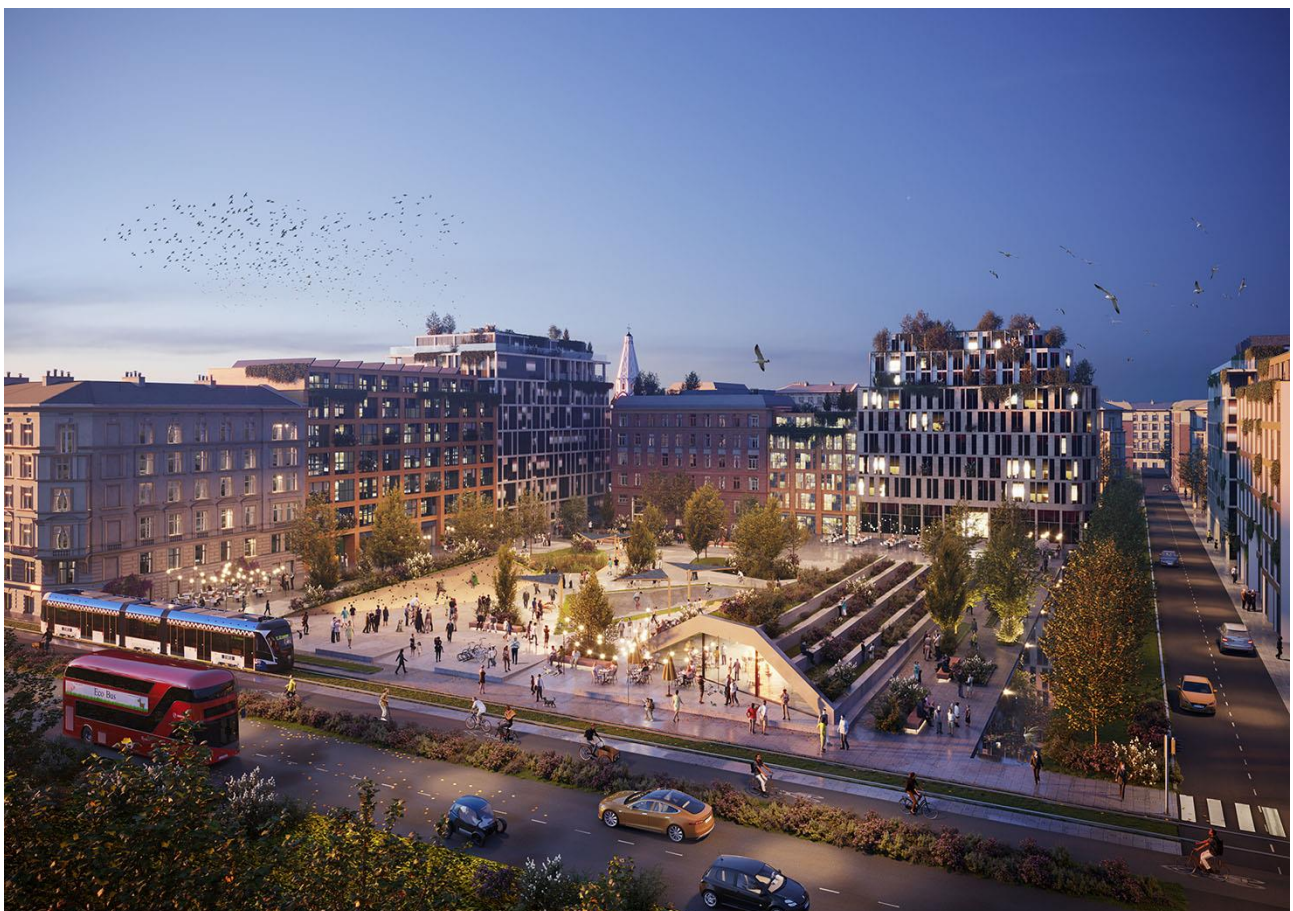


# Store Breiholten

## Luftkvalitetsvurdering



## Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	24.10.2024	Første versjon	Julie Grindberg Walleråunet	Joanne Inchbald
01	06.01.2025	Revidert etter innspill fra kunde og nye trafikk tall	Julie Grindberg Walleråunet	Joanne Inchbald

## Sammendrag

Sweco Norge har i oppdrag av Bono Kokstad AS gjennomført en luftkvalitetsvurdering i forbindelse med detaljregulering ved Store Breiholten ved Ytrebygda i Bergen kommune.

Beregnet konsentrasjon av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>) for utbyggingsscenario er vurdert mot retningslinjer gitt i Miljødepartementets Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520). Vurdering av luftkvaliteten i planområdet er gjort med bakgrunn i spredningsberegninger utført ved hjelp av programvaren CadnaA Option APL. Det er beregnet konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> i avstand fra nærliggende veier.

Spredningsberegninger med bygninger tyder på at trafikkutslipp fra FV 5174 Kokstadvegen vil medføre en gul luftforurensningssone som strekker seg inn over planområdets grense i vest. Bolig og uteområde har bruksformål som er følsomt for luftforurensning. Boliger og takparken vil ikke bli berørt av luftforurensningssone, men mindre deler av arealet på bakkenivå mellom boliger og vei vil havne i gul luftforurensningssone for svevestøv (PM<sub>10</sub>). Selv om planlagt luftfølsom arealbruk i dette tilfelle ikke befinner seg innenfor gul luftforurensningssone, foreslås det likevel noen generelle tiltak som kan brukes, med hensikt til at luftkvaliteten i området oppnår best mulig kvalitet.

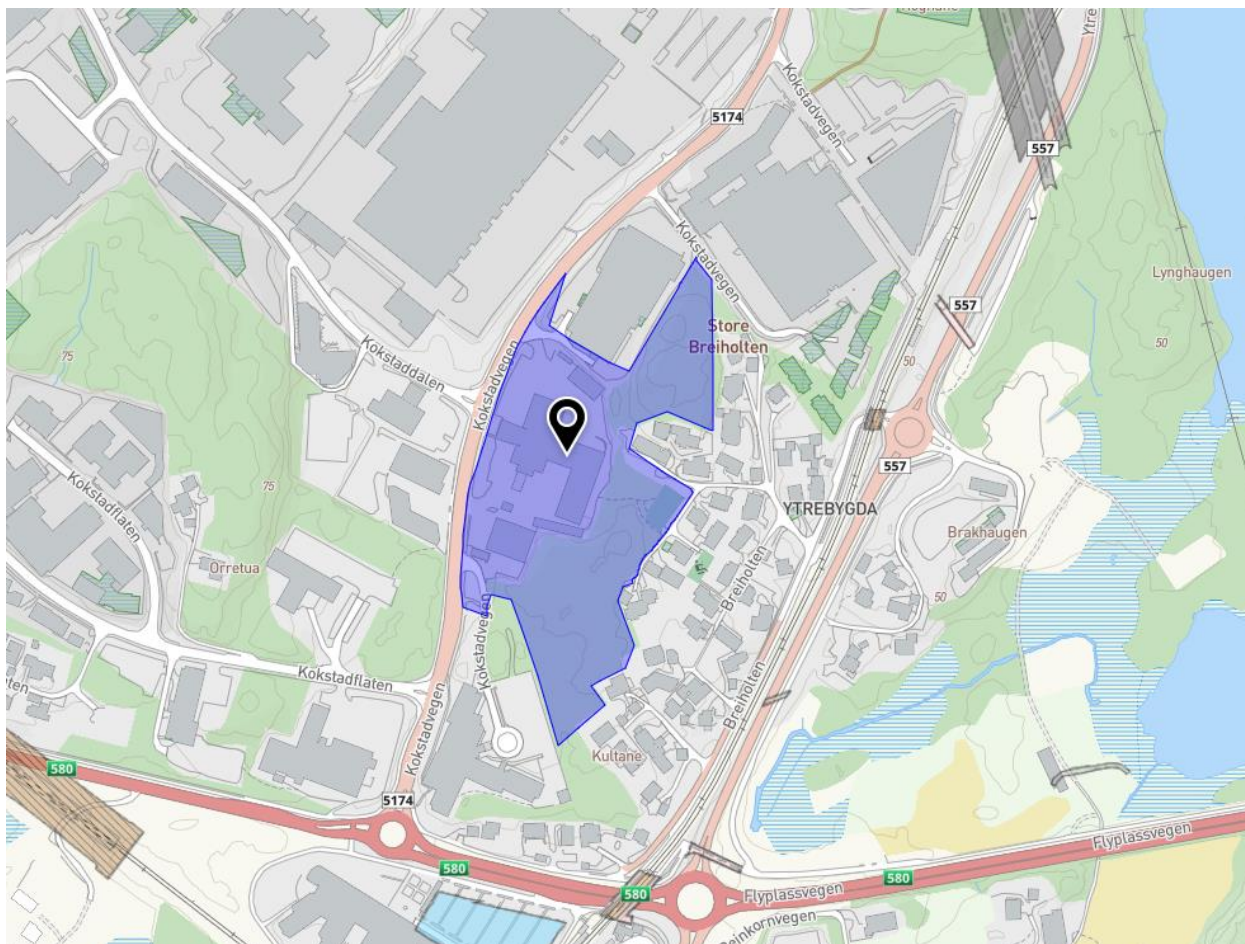
## Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn og beliggenhet .....	1
2	Lufforurensning, helse og miljø .....	2
3	Juridiske grunnlag og nasjonale føringer .....	4
3.1	Lovbestemte grenseverdier og nasjonale mål .....	4
3.2	Retningslinjer og luftforurensningssoner.....	4
3.3	Miljødirektoratets veiledning til luftkvalitet i arealplanlegging .....	5
4	Lokal luftforurensning .....	6
4.1	Gjeldende arealplaner.....	6
4.1.1	Kommuneplanens arealdel (KPA) 2018 – 2030 .....	6
4.1.2	Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Bergen .....	6
4.2	Overordnet luftsonekart.....	7
4.2.1	Miljødirektoratets fagbrukertjenester .....	7
4.2.2	Sammenligning av tilgjengelige luftsonekart .....	7
4.3	Lokale måledata .....	8
4.4	Utslippskilder .....	9
4.5	Variabilitet over tid.....	10
4.6	Nivå 1 vurdering .....	10
5	Spredningsberegninger .....	11
5.1	Beregningsmetode .....	11
5.2	Resipienter .....	11
5.3	Meteorologi og vinddata.....	11
5.4	Trafikk og vegstrekninger.....	13
5.5	Utslippsfaktorer .....	13
5.6	Bakgrunnskonsentrasjoner .....	13
5.7	Usikkerhet i modellberegninger.....	14
6	Resultater .....	14
7	Konklusjoner.....	15
8	Tiltak .....	15
8.1	Avbøtende tiltak .....	15
8.2	Tiltak i anleggsperioden .....	16
9	Ordliste .....	17
10	Referanser.....	18
	Vedlegg 1: Omregning og behandling av data .....	20
	A - Utslippsfaktorer .....	20
	B - Bakgrunnskonsentrasjoner .....	20
	C - Omdanning av NO <sub>x</sub> til NO <sub>2</sub> .....	21
	D - Beregning av 98-persentilen for døgnmiddel av PM <sub>10</sub> .....	21
	Vedlegg 2 Luftsonekart.....	23

# 1 Bakgrunn og beliggenhet

Sweco Norge har i oppdrag av Bono Kokstad AS gjennomført en luftkvalitetsvurdering i forbindelse med detaljregulering ved Store Breiholten i Bergen kommune med gnr. 114 bnr. 236, 258, 136 m.fl.

