

Beregnet til
Cecilienborg Bolig AS

Dokumenttype
Utredning av lokal luftkvalitet

Dato
2020-05-29

CECILIENBORG VURDERING AV LOKAL LUFTKVALITET



Per Knudsen Arkitektkontor AS ©

CECILIENBORG

VURDERING AV LOKAL LUFTKVALITET

Revisjon **00**
Dato **2020-05-29**
Utført av **Hanne Weggeberg**
Kontrollert av **Alexandra Griesfeller**
Godkjent av **Hanne Weggeberg**
Beskrivelse **Utredning av lokal luftkvalitet ved Cecilienborg i
Trondheim kommune i forbindelse med
reguleringsarbeid**

Ref. 1350040279

Forsideillustrasjon: Uttak fra BIM-modell for foreliggende planforslag for Cecilienborg i Trondheim kommune, utarbeidet av Per Knudsen Arkitektkontor AS, tilsendt 2020-05-04.

SAMMENDRAG

I denne utredningen er det utført en vurdering av lokal luftkvalitet på Cecilienborg i Trondheim kommune i forbindelse med reguleringsarbeid. Oppdragsgiver er Cecilienborg Bolig AS. Luftkvaliteten er vurdert 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 bygningsmasse og vegtrafikk tall for gjennomført tiltak). Data om terreng, arealdekke og bygninger, meteorologi fra nærliggende målestasjon og utslipp fra veg- og togtrafikk og tunnelportal i området ble brukt som inngangsdata i modellen. Bakgrunnskonsentrasjoner for området ble lagt til ved utarbeidelsen av spredningssonekartene.

Luftkvalitetsberegningene viser at det er en viss spredning av luftforurensning ut fra de mest trafikkerte vegene i området, dvs. Rv. 706 (Nordre avlastningsvei) i vest og Osloveien øst for planområdet. Retningslinje T-1520 rød sone for NO_2 og PM_{10} har en viss utbredelse ut fra Rv. 706 og Osloveien og omfatter deler av områdene mellom vegene og de nye planlagte bygningene. T-1520 gul sone har noe større utbredelse enn rød sone og omfatter i tillegg deler av fasadene på bygningene i sørvest og i øst. Rød sone for NO_2 tilsvarer grenseverdien i forurensningsforskriften på årsbasis; øvrige grenseverdier i forurensningsforskriften for NO_2 og PM_{10} overstiges ikke ved noen deler av planområdet. Spredningen fra portalen til Marienborgtunnelen påvirker ikke luftkvaliteten ved planområdet i nevneverdig grad, men togtrafikken langs jernbanen øst for planområdet er ubetydelig for den lokale luftkvaliteten.

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 planområdet for Cecilienborg vil det være mest hensiktsmessig å fokusere avbøtende tiltak på områdene og bygningene nærmest Rv. 706 i vest og Osloveien i øst. Aktuelle tiltak for å skjerme for spredning ut fra vegene kan være etablering av tett, vintergrønn vegetasjon mellom vegen og utearealet, og muligens forhøyning av eksisterende støyskjerming langs Rv. 706. Denne typen skjermende tiltak fungerer mest effektivt mot svevestøv. Luftforurensning fra vegtrafikk fortynnes ved større høyder over bakken, og det anbefales derfor å legge boligene f.eks. til andre etasje og oppover, og nærings- og forretningsformål til første etasje der dette er aktuelt. Ventilasjon, luftinntak, terrasser og vinduer som skal åpnes anbefales lagt til fasader som vender bort fra vegene. Etablering av uteoppholdsområder mellom bygningene, som skissert i planforlaget, innebærer at selve bygningene skjermer effektivt mot spredning inn mot disse områdene.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING	1
1.1	Bakgrunn for prosjektet	1
1.2	Målsetning	1
2.	LOKAL LUFTKVALITET OG MYNDIGHETSKRAV	2
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
3.	UTSLIPPSKILDER OG LOKAL LUFTKVALITET	5
3.1	Områdebeskrivelse	5
3.2	Planlagt tiltak	5
3.3	Lokal luftkvalitet	7
3.4	Kilder til luftforurensning	7
3.4.1	Vegtrafikk	8
3.4.2	Togtrafikk	8
3.4.3	Bakgrunnsforurensning	9
4.	LUFTKVALITETSMODELLERING	10
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 _x -kjemi	13
5.	RESULTATER OG VURDERINGER	14
5.1	Meteorologi	14
5.2	Utslipp til luft	15
5.3	Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet	15
5.3.1	Nitrogendioksid	19
5.3.2	Svevestøv	19
5.3.3	Andre forurensende komponenter	19
5.4	Diskusjon, antakelser gjort i spredningsberegningene og usikkerhet	20
5.4.1	Sammenstilling med målinger	20
5.5	Anbefalinger om tiltak	21
6.	KONKLUSJON	22
7.	REFERANSER	23

VEDLEGG

Vedlegg 1. Meteorologiske data

Vedlegg 2. Utslippsberegninger

Vedlegg 3. Spredningskart

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med reguleringsarbeid for Cecilienborg i Trondheim kommune, har Rambøll fått i oppdrag å utrede lokal luftkvalitet ved planområdet for foreliggende planalternativ (prognosevegtrafikktall for gjennomført utbygging). Oversiktskart over området er vist i Figur 1. Oppdragsgiver er Cecilienborg Bolig AS.



Figur 1. Oversiktskart som viser den omtrentlige plasseringen til planområdet (markert med rødt) for Cecilienborg i Trondheim kommune. Modifisert fra norgeskart.no, hentet ut 2020-05-25 (Kartverket, 2020).

1.2 Målsetning

Det er i foreliggende rapport utført en vurdering av den lokale luftforurensningen ved planområdet basert på spredningsberegninger, hvor forurensningen er sammenstilt med gjeldende grenseverdier. Luftkvalitet er vurdert opp mot 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 (SO₂), ozon, benzen, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og metaller. Svevestøv med diameter mindre enn 10 µm (PM₁₀) og nitrogendioksid (NO₂) regnes som de viktigste stoffene i luft med tanke på konsentrasjoner i atmosfæren og potensielle helseskader. I foreliggende rapport er spredningsberegninger for svevestøv (PM₁₀) og NO₂ 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 bremseklosser, 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 (PM₁₀ og PM_{2,5}), og partikler med diameter mindre enn 0,1 µm, eller ultrafine partikler (PM_{0,1}). Partikkelstørrelse anses å være en avgjørende faktor for potensielle helseskadelige effekter av svevestøv. Studier indikerer at PM₁₀ hovedsakelig er forbundet med effekter på luftveissystemet, mens PM_{2,5} 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_x) dannes ved forbrenning ved høy temperatur (FHI, 2015a). Vegtrafikk er en viktig kilde til NO_x. Spesielt dieselmotorer har forholdsvis høye utslipp. Selve utslippene består i hovedsak av nitrogenmonoksid (NO) og mindre mengder nitrogendioksid (NO₂). Andelen NO₂ i uteluft er avhengig av den kjemiske sammensetningen til utslippene og atmosfæriske forhold. NO og NO₂ inngår i en syklisk prosess der ozon (O₃) er sentralt, og denne likevekten er skiftende avhengig av forhold som solinnstråling og konsentrasjon av ozon.

NO₂ er den mest relevante nitrogenoksidforbindelsen å vurdere når det gjelder helseskader hos mennesker. Inhalering av NO₂ 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 NO₂ (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 SO₂, NO₂ og NO_x, PM₁₀ og PM_{2,5}, bly, benzen og CO. Tabell 1 viser grenseverdiene for svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) og NO₂.

Tabell 1. Grenseverdier for tiltak for utendørs luft for svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) og nitrogendioksid (NO₂), i Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) § 7-6 (Klima- og miljødepartementet, 2004).

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi (µg/m ³)	Antall tillatte overskridelser
Nitrogendioksid			
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	200	Maks. 18 ganger pr. kalenderår
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	40	
Svevestøv PM₁₀			
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	
Svevestøv PM_{2,5}			
Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	15	

Miljødirektoratet, Vegdirektoratet, Helsedirektoratet og Folkehelseinstituttet anbefaler følgende langsiktige, helsebaserte nasjonale mål på årsbasis: PM₁₀: 20 µg/m³, PM_{2,5}: 8 µg/m³, og NO₂: 40 µg/m³. Nasjonalt mål for NO₂ 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 PM₁₀ og NO₂ (Tabell 2). Nedre grense for rød sone tilsvarer grenseverdien for NO₂ i henhold til forurensningsforskriftens § 7-6, mens grensen for rød sone for PM₁₀ 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	Luftforurensningssone	
	Gul sone	Rød sone
PM ₁₀	35 µg/m ³ 7 døgn per år	50 µg/m ³ 7 døgn per år
NO ₂	40 µg/m ³ vintermiddel ¹	40 µg/m ³ årsmiddel
Helserisiko	Personer med alvorlig luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for forverring av sykdommen. Friske personer vil sannsynligvis ikke ha helseeffekter.	Personer med luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for helseeffekter. Blant disse er barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekaridelser mest sårbare.

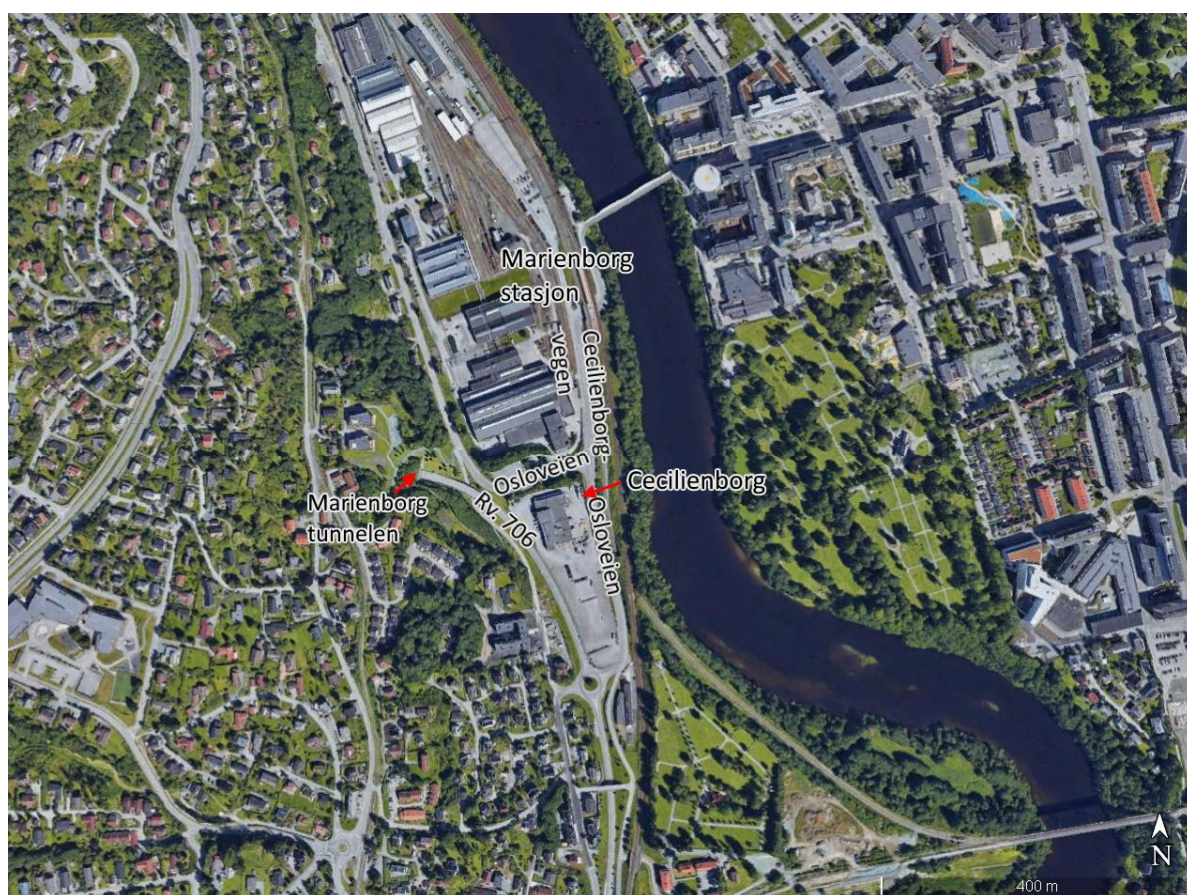
¹ Vintermiddel ekskluderer verdier fra og med 1. mai til og med 31. oktober

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 grønnstruktur. Gul sone er en vurderingssone, 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. UTSLIPPSKILDER OG LOKAL LUFTKVALITET

3.1 Områdebeskrivelse

Planområdet for Cecilienborg ligger i Osloveien 129 på Marienborg i Trondheim, sør for Marienborg stasjon, se markert på ortofoto i Figur 2. Osloveien går øst og nord og Rv. 706 (Nordre avlastningsvei) vest for planområdet. Rv. 706 går inn i Marienborgtunnelen i nordvest, med korteste avstand på ca. 100 meter fra planområdet til den sørøstlige portalen til tunnelen. Dovrebanen og Stavne-Leangenbanen går like vest for Cecilienborg, mens Marienborg stasjon ligger like nord for planområdet. Nord og sør for Cecilienborg, stasjonen og på selve planområdet er det i dag noe næring/forretningsbebyggelse, mens øvrige områder i vest i all hovedsak består av boligbebyggelse og noe spredt vegetasjon. Området ved planområdet er forholdsvis flatt, mens det ellers er jevn stigning i terrenget fra Nidelva og i vestlig retning mot Byåsen og Bymarka.



