

Beregnet til  
**Realinvest AS**

Dokumenttype  
**Luftutredning**

Dato  
**2019-12-09**

# MARIENBORG BOLIGER LUFTUTREDNING



Skibnes Arkitekter AS og Plansmia for Realinvest AS (2019) ©

# **BOLIGER LUFTUTREDNING**

Revisjon **01**  
Dato **2019-12-09**  
Utført av **Hanne Weggeberg**  
Kontrollert av **Hanne Vidgren**  
Godkjent av **Hanne Weggeberg**  
Beskrivelse **Vurdering av lokal luftkvalitet ved planområdet for  
Marienborg Boliger i Trondheim kommune i  
forbindelse med reguleringsarbeid**

Ref. 1350033941-001

Forsidebilde: Utdrag fra foreliggende illustrasjoner for Marienborg; utarbeidet av Skibnes Arkitekter AS og Plansmia for Realinvest AS, 2019

## SAMMENDRAG

I denne utredningen er det utført en vurdering av lokal luftkvalitet ved planområdet for Marienborg Boliger i Trondheim kommune i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan. Oppdragsgiver er Realinvest AS. Luftkvaliteten vurderes opp mot gjeldende regelverk, i henhold til grenseverdier i forurensningsforskriften og grenser for rød og gul sone gitt i *Retningslinje for vurdering av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520).

Spredningsberegninger for komponentene svevestøv ( $PM_{10}$ ) og nitrogendioksid ( $NO_2$ ) ble utført med GRAL-modellen, for prognosesituasjonen (med gjennomført planforslag; vegtrafikk tall for år 2031). Data om terreng og bygninger, meteorologi fra nærliggende målestasjon og utslipp til luft fra nærliggende veger, vegtunnel og togtrafikk ble brukt som inngangsdata i modellen, og bakgrunnskonsentrasjoner for området ble tatt hensyn til ved utarbeidelsen av luftsonekartene.

Luftkvalitetsberegningene viser at hoveddelen av planområdet for Marienborg Boliger, inkludert uteoppholdsarealene mellom boligbygningene, har god luftkvalitet. Spredningen av luftforurensning og områder med redusert luftkvalitet er i all hovedsak begrenset til områdene i vest og sør på planområdet like ved Osloveien. Retningslinje T-1520 gul sone brer seg ut mot de vestlige og sørlige delene av planområdet, mens T-1520 rød sone for  $PM_{10}$  også omfatter deler av boligbygningen helt i sørvest. Spredningen av  $PM_{10}$  er mer problematisk sammenlignet med  $NO_2$ .

I gul sone iht. Retningslinje T-1520 skal luftforurensningssituasjonen vurderes, mens ved boliger eller annen følsom bebyggelse som havner inn under rød sone skal avbøtende tiltak gjennomføres for å sikre tilfredsstillende luftkvalitet. For å forhindre spredning av luftforurensning ut mot de sørvestlige delene ved Marienborg Boliger kan det derfor være aktuelt å sette opp støyskjerming og/eller tett, vintergrønn vegetasjon mellom Osloveien og planområdet. Luftinntak/ventilasjon bør legges til bygningsfasader som vender bort fra Osloveien i sør og vest.

Imidlertid viser beregningene at hoveddelen av spredningen ut mot planområdet er forårsaket av Marienborgtunnelen og ikke vegtrafikken ved tilstøtende Osloveien. Det mest hensiktsmessige avbøtende tiltaket vil derfor sannsynligvis være å få opprettet skjerming på nordøstsiden av portalen til Marienborgtunnelen. Tilgang på mer informasjon om forhold som påvirker utslippene (ventilasjon, mulige effekter av avsetning og vasking av tunnelen) vil kunne gi grunnlag for modifisering av beregninger av spredning ut fra portalen og dermed mer nøyaktige tall for luftkvaliteten i området ved Marienborg Boliger.

## INNHOILDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrunn for prosjektet	1
1.2	Målsetning	1
<b>2.</b>	<b>LOKAL LUFTKVALITET OG MYNDIGHETSKRAV</b>	<b>2</b>
2.1	Generelt om utslipp til luft og lokal luftkvalitet	2
2.1.1	Svevestøv	2
2.1.2	Nitrogendioksid	2
2.2	Myndighetskrav og grenseverdier	2
2.2.1	Forurensningsforskriften kapittel 7	3
2.2.2	Retningslinje T-1520	3
<b>3.</b>	<b>OMRÅDE OG PLANLAGT TILTAK</b>	<b>5</b>
3.1	Områdebeskrivelse	5
3.2	Planlagt tiltak	6
3.3	Lokal luftkvalitet	6
3.4	Kilder til luftforurensning	7
3.4.1	Vegtrafikk	7
3.4.2	Togtrafikk	8
3.4.3	Bakgrunnsforurensning	8
<b>4.</b>	<b>LUFTKVALITETSMODELLERING</b>	<b>10</b>
4.1	Inngangsdata	10
4.1.1	Meteorologi	10
4.1.2	Terrengdata, vegnett og bygningsmasse	11
4.1.3	Utslippstall	11
4.2	Spredningsberegninger	12
4.2.1	NO <sub>x</sub> -kjemi	13
<b>5.</b>	<b>RESULTATER OG VURDERINGER</b>	<b>14</b>
5.1	Meteorologi	14
5.2	Utslipp til luft	15
5.3	Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet	15
5.3.1	Nitrogendioksid	15
5.3.2	Svevestøv	16
5.3.3	Andre forurensende komponenter	16
5.4	Diskusjon, antakelser og usikkerhet	19
5.4.1	Verifisering av resultater	19
5.5	Anbefalinger om tiltak	20
<b>6.</b>	<b>KONKLUSJON</b>	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>REFERANSER</b>	<b>23</b>

## VEDLEGG

Vedlegg 1. Meteorologiske data

Vedlegg 2. Utslippsberegninger for veger ved planområdet

Vedlegg 3. Spredningskart

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for Marienborg Boliger i Trondheim kommune, har Rambøll fått i oppdrag å utrede lokal luftkvalitet ved planområdet for foreliggende utredningsalternativ (gjennomført planforslag; vegtrafikk tall framskrevet for år 2031). Oversiktskart over området er vist i Figur 1. Oppdragsgiver er Realinvest AS.



**Figur 1. Oversiktskart som viser den omtrentlige plasseringen til planområdet (markert med rødt) for Marienborg Boliger i Trondheim kommune. Modifisert fra norgeskart.no, hentet ut 2019-11-15 (Kartverket, 2019).**

### 1.2 Målsetning

Det vil i foreliggende rapport gjøres en vurdering av den lokale luftforurensningen ved planområdet basert på spredningsberegninger, hvor forurensningen vurderes opp mot gjeldende regelverk. Luftkvalitet er vurdert i henhold til krav og grenser gitt i forurensningsforskriften (Klima- og miljødepartementet, 2004) og *Retningslinje for vurdering av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520, Miljøverndepartementet, 2012).

## 2. LOKAL LUFTKVALITET OG MYNDIGHETSKRAV

### 2.1 Generelt om utslipp til luft og lokal luftkvalitet

Luftforurensning øker generelt risikoen for luftveis- og hjerte-karsykdom og tidlig død, og skadelige effekter har blitt påvist selv ved lave konsentrasjoner i luft (WHO, 2005). Stoffer som kan bidra til redusert luftkvalitet inkluderer svevestøv, nitrogenoksider, karbonmonoksid (CO), svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), ozon, benzen, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og metaller. Svevestøv med diameter mindre enn 10 µm (PM<sub>10</sub>) og nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) regnes som de viktigste stoffene i luft med tanke på konsentrasjoner i atmosfæren og potensielle helseskader. I foreliggende rapport er spredningsberegninger for svevestøv (PM<sub>10</sub>) og NO<sub>2</sub> brukt for å vurdere lokal luftkvalitet ved planområdet.

#### 2.1.1 Svevestøv

Svevestøv (PM) dannes fra en rekke kilder, både naturlige og menneskeskapte, og har svært kompleks og varierende sammensetning (FHI, 2012). Partikler dannes og spres både i forbindelse med forbrenningsprosesser og ved mekanisk dannelse, fra trafikk og industri. Kjøretøy slipper ut svevestøv i eksos, og slitasje av bremsklosser, dekk og asfalt samt oppvirvling av støvpartikler medfører ytterligere utslipp og spredning av svevestøv. I områder med høy piggdekkbruk vil en betydelig andel av svevestøvet skyldes slitasje av og oppvirvling av partikler fra asfalt.

Svevestøv kan deles inn i ulike størrelsesfraksjoner basert på størrelsen på partiklene. Vanlig brukte størrelsesfraksjoner ved vurdering av utendørs luftkvalitet inkluderer partikler med diameter mindre enn 10 µm og mindre enn 2,5 µm (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>), og partikler med diameter mindre enn 0,1 µm, eller ultrafine partikler (PM<sub>0,1</sub>). Partikkelstørrelse anses å være en avgjørende faktor for potensielle helseskadelige effekter av svevestøv. Studier indikerer at PM<sub>10</sub> hovedsakelig er forbundet med effekter på luftveissystemet, mens PM<sub>2,5</sub> er forbundet med skadelige virkninger på hjerte- og karsystemet. Innhold av bestemte kjemiske forbindelser som metaller kan også ha betydning for helserisiko.

#### 2.1.2 Nitrogendioksid

Nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) dannes ved forbrenning ved høy temperatur (FHI, 2015a). Vegtrafikk er en viktig kilde til NO<sub>x</sub>. Spesielt dieselmotorer har forholdsvis høye utslipp. Selve utslippene består i hovedsak av nitrogenmonoksid (NO) og mindre mengder nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>). Andelen NO<sub>2</sub> i uteluft er avhengig av den kjemiske sammensetningen til utslippene og atmosfæriske forhold. NO og NO<sub>2</sub> inngår i en syklisk prosess der ozon (O<sub>3</sub>) er sentralt, og denne likevekten er skiftende avhengig av forhold som solinnstråling og konsentrasjon av ozon.

NO<sub>2</sub> er den mest relevante nitrogenoksidforbindelsen å vurdere når det gjelder helseskader hos mennesker. Inhalering av NO<sub>2</sub> kan utløse betennelsesreaksjoner i kroppen, celledød og tap av lungefunksjon.

### 2.2 Myndighetskrav og grenseverdier

Luftforurensning og lokal luftkvalitet omfattes av *Forskrift om begrensning av forurensning* (forurensningsforskriften) (Klima- og miljødepartementet, 2004), med hjemmel i *Lov om vern mot forurensninger og om avfall* (forurensningsloven) (Klima- og miljødepartementet, 2015). Forurensningsforskriftens kapittel 7 inneholder bestemmelser om lokal luftkvalitet og grenseverdier. Kravene i forurensningsforskriften kapittel 7 er i hovedsak i samsvar med EUs luftkvalitetsdirektiv (Europaparlamentet og Rådet, 2008). I tillegg er det utarbeidet en retningslinje (T-1520) som brukes i arealplanlegging og som inneholder sonегrenser for luftforurensning (Miljøverndepartementet, 2012). Grenseverdiene i forurensningsforskriften gjelder også generelt for alle virksomheter, planer og tiltak. Det foreligger også nasjonale mål for svevestøv og NO<sub>2</sub> (Miljødirektoratet, 2014), og luftkvalitetskriterier for en rekke komponenter i luft, utarbeidet av Folkehelseinstituttet (Folkehelseinstituttet; Miljødirektoratet, 2013).

Resultatene fra spredningsberegningene foretatt i dette prosjektet er vurdert opp mot grensene for rød og gul sone for luftforurensning i Retningslinje T-1520 og grenseverdiene i forurensningsforskriften.

### 2.2.1 Forurensningsforskriften kapittel 7

Forurensningsforskriften kapittel 7. *Lokal luftkvalitet* inneholder bestemmelser om og de juridisk bindende grenseverdiene for utendørs luft (Klima- og miljødepartementet, 2004). Grenseverdiene i § 7-6 er maksimumskonsentrasjoner i utendørsluft for gitte midlingstider, eventuelt med antall tillatte overskridelser. Det finnes grenseverdier for komponentene SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>, bly, benzen og CO. Tabell 1 viser grenseverdiene for svevestøv (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>) og NO<sub>2</sub>.

**Tabell 1. Grenseverdier for tiltak for utendørs luft for svevestøv (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>) og nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>), i henhold til Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) § 7-6 (Klima- og miljødepartementet, 2004).**

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi (µg/m <sup>3</sup> )	Antall tillatte overskridelser
<b>Nitrogendioksid</b>			
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	200	Maks. 18 ganger pr. kalenderår
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	40	
<b>Svevestøv PM<sub>10</sub></b>			
1. Døgn grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 døgn (fast)	50	Maks. 30 ganger pr. kalenderår
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	25	
<b>Svevestøv PM<sub>2,5</sub></b>			
Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	15	

Miljødirektoratet, Vegdirektoratet, Helsedirektoratet og Folkehelseinstituttet anbefaler følgende langsiktige, helsebaserte nasjonale mål på årsbasis: PM<sub>10</sub>: 20 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>2,5</sub>: 8 µg/m<sup>3</sup>, og NO<sub>2</sub>: 40 µg/m<sup>3</sup>. Nasjonalt mål for NO<sub>2</sub> tilsvarer grenseverdien for årsbasis i forurensningsforskriften. Folkehelseinstituttet har også utarbeidet et sett luftkvalitetskriterier, som er satt «så lavt at de aller fleste kan utsettes for disse nivåene uten at det oppstår skadevirkninger på helsa» (Folkehelseinstituttet; Miljødirektoratet, 2013).

### 2.2.2 Retningslinje T-1520

*Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520) (Miljøverndepartementet, 2012) brukes som en veileder for å vurdere lokal luftkvalitet i byggesaksbehandling og arealplanlegging etter *Lov om planlegging og byggesaksbehandling* (plan- og bygningsloven) (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2008). Veilederen spesifiserer grenser for gul og rød sone for luftkvalitet basert på nivåer av PM<sub>10</sub> og NO<sub>2</sub> (Tabell 2). Nedre grense for rød sone tilsvarer grenseverdien for NO<sub>2</sub> i henhold til forurensningsforskriftens § 7-6, mens grensen for rød sone for PM<sub>10</sub> gitt i T-1520 tillater færre overskridelser enn den juridiske grenseverdien. I gul sone har personer med alvorlig luftveis- og hjerte-karsykdom økt risiko for forverring av sykdommen, mens friske personer sannsynligvis ikke vil oppleve helseeffekter. I rød sone har personer med luftveis- og hjertekarsykdom økt risiko for helseeffekter, i hovedsak barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekarsykdom.

**Tabell 2. Nedre grenser for gul og rød sone for vurdering av lokal luftkvalitet, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).** (Miljøverndepartementet, 2012)

Komponent	Luftforurensningszone	
	Gul sone	Rød sone
PM <sub>10</sub>	35 µg/m <sup>3</sup> 7 døgn per år	50 µg/m <sup>3</sup> 7 døgn per år
NO <sub>2</sub>	40 µg/m <sup>3</sup> vintermiddel <sup>1</sup>	40 µg/m <sup>3</sup> årsmiddel
Helserisiko	Personer med alvorlig luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for forverring av sykdommen. Friske personer vil sannsynligvis ikke ha helseeffekter.	Personer med luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for helseeffekter. Blant disse er barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekaridelser mest sårbare.

