. Ettersom en større arbeidsplass anslås å ha mer trafikk, vil bidraget til utdrag på veien, fra anleggstrafikk, bli noe større, og her ble det beregnet et kildebidrag på opptil 40 µg/m³ opptil 30 m fra veien i et relativt åpent gateområde, alt for 35. høyeste døgnmiddel.

På grunn av at ulike forhold bidrar til forskjellige kildebidrag, gjør utformingen og størrelsen på de forskjellige områdene det vanskelig å lage en detaljert vurdering av hvor stor innvirkning byggeplassene på Gartnerløkka og Bjørndalen kan ha på omgivelsene. Basert på beliggenhet og bystruktur vurderes det likevel at det kan være en risiko for et relativt høyt kildebidrag fra byggeplasser lokalt. Siden det allerede er relativt høye nivåer i disse områdene, på grunn av deres

beliggenhet i nærheten av E18, kan det være fordelaktig å iverksette tiltak for å redusere støvdannelse i forbindelse med anleggsarbeidene.

5.3.1 Støvreducerende tiltak

Det er flere forskjellige faktorer innenfor et anleggsområde som bidrar til økte partikkelnivåer. Noen av disse er økt anleggstrafikk, for eksempel i forbindelse med massetransport. I tillegg kan nivåene øke avhengig av hvordan materialer håndteres, for eksempel knusing og lastning. Såkalt passiv støving kan i tillegg oppstå ved lagring av materiale. Dette betyr også at det er noen tiltak som kan iverksettes for å redusere støvflukt fra byggeplasser. Disse tiltakene kan være vanning, støvbindende midler, redusert kjøretøyhastighet, vegetasjon eller andre barrierer, vannkanoner, asfaltering av anleggsveier og tildekking av last når materialer transporteres bort (Gustafson et.al., 2020).

Vasking/skylling av dekkene til anleggskjøretøyene som kjører fra området, bidrar til å forhindre ekstra støving på offentlig vei. Vanning av utildekket materiale inne på anleggsområdet og/eller av materiale som transporteres fra området bidrar til mindre støving da vått materiale blir tyngre og ikke støver i samme grad. Videre er det fordelaktig å dekke til materiale som transporteres fra området, noe som reduserer faren for oppvirvling av støv. Rengjøring/feiling av veibanen kan redusere støvflukt ved å holde underlaget rent. Samtidig er en lavere kjøretøyhastighet, både innenfor og utenfor området, et godt tiltak da det bidrar til mindre turbulens fra veidekket. Dette er et relativt enkelt tiltak som ikke krever ekstra investering. Overflatetypen på anleggsplassen påvirker også graden av støvflukt, en asfaltert overflate bidrar til redusert oppvirvling. Til slutt kan forskjellige typer barrierer, som voller eller vegetasjon, bidra til å redusere spredningen av støvete utslipp.

5.4 Aktuelle tiltak

Resultatene viser at det i Kristiansand er nødvendig med tiltak for å unngå at personer blir utsatt for svevestøvnivåer over gjeldende og foreslåtte grenseverdier for PM₁₀ i fremtiden. Dette gjelder spesielt langs E18 gjennom Kristiansand og omkring tunnelmunninger. Videre viser utredningen at en kombinert tiltakspakke med støvdempende tiltak, trafikkreduserende tiltak og tiltak mot vedfyring bidrar til en stor forbedring i PM₁₀-nivåene i hele Kristiansand.

På bakgrunn av dette presenteres i det følgende aktuelle, gjennomførbare tiltak med plan for gjennomføring, inspirert av den beregnede kombinerte tiltakspakken. Der den reelle effekten av noen foreslåtte tiltak ikke er beregnet, presenteres en antatt effekt på PM₁₀. Dette er i noen tilfeller basert på Miljødirektoratets tiltakskalkulator (Miljødirektoratet, u.d.).

5.4.1 Støvdempende tiltak

Piggdekkgebyr

Piggdekk er gjennom mange studier vist å øke veislitasjen betraktelig. Piggens kontakt med veidekket fører til at flere partikler løsner fra veidekket. Således øker både de direkte utslippene, da flere partikler som er små nok til å slippes ut direkte løsner fra veidekket, og de sekundære utslippene (oppvirvling), da veistøvdepotet som følge av den økte slitasjen også vil øke. En tredje effekt oppstår når kontakten mellom piggdekk, veistøvdepotet og veidekket fører til ytterligere knusing av større partikler til mindre partikler som blir små nok til å bidra til ytterligere oppvirvling (sandpapireffekten). Et litteraturstudium utarbeidet av Statens väg- og transportforskningsinstitut i Sverige (VTI) (Gustafsson m.fl., 2006) oppsummerte årlige slitasjemengder som følge av piggdekkbruk fra 110 000–300 000 tonn/år avhengig blant annet av slitasjestyrken til asfaltdekket og type pigger.

Kommunen har hjemmel til å innføre kommunalt piggdekkgebyr. Erfaringer fra andre kommuner har vist at piggdekkgebyr har en god effekt på økning i piggfriandel. Etter at Trondheim kommune gjeninnførte piggdekkgebyr i 2016 har piggfriandelen økt med 10 %, til 74 %, i 2019 (SVV, 2019). I Oslo kommune ble piggdekkgebyret gjeninnført i 2004 og piggfriandelen har siden økt jevnlig; i 2010 var andelen 86 % og denne har økt til 91 % i 2019.

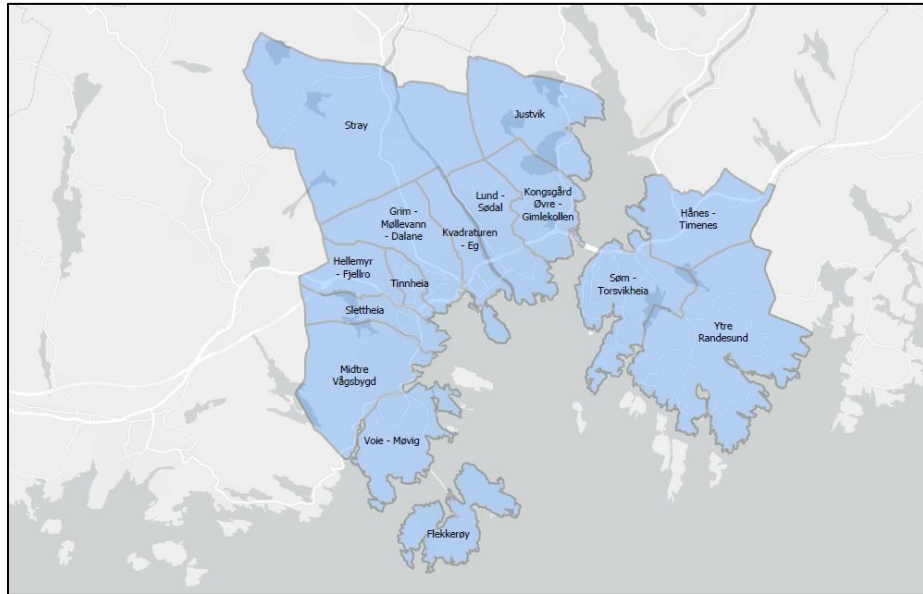
Det er i tiltaksberegningene tatt utgangspunkt i piggfriandel på 85 % i sentrale Kristiansand. Dette gjenspeiler en økning i piggfriandel på 22 % fra dagens piggfriandel på 63 %. I resten av prosjektområdet er det beregnet en piggfriandel på 63 %.