Figur 2. Ortofoto over området ved Cecilienborg i Trondheim, med planområdet, jernbanestasjonen og nærliggende vegstrekninger markert. Modifisert fra Google Earth, hentet ut 2020-05-25 (Google, 2020).

Trafikkmengdene langs Rv. 706 vest for planområdet og gjennom Marienborgtunnelen er i dag på 7190 årstdøgntrafikk (ÅDT) og tungtrafikkandelen på 14 %, iht. tall for år 2019 hentet ut fra Nasjonal vegdatabank (NVDB; Statens vegvesen, 2020). Osloveien øst og nord for planområdet har i dag ÅDT på henholdsvis 2900 og i sørøst 2400 ÅDT. Det er i all hovedsak veger med ÅDT over 8000 som har betydning for lokal luftkvalitet (Miljøverndepartementet, 2012). Utslipp fra tunnelportaler kan medføre betydelig spredning av luftforurensning.

3.2 Planlagt tiltak

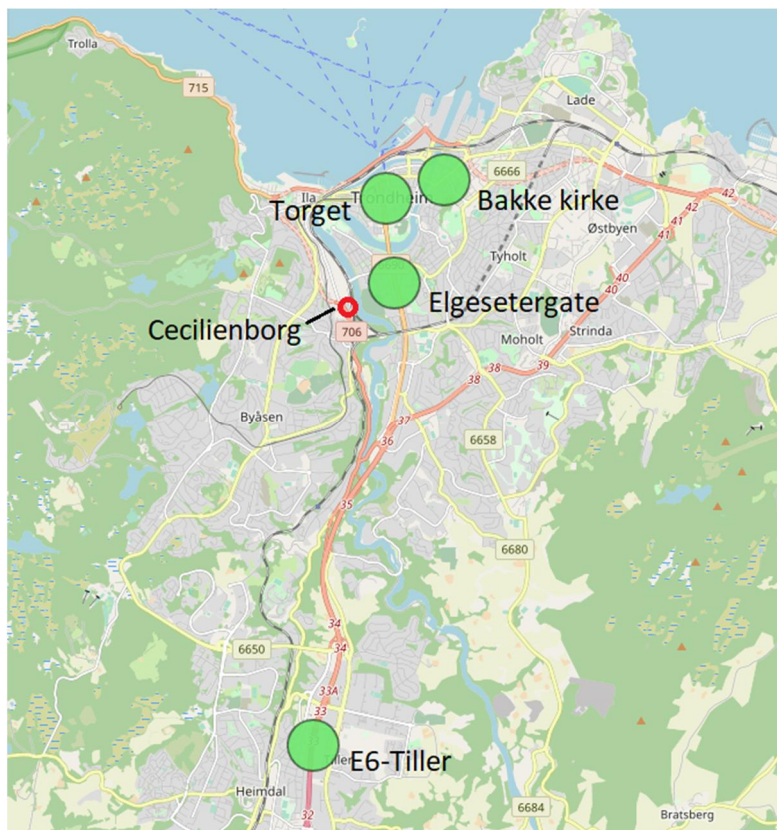
Planforslaget for Cecilienborg innebærer oppføring av leilighetsbygg med totalt 280 leiligheter og dagligvareforretning i Osloveien 129, se utdrag fra foreløpig illustrasjonsplan i Figur 3. Det er lagt opp til uteoppholdsarealer mellom boligbygningene. Eksisterende næring/forretningsbygg innenfor planområdet skal rives.



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, 2020).

Det står ingen målestasjoner nær planområdet på Marienborg. Nærmeste stasjon i luftlinje er Elgesetergate, som står omtrent 800 m nordøst for planområdet. Trafikkmengdene ved Elgesetergate (mellom ca. 16 000 og ca. 20 000 ÅDT, år 2019) er imidlertid langt høyere enn trafikkmengdene langs vegene ved Cecilienborg. De mest relevante målestasjonene å sammenligne beregnede resultater med vil være Bakke kirke (9600 ÅDT langs Innherredsveien), og bybakgrunnsstasjonen Torget i sentrum.



Figur 4. Plasseringen til de ulike målestasjoner for luftkvalitet i Trondheim kommune. Modifisert, fra NILU; Trondheim kommune; Statens vegvesen; Miljødirektoratet (2020).

3.4 Kilder til luftforurensning

Ved planområdet ved Cecilienborg 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.

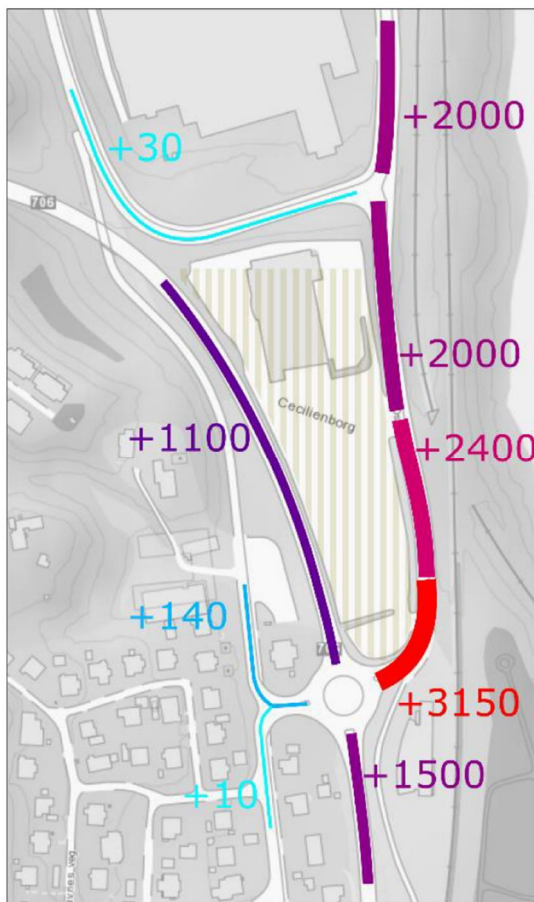
Bidrag fra dieseldrevet togtrafikk langs jernbanestrekningene øst for planområdet ble også undersøkt.

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 NO₂. Trafikktall for prognosesituasjonen er beregnet ved å summere dagens trafikkmengder for vegstrekningene i NVDB (Statens vegvesen, 2020), og tall for tilleggstrafikk generert av gjennomført tiltak fra transportanalyse for Cecilienborg/Osloveien 129 utarbeidet av Vianova for Per Knudsen Arkitektkontor AS (Vianova, 2017; Figur 5). Tungtrafikkandeler og fartsgrenser for de ulike strekningene ble satt til tallene i NVDB.



Figur 5. Trafikkmengder (ÅDT) for tilleggstrafikk generert av gjennomført planforslag for Cecilienborg for nærliggende vegstrekninger, tatt fra transportanalyse utarbeidet av Vianova (2017).

3.4.2 Togtrafikk

Jernbanestrekningen Stavne-Leangenbanen som går øst for Cecilienborgvegen og planområdet for Cecilienborg (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 bidraget til utslipp og lokal luftkvalitet fra jernbanen og dieseldrevne tog ble derfor undersøkt.

Tall for togtrafikken ble hentet ut fra rutetabeller for strekningene. Antall og type tog som passer strekningen per døgn er listet opp i Tabell 3.

Tabell 3. 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
Totalt		64

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 vedfyring. 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 et al., 2020). Bakgrunnskonsentrasjonene for NO₂ og svevestøv (PM₁₀) ved planområdet er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Gjennomsnittlige bakgrunnskonsentrasjoner for nitrogendioksid (NO₂) og svevestøv (PM₁₀, i µg/m³) ved Cecilienborg i Trondheim kommune, hentet ut fra ModLUFTs Bakgrunnsapplikasjon (NILU et al., 2020).

Midlingstid	NO₂	PM₁₀
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 i områdene ved Cecilienborg i Trondheim kommune ble det gjennomført spredningsberegninger for komponentene NO₂ og svevestøv (PM₁₀). Resultatene ble 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, arealdekke og bygninger for området. Til 3D-modellen importeres meteorologi og utslipp til luft til spredningsberegninger for områdene. Stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner legges til beregnede konsentrasjoner.

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, 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, 2020) for de treårsperioden 2016-18. Vinddataene for treårsperioden ble sammenlignet med vinddata fra siste 10 år og normalperiode for å bekrefte at vindforholdene i denne perioden 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 de fleste spredningsberegningene og generering av spredningskart for PM₁₀ og NO₂ ble det brukt data fra hele tidsperioden, mens det for spredningsberegninger for NO₂ gul sone ble 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 om 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, 2020a). Arealdekkedata ble hentet ut fra det europeiske kartprogrammet CORINE Land Cover (Nibio, 2020). Data om planlagte nye bygninger ved planområdet ble tatt ut fra ifc-modellgrunnlag utlevert av oppdragsgiver i prosjektet og importert i GRAL-modellen.

4.1.3 Utslippstall

Utslipp av svevestøv (PM_{10}) og nitrogenoksider til luft fra vegtrafikken i området inkludert portalen til Marienbogtunnelen ble beregnet og inkludert i spredningsmodellen. Bidrag fra togtrafikken ble også beregnet og undersøkt.

Kjøretøytrafikk

Utslipp fra eksos

Utslipp av svevestøv og NO_x i eksos fra kjøretøy fra forbrenning av fossilt brennstoff ble beregnet på bakgrunn av utslippsfaktorer hentet ut fra det europeiske forskningsprosjektet *The Handbook Emission Factors for Road Transport* (HBEFA, 2020), iht. føringer i *Norwegian Emission Inventory 2016* (Sandmo, 2016b) og trafikkdata for vegene for planalternativet. Utslippsfaktorene for ulike kategorier kjøretøy (personbiler, tunge kjøretøy) er vektet for data om kjøretøysammensetning nasjonalt. Det er brukt utslippsfaktorer for år 2020. Vedlegg 2 viser utslippsfaktorene hentet ut fra HBEFA for svevestøv og NO_x for de ulike vegkategoriene i området (Tabell V2-1).

Utslipp av svevestøv fra andre kilder enn eksos

I tillegg til utslipp fra eksos, bidrar slitasje av bildekk, bremseklosser og asfalt betydelig til det totale utslippet av svevestøv fra vegtrafikk (Ntziachristos & Boulter, 2016; Sandmo, 2016a). Asfaltslitasjen er særlig stor når andelen piggdekk er høy. Oppvirvling av støv fra asfalt, inkludert av mindre partikler (svevestøv), kan være betydelig men svært varierende, avhengig av om vegbanen er tørr eller våt og om jevnlig gaterengjøring foretas eller ikke. Tilsetning av veisalt i vintervesongen påvirker også mengden støv som virvles opp.

Bidraget fra ikke-eksoskilder til svevestøv ble beregnet med NORTRIP-modellen (NILU, 2012). Piggdekkandel for Trondheim by tilgjengelig fra luftkvalitet.info på 21 % for år 2020 (Trondheim kommune, NILU; Statens vegvesen; Miljødirektoratet, 2020) ble brukt i beregningene. Tabell V2-2 viser de beregnede utslippene av PM_{10} og NO_x fra vegene i modellen, for PM_{10} med relative bidrag fra eksos og ikke-eksoskilder til det totalt utslippet.

Tunnelportal

Utslipp fra tunneler kan fordele seg på to faser: jetfase og vinddrevet fase. I jetfasen drives spredning av hastigheten i lufta 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. For Marinborgtunnelen er det antatt en hastighet på lufta som kommer ut ved munningen på 1 m/s. Tunnelportalene er lagt inn med omtrentlige til-

gjengelige tall for dimensjoner på portal og lengde, gitt tunnelprofil T9,5. Utslippstall for komponentene PM_{10} og NO_x 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 ettersom Marienborgtunnelen har trafikk i begge retninger. Det er i beregningene 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, 2016). Vedlegg 2 viser faktorer for drivstofforbruk for ulike togtyper (Tabell V2-3), og utslippsfaktorer for blant annet NO_x og svevestøv (Tabell V2-4). Tabell V2-5 viser de beregnede samlede utslippene av NO_x og PM_{10} til luft fra togtrafikken ved planområdet. Utslippene ble beregnet med grunnlag i gjennomsnittlig døgntrafikk.

For å undersøke bidragene fra utslipp til luft fra togtrafikken på luftforurensningen ved Cecilienborg, ble det kjørt noen test-spredningsberegninger. Resultatene fra test-beregningene viste at togtrafikken medfører svært liten grad av spredning og bidrar med ubetydelig lave konsentrasjoner ved planområdet, og utslipp fra togtrafikk er derfor ikke inkludert i videre spredningsberegninger.