<sup>1</sup> Vintermiddel ekskluderer verdier fra og med 1. mai til og med 31. oktober

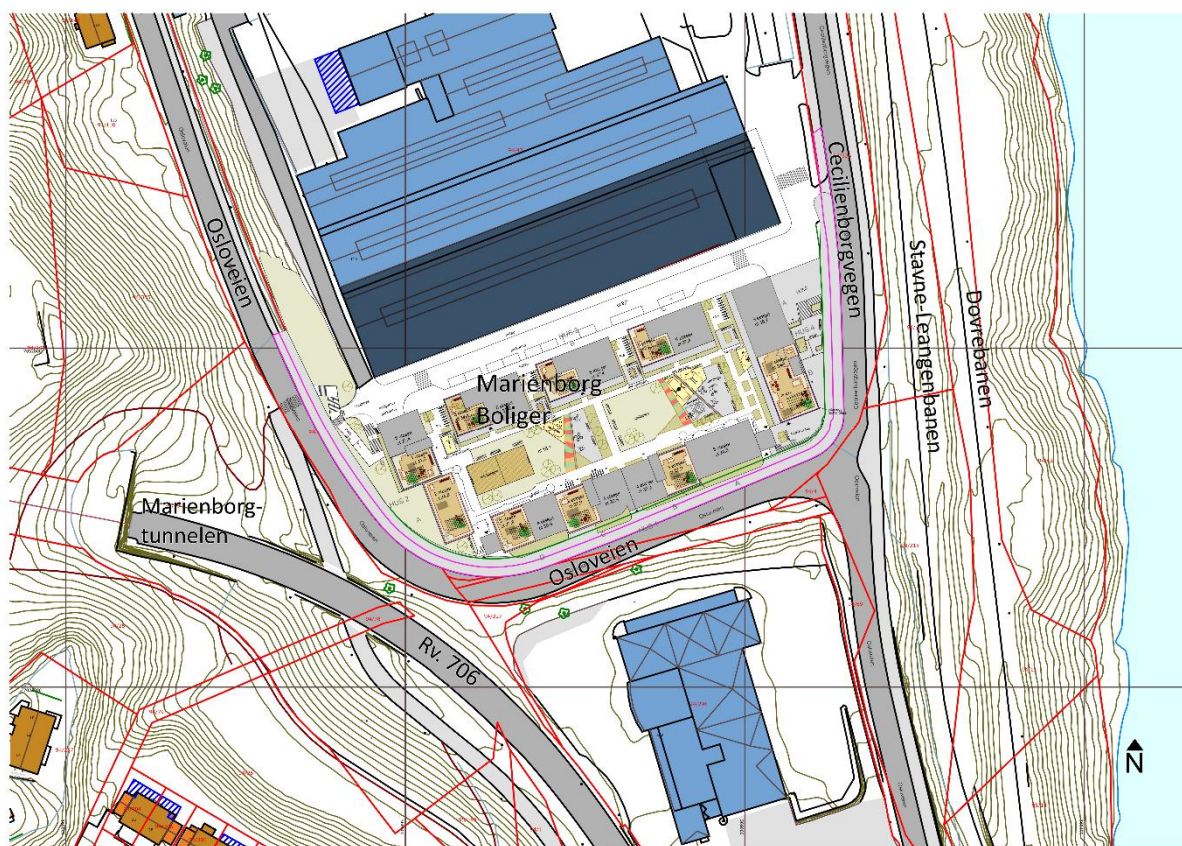
Grensene oppført i T-1520 skal legges til grunn ved planlegging av ny virksomhet eller bebyggelse, blant annet ved planprosjekter som berører bruksformål som er følsomt for luftforurensning. Følsom bebyggelse omfatter helseinstitusjoner, barnehager, skoler, boliger, lekeplasser og utendørs idrettsanlegg, samt grønnsstruktur. Gul sone er en vurderingszone, hvor det bør gjøres vurderinger ved planlagt bebyggelse med følsomt bruksformål, mens rød sone angir områder som er lite egnet til bebyggelse med følsomt bruksområde. Ved planlagt arealbruk innenfor rød sone må det redegjøres for forholdet til grenseverdiene for utendørsluft, og tiltak for bedre luftkvalitet burde være en del av den videre planleggingen av området.



### 3. OMRÅDE OG PLANLAGT TILTAK

#### 3.1 Områdebeskrivelse

Planområdet for Marienborg Boliger ligger på Marienborg i Trondheim, like sørvest for Marienborg stasjon, se markert på kart i Figur 2. Osloveien går i vest og sør og Cecilienborgvegen i øst for planområdet. Dovrebanen og Stavne-Leangenbanen går like vest for Cecilienborgvegen. Rv. 706 (Nordre avlastningsvei) går sørvest for planområdet, og inn i Marienborgtunnelen, der den sørøstlige portalen ligger med korteste avstand på i underkant av 100 meter fra planområdet. Jernbanestasjonsbygningene ligger like nord for planområdet, mens det er noe næring/forretningsbebyggelse sør for Osloveien. Øvrige områder vest for Marienborg stasjon består i all hovedsak av boligbebyggelse og noe spredt vegetasjon. Området ved Marienborg stasjon og planområdet er forholdsvis flatt, mens det ellers er jevn stigning i terrenget fra Nidelva og i vestlig retning mot Byåsen og Bymarka.



**Figur 2. Kart som viser planområdet for Marienborg Boliger i Trondheim kommune samt nærliggende veier, bane og tunnel markert. Modifisert fra utdrag fra situasjons/takplan for Marienborg Boliger, utarbeidet av Skibnes Arkitekter for Realinvest (Realinvest, 2019).**

Trafikkmengdene langs Rv. 706 sørvest for planområdet og gjennom Marienborgtunnelen er i dag på 6830 årsdøgntrafikk (ÅDT), iht. tall for år 2018 hentet ut fra Nasjonal vegdatabank (NVDB; Statens vegvesen, 2019). Osloveien vest og sør for planområdet har i dag ÅDT på 2400 og i sørøst 2900 ÅDT, mens Cecilienborgvegen er uten trafikkmengder registrert i NVDB. Trafikkmengdene langs nærliggende veier er altså forholdsvis lave: Det er i all hovedsak veier med ÅDT over 8000 som har betydning for lokal luftkvalitet (Miljøverndepartementet, 2012). Utslipp fra tunnelportaler kan imidlertid medføre betydelig spredning av luftforurensning.

### 3.2 Planlagt tiltak

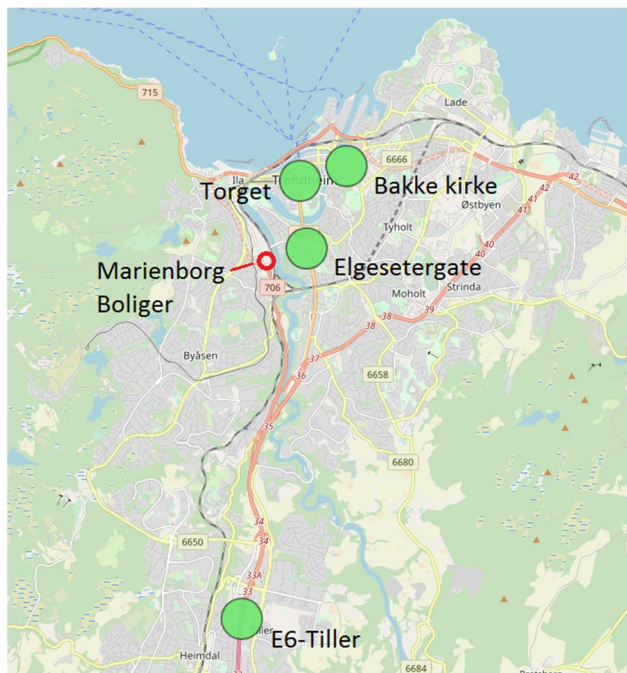
Det planlegges etablering av nye boliger på eiendommen med gnr./bnr. 94/330 på sørsiden av Marienborg stasjon. Utdrag fra utomhusplan for Marienborg Boliger, utarbeidet av Skibnes Arkitekter for Realinvest (Realinvest, 2019), er vist i Figur 3. Bygningene vil være på mellom 4 og 9 etasjer, med uteoppholdsarealer i sentrum.



Figur 3. Utdrag fra utomhusplan/takplan for Marienborg Boliger i Trondheim kommune, utarbeidet av Skibnes Arkitekter for Realinvest (Realinvest, 2019).

### 3.3 Lokal luftkvalitet

Luftforurensning i Trondheim kommune måles i dag ved de vegnære stasjonene Elgesetergate, Bakke kirke og E6-Tiller, samt Torget stasjon som representerer bybakgrunnskonsentrasjoner, se plassering vist i Figur 4 (NILU; Trondheim kommune, Statens vegvesen; Miljødirektoratet, 2019).



**Figur 4. Plasseringen til de ulike målestasjoner for luftkvalitet i Trondheim kommune. Modifisert fra NILU; Trondheim kommune; Statens vegvesen og Miljødirektoratet (2019).**

Det står ingen målestasjoner nær planområdet på Marienborg. Nærmeste stasjon i luftlinje er Elgesetergate, som står omtrent 700 m nordøst for planområdet. Trafikkmengdene ved Elgesetergate (ca. 22 000 ÅDT, år 2018) er imidlertid langt høyere enn trafikkmengdene langs vegene ved Marienborg Boliger. De mest relevante målestasjonene å sammenligne beregnede resultater med vil være Bakke kirke (9600 ÅDT langs Innherredsveien), og bybakgrunnsstasjonen Torget i sentrum.

### 3.4 Kilder til luftforurensning

Ved planområdet ved Marienborg Boliger vurderes utslippene fra vegtrafikken langs nærliggende veger, og særlig fra portalen til Marienborgtunnelen som de klart viktigste utslippskildene med betydning for den lokale luftkvaliteten i området.

Utslipp til luft fra dieseldrevet togtrafikk langs jernbanestrekningene øst for planområdet er også lagt inn i spredningsberegningene.

Ingen av virksomhetene på Marienborg er registrert med utslipp til luft: Nærmeste industribedrift med utslipp til luft registrert i norskeutslipp.no er Smith Stål på Ila, som ligger nesten 2 km nord for planområdet, og Nidarvoll varmesentral 2,5 km i sørøst. Utslipp fra industrivirksomheter er derfor ikke medregnet i spredningsberegningene.

Vedfyring er en betydelig kilde til luftforurensning i norske byer og tettsteder. Langtransportert luftforurensning må også tas høyde for i vurderinger av lokal luftkvalitet. Utslipp fra kilder som vedfyring og langtransportert luftforurensning vurderes å være omfattet av stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner.

#### 3.4.1 Vegtrafikk

Utslipp fra vegtrafikk kan bidra betraktelig til luftforurensning lokalt, særlig av komponentene svevestøv og NO<sub>2</sub>.

Trafikktall for nærliggende vegstrekninger ble hentet ut fra Nasjonal vegdatabank (NVDB, Statens vegvesen, 2019). ÅDT-tallene ble framskrevet ifm. støyutredningen foretatt i prosjektet,

fra år 2014 til år 2031 med forventet årlig trafikkvekst for Sør-Trøndelag på 1,99 % for årene 2016-22 og 1,06 % for årene 2022-26, i henhold til Transportøkonomisk institutt (Madslie m.fl., 2017). For Cecilienborgvegen ble trafikk tall anslått på bakgrunn av tidligere oppgitte tall og i samråd med Trondheim kommune ifm. støytredningen. Tall for årssøgntrafikk (ÅDT), andel tungtrafikk og fartsgrenser for vegstrekningene for år 2014 og for prognosesituasjonen (år 2031) er oppført i Tabell 3.

**Tabell 3. Trafikkdata for vegstrekningene ved Marienborg Boliger, for år 2014 og prognosesituasjonen (2031).**

Vegstrekning	ÅDT		Andel tungtrafikk	Fartsgrense (km/t)
	2014	2031		
Rv. 706 (Nordre avlastningsvei)	6700	8450	16 %	60
Osloveien sørøst	2900	3650	10 %	50
Osloveien nordvest	2400	3000	10 %	50
Cecilienborgvegen	2000	2500	15 %	50

#### 3.4.2 Togtrafikk

Jernbanestrekningen Stavne-Leangenbanen som går øst for Cecilienborgvegen og planområdet for Marienborg Boliger (se Figur 2) er ikke elektrifisert. Lokaltogene Røros/Lundamo/Melhus-Storlien/Steinkjer er dieseldrevne. Meråker- og Trønderbanen er ikke elektrifisert, slik at lokaltogene på Dovrebanen kjøres med dieseltog. Fjerntogene Oslo-Trondheim kjøres elektrisk. Dieseldrevne tog slipper ut særlig nitrogenoksider og noe svevestøv, og jernbanen og utslipp fra dieseldrevne tog er derfor inkludert i spredningsmodellen.

Tall for togtrafikken ble hentet ut fra rutetabeller for strekningene. Antall og type tog som passerer strekningen per døgn er listet opp i Tabell 4.

**Tabell 4. Antall passeringer per døgn av de ulike typene dieseldrevne tog langs jernbanen ved Marienborg stasjon i Trondheim.**

Togtype	Togkategori	Ant. togpasseringer per døgn
BM 92	Motorvognsett	58
BM 93	Motorvognsett	6
<b>Totalt</b>		<b>64</b>

#### 3.4.3 Bakgrunnsforurensning

Det vil også være et generelt bidrag fra andre forurensningskilder i og utenfor planområdet som ikke er tatt hensyn til i spredningsberegningene men som påvirker den lokale luftkvaliteten; dette omtales som bakgrunnsforurensning. Eksempler på slike kilder er langtransportert forurensning fra industri og vegtrafikk, og lokal ved- og oljefyring. Bakgrunnsforurensningen skal inkluderes ved utarbeidelse av spredningskart.

Stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner av luftforurensende komponenter beregnes av Norsk institutt for luftforskning (NILU), og er i foreliggende rapport hentet ut fra Bakgrunnsapplikasjonen, tilgjengelig via ModLUFT (NILU, Miljødirektoratet, & Statens vegvesen, 2019). Bakgrunns-konsentrasjonene for NO<sub>2</sub> og svevestøv (PM<sub>10</sub>) ved planområdet er vist i Tabell 5.

**Tabell 5. Gjennomsnittlige bakgrunnskonsentrasjoner for nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>), i µg/m<sup>3</sup>, ved planområdet for Marienborg Boliger i Trondheim kommune, hentet ut fra ModLUFTs Bakgrunnsapplikasjon (NILU et al., 2019).**

Midlingstid	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
År	12,5	8,6
Vinterperiode (ekskl. 01.05.-31.10.)	16,1	
Timemiddel – 19. høyeste	36,9	
Døgnmiddel – 8. høyeste		17,9
Døgnmiddel – 31. høyeste		14,5

## 4. LUFTKVALITETSMODELLERING

For å kunne vurdere spredning i luft og lokal luftkvalitet ved planområdet for Marienborg Boliger i Trondheim kommune er det gjennomført spredningsberegninger for komponentene NO<sub>2</sub> og svevestøv (PM<sub>10</sub>). Resultatene er vurdert opp mot grenseverdiene for uteluft i forurensningsforskriften og grenser for rød og gul sone i Retningslinje T-1520.

Luftkvalitetsmodelleringen ble utført med GRAL-systemet (The Graz Lagrangian Model; Graz University of Technology, 2019). GRAL er godt egnet til å modellere spredning i områder der både terreng og bygninger har betydning for spredningen av luftforurensning. Modulen GRAMM (GRAz Mesoscale Model) er en prognostisk mesoskala vindmodell som brukes for å generere vindstatistikk for et større område. GRAMM genererer prognostiske vindfelt for alle vindretninger og –hastigheter for GRAMM-beregningsområdet. Disse vindfeltene brukes som inngangsdata til modulen GRAL, som er en partikkelbasert, lagransk modell som beregner spredning av luftforurensning ved mindre planområder. GRAL kombinert med GRAMM utgjør et eulersk-lagransk system som beregner mesoskala og mikroskala spredning av luftforurensning der både terreng og bygninger tas hensyn til.

### 4.1 Inngangsdata

Som inngangsdata for å lage en 3D-modell brukes data om terreng, bygninger og arealdekke for området. Til 3D-modellen importeres meteorologi og utslipp til luft fra de ulike utslippskildene med bakgrunnskonsentrasjoner til spredningsberegninger for områdene.

#### 4.1.1 Meteorologi

Meteorologi, og særlig vindforhold, har stor betydning for spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet. I GRAL-systemet genereres vindstatistikk ved å legge inn en uniform vindrose i GRAMM, noe som produserer prognostiske vindfelt for området. Utstrekningen av beregningsområdet i GRAMM bestemmes av plasseringen til nærmeste representative meteorologiske stasjon der vindstatistikk kan hentes fra; beregningsområdet må omfatte både planområdene og målestasjonen. I tillegg bestemmes utstrekningen av bratthet i terrenget for å unngå turbulens i ytterkantene av modellen.

Data om vindforhold ble hentet ut fra Trondheim-Voll meteorologiske stasjon (WMO-nr. 01257), som ligger ca. 5,5 km sørøst for planområdet ved Marienborg Boliger, mens data om skydekke og solinnstråling ble hentet ut fra Værnes stasjon (WMO-nr. 01271). Meteorologiske data ble hentet ut fra eKlima.no (Meteorologisk institutt, 2019). Vinddataene for siste hele år (2018) ble sammenlignet med vinddata fra siste 10 år for å bekrefte at vindforholdene dette året er representative (Vedlegg 1, Figur V1-2).