Plan for gjennomføring

Innføring av piggdekkgebyr er under politisk behandling. Vedtaket fra Formannskapet 14/4-21 er følgende:

"Gebyrsonen skal gjelde de mest svevestøvbelastede delene av Kristiansand kommune. Søgne, Songdalen, Tveit, Ålefjær og Mosby er ikke en del av gebyrsonen. For øvrig bes det om innspill til omfanget av gebyrsonen i høringsrunden."

Figur 51 viser forslag til gebyrsone som skal sendes ut på høring. Forskriften er vedtatt å trå i kraft fra 1. november 2021. Når det er oppnådd en piggfriandel høyere enn 85 % over to sammenhengende år, skal sak om piggdekkgebyr fremmes for bystyret til evaluering og ny behandling.



Figur 51: " Foreløpig forslag til gebyrsonen. Bystyret i Kristiansand skal slutten av mai avgjøre saken og sende eller ikke sende foreslått lokal forskrift på høring. Det er vedtatt at piggedekkegebyr skal gjelde fra 1. november 2021.

Det har tidligere blitt gjennomført informasjonskampanjer i Kristiansand knyttet til bruk av piggfrie vinterdekk. Dette bidrar til å øke bevisstheten omkring piggedekkebruk og svevestøvutslipp, samt overbevise publikum om at piggfrie vinterdekk gir god trafikksikkerhet. Tiltaket kan i tillegg kombineres med panteordning for piggedekk, som tidligere er gjennomført i Kristiansand, hvor innbyggerne får et gitt beløp i pant dersom de leverer inn piggedekkene sine og kjører piggfritt. Dette vil bli vurdert på nytt, men det er foreløpig ikke noe vedtak om dette. Bergen kommune har en returordning som gir 200 kroner tilbake for hvert innleverte piggedekk i en bestemt periode på høsten hvert år. Tromsø innførte panteordning for piggedekk i januar 2018 med et pantebeløp på 1000 kroner for de første 1000 som benytter seg av tilbudet pr. år. I Trondheim gis det 1200 kroner i piggedekkpant.

Kostnader

Tiltaket er inntektsgenererende og medfører en direktekostnad for bilistene som ferdes innenfor gebyrsonen. I følge forslag til forskrift om innføring av piggedekkegebyr fastsettes gebyret sentralt og er 1400 kroner pr. piggedekkesesong, 450 kroner pr. måned og 35 kroner pr. dag. For bil med tillatt totalvekt 3500 kg eller mer skal gebyrsatsene i første ledd doubles.

Ansvarlige for implementering

Kommunen har hjemmel til å vedta en lokal forskrift om piggedekkegebyr.

Forventet effekt på luftkvalitet

NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	Kommentarer
Ingen	Stor	Liten	

Veirenhold og støvdemping

Renhold av veier bidrar til å fjerne veistøvdepot på veibanen og -skulderen og på den måten reduseres oppvirvling. Om vinteren utgjør piggdekkslitasje hovedbidraget til veistøvdepotet på veibanen. Snø, is og økt fuktighet på veibanen fører i tillegg til en opphopning av veistøv om vinteren, med påfølgende økt oppvirvling om våren når veibanen/-skulderen har tørket opp. Således er veirenhold mest aktuelt i vinterhalvåret, med ekstra renhold om våren, da problemene med opphopning av veistøv og oppvirvling er størst.

Flere studier og erfaringer fra andre kommuner viser at veirenhold er effektivt for å redusere svevestøvkonsentrasjonen. Statens vegvesen, som har ledet forskning på renholdsmaskiner og -metoder i Trondheim, gjennomførte en studie i 2015 der det ble det funnet at kraftig oppsug så ut til å være mest effektivt for å fjerne veistøvet, mens roterende dyser med høytrykksspyling var viktig for å få løsnet støvet fra veien (SVV, 2016). Lavere kjørehastighet på renholdskjøretøyet ble også vurdert som effektivt. Videre ble det i en annen studie konstatert en tydelig effekt av støvbinding på svevestøvkonsentrasjonen i Strømsåstunnelen i Drammen (Aldrin, 2006).

Plan for gjennomføring

I Kristiansand er det allerede et rengjøringsregime, hvor det gjennomfører systematisk rengjøring (feiing og spyling) på fylkes- og riksveier opp mot 3 ganger pr. uke i vintersesongen, 4 ganger pr. uke i mai og september, og daglig i sommersesongen. Ingeniørvesenet har foreslått at det avsettes ekstra midler utover rammen årlig til at feiing kan økes med én time pr. dag og vasking én gang pr. uke.

Det gjennomføres tunnelvask én gang pr. måned i Baneheitunnelen og Oddernestunnelen. Økt frekvens på tunnelvask er vanskelig å gjennomføre, da det er kostbart og krevende med tunnelstengning og nattarbeid. Dagens rengjøringsintervall er vurdert til å allerede være høyt.

Støvbinding med 15 % MgCl₂-løsning gjennomføres i tørre perioder mellom 1/11–30/4. Kristiansand kommune har pågående dialog med Statens vegvesen med hensyn til støvbinding på veier som driftes av Statens vegvesen/Fylkeskommunen, i tillegg til større veier gjennom sentrum.

Kostnader

Kostnadene er fastsatt gjennom gjeldende driftskontrakt mellom Statens vegvesen og Fylkeskommunen. Kostnadene for ekstra vask og feiing i området ved Bjørnalsletta ligger på mellom 15 000–20 000 kroner pr. gang/tiltak. Kostnader til vask i tunnel kommer i tillegg i en rundsum sammen med renhold og andre oppgaver i tunneler på fylkes- og riksveier.

Ansvarlige for implementering

Statens vegvesen og Fylkeskommunen er ansvarlig for drift og vedlikehold fylkesveiene og riksveiene (E18) gjennom Kristiansand. Kommunen er ansvarlig for drift og vedlikehold på det kommunale veinettet.

Forventet effekt på luftkvalitet

NO₂	PM₁₀	PM_{2.5}	Kommentarer
Ingen	Stor	Liten	Kortsiktig, lokal effekt

Redusert fartsgrense

Tiltaket innebærer å redusere hastigheten på utvalgte veistrekninger for å minske produksjon og spredning av svevestøv. I Oslo har miljøfartsgrense fulgt perioden det er tillatt å kjøre med piggdekk og er hjemlet i vegtrafikkloven § 6 tredje ledd og omtales da gjerne som en statisk miljøfartsgrense. Miljøfartsgrense er et godt dokumentert og effektivt tiltak for å redusere produksjon og oppvirvling av veistøv. Ifølge en studie utført av NILU (NILU, 2005) ble årsmiddelet for PM₁₀ redusert med ca. 35 %, mens endringene i PM_{2.5} var små. De høyeste timemiddelkonsentrasjonene av PM₁₀ er redusert med cirka 30 %.