Planområdet ligger i Ytrebygda og utgjør ca. 39 374 m<sup>2</sup> og ligger i arealformål «byfortetningszone». Planområdets beliggenhet er vist på oversiktskart i Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart over planområdet. Kartkilde: kommunekart.com

Hensikten med planarbeidet er etablering av ny boligbebyggelse ved flere byggetrinn, eksisterende næringsvirksomhet skal i hovedsak rives.

I denne rapporten gjøres det en vurdering av den lokale luftforurensningen i planområdet ut fra spredningsberegninger, i tråd med gjeldende regelverk og Retningslinjer for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T 1520).



Figur 2: Planområdet med utearealer. Kilde: En til en arkitekt

## 2 Luftforurensning, helse og miljø

Kvaliteten på lufta vi puster inn og omgir oss med, er av fremste betydning for vår helse og trivsel. I tillegg påvirker den økosystemer og vegetasjon i stor grad.

Luftforurensning er et helse- og miljøproblem i mange norske byer og tettsteder, hovedsakelig i vinterhalvåret. De viktigste luftforurensningene er nitrogenoksider (særlig  $\text{NO}_2$ ) og svevestøv. Utslipp av nitrogenoksider skjer gjennom forbrenningsprosesser og har veitrafikk som hovedkilde i Norge. Svevestøv kommer også fra veitrafikk, herunder eksos og slitasje av dekk og veibane, samt vedfyring. Svevestøv grupperes i to størrelsesfraksjoner ( $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$ ), hvor  $\text{PM}_{10}$  inkluderer alle partikler med diameter under  $10 \mu\text{m}$ . Den finkornete størrelsesfraksjon  $\text{PM}_{2,5}$  har diameter under  $2,5 \mu\text{m}$ . Svevestøv anses som den viktigste årsaken til helseskadelige effekter av forurenset luft [1].

I de nasjonale forventningene til regional og kommunal planlegging 2023-2027 [2] står det følgende:

*«Det er også viktig å sikre at befolkningen ikke blir utsatt for forurensning, dårlig luftkvalitet og støy. Planleggingen bør sikre at ny utbygging ikke fører til at eksisterende bebyggelse blir utsatt for støy og forurensning over grenseverdiene.»*

Samt:

*«I tettbygde områder er det viktig å redusere helseskadelig støy og luftforurensning og samtidig legge til rette for at flere kan gå og sykle ved daglige gjøremål, til og fra arbeid, skole og fritidsaktiviteter.»*

Helseskadelige effekter avhenger av både konsentrasjoner og eksponeringstid, og omhandler særlig forverring eller utvikling av luftveis-, hjerte- og karsykdommer, samt svekkede lunge- og luftveisfunksjoner. Det europeiske miljøbyrået (EEA) har anslått antall for tidlige dødsfall i Norge knyttet til luftforurensning [3]. Finfraksjonen av svevestøv ( $PM_{2.5}$ ) skal ha vært årsak til henholdsvis 160 dødsfall og 1600 tapte leveår i løpet 2020, noe som tilsvarer 30 tapte leveår per 100.000 innbyggere. Nitrogendioksid ( $NO_2$ ) skal ha stått for 90 for tidlige dødsfall og 970 tapte leveår i Norge i løpet av 2020. Dette tilsvarer 18 tapte leveår per 100.000 innbyggere.

Total sykdomsbyrde som følge av finfraksjonen av svevestøv, i form av helsetapsjusterte leveår, ble i 2019 estimert til 15 000 DALY (Disability Adjusted Life Years) for den norske befolkning [4]. Dette er en del av det internasjonale sykdomsbyrdeprosjektet, Global Burden of Disease, hvor data for Norge er oppsummert av Folkehelseinstituttet på deres nettsted.

Folkehelseinstituttet har i tillegg framskrevet DALY-estimat for svevestøv til 2025 for en rekke norske byer [4]. For Oslo er dette beregnet på 2 666 DALY, som tilsvarer 380 helsetapsjusterte leveår per 100.000 innbyggere [4][5]. Dette viser at ved en reduksjon av luftforurensning, kan vi oppnå en betydelig forbedring av livskvalitet og forminskning av helseplager.

I tillegg til den lokale luftforurensningens effekt på menneskers helse, bidrar utslipp også til effekter på regionalt og globalt nivå. Særlig er økosystemer og vegetasjon sårbare overfor luftforurensning, hvor konsekvenser kan være eksempelvis sur nedbør, utvasking av næringsstoffer i jord og overgjødsling av vassdrag og vegetasjon [6]. Dette kan igjen føre til konsekvenser som vegetasjonsskader, mindre avlinger, tap av biomangfold og fiskedød. De samfunnsøkonomiske konsekvensene kan derfor bli store når luftforurensningen rammer miljø og natur.

Generelt kan høye konsentrasjoner av luftforurensning gi skadelige effekter på vegetasjon, dyr og biologiske funksjoner som vekst, reproduksjon og overlevelse. I forurensningsforskriften kapittel 7 om lokal luftkvalitet, er grenseverdien for beskyttelse av økosystemet og vegetasjon gitt for  $NO_x$  ved  $30 \mu g/m^3$  per kalenderår.

## 3 Juridiske grunnlag og nasjonale føringer

### 3.1 Lovbestemte grenseverdier og nasjonale mål

I forurensningsforskriften settes minimumskrav til luftkvaliteten i Norge. Disse er juridisk bindende grenseverdier for konsentrasjoner av ulike luftforurensningskomponenter. Det er også definert helsebaserte nasjonale mål for nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>). Disse angir et mer langsiktig ambisjonsnivå for luftkvaliteten ut fra hva som anses som trygg luftkvalitet. Luftkvalitetskriterier er fastsatt av FHI og Miljødirektoratet og er basert på kunnskap om helseeffekter. Luftkvalitetskriteriene angir et nivå som de fleste kan eksponeres for uten at det oppstår skadevirkninger på helse. Forurensningsforskriftens grenseverdier, nasjonale mål samt luftkvalitetskriterier er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier for NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>, med antall tillatte overskridelser.

Parameter	Midlingstid	Forurensningsforskriften	Nasjonale mål	Luftkvalitetskriterier (fra 2023)
NO <sub>2</sub>	år	40 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
	time	200 µg/m <sup>3</sup> , maksimalt 18 overskridelser per år	-	100 µg/m <sup>3</sup>
	døgn	-	-	25 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	år	30 µg/m <sup>3</sup> (for beskyttelse av vegetasjon)	-	
PM <sub>10</sub>	år	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>
	døgn	50 µg/m <sup>3</sup> , maksimalt 25 overskridelser per år	-	30 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	år	10 µg/m <sup>3</sup>	8 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>
	døgn	-	-	15 µg/m <sup>3</sup>

### 3.2 Retningslinjer og luftforurensningssoner

Miljøverndepartementet, nå Klima- og miljødepartementet, vedtok i 2012 «Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)» [16]. Dette er statlige anbefalinger for hvordan luftforurensning bør behandles i kommunens arealplanlegging, og har som formål å forebygge og redusere helseeffekter grunnet luftforurensning gjennom følgende:

- Å gi anbefalinger for når og hvordan luftforurensning skal tas hensyn til ved planlegging av virksomhet og bebyggelse.
- Å gi anbefalinger med hensyn til områdets egnethet for ulike arealbruk ut fra luftforurensningsforhold, samt vurdere behovet for avbøtende tiltak.

Retningslinjene skildrer grunnlag for etablering av luftforurensningssoner der det er fare for helseskader som følge av luftforurensning. Luftforurensningen kartfestes i en rød og en gul sone.

Gul sone er en vurderingssone hvor det bør vises varsomhet med å tillate etablering av bebyggelse med bruksformål som er følsom for luftforurensning og etablering eller vesentlig utvidelse av luftforurensende virksomhet. Anbefalte grenser for gul sone er baserte på luftkvalitetskriteriene utarbeidet av Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet.

Rød sone angir et avviksområde som på grunn av høye luftforurensningsnivåer er lite egnet til bebyggelse med bruksformål som er følsom for luftforurensning og etablering eller vesentlig utvidelse av luftforurensende virksomhet. Anbefalte grenser for rød sone er basert på forurensningsforskriftens grenseverdier, slik at de avgrenser avviksområde.

Anbefalte grenser for luftforurensning i gul og rød sone beskrives nærmere i Tabell 2. Grensene gjelder NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub>. Generelt vil PM<sub>2,5</sub> være dekket av kriteriene for PM<sub>10</sub> og er derfor ikke gitt egne grenser.

Tabell 2: Anbefalte grenser for luftforurensning og kriterier for soneinndeling ved planlegging av virksomhet eller bebyggelse [16].

Komponent	Luftforurensningssone <sup>1</sup>	
	Gul sone	Rød sone
PM <sub>10</sub>	Døgnmiddel: 35 µg/m <sup>3</sup> Med inntil 7 overskridelser pr. år	Døgnmiddel: 50 µg/m <sup>3</sup> Med inntil 7 overskridelser pr. år
NO <sub>2</sub>	Vintermiddel: 40 µg/m <sup>3</sup>  Vintermiddel defineres som perioden fra 1. november til 30.april	Årsmiddel: 40 µg/m <sup>3</sup>
<b>Helserisiko</b>		
	Personer med alvorlig luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for forverring av sykdommen. Friske personer vil sannsynligvis ikke ha helseeffekter.	Personer med luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for helseeffekter. Blant disse er barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekarlidelser mest sårbare.

<sup>1</sup> Bakgrunnskonsentrasjonen er inkludert i sonegrensene.

### 3.3 Miljødirektoratets veiledning til luftkvalitet i arealplanlegging

Miljødirektoratet har utarbeidet digital veileder til T-1520 [17]. Den anbefaler en trinnvis vurdering i tre nivåer. Det første nivået er en grov oversiktskartlegging for å vurdere problemomfang. Kartleggingen baseres på kart- og utslippsdata fra Miljødirektoratets fagbrukertjeneste, eventuelt andre offentlige kilder, samt tilgjengelig måledata, og er presentert i kapittel 4 i denne rapporten. Dersom det konkluderes med at det er risiko for luftforurensningssone i område med følsomt arealbruk, kan det være behov for mer detaljert utredning.

