

Beregnet til
Selvaag Bolig ASA

Dokumenttype
Luftutredning

Dato
2019-12-04

MIGOSENTERET

LUFTUTREDNING



MIGOSENTERET LUFTUTREDNING

Revisjon **00**
Dato **2019-12-04**
Utført av **Hanne Weggeberg**
Kontrollert av **Alexandra Griesfeller**
Godkjent av **Hanne Weggeberg**
Beskrivelse **Utredning av lokal luftkvalitet ved Migosenteret-
eiendommen (Selsbakkvegen 37) i Trondheim
kommune i forbindelse med reguleringsarbeid**

Ref. 1350036769

Forsideillustrasjon: Utdrag fra 3D-illustrasjon – Selsbakkvegen 37 gateperspektiv, datert 22.02.2019, utarbeidet av ARC Arkitekter AS

SAMMENDRAG

I denne utredningen er det utført en vurdering av lokal luftkvalitet ved Migosenteret-eiendommen (Selsbakkvegen 37) i Trondheim kommune i forbindelse med reguleringsarbeid. Oppdragsgiver er Selvaag Bolig ASA. 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 tiltak, og vegtrafikktall framskrevet til år 2040). Data om terreng og bygninger, meteorologi fra nærliggende målestasjon og trafikkutslipp fra vegstrekninger i området ble brukt som inngangsdata i modellen, og bakgrunnskonsentrasjoner for området ble tatt hensyn til ved utarbeidelsen av luftsonekartene.

Luftkvalitetsberegningene viser at ingen av grenseverdiene i forurensningsforskriften eller grensene i Retningslinje T-1520 for rød eller gul sone for PM_{10} eller NO_2 overstiges ved noen del av planområdet. T-1520 gul sone for PM_{10} og NO_2 er begrenset til mindre deler av selve vegbanen ved Selsbakkvegen nordvest for planområdet. Beregningene viser dermed at den lokale luftkvaliteten ved planområdet for Migosenteret er god, og at det derfor ikke vil være behov for avbøtende tiltak med hensyn på lokal luftkvalitet ved planområdet.

INNHOILDSFORTEGNELSE

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	6
3.3	Lokal luftkvalitet	6
3.4	Kilder til luftforurensning	7
3.4.1	Vegtrafikk	7
3.4.2	Bakgrunnsforurensning	8
4.	LUFTKVALITETSMODELLERING	9
4.1	Inngangsdata	9
4.1.1	Meteorologi	9
4.1.2	Terrengdata, vegnett og bygningsmasse	10
4.1.3	Utslipp fra vegtrafikk	10
4.2	Spredningsberegninger	10
4.2.1	NO _x -kjemi	11
5.	RESULTATER OG VURDERINGER	12
5.1	Meteorologi	12
5.2	Utslipp fra veger	13
5.3	Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet	13
5.3.1	Nitrogendioksid	13
5.3.2	Svevestøv	13
5.4	Diskusjon, antakelser gjort i spredningsberegningene og usikkerhet	17
5.4.1	Lokal luftkvalitet og verifisering med målinger	17
5.5	Anbefalinger om tiltak	18
6.	KONKLUSJON	19
7.	REFERANSER	20

VEDLEGG

Vedlegg 1. Meteorologiske data

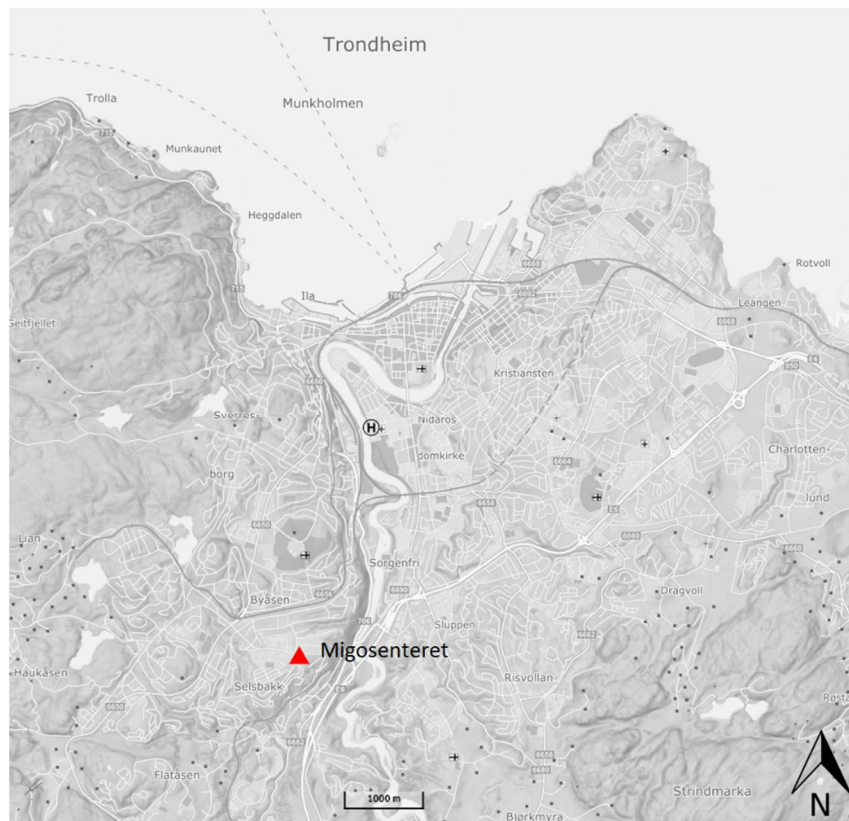
Vedlegg 2. Utslippsberegninger for veger ved planområdet

Vedlegg 3. Spredningskart

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med reguleringsarbeid for Migosenteret-eiendommen (Selsbakkvegen 37) i Trondheim kommune, har Rambøll fått i oppdrag å utrede lokal luftkvalitet ved planområdet for foreliggende planalternativ (vegtrafikk tall for år 2040). Oversiktskart over området er vist i Figur 1. Oppdragsgiver er Selvaag Bolig ASA.