I tiltaksberegningene er det lagt til grunn miljøfartsgrense fra 80 km/t til 60 km/t langs veistrekningen fra og med Oddernestunnelen og videre østover til Vollevannet.

Plan for gjennomføring

Det anses som mest sannsynlig å få vedtatt hastighetsreduksjon langs nevnte strekning fra Oddernestunnelen til Vollevannet og ikke videre østover. Det er allerede lav fartsgrense (opp mot 50 km/t) gjennom sentrum og ytterligere reduksjoner her vil sannsynligvis ha minimal effekt.

Kostnader

Kostnadene ved innføring av redusert fartsgrense er minimale og er hovedsakelig forbundet med mindre materielle kostnader som for eksempel skiltavgift.

Ansvarlige for implementering

Statens vegvesen er veimyndighet og ansvarlige for tiltaket.

Forventet effekt på luftkvalitet

NO₂	PM₁₀	PM_{2.5}	Kommentarer
Liten	Middels	Liten	Umiddelbar effekt

Støvhåndtering bygg- og anleggsprosjekter

Tiltaket innebærer økt fokus på håndtering av støv fra bygge- og anleggsprosjekter både gjennom høringsuttalelser til plansaker og tilsyn/befaring på anleggsplasser. Ved å vurdere bestemmelser for luftforurensning fra bygg- og anleggsprosjekter i kommunedelplanens arealdel ved rullering som kan inkludere vurderinger av trafikkavvikling, massetransport og støvdemping, er det mulig å redusere antall høringsuttalelser til hver plan og sikre felles krav til alle større utbyggingsprosjekter.

Kostnader

Ingen direkte økte kostnader. Noe økte kostnader dersom det skal føres økt tilsyn. Kostnaden er ikke spesifisert her.

Ansvarlige for implementering

Kristiansand kommune

Forventet effekt på luftkvalitet

NO₂	PM₁₀	PM_{2.5}	Kommentarer
Liten	Middels	Liten	Umiddelbar effekt

5.4.2 Trafikkreduserende tiltak

Tiltak som bidrar til at folk velger andre transportløsninger fremfor bil vil føre til en reduksjon i trafikkmengden. Dette vil igjen føre til utslippsreduksjon fra veitrafikk og påfølgende bedring av den lokale luftkvaliteten. Slike tiltak inkluderer blant annet god arealplanlegging, bedre tilrettelegging for gående og syklende, bedre kollektivtilbud, tilrettelegge for økt bruk av hjemmekontor og innsats for å redusere avstand mellom bolig og offentlige tjenestesteder. Det er i tiltaksberegningene lagt til grunn nullvekst i trafikkmengden fram mot 2024. Kristiansand kommune gjennomfører en rekke trafikkreduserende tiltak og disse er presentert under.

Tids-/miljødifferensierte bomtakster

Innføring av bompenger er et virkemiddel som kan bidra til at bilister velger å la bilen stå og velge mer miljøvennlige transportmetoder fremfor å betale penger for den aktuelle transportetappen. Miljødifferensierte takster betyr at de som forurenses mest også skal betale mest i bomringen. 16. juni 2017 vedtok Stortinget å endre vegloven og vegtrafikkloven, noe som blant innebærer spesielle ordninger for bompengeneinnkreving i byområder. I Oslo, hvor ordningen ble innført i 2017, innebærer innføringen at bompengetakstene avhenger av type kjøretøy, hvor mye kjøretøyet forurenses og når på døgnet det kjøres. Etter at bompengeneinnkrevingen ble avviklet på Rennfastforbindelsen fra Ryfylke til Nord-Jæren i 2006 økte trafikken med ca. 40 % (IRIS, 2007). I tiltaksutredningen for Bergen kommune ble det beregnet 12–20 % reduksjon i NO₂ og 3–14 % reduksjon i PM₁₀ som følge av miljødifferensierte bomtakster.

Plan for gjennomføring

Tidsdifferensierte bomtakster ble innført i Kristiansand i september 2013. Samferdselsdepartementet har gitt melding om at det blir et midlertidig opphold i bompengeneinnkrevingen fra og med 01.01.2021. Utbygging ved Gartnerløkka er nå vedtatt og innkreving av bompenger vil gjenopptas snart. Flere innkrevingspunkt vil kunne bli innført når byvekstavtalen trår i kraft. Miljødifferensierte bompenger, til erstatning for fritak for elbiler, er anbefalt i Transportetatens rapport om miljøvennlige og tilgjengelige byområder. Det undersøkes også om avgift for piggdekkbruk kan inkluderes i de miljødifferensierte bompengetakstene. Det er usikkert når forhandlinger om byvekstavtale starter. Det vurderes både økning av takster, antall bomstasjoner

og en annen differensiering (diesel-, hybrid-, og elbiler). Dette er omtalt i høringsforslaget fra 2018.

Kostnader

Tiltaket er inntektsgenererende og medfører en direktekostnad for bilistene som ferdes innenfor innkrevingssonen. I Tabell 15 er takstene som er vedtatt når bompengene innkrevingen starter opp igjen presentert.

Tabell 15: Forslag til takster i fase 2 av samferdselspakken

2021-kr					
Takstgrupper	Takstgruppe 1			Takstgruppe 2	
Takstklasser	Normaltakst	Nullutslipp	Euro V og eldre	Euro VI	Nullutslipp
Utenfor rushtid	16	8	33	26	13
Rushtid (06.30–09.00 og 14.30–17.00)	24	12	50	40	20

Ansvarlige for implementering

Innføring av miljødifferensierte bompenger er en politisk forhandlings sak på fylkesnivå etter sentrale vedtak og behandles ikke politisk i kommunen.

Forventet effekt på luftkvalitet

NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	Kommentarer
Liten	Middels	Liten	Umiddelbar effekt, økende etterhvert

Parkeringsrestriksjoner

Regulering av parkeringstilgang ved å redusere parkeringstilgangen og prising av tilgjengelige parkeringsplasser kan være effektivt for å påvirke folk til å velge andre transportløsninger. Dette vil bidra til å redusere luftforurensning lokalt.

Plan for gjennomføring

Kommunen har kun myndighet til å fjerne eller avgiftsbelegge parkeringsplasser på kommunal grunn eller langs gate, og gjennom bestemmelser for nye planer. Dette betyr at kommunen har begrensede muligheter til direkte regulering av parkeringsplasser som ikke er kommunale/langs offentlig vei. Alle eksisterende privateide parkeringsplasser, enten de er offentlig tilgjengelige eller ikke, er utenfor kommunens rekkevidde. Dette gjør at tiltaket får sterkt redusert treffsikkerhet sammenlignet med hva det potensielt kunne hatt og ikke kan bruke parkeringsregulering som virkemiddel der det kanskje ville hatt størst effekt. For Kvadraturen i Kristiansand sentrum jobbes det med en gatebruksplan. Etter at det ble etablert nytt parkeringshus under torvet ble det politisk enighet om at antall parkeringsplasser i gatene skal reduseres. Bosoneparkering er et tiltak som kan redusere trafikk. Dette gjør det ulovlig å parkere med mindre du har bevis for å kunne parkere der (fordi du bor i området). Bosoneparkering er innført i Posebyen, ved Baneheia og til en viss grad på Lund.