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, 2020). Beregningsområdet var et omtrent 600 x 600 m stort område sentrert omtrent ved planområdet. Konsentrasjoner og spredning av luftforurensning ble simulert ved 2,5 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. Alle reseptorpunkter og kilder er representert i Universal Transverse Mercator (UTM) sone 32 koordinatsystem. En oversikt over GRAMM- og GRAL-modellområdene som viser bygninger og vegnett er vist i Figur 6.



Figur 6. Oversikt over modellområdet for Cecilienborg i Trondheim kommune brukt i spredningsmodelleringen. Beregningsområdet for GRAMM er markert med rektangel til venstre, og for GRAL med blått rektangel til høyre. GRAL-illustrasjonen viser bygninger (grå) og utslippskilder (veger: røde, tunnelportal: grønn pil) i modellen markert.

4.2.1 NO_x-kjemi

Utslippsfaktorer oppgis fra HBEFA for NO_x samlet, og beregnede konsentrasjoner er derfor for NO_x. Grensene i T-1520 og grenseverdiene i forurensningsforskriften er gitt for NO₂, og de beregnede konsentrasjonene av NO_x regnes derfor om til NO₂-konsentrasjoner.

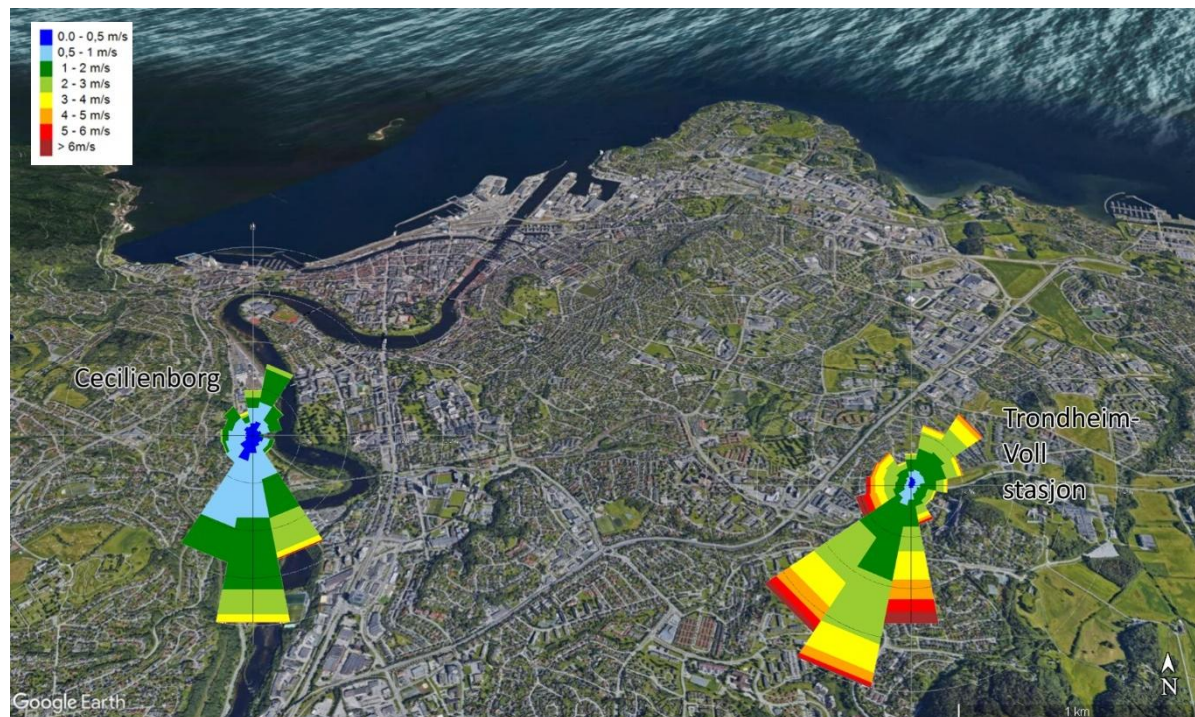
Følgende formel brukes i omregningen i programvaren:

$$\text{NO}_2 = 29 \times [\text{NO}_x] / 35 + [\text{NO}_x] + 0.217 \times [\text{NO}_x]$$

5. RESULTATER OG VURDERINGER

5.1 Meteorologi

Vindroseplott for dataene som brukes i GRAL for området ved Cecilienborg for perioden 2016-18 er vist lagt oppå ortofoto over området i Figur 7, og i Figur V1-1 i Vedlegg 1. Figur V1-2 viser vindroser på årsbasis for Trondheim-Voll stasjon for de siste ti årene (år 2010-19) og for normalperioden (1961-90).



Figur 7. Vindroseplott som viser vinddataene brukt i modelleringen, som prosesseres i GRAL for området ved Cecilienborg basert på data fra Trondheim-Voll meteorologiske stasjon for årene 2016-18, hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2020). Plottet er lagt oppå ortofoto over området hentet ut fra Google Earth (Google, 2020). Vindrosen framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer på 22,5°.

Vindstyrken i de genererte vinddataene for områdene ved Cecilienborg er lav det meste av tiden, under 2 m/s de fleste timene. Dominerende vindretninger er fra sør, og til en viss grad fra sørøst, sørvest og fra nordøst (Figur 7). Vinder direkte fra nord, øst og vest forekommer sjelden. Vindforholdene ved planområdet skiller seg dermed noe fra forholdene ved Trondheim-Voll stasjon, der det måles gjennomgående høyere vindhastigheter og større grad av vinder fra sørvest. Dette er som forventet gitt terrenget ved Cecilienborg, som ligger ved Nidelva som går fra sør til nord og noe beskyttet fra vinder fra sørvest av Byåsen og fjellområdene i vest.

Lokale vindforhold tilsier dermed at utslippene fra Rv. 706 som går i vest og sør og Osloveien i nord og øst til en viss grad forventes å spres i retning planområdet, mens luft fra den sørøstlige portalen til Marienborgtunnelen i mindre grad vil påvirke området.

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_x og svevestøv (PM₁₀) fra kjøretøy for de ulike åpne vegstrekningene og tunnelportalen som inngår i spredningsmodellen. Som det framgår av Tabell V2-2, er utslippene størst ut fra den sterkest trafikkerte Rv. 706 som går på vestsiden av planområdet, særlig langs strekningen sør for rundkjøringen (NO_x: 0,506 kilogram per kilometer per time (kg/km/t); PM₁₀, vinterperioden: 0,151 kg/km/t). Det er også betydelige utslipp fra trafikken langs Osloveien øst for planområdet.

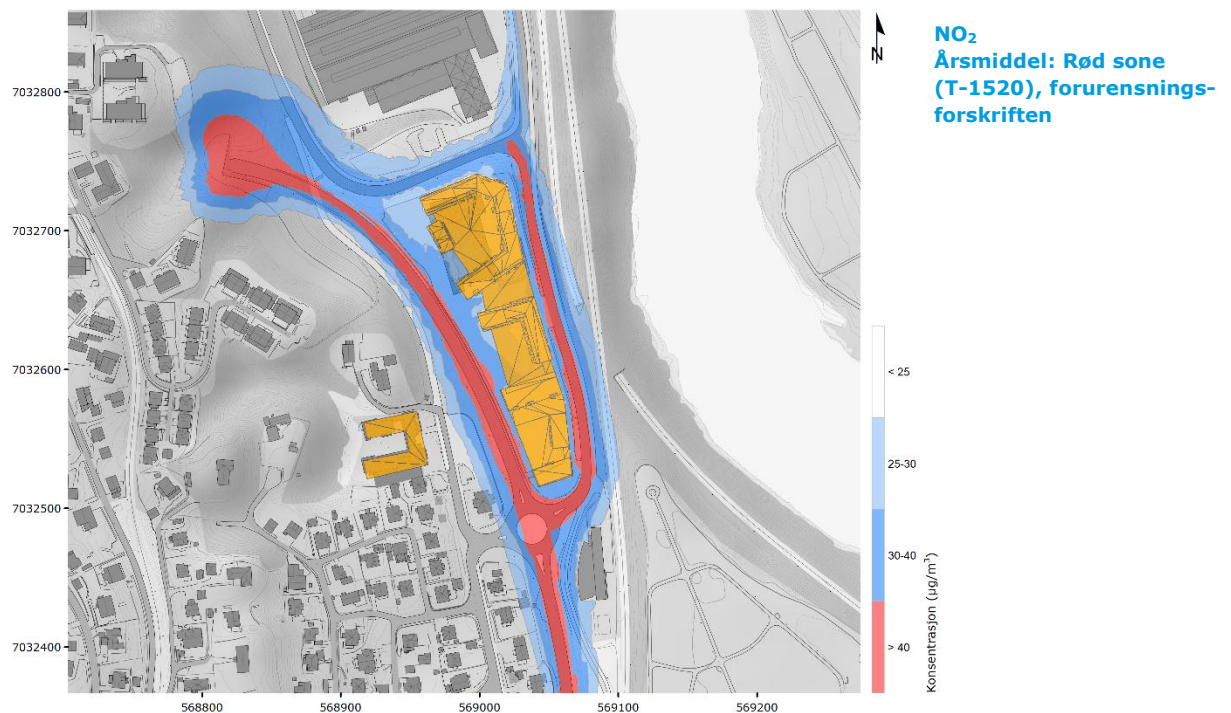
Utslippene fra den sørøstlige portalen til Marienborgtunnelen lagt inn i modellen er på 0,349 kg/t for NO_x og 0,0935 kg/t for PM₁₀ (Tabell V2.2); disse tallene representerer alt utslippet fra vegtrafikken inne i tunnelen i kjøreretningen.

NO_x 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. Ikke-eksoskilder står for de klart største bidragene til svevestøvutslippene fra vegtrafikken (Tabell V2-2). Piggdekk brukes kun på vinteren, og bidraget fra støvoppvirvling er også høyere om vinteren på grunn av tilsetning av strøsand og vegsalt. Utslippene av PM₁₀ fra vegene er derfor betydelig høyere om vinteren enn om sommeren; i gjennomsnitt over dobbelt så høye. Andelen tungtrafikk har forholdsvis stor betydning for de totale utslippene ettersom tunge kjøretøy har betydelig større utslipp til luft sammenlignet med personbiler. Tungtrafikkandelen ved vegene innenfor beregningsområdet har tungtrafikkandeler på 14 % langs Rv. 706 og 10 % for øvrige veger i modellen (Tabell V2-2).

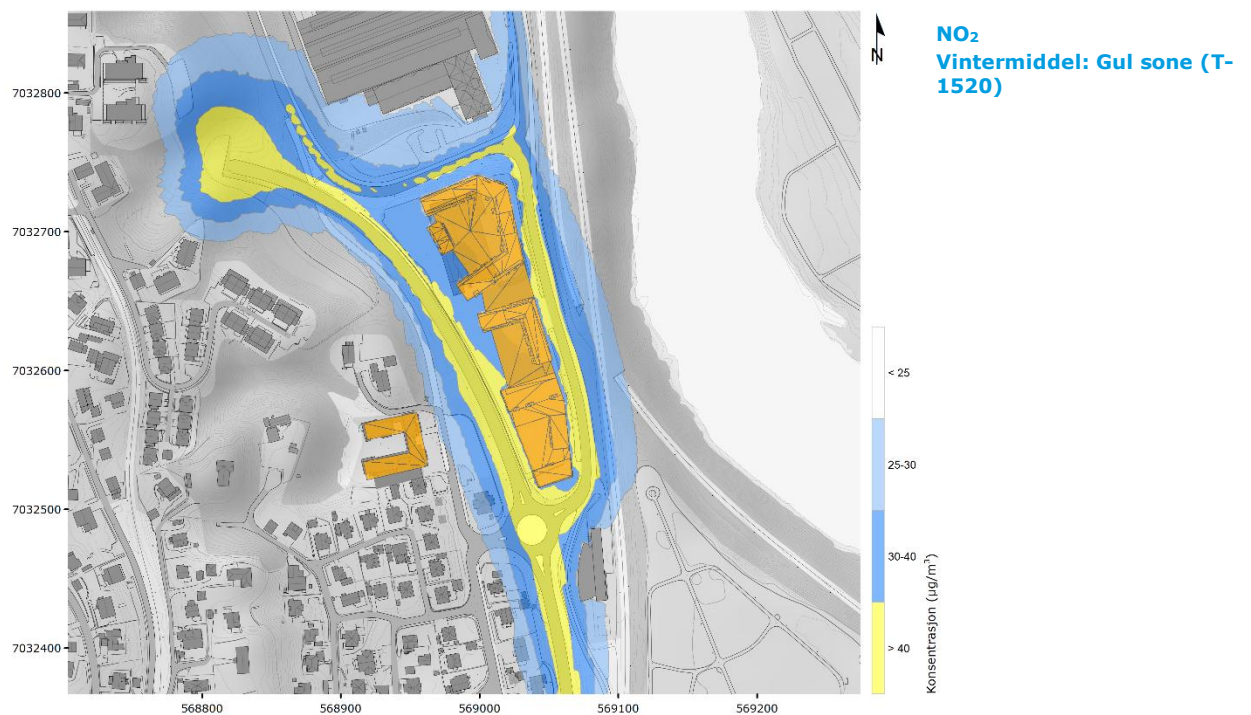
5.3 Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet

Utarbeidede spredningskart som viser beregnede konsentrasjoner av komponentene NO₂ og svevestøv (PM₁₀) ved planområdet på Cecilienborg i Trondheim er vist i Figurene 8-13. Kart er vist for NO₂ årsmiddel (T-1520 rød sone og forurensningsforskriften) i Figur 8, NO₂ vintermiddel (gul sone) i Figur 9, NO₂ 19. høyeste timemiddel (forurensningsforskriften) i Figur 10, PM₁₀ 8. høyeste døgnmiddel (rød og gul sone) i Figur 11, PM₁₀ 31. høyeste døgnmiddel (forurensningsforskriften) i Figur 12, og PM₁₀ årsmiddel (forurensningsforskriften) i Figur 13. Luftsonekartene er vist i større format i Vedlegg 3. Alle beregningene er utført med meteorologi for perioden 2016-18 (NO₂ vintermiddel: jan.-apr. + nov.-des.), og viser resultater ved 2,5 meters høyde over terreng, med planlagte nye bygninger inkludert i beregningsmodellen og trafikktall prognosert for gjennomført planforslag.