Figur 1. Oversiktskart som viser den omtrentlige plasseringen til planområdet (markert med rødt) i Selsbakkvegen 37 i Trondheim kommune. Modifisert fra norgeskart.no, hentet ut 2019-10-02 (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 (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 henhold til 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	Luftforurensningszone	
	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 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. UTSLIPPSKILDER OG LOKAL LUFTKVALITET

3.1 Områdebeskrivelse

Planområdet på Selsbakkvegen 37 (Migosenteret) ligger på Selsbakk i Trondheim kommune. Selsbakkvegen går nord for og Selsbakkliia vest for planområdet. Vegene i området er markert på ortofoto i Figur 2. Migosenteret, som i dag består av diverse forretning, ligger på planområdet i dag. Øvrig bebyggelse i området består i all hovedsak av bolig og skoler og idrettsanlegg. Byåsen kirke ligger sørvest for planområdet på vestsiden av Selsbakkliia. Selve planområdet er forholdsvis flatt, men det er gradvis stigning i terrenget fra Nidelva i øst i retning fjellområdene i Bymarka vest for Selsbakk og Byåsen.



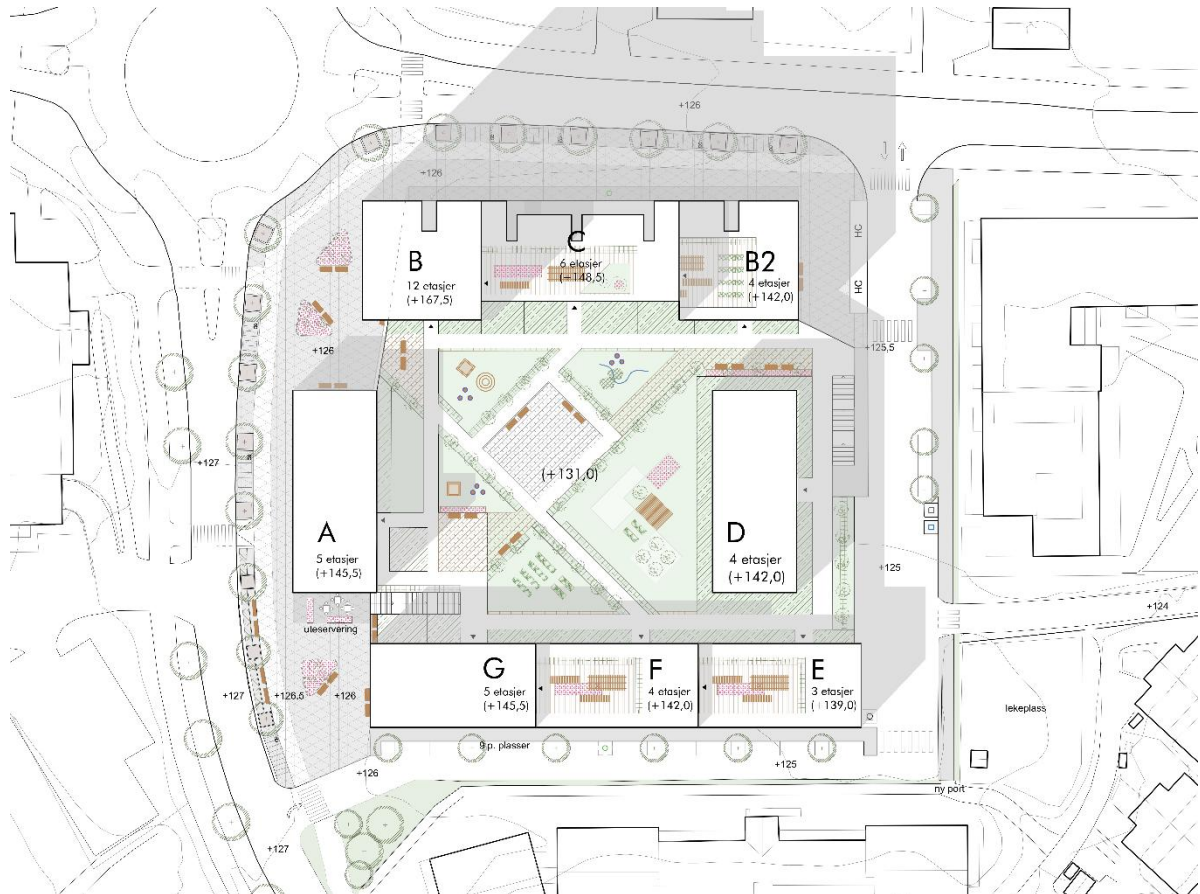
Figur 2. Ortofoto som viser veger i områdene ved Selsbakkvegen 37 (Migosenteret) i Trondheim kommune. Modifisert fra Norgeskart (Kartverket, 2019), hentet ut 2019-10-07.