Kostnader

Kostnadene ved ulike parkeringsrestriksjoner er beskjedne og i noen tilfeller inntektsbringende dersom parkeringsavgifter økes eller innføres.

Ansvarlige for implementering

Kristiansand kommune er ansvarlige for etablering av parkeringsplasser og -restriksjoner på kommunal grunn.

Forventet effekt på luftkvalitet

NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	Kommentarer
Liten	Liten/middels	Liten	Umiddelbar effekt, økende etterhvert

Andre trafikkreduserende tiltak

Arealplanlegging: Kommunen legger retningslinje T-1520 til grunn i alt planarbeid. Luftsonekart i henhold til T-1520 for Kristiansand kommune ble utarbeidet i 2016.

Tilrettelegging for gående og syklende: Det er pr. i dag et godt utbygget sammenhengende gang og sykkelveinett i Kristiansand. I tillegg pågår det gradvis utbygging av sykkelekspressvei med høy standard for gående og syklende fra Sørlandsparken til Kjosbukta. Kommunen jobber i tillegg med å forbedre forholdene for gående og syklende i Kvadraturen (gatebruksplan), og har fokus på snarveier.

Økt kollektivsatsing: Midlene til kollektivtrafikk skaffer ATP-samarbeidet⁴ via midler over statsbudsjettet. Agder Kollektivtrafikk bestemmer i høy grad bruken av tilgjengelige ressurser. Fra 2018 kjører fire elektriske busser i sentrumsområder og resten er hybridbiler. Det er behov for å forbedre fremkommelighet og redusere reisetiden med buss gjennom infrastrukturtiltak. Videre er det fremmet forslag om et 12 måneders prøveprosjekt der gamle Lundsbrua forbeholdes kollektivtrafikk, utrykningskjøretøy, drosjer, moped, syklist og gående.

Ansvarlige for implementering

Kristiansand kommune er ansvarlig for arealplanlegging og tilrettelegging for gående og syklende. Økt kollektivsatsing ble lagt til grunn i kollektivtransportplanen i Vest-Agder 2015–2020, som er fylkeskommunens styringsdokument til Agder Kollektivtrafikk (AKT). Planen formulerer mål og strategier for kollektivtransporten som bygger på arbeidsprosesser i regi av bymiljøavtalen og areal- og transportplan-samarbeidet (ATP-samarbeidet) for Kristiansandsregionen (Agder Kommunerevisjon, 2018).

Forventet effekt på luftkvalitet

NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	Kommentarer
Liten	Middels	Liten	Effekten avhenger av hvilken grad tiltakene prioriteres og iverksettes.

⁴ ATP-samarbeidet: Areal- og Transportsamarbeidet i Kristiansandregionen.

5.4.3 Tiltak mot vedfyring

Vedfyringsutslipp er en stor kilde til finfraksjonen av svevestøv ($PM_{2.5}$). Tiltak som bidrar til å redusere utslipp fra vedfyring vil således også medføre en reduksjon i PM_{10} -nivåene. I tiltakspakken er det lagt til grunn en årlig utslippsreduksjon for PM_{10} fra vedfyring på 3 %, som resulterer i en total utslippsreduksjon på 14 % i 2024.

Panteordning og informasjonskampanje

Ulike støtteordninger for utskifting av gamle ovner er aktuelle tiltak for å motivere innbyggerne til å gå over til mer miljøvennlige oppvarmingsløsninger i boligene. I Oslo kommune har klimaetaten siden 1998 gitt tilskudd til utskifting av gamle vedovner med nye rentbrennende ovner. For beboere innenfor og utenfor Ring 3 er støtten på henholdsvis 6000 kroner og 1500 kroner. I Bergen kommune er det nå innført utvidet panteordning som skal gjelde for hele kommunen i kombinasjon med forbud mot fyring av ikke-rentbrennende ovner. Det er her bevilget bevilget 50 millioner kroner til utskifting av 10 000 gamle ovner. I Bærum kommune ble tilskuddsordning for utskifting til rentbrennende ovner innført i 2018 gjennom kommunens miljø- og klimafond. Støtten er på inntil 3000 kroner pr. husstand.

Beregninger utført av NILU i 2019 (NILU, 2019) for Oslo viste at dersom alle gamle vedovner ble byttet til nye rentbrennende ovner ville $PM_{2.5}$ -utslippene reduseres med 18 %. Samtidig viste resultatene at tilskuddsordning ikke medførte en signifikant forskjell i utslippsreduksjoner for $PM_{2.5}$ mellom kommuner som har og ikke har utskiftingsordninger: Oslo kommune har siden 2005 hatt den laveste årlige utslippsreduksjonen for $PM_{2.5}$ (1.0% per år), mens Kristiansand kommune, har hatt en gjennomsnittlig årlig utslippsreduksjon på 2.9% siden 2005. Utover tilskudds- eller panteordning, anbefales det derfor at flere tilleggstiltak legges til før å oppnå en større utslippsreduksjon for $PM_{2.5}$. Rentbrennende ovner er ingen garanti for lave utslipp, det kreves også riktig fyringsteknikk, samt regelmessig ettersyn og vedlikehold. Både fyringsteknikk og kvalitet på veden som benyttes har stor betydning for utslippene for en gitt teknologi: utslippene fra den samme ovnen kan variere 5-10 ganger, avhengig av fyringsteknikken (Vista Analyse, 2019). I en studie utført av Norsk Energi og SINTEF i 2017 (Norsk Energi og SINTEF Energiforskning, 2017) ble det konkludert med at en større utslippsreduksjon forventes dersom tiltak rettet mot utskifting av gamle til nyere ovner ble kombinert med tiltak rettet mot bedre fyringsteknikk og vedlikehold for nyere ovner. Energieffektivisering av hus kan også være et godt tiltak, dette er mest aktuelt i planlegging av nye boligbygg.

Plan for gjennomføring

I Kristiansand gjelder Panteordningen for sentrumsområdene Lund, Grim og Kvadraturen. Tiltaket kombineres med informasjonskampanjer for å oppfordre til riktig vedfyring. Kommunen har informasjon om dette på kommunens nettside. Det vurderes å innføre ytterligere informasjonstiltak. Det kan da være aktuelt å involvere brannvesenet i arbeidet med forebyggende tilsyn, informasjon til innbyggerne om riktig fyring og oppfordring til å bytte ut gamle ovner med nye og mer rentbrennende. For eksempel kan det innføres et tilbud om opplæring

om fyringsteknikk med jevne mellomrom (for eksempel i form av enkle, korte instruksjonsvideoer, hvert 5. år) i tillegg til systematisk ettersyn og vedlikehold.