I GRAL sammenlignes de prognostiske vindfeltene beregnet med GRAMM med målte vinddata fra Trondheim-Voll stasjon, og det mest representative vindfeltet beregnet i GRAMM brukes i GRAL for å beregne mikroskala spredning av luftforurensning ved planområdet. For vindsimuleringer til spredningsberegninger og generering av luftsonekart for PM<sub>10</sub> og NO<sub>2</sub> rød sone er det brukt data fra hele 2018, mens det for spredningsberegninger for NO<sub>2</sub> gul sone er brukt vinddata for vinterperioden (nov.-apr.). Vinden simuleres i modellen fordelt på sektorer. Spredningsberegninger i GRAL tar hensyn til effekten av terreng og bygninger på vindretning og –hastighet.

Forskjellene i meteorologi mellom sommer- og vintersesong kan være store, og ulikhetene i meteorologi kan påvirke luftkvaliteten. Det kan til tider være dårlig luftkvalitet om vinteren, våren og høsten i norske byer og tettsteder. Redusert luftkvalitet på vinteren skyldes hovedsakelig at lufta er mer stabil, i tillegg til at det er en økning i utslipp fra andre kilder som vedfyring, oppvirvling av påført veisalt og piggdekkslitasje av veier. Luftstabilitet er en parameter som kan brukes som et mål på spredning av forurensning vertikalt i de laveste luftlagene. Stabil atmosfære

forekommer når temperaturen er lavest ved bakkene og stigende oppover, en situasjon som kalles inversjon. Under disse forholdene vil luftforurensning akkumuleres nær bakken ettersom det skapes et «lokk» over den kalde lufta. Inversjon oppstår først og fremst når det er kaldt og nærmest vindstille, og er et fenomen som både kan omfatte større geografiske områder (byer, daler), men også kan oppstå lokalt. Antall dager med inversjon vil variere fra år til år og er vanskelig å forutse.

#### 4.1.2 Terrengdata, vegnett og bygningsmasse

Terrengdata for modelleringsdomenet for GRAMM ble hentet ut fra Digital terrengmodell (DTM 10, UTM33) fra Kartverkets Kartkatalogen (Kartverket, 2019a). Arealdekkedata ble hentet ut fra det europeiske kartprogrammet CORINE Land Cover (Nibio, 2019). Data om planlagte nye bygninger ved planområdet ble tatt ut fra dwg-kartgrunnlag utlevert av oppdragsgiver i prosjektet og importert i GRAL-modellen.

#### 4.1.3 Utslippstall

Utslipp av svevestøv og nitrogenoksider til luft fra de ulike utslippskildene i området ble beregnet og inkludert i spredningsmodellen.

##### Kjøretøytrafikk

Utslipp av svevestøv og NO<sub>x</sub> i eksos fra kjøretøy fra forbrenning av fossilt brennstoff er beregnet på bakgrunn av utslippsfaktorer hentet ut fra det europeiske forskningsprosjektet The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA, 2019) og trafikk tall for vegene for utredningsalternativet (år 2031). Utslippsfaktorene er vektet for data om fordelingen mellom bensin- og dieselmotorer og mellom personbil- og tungtrafikk ved ulike kategorier veier i Norge. Det er brukt utslippsfaktorer for 2015.

I tillegg til utslipp fra eksos, bidrar slitasje av bildekk, bremseklosser og asfalt betydelig til det totale utslippet av PM<sub>10</sub> fra veitrafikk (Ntziachristos & Boulter, 2016; Sandmo, 2016a). Dekkslitasje forekommer for det meste i forbindelse med oppbremsing og akselerasjon, og dette støvet inneholder potensielt helseskadelige komponenter, som tungmetaller og PAH. Slitasje av bremseklosser kan også føre til utslipp av metaller. Asfaltslitasjen er særlig stor når andelen piggdekk er høy. Svevestøvet fra asfaltslitasje består for det meste av steinfiller og bitumen. Større veier med mye trafikk har vanligvis høyere kvalitet på asfalten, og vil dermed stort sett ha mindre oppvirvling av asfalt per kjøretøy. Oppvirvling av støv fra asfalt, inkludert av mindre partikler (svevestøv), kan være betydelig men svært varierende, avhengig av om veibanen er tørr eller våt og om gaterengjøring foretas eller ikke. Tilsetning av veisalt i vintersesongen kan også øke mengden støv som virvles opp.

Svevestøvutslippene ble beregnet i henhold til metodologien i The Norwegian Emission Inventory 2016 (Sandmo, 2016), modifisert med utslippsfaktorer for støvoppvirvling i USEPAs AP-42 for asfalterte veier (USEPA, 2011). Vedlegg 2 viser utslippsfaktorene hentet ut fra HBEFA for svevestøv og NO<sub>x</sub> for de ulike vegkategoriene i området (Tabell V2-1), samt for svevestøv for slitasje av dekk og bremseklosser (Tabell V2-2) og asfaltslitasje forårsaket av piggdekkbruk (Tabell V2-3). Piggdekkandel for Trondheim by tilgjengelig fra luftkvalitet.info på 26 % (NILU; Statens vegvesen; Miljødirektoratet, 2019) ble brukt i beregningene. Bruk av piggdekk er tillatt i perioden mellom 1. november og 12. april, i beregningene avrundet til seks måneder (november-april). Utslippsfaktorer for siltmengder på vei er vist i Tabell V2-4. Tabell V2-5 viser de beregnede utslippene av svevestøv (PM<sub>10</sub>) og NO<sub>x</sub> fra vegene i modellen.

##### Tunnelportal

Utslipp fra tunneler kan fordele seg på to faser: jetfase og vinddrevet fase. I jetfasen drives spredning av hastigheten lufta har ut av tunnelåpningen, mens det i vinddrevet fase er atmosfæriske forhold som dominerer. Topografien sammen med utformingen av tunnelportalene har også stor betydning for spredningsforløpet. For at det skal oppstå jetfase i spredningen må lufta ha en

hastighet ut av tunnelen på 3 m/s eller høyere. Dersom ventilasjonshastigheten i tunnelmunningen er lavere enn 3 m/s, vil maksimalutbredelsen av gitte konsentrasjoner fra tunnelmunningen kunne beskrives som en sirkel med sentrum i munningen (NILU, Miljødirektoratet, & Statens vegvesen, 2018b).

Ved beregning av utslipp fra vegtunneler legges det til grunn antakelsen at skyvekraften fra trafikken drar med seg utslipp langs hele tunnellopet, og at utslippene dermed forekommer kun i den retningen trafikken går ut av tunnelen. Ettersom Marienborgtunnelen har trafikk i begge retninger, er det antatt hastighet på lufta som kommer ut ved munningen på 0. Tunnelportalen er lagt inn med omtrentlige tilgjengelige tall for dimensjoner på portal og lengde, gitt tunnelprofil T9,5. Utslippstall for komponentene PM<sub>10</sub> og NO<sub>x</sub> er basert på trafikkmengde ved den aktuelle vegstrekningen (Rv. 706). Alle utslipp som produseres inne i tunnelen i kjøreretning ut av portalen antas å slippes ut gjennom munningen, altså utslippene fra halvparten av trafikken inne i tunnelen. Det er antatt at det ikke vil være noen temperaturforskjell mellom eksosen inne i tunnelen og omgivelsene utenfor.

#### Togtrafikk

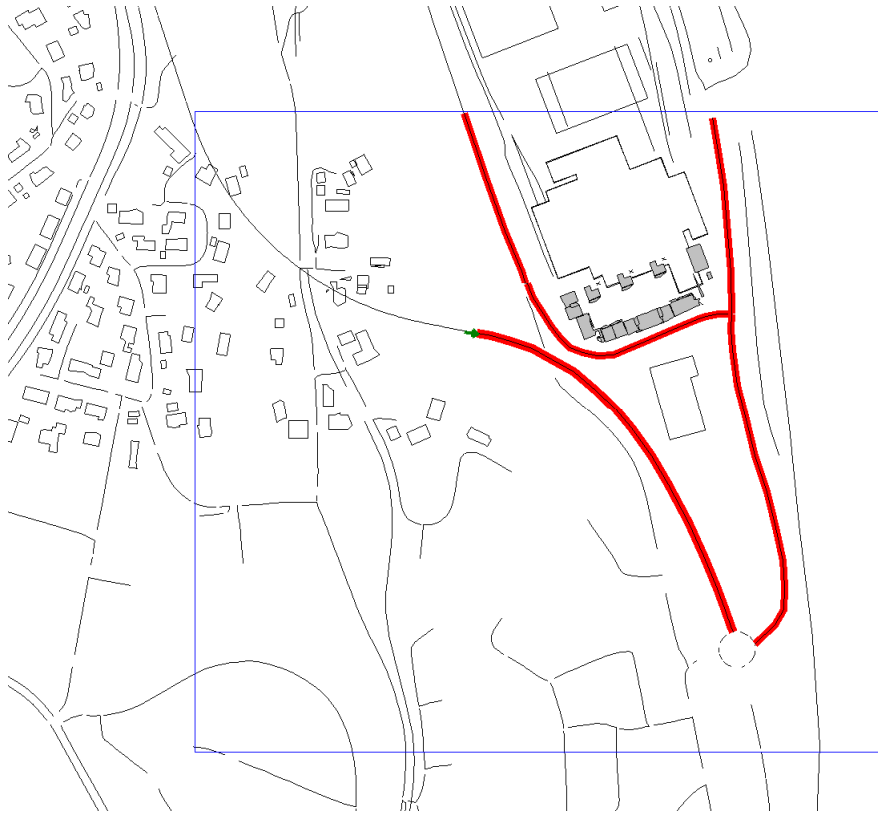
Utslipp til luft fra de ulike togtypene brukt på nærliggende jernbanestrekninger ble beregnet etter metodikk beskrevet i The Norwegian Emission Inventory 2016 (Sandmo, 2016b). Vedlegg 2 viser faktorer for drivstofforbruk for ulike togtyper (Tabell V2-6), og utslippsfaktorer for blant annet NO<sub>x</sub> og svevestøv (Tabell V2-7). Tabell V2-8 viser de beregnede samlede utslippene av NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> til luft fra togtrafikken ved planområdet. Utslippene ble beregnet med grunnlag i gjennomsnittlig døgntrafikk.

## **4.2 Spredningsberegninger**

Spredningsberegningene kan identifisere områder med dårlig luftkvalitet ved planområdet, og vise hvordan utslipp og terreng påvirker spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet.

Modelleringen og spredningsberegningene ble utført med GRAL-modellen (Graz University of Technology, 2019). GRAL-beregningsområdet var et omtrent 400 x 500 m stort område sentrert omtrent ved planområdet. Konsentrasjoner og spredning av luftforurensning ble simulert ved 2-3 meters høyde over terreng, i henhold til krav i Retningslinje T-1520. Reseptor-grid ble satt til 2 x 2 m punkter innenfor beregningsområdet. Stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner ble lagt til de beregnede konsentrasjonene. En oversikt over modellområdet som viser GRAMM-meteorologi-modellen og GRAL-modellen med bygninger, vegnett og terreng i området er vist i Figur 5.





**Figur 5. Oversikt over GRAL-modellen for planområdet for Marienborg Boliger i Trondheim kommune brukt til spredningsberegninger. Figuren viser GRAL-beregningsområdet (blått rektangel), bygninger (nye planlagte: grå) og utslippskilder i området (veger: røde; tunnelportal: grønn pil).**

#### 4.2.1 NO<sub>x</sub>-kjemi

Utslippsfaktorer oppgis fra HBEFA for NO<sub>x</sub> samlet, og beregnede konsentrasjoner er derfor for NO<sub>x</sub>. Grensene i T-1520 og grenseverdiene i forurensningsforskriften er gitt for NO<sub>2</sub>, og de beregnede konsentrasjonene av NO<sub>x</sub> regnes derfor om til NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner.

Følgende formel brukes i omregningen i programvaren:

$$\text{NO}_2 = 29 \times (\text{NO}_x) / (35 + \text{NO}_x) + 0.217 \times (\text{NO}_x)$$

## 5. RESULTATER OG VURDERINGER

### 5.1 Meteorologi

Vindroseplott generert i GRAL for området ved Marienborg i Trondheim for år 2018 er vist lagt oppå ortofoto over området i Figur 6, og i Figur V1-1 i Vedlegg 1. Figur V1-2 viser vindroser på årsbasis for Trondheim-Voll stasjon for de siste ti årene.



**Figur 6. Vindroseplott for vinddataene brukt i modelleringen, generert i GRAL for planområdet for Marienborg Boliger, basert på data fra Trondheim-Voll meteorologiske stasjon for år 2018 hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019). Plottet er lagt oppå ortofoto over området hentet ut fra Google Earth (Google, 2019). Vindrosen framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på 24 sektorer.**

Vindstyrken i de genererte vinddataene for planområdet på Marienborg er lav det meste av tiden, under 4 m/s de fleste timene. Dominerende vindretninger er fra sørvest, og til en viss grad fra nordøst (Figur 6). Vinder direkte fra nord, øst og vest forekommer sjelden.

Lokale vindforhold tilsier dermed at utslippene fra den sterkest trafikkerte vegen i området, Rv. 706 og den sørøstlige portalen til Marienborgtunnelen sørvest for planområdet for Marienborg Boliger, i forholdsvis stor grad forventes å spres i nordøstlig retning ut over planområdet.

Luftforurensning kan typisk være problematisk i perioder på vinteren med lave temperaturer og stillestående luft. Utslipp av komponenter som svevestøv og nitrogendioksid fra vegtrafikk, i tillegg til vedfyring fra husholdninger, kan da medføre dårlig lokal luftkvalitet i byer og tettsteder, særlig ved trafikkerte veger. Nedbør og snødekke har stor betydning særlig for spredning av støv: I regnvær faller støv og annen luftforurensning raskt til bakken i tillegg til at oppvirvling av støvpartikler fra veiene hindres. Konsentrasjonene i luft blir dermed redusert. Snødekke på og ved vegbanen dekker over og hindrer oppvirvling av støv og dermed spredning til luft. Imidlertid saltes hovedvegene ved snøvær og is på vegene, og små partikler i veisalt og sand virvles opp av passerende kjøretøy og spres i luft.

## 5.2 Utslipp til luft

Det ble beregnet utslipp av komponentene NO<sub>x</sub> og svevestøv (PM<sub>10</sub>) fra kjøretøy for de ulike vegstrekningene som inngår i spredningsmodellen. Som det framgår av Tabell V2-5, er utslippene klart størst ut fra Rv. 706. Utslippene av NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> ut fra Rv. 706 som går sørvest for planområdet er på henholdsvis 0,316 og 0,149 kilogram per kilometer per time (kg/km/t; PM<sub>10</sub>-tall for vintersesongen).

NO<sub>x</sub> slippes kun ut fra eksos på kjøretøy, mens svevestøv i tillegg slippes ut som resultat av slitasje av dekk og bremseklosser, piggdekkbruk og oppvirvling av vegstøv. Piggdekkslitasje og støvoppvirvling står for de klart største bidragene til svevestøvtutslippene fra vegtrafikken (Tabell V2-5). Piggdekk brukes kun på vinteren, og bidraget fra støvoppvirvling er også høyere om vinteren på grunn av tilsetning av strøsand og vegsalt. Utslippene av PM<sub>10</sub> fra vegene er derfor betydelig høyere om vinteren enn om sommeren; i gjennomsnitt over dobbelt så høye (PM<sub>10</sub>-utslippene i sommersesongen utgjør gjennomsnittlig omtrent 45 % av vinterutslippene). Andelen tungtrafikk har forholdsvis stor betydning for de totale utslippene ettersom tunge kjøretøy har betydelig større utslipp til luft sammenlignet med personbiler. Ved vegene innenfor planområdet varierer tungtrafikkandelen mellom 10 og opp til 16 % ved Rv. 706.