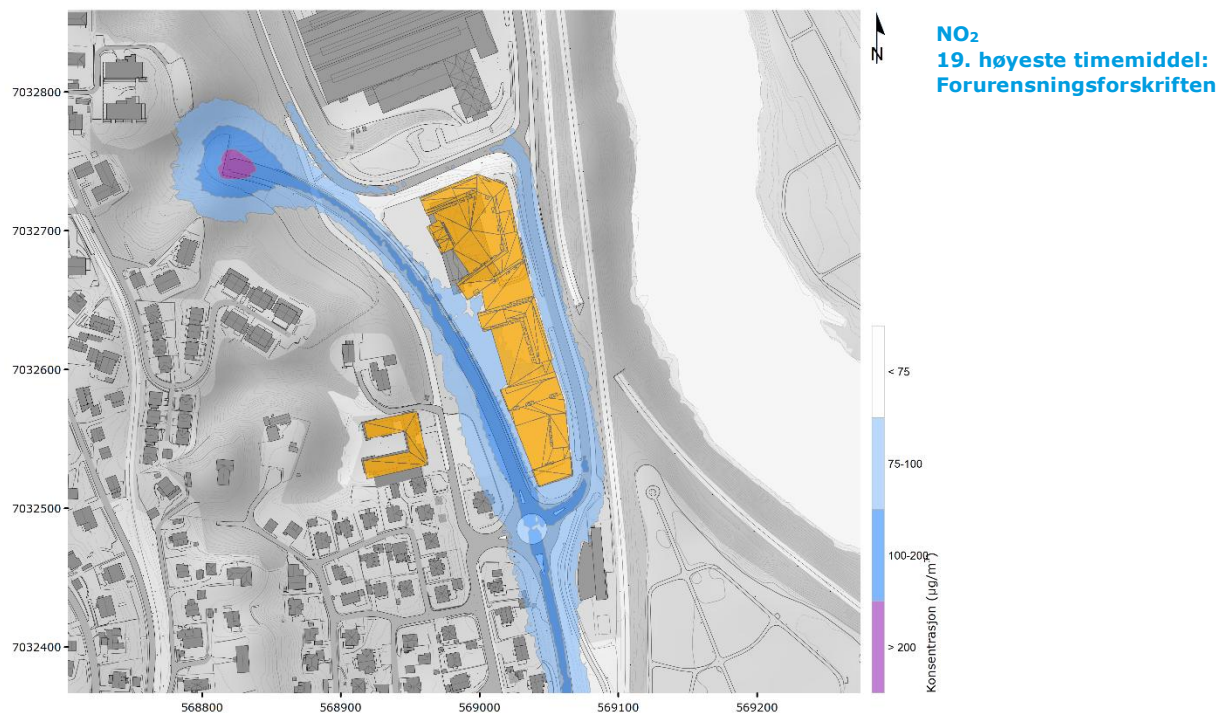
Som det framgår av spredningskartene i Figur 8-13, er det en viss spredning av luftforurensning ut fra den sørøstlige portalen til Marienborgtunnelen og fra de mest trafikkerte vegene som ligger tilstøtende planområdet på Cecilienborg. Viktigst for den lokale luftkvaliteten ved planområdet er spredningen ut fra Rv. 706 særlig sør på planområdet og Osloveien i øst.



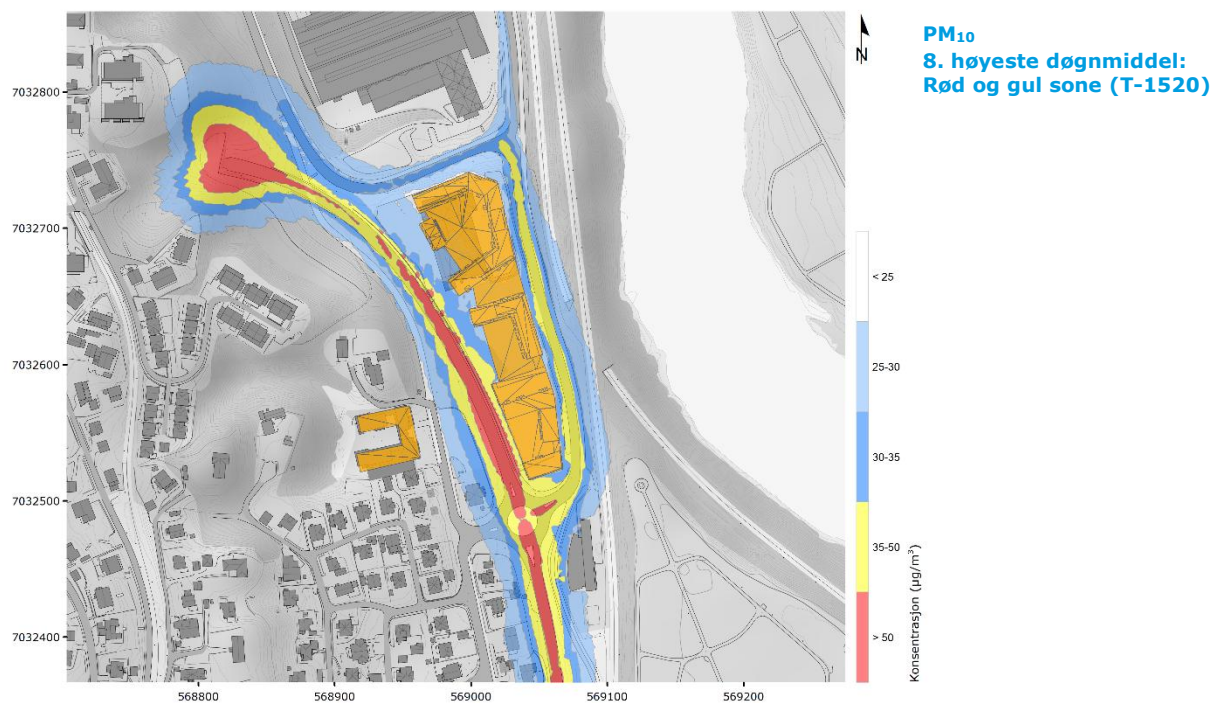
Figur 8. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) ved planområdet for Cecilienborg i Trondheim. Nye planlagte bygninger på planområdet er vist i oransje. Rød sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m³ som årsmiddel, i henhold til *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)*. Grensen for rød sone for NO₂ tilsvarer årsgrenseverdien i forurensningsforskriften.



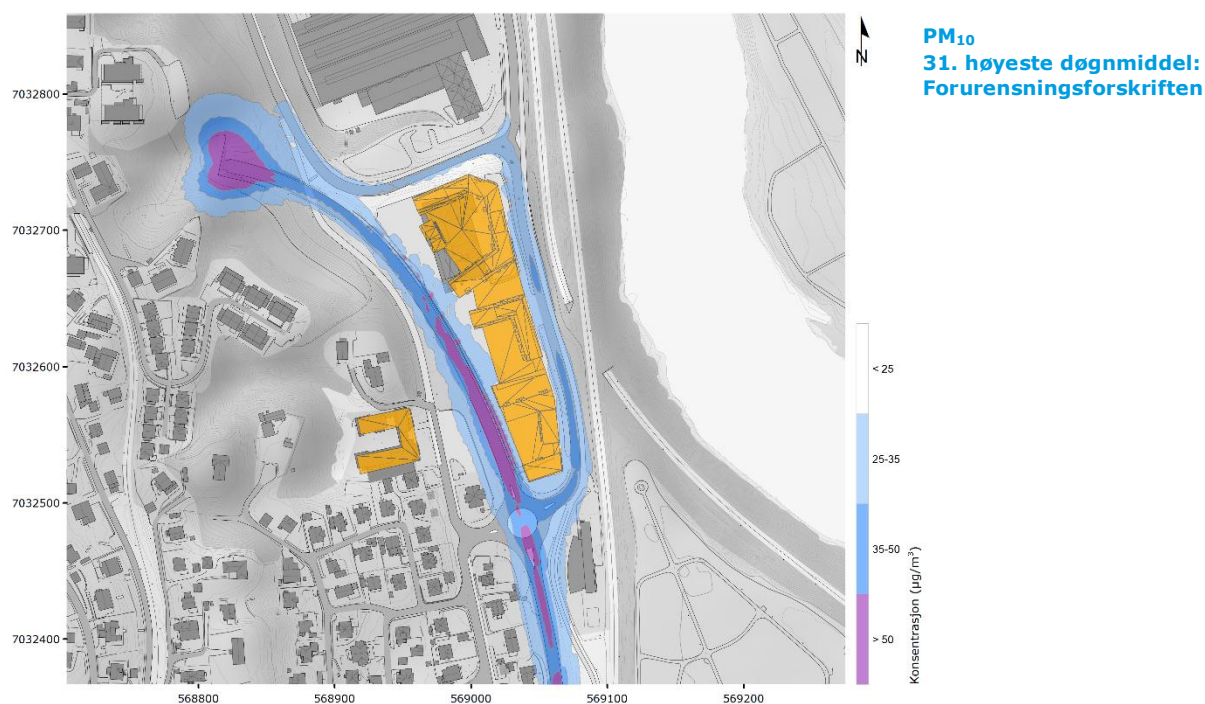
Figur 9. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) ved planområdet for Cecilienborg i Trondheim. Nye planlagte bygninger på planområdet er vist i oransje. Gul sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m³ som vintermiddel (perioden november-april), i henhold til *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)*.



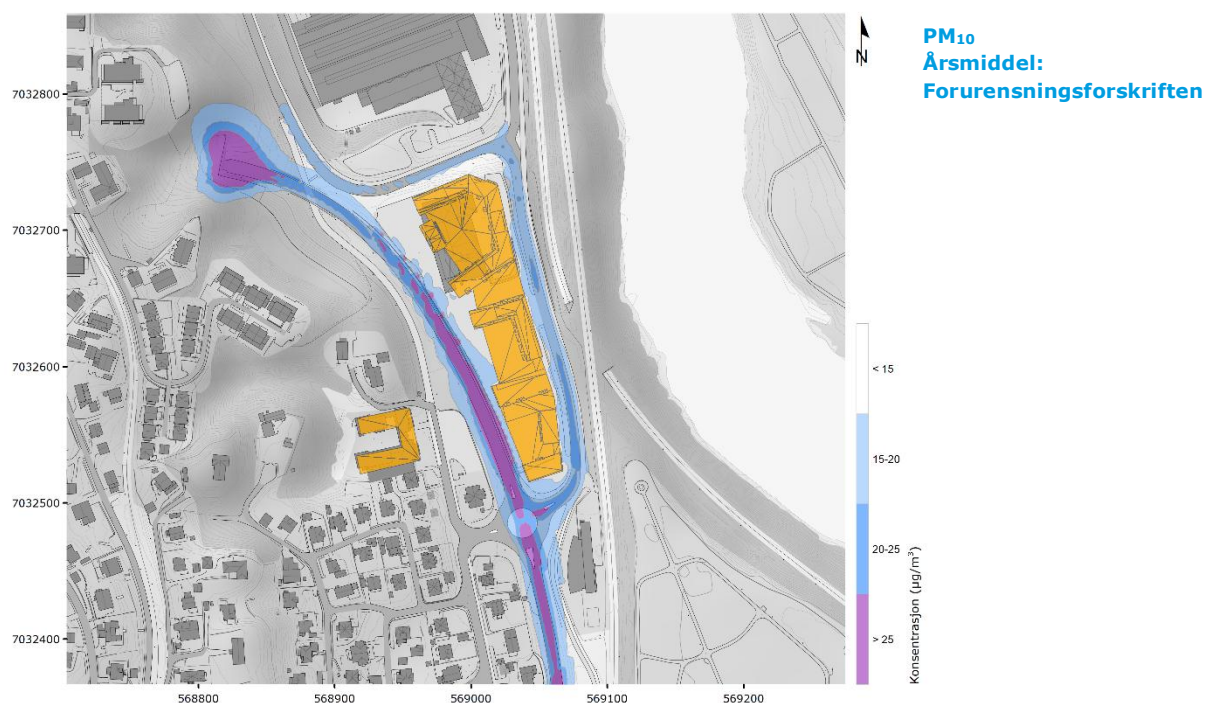
Figur 10. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) ved planområdet for Cecilienborg i Trondheim. Nye planlagte bygninger på planområdet er vist i oransje. Grenseverdien i forurensningsforskriften for NO₂ som timemiddel er på 200 µg/m³, med tillatt 18 overskridelser.