Kostnader

Panteordning for gamle ikke-rentbrennende vedovner ble innført i Kristiansand i 2018 med et pantebeløp på 5000 kroner.

I følge studien utført av Norsk Energi og SINTEF Energiforskning i 2017⁵ er de estimerte kostnadene for oppfordring til bedre fyringsteknikk, ettersyn og teknisk vedlikehold knyttet til lønnskostnader (årlig kostnad ca. kr 320,- for 2 timer hvert 5. år pr. ovn) og forbruksmateriell (årlig kostnad ca. kr 40,- pr. ovn).

Ansvarlige for implementering

Kristiansand kommune er ansvarlig for implementering og iverksettelse av ulike typer støtteordninger forankret i politisk vedtatte budsjett og handlingsplaner. Videre er det aktuelt med samarbeid med Kristiansandsregionen brann og redning i forbindelse med informasjonskampanjer, tilsyn og vedlikehold.

Forventet effekt på luftkvalitet

NO2	PM10	PM2.5	Kommentarer
Ingen	Liten	Middels	Langsiktig tiltak

⁵ Norsk Energi og SINTEF (2017). Tiltaksutredning vedrørende utslipp fra klimadrivere fra vedfying. Rapport nr. M-691/2017.

6 Oppsummering: anbefalt handlingsplan for lokal luftkvalitet

Resultatene viser at det i Kristiansand er nødvendig med tiltak for å unngå at personer blir utsatt for svevestøvnivåer over gjeldende og foreslåtte grenseverdier for PM₁₀ i fremtiden. Dette gjelder spesielt langs E18 gjennom Kristiansand og omkring tunnelmunninger. I Tabell 16 er anbefalt handlingsplan for Kristiansand kommune presentert. Punktene i tiltakspakken er i handlingsplanen ivaretatt gjennom støvdempende tiltak, trafikkreduserende tiltak og tiltak mot vedfyring, som ifølge beregningene vil bidra til en stor forbedring i PM₁₀-nivåene i hele Kristiansand.

Tabell 16: Anbefalt handlingsplan for bedre luftkvalitet i Kristiansand 2021–2024. Kostnader og estimert effekt av tiltakene er beskrevet i mer detalj under kapittel 5.4.

Tiltak	Effekt	Ansvar	Tidsfrist/status	Kommentar
Støvdempende tiltak				
Piggdekkgebyr	PM ₁₀ Stor effekt	Kristiansand kommune	Avventer vedtak 1/11-2021.	Beregnet tiltakspakke: 85 % piggfriandel.
Veirenhold og støvdemping	PM ₁₀ Stor effekt	Statens vegvesen Agder fylkeskommune Kristiansand kommune	Foreslått utvidelse av renholdsregime.	
Redusert fartsgrense	PM ₁₀ Middels effekt	Statens vegvesen	Foreløpig uavklart.	Beregnet tiltakspakke: 60 km/t langs E18 f.o.m. Oddernestunnelen til Vollevannet. Lite sannsynlig med redusert hastighet flere steder.
Fokus på støvhåndtering fra bygge- og anleggsprosjekter	PM ₁₀ Middels effekt	Kristiansand kommune	Foreslått videreført og utvidet både som ledd i høringsuttalelser, tilsyn og rulleirng av kommunedel-plan	Foreslått videreført og inkludert som ledd i arbeidet med kommunedelplanen (bestemmelser)
Trafikkreduserende tiltak				

Tidsdifferensierte bompenger	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Agder fylkeskommune	Skal gjeninnføres etter midlertidig opphør.	Foreslått videreført og utvidet som en del av Byvekstavtalen.
Parkerings- restriksjoner	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Kristiansand kommune	Løpende. Gjelder kommunal grunn og som krav i reguleringsplaner. Gatebruksplan legges fram for by- og stedsutviklingsutvalget	
Arealplanlegging	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Kristiansand kommune	Løpende	Kommunen legger T- 1520 til grunn.
Tilrettelegging for gående og syklende	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Kristiansand kommune	Løpende	
Økt kollektivsatsing	NO ₂ , PM ₁₀ Liten- middels effekt	Kristiansand kommune	Løpende	
Tiltak mot vedfyring				
Panteordning for gamle ovner	PM _{2,5} Middels effekt	Kristiansand kommune Foreslåtte bidragsyttere: Kristiansandsregionen brann og redning	Innført	Kombineres med informasjonskampanje.

<p>Holdnings- og informasjonskampanje</p>	<p>PM_{2.5} Middels effekt</p>	<p>Kristiansand kommune Foreslåtte bidragsytere: Kristiansandsregionen brann og redning</p>	<p>Innført</p>	<p>Kombineres med panteordning. Økt fokus bør rettes på riktig fyringsteknikk, ettersyn og vedlikehold, samt energieffektivisering.</p>
--	---	--	----------------	--

7 DEL C: Beredskapsplan

Høye nivåer av svevestøv (PM₁₀) inntreffer som oftest i perioden med bruk av vinterdekk, når veibanen tørker opp og veistøvet som er produsert virvles opp.

Formål

Formålet med denne planen er å beskrive roller og ansvar for overvåkning av luftforurensningsnivåene, informasjonstiltak og igangsetting av fysiske tiltak mot svevestøv i Kristiansand for å forebygge og i perioder med høy luftforurensning. Planen beskriver ulike utløsende faktorer for tiltak. Tiltakene skal bidra til at grenseverdiene gitt i forurensningsforskriftens kapittel 7 om lokal luftkvalitet overholdes, og at forurensningsnivået utgjør en så lav helseisiko for befolkningen som mulig.

Ved varslet høy luftforurensning (rød og lilla) skal det iverksettes strakstiltak i form av renhold og støvdemping, i henhold til godkjente feieplaner, samt informasjon til innbyggere. Ambisjonen er på denne måten å unngå flere dager i strekk med målt gult, rødt og lilla forurensningsnivå.