## 5.3 Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet

Utarbeidede spredningskart som viser beregnede konsentrasjoner av komponentene NO<sub>2</sub> og svevestøv (PM<sub>10</sub>) ved planområdet for Marienborg Boliger i Trondheim er vist i Figurene 7-12. Kart er vist for NO<sub>2</sub> årsmiddel (T-1520 rød sone og forurensningsforskriften) i Figur 7, NO<sub>2</sub> vintermiddel (gul sone) i Figur 8, NO<sub>2</sub> 19. høyeste timemiddel (forurensningsforskriften) i Figur 9, PM<sub>10</sub> 8. høyeste døgnmiddel (rød og gul sone) i Figur 10, PM<sub>10</sub> 31. høyeste døgnmiddel (forurensningsforskriften) i Figur 11, og PM<sub>10</sub> årsmiddel (forurensningsforskriften) i Figur 12. Luftsonekartene er vist i større format i Vedlegg 3. Alle beregningene er utført med 2018-meteorologi, og viser resultater ved 2,5 meters høyde over terreng med trafikk tall framskrevet for prognosesituasjonen (år 2031).

Som det framgår av spredningskartene i Figur 7-12, har størstedelen av planområdet, inkludert områdene i nordøst samt uteoppholdsområdene mellom boligbygningene, god luftkvalitet. Spredningen av luftforurensning i området er mest problematisk ved den sørvestlige delen av planområdet nærmest portalen til Marienborgtunnelen. Det er også en viss spredning ut fra selve vegbanen ved Rv. 706 og Osloveien sør og vest for planområdet. Retningslinje T-1520 gul sone brer seg ut og omfatter planområdet for Marienborg Boliger i sør og i vest nærmest vegene. T-1520 rød sone for PM<sub>10</sub> omfatter så vidt deler av de planlagte nye boligene lengst sørvest på planområdet. Grenseverdiene i forurensningsforskriften overstiges ikke ved noen deler av planområdet. Spredningen ut fra vegene i området med lave trafikkmengder samt jernbanen er ubetydelig for den lokale luftkvaliteten.

### 5.3.1 Nitrogendioksid

Ved arealplanlegging etter plan- og bygningsloven er det i utgangspunktet kravene og grensene i Retningslinje T-1520 som gjelder. Nedre grense for rød sone iht. Retningslinje T-1520 for NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup> som årsmiddel) overstiges kun ved selve vegbanen ved Rv. 706 og Osloveien nær portalen til Marienborgtunnelen (Figur 7). T-1520 gul sone for NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup> som vintermiddel) brer seg imidlertid ut mot den sørvestlige delen av planområdet for Marienborg Boliger, og omfatter så vidt deler av en av de planlagte nye boligbygningene lengst sørvest (Figur 8).

Grenseverdiene i forurensningsforskriften er de juridisk gjeldende grenseverdiene for tiltak som ikke skal overstiges. Grensene for gul og rød sone i Retningslinje T-1520 er strengere enn eller sammenfallende med grenseverdiene i forurensningsforskriften, men Retningslinje T-1520 inneholder ikke grenser for NO<sub>2</sub> på timebasis eller PM<sub>10</sub> på årsbasis. Det er derfor nødvendig å gjøre beregninger med disse midlingstidene og vurdere spredningskart også sett opp mot grenseverdiene for tiltak. For NO<sub>2</sub> sammenfaller grenseverdien som årsbasis i forurensningsforskriften med

nedre grense for rød sone i Retningslinje T-1520. Timegrenseverdien for NO<sub>2</sub> i forurensningsforskriften på 200 µg/m<sup>3</sup>, med 18 tillatte overskridelser, overstiges kun ved et lite område like ved portalen til Marienborgtunnelen (Figur 9).

### 5.3.2 Svevestøv

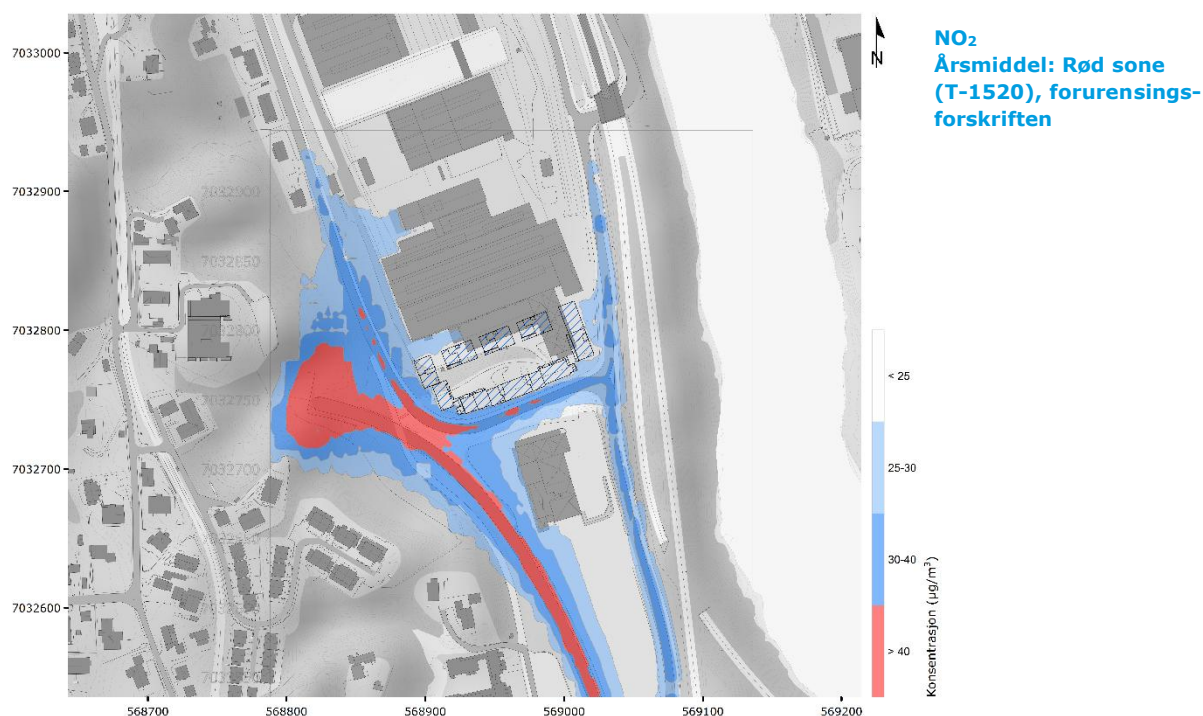
Retningslinje T-1520 rød og gul sone for svevestøv (PM<sub>10</sub>; henholdsvis 50 og 35 µg/m<sup>3</sup> som 8. høyeste døgnmiddel) har noe større utbredelse ut fra vegene i området sammenlignet med NO<sub>2</sub> (Figur 10). T-1520 gul sone omfatter de vestlige og sørlige delene av planområdet nærmest vegen. Rød sone for PM<sub>10</sub> er i all hovedsak begrenset til selve vegbanen ved Rv. 706 og Osloveien, men brer seg ut mot planområdet lengst i sørvest og omfatter så vidt deler av bygningen i sørvest.

Døgn grenseverdien for PM<sub>10</sub> i forurensningsforskriften på 50 µg/m<sup>3</sup> med tillatt 30 overskridelser (Figur 11), og årsgrenseverdien for PM<sub>10</sub> (25 µg/m<sup>3</sup>; Figur 12) overstiges i områder med en viss utstrekning fra portalen til Marienborgtunnelen, men ikke nordøst for Osloveien mot planområdet.

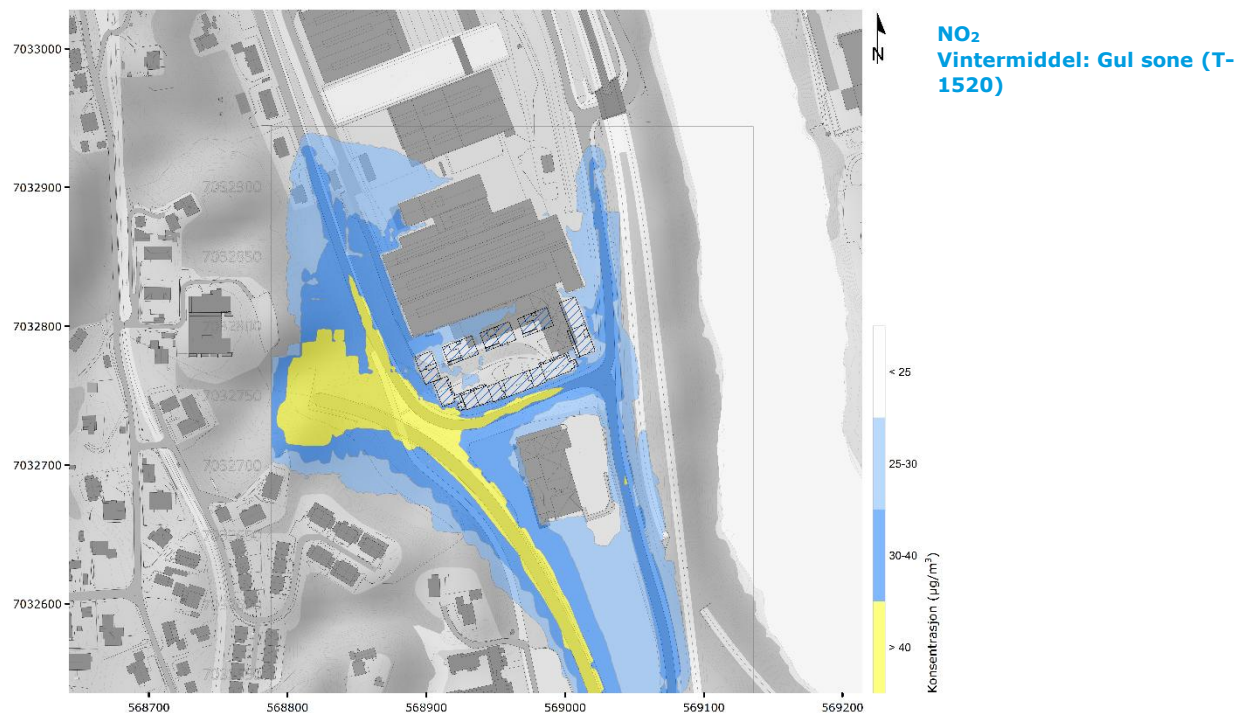
### 5.3.3 Andre forurensende komponenter

Retningslinje T-1520 inneholder ikke grenseverdier for partikler med diameter mindre enn 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) eller andre komponenter som PAH eller metaller. Mindre partikler kan penetrere lenger ned i luftveiene og dermed utgjøre større helserisiko enn større partikler, og det er derfor viktig å vurdere spredning også for denne fraksjonen separat. Grenseverdien i forurensningsforskriften kap. 7 foreligger som årsmiddel, på 15 µg/m<sup>3</sup>.

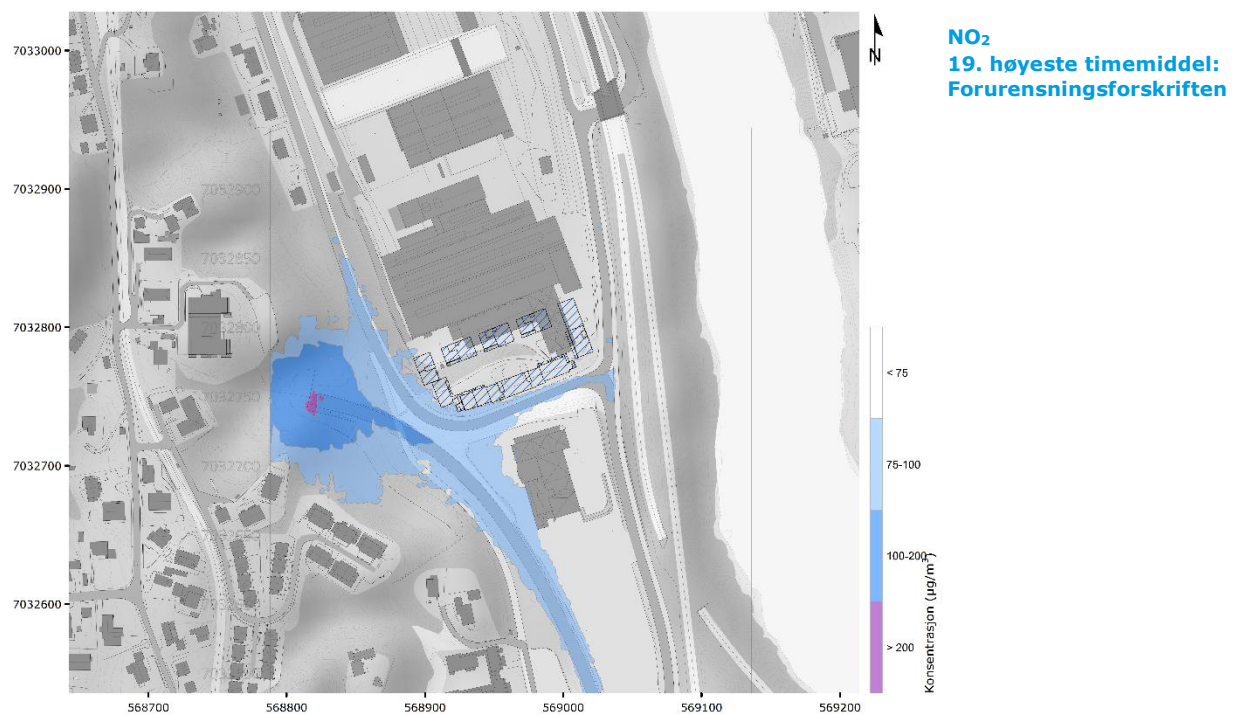
Erfaringsmessig er spredning av PM<sub>2,5</sub> i forhold til gjeldende grenseverdier mindre problematisk enn PM<sub>10</sub> årsmiddelkonsentrasjoner. Ettersom resultatene for PM<sub>10</sub> årsmiddel i området viser liten grad av spredning ut fra Rv. 706 mot sørvest i retning planområdet, ble det ikke vurdert som nødvendig å utføre spredningsberegninger for PM<sub>2,5</sub> eller andre komponenter i prosjektet.