Figur 11. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) ved planområdet for Cecilienborg i Trondheim. Nye planlagte bygninger på planområdet er vist i oransje. Gul og rød sone for PM₁₀ tilsvarer maksimum 7 overskridelser av grensene på henholdsvis 35 og 50 µg/m³, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



Figur 12. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) ved planområdet for Cecilienborg i Trondheim. Nye planlagte bygninger på planområdet er vist i oransje. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som døgnmiddel er på 50 µg/m³, med tillatt 30 overskridelser.



Figur 13. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) ved planområdet for Cecilienborg i Trondheim. Nye planlagte bygninger på planområdet er vist i oransje. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som årsmiddel er på 25 µg/m³.

5.3.1 Nitrogendioksid

Ved arealplanlegging er det i utgangspunktet kravene og grensene i Retningslinje T-1520 som gjelder. Rød sone iht. Retningslinje T-1520 for NO₂ (nedre grense på 40 µg/m³ som årsmiddel) har en viss utbredelse ut mot mindre deler av uteområdene mellom de planlagte nye bygningene på planområdet og vegen ut fra Rv. 706 i vest og ut fra Osloveien i øst, men er i hovedsak begrenset til selve vegbanen (Figur 8). Det er en viss utbredelse av NO₂ rød sone ut fra portalen til Marienborgtunnelen, men spredningen fra portalen påvirker ikke planområdet for Cecilienborg. NO₂ gul sone (40 µg/m³ vintermiddel; november-april) har noe større utbredelse sammenlignet med rød sone (Figur 9). Gul sone omfatter noe større deler av områdene mellom de nye bygningene og vegene ved Rv. 706 og Osloveien i øst, samt deler av fasadene på de nye bygningene i sørvest og i øst ved vegene. Nedre grense for gul sone overstiges også ved deler av Osloveien nord for planområdet, men kun langs deler av selve vegbanen. Ingen deler av uteoppholdsområdene mellom de nye bygningene omfattes av NO₂ rød eller gul sone.

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 NO₂ på timebasis eller PM₁₀ på årsbasis. Det er derfor nødvendig å gjøre beregninger med disse midlingstidene og vurdere spredningskart også sett opp mot grenseverdiene for tiltak. For NO₂ sammenfaller grenseverdien som årsbasis i forurensningsforskriften med nedre grense for rød sone i Retningslinje T-1520. Timegrenseverdien for NO₂ i forurensningsforskriften på 200 µg/m³, med 18 tillatte overskridelser, overstiges kun ved et lite område like ved tunnelportalen nordvest for planområdet (Figur 10).

5.3.2 Svevestøv

Spredningen av svevestøv (PM₁₀) ut fra vegene i området følger stort sett samme mønster som for NO₂, med forhøyde konsentrasjoner i en viss utbredelse ut fra Rv. 706 i vest og Osloveien øst for planområdet (Figur 11). Retningslinje T-1520 rød sone for svevestøv (PM₁₀; 50 µg/m³ som 8. høyeste døgnmiddel) omfatter Rv. 706 og mindre områder ved uteområder mellom vegen og de nye bygningene, men ingen bygningsfasader. PM₁₀ gul sone (35 µg/m³ som 8. høyeste døgnmiddel) har større utbredelse enn rød sone, og omfatter deler av uteområdene mellom de nye bygningene og vegene langs Rv. 706 og Osloveien i øst, samt fasadene på de nye bygningene i sørvest som vender ut mot vegen. I likhet med for NO₂, overstiges ikke grensene for PM₁₀ rød eller gul sone ved uteoppholdsområdene mellom bygningene.

Det er en viss spredning av PM₁₀ ut fra portalen til Marienborgtunnelen, men spredningen fra portalen medfører ikke overskridelse av grensene for rød eller gul sone i Retningslinje T-1520 eller grenseverdiene i forurensningsforskriften ved planområdet.

Døgn- (Figur 12) og årsgrenseverdien (Figur 13) for PM₁₀ i forurensningsforskriften på henholdsvis 50 µg/m³ (tillatt 30 overskridelser) og 25 µg/m³ overstiges kun ved enkelte områder på og like ved vegbanen langs Rv. 706 og ved tunnelportalen, og ikke ut mot planområdet.

5.3.3 Andre forurensende komponenter

Retningslinje T-1520 inneholder ikke grenseverdier for partikler med diameter mindre enn 2,5 µm (PM_{2,5}) 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/m³.

Erfaringsmessig er spredning av PM_{2,5} i forhold til gjeldende grenseverdier mindre problematisk enn PM₁₀ årsmiddelkonsentrasjoner. Ettersom resultatene for PM₁₀ 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_{2,5} eller andre komponenter i prosjektet.

5.4 Diskusjon, antakelser gjort i spredningsberegningene 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 2020 benyttet, da disse er mest sikre, for å gi mest mulig realistiske utslippstall. For prognosesituasjonen vil dette antakeligvis gi en overestimering, da det antas at kjøretøyteknologien vil utbedres i framtiden.
- 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 NO₂ varierer avhengig av meteorologiske forhold og atmosfærisk sammensetning, og modellerte konsentrasjoner av NO₂ er derfor forbundet med noe usikkerhet.
- Estimering av svevestøvnivåer i luft som følge av piggedekkbruk og resuspensjon av vegstøv er forbundet med vesentlig usikkerhet.

5.4.1 Sammenstilling med målinger

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 Bakke kirke og Torget. 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 PM₁₀ og for PM_{2,5} på henholdsvis 25 og 15 µg/m³ (før 2016: 40 og 25 µg/m³) ble overholdt ved Torget og Bakke kirke i perioden 2009-2017. Årsgrenseverdien i forurensningsforskriften for NO₂ på 40 µg/m³ har vært overholdt de siste ti årene. Det har ikke blitt påvist overskridelser av timegrenseverdien for NO₂ på 200 µg/m³ ved noen av stasjonene i Trondheim siden 2011.

Ved både Bakke kirke og Torget stasjon blir det målt enkelte overskridelser av grenseverdien for PM₁₀ på døgnbasis i forurensningsforskriften på 50 µg/m³, 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 µg/m³, 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.

Beregnete konsentrasjoner for området ved Cecilienborg, med veger med trafikkmengder på opptil 8690 ÅDT for Rv. 706, viser også en viss overskridelse av T-1520 rød sone, men også for NO₂ i tillegg til PM₁₀. De forholdsvis høye konsentrasjonene av NO₂ er sannsynligvis knyttet til høye utslippsfaktorer for NO_x i HBEFA-databasen for vegkategorien «Saturated» for trafikkavvikling, som f.eks. er dobbelt så høye som for kategorien «Heavy». Som ved målestasjonene, overholdes øvrige grenseverdier i forurensningsforskriften i områdene like ved vegene.

Det presiseres 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

I området ved Cecilienborg er det en viss spredning av luftforurensning ut fra tilstøtende veger, i hovedsak Rv. 706 i vest og Osloveien øst for planområdet. Retningslinje T-1520 rød og særlig gul sone brer seg ut over deler av uteområdet mellom bygningene og vegene sørøst på planområdet, mens gul sone omfatter deler av fasadene på de nye bygningene som er vendt mot vegene. Øvrige grenseverdier 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 å sikre god luftkvalitet ved boligområdene innenfor planområdet bør avbøtende tiltak derfor fokuseres på områdene nærmest særlig Rv. 706 i vest, og også Osloveien i øst. For å skjerme for spredning fra vegene og ut mot de utsatte uteområdene og fasadene på de nye planlagte bygningene kan et effektivt tiltak være etablering av tett, vintergrønn vegetasjon mellom vegene og utearealet. Det står allerede i dag oppført støyskjerming mellom Rv. 706 og Cecilienborg som er inkludert i spredningsberegningene, men det kan vurderes om denne skal forhøyes for å oppnå bedre effekt. Denne typen skjermende tiltak fungerer imidlertid best mot spredning av svevestøv og ikke fullt så effektivt for gasser som NO₂.

Det mest hensiktsmessige tiltaket ved utbygging av området vil være å legge boligenhetene tilhørende bygningene særlig lengst sør på planområdet til høyere etasjer (f.eks. andre etasje og oppover) og næring/forretning til første etasje, som lagt inn i planforslaget for noen av disse bygningene. Konsentrasjonene av luftforurensning fra vegtrafikk fortynnes ved større høyder over bakken. Legging av uteoppholdsområdene til områdene mellom bygningene og bort fra vegene vil også skjerme effektivt mot spredning ut mot disse områdene, og er noe som allerede er lagt inn i planene. Etablering av ventilasjon, luftinntak, terrasser og vinduer som skal åpnes til fasader som vender bort fra vegene anbefales også for å redusere eksponering for luftforurensning fra vegene.

6. KONKLUSJON

Luftkvalitetsberegningene viser at det er en viss spredning av luftforurensning ut fra de mest trafikkerte vegene som ligger tilstøtende planområdet for Cecilienborg: Rv. 706 (Nordre avlastningsvei) i vest og Osloveien øst for planområdet. Retningslinje T-1520 rød sone for NO₂ og PM₁₀ har noe utstrekning ut fra vegene ut mot områdene mellom vegen og de nye planlagte bygningene, mens gul sone har noe større utbredelse og brer seg ut mot deler av fasadene på bygningene ut mot vegene i sørvest og i øst. Rød sone for NO₂ tilsvarer grenseverdien i forurensningsforskriften på årsbasis. Øvrige grenseverdier i forurensningsforskriften for NO₂ og PM₁₀ overstiges kun ved mindre områder langs selve vegbanen, og ikke noen steder innenfor planområdet. Det er en viss spredning av luftforurensning ut fra den sørøstlige portalen til Marienborgtunnelen som ligger nordvest for Cecilienborg, men spredningen fra portalen påvirker ikke luftkvaliteten ved planområdet i nevneverdig grad. Utslipp fra togtrafikken langs jernbanen øst for planområdet og Osloveien er uvesentlig for den lokale luftkvaliteten.

I gul sone iht. Retningslinje T-1520 skal luftforurensningssituasjonen vurderes, mens ved boliger som havner inn under rød sone skal avbøtende tiltak gjennomføres. For planområdet for Cecilienborg vil det være mest hensiktsmessig å fokusere avbøtende tiltak på områdene nærmest vegene med størst utslipp, dvs. Rv. 706 i vest og Osloveien i øst. Aktuelle tiltak kan være etablering av tett, vintergrønn vegetasjon mellom vegen og utearealet, og muligens forhøyning av støyskjermingen langs Rv. 706. Det anbefales å legge boligene til høyere etasjer, f.eks. andre etasje og oppover, og benytte første etasje til nærings- og forretningsformål. Ventilasjon, luftinntak, terrasser og vinduer som skal åpnes bør også legges til fasader som vender bort fra vegene. Uteoppholdsarealer bør legges til områdene mellom bygningene slik at bygningene skjermer for luftforurensningen, som skissert i foreliggende planforslag.