Trafikkmengdene langs nærliggende vegstrekninger er i dag forholdsvis lave: Selsbakkvegen har årsdøgnetraffikk (ÅDT)¹ for dagens situasjon på 3000 langs strekningen som går nord for planområdet, og 3500 ÅDT like øst for rundkjøringen, i henhold til tall fra Nasjonal vegdatabank (år 2012, NVDB, Statens vegvesen, 2019). Trafikkmengdene langs Selsbakkliia i vest er i dag på 4000 ÅDT, mens Selsbakkvegen vest for rundkjøringen har trafikkmengder på mellom 5700 og 6600 ÅDT. Trafikken langs øvrige veg-strekninger er i dag under 2000 ÅDT. Det er i hovedsak veger med trafikkmengder på over 8000 ÅDT som anses å ha betydning for den lokale luftkvaliteten (Miljøverndepartementet, 2012).

¹ Summen av antall kjøretøy som passerer et punkt på en vegstrekning, for begge retninger sammenlagt, gjennom året, dividert på årets dager.

3.2 Planlagt tiltak

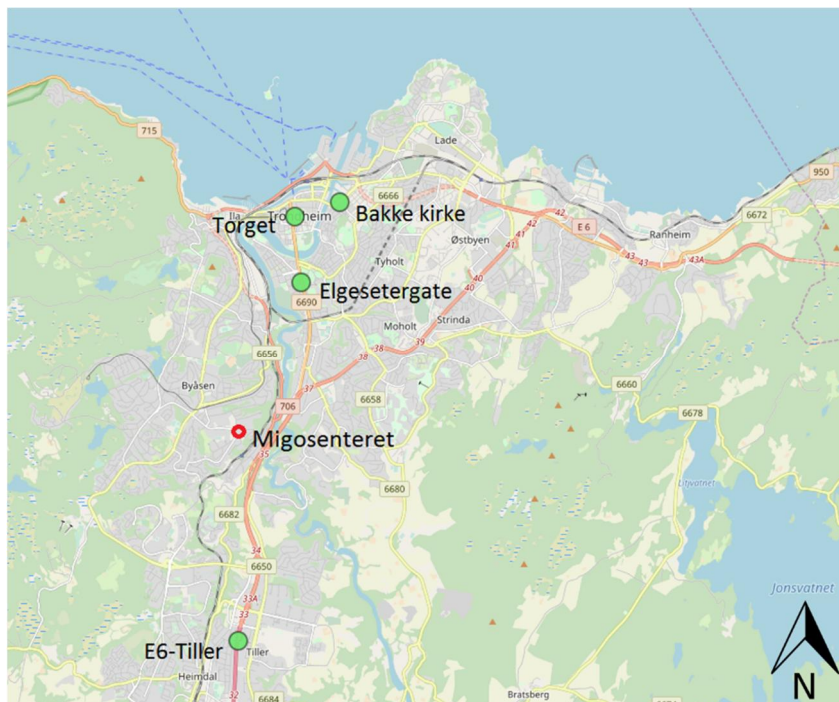
Migosenteret-eiendommen planlegges regulert til og utbygd med blandet næring/forretning og boliger. Utdrag fra foreliggende utkast til illustrasjonsplan for tiltaket er vist i Figur 3. Blokkene A og B2-G ønskes å ha mellom tre og seks etasjer, mens blokk B lengst nordvest på planområdet er planlagt som en høyblokk med 12 etasjer. Taket i sentrum på planområdet er avsatt til uteoppholdsområde, med parkeringskjeller i underetasjen.



Figur 3. Utdrag fra foreløpig illustrasjonsplan for Selbakkvegen 37 i Trondheim kommune. Datert 2019-02-22, utarbeidet av ARC Arkitekter AS.

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 Migosenteret. Nærmeste stasjoner er Elgesetergate nord for og E6-Tiller sør for planområdet. Begge disse stasjonene er imidlertid plassert like ved sterkt trafikkerte veger, og vil derfor ikke være representative for luftkvalitetsstasjonen ved Migosenteret. Resultater fra Torget, eller alternativt Bakke kirke stasjon, vil være de mest relevante som sammenligningsgrunnlag for luftkvalitetsberegningene for Migosenteret.

3.4 Kilder til luftforurensning

Ved planområdet på Migosenteret i Trondheim vurderes utslippene fra vegtrafikken langs tilstøtende veger som utslippskilden med størst betydning for den lokale luftkvaliteten i området. Dovrebanen går sørøst for Migosenteret med korteste avstand ca. 300 meter fra planområdet, men denne banestrekningen er elektrifisert og togtrafikken langs Dovrebanen har derfor ikke utslipp til luft av betydning. Nærmeste industribedrift i området med utslipp til luft registrert i norskeutslipp.no er Nidarvoll fjernvarmeanlegg. Dette anlegget ligger imidlertid ca. 1,5 km nordøst for planområdet på andre siden av Nidelva, og utslipp fra fjernvarmeanlegget anses derfor ikke å ha betydning for luftkvaliteten ved Migosenteret. 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 bakgrunnskonsentrasjonene for området.

3.4.1 Vegtrafikk

Utslipp fra vegtrafikk kan bidra betraktelig til luftforurensning lokalt, særlig av komponentene svevestøv og NO₂. Vegtrafikk tall inkludert utbygging av Hallset hage og Selsbakkvegen 37 ble benyttet til utslippsberegningene for vegene, framskrevet til år 2040 og utarbeidet av Asplan Viak i prosjektet (Asplan Viak, 2018). De framskrevne tallene for ÅDT, andel tungtrafikk og fartsgrenser ved de ulike vegstrekningene på planområdet er oppført i Tabell 3.