Det andre nivået innebærer undersøkelse med passive prøvetakere. Disse benyttes til å måle NO<sub>2</sub> og andre gasser, men er mindre egnet til måling av svevestøv (PM<sub>10</sub>). Målemetoden gir et samlet resultat for hele måleperioden, oftest per måned, i motsetning til automatiske målere som måler kontinuerlig. Passive prøvetakere er mindre nøyaktige enn målestasjoner, men er til gjengjeld kostnadseffektive og kan brukes til å sammenligne luftkvalitet på forskjellige steder i nærhet av en forurensningskilde. Slike målinger kan likevel ikke si noe om en fremtidig situasjon med fremskrevne trafikkdata og nye bygninger som kan medføre endring i spredningsforholdene, og er dermed ikke vurdert videre her.

Det tredje nivået anvendes når det er behov for mer detaljert vurdering. Spredningsmodell benyttes til å utarbeide luftsonekart, og kan baseres på fremskrevne trafikkdata og forventet utslipp, for å vurdere planlagte forurensningskilder. Veilederen vektlegger beskrivelse av inngangsdata og usikkerheter ved modellen. Dette er beskrevet i kapittel 5 i denne rapporten, med tilleggsdata presentert i Vedlegg 1.

## 4 Lokal luftforurensning

Dette kapitlet gir en grov oversiktskartlegging av lokal luftkvalitet i tråd med Miljødirektoratets veileder for nivå 1 utredning.

### 4.1 Gjeldende arealplaner

Planområdet ligger ved Store Breiholten i Bergen kommune. De følgende gjeldende arealplaner inneholder bestemmelser om luftkvalitet og luftforurensning

#### 4.1.1 Kommuneplanens arealdel (KPA) 2018 – 2030

Bergen kommune vedtok 19.06.2019 Kommuneplanens arealdel 2018-2031 (KPA2018) [23]. KPA 2018 inkluderer hensynssone – annen fare H390\_1 og H390\_2 som er basert på henholdsvis rød og gul luftforurensningssone i et luftsonekart utarbeidet av Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Meteorologisk institutt (MET). Dette tok utgangspunkt i data fra 2015 i daværende Nasjonal Beregningsverktøy (NBV). Planområdet befinner seg ikke i hensynssone for luftforurensning.

Bestemmelser til KPA 2018 inkluderer følgende om luftforurensning:

**§23.1.1** Alle tiltak skal planlegges slik at luftkvaliteten inne og ute blir tilfredsstillende.

**§23.1.2** Nye skoler og barnehager og helseinstitusjoner skal ikke lokaliseres i områder med luftkvalitet tilsvarende rød sone.

**§23.1.3** Luftinntak til bygning skal plasseres slik at tilluften får best mulig kvalitet.

Det står videre i retningslinjer til KPA2018 bestemmelsene at:

«Den til enhver tid gjeldende retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging skal legges til grunn for saksbehandling.»

Det henvises derfor til T-1520 (se kapittel 3.2 ovenfor).

#### 4.1.2 Tiltaksutredning for lokal luftkvalitet i Bergen

På oppdrag fra Bergen kommune ble det i 2022 utarbeidet en revidert tiltaksutredning for bedre luftkvalitet i Bergen av NILU (Norsk institutt for luftforskning) [24]. Inkludert i tiltaksutredningen var spredningsberegninger for dagens situasjon (i 2019) og forventet fremtidig situasjon (2030). Spredningsberegningene beregnet konsentrasjoner for hele byen i et 1x1 km rutenett, med tilleggsberegningsspunkt i vesentlig tettere rutenett i nærheten av hovedkilder, som resulterte i luftsonekart.

Vindfeltet beregnet i spredningsmodellen benyttet til tiltaksutredningen har en oppløsning på 1 km, og kan dermed ikke hensynta terrengform på mindre skala, eller bygninger og andre strukturer som kan påvirke spredning. I tiltaksutredningen påpekes det at dette kan føre til overestimering av eksponering til forurensning i områder rundt tunnelmunninger, da modellen «*antar en situasjon der den eksponerte befinner seg i rett horisontal linje fra tunnelutslippet. Ofte vil i praksis høydeforskjell til munningen og skjerming fra vegetasjon o.l. gi lavere eksponering.*» [24]

I tiltaksutredningens beregning av befolkningseksponering er det tatt høyde for boligenes vertikale plassering i forhold til tunnelmunninger, ved å sammenligne beregninger med måleresultater fra passive prøvetakere rundt tunnelmunninger. Luftsonekartet viser derimot opprinnelig beregningsresultat.

Tiltaksutredning inkluderer en grundig modellevaluering, og konkluderte med at ved de fleste målestasjonene (som ikke er plassert i nærheten av tunnelmunninger) underestimerte spredningsmodellen konsentrasjoner av luftforurensning til viss grad.

Luftsonekartet utarbeidet i forbindelse med tiltaksutredningen viste at planområdet befinner seg utenfor gul og rød luftforurensningssone.

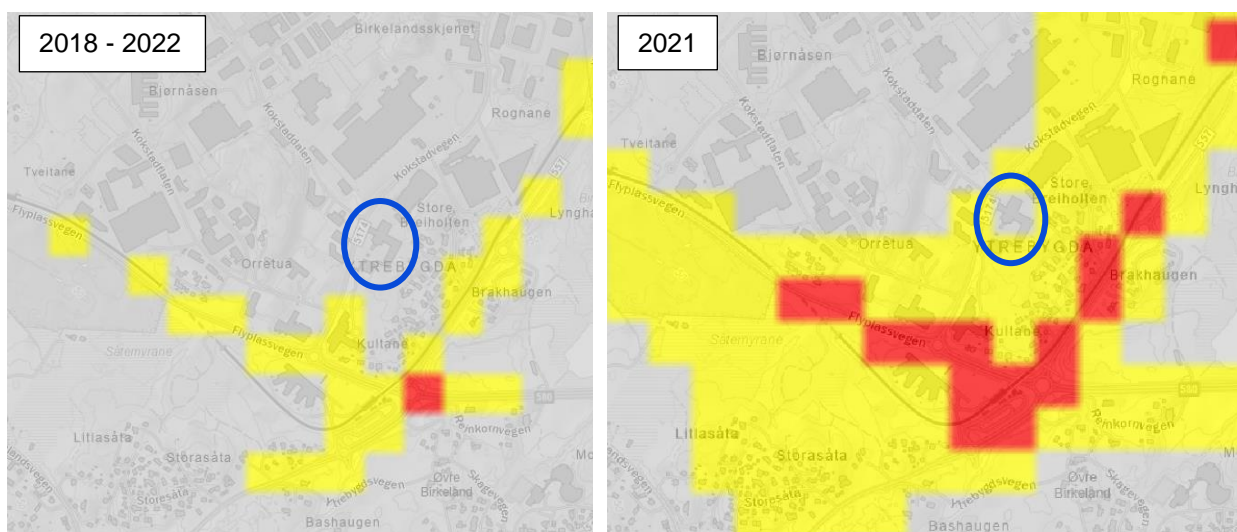
## 4.2 Overordnet luftsonekart

### 4.2.1 Miljødirektoratets fagbrukertjenester

Siden utgivelsen av temakart for luftsoner i 2013 har overordnet luftsonekart for årene 2016 til 2022 blitt utarbeidet av Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Meteorologisk institutt (MET). Disse er tilgjengelig fra Miljødirektoratets fagbrukertjeneste for luftkvalitet [8]. Beregninger er gjort over hele kommuner i et grovt rutenett på 100 x 100 meter, og tar ikke hensyn til terreng, bygninger eller andre strukturer som kan påvirke spredning. Beregningen tar med hovedvegen samt andre store kilder til luftforurensning.

Luftsonekart over området viser at planområdet til Store Breiholten ligger delvis i gul luftforurensningssone ved et «dårlig» år (2021). Forurensningen stammer i hovedsak fra veiene Rv 580 Flyplassvegen som går sør for planområdet og Fv 557 Ytrebygdsvegen som går sørvest for planområdet. Luftsonekart fra Miljødirektoratets Fagbrukertjeneste for luftkvalitet er vist i Figur 3.

Luftsonekartene fra fagbrukertjeneste for luftkvalitet viser stor årlig variasjon i utstrekning av luftforurensningssoner. Luftsonekart for de sammensatte årene 2018-2022 anses derfor å gi et representativt bilde av den gjennomsnittlige luftkvaliteten de siste årene. Dette luftsonekartet er sammenlignet med luftsonekartet for et «dårlig» år, 2021.



Figur 3: Miljødirektoratets overordnede luftsonekart over området for de sammensatte årene 2018 - 2022, samt et "dårlig" år 2021. Omtrentlig plassering av planområdet er merket med blå sirkel. Kilde: Miljødirektoratets fagbrukertjeneste

### 4.2.2 Sammenligning av tilgjengelige luftsonekart

Det finnes flere utgaver av luftsonekart over Bergen. Den første, som gir grunnlaget for faresoner for luftkvalitet i KPA2018, anses nå som utdatert. De nyere kartene, fra tiltaksutredningen og fagbrukertjenesten, gir i utgangspunktet forskjellige svar om luftkvalitet i planområdet.

Beregninger til tiltaksutredningen viste ingen luftforurensningssone i planområdet. Tiltaksutredningen benyttet 2019 som beregningsår. Fagbrukertjenestens luftsonekart for beregningsår 2019 viser også ingen luftsoner i planområdet. Derimot i noen beregningsår viser fagbrukertjenestens luftsonekart gul sone i planområdet. Dette tyder på at meteorologiske forhold i Bergen i 2019 var gunstig når det gjelder

luftforurensning, samt at det tilsynelatende avviket mellom luftsonekart fra tiltaksutredningen og fagbrukertjenesten ikke er så stort.

Luftsonekart fra fagbrukertjenesten har til fordel at den inkluderer stadig flere beregningsår, og kan ta høyde for årlige variasjoner. Det sammensatte kartet for de siste 5 år, vist i Figur 3, anses derfor som styrende. Overordnet luftsonekart må likevel tolkes med varsomhet, og er egnet til innledende utredning, der det vurderes behov for mer detaljerte beregninger.

I dette tilfellet vurderes at mer detaljerte beregninger med lokalskala modell som kan ta hensyn til terreng og bygg vil være nødvendig for tilstrekkelig utredning av luftkvalitet i planområdet.

### 4.3 Lokale måledata

Nærmeste målestasjon til planområdet er Rådal målestasjon som ligger ca. 3,5 km øst for planområdet. Målestasjonen er en veinær målestasjon som måler konsentrasjoner av nitrogenoksider (NO<sub>2</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>). Målestasjonen ligger like ved Rv 580 Fanavegen ved Råtjørna og er påvirket av utslipp fra veien.