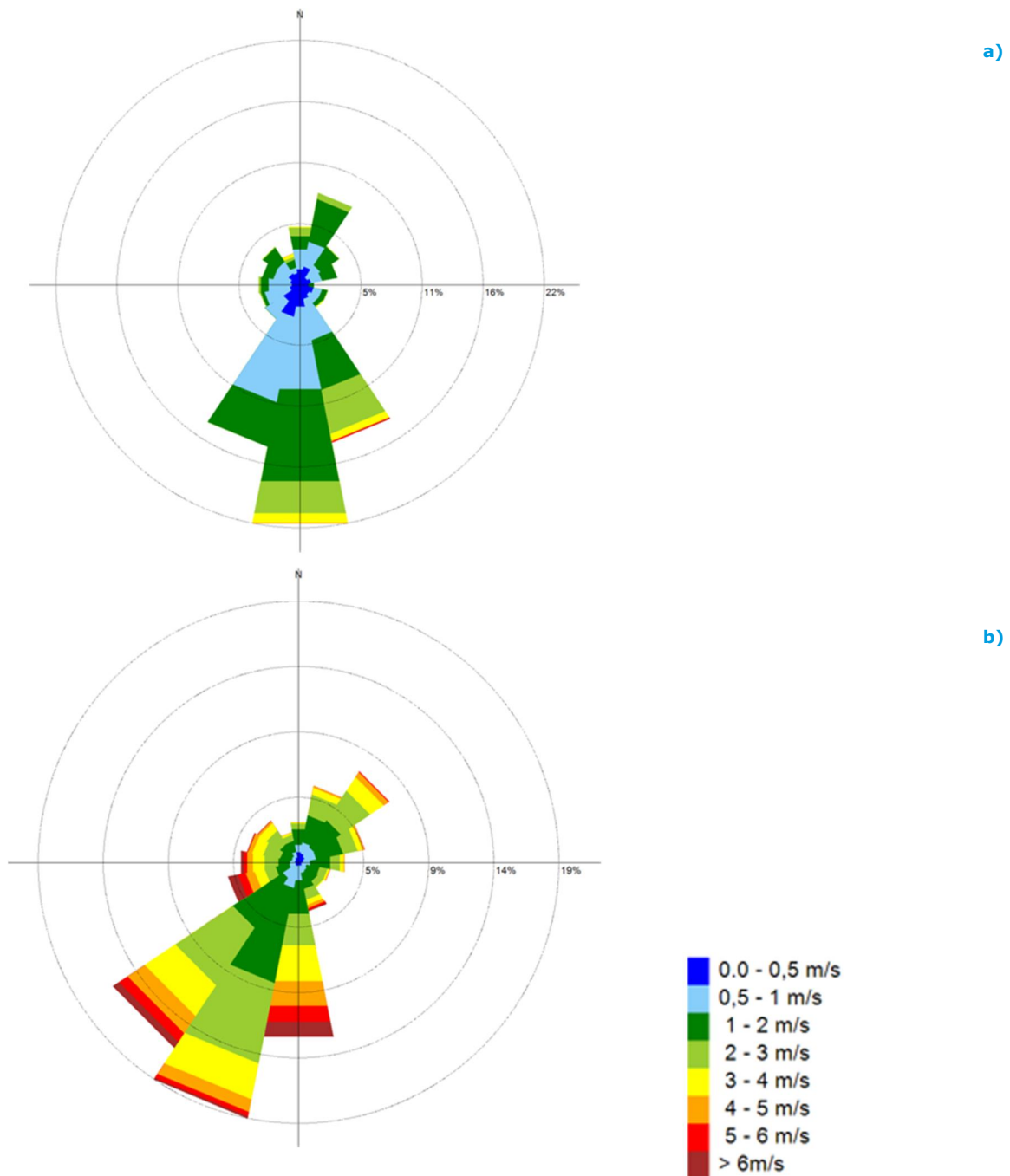
7. REFERANSER

- Europaparlamentet og Rådet. (2008, October 18). *Luftkvalitetsdirektivet. Europaparlaments- og rådsdirektiv 2008/50/EF om luftkvalitet og renere luft for Europa*. regjeringen.no.
<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*.
<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 (NO2) - Forurensninger i uteluft - FHI*.
<https://www.fhi.no/nettpub/mihe/uteluft/03.-nitrogendioksid-no2---forurensn/>
- Google. (2020). *Google Earth*. <https://www.google.com/intl/no/earth/>
- Graz University of Technology. (2020). *GRAL - Graz Lagrangian Model*.
<http://lampz.tugraz.at/~gral/index.php/2-uncategorised/1-description>
- HBEFA. (2020). *The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA)*.
<http://www.hbefa.net/e/index.html>
- Kartverket. (2020a). *Kartkatalogen - DTM 10 Terrengmodell (UTM33)*.
<https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/kartverket/dtm-10-terrengmodell-utm33/dddbb667-1303-4ac5-8640-7ec04c0e3918>
- Kartverket. (2020b). *Norgeskart*.
<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*. http://www.hbefa.net/e/help/HBEFA33_help_en.pdf
- Klima- og miljødepartementet. (2004). *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) FOR 2004-06-01*. For-2004-06-01-931.
<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html#map040>
- Klima- og miljødepartementet. (2015). *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)*. Lovdata. <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*.
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- Meteorologisk institutt. (2020). *eKlima*.
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*.
<http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M129/M129.pdf>
- Miljøverndepartementet. (2012). *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)*.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/3b1e1d20ee364e61ab2949814a9212ca/t-1520.pdf>
- Norsk institutt for biøkonomi (Nibio). (2020). *CORINE Land Cover*.
http://www.skogoglandskap.no/kart/corine_landcover/map_view
- Norsk institutt for luftforskning (NILU); Trondheim kommune; Statens vegvesen; Miljødirektoratet. (2020). *Luftkvalitet.info*. <http://www.luftkvalitet.info/home.aspx>
- Norsk institutt for luftforskning (NILU). (2012). *NORTRIP model development and documentation: NON-exhaust Road TRaffic Induced Particle emission modelling*.
<https://www.nilu.no/apub/26896/>
- Norsk institutt for luftforskning (NILU), Miljødirektoratet, & Statens vegvesen. (2019). *ModLUFT - Luftkvalitet.info. Teori for luftspredning i tunneler*.
http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Kildebidrag/Tunneler/tunnel_apps/tunnel_spredning.aspx
- Norsk institutt for luftforskning (NILU), Miljødirektoratet, & Statens vegvesen. (2020). *Luftkvalitet.info - ModLUFT*. <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*.
- Sandmo, T. (2016a). The Norwegian Emission Inventory 2016. Documents 2016/22. In *Trond Sandmo*. https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/279491?_ts=1576a6ddf40
- Sandmo, T. (2016b). *The Norwegian Emission Inventory 2016*. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/the-norwegian-emission-inventory-2016>
- Statens vegvesen. (2020). *Nasjonal vegdatabank (NVDB)*. <http://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Nasjonal+vegdatabank>
- Trondheim kommune. (2019). *Målt luftkvalitet i Trondheim. Års- og månedsrapporter*. <https://sites.google.com/trondheim.kommune.no/lufttrapport/start>
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2011). *AP 42 Section 13.2.1 Paved Roads*. <https://www3.epa.gov/ttn/chief/old/ap42/ch13/s021/draft/d13s0201.pdf>
- Vianova. (2017). *Osloveien 129 Reguleringsplan - Transportanalyse. Utarbeidet for Per Knudsen Arkitektkontor AS. Rapport nr. 3846/MST/MFN, datert 21.11.2017*.
- World Health Organization (WHO). (2005). *Air Quality Guidelines Global Update 2005*. 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 årene 2016-18. Inngangsdataene ble hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2020). Vindhastigheter og vindretninger brukt i spredningsmodellen for Cecilienborg og for Trondheim-Voll stasjon er vist i Figur V1-1. Vindstatistikk for siste tiårsperiode og normalperiode ved Trondheim-Voll er vist i Figur V1-2.



Figur V1-1. Vindroseplott for a) vinddataene brukt i modelleringen, som prosesseres i GRAL for området ved Cecilienborg, basert på b) data fra Trondheim-Voll meteorologiske stasjon. Vindrosene framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer, for årene 2016-18, hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2020).

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

1

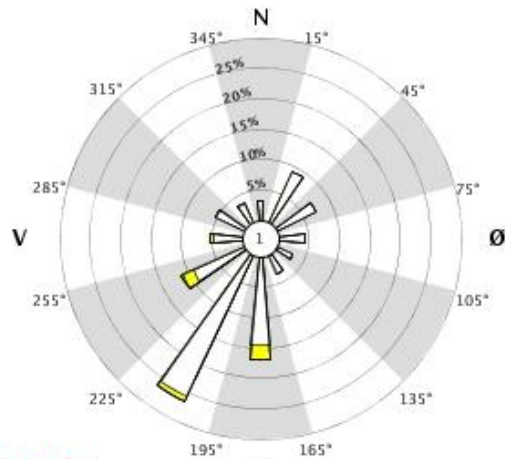


År: 2010 - 2019

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

68860 TRONDHEIM - VOLL



Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

20

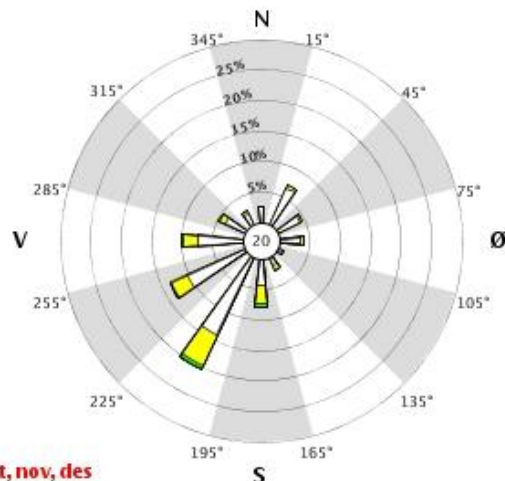


År: 1961 - 1990

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 7, 13, 19 (NMT)

68860 TRONDHEIM - VOLL



Figur V1-2. Vindroseplott som framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer på 30° ved Trondheim-Voll stasjon, for a) siste tiårsperiode (årene 2010-19) og b) siste normalperiode (1961-90). Vinddata hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2020), lastet ned 2020-05-05.

VEDLEGG 2

UTSLIPPSBEREGNINGER

I prosjektet er det foretatt beregninger av utslipp fra vegtrafikk, tunnelportal og togtrafikk. Etter som test-beregninger viste at bidraget fra togtrafikken var svært lavt, er ikke jernbanen inkludert i de endelige spredningsberegningene.

Vegtrafikk

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

Utslipp fra eksos

For å beregne utslipp av NO_x og svevestøv (PM) fra lokale veger ble det hentet ut utslippsfaktorer fra *The Handbook Emission Factors for Road Transport* (HBEFA, 2020), for år 2020. Eksosutslippene beregnes etter følgende formel:

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

Utslippsfaktorer ble hentet ut for de ulike typene veger som ligger inne i modellen, for både PM og NO_x , og for ulike trafikkscenarioer og stigning/kurvatur (Tabell V2-1).

Tabell V2-1. Utslippsfaktorer for utslipp fra forbrenning av svevestøv (PM) og nitrogenoksider (NO_x) med betingelser for vegstrekningene i spredningsmodellen, hentet fra *Handbook Emission Factors for Road Transport* (HBEFA, 2020) for Norge for år 2020.

Kjøretøy	Komponent	Stigning (gradient)	Trafikksscenario	Utslippsfaktor (g/km/døgn)
HGV	NO_x	0	URB/Access/30/Satur.	10.28
HGV	NO_x	0	URB/Access/40/Satur.	9.36
HGV	NO_x	+/-4%	URB/Distr/50/Satur.	7.80
HGV	NO_x	0	URB/Distr/50/Satur.	7.96
HGV	NO_x	+/-2%	URB/Trunk-City/60/Satur.	6.31
HGV	NO_x	0	URB/Trunk-City/60/Satur.	6.14
HGV	PM	0	URB/Access/30/Satur.	0.121
HGV	PM	0	URB/Access/40/Satur.	0.118
HGV	PM	+/-4%	URB/Distr/50/Satur.	0.106
HGV	PM	0	URB/Distr/50/Satur.	0.103
HGV	PM	+/-2%	URB/Trunk-City/60/Satur.	0.085
HGV	PM	0	URB/Trunk-City/60/Satur.	0.084
pass. car	NO_x	0	URB/Access/30/Satur.	0.724
pass. car	NO_x	0	URB/Access/40/Satur.	0.656
pass. car	NO_x	+/-4%	URB/Distr/50/Satur.	0.733
pass. car	NO_x	0	URB/Distr/50/Satur.	0.667
pass. car	NO_x	+/-2%	URB/Trunk-City/60/Satur.	0.598
pass. car	NO_x	0	URB/Trunk-City/60/Satur.	0.582
pass. car	PM	0	URB/Access/30/Satur.	0.008
pass. car	PM	0	URB/Access/40/Satur.	0.007
pass. car	PM	+/-4%	URB/Distr/50/Satur.	0.007
pass. car	PM	0	URB/Distr/50/Satur.	0.006
pass. car	PM	+/-2%	URB/Trunk-City/60/Satur.	0.006
pass. car	PM	0	URB/Trunk-City/60/Satur.	0.005

Trafikksituasjonene brukt i uttaket av utslippsfaktorene fra HBEFA (Tabell V2-1) karakteriseres av typisk kjøremønster på veistrekingen, 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 V3-1 (Keller et al., 2017). Valgene for trafikkflyt er fri flyt («freeflow»), tett trafikk («heavy»), «mettet» trafikk («saturated») og kjøring («stop and go»).

			Speed Limit (km/h)												
Area	Road type	Levels of service	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(sinuuous)	4 levels of service													
	Local/Collector	4 levels of service													
	Local/Collector(sinuuous)	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													
	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 vegstrekinger (Keller et al., 2017).

Ikke-eksoskilder til svevestøvutslipp fra kjøretøy

I tillegg til utslipp fra eksos slippes svevestøv ut fra veger som resultat av dekk-, bremsekloss- og asfaltslitasje, samt ved piggdekkbruk og som resultat av oppvirvling av vegstøv. Bidrag fra ikke-eksoskilder til svevestøv fra kjøretøy ble beregnet med NORTRIP-modellen (Norsk institutt for luftforskning (NILU), 2012).