Tabell 3. Trafikktall (ÅDT, andel tungtrafikk og fartsgrenser) for vegstrekninger ved Migosenteret i Trondheim, framskrevet for år 2040 ifm. foreliggende trafikkanalyse (Asplan Viak, 2018).

Strekningssnr.	Vegstrekning	ÅDT	Andel tungtrafikk	Fartsgrenser (km/t)
1	Selsbakkvegen nord	4500	2 %	30
2	Selsbakkvegen øst	4000	2 %	30
3	Selsbakkli vest	4400	2 %	30
4	Selsbakkli sørvest	4400	2 %	30
5	Selsbakkvegen vest	6600	2 %	30
6	Alette Beyers veg	1100	3 %	30

3.4.2 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). 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 planområdet ved Migosenteret i Trondheim kommune, hentet ut fra ModLUFTs Bakgrunnsapplikasjon (NILU et al., 2019).

Midlingstid	NO ₂	PM ₁₀
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 Selsbakkvegen 37 i Trondheim kommune er det gjennomført spredningsberegninger for komponentene NO₂ og svevestøv (PM₁₀). 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 vegtrafikk med bakgrunns-konsentrasjoner 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. 4,5 km nordøst for planområdet ved Migosenteret, 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 PM₁₀ og NO₂ rød sone er det brukt data fra hele 2018, mens det for spredningsberegninger for NO₂ 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 Utslipp fra vegtrafikk

Utslipp av svevestøv (PM_{10}) og nitrogenoksider til luft fra vegtrafikken i området ble beregnet og inkludert i spredningsmodellen.

Utslipp fra eksos

Utslipp av svevestøv og NO_x 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 utredningsalternativene (referansealternativet og planalternativet). 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.

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 PM_{10} 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 veger 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_x 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. Utslippsfaktorer for siltmengder på vei er vist i Tabell V2-4. Tabell V2-5 viser de beregnede utslippene av svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$) og NO_x fra vegene i modellen.

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). Beregningsområdet var et omtrent 650 x 500 km stort område sentrert omtrent ved Migosenteret. 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 3 x 3 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 modellområdet som viser bygninger og vegnett er vist i Figur 5.



Figur 5. Oversikt over modellområdet ved planområdet for Migosenteret i Trondheim kommune brukt i spredningsmodellering med GRAL. Figuren viser beregningsområdet (blått rektangel), bygninger og vegutslippskilder (markert med rødt).

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 generert i GRAL for området ved Klett 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 området ved Migosenteret 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. Vindrosen framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer på 22,5°.

Vindstyrken i de genererte vinddataene for områdene ved Migosenteret 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 de sterkest trafikkerte vegene i området, Selsbakkvegen nord og nordvest for Migosenteret, i forholdsvis stor grad forventes å spres i nordøstlig retning bort fra 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 fra veger

Det ble beregnet utslipp av komponentene NO_x og svevestøv (PM_{10}) fra kjøretøy for de ulike vegstrekningene som inngår i spredningsmodellen. Som det framgår av Tabell V2-5, er utslippene forholdsvis små ut fra vegene i området. Utslippene er størst ut fra Selsbakkvegen nordvest for planområdet (NO_x : 0,204, PM_{10} : 0,071 kilogram per kilometer per time (kg/km/t)).

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. Piggdekkslitasje og støvoppvirvling står for de klart største bidragene til svevestøvutslippene 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_{10} 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. Ved vegene innenfor planområdet er tungtrafikkandelen lav: Kun på 2 og 3 %.

5.3 Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet

Utarbeidede spredningskart som viser beregnede konsentrasjoner av komponentene NO_2 og svevestøv (PM_{10}) ved planområdet i Selsbakkvegen 37 i Trondheim er vist i Figurene 7-12. Kart er vist for NO_2 årsmiddel (T-1520 rød sone og forurensningsforskriften) i Figur 7, NO_2 vintermiddel (gul sone) i Figur 8, NO_2 19. høyeste timemiddel (forurensningsforskriften) i Figur 9, PM_{10} 8. høyeste døgnmiddel (rød og gul sone) i Figur 10, PM_{10} 31. høyeste døgnmiddel (forurensningsforskriften) i Figur 11, og PM_{10} årsmiddel (forurensningsforskriften) i Figur 12. Luftsonekartene er vist i større format i Vedlegg 3. Alle beregningene er utført med 2018-meteorologi (NO_2 vintermiddel: nov. 2017-apr. 2018), og viser resultater ved 2,5 meters høyde over terreng med planlagte nye bygninger inkludert i beregningsmodellen og trafikk tall framskrevet for gjennomført planforslag for år 2040.

Som det framgår av spredningskartene i Figur 7-12, er spredningen av luftforurensning i området ved Migosenteret liten, begrenset til mindre områder langs selve hovedvegene.