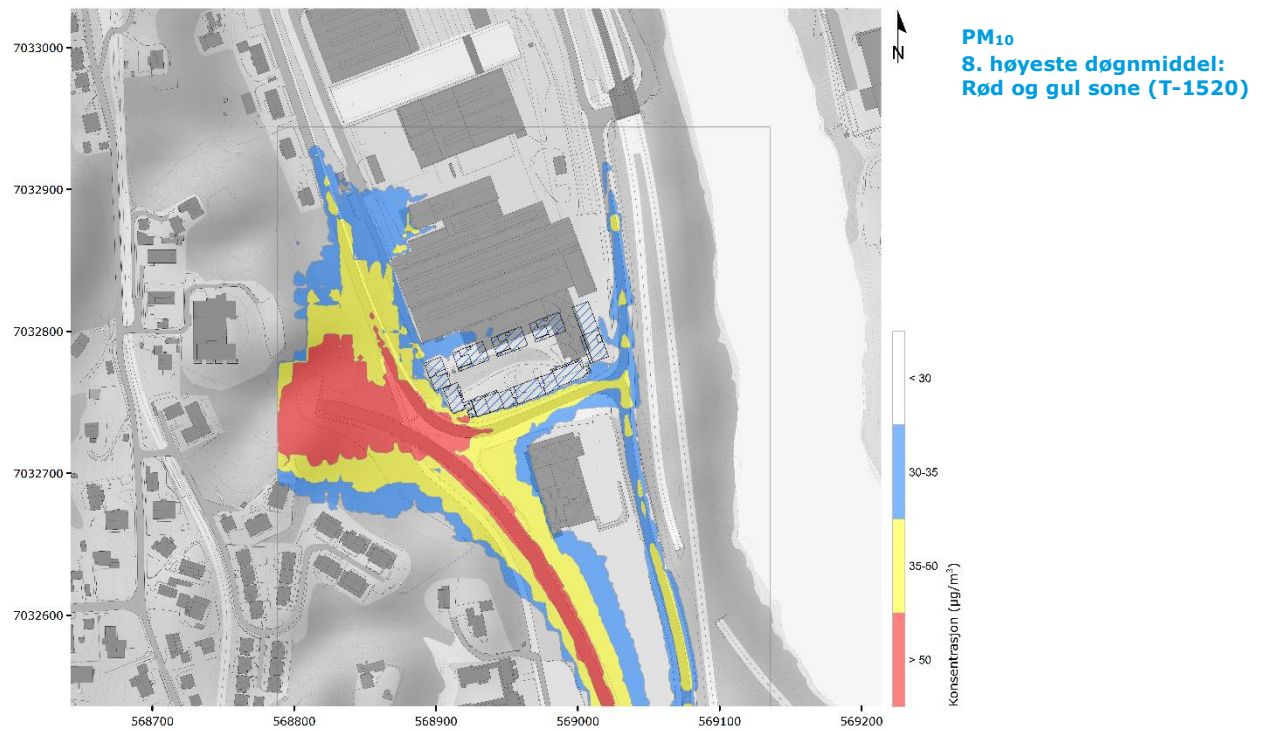
**Figur 7. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) ved Marienborg Boliger i Trondheim. Rød sone for NO<sub>2</sub> tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m<sup>3</sup> som årsmiddel, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520). Grensen for rød sone for NO<sub>2</sub> tilsvarer årsgrenseverdien i forurensningsforskriften.**



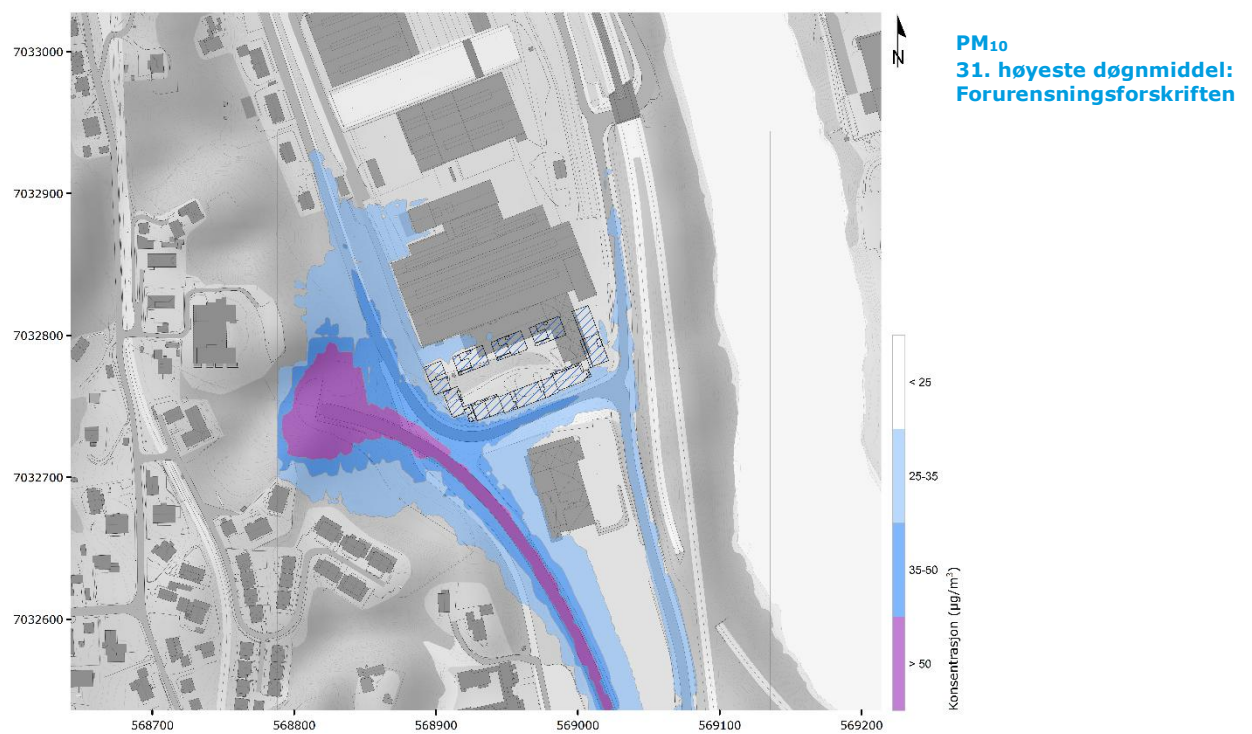
**Figur 8.** Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) ved Marienborg Boliger i Trondheim. Gul sone for NO<sub>2</sub> tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m<sup>3</sup> som vintermiddel (perioden november-april), i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



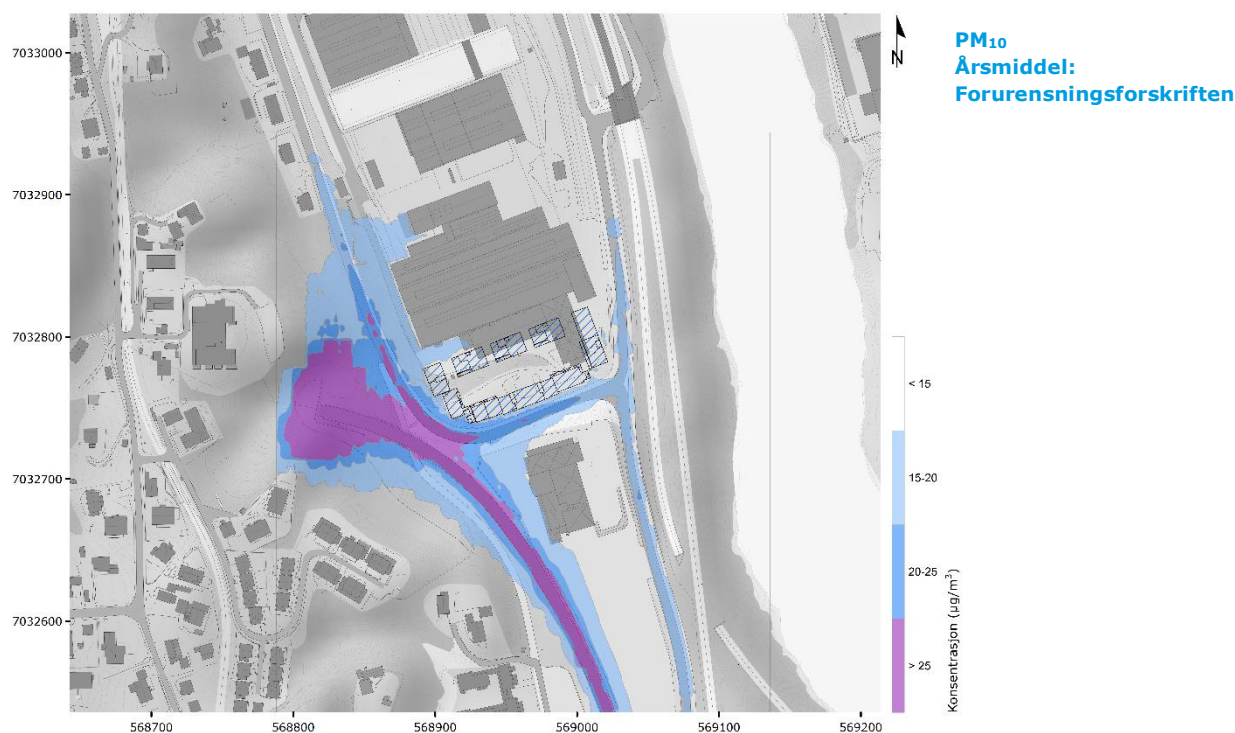
**Figur 9.** Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) ved Marienborg Boliger i Trondheim. Grenseverdien i forurensningsforskriften for NO<sub>2</sub> som timemiddel er på 200 µg/m<sup>3</sup>, med tillatt 18 overskridelser.



**Figur 10.** Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) ved Marienborg Boliger i Trondheim. Gul og rød sone for  $\text{PM}_{10}$  tilsvarer maksimum 7 overskridelser av grensene på henholdsvis 35 og 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



**Figur 11.** Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) ved Marienborg Boliger i Trondheim. Grenseverdien i forurensningsforskriften for  $\text{PM}_{10}$  som døgnmiddel er på 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , med tillatt 30 overskridelser.



**Figur 12. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM<sub>10</sub>) ved Marienborg Boliger i Trondheim. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM<sub>10</sub> som årsmiddel er på 25 µg/m<sup>3</sup>.**

#### 5.4 Diskusjon, antakelser og usikkerhet

Spredningsberegningene gir et inntrykk av hvilke områder som vil være utsatt for redusert luftkvalitet. Det gjøres imidlertid en rekke antakelser i forbindelse med modelleringen og spredningsberegningene:

- Data for vind og meteorologi kan variere fra år til år og de meteorologiske forholdene fra målestasjon til planområde kan avvike noe.
- Utslippsfaktorer brukt i utslippsberegningene er gjennomsnittstall, og vil avhenge av forhold som kjøremønster, hastighet, teknologi og alder på kjøretøyet. I foreliggende rapport ble faktorer for 2015 benyttet, da disse er mest sikre, for å gi mest mulig realistiske utslippstall. For prognosesituasjonen vil dette antakeligvis gi en overestimert, da det antas at kjøretøyteknologien vil utbedres i framtiden. Tall for togtrafikken er også forbundet med noe usikkerhet, særlig for prognosesituasjonen og med hensyn på mulig framtidig elektrifisering av alle strekningene og togene.
- Estimering av svevestøvnivåer i luft som følge av piggdekkbruk og resuspensjon av vegstøv er forbundet med vesentlig usikkerhet.
- Bakgrunnskonsentrasjonene kan variere fra sted til sted innenfor området som følge av terreng, bygningsmasse og lokale klimaeffekter, og det er forbundet en viss usikkerhet til beregningsmetodene. Tilgjengelig kilde til bakgrunnsnivåer (ModLUFTs Bakgrunnsapplikasjon) er basert på beregninger, og foreligger med såpass lav oppløsning at lokale forskjeller særlig i byområder og tettsteder ikke kan tas tilstrekkelig hensyn til.
- Fordelingen mellom NO og NO<sub>2</sub> varierer avhengig av meteorologiske forhold og atmosfærisk sammensetning, og modellerte konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> er derfor forbundet med noe usikkerhet.

##### 5.4.1 Verifisering av resultater

Spredningsberegninger påpeker viktige spredningsmønstre og identifiserer områder som er utsatt for redusert luftkvalitet. For verifisering av resultatene må det foretas målinger.

I prosjektet ble beregnede konsentrasjoner med luftkvalitetsmodellering med GRAL sammenlignet med måleresultater fra luftkvalitetsstasjonene Torget og Bakke kirke. Ettersom Trondheim kommune innførte jevnlig gaterenhold ved flere veger i byen, er det mest hensiktsmessig å sammenligne beregnede resultater med målte konsentrasjoner før år 2013.

Resultater fra luftkvalitetsmålingene er sammenfattet i årsrapporter utarbeidet av kommunen, sist publisert 25.09.2019 for år 2018 (Trondheim kommune, 2019). Årsgrenseverdiene i forurensningsforskriften for  $PM_{10}$  og for  $PM_{2,5}$  på henholdsvis 25 og 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (før 2016: 40 og 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ble overholdt ved Torget og Bakke kirke i perioden 2009-2017. Årsgrenseverdien i forurensningsforskriften for  $NO_2$  på 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  har vært overholdt de siste ti årene. Det har ikke blitt påvist overskridelser av timegrenseverdien på 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ved noen av stasjonene i Trondheim siden 2011.

Ved både Bakke kirke og Torget stasjon blir det målt enkelte overskridelser av grenseverdien for  $PM_{10}$  på døgnbasis i forurensningsforskriften på 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , men ikke flere enn tillatt antall overskridelser (30 døgn per år; før 2016: 35 døgn). Nedre grense for rød sone i Retningslinje T-1520 (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , maks. 7 overskridelser) har blitt overholdt ved Torget og Bakke kirke de siste årene. Før år 2013 ved Torget og 2015 ved Bakke kirke ble grensen for T-1520 rød sone imidlertid jevnlig oversteget ved disse stasjonene. Beregnet spredning ut fra Rv. 706, som viser en viss utbredelse av T-1520 gul og rød sone, virker derfor å være i overensstemmelse med målinger. Spredningen ved beregningsområdet er imidlertid sterkt påvirket av utslipp fra den sørøstlige portalen til Marienborgtunnelen, noe som vanskeliggjør direkte sammenligninger. Det presiseres også at lokale forskjeller i meteorologi og terreng, og særlig gaterengjøring, har stor betydning for konsentrasjonene av luftforurensning og lokal luftkvalitet i vegnære områder.

## 5.5 Anbefalinger om tiltak

Spredningen av luftforurensning og områder med redusert luftkvalitet i området ved Marienborg Boliger er i all hovedsak begrenset til den sørvestlige delen av planområdet like ved vegen. T-1520 rød og gul sone brer seg ut mot planområdet i sør og i vest like ved vegen, og boligbyggingen lengst sørvest på planområdet havner så vidt innenfor T-1520 rød sone for  $PM_{10}$ . Grenseverdiene i forurensningsforskriften overstiges ikke ved noen del av planområdet.

Områder som faller inn under T-1520 rød sone anses i utgangspunktet som uegnet for følsomt bruksformål som boliger, skoler, barnehager, helseinstitusjoner, idrettsanlegg og uteoppholdsarealer. Ved områder i gul sone anbefales det å gjennomføre aktuelle avbøtende tiltak for å sikre tilfredsstillende luftkvalitet.

For planen for Marienborg vil det være mest hensiktsmessig å konsentrere avbøtende tiltak mot områdene i sør og i vest like ved vegen. Støyvegger satt opp langs vegen vil skjerme effektivt også mot spredning av luftforurensning ut fra trafikkerte veger, og kan vurderes oppført mellom Osloveien og planområdet. Tett, skjermende vegetasjon oppført mellom vegen og planområdet vil også kunne gi noe skjerming mot luftforurensning, primært svevestøv. Det anbefales også å legge luftinntak og ventilasjon ved bygningsfasader som er vendt bort fra Osloveien. Ved de øvrige planlagte nye boligbygningene og ved uteoppholdsarealene mellom bygningene er luftkvaliteten god, og tiltak i disse områdene vil ikke være nødvendige.

Det må imidlertid tas hensyn til at hoveddelen av spredningen kommer fra portalen til Marienborgtunnelen og ikke trafikken ved Osloveien: Det mest effektive tiltaket for å forbedre luftkvaliteten ved Marienborg Boliger vil være skjermingstiltak ved Marienborgtunnelen. I dag er portalområdet godt skjermet over og sørvest for portalen, men området mellom portalen og områdene i nordøst ligger åpent. I tillegg er det vesentlige usikkerheter forbundet med utslippstallene for portalen: I beregningene er det antatt at alle utslipp fra biltrafikken inne i tunnelen går ut gjennom portalene i kjøreretningen. De reelle utslippstallene kan være lavere, dersom det foreligger



tall for mulig avsetning av svevestøv langs tunneloverflater som så blir vasket bort jevnlig, ventilasjonsløsninger o.l.

## 6. KONKLUSJON

Luftkvalitetsberegningene viser at spredningen av luftforurensning og områder med redusert luftkvalitet i området ved Marienborg Boliger i all hovedsak er begrenset til områdene i vest og sør på planområdet like ved vegen. Retningslinje T-1520 gul sone omfatter de vestlige og sørlige delene av planområdet, mens T-1520 rød sone for  $PM_{10}$  brer seg ut mot deler av boligbygningen helt i sørvest. Øvrige deler av planområdet inkludert uteoppholdsarealene mellom boligbygningene har god luftkvalitet.

I gul sone iht. Retningslinje T-1520 skal luftforurensningssituasjonen vurderes, mens ved følsomt bruksformål som havner inn under rød sone skal avbøtende tiltak gjennomføres. For Marienborg Boliger kan det være aktuelt å sette opp støyskjerming og/eller tett, vintergrønn vegetasjon mellom Osloveien og planområdet i sør og i vest for å skjerme for luftforurensning. I tillegg bør luftinntak/ventilasjon legges ved bygningsfasader som vender bort fra Osloveien.

Det må imidlertid tas hensyn til at hoveddelen av spredningen ut mot planområdet er forårsaket av Marienborgtunnelen og ikke vegtrafikken ved tilstøtende Osloveien: Det mest hensiktsmessige avbøtende tiltaket er derfor sannsynligvis å opprette skjerming på nordøstsiden av portalen til Marienborgtunnelen. Tilgang på mer detaljert informasjon om ventilasjon og mulige effekter av avsetning og vasking av tunnelen vil også kunne gi grunnlag for mer nøyaktige beregninger av spredningen ut fra portalen og luftkvalitet ved Marienborg Boliger.