NORTRIP-modellen bruker en rekke inngangsparametere, relatert til vegparametere, meteorologi og tiltak (salting, gaterengjøring osv.). I beregningene ble meteorologi fra Trondheim-Voll stasjon for år 2018 benyttet (se Vedlegg 1). Nedbør og luftfuktighet, samt frekvens for tiltak ble satt til 0.

Tilgjengelig tall for piggdekkandel i Trondheim på 21 % ble benyttet i beregningene (NILU; Trondheim kommune; Statens vegvesen; Miljødirektoratet, 2020). Utslipp fra piggdekkbruk er kun inkludert i beregningene for vinterperioden (november-april).

De beregnede utslippene av NO_x og svevestøv (PM₁₀) for de aktuelle vegstrekingene er vist i Tabell V2-2.

Tabell V2-5. Beregnede utslipp av svevestøv (PM₁₀) og nitrogenoksider (NO_x), oppgitt i kilogram per kilometer per time (kg/km/t) fra vegene ved Cecilienborg i Trondheim kommune, for prognosesituasjonen (gjennomført planforslag), ved bruk av utslippsfaktorer fra Tabell V2-1 og fra NORTRIP-modellen. Svevestøvutslippene er differensiert i sommer (mai-okt.)- og vinterperiodeutslipp (nov.-apr.).

Vegstrekning	ÅDT	Andel tungtrafikk	Fartsgrenser (km/t)	NOx (kg/km/h)	PM10 (kg/km/t)*		
					Forbrenning	Ikke-eksoskilder	Totalt
Rv 706 N	8290	14 %	60	0.470	0.0055	0.120	0.126
Rv 706 S	8690	14 %	60	0.506	0.0062	0.144	0.151
Stavnevegen N	140	0 %	30	0.004	0.0000	0.0000	0.0000
Stavnevegen S	10	0 %	40	0.000	0.0000	0.0000	0.0000
Osloveien S	6050	10 %	50	0.352	0.0040	0.0732	0.0732
Osloveien M1	5300	10 %	50	0.308	0.0035	0.0650	0.0651
Osloveien M2	4900	10 %	50	0.294	0.0035	0.0607	0.0642
Osloveien NE	2000	10 %	50	0.116	0.0013	0.0291	0.0304
Osloveien N	2430	10 %	50	0.146	0.0017	0.0340	0.0357

*Oppgitte svevestøvutslipp for vegene er for vinterperioden (november-april). Utslippene for sommerperioden er på 45 % av vinterutslippene for vegene og 38 % for tunnelportalen. Beregnet med piggdekkandel = 21 %

Vegttunnel

Utslipp av komponentene nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM₁₀) ut fra portalen 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 1 m/s. Beregnede utslipp ved hver av portalene (fra halvparten av trafikken ved hver portal) ved bruk av oppgitte tall for årsgjennsnitt (ÅDT) for vegstrekningen og ellers iht. metodikk for utslipp for vegtrafikk (forrige del), er oppgitt i Tabell V2-3.

Tabell V2-3. Tunneldimensjoner og beregnede utslipp av nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM₁₀) fra den sørøstlige portalen til Marienborgtunnelen i Trondheim.

Tunnelprofil	Tunnellengde (m)	Areal portal (m ²)	Utslipp fra portal (kg/t)	
			NO _x	PM ₁₀
T9,5	1.486	46	0.349	0.,0935

Togtrafikk

Dieseldrevne tog slipper ut blant annet nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM₁₀) 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 V2-4), og utslippsfaktorer for NO_x og PM₁₀ for togtrafikk i The Norwegian Emission Inventory 2016 (Tabell V2-5, Sandmo, 2016b). Antall togpasseringer ble tatt fra togtabeller for strekningen. De beregnede utslippene for strekningen er vist i Tabell V2-6.

Tabell V2-4. 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 V2-5. Utslippsfaktorer for nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM₁₀) for togtrafikk, i g per kg drivstoff forbrukt, fra The Norwegian Emission Inventory 2016 (Sandmo, 2016b).

Komponent	Utslippsfaktor (g/kg)
NO _x	47
PM ₁₀	3.8

Tabell V2-6. Beregnede utslipp av nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM₁₀), i gram per meter per time, for togtrafikken langs jernbanestrekningene ved Marienborg stasjon.

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

VEDLEGG 3

SPREDNINGSKART

For å vurdere spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet for Cecilienborg i Trondheim kommune er det beregnet spredning av nitrogendioksid (NO_2) og svevestøv (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 prognosesituasjonen (gjennomført planforslag).

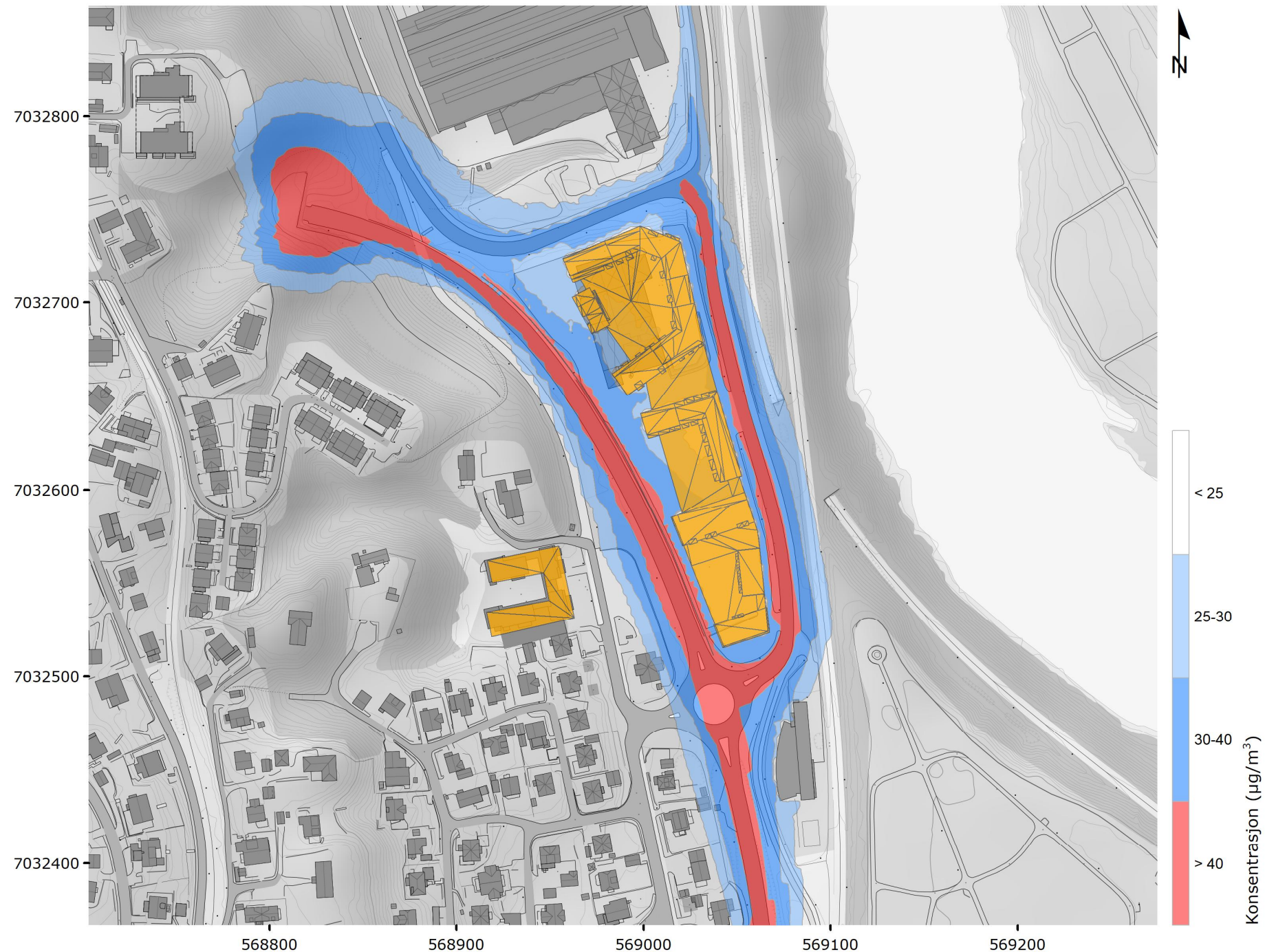
Oversikt over type spredningskart i Vedlegg 3:

- NO_2 årsmiddel - Retningslinje T-1520, forurensningsforskriften
- NO_2 vintermiddel - Retningslinje T-1520
- NO_2 timemiddel - forurensningsforskriften
- PM_{10} døgnmiddel - Retningslinje T-1520
- PM_{10} døgnmiddel - forurensningsforskriften
- PM_{10} årsmiddel - forurensningsforskriften

Nitrogendioksid (NO₂) årsmiddel; Retningslinje T-1520 rød sone, forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (gjennomført planforslag)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350040279

Prosjektnavn:
Cecilienborg -
Luftkvalitet

Oppdragsgiver:
Cecilienborg Bolig AS

Utarbeidet av:
HAWÉ

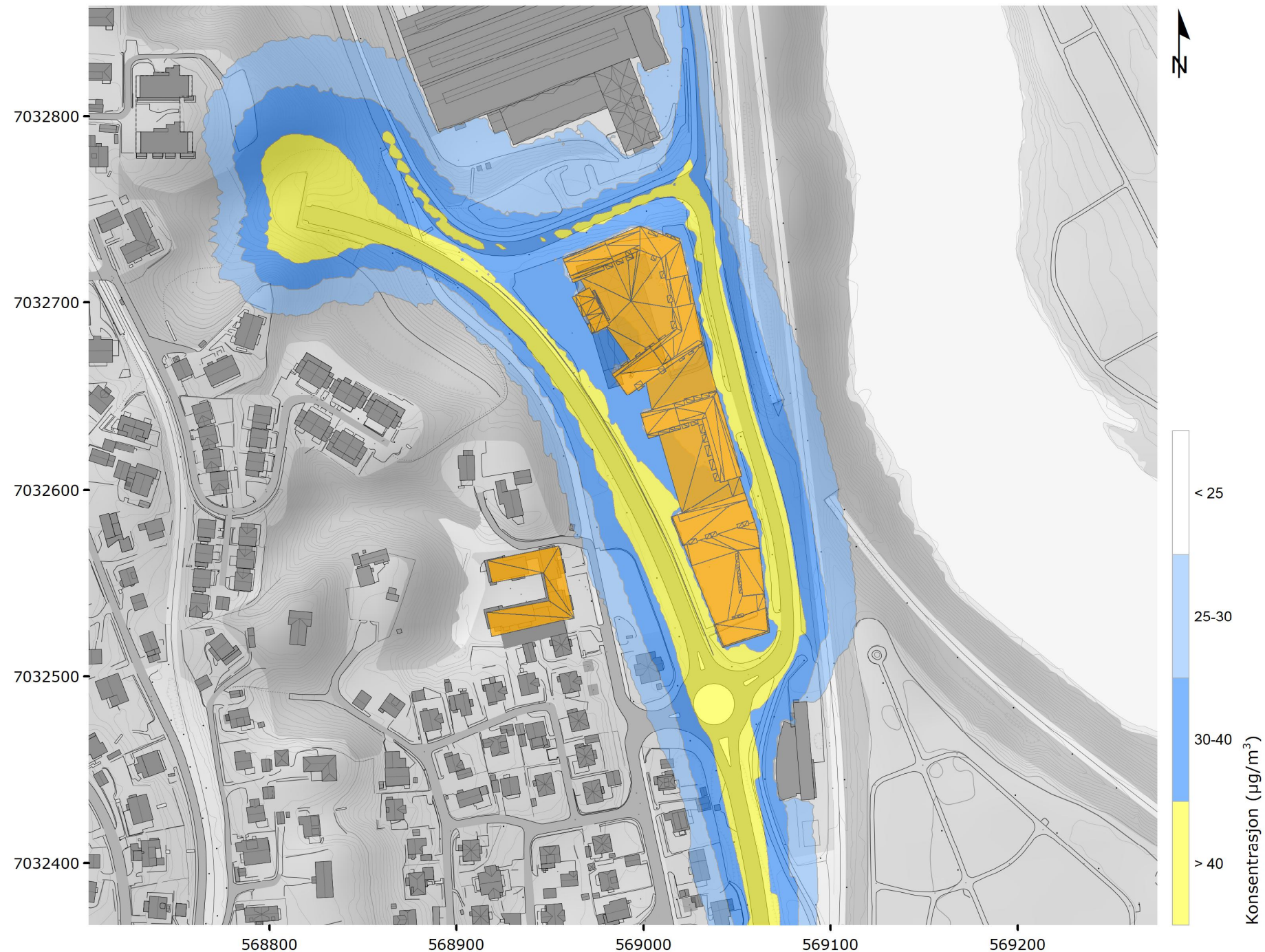
Dato:
2020-05-28

RAMBOLL

Nitrogendioksid (NO₂) vintermiddel; Retningslinje T-1520 gul sone

Prognosesituasjonen (gjennomført planforslag)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350040279