Beredskapsutvalg og ansvar

Det er opprettet et beredskapsutvalg som består av følgende:

Forurensningsmyndighet for lokal luftkvalitet, Miljøvernheten (MV), Kristiansand kommune – sentralbord 38 07 50 00, post@kristiansand.kommune.no
Kommuneoverlege (KO), Kristiansand kommune
Beredskapsleder , Kristiansand kommune, Vakttelefonnummer til byggherrevakta for riksveg i Agder 37 01 99 05, firmapost@vegvesen.no
Veieier, Statens Vegvesen (SVV)
Veieier, Agder fylkeskommune (AFK), Vakttelefon 46 80 53 62, postmottak@agderfk.no
Veieier, Kristiansand kommune (ING), Sentralbord 38 07 50 00 (dagtid), ansvarshavende vakt på tlf 38 02 93 63 (utenom vanlig arbeidstid), post@kristiansand.kommune.no
Kommunikasjon , Kristiansand kommune, sentralbord 38 07 50 00 (dagtid), post.kommunikasjon@kristiansand.kommune.no

- > Kristiansand kommune ved miljøvernheten (MV) er delegert kommunens myndighet og ansvar etter forurensningsforskriftens kapittel 7 om lokal luftkvalitet, og har koordinerende ansvar ved perioder med høy luftforurensning.
- > Kommuneoverlegen er delegert kommunens myndighet og ansvar etter folkehelseovens kapittel 3 om miljørettet helsevern. Kommuneoverlegen har ansvar for å vurdere om råd til befolkningen eller utsatte grupper skal gis ved fare for vedvarende høy eller veldig høy luftforurensning
- > Statens Vegvesen (SVV) er veieier og har ansvar for å sette i gang forebyggende tiltak og strakstiltak når det er fare for høy og veldig høy luftforurensning.
- > Agder fylkeskommune (AFK) er veieier og har ansvar for å sette i gang forebyggende tiltak og strakstiltak når det er fare for høy luftforurensning.

- > Kristiansand kommune ved veiavdelingen (ING) er veieier og har ansvar for å sette i gang forebyggende tiltak og strakstiltak når det er fare for høy luftforurensning
- > Kristiansand kommune skal ha hovedansvaret for informasjon til innbyggerne, med bidrag fra de øvrige ansvarlige myndigheter ut fra deres ansvarsområde.

Forurensningsklasser for svevetsøv

Forurensningsklassene beskriver hvor forurenset uteluften er eller er forventet å være. Hver forurensningsklasse har sin farge. Lite forurensning vises som grønn, moderat som oransje, høy som rød og svært høyt forurensningsnivå som lilla. Varslingsklassene er vist i Tabell 17 og som er gjenbruk i beredskapplanen. [Det er knyttet helseråd til de ulike forurensningsklassene.](#)

Tabell 17. Forurensningsklasser med fargekoder, konsentrasjoner og helseråd. Kilde: Miljødirektoratet.

Klasser	Nivå	Helse- risiko	PM ₁₀ Døgn (µg/m ³)	PM _{2,5} Døgn (µg/m ³)	PM ₁₀ Time* (µg/m ³)	PM _{2,5} Time* (µg/m ³)
	Lite	Liten	<30	<15	<60	<30
	Moderat	Moderat	30-50	15-25	60-120	30-50
	Høyt	Betydelig	50-150	25-75	120-400	50-150
	Svært høyt	Alvorlig	>150	>75	>400	>150

Tabell 18: Beredskapsplan for episoder med høy luftforurensning for Kristiansand kommune.

Fase	Utløsende Faktor*	An-svar-lig	Tiltak
0	Pågår kontinuerlig	MV SVV AFK Met. Ins.t	<ul style="list-style-type: none"> > MV, SVV og AFK følger daglig med Luftkvalitetsvarsel på https://luftkvalitet.miljostatus.no (ansvarlig Meteorologisk institutt) og dagens vær- og luftforurensningssituasjon. > Ha nyhetssak på kommuneportalen i begynnelsen av varslings sesongen (slutten av oktober) med informasjon om luftforurensningssituasjonen i Kristiansand, og hvordan dette overvåkes.
1	Forventet oransje nivå – moderat forurensningsnivå	MV SVV AFK	<ul style="list-style-type: none"> > Forberedelse og igangsettelse av tiltak dersom værforhold tilsier at luftforurensningsnivået kan bli høyt (rødt nivå)

2	Forventet rødt nivå – høyt luftforurensningsnivå	KO MV	> Dersom værforhold tilsier at luftforurensningsnivået kan forbli høyt (rødt nivå) i flere dager, skal kommuneoverlegen informeres av MV. Kommuneoverlegen vurderer om råd til befolkningen eller utsatte grupper skal kunngjøres. Dette gjøres i samarbeid med MV. Mulige informasjonskanaler er radio, tekstvarsel i varslingstjenesten (MV-se maler) og/eller en nyhetssak om situasjonen på kommuneportalen (MV – se maler).
		MV SVV AFK	> Følger situasjonen fortløpende og flere ganger daglig basert på luftkvalitetsmålinger og værvarsel. > MV, SVV, AFK holder hverandre oppdatert.
		SVV AFK ING	> Tiltak gjøres dersom luftforurensningsnivået er høyt pga svevestøv fra vei. Anleggseier vurderer behov for tiltak på egne veier.
		ALLE	> Vurdere om møte med beredskapsutvalget er nødvendig. MV har ansvar for å skrive møtereferat.
3	Forventet lilla nivå – svært høyt forurensningsnivå	KO MV	> Kommuneoverlegen må vurdere om råd til befolkningen eller utsatte grupper skal kunngjøres. Dette gjøres i samarbeid med MV. Mulige informasjonskanaler er radio, tekstvarsel i varslingstjenesten (MV-se maler) og/eller en nyhetssak om situasjonen på kommuneportalen (MV – se maler)
		MV SVV AFK	> Følger situasjonen fortløpende og flere ganger daglig basert på luftkvalitetsmålinger og værvarsel. > MV, SVV, AFK holder hverandre oppdatert, og MV må informere kommuneoverlegen.
		SVV AFK	> Tiltak gjøres dersom luftforurensningsnivået er svært høyt pga svevestøv fra vei. Anleggseier vurderer behov for tiltak på egne veier
		ALLE	> Vurdere om møte med beredskapsutvalget er nødvendig. MV har ansvar for å skrive møtereferat. > Tiltakene opprettholdes inntil den faktiske luftkvaliteten med sikkerhet er målt til grønt nivå.

* Luftkvalitetsmålingene som viser høyest nivå, er bestemmende for hvilke tiltak som skal gjøres. Fargekodene representerer varslingsklassene som brukes og som det er knyttet helse råd til.

8 Forutsetninger og usikkerheter

Det vil alltid være usikkerhet knyttet til beregninger av luftkvalitet. Dette kapitlet sammenfatter de største usikkerhetene og forutsetningene knyttet til beregning av utslipp til luft fra de forskjellige kildene i de detaljerte spredningsberegningene.