Plassering og avstand til målestasjon er vist i Figur 4. Både planområdet og målestasjonen ligger like ved trafikkert vei, men veien ved målestasjonen har vesentlig høyere årsdøgntrafikk (25500 ÅDT i 2023) enn veien ved planområdet (8000/9000 ÅDT i 2023; trafikkdata hentet fra nasjonal vegdatabank [25]). Målestasjonen anses derfor ikke å være representative for planområdet, og en spredningsmodell er benyttet for å anslå konsentrasjoner av PM<sub>10</sub> og NO<sub>2</sub> i planområdet. Modellen er en lokalskala spredningsmodell som inkluderer både større og mindre veier, terreng og eksisterende og planlagte bygninger og som utarbeider en betydelig mer detaljert beskrivelse av luftkvalitet over et mye mindre område enn de fra Miljødirektoratets fagbrukertjeneste.

Data fra Rådal målestasjon for de siste fem årene er hentet fra NILUs nettside for historiske data og oppsummeres i Tabell 3.



Figur 4: Målestasjon på Rådal er markert med grønn trekant, planområdet er markert med rød sirkel.

I tillegg måler Bergen kommune NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner på flere steder ved bruk av passive målere. Passive målere er mindre nøyaktig enn målestasjoner, og usikkerhet tilknyttet de månedlige målingene er tidligere anslått til 15% av NMI (2015). De utgjør likevel en kostnadseffektiv måte for å sammenligne forurensningsnivå på ulike steder. Tilgjengelige måleresultater fra nærmeste målestasjonene

(Blomsterdalen) med data fra de siste fem år er hentet fra Bergen kommune sine nettsider og oppsummeres i Tabell 4. Måleresultatene viser ingen målinger over grenseverdien på 40 µg/m<sup>3</sup> de siste 5 årene.

Tabell 3: Oppsummering av tilgjengelige måleresultater for luftforurensning ved Rådal målestasjon.

År	Årsmiddel NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Vintermiddel NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Årsmiddel PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	8. høyeste døgnmiddel PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	28,33	33,27	14,18	43,59
2020	20,18	26,40	11,39	28,97
2021	20,72	24,33	11,40	29,14
2022	18,78	23,87	12,22	36,01
2023	16,19	19,53	10,56	26,68

\* Gul farge betegner verdier som overskrider kriterier for gul luftforurensningssone. Rød farge betegner verdier som overskrider kriteriene for rød luftforurensningssone.

Tabell 4: Måleresultater for luftforurensning målt med passive målere i nærheten av planområdet.

Målested	Årsmiddel NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				
	2019	2020	2021	2022	2023
Blomsterdalen	19,6	18,6	17,8	15,3	18,4

Målestedet Blomsterdalen antas å ligge like ved trafikkert vei, og vil være påvirket av utslipp fra vei. Årsmiddel NO<sub>2</sub> målt ved Blomsterdalen er lavere enn årsmiddel NO<sub>2</sub> målt ved Rådal for de fleste år, bortsett fra 2023.

## 4.4 Utslippskilder

Vegtrafikk er den viktigste kilden til luftforurensning i byer og tettsteder. Skipstrafikk kan ha et betydelig bidrag i havneområder med høy båttrafikk, det samme kan gjelde for sjøsalt. I noen industriområder utgjør utslipp fra forbrenningsprosesser en vesentlig kilde til lokal luftforurensning. Luftforurensningen er betydelig høyere om vinteren enn om sommeren, og dette skyldes hovedsakelig at lufta er mer stabil om vinteren slik at forurensningen akkumuleres. I tillegg bidrar utslipp fra oppvarming (ved- og oljefyring) og piggdekkbruk til økt utslipp av partikler.

I planområdet utgjør eksosutslipp fra vegtrafikk den aller største lokale kilden til luftforurensning av NO<sub>2</sub> og bidrar med ca. 45 – 56 % til årsmiddelkonsentrasjon. «Bakgrunn» står for ca. 43 - 53,2 % som vil være langreist forurensning fra utenfor bydelen. Industri har et lite bidrag på 0,6 - 0,8 %

For PM<sub>10</sub> er veistøv den største menneskeskapt kilden og bidrar med ca. 12,3 - 18,8 % til årsmiddelkonsentrasjonen. Vedfyring er også en menneskeskapt kilde og bidrar med ca. 8,7 – 10,8 %. «Bakgrunn» er en betydelig kilde og bidrar med ca. 37,6 - 40,4 %. Sjøsalt også en betydelig kilde og bidrar med ca. 32,9 – 35,1 % og eksos med ca. 1,2 – 2 % til årsmiddelkonsentrasjonen av PM<sub>10</sub>. Opplysninger om kildebidrag til lokal luftforurensning er hentet fra Miljødirektoratets fagbrukertjenester [8], og gjelder for årene 2018 – 2022.

Bybanen i Bergen går forbi planområdet. Etter det vi kan se går det kun elektriskdrevet tog på denne linjen, og det vil dermed ikke være noe eksosutslipp fra tog. Det vil være et begrenset svevestøvutslipp fra bremse-, hjul- og baneslitasje, men med antall togpasseringer på ca. 20 tog i timen, vil ikke dette utgjøre et vesentlig bidrag til lokal luftforurensning.

Med henvisning til Miljødirektoratets database Miljøstatus og Norske utslipp - landbasert industri [9], er det en registrert virksomhet med utslipp til luft innenfor 1 km av planområdet. Den registrerte virksomheten er Hansa Borg Bryggerier, Kokstad som ligger ca. 100 m fra planområdet. Bedriften har i gjennomsnitt sluppet ut 0,424 tonn NO<sub>x</sub> og 0,102 tonn svevestøv per år de siste fem årene. Utslipp fra Hansa Borg Bryggerier inngår i fagbrukertjenestens beregning for årsmiddel av NO<sub>2</sub>. Med henvisning til fagbrukertjenestens prosentvise industribidrag og gjennomsnittlig årsmiddelkonsentrasjon, er bidraget fra industri i planområdet beregnet til å være 0,11 µg/m<sup>3</sup>. Dette bidraget er lagt til bakgrunnskonsentrasjonen (nærmere beskrevet i kap. 5.6), slik at bidraget inngår i spredningsberegningene.

Trafikkutslipp fra nærliggende veger er blitt undersøkt nærmere ved bruk av spredningsberegninger for fremtidig situasjon for tomta.

## 4.5 Variabilitet over tid

Lokal luftkvalitet varierer over tid og avhenger av flere faktorer, særlig vær, vind og temperatur. Selv om forurensningen vanligvis tynnes raskt ut, kan forholdene bli slik at konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> overskrider grenseverdi i enkelte tilfeller eller perioder. Dette skjer særlig i vinterhalvåret når man har dager med inversjon og lav luftutskifting. Det er derfor ofte om vinteren at de største utfordringene med luftforurensning forekommer, og at de verste forurensningsperioder inntreffer. Vedfyring og bruk av piggdekk i vinterhalvåret øker i tillegg konsentrasjonen av PM<sub>10</sub>.

Luftforurensningen har også døgnvariasjoner, og disse varierer hovedsakelig med vegtrafikkens topper under rushtiden. Det er tatt høyde for døgnvariasjoner i beregningene, men resultatene presenteres som årsmiddel. Det er utført egen spredningsberegning for vinterhalvåret basert på meteorologidata fra vinterhalvåret og bakgrunnskonsentrasjoner for NO<sub>2</sub> i vinterhalvåret (1.nov – 30.mars).

## 4.6 Nivå 1 vurdering

Overordnet luftsonekart er på 100 x 100 rutenett og har ikke tilstrekkelig detaljeringsgrad for å anslå hvorvidt luftforurensningssone langs Fv 5174 Kokstadvegen, RV 580 Flyplassvegen og Fv 557 Ytrebygdsvegen strekker seg inn over planområdet, og nærmeste målestasjon anses ikke som representativ for planområdet.

For å anslå hvordan luftkvalitet i planområdet endrer seg med avstand fra veger, også med påvirkning av planlagt og eksisterende bygg, er det benyttet spredningsmodell. Den benytter ikke disse måledataene som grunnlag, men tar utgangspunkt i trafikkdata og lokal meteorologi. Resultatene kan sammenlignes med representative måledata for områder der dette foreligger, for å gi en indikasjon av nøyaktighetsgraden til beregningsresultatene. Modellen er en lokalskala spredningsmodell som utarbeider en betydelig mer detaljert beskrivelse av luftkvalitet over et svært mye mindre område enn de regionskala modellene benyttet til Miljødirektoratets fagbrukertjeneste.

## 5 Spredningsberegninger

### 5.1 Beregningsmetode

Vurderingen av luftkvaliteten er gjort med bakgrunn i spredningsberegninger med hensyn på NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub>. Ved hjelp av programvaren CadnaA (DataKustik) med tilleggsmodulen Option APL, som tar med modellen Austal2000 (Tysklands Umweltbundesamt (UBA) og Janicke Consulting), er det beregnet konsentrasjoner av de nevnte komponentene i avstand fra nærliggende veier. Beregninger av utstrekningene til disse komponentene er presentert som luftsonekart i henhold til T-1520.

Spredningsberegningene er gjort med bakgrunn i trafikkdata, meteorologiske data og bakgrunnskonsentrasjoner, og tar hensyn til bygninger. Innledende beregninger med lav gridoppløsning tydet på at bygninger i dette tilfelle har en vesentlig påvirkning på luftkvaliteten, og at terreng har mindre innvirkning og ikke lot seg beregnes med lav gridoppløsning. Det er kun tatt med bygninger i beregningene, og 3D-modellgrunnlaget er identisk med det som er brukt til Swecos støyutredning for prosjektet.

Beregningene er gjennomført i utgangspunktet i 1,5 meters høyde over et rutenett på 5x5 meter.

Ved vurdering av områdets påvirkning og egnethet er Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520, lagt til grunn.

### 5.2 Resipienter

Med resipienter vektlegges her arealbruk med følsomhet for luftforurensning etter definisjonen i «Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging», T-1520.

I planområdet omfatter dette bolig samt tilhørende uteoppholdsareal.

### 5.3 Meteorologi og vinddata

For å kunne beregne vindfelt trengs det timesvise vinddata for planområdet eller annet område som er representativt for planområdet. Disse vinddataene hentes fra [www.seklima.met.no](http://www.seklima.met.no) og legges inn i programvaren. Programvaren bruker værdata som utgangspunkt for å beregne et detaljert lokalt vindfelt i planområdet.