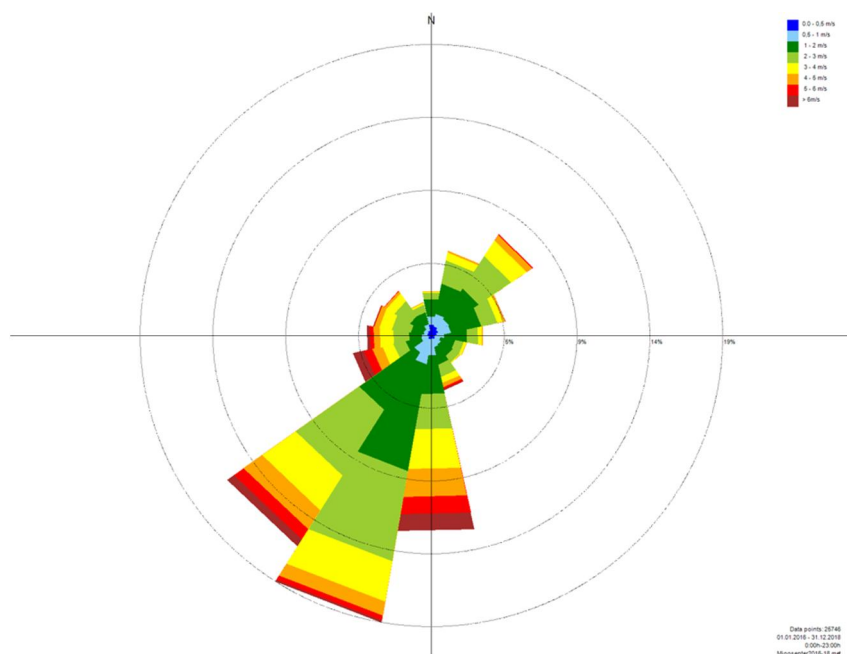
## 7. REFERANSER

- Europaparlamentet og Rådet. (2008, October 18). Luftkvalitetsdirektivet. Europaparlaments- og rådsdirektiv 2008/50/EF om luftkvalitet og renere luft for Europa. Hentet ut fra <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2005/okt/luftkvalitetsdirektivet/id2432778/>
- Folkehelseinstituttet; Miljødirektoratet. (2013). *Luftkvalitetskriterier - Virkninger av luftforurensning på helse Rapport 2013:9*. Oslo. Hentet ut fra <https://www.fhi.no/globalassets/migrering/dokumenter/pdf/luftkvalitetskriterier---virkninger-av-luftforurensning-pa-helse-pdf.pdf>
- Folkehelseinstituttet (FHI). (2012, December). 04. Svevestøv - Forurensninger i uteluft. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)
- Folkehelseinstituttet (FHI). (2015). 03. Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) - Forurensninger i uteluft - FHI. Hentet ut fra <https://www.fhi.no/nettpub/mihe/uteluft/03.-nitrogendioksid-no2---forurensn/>
- Google. (2019). Google Earth. Hentet ut fra <https://www.google.com/intl/no/earth/>
- Graz University of Technology. (2019). GRAL - Graz Lagrangian Model. Hentet ut fra <http://lampz.tugraz.at/~gral/index.php/2-uncategorised/1-description>
- HBEFA. (2019). The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA). Hentet ut fra <http://www.hbefa.net/e/index.html>
- Kartverket. (2019a). Kartkatalogen - DTM 10 Terrengmodell (UTM33). Hentet ut fra <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/kartverket/dtm-10-terrengmodell-utm33/dddbb667-1303-4ac5-8640-7ec04c0e3918>
- Kartverket. (2019b). Norgeskart. Hentet ut fra <http://www.norgeskart.no/#!?project=seeiendom&layers=1002,1014&zoom=4&lat=7197864.00&lon=396722.00>
- Keller, M., Wüthrich, P., & Notter, B. (2017). Handbook emission factors for road transport 3.1 / 3.2 / 3.3 Quick reference. Hentet ut fra [http://www.hbefa.net/e/help/HBEFA33\\_help\\_en.pdf](http://www.hbefa.net/e/help/HBEFA33_help_en.pdf)
- Klima- og miljødepartementet. (2004). Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) FOR 2004-06-01. Hentet ut fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/lides?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html#map040>
- Klima- og miljødepartementet. (2015). Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven). Hentet ut fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6>
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2008). Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) LOV-2008-06-27-71. Hentet ut fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- Meteorologisk institutt. (2019). eKlima. Hentet ut fra [http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?\\_pageid=73,39035,73\\_39049&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL)
- Miljødirektoratet. (2014). M-129 - 2014 Grenseverdier og nasjonale mål. Hentet ut fra <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M129/M129.pdf>
- Miljødirektoratet. (2019). Norske utslipp. [norskeutslipp.no](https://www.norskeutslipp.no/). Hentet ut fra <https://www.norskeutslipp.no/>
- Miljøverndepartementet. (2012). Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520). Hentet ut fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/3b1e1d20ee364e61ab2949814a9212ca/t-1520.pdf>
- Norsk institutt for bioøkonomi (Nibio). (2019). CORINE Land Cover. Hentet ut fra [http://www.skogoglandskap.no/kart/corine\\_landcover/map\\_view](http://www.skogoglandskap.no/kart/corine_landcover/map_view)
- Norsk institutt for luftforskning (NILU); Statens vegvesen; Miljødirektoratet. (2019). Luftkvalitet.info. Hentet ut fra <http://www.luftkvalitet.info/home.aspx>
- Norsk institutt for luftforskning (NILU), Miljødirektoratet, & Statens vegvesen. (2019). Luftkvalitet.info - ModLUFT. Hentet ut fra <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/ModLUFT.aspx>
- Ntziachristos, L., & Boulter, P. (2016). 1.A.3.b.vi Road transport: Automobile tyre and brake wear; 1.A.3.b.vii Road transport: Automobile road abrasion. In *European Environment Agency (EEA): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016*.
- Rambøll. (2019). Gildheimsvegen 2-8 Trafikkvurdering. Rapport, oktober 2019.
- Realinvest. (2019). Marienborg Boliger - Utomhusplan/Takplan og situasjonsplan. Utarbeidet av Skibnes Arkitekter AS, for Realinvest AS, November 2019.
- Sandmo, T. (2016a). *The Norwegian Emission Inventory 2016. Documents 2016/22. Trond Sandmo*. Hentet ut fra [https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/\\_attachment/279491?\\_ts=1576a6ddf40](https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/279491?_ts=1576a6ddf40)
- Sandmo, T. (2016b). *The Norwegian Emission Inventory 2016*. Hentet ut fra <https://www.ssb.no/natur-og->

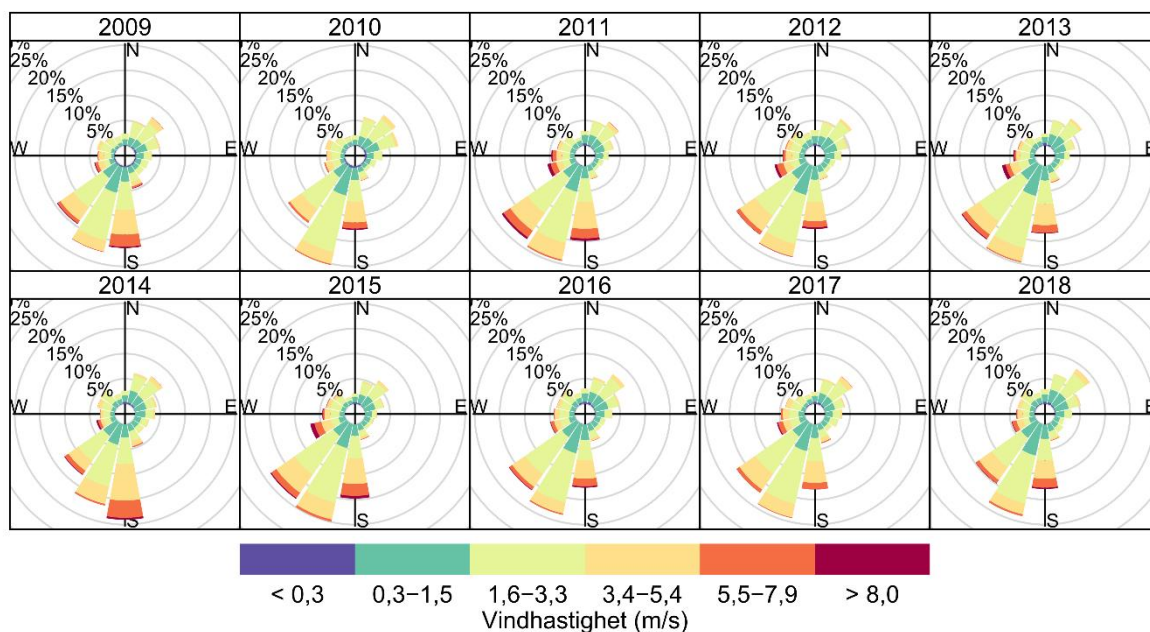
miljo/artikler-og-publikasjoner/the-norwegian-emission-inventory-2016  
Statens vegvesen. (2019). Nasjonal vegdatabank (NVDB). Hentet ut fra  
<http://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Nasjonal+vegdatabank>  
Trondheim kommune. (2019). Målt luftkvalitet i Trondheim. Års- og månedsrapporter. Hentet ut fra  
<https://sites.google.com/trondheim.kommune.no/luftrapport/start>  
United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2011). AP 42 Section 13.2.1 Paved Roads. Hentet  
ut fra <https://www3.epa.gov/ttn/chief/old/ap42/ch13/s021/draft/d13s0201.pdf>  
World Health Organization (WHO). (2005). Air Quality Guidelines Global Update 2005. Hentet ut fra  
[http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1)

**VEDLEGG 1**  
**METEOROLOGISKE DATA**

For å simulere spredning av luftforurensning ved planområdet ble det generert klassifisert vindstatistikk i GRAL, basert på vinddata fra Trondheim-Voll stasjon for år 2018. Inngangsdataene ble hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019). Vindhastigheter og vindretninger brukt i spredningsmodellen er vist i Figur V1-1. Vindstatistikk for siste tiårsperiode ved Trondheim-Voll er vist i Figur V1-2.



**Figur V1-1. Vindroseplott for vinddataene brukt i modelleringen, generert i GRAL for planområdet basert på data fra Trondheim-Voll meteorologiske stasjon for år 2016-18, hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019). Vindrosen framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer.**



**Figur V1-2. Vindroseplott som framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer på 22,5° ved Trondheim-Voll stasjon, for hvert av årene i siste tiårsperiode separat, generert i R. Vinddata hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019), lastet ned 2019-11-15.**

## **VEDLEGG 2 UTSLIPPSBEREGNINGER**

### Vegtrafikk

Kjøretøy slipper ut en rekke luftforurensende stoffer i eksos. For svevestøv (PM<sub>10</sub>) må også utslipp forårsaket av slitasje av dekk, bremseklosser og asfalt, piggdekkslitasje og oppvirvling inkluderes i utslippsberegningene. Svevestøvutslippene ble differensiert på sommer (mai-oktober)- og vintersesong (november-april).

#### Utslipp fra eksos

For å beregne utslipp av NO<sub>x</sub> og svevestøv (PM) fra lokale veger er det hentet ut utslippsfaktorer fra The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA, 2019), for år 2015. Eksosutslippene av beregnes etter følgende formel:

$$Utslipp = (trafikkmengde \times andel\ tungtrafikk \times utslippsfaktor) + (trafikkmengde \times andel\ personbiltrafikk \times utslippsfaktor)$$

Utslippsfaktorer er hentet ut for de ulike typene veger som ligger inne i modellen, for både PM og NO<sub>x</sub>, og for ulike typer trafikk (Tabell V2-1).

**Tabell V2-1. Utslippsfaktorer for utslipp fra forbrenning av svevestøv (PM) og nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) med betingelser for veistrekningene i spredningsmodellen, hentet fra Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA) (HBEFA, 2019) for Norge for år 2015.**

Kjøretøy	Komponent	Trafikkscenario	Utslippsfaktor (g/km/døgn)
HGV	NOx	URB/Dist/50/Heavy	4.786
HGV	NOx	URB/Trunk-City/60/Heavy	3.403
HGV	PM	URB/Dist/50/Heavy	0.064
HGV	PM	URB/Trunk-City/60/Heavy	0.047
Pass.car	NOx	URB/Dist/50/Heavy	0.482
Pass. car	NOx	URB/Trunk-City/60/Heavy	0.421
Pass. car	PM	URB/Dist/50/Heavy	0.006
Pass. car	PM	URB/Trunk-City/60/Heavy	0.005

Trafikksituasjonene brukt i uttaket av utslippsfaktorene fra HBEFA (Tabell V2-1) karakteriseres av typisk kjøremønster på veistrekningen, og velges ut fra elementene by-/landlig område («urban/rural area»), veitype («road type»), fartsgrense («speed limit») og trafikkflyt («levels of service»), se oversikt over tilgjengelige valg i illustrasjon i Figur V2-1 (Keller, Wüthrich, & Notter, 2017). Valgene for trafikkflyt er fri flyt («freeflow»), tett trafikk («heavy»), «mettet» trafikk («saturated») og køkjøring («stop and go»).

Area	Road type	Levels of service	Speed Limit (km/h)														
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130			
Rural	Motorway-Nat.	4 levels of service															
	Semi-Motorway	4 levels of service															
	TrunkRoad/Primary-Nat.	4 levels of service															
	Distributor/Secondary	4 levels of service															
	Distributor/Secondary(sinusuous)	4 levels of service															
	Local/Collector	4 levels of service															
	Local/Collector(sinusuous)	4 levels of service															
	Access-residential	4 levels of service															
Urban	Motorway-Nat.	4 levels of service															
	Motorway-City	4 levels of service															
	TrunkRoad/Primary-Nat.	4 levels of service															
	TrunkRoad/Primary-City	4 levels of service															
	Distributor/Secondary	4 levels of service															
	Local/Collector	4 levels of service															
	Access-residential	4 levels of service															

**Figur V2-1. Oversikt over tilgjengelige valg for trafikksituasjon i HBEFA, som brukes i beregning av utslippsfaktorer for individuelle vegstrekninger (Keller et al., 2017).**



Andre kilder til svevestøvutslipp fra kjøretøy

I tillegg til utslipp fra eksos slippes svevestøv (PM<sub>10</sub>) ut fra veger som resultat av dekk-, bremsekloss- og asfalslitasje, samt ved piggedekkbruk og som resultat av oppvirvling av vegstøv. Tabell V2-2 viser utslippsfaktorer for slitasje av dekk, bremseklosser og asfalt, mens Tabell V2-3 inneholder utslippsfaktorer for asfalslitasje forårsaket av bruk av piggedekk. Utslipp fra piggedekkbruk er kun inkludert i beregningene for vinterperioden (november-april).

**Tabell V2-2. Utslippsfaktorer, i g/km per kjøretøy, for generering av PM<sub>10</sub> fra dekk-, bremsekloss- (Sandmo, 2016b) og asfalslitasje (Ntziachristos & Boulter, 2016) for personbiltrafikk og tungtransporttrafikk.**

	Dekkslitasje	Bremseklosslitasje	Asfalslitasje
Personbiler	0,0035	0,006	0,0075
Tunge kjøretøy	0,0186	0,0323	0,038

**Tabell V2-3. Utslippsfaktorer, i g/km per kjøretøy, for generering av PM<sub>10</sub> fra asfalslitasje på grunn av piggedekkbruk ved ulike trafikkmengde målt som årsdøgntrafikk (ÅDT) (Sandmo, 2016b).**

ÅDT	Utslippsfaktor
0-1500	16
1500-3000	14
3000-5000	10
>5000	9

Mengden støv som virvles opp fra veier er en funksjon av mengden siltpartikler (partikler med diameter mindre enn 75 µm) på veiene (sL, i g/m<sup>2</sup>) og gjennomsnittlig vekt på kjøretøyparken (W, i tonn), se ligning nedenfor. E angir utslippsfaktor (g/kjøretøy/km) og k multiplikasjonsfaktor spesifikk for partikkelstørrelsesfraksjon (PM<sub>10</sub>: 0,62 g/kjøretøy/km).

$$E = k(sL)^{0,91} \times (W)^{1,02}$$

Ettersom det ikke foreligger data for siltmengder for veier i Norge, ble standardfaktorer for dette fra AP 42 benyttet (Tabell V2-4), inndelt i sommer- og vintersesongverdier. For vintersesongen (november-april) ble «baseline»-faktorer benyttet; det ble ikke lagt inn kortvarige forhøyede utslipp etter påføring av vegsalt på grunn av usikkerhetene forbundet med hyppighet, mengder og effekter av dette.

**Tabell V2-4. Standard faktorer for mengde siltpartikler per m<sup>2</sup> (USEPA, 2011b). ADT står for ÅDT (årsdøgntrafikk).**

Table 13.2.1-2. Ubiquitous Silt Loading Default Values with Hot Spot Contributions from Anti-Skid Abrasives (g/m<sup>2</sup>)

ADT Category	< 500	500-5,000	5,000-10,000	> 10,000
Ubiquitous Baseline g/m <sup>2</sup>	0.6	0.2	0.06	0.03 0.015 limited access
Ubiquitous Winter Baseline Multiplier during months with frozen precipitation	X4	X3	X2	X1
Initial peak additive contribution from application of antiskid abrasive (g/m <sup>2</sup> )	2	2	2	2
Days to return to baseline conditions (assume linear decay)	7	3	1	0.5

De beregnede utslippene av NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> for de aktuelle veistrekningene er vist i Tabell V2-5.

**Tabell V2-5. Beregnede utslipp av svevestøv (PM<sub>10</sub>) og nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>), oppgitt i kilogram per kilometer per time (kg/km/t) fra vegene ved planområdet for Marienborg Boliger i Trondheim kommune for år 2014 og for gjennomført planforslag (vegtrafikktall for år 2031), ved bruk av utslippsfaktorer fra Tabell V2-1, V2-2 og V2-3 og på bakgrunn av trafikkszenario, trafikkmengde, fartsgrense og andel tungtrafikk og piggdekk. Svevestøvutslippene er differensiert i sommer (mai-okt.)- og vinterperiodeutslipp (nov.-apr.).**

Vegstrekning	ÅDT	Andel tungtrafikk	Fartsgrenser (km/t)	NO <sub>x</sub> (kg/km/t)	PM10					Totalt (kg/km/t)
					Forbrenning (kg/km/t)	Dekkslitasje (kg/km/t)	Bremseklossslitasje (kg/km/t)	Asfaltlitasje - piggdekk (kg/km/t)	Oppvirvling (kg/km/t)	
2014										
Rv. 706	6700	16 %	60	0.251	0.0033	0.0016	0.0028	0.0196	0.0907	0.118
Osloveien sørøst	2900	10 %	50	0.110	0.0014	0.0006	0.0010	0.0132	0.0311	0.0474
Osloveien nordvest	2400	10 %	50	0.0912	0.0012	0.0005	0.0009	0.0109	0.0257	0.0392
Cecilienborgvegen	2000	15 %	50	0.0940	0.0012	0.0005	0.0008	0.0091	0.0261	0.0378
2031										
Rv. 706	8450	16 %	60	0.316	0.0041	0.0021	0.0036	0.0247	0.1144	0.149
Osloveien sørøst	3650	10 %	50	0.139	0.0018	0.0008	0.0013	0.0119	0.0391	0.0549
Osloveien nordvest	3000	10 %	50	0.114	0.0015	0.0006	0.0011	0.0098	0.0322	0.0451
Cecilienborgvegen	2500	15 %	50	0.117	0.0015	0.0006	0.0010	0.0114	0.0327	0.0472

\*Oppgitte svevestøvutslipp for vegene er for vinterperioden (november-april). Utslippene for sommerperioden er i beregningene lagt inn som 45 % av vinterutslippene.

\*\*Beregnet med piggdekkandel = 26 %

### Vegtunneler

Utslipp av komponentene nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>) ut fra portale til Marienborg-tunnelen ble beregnet under antakelse om at skyvekraften fra kjøretøyene drar luften og utslippet fra hele tunnelen langs tunnellopet med trafikketningen. Hastigheten til lufta som kommer ut ved portalene ble satt til 0, ettersom tunnelen har trafikk i begge kjøreretninger i samme tunnellop. Beregnede utslipp ved hver av portalene (fra halvparten av trafikken ved hver portal) ved bruk av oppgitte tall for årsgjennsnittet (ÅDT) er oppgitt i Tabell V2-6.

**Tabell V2-6. Tunneldimensjoner og beregnede utslipp av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>) fra den sørøstlige portalen til Marienborgtunnelen i Trondheim.**

Tunnelprofil	Tunnellengde (m)	Areal portal (m <sup>2</sup> )	Utslipp fra portal (kg/t)	
			NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
T9,5	1.486	46	0.235	0.111

### Togtrafikk

Dieseldrevne tog slipper ut blant annet nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>) gjennom eksos. Utslippene til luft fra togtrafikken langs Meråkerbanen/Nordlandsbanen som passerer planområdet ved Ranheim Senter ble beregnet basert på faktorer for drivstofforbruk for ulike togkategorier (Tabell V2-7), og utslippsfaktorer for NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> for togtrafikk i The Norwegian Emission Inventory 2016 (Tabell V2-8, Sandmo, 2016b). Antall togpasseringer ble tatt fra togtabeller for strekningen. De beregnede utslippene for strekningen er vist i Tabell V2-9.

**Tabell V2-7. Faktorer for drivstofforbruk, i kg per time per tog, fra The Norwegian Emission Inventory 2016 (Sandmo, 2016b).**

Togkategori	Drivstofforbruk (kg/t)
Lokomotiv med vogner (Line-haul locomotives)	219
Skifte-lokomotiv (Shunting locomotives)	90.9
Motorvognsett (Railcars)	53.6

**Tabell V2-8. Utslippsfaktorer for nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>) for togtrafikk, i g per kg drivstoff forbrukt, fra The Norwegian Emission Inventory 2016 (Sandmo, 2016b).**

Komponent	Utslippsfaktor (g/kg)
NO <sub>x</sub>	47
PM <sub>10</sub>	3.8

**Tabell V2-9. Beregnede utslipp av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og svevestøv (PM<sub>10</sub>), i gram per meter per time, for togtrafikken langs jernbanestrekningene ved Marienborg stasjon.**

Togtype	Togkategori	Ant. togpasseringer	Utslipp (g/m/t)	
			NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
BM 92	Motorvognsett	58		
BM 93	Motorvognsett	6		
<b>Totalt</b>		<b>64</b>	<b>0,125</b>	<b>0.0101</b>

**VEDLEGG 3**  
**SPREDNINGSKART**

For å vurdere spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet for planområdet for Marienborg Boliger i Trondheim kommune er det beregnet spredning av nitrogendioksid ( $\text{NO}_2$ ) og svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) i området. Spredningsberegningene ble foretatt med modellen GRAL.

Fra spredningsberegningene ble det utarbeidet spredningskart med konsentrasjoner vurdert opp mot grenseverdier i forurensningsforskriften (Klima- og miljødepartementet, 2004) og nedre grenser for rød og gul sone i *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520, Miljøverndepartementet, 2012). Spredningsberegningene er foretatt ved 2,5 meters høyde, for gjennomført planforslag (trafikktall for år 2031).

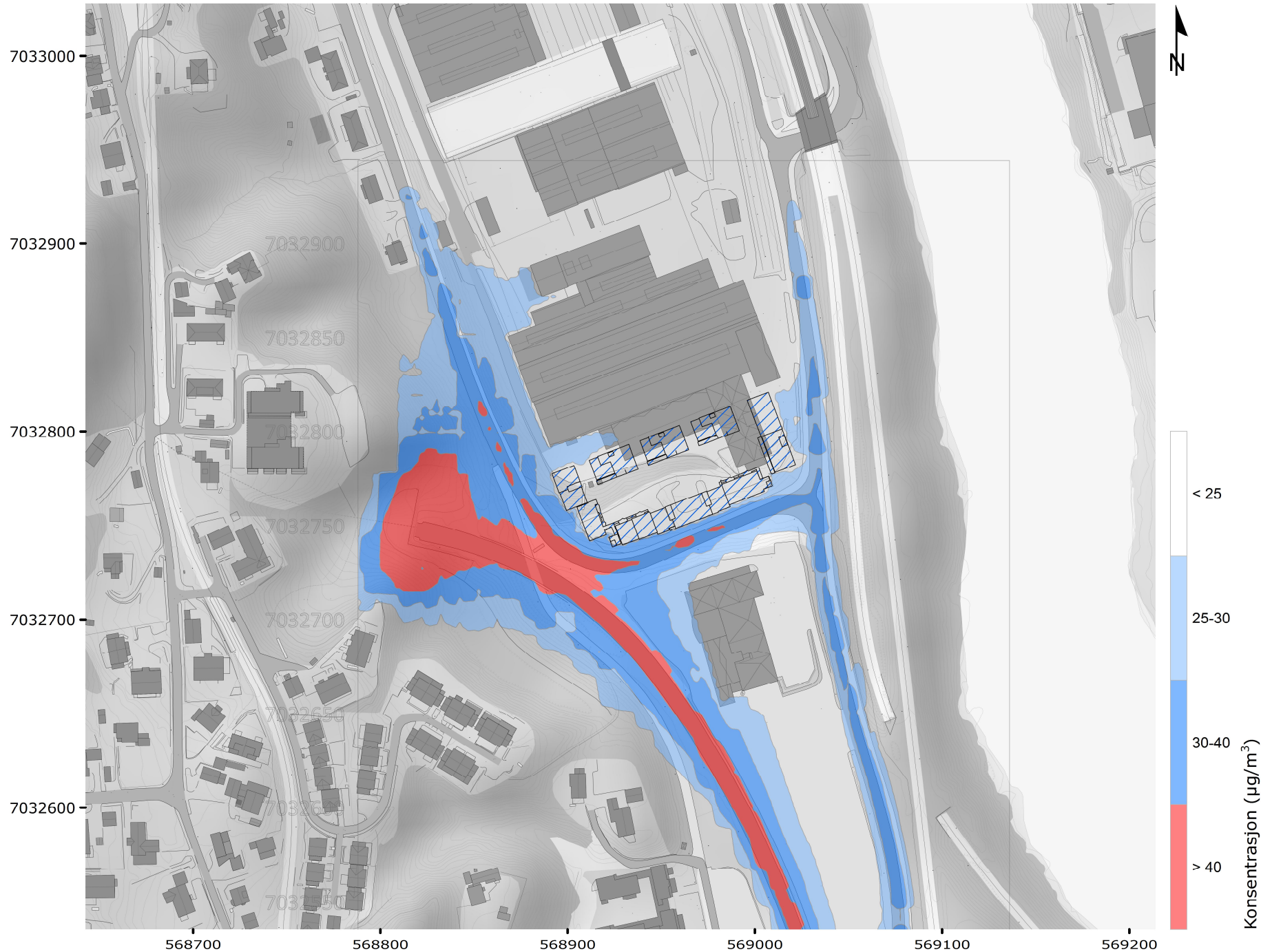
Oversikt over type spredningskart i Vedlegg 3:

$\text{NO}_2$  årsmiddel - Retningslinje T-1520, forurensningsforskriften  
 $\text{NO}_2$  vintermiddel - Retningslinje T-1520  
 $\text{NO}_2$  timemiddel - forurensningsforskriften  
 $\text{PM}_{10}$  døgnmiddel - Retningslinje T-1520  
 $\text{PM}_{10}$  døgnmiddel - forurensningsforskriften  
 $\text{PM}_{10}$  årsmiddel - forurensningsforskriften

# Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) årsmiddel; Retningslinje T-1520 rød sone, forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (år 2031)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:  
1350033941-001

Prosjektnavn:  
Marienborg Boliger

Oppdragsgiver:  
Realinvest AS

Utarbeidet av:  
HAWE

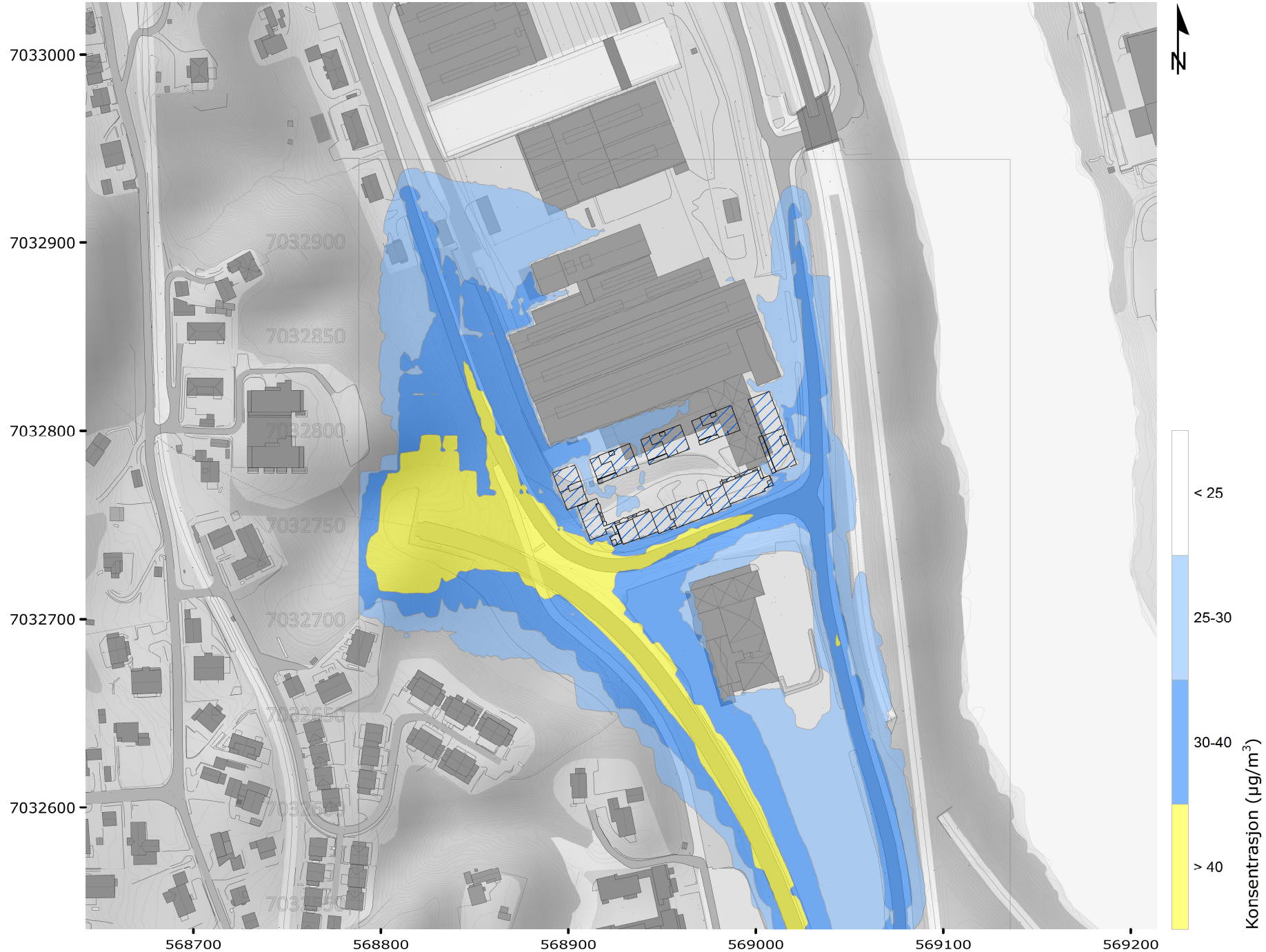
Dato:  
2019-12-04

**RAMBOLL**

# Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) vintermiddel; Retningslinje T-1520 gul sone

Prognosesituasjonen (år 2031)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:  
1350033941-001

Prosjektnavn:  
Marienborg Boliger

Oppdragsgiver:  
Realinvest AS

Utarbeidet av:  
HAWE

Dato:  
2019-12-04

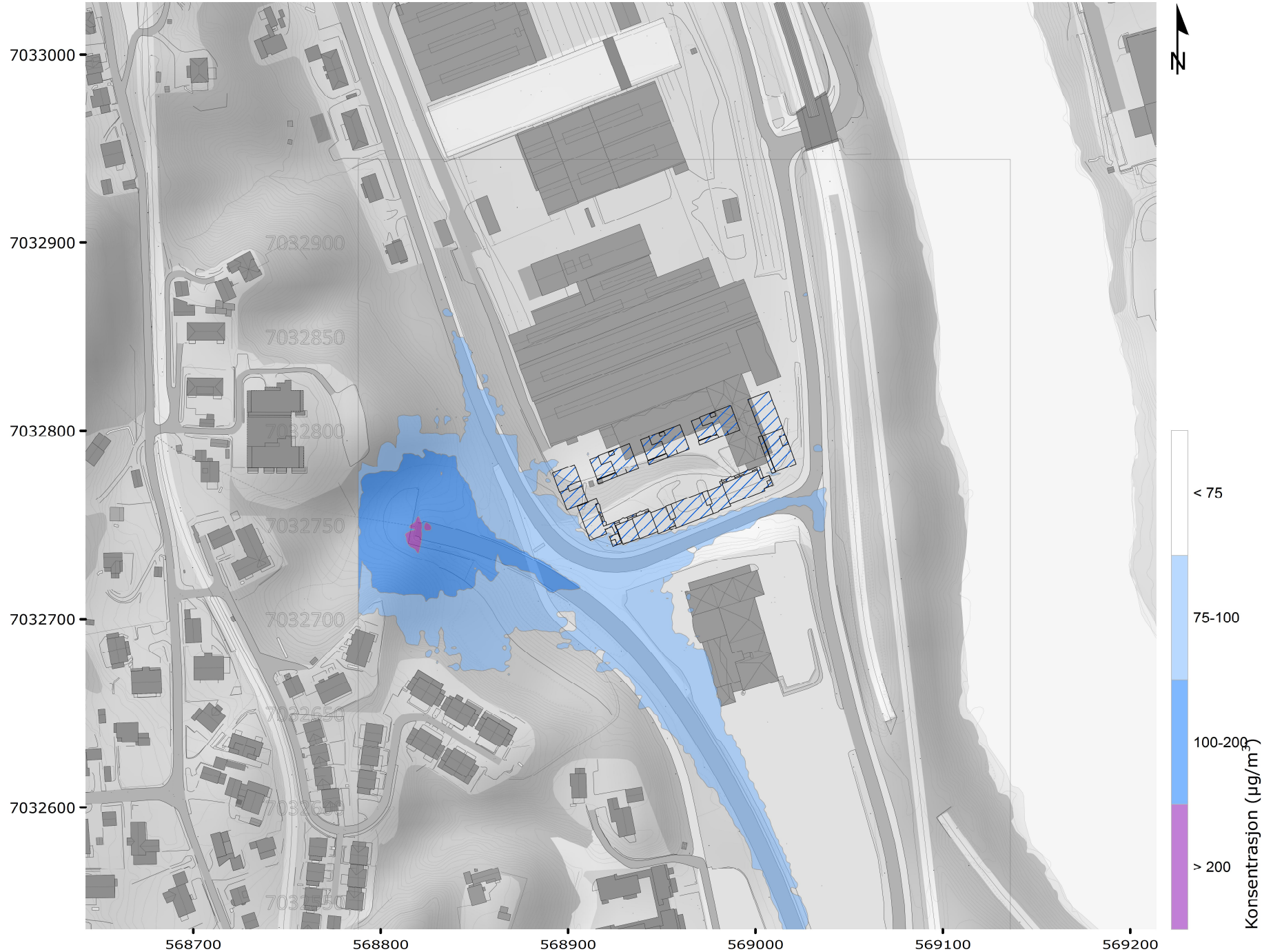
**RAMBOLL**



# Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) 19. høyeste timemiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (år 2031)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:  
1350033941-001

Prosjektnavn:  
Marienborg Boliger

Oppdragsgiver:  
Realinvest AS

Utarbeidet av:  
HAWE

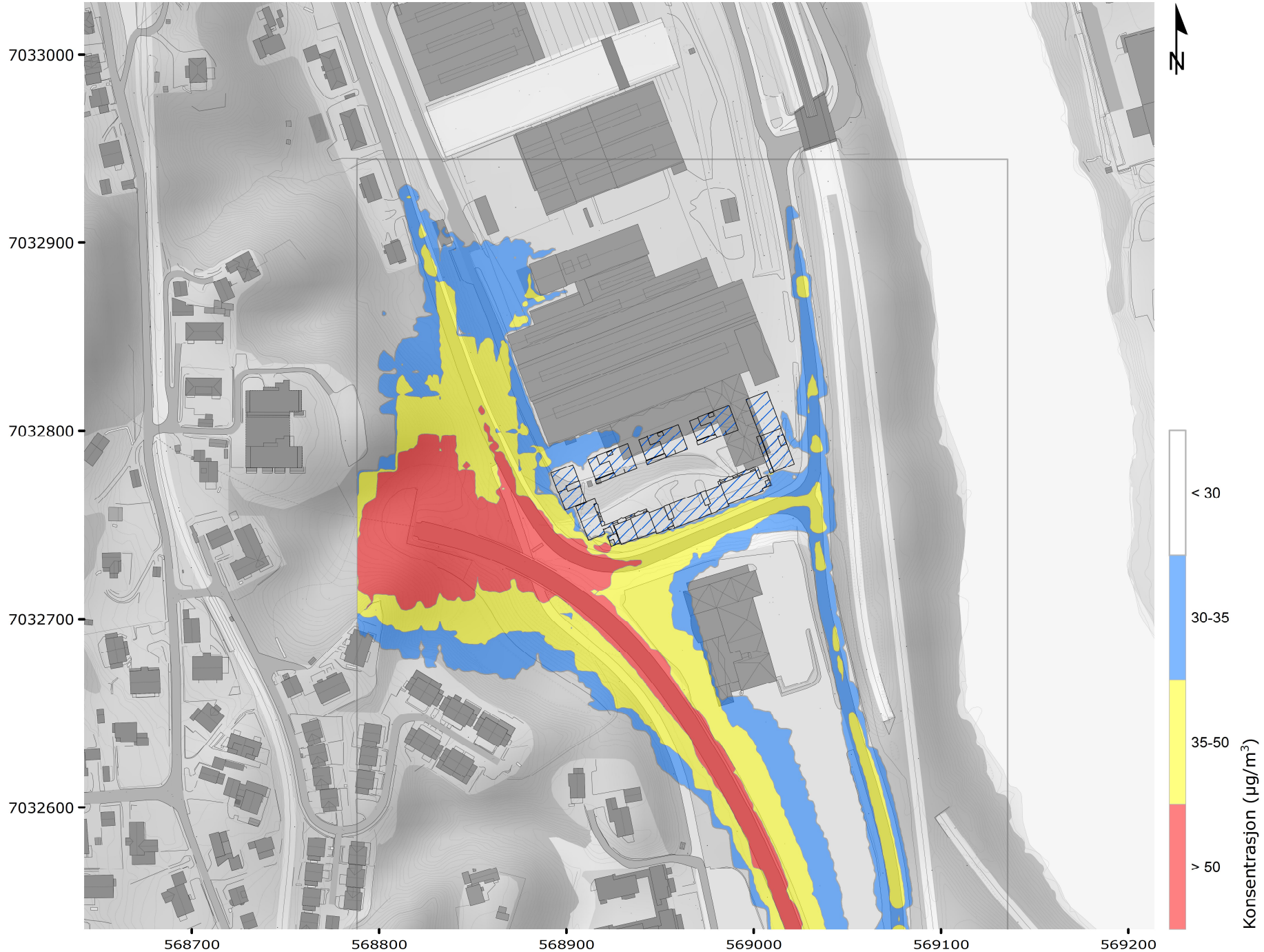
Dato:  
2019-12-04



# Svevestøv (PM<sub>10</sub>) 8. høyeste døgnmiddel; Retningslinje T-1520 rød og gul sone

Prognosesituasjonen (år 2031)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:  
1350033941-001

Prosjektnavn:  
Marienborg Boliger

Oppdragsgiver:  
Realinvest AS

Utarbeidet av:  
HAWÉ

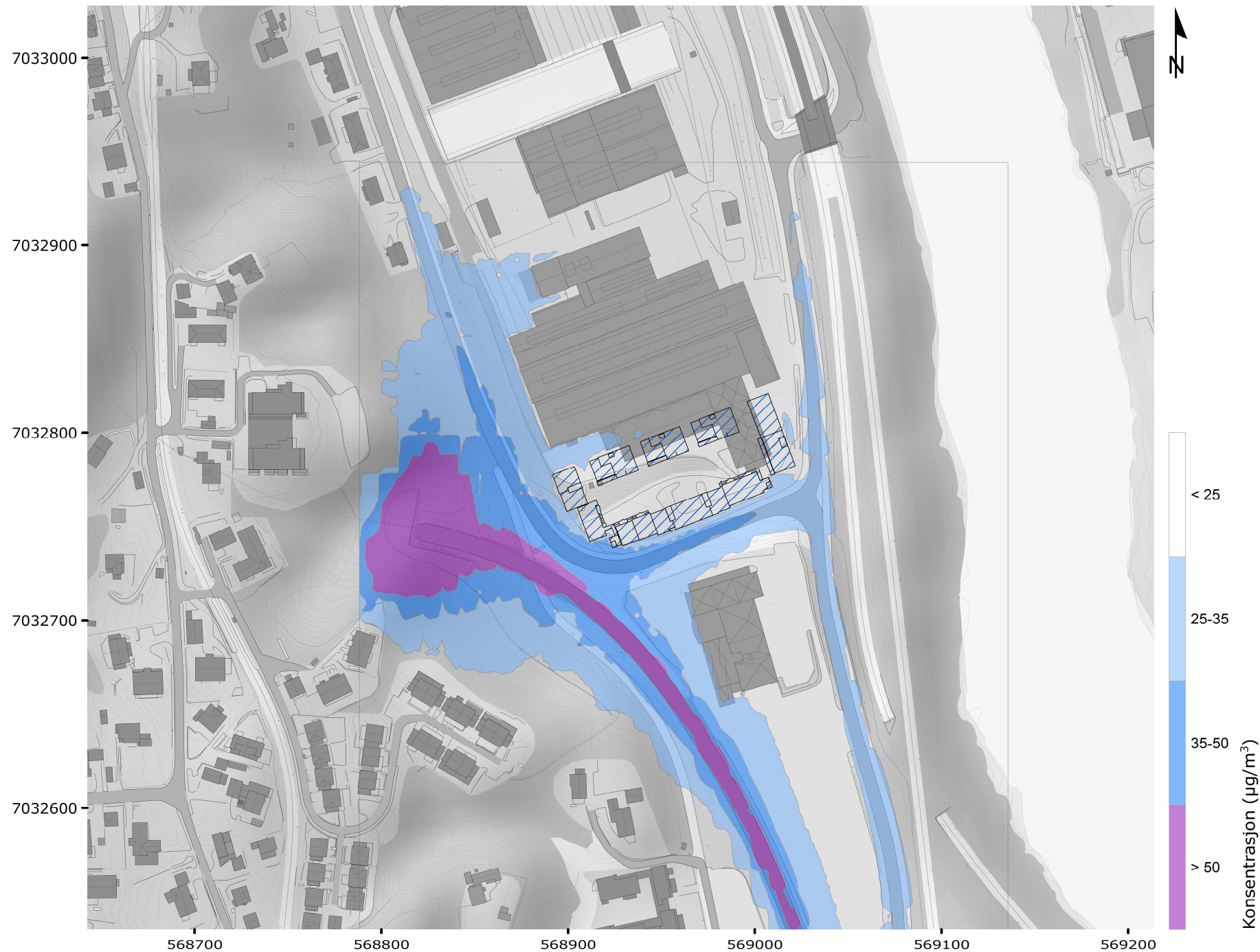
Dato:  
2019-11-29

**RAMBOLL**

# Svevestøv (PM<sub>10</sub>) 31. høyeste døgnmiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (år 2031)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:  
1350033941-001

Prosjektnavn:  
Marienborg Boliger

Oppdragsgiver:  
Realinvest AS

Utarbeidet av:  
HAWE

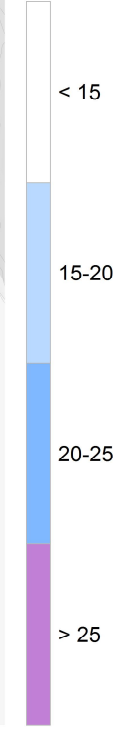
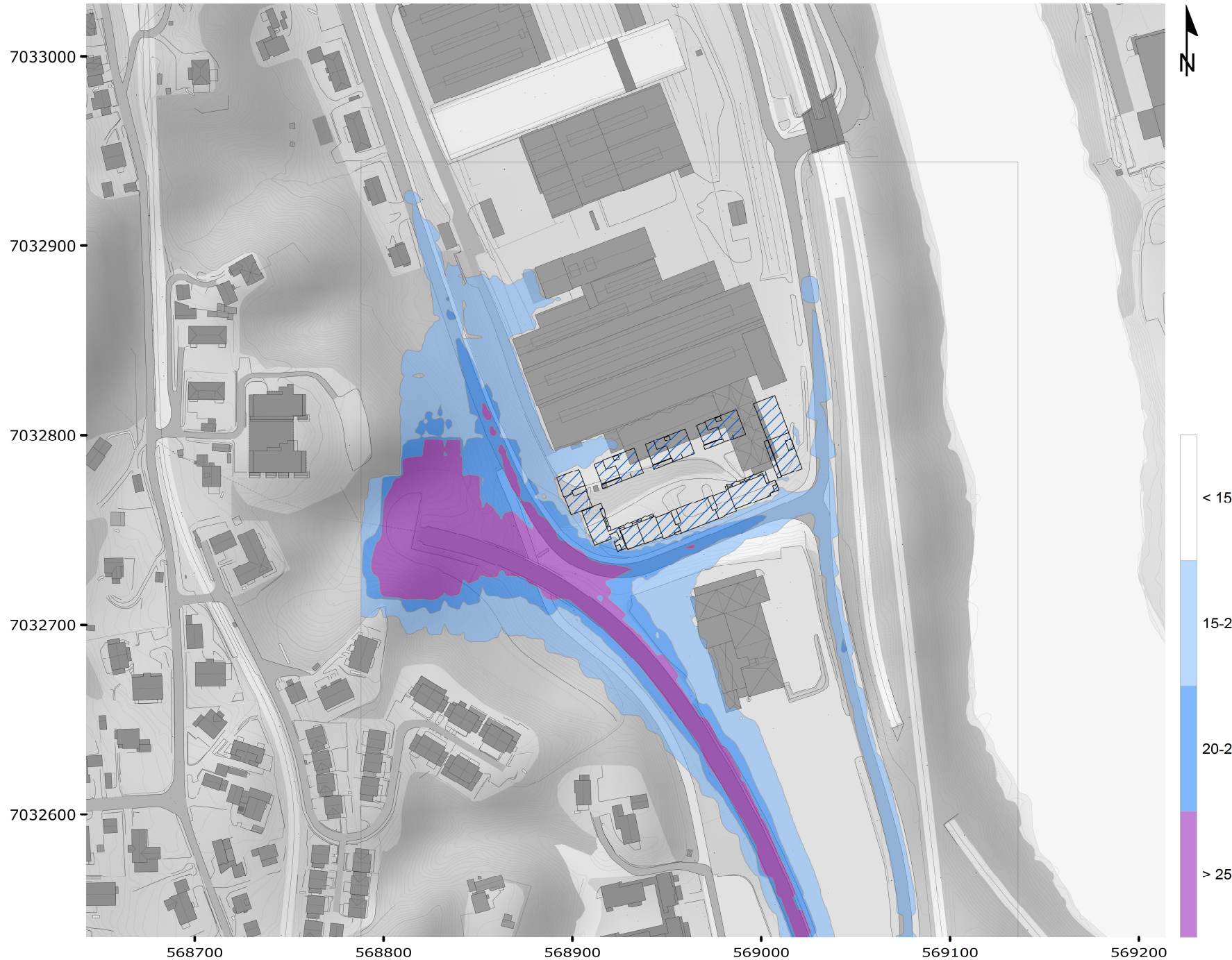
Dato:  
2019-11-29



# Svevestøv (PM<sub>10</sub>) årsmiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (år 2031)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:  
1350033941-001

Prosjektnavn:  
Marienborg Boliger

Oppdragsgiver:  
Realinvest AS

Utarbeidet av:  
HAWÉ

Dato:  
2019-11-29