- > Det kan være en viss dobbel-beregning av utslipp da bakgrunnskonsentrasjonene brukt i spredningsberegningene også til en viss grad inkluderer trafikkutslipp.
- > Det er forutsatt at alle PM-(partikkel-)utslipp foreligger som PM₁₀.
- > De mindre kommunale veiene er i modellen definert som et arealutslipp, fordelt i 10 soner utover prosjektområdet.
- > Beregninger for tunnelmunningene har ikke tatt høyde for evt. mekanisk ventilasjon i tunnelene
- > Siden det ikke er noen målinger av regionale bakgrunnskonsentrasjoner, måtte modellerte konsentrasjoner brukes. Dette fører alltid til visse usikkerheter, ettersom en modellering ikke er like representativ som en måling.
- > Det er benyttet modellerte meteorologidata fra utredningsåret 2019, for å bedre å kunne evaluere resultatene med utslippsdataene. Imidlertid er det viktig å påpeke at de meteorologiske forholdene naturlig endres fra år til år, og at dette kan gi relativt store utslag for luftforurensningene både med hensyn til konsentrasjonsnivåer og lokale variasjoner i byen. Dette innebærer at beregningene vist her gjenspeiler en tenkt situasjon (tilsvarende 2019), og kan avvike fra framtidige målinger.
- > Beregningene er validert mot måledata fra Gartnerøkka. Målestasjonen ble i 2020 flyttet til Bjørndalsletta langs E18 som en veinær stasjon. Kristiansand kommune registrerer en annen forurensningssituasjon med høyere forurensning fra denne stasjonen enn på Gartnerløkka.
- > Modellen hensyntar ikke effekten av støyskjerming eller andre småskala strukturer som f.eks. bygninger i særlig grad.
- > Noen forenklinger er gjort i beregningene av vedfyring, skipstrafikk og for flyplassen, på samme måte som ble gjort i tidligere utredning (COWI 2016a)
- > Videre anbefales det mer detaljerte studier for å vurdere nivåene ved tunnelmunningene nærmere, spesielt i områder der boliger er lokalisert i nærheten, som ved Kvadraturen og Lund. Det er forventet at konsentrasjoner ved tunnelmunningene er forhøyede ettersom utslippene slippes ut i et begrenset område og oppkonsentreres.

9 Referanser

Agder Kommunerevisjon (2018). Selskapskontroll i Agder Kollektivtrafikk AS. Rapport til kontrollutvalgene i Kristiansand kommune, Vest-Agder fylkeskommune og Aust-Agder fylkeskommune.

Aldrin (2006). Effekt av vasking, feiing og salting i Strømsåstunnelen vinteren 04/05. Norsk Regnesentral, rapportnr.: SAMBA/21/06.

COWI (2011). Plan for miljøtiltak innenfor transportsektoren i Kristiansand sentrum.

COWI (2015). Luftsonkart for Nedreglomma region. Fredrikstad og Sarpsborg kommuner.

COWI (2016a). *Luftsonkart for Kristiansand – Delrapport 1: Utslippsberegninger, grunnlagsdata og metodikk.*

COWI (2016b). *Luftsonkart for Kristiansand – Delrapport 2: Resultater og analyse.*

COWI (2016c). Kartlegging Av Effekten På Luftkvalitet Av Begrensninger I Skipsanløp Til Sentrumsnære Havner: Trondheim, Bergen, Stavanger Og Oslo. Miljødirektoratet.

eKlima (n.d.). eKlima vær portalen, Meteorologisk institutt. Hentet 2020-08-18 fra:
http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL

Entec (2005). Quantification of ship emissions. Hentet 2015-09-01 fra:
<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/background.htm> ENVISA, 2005. Airport Local Air Quality Modelling: Zurich Airport Emissions Inventory, Using Three Methodologies. Hentet 2016-01-12 fra:
https://www.eurocontrol.int/eec/gallery/content/public/document/eec/conference/paper/2005/007_Zurich_Airport_emissions.pdf

FHI (2017). *Svevestøv - luftkvalitetskriterier. Fakta om svevestøv.* Hentet fra
<https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/svevestov/kort-sammendrag/>

Gustafsson, m.fl. (2006). Effekter av vinterdäck - en kunnskapsöversikt. VTI Rapport 543.

Gustafsson, M., Villamor, G., Rosendal, S. och Lindén, S. (2020). Guide till damningreducerande åtgärder. Rapport nr C500.

Heager-Eugensson, M., Bjurbäck, A., Nygren, H., Janhäll, S., Hulteberg, K., Gustavsson, M., Aschberger, C., Ramos Garcia, M. och Lindstein, F. (2018). *Damning och buller vid byggarbetsplatser.*

Kristiansands kommune (2020). Trafikkdata og Støybergegninger. Biltrafikk og fartsnivå på kommunale veier. Hentet 2020-08-12 fra:
<https://www.kristiansand.kommune.no/navigasjon/bolig-kart-og-eiendom/vei-og-trafikk/trafikdata-og-stoyberegninger/>

Kristiansand kommune (2021). Økonomiplan 2021-2024. Hentet 2021-03-24 fra: <https://www.kristiansand.kommune.no/contentassets/712daaa8832d482180d6d7cfd9ef1c38/okonomiplan-2021-2024.pdf>

Lakes (2014). AERMOD View Hentet 2014-12-22 fra:
<http://www.weblakes.com/products/aermod/index.html>

Miljødirektoratet (u.d.). Tiltakskalkulator for luftkvalitet.
<https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/tiltakskalkulator-for-luftkvalitet/>

Miljødirektoratet (2012). Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).

Miljødirektoratet (2014). Norske Utslipp. Hentet 2015-01-20 fra:
<http://www.norskeutslipp.no/no/Landbasert-industri/?SectorID=600>

Miljødirektoratet (2020). Grenseverdier for svevestøv. Forslag til reviderte grensverdier for PM10 og PM2,5. Rapport M-1669.

NILU - Norsk institutt for luftforskning (2005). Miljøfartsgrense i Oslo. Effekt på luftkvaliteten av redusert hastighet på rv 4. NILU rapport 41/2005.

NILU - Norsk institutt for luftforskning (2019). Vurdering av rentbrennende vedovners betydning for partikkelutslipp i Oslo kommune Effekt på svevestøvnivåer. NILU rapport 16/2019. Prosjekt nr: 119071.

Norsk Energi og SINTEF Energiforskning (2017). Tiltaksutredning vedrørende utslipp fra klimadrivere fra vedfying. Rapport nr. M-691/2017.

OFV, 2019. Utdrag fra: Opplysningsrådet for Veitrafikken (OFV). Kjøretøystatistikk 2018. <http://www.ofvas.no/publikasjoner/category390.html>

SSB, 2018. Mindre ved brennes i gamle ovner. Hentet 2020-08-20 fra:
<https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/mindre-ved-brennes-i-gamle-ovner>

Statens Kartverk (2015). DTM Terrengmodell – land.
<http://data.kartverket.no/download/content/digital-terrengmodell-10-m-utm-32>

Statens vegvesen (SVV) (2016). Renholdsforsøk i tunnel og gate i Trondheim våren 2015. Strindheimtunnelen og Oslo VIIIs gate. Rapportnr. 619.

Statens vegvesen (SVV) (2019). «Stadig flere velger piggfrie vinterdekk».
<https://www.vegvesen.no/om+statens+vegvesen/presse/nyheter/nasjonalt/stadig-flere-velger-piggfrie-vinterdekk>

USEPA (2011). AERMAP Terrain Preprocessor.
http://www.epa.gov/scram001/dispersion_related.htm

USEPA (2005). AERMOD: Description of Model Formulation. Hentet 2015-01-06
fra: http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod/aermod_mfd.pdf

Vista Analyse (2019). Virkemidler for å redusere utslipp fra vedfyring. Oppskrift
til renere luft i din kommune. Rapport 2019/02.