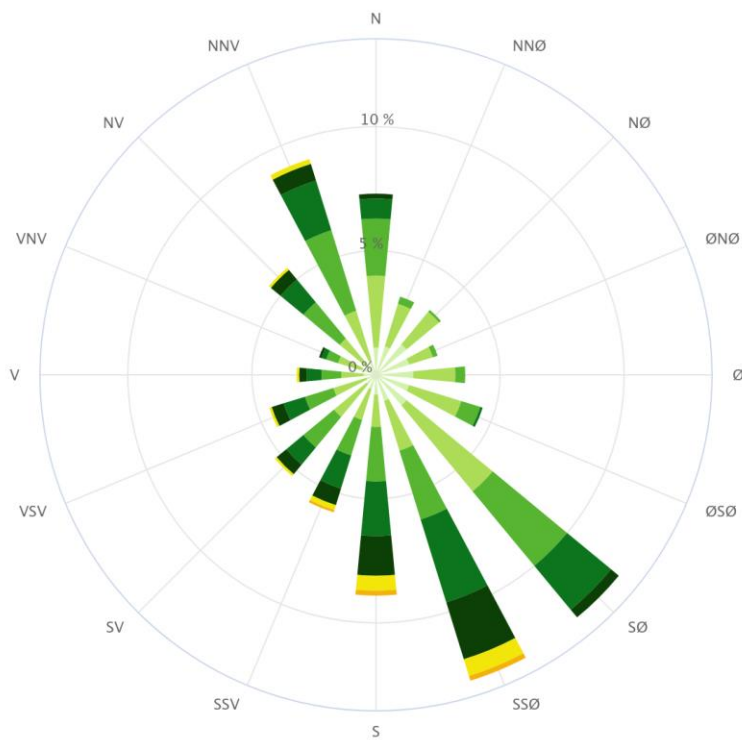
Vinddata er hentet fra den nærmeste værstasjonen til planområdet med tilgjengelig data, ved målestasjonen Flesland i Bergen. Værstasjonen ligger ca. 2 km vest for planområdet, og anses å være godt representativt. Data er tatt fra det siste år uten særlige ekstremværhendelser i Norge, 2019. Datasettet består av vindmålinger tatt hver time.

Figur 5 viser en vindrose for Flesland i perioden 10.2014 – 10.2024. Dominerende vindretning er fra sør-sørøst, sørøst, nord-nordvest og sør, med et mindre bidrag fra nord. Vindhastigheten varierer hovedsakelig mellom svak vind og frisk bris. Liten- og stiv kuling forekommer med lavere frekvens, oftest fra sør-sørøst og sør.

Overflateruhetslengde («surface roughness length») benyttes av beregningsverktøyet til å behandle meteorologiske data og karakterisere turbulensforhold i det atmosfæriske grensesjiktet. Med hensyn til arealbruk i planområdet samt det omkringliggende området er denne satt til 0,5 m.

Vindrose for Flesland (SN50500) i perioden; 10.2014–10.2024.

Stille (0,0–0,2 m/s) = 2,2 %



Highcharts.com

Figur 5: Vindrose for værstaasjon Flesland i Bergen i perioden 10.2014 -10. 2024. Kilde: seklima.met.no

## 5.4 Trafikk og vegstrekninger

For å kunne gjennomføre spredningsberegninger for forurensninger i luft trengs ulike typer trafikkdata. For vegtrafikk inkluderer dette trafikkmengde (regnet i årsdøgntrafikk – ÅDT), trafikkhastighet, forventet trafikkvekst, piggdekkandel, tungtrafikkandel og elbilandel.

Trafikkdata benyttet her er identiske til de som er brukt i Swecos støyutredning for prosjektet (dvs. fremskrevet til 2038). Det er i ettertid kommet nye trafikkberegninger med en lavere forventet trafikkvekst i området, dette medfører at luftkvalitetsberegningene, utført med opprinnelige og høyere trafikkdata, må anses å være risikokonservative. I beregningene har døgprofilen for reiser i yrkesdøgn i de største norske byene vært benyttet [10]

## 5.5 Utslippsfaktorer

Utslipp til luft fra vegtrafikk varierer med type kjøretøy og type drivstoff. I tillegg varierer utslippet med hastighet og trafikkflyt. Kjøring fører til mye større utslipp av både klimagasser, NO<sub>x</sub> og partikler enn kjøring med fri flyt.

En gjennomsnittlig bensinpersonbil har noe høyere drivstofforbruk enn en dieselpersonbil og slipper ut mer klimagasser per kjørte kilometer. Dieselpersonbilene slipper derimot ut mer NO<sub>x</sub> og partikler. Tyngre dieseldrevne kjøretøyer har det høyeste utslippet av NO<sub>x</sub> og partikler [16]. På grunn av en stadig energieffektivisering og forbedring av kjøretøy, endres utslipp per kilometer over tid. Nyere kjøretøy har dermed andre utslippsfaktorer enn gjennomsnittsbilen. Elbiler har ikke utslipp av NO<sub>x</sub> og heller ikke PM<sub>10</sub> fra eksos, men antatt likt utslipp av PM<sub>10</sub> fra dekk- og veislitasje. Størstedelen av PM<sub>10</sub> skyldes mekanisk slitasje fra vei, dekk og bremsekloss, mens PM<sub>10</sub> fra eksos utgjør en mindre andel.

Det er i beregninger av fremtidig situasjon brukt 2022s elbilandel på 36,8 %. Dette er hentet fra Bergen kommunes data om kjøring av personbil fordelt på drivstofftype for 2022, innrapportert til Miljødirektoratets tjeneste «Utslipp av klimagasser i kommuner og fylker» [11].

En piggdekkandel på 12 % er benyttet i beregningene, men det påpekes at det er knyttet noe usikkerhet i forhold til lokal piggdekkbruk. Statens vegvesen (2023) har oppgitt en prosentandel som kjører piggfritt på 88 % for Bergen [12], men dette er data fra 2019.

Utslipp av svevestøv (PM<sub>10</sub>) fra vegen skyldes ulike kilder som avgass fra bilene, slitasje av bremseklosser, dekk og asfalt. Kjøretøyenes hastighet og bruk av piggdekk påvirker i stor grad det totale utslippet av svevestøv. Salting, strøing, nedbørsmengde og hvor ofte vegene blir rengjort påvirker også den totale mengden svevestøv, men er ikke tatt med i utslippsfaktorene til spredningsberegningene. I stedet er en omregningsfaktor for døgnmiddel PM<sub>10</sub> beregnet fra lokal måldata, se Vedlegg 1 D – Beregning av 98-persentil for døgnmiddel av PM<sub>10</sub>.

## 5.6 Bakgrunnskonsentrasjoner

Bakgrunnskonsentrasjoner er å forstå som forurensningsmengden fra ulike utslippskilder i regionen som ikke er inkludert i beregningene som spesifikke kilder i seg selv. Eksempler er vedfyring, småveger og langtransportert forurensning. Den totale forurensningskonsentrasjonen i et område er summen av forurensningskonsentrasjonen fra bakgrunn og fra spesifikke utslippskilder (f.eks. vegtrafikk og industri).

$$\text{Total forurensningskonsentrasjon} = \text{bakgrunnskonsentrasjon} + \text{spesifikke kilder}$$

Bakgrunnskonsentrasjonene av NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> som benyttes til beregningene er hentet fra Miljødirektoratets Lokal luftforurensning: Utslippssystem og database [13].

Omregning av nedlastet rådata beskrives i Vedlegg 1 - 0. B - Bakgrunnskonsentrasjoner.

## 5.7 Usikkerhet i modellberegninger

Modeller er aldri fullstendige beskrivelser av virkeligheten og resultater som er innhentet fra en modellberegning inneholder dermed usikkerheter. Det foreligger alltid en risiko for feilkilder når modellen ikke på korrekt måte tar hensyn til alle faktorer som kan påvirke verdien av luftforurensning. Slike feilkilder kan være avhengig av flere faktorer, og finnes blant annet i beregningene (forenklinger i modellene), i måledata (ikke representative måledata) og i utslippsdataene.

Utslippsfaktorene som er brukt for biler og tungtrafikk representerer et gjennomsnittlig kjøretøy, basert på tilgjengelig data om bilpark. I virkeligheten kan utslipp fra enkelte kjøretøy variere betydelig og faktisk bilparksammensetning kan variere fra gjennomsnittet. Trafikkprognoser har også sin grad av usikkerhet.

Meteorologiske parametere, bakgrunnskonsentrasjoner og omdanning av  $\text{NO}_x$  til  $\text{NO}_2$  er basert på et «typisk» år eller «normalår». De faktiske værforhold varierer selvfølgelig fra år til år, med konsekvenser for forurensningsnivået. Med pågående og framtidige klimaendringer følger ytterligere usikkerhet i forhold til faktiske værforhold, da det er forventet endringer som økte nedbørsmengder, temperaturøkning og hyppighet av ekstremvær [14][15]. Luftstrømmer og sirkulasjon i atmosfæren vil også kunne påvirkes, med konsekvenser for luftforurensningens nivå og spredning. Klimaendringer utgjør derfor et stort usikkerhetsmoment, også i seg selv ettersom endringenes omfang ikke er kjent eller bestemt.

Inngangsdata og -parametere til modellen er basert på best tilgjengelig data, men beregninger og modellresultater innebærer ikke den samme sikkerhetsgraden som måledata og bør tolkes med varsomhet.