Prosjektnavn:
Cecilienborg -
Luftkvalitet

Oppdragsgiver:
Cecilienborg Bolig AS

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2020-05-28

RAMBOLL

Nitrogendioksid (NO₂) 19. høyeste timemiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (gjennomført planforslag)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350040279

Prosjektnavn:
Cecilienborg -
Luftkvalitet

Oppdragsgiver:
Cecilienborg Bolig AS

Utarbeidet av:
HAWE

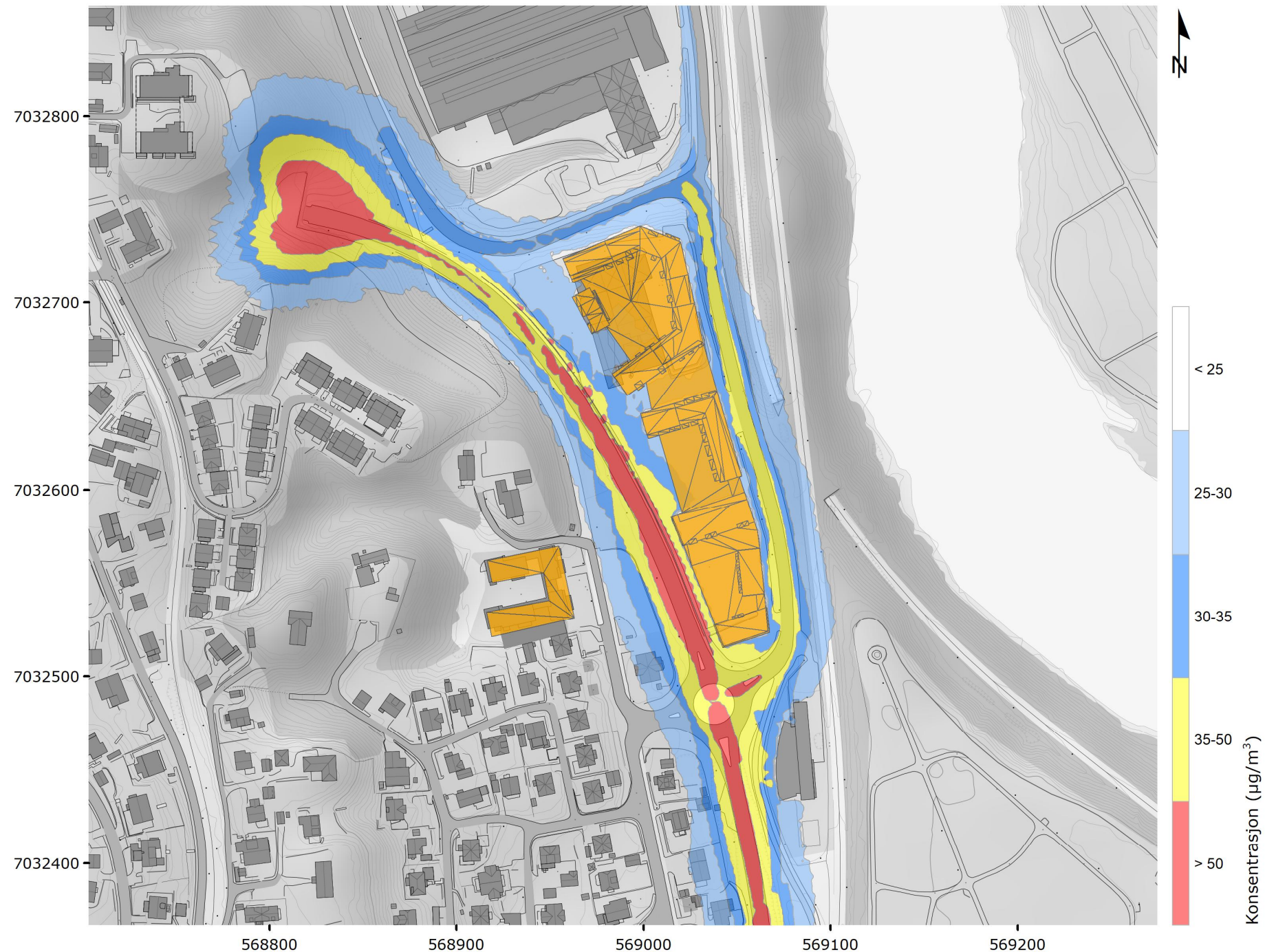
Dato:
2020-05-28

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) 8. høyeste døgnmiddel; Retningslinje T-1520 rød og gul sone

Prognosesituasjonen (gjennomført planforslag)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350040279

Prosjektnavn:
Cecilienborg -
Luftkvalitet

Oppdragsgiver:
Cecilienborg Bolig AS

Utarbeidet av:
HAWÉ

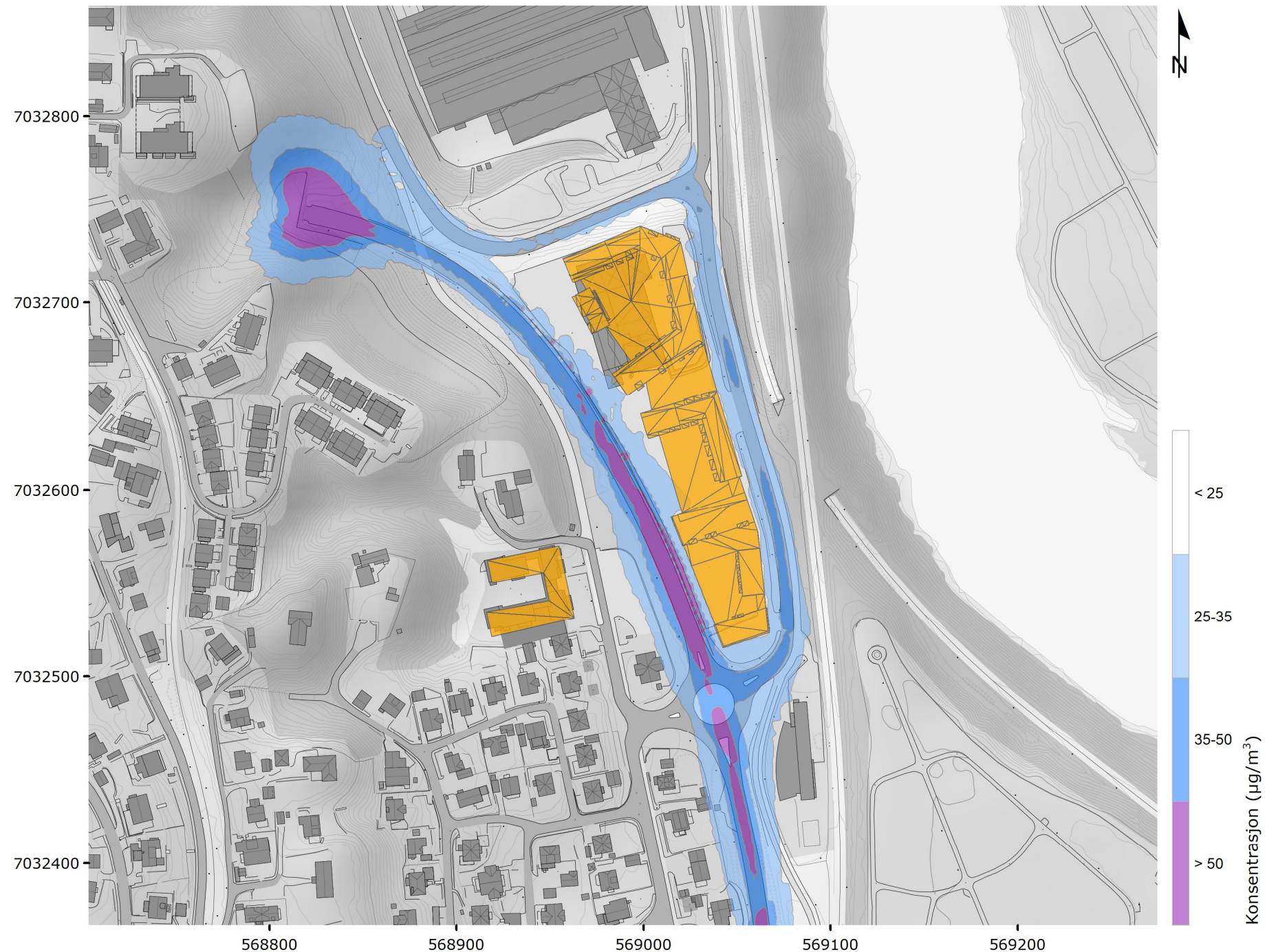
Dato:
2020-05-28

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) 31. høyeste døgnmiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (gjennomført planforslag)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350040279

Prosjektnavn:
Cecilienborg -
Luftkvalitet

Oppdragsgiver:
Cecilienborg Bolig AS

Utarbeidet av:
HAWE

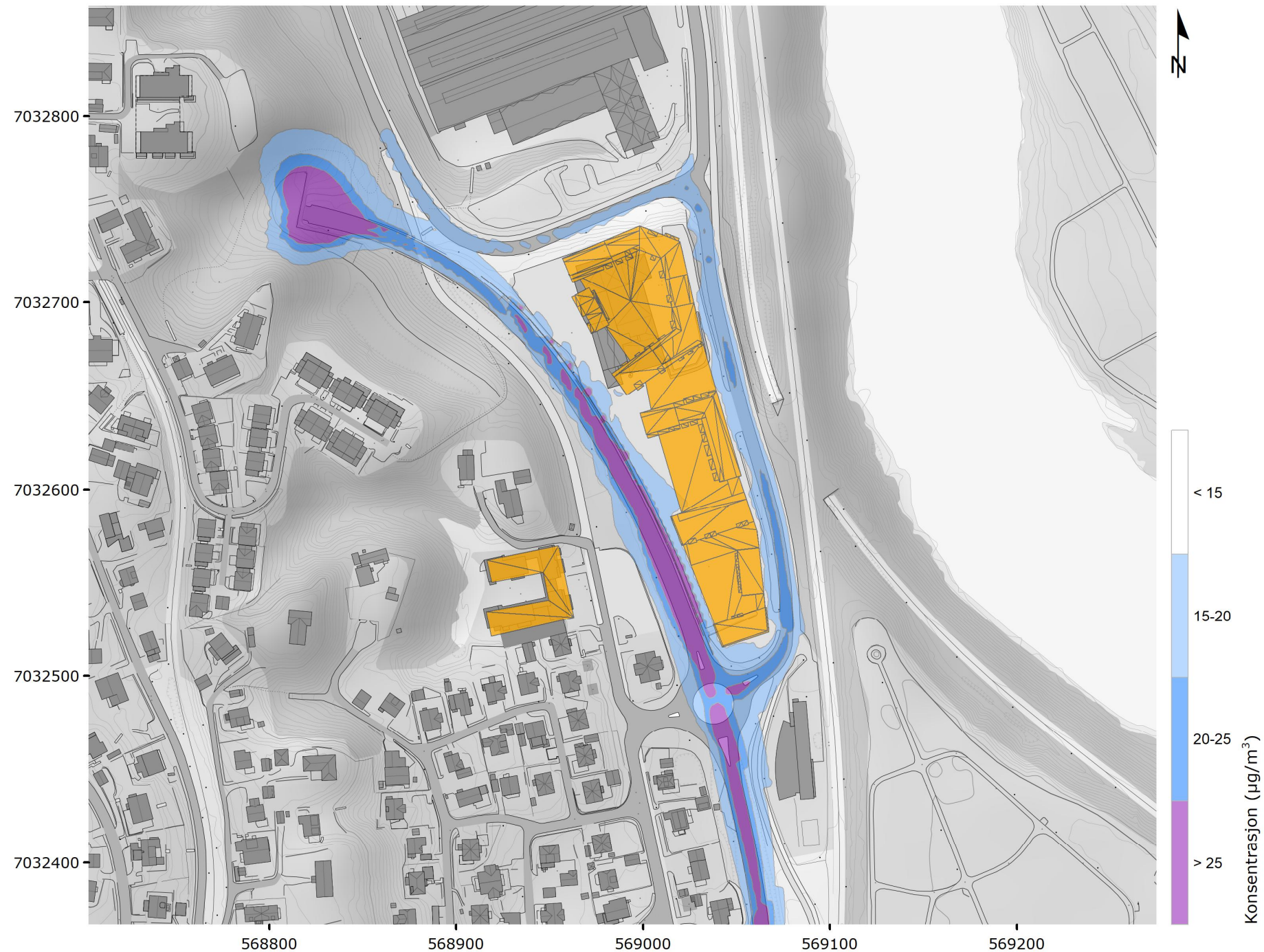
Dato:
2020-05-28

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) årsmiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (gjennomført planforslag)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350040279

Prosjektnavn:
Cecilienborg -
Luftkvalitet

Oppdragsgiver:
Cecilienborg Bolig AS

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2020-05-28

RAMBOLL