Vedlegg A- Oppdaterte riksveier

Riksveiene har hatt en samlet nedgang på 10 680 ÅDT mellom 2014 og 2019.

Tabell 19. *Sammensetning av riksveier med endret ÅDT mellom beregningsåren 2014 og 2019.*

Objektid	ÅDT 2014	ÅDT 2019	Endring
373706351	14500	16200	1700
208930825	16200	18200	2000
210053068	18000	17300	-700
579462246	26400	26300	-100
275595121	39400	39300	-100
209970998	28500	29800	1300
657516789	20000	22950	2950
85800267	45400	43700	-1700
85801018	19800	20800	1000
85801017	44200	47200	3000
85801013	29500	28500	-1000
85801011	23200	21800	-1400
85801010	21650	21250	-400
373706354	11600	11800	200
210670920	3400	4740	1340
85800991	6200	8600	2400
85800990	6200	8100	1900
157172001	550	920	370
157172003	550	900	350
157172004	550	900	350
159582361	550	900	350
275543612	4600	100	-4500
85800983	4500	5330	830
85800982	4500	6000	1500
85800981	3100	3650	550
85800980	4450	3590	-860
85800975	4900	4500	-400
85800974	8550	8500	-50
85800973	3450	1500	-1950
85800972	8450	8500	50
85800971	4800	4500	-300
85800970	3500	4000	500
85800969	3500	4000	500
85800968	2400	1500	-900
85800967	4800	3000	-1800
85800966	2400	1450	-950

Objektid	ÅDT 2014	ÅDT 2019	Endring
85800965	2400	1500	-900
85800963	16500	14500	-2000
85800962	2400	3300	900
210053082	5000	6000	1000
210053083	5000	5050	50
85800946	11000	12700	1700
85800945	6000	6320	320
85800944	40200	42400	2200
588150785	12000	13120	1120
85800940	5000	6390	1390
85800939	34500	37120	2620
85800937	23000	22500	-500
85800936	23500	20800	-2700
488289562	3000	3230	230
588150792	2100	2260	160
488289563	11100	6910	-4190
488289564	3000	1530	-1470
588150793	5500	4000	-1500
85800891	175	50	-125
85800888	175	50	-125
85800875	7200	7600	400
373718279	7850	9500	1650
373706361	9200	9000	-200
210053084	7250	8800	1550
85800872	3600	3800	200
210670923	13500	11900	-1600
373706362	12500	11100	-1400
85800859	1800	2800	1000
210670503	8700	9300	600
85800696	5250	5200	-50
85800691	1150	750	-400
209148819	800	500	-300
85800690	1500	1600	100
85800689	3900	1600	-2300
85800688	3900	3200	-700
85800686	2150	1600	-550
85800684	1650	1450	-200
85800683	2650	2000	-650
85800682	9800	9300	-500
85800681	4400	4050	-350
85800680	750	650	-100

Objektid	ÅDT 2014	ÅDT 2019	Endring
85800679	1600	1450	-150
85800678	1000	1050	50
85800675	300	1000	700
373706734	400	3000	2600
373706735	200	400	200
210670505	7200	7100	-100
85800659	11700	10300	-1400
85800658	8800	8300	-500
587838801	1300	1400	100
587838800	1250	1300	50
85800825	11500	12400	900
85800824	13000	13500	500
587838806	13000	13500	500
587838807	13000	12850	-150
587838803	1200	1150	-50
373706364	1850	2300	450
209000463	1550	1700	150
85800809	5000	6500	1500
488289549	21300	13520	-7780
373706737	14300	18500	4200
85800783	1950	1750	-200
488289554	5900	5050	-850
588150804	5900	5050	-850
488289555	5500	3540	-1960
488289556	5500	3130	-2370
488289557	5500	1780	-3720
488289558	5500	1740	-3760
85800778	4350	4550	200
85800714	6950	7200	250
85800711	650	1350	700
85801014	19200	13900	-5300
85801012	19000	14600	-4400
85800964	2400	7200	4800
85800961	4800	7300	2500
85800960	2400	4000	1600
85800668	6600	6750	150
209404586	5500	5850	350

Vedlegg B- Oppdaterte kommunale veier

Kommunale veier har hatt en samlet økning på 2 860 ÅDT mellom beregningsårene. I området Kvadraturen har det vært en nedgang på 2 147 ÅDT, mens det i området Lund har vært en økning på 876 ÅDT.

Tabell 20. Sammensetning av endringen for kommunale veier, i ÅDT, mellom beregningsårene 2014 og 2019. Grå markering viser endring i området Kvadraturen, mens grønn farge viser endring i Lund.

Veienavn	ÅDT 2014	Måleår (2014)	ÅDT 2019	Måleår (2019)	Endring ÅDT
Brattvollsheia	832	2000	833	2015	1
Lianveien	1252	2010	4523	2018	3271
Valsvikveien	1257	2008	1049	2017	-208
Øvre Ringv.	1337	2007	1681	2015	344
Nye Teglverksv.	1495	2008	1509	2015	14
Gislemyrveien	1856	2006	1798	2015	-58
Steindalen	2110	2013	4081	2018	1971
Hånesveien	2707	2015	2713	2017	6
Liane ringvei	2824	2004	5964	2017	3140
Kronprinsens gate	2893	2015	729	2018	-2164
Tordenskjolds gate	2940	2011	2793	2017	-147
Elvegata	3151	2015	1472	2018	-1679
Rigetjønneveien	3905	2007	2341	2018	-1564
Kirsten Flagstads vei	3939	2015	3317	2018	-622
Lumberveien	4383	2010	3934	2016	-449
Hellemyrbakken	4426	2012	3349	2017	-1077
Vågsbygd ringvei	4954	2014	7199	2018	2245
Gamle Flekkerøyvei	5185	2001	7002	2018	1817
Tinnheiveien	5937	2014	4602	2018	-1335
Skibåsen	7829	2012	3162	2018	-4667
Fløybakken	723	1998	547	2016	-176
Randesundsgata	729	2008	874	2017	145
Broveien	758	2008	467	2018	-291
Odderøyveien	802	2015	1016	2017	214
A. Kjærsv.	1091	2015	1506	2015	415
Auglandsveien	1165	2008	801	2017	-364
Kjerrheibakken	1329	1998	505	2014	-824
Holbergsgata	1428	1999	1713	2018	285
Gimleveien	2459	2011	3682	2017	1223
Justnesskauen	932	2015	252	2016	-680
Tangen	989	2001	2400	2015	1411

Gangdalsveien	1692	2015	238	2016	-1454
Veienavn	ÅDT 2014	Måleår (2014)	ÅDT 2019	Måleår (2019)	Endring ÅDT
Tretjønneveien	1905	2015	3277	2018	1372
Vardåsveien	2038	2015	2206	2017	168
Ålefjærveien	2071	2015	2061	2015	-10
Slettheiveien	2549	2015	2949	2018	400
Kongsgård alle	3453	2006	2871	2016	-582
Grasdalen	6973	2009	9742	2018	2769