## 6 Resultater

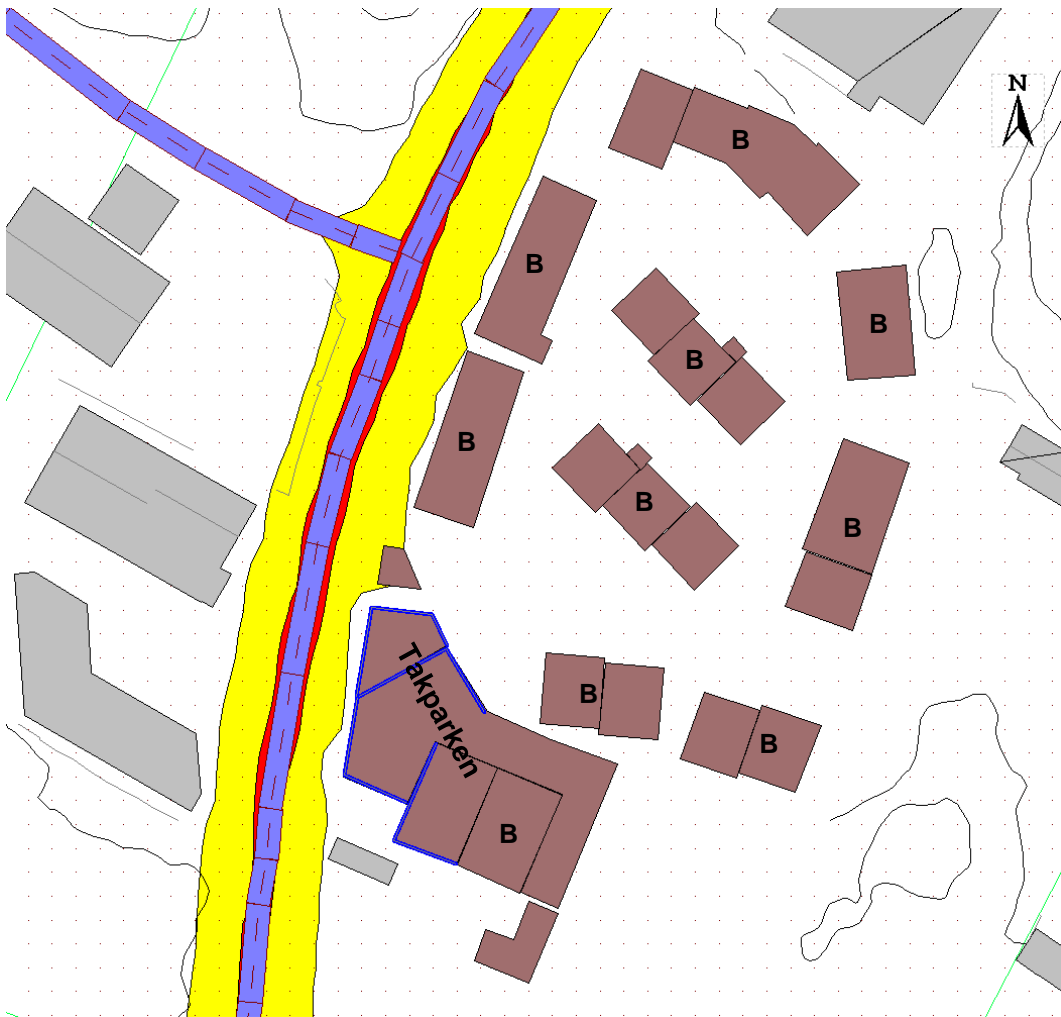
Fremtidig bruk av planområdet er definert som følsomt for luftforurensning i henhold til retningslinje T-1520.

Modellering både med og uten bygninger og terreng viser at å ha med bygninger har en viss påvirkning på utbredelse av luftforurensningssone. Bygninger er derfor inkludert i spredningsberegningene.

Den største kilden til luftforurensning i planområdet er trafikkutslipp fra FV 5174 Kokstadvegen. Luftforurensningssone for  $\text{NO}_2$  har mindre utbredelse enn  $\text{PM}_{10}$  og berører ikke planområdet. Det regnes ikke som dimensjonerende. Rød luftforurensningssone for  $\text{PM}_{10}$  vil i liten grad strekke seg utover vegskulder. Derimot streker gul luftforurensningssonen for  $\text{PM}_{10}$  seg inn på planområdet, og nært opp mot noen av byggene.

Beregninger tyder på at boligbygninger og takparken er plassert i tilstrekkelig avstand fra vei til å ikke bli berørt av luftforurensningssone hverken for  $\text{PM}_{10}$  eller  $\text{NO}_2$ . Derimot vil mindre deler av areal på bakkenivå mellom vei og boliger i planområdets vestlige del være berørt av gul luftforurensningssone for  $\text{PM}_{10}$ . Uteoppholdsområde sentralt i planområdet vil oppnå tilfredsstillende luftkvalitet.

Utsnitt av luftsonkart for  $\text{PM}_{10}$  for planområdet er vist i Figur 6, og komplette luftsonkart for fremtidig situasjon er vist i vedlegg 2.



Figur 6: Utsnitt av luftsonekart for PM<sub>10</sub> for planområdet. Gul sone er 8. høyeste døgnmiddel over 35 µg/m<sup>3</sup>, rød sone er 8. høyeste døgnmiddel over 50 µg/m<sup>3</sup>. «B» betegner boligblokk.

## 7 Tiltak

### 7.1 Avbøtende tiltak

Biltrafikk medfører det største kildebidraget til luftforurensning i området. Ved planlegging av luftfølsom arealbruk innenfor gul luftforurensningssone er det som regel aktuelt med flere avbøtende tiltak med tanke på å bedre luftkvaliteten i området og sikre god luftkvalitet innendørs. Selv om planlagt luftfølsom arealbruk i dette tilfelle ikke befinner seg innenfor gul luftforurensningssone, foreslås det likevel at påfølgende generelle tiltak kan brukes, med hensikt til at luftkvaliteten i området oppnår best mulig kvalitet.

Tiltak	Kommentar
Vegetasjonsskjerm på området	Det er dokumentert at vegetasjon til en viss grad kan rense og filtrere forurenset luft for partikler og sot/støv og i mindre grad NO <sub>2</sub> . Helårsgrønne planter bør inkluderes i vegetasjonsskjerm på grunn av at de beholder blader om vinteren når konsentrasjoner av luftforurensning er på sitt høyeste. Artsvalget er av

	betydning for renseeffekten, og bladflateareal og tetthet til vegetasjonen er de mest gunstige egenskapene.
Plassering av inntak for frisk luft til bygg	Plassering av friskluftinntaket kan spille en rolle for inntak av svevestøv og NO <sub>2</sub> fra utelufta. Der utelufta er mye forurenset bør det benyttes filtre i luftinntaket, men det bemerkes at vanlige filtre er mer effektive mot støv enn de finere partikler som utgjør svevestøv, og de krever vedlikehold. Luftinntaket anbefales plassert så høyt oppe som mulig i laminære luftsoner og lengst mulig unna kildene. Det påpekes også at KPA2018 §23.1.3 stiller krav til plassering av luftinntak.
Sikre godt inneklime	Det må legges vekt på et godt inneklime for å redusere den totale belastningen for beboerne. Utforming av ventilasjon, plassering av luftinntak og materialvalg er av stor betydning for inneklimeet. Det bør søkes bruk av materialer som ikke avgir gasser. Byggteknisk forskrift § 13-1 stiller generelle krav til ventilasjon i bygninger. Bygninger skal ha ventilasjon tilpasset rommenes forurensnings- og fuktbelastning slik at tilfredsstillende luftkvalitet sikres. Luftkvalitet i bygning skal være tilfredsstillende med hensyn på lukt og forurensning. Inneluft skal ikke inneholde forurensning i skadelige konsentrasjoner med hensyn til helsefare og irritasjon.

## 7.2 Tiltak i anleggsperioden

Eventuell masseutskifting samt senere bygge- og anleggsarbeid vil kunne føre til mer oppvirvling av støv i området, særlig under graving og transport av masser. Støv som oppvirvles fra massetransport og graving består i stor grad av større partikler enn svevestøv og partiklene vil deponeres forholdsvis nær utslippskilden.

For å hindre store mengder støv fra anleggsplassen, kan det gjøres enkle tiltak som for eksempel at det utarbeides en transportplan for all kjøring til og fra anlegget og inne på byggeplassen. Hjulvask, rengjøring av vegger og tildekking av masser er relativt enkle tiltak for å hindre støv fra anleggsbiler.

## 8 Konklusjoner

Det konkluderes med at luftkvaliteten ved planlagte boliger og takparken vil være tilfredsstillende.

Spredningsberegningene viser en luftforurensningssone for PM<sub>10</sub> som følger Kokstadvegen og strekker seg inn over veiskulder. Luftforurensningssonen ligger nært opp til, men berører ikke planlagte bygninger eller planlagte uteoppholdsarealer.

På grunn av at spredningsberegninger viser at deler av planområdet blir berørt av gul luftforurensningssone er det listet opp en rekke avbøtende tiltak i kapittel 7. Selv om planlagt luftfølsom arealbruk i dette tilfelle ikke befinner seg innenfor gul luftforurensningssone, foreslås det likevel at disse tiltakene kan brukes, med hensikt til at luftkvaliteten i området oppnår best mulig kvalitet.

## 9 Ordliste

**Bakgrunnskonsentrasjon:** Den generelle konsentrasjonen av luftforurensning i et område. Inkluderer ofte langtransportert luftforurensning. I sammenheng med modeller, er bakgrunnskonsentrasjonen det som kommer fra utslipp som ikke tas med i modellens beregninger eller utslippsoversikt.

**Bruksformål som er følsom for luftforurensning:** Helseinstitusjoner, barnehager, skoler, boliger, lekeplasser, utendørs idrettsanlegg og grønnstruktur.

**Gul luftforurensningssone:** En vurderingssone hvor det bør vises varsomhet med tillatelser som angår luftfølsomme bruksformål, og hvor det bør tas ekstra vurderingshensyn til spesifiserte forhold.

**Helsetapsjusterte leveår:** et mål på summen av tapte leveår (dødelighet) og helsetap folk lever videre med.

**Inversjon:** Et meteorologisk fenomen der temperaturen i lufta stiger med høyden. Lufta er da kaldere nærmest bakken og varmere oppover i atmosfæren. Dette gjør at lufta blir stabil ettersom den tyngre, avkjølte lufta synker og den varmere lufta ligger som et lokk over. Daler og steder som ligger i forsenkninger i landskapet er særlig utsatte. Inversjon forverrer ofte den lokale luftkvaliteten.

**Luftforurensende virksomhet:** Infrastruktur, boliger, institusjoner, forretninger eller næring som medfører utslipp til luft gjennom stasjonære utslipp eller trafikkøkning.

**Luftkvalitetskriterier:** Helsebaserte kriterier fastsatt av Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet, ut fra eksisterende viten om sammenhengen mellom forurensningskonsentrasjoner, eksponeringstider og helseskader. Ofte basert på høyeste nivå som ikke gir skadelig effekt eller laveste observerbare skadelige effektnivå.

**Midlingstid:** Angir tidsperiode en middelværdi er beregnet for. Årsmiddel er gjennomsnittsverdi over et år, vintermiddel er gjennomsnittsverdi over en definert vinterperiode (her: 1.november – 30.april), døgnmiddel er gjennomsnittsverdi over et døgn.

**NOx-gasser:** Summen av NO- og NO<sub>2</sub>-gasser som dannes ved forbrenningsprosesser med høy temperatur. I Norge er veitrafikken hovedkilde, særlig dieselskjøretøy.

**Rød luftforurensningssone:** Et avviksområde med høye konsentrasjoner av luftforurensning som derfor er lite egnet til luftfølsomme bruksformål.

**Spredningsberegning:** En modellering av hvordan luftforurensning spres over tid og område. Beregnes med bakgrunn i meteorologiske data, utslippsdata og utslippskilder, terrengdata, bakgrunnskonsentrasjoner, samt informasjon om bygninger, arealbruk og avstander.

**Sur nedbør:** En konsekvens av luftforurensning, der forsurende svovel- og nitrogenforbindelser kommer ned med nedbøren. Først og fremst et resultat av forbrenning av fossilt brensel. Sur nedbør kan gi flere konsekvenser, blant annet forsuring av jord og vann, omfattende skader på dyr, planter, skog og fisk.