5.3.1 Nitrogendioksid

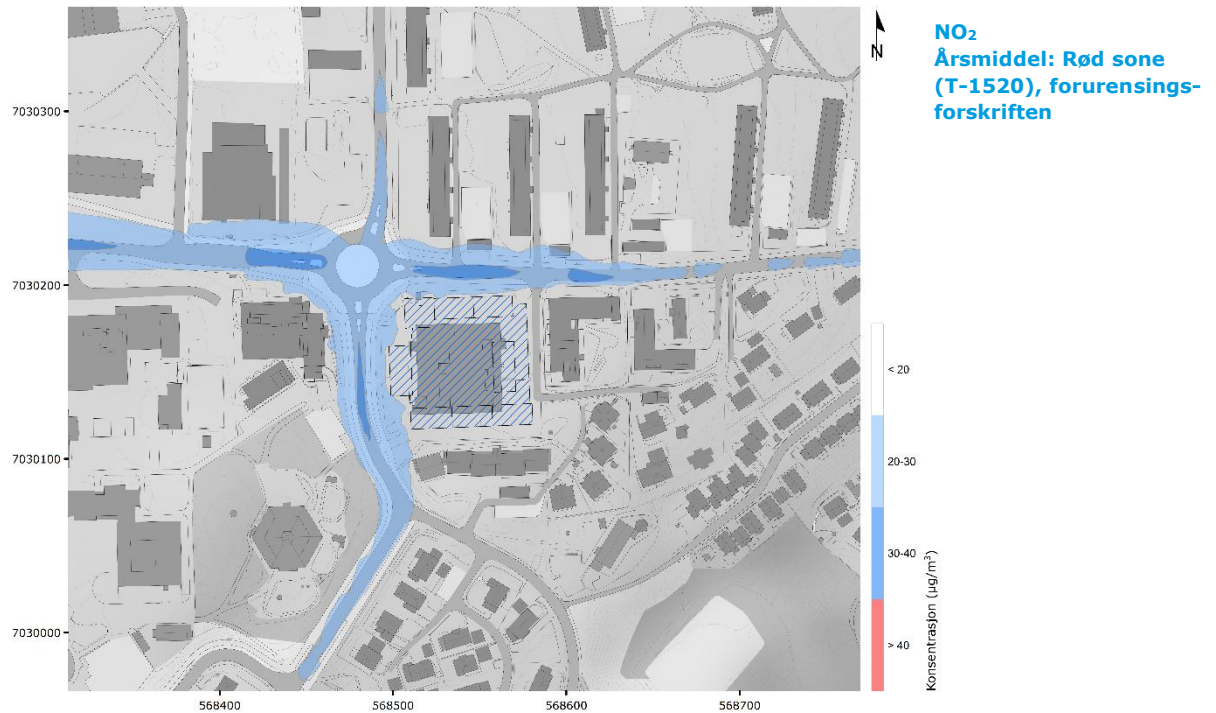
Ved arealplanlegging er det i utgangspunktet kravene og grensene i Retningslinje T-1520 som gjelder. Nedre grense for rød sone iht. Retningslinje T-1520 for NO_2 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ årsmiddel) overstiges ikke ved noen del av beregningsområdet (Figur 7). NO_2 gul sone ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vintermiddel; november-april) overstiges ved deler av vegbanen langs Selsbakkvegen vest for rundkjøringen, men brer seg ikke ut til noen del av planområdet ved Migosenteret (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_2 på timebasis eller PM_{10} på årsbasis. Det er derfor nødvendig å gjøre beregninger med disse midlingstidene og vurdere spredningskart også sett opp mot grenseverdiene for tiltak. For NO_2 sammenfaller grenseverdien som årsbasis i forurensningsforskriften med nedre grense for rød sone i Retningslinje T-1520. Timegrenseverdien for NO_2 i forurensningsforskriften på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, med 18 tillatte overskridelser, overstiges ikke ved noen del av beregningsområdet (Figur 9).

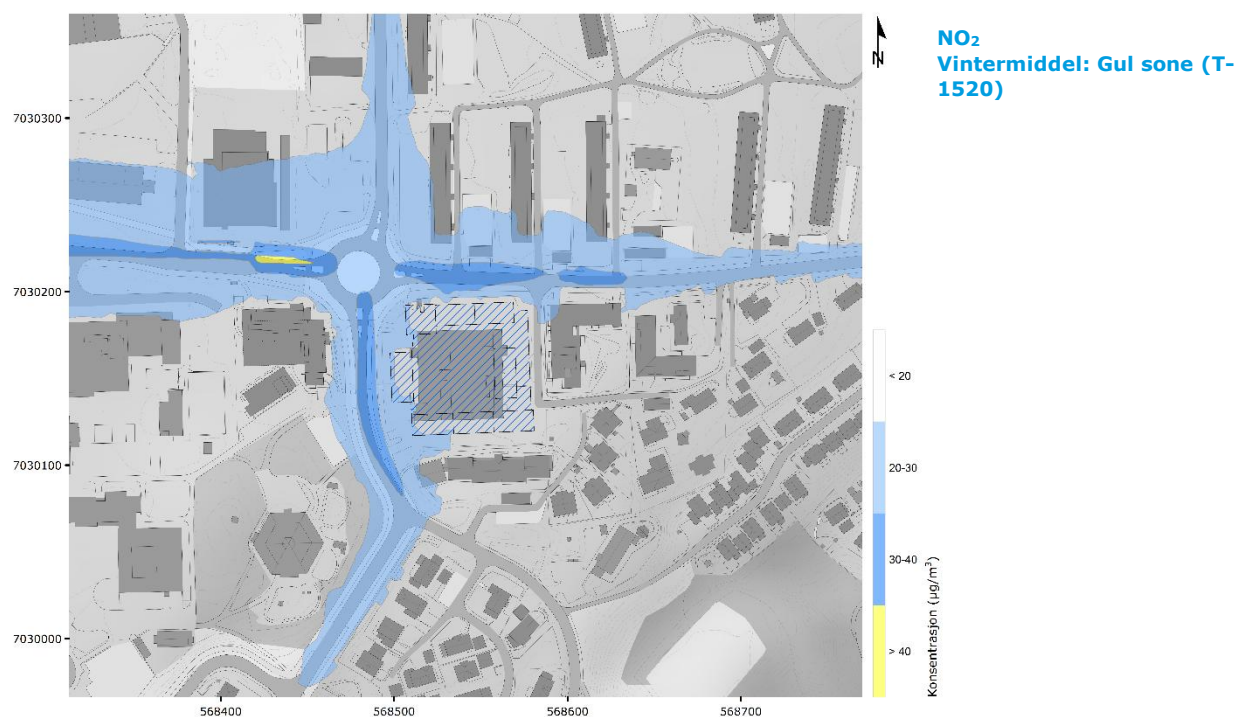
5.3.2 Svevestøv

Retningslinje T-1520 rød sone for svevestøv (PM_{10} ; $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 8. høyeste døgnmiddel) overstiges ikke ved noen del av beregningsområdet (Figur 10). T-1520 gul sone ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 8. høyeste døgnmiddel) omfatter deler av Selsbakkvegen nordvest for planområdet nærmest rundkjøringen, men ingen deler av planområdet.

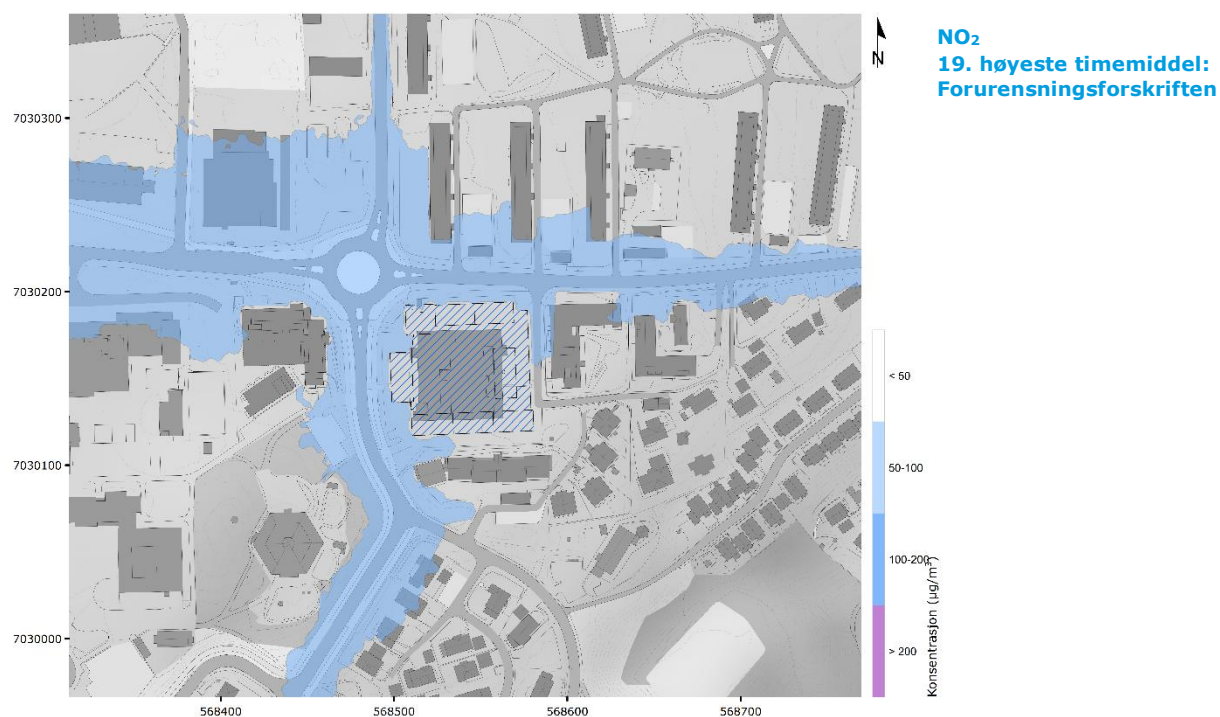
Hverken døgn- eller årsgrenseverdien for PM_{10} i forurensningsforskriften på henholdsvis $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tillatt 30 overskridelser) og $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overstiges ved noen del av beregningsområdet (henholdsvis Figur 11 og 12).



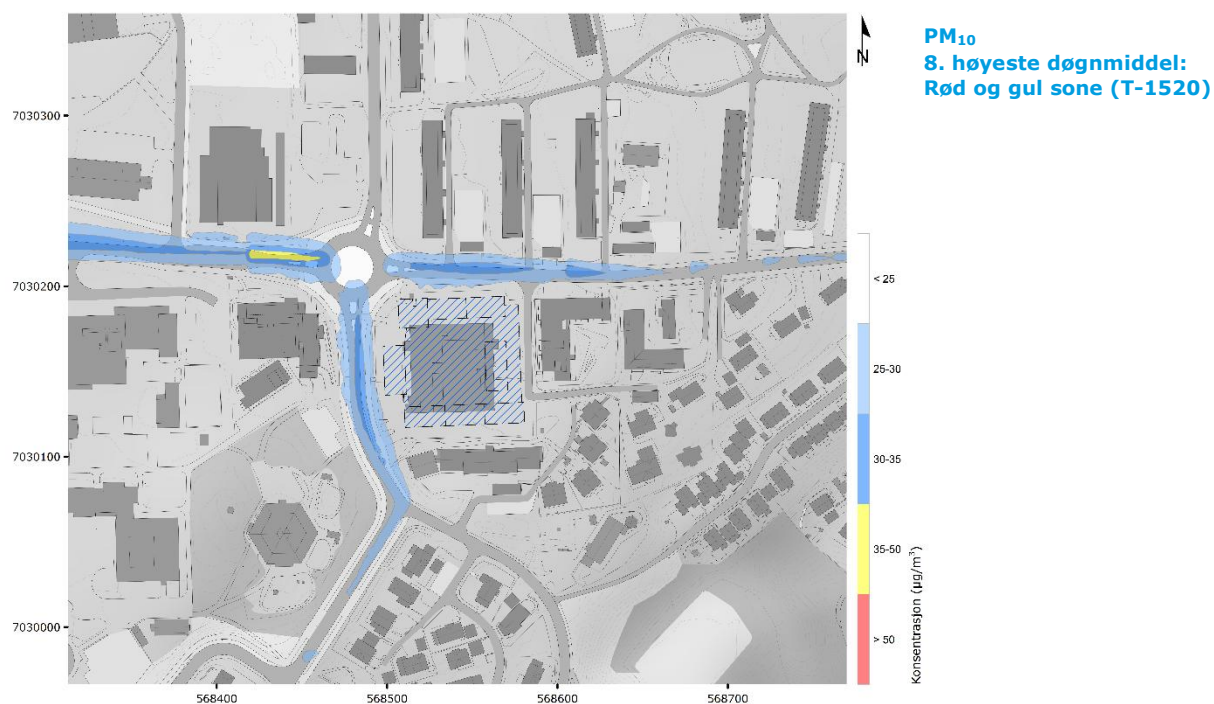
Figur 7. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO_2) ved planområdet for Migosenteret i Trondheim. Rød sone for NO_2 tilsvarer overskridelse av grensen på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmiddel, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520). Grensen for rød sone for NO_2 tilsvarer årsgrenseverdien i forurensningsforskriften.



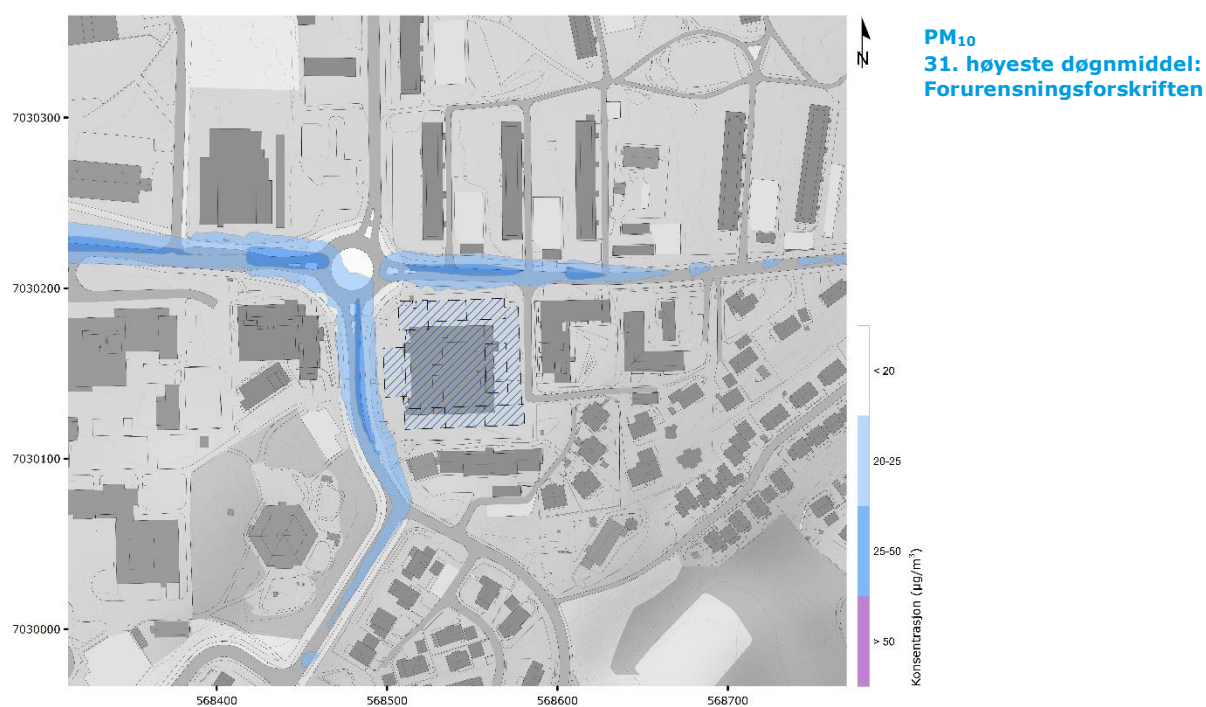
Figur 8. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) ved planområdet for Migosenteret i Trondheim. Gul sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som vintermiddel (perioden november-april), i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



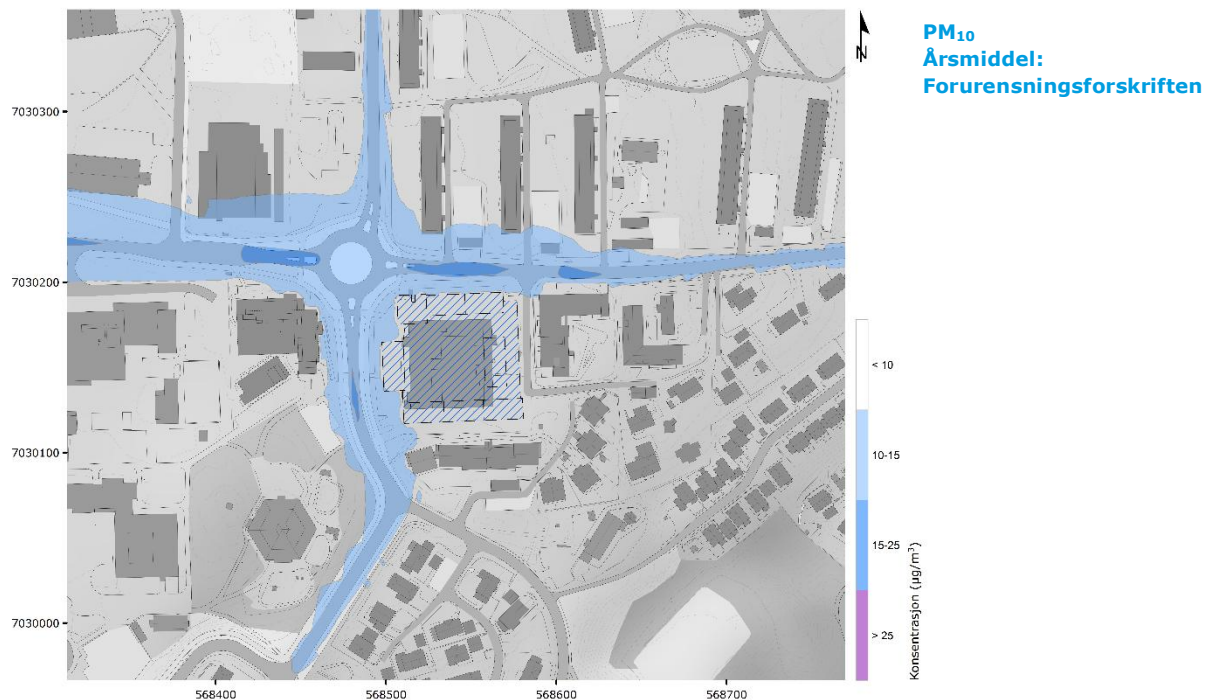
Figur 9. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) ved planområdet for Migosenteret i Trondheim. Grenseverdien i forurensningsforskriften for NO₂ som timemiddel er på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, med tillatt 18 overskridelser.



Figur 10. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) ved planområdet for Migosenteret i Trondheim. 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 11. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) ved planområdet for Migosenteret i Trondheim. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som døgnmiddel er på 50 µg/m³, med tillatt 30 overskridelser.



Figur 12. Luftsonemarkart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) ved planområdet for Migosenteret i Trondheim. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som årsmiddel er på 25 µg/m³.

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 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.
- 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.
- Estimert svevestøvnivåer i luft som følge av piggdekkbruk og resuspensjon av vegstøv er forbundet med vesentlig usikkerhet.

5.4.1 Lokal luftkvalitet og verifisering 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 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 $\mu g/m^3$ (før 2016: 40 og 25 $\mu g/m^3$) ble overholdt ved Toget og Bakke kirke i perioden 2009-2017. Årsgrenseverdien i forurensningsforskriften for NO_2 på 40 $\mu g/m^3$ har vært overholdt de siste ti årene. Det har ikke blitt påvist overskridelser av timegrenseverdien på 200 $\mu g/m^3$ 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 $\mu g/m^3$, 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 $\mu g/m^3$, 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. Beregnede konsentrasjoner i områdene særlig langs Selsbakkvegen vest for rundkjøringen, der ÅDT er på 6600, kan derfor virke noe lave sammenlignet med tilgjengelige måleresultater: ÅDT langs Prinsens gate like ved Torget stasjon er på 6400, og ved Bakke kirke på 9600. Migosenteret ligger imidlertid med noe avstand fra bysentrum: Bakgrunnskonsentrasjonene forventes å være noe høyere i sentrumsområdene der Torget og Bakke kirke stasjon ligger. I tillegg er tungtrafikkandelene ved vegene ved Migosenteret (2-3 %) langt lavere enn ved Prinsens gate (35 %) og Innherredsvegen ved Bakke kirke (16 %); tunge kjøretøy har betydelig høyere utslipp sammenlignet med personbiler. 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

Nivåene av luftforurensning i området ved planområdet for Migosenteret er gjennomgående lave. Ingen av de gjeldende grenseverdiene i forurensningsforskriften eller grensene for rød og gul sone i Retningslinje T-1520 overstiges ved noen del av planområdet. Gul sone for PM_{10} og NO_2 er begrenset til mindre deler langs selve vegbanen ved Selsbakkvegen vest for rundkjøringen. Konsentrasjonene er beregnet med foreliggende planforslag inkludert i spredningsmodellen, med vegtrafikk tall framskrevet for planforslaget for år 2040.

Ettersom den lokale luftkvaliteten ved Migosenteret er god, vil det ikke være behov for avbøtende tiltak med tanke på luftforurensning i området.

6. KONKLUSJON

Luftkvalitetsberegningene viser at grenseverdiene for uteluft i forurensningsforskriften og grenser for rød og gul sone i Retningslinje T-1520 overholdes ved alle deler av planområdet for Migosenteret i Trondheim kommune. T-1520 gul sone for PM_{10} og NO_2 er begrenset til mindre deler av selve vegbanen langs Selsbakkvegen vest for rundkjøringen og nordvest for planområdet.

Ettersom spredningsberegningene viser at den lokale luftkvaliteten ved Migosenteret er god, vil det ikke være behov for avbøtende tiltak med hensyn på luftforurensning ved planområdet.

7. REFERANSER