**Svevestøv:** Små luftbårne partikler som kan stamme fra forbrenningsprosesser eller mekanisk slitasje. Partiklene kan ha en rekke ulike kilder, ha svært ulik sammensetning og ulike størrelsesfraksjoner. De viktigste kildene er veitrafikk, vedfyring og langtransportert forurensning. Svevestøv er svært helseskadelig og assosiert med sykkelighet og dødelighet av særlig hjertekar- og luftveislidelser.

**Årsdøgntrafikk (ÅDT):** Summen av antall kjøretøy som passerer et punkt på en veistrekning i året, dividert på årets dager.

## 10 Referanser

- [1] Folkehelseinstituttet [FHI], 2017. *Håndbok for uteluft – luftkvalitetskriterier: Svevestøv*. Hentet (08.05.23) fra <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/temakapitler/svevestov/>
- [2] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019. *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2023-2027*. Vedtatt 20.06.23.
- [3] European Environment Agency [EEA], 2023. *Health impacts of air pollution in Europe, 2022*. Hentet (08.05.23) fra <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/health-impacts-of-air-pollution> Siste oppdatert 13.03.2023.
- [4] Folkehelseinstituttet [FHI], 2022. *Luftforurensning i Norge*. Hentet (28.05.24) fra <https://www.fhi.no/nettpub/hin/miljo/luftforurensning--i-noreg/#sykdomsbyrde-av-luftforurensning>. Siste oppdatert 11.02.2022.
- [5] Miljødirektoratet, 2020. *Grenseverdier for svevestøv*. Rapport M-1669. Utgitt: 03.04.2020
- [6] Miljødirektoratet, 2022. Miljøstatus – sur nedbør. Hentet 28.05.2024 fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/sur-nedbor/>. Siste oppdatert: 16.11.2022.
- [7] Norsk institutt for luftforskning (NILU), Måledata for luftkvalitet, Historiske data <https://luftkvalitet.nilu.no/historikk>. 28.05.24.
- [8] Miljødirektoratets fagbrukertjeneste for luftkvalitet, 2023. [Fagbrukertjeneste for luftkvalitet - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://miljodirektoratet.no) 28.05.24.
- [9] Norske utslipp <http://www.norskeutslipp.no/no/Landbasert-industri/?SectorID=600> (hentedato: 15.01.24.).
- [10] Engebretsen, Ø. og Christiansen P., 2011. *Bystruktur og transport. En studie av personreiser i byer og tettsteder*. TØI-rapport 1178/2011.
- [11] Miljødirektoratet, 2022. *Utslipp av klimagasser i kommuner*. [Utslipp av klimagasser i Norges kommuner og fylker - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://miljodirektoratet.no). Siste oppdatert: 14.09.2022.
- [12] Statens vegvesen, 2023. Piggdekk gir dårligere luftkvalitet. Hentet 28.05.24.. [Piggdekk gir dårligere luftkvalitet | Statens vegvesen](https://www.vegvesen.no)
- [13] Miljødirektoratets Lokal luftforurensning: Utslippssystem og database [Utslippssystem \(miljodirektoratet.no\)](https://miljodirektoratet.no)
- [14] Miljødirektoratet, 2023. *Miljøstatus – Ekstremvær globalt*. Hentet (28.05.24) fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/ekstremvar>
- [15] Norsk klimaservicesenter (NKSS), 2015. *Klima i Norge 2100*. NCCS report no. 2/2015. ISSN nr. 2387-3027. Oppdragsgiver: Miljødirektoratet. M-406 | 2015.
- [16] Miljøverndepartementet, 2012. *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)*.
- [17] Miljødirektoratet, 2021. *Veiledning til luftkvalitet i arealplanlegging*. [Luftkvalitet i arealplanlegging - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://miljodirektoratet.no) Siste oppdatert 16.06.2021.
- [18] Miljødirektoratet, 2022. *Miljøstatus - Lokal luftforurensning*. Hentet (28.05.24.) fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/lokal-luftforurensning/>
- [19] Statistisk sentralbyrå (SSB), 2017. *Tabell 3 – Drivstofforbruk og utslipp per kjørte kilometer for et utvalg av trafikksituasjoner og kjøretøygrupper. 2016. g/km*. Publisert 14.08.2017. Hentet (28.05.24.) fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/hva-pavirker-utslipp-til-luft-fra-veitrafikk> og <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/hva-pavirker-utslipp-til-luft-fra-veitrafikk?tabell=318322>.
- [20] Norsk institutt for luftforskning (NILU), 2012. NILU OR 23/2012 Appendix C.1. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling.
- [21] VDI/DIN manual, Air Pollution Prevention Volume 5.
- [22] Trafikverket, 2012. *Handbok för vägtrafikens luftföroreningar – Kapitel 8: tillämpade spridningsmodeller*. PDF-dokument hentet (14.08.19) fra <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo--for-dig-i-branschen/Luft/Dokument-och-lankar-om-luft/handbok-for-vagtrafikens-luftfororeningar/>
- [23] «Bergen kommune – Bestemmelser og retningslinjer til kommuneplanens arealdel (KPA2018),» Planid 65270000, Jun 2019.

- [24] NILU, 2022. *Revidert tiltaksutredning for luftkvalitet*, Rapport 27/2022. Vedtatt oktober 2022. Fra [Bergen kommune - Revidert tiltaksutredning for luftkvalitet](#)
- [25] Statens vegvesen, 2024. *Nasjonal vegdatabank (NVDB)*. Hentet 23.10.2024 fra <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>. Inneholder data under norsk lisens for offentlige data (NLOD) tilgjengeliggjort av Statens vegvesen.

# Vedlegg 1: Omregning og behandling av data

## A - Utslippsfaktorer

Utslippsfaktorene for NO<sub>x</sub> og partikler, PM<sub>10</sub>, for de ulike vegene er beregnet ut fra utslippsfaktorer for omkringliggende veier. Utslippsfaktorene er hentet fra SSB [19], og er beregnet ved hjelp av den europeiske utslippsmodellen HBEFA. Utslippsfaktorene fra piggdekk og piggfrie dekk slitasje på asfalt er hentet fra NILU-rapporten [20].

En piggdekkandel på 12 % er benyttet i beregningene, med henvisning til Statens vegvesen [12]. Det er tatt høyde for en elbilandel på 36,8 %, som er hentet fra kommunens data om kjøring av personbil fordelt på drivstofftype for 2022, innrapportert til Miljødirektoratet [11].

Tabell 5. Utslippsfaktorene som er brukt for NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> for de ulike vegene i dagens situasjon.

Vegnavn	Hastighet (km/t)	ÅDT, total	Andel lange kjøretøy	Andel elbiler	Andel piggfrie dekk	NO <sub>x</sub> 2013 (g/km)	Sum PM <sub>10</sub> (g/km)	PM <sub>10</sub> (g/km*ådt)	NO <sub>x</sub> (g/km*ådt)
Kokstadvegen nord	50	11 000	12	36.8	0.88	<b>0.940</b>	<b>0.0176</b>	1389	10336
Kokstadvegen sør	50	12 000	12	36.8	0.88	<b>0.940</b>	<b>0.0176</b>	1516	11276
Kokstaddalen	50	3 000	5	36.8	0.88	<b>0.454</b>	<b>0.0095</b>	295	1361
Kokstadflaten	50	5 000	5	36.8	0.88	<b>0.454</b>	<b>0.0095</b>	491	2268
Kokstadvegen sør2	50	11 700	12	36.8	0.88	<b>0.940</b>	<b>0.0176</b>	1478	10994
Flyplassvegen - hel	60	13 000	12	36.8	0.88	<b>0.940</b>	<b>0.0176</b>	1642	12215
Flyplassvegen - halv	60	10 000	9	36.8	0.88	<b>0.629</b>	<b>0.0121</b>	1122	6295
Flyplassvegen - halv	60	10 000	9	36.8	0.88	<b>0.629</b>	<b>0.0121</b>	1122	6295
Ytrebygdsvegen	60	20 000	5	36.8	0.88	<b>0.543</b>	<b>0.0110</b>	1995	10853
Ytrebygdsvegen rundkjøring	60	10 000	8	36.8	0.88	<b>0.713</b>	<b>0.0138</b>	1111	7128
Ytrebygdsvegen nord	60	20 000	5	36.8	0.88	<b>0.543</b>	<b>0.0110</b>	1995	10853

## B - Bakgrunnskonsentrasjoner

Bakgrunnskonsentrasjonene av NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> for 2022 er hentet fra Miljødirektoratets Lokal luftforurensning: Utslippssystem og database [13].

For planområdet er det benyttet bakgrunnskonsentrasjoner fra det nærmeste punktet til planområdet, da dette anses som representativt. For sammenligning av resultater med luftforurensningskriteriene for svevestøv er den 8. høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen av PM<sub>10</sub> beregnet. 98-persentil og 8. høyeste døgnmiddelkonsentrasjon er i praksis det samme. 98-persentil av årsmiddel bakgrunnskonsentrasjon av PM<sub>10</sub> er benyttet i disse beregningene som bakgrunnskonsentrasjon.

Det påpekes at bakgrunnskonsentrasjoner ikke er konstante og sikre verdier, og at usikkerheten er betydelig høy.

En timevis tidsserie for bakgrunnskonsentrasjoner i nærmeste punkt til planområdet er benyttet. Data er fra et gjennomsnittlig år, og det er ut fra disse beregnet årsmiddel, vintermiddel og 98-persentil, se Tabell 6.

Tabell 6: Bakgrunnskonsentrasjoner beregnet fra data hentet fra Lokal luftforurensning: Utslippssystem og database

	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Årsmiddel	10,8	8,7
Vintermiddel	13,3	-
98-persentil	-	28,6

## C - Omdanning av NO<sub>x</sub> til NO<sub>2</sub>

Nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) består av nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>). NO dannes ved forbrenning under høyt trykk og høy temperatur i en forbrenningsmotor ved at nitrogen og oksygen i luften reagerer med hverandre. NO reagerer raskt med ozon i atmosfæren og blir til NO<sub>2</sub>. I noen typer motorer, typisk dieselmotorer, dannes også en andel NO<sub>2</sub> direkte.

NO<sub>2</sub> er den mest helseskadelige av nitrogenoksidene, og grenseverdier for nitrogenoksider er derfor knyttet til denne gassen.

Utslippsfaktorer som benyttes til spredningsberegninger oppgis for NO<sub>x</sub> og ikke NO<sub>2</sub>, og beregningene blir derfor gjort på denne forbindelsen og ikke NO<sub>2</sub>. For å beregne spredningen av NO<sub>2</sub> benyttes en formel som baserer seg på en empirisk fordeling av NO og NO<sub>2</sub> [21].

$$NO_2 = NO_x \times \left( \frac{103}{NO_x + 130} \right) + (0,005 \times NO_x)$$

## D - Beregning av 98-persentilen for døgnmiddel av PM<sub>10</sub>

Beregningsverktøyet som er benyttet, beregner kun årsmiddel av de ulike forurensningskomponentene. For å kunne sammenligne resultatene med de retningslinjer som er satt i T-1520 (se Tabell 2), må årsmiddel regnes om til 98-persentil for PM<sub>10</sub>.

Når det i retningslinjene står «med inntil 7 overskridelser per år» betyr dette at det er den 8.høyeste døgnmiddel-verdien som ikke kan overskride grenseverdi. 98-persentil døgnmiddel tilsvarer den 8.høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen over et år. Dersom den 8.høyeste konsentrasjonsverdien (98-persentilen) er mellom 35-50 µg/m<sup>3</sup>, vil området befinne seg i gul sone. I områder hvor den 8.høyeste konsentrasjonsverdien overskrider 50 µg/m<sup>3</sup> vil området befinne seg i rød sone.

Analysen fra Sverige [22] viser at sammenhengen mellom årsmiddel og 98-persentil døgnmiddel kan uttrykkes med følgende ligning.

$$98 - \text{persentil døgnmiddel} = \text{faktor} \times \text{årsmiddel}$$

For å utlede faktoren er det benyttet tilgjengelige data fra målestasjon ved Rådal se Tabell 7.

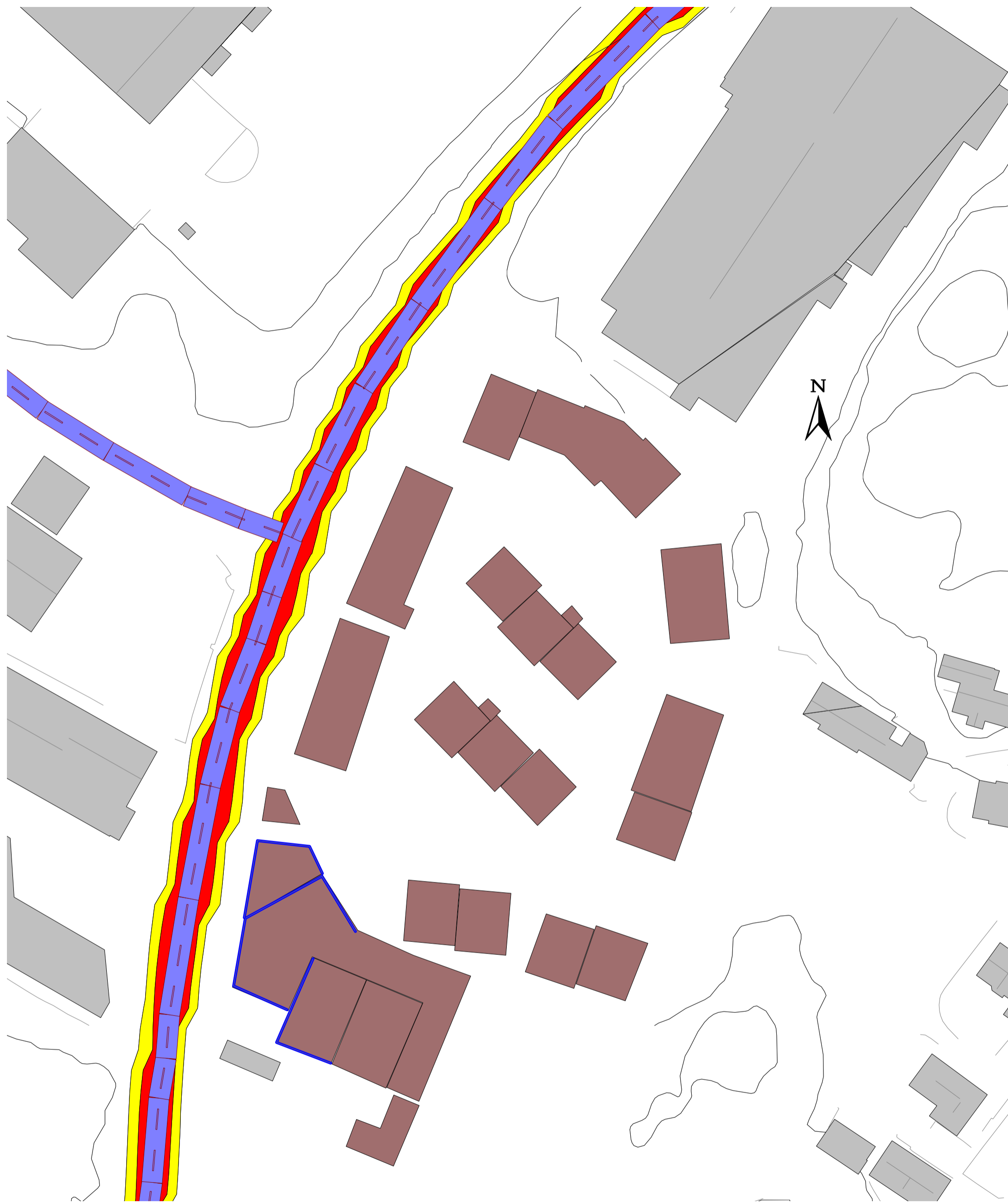
Tabell 7. Oversikt over årsmiddel, 98-persentil og omregningsfaktor for svevestøv, PM<sub>10</sub> basert på data fra målestasjonen ved Rådal

År	Årsmiddel (µg/m <sup>3</sup> )	98-persentilverdi (µg/m <sup>3</sup> )	Faktor

2019	14.18	43.59	3.07
2020	11.39	28.96	2.54
2021	11.40	29.14	2.56
2022	12.22	36.02	2.95
2023	10.56	26.69	2.53
<b>Snitt</b>	11.95	32.88	<b>2.73</b>

## Vedlegg 2 Luftsonekart

- Fremtidig situasjon NO<sub>2</sub>
- Fremtidig situasjon PM<sub>10</sub>



## Vedlegg 2A - Luftsonerkart NO2

### Luftkvalitetsvurdering Store Breiholten

Oppdragsnr.: 10234449  
 Utført av: NOJUWA 18.10.24  
 Kontrollert av: NOJOAN 18.10.24



#### Kartgrunnlag

- Road
- Building
- Barrier
- Contour Line

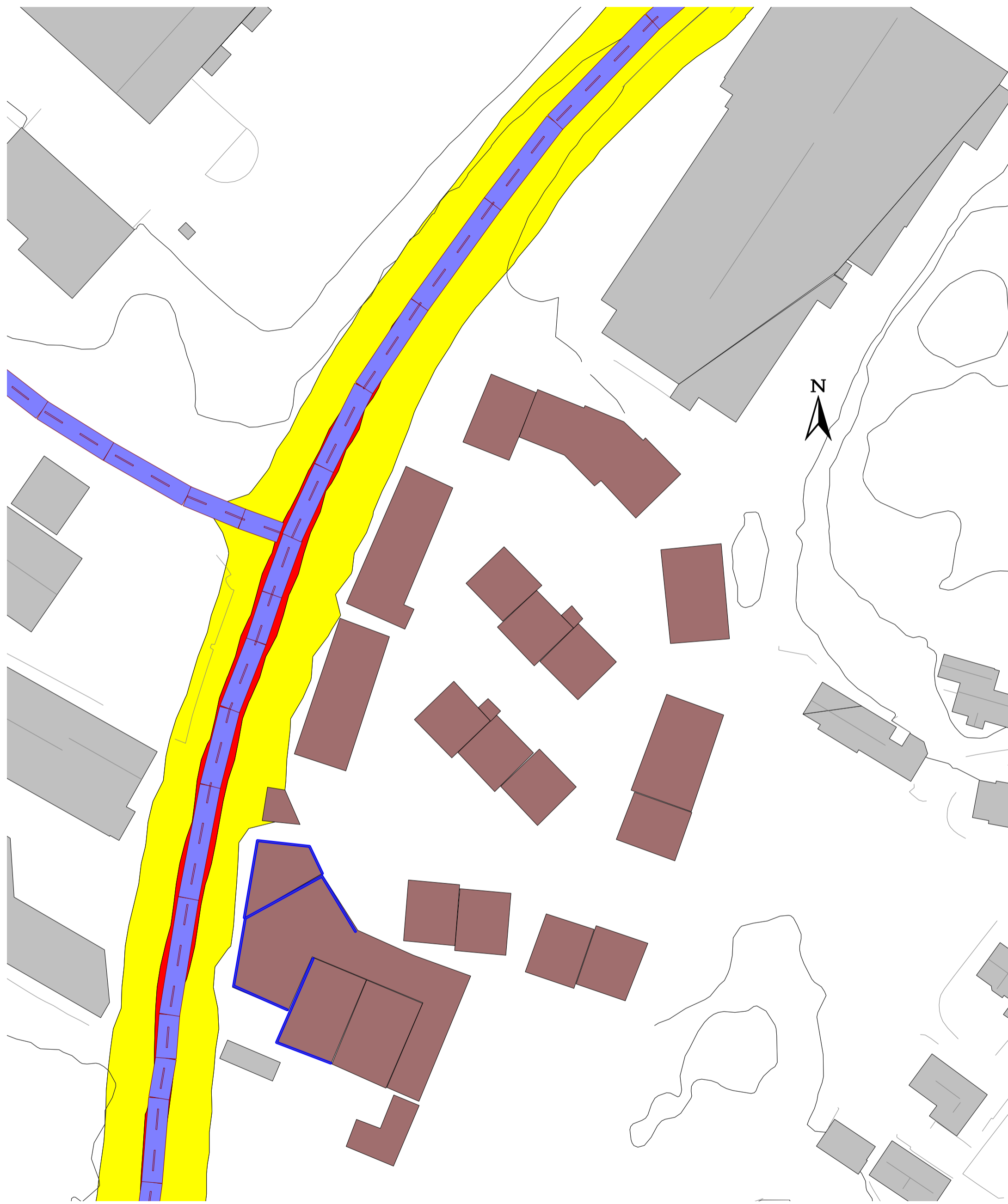
#### Lufforurensning

Høyde:  
1,5 m over terreng

Rutenett:  
5.00 x 5.00 m

Indikator:  
Nitrogendioksid (NO2)

- <= 40 ug/m3
- vintermiddel > 40 ug/m3
- årsmiddel > 40 ug/m3



## Vedlegg 2B - Luftsonerkart PM10

### Luftkvalitetsvurdering Store Breiholten

Oppdragsnr.: 10234449  
 Utført av: NOJUWA 18.10.24  
 Kontrollert av: NOJOAN 18.10.24



#### Kartgrunnlag

- Road
- Building
- Barrier
- Contour Line

#### Lufforurensning

Høyde:  
1,5 m over terreng

Rutenett:  
5.00 x 5.00 m

Indikator:  
svevestøv (PM10)

- ... <= 35 ug/m3
- 35 < ... <= 50 ug/m3
- 50 < ... ug/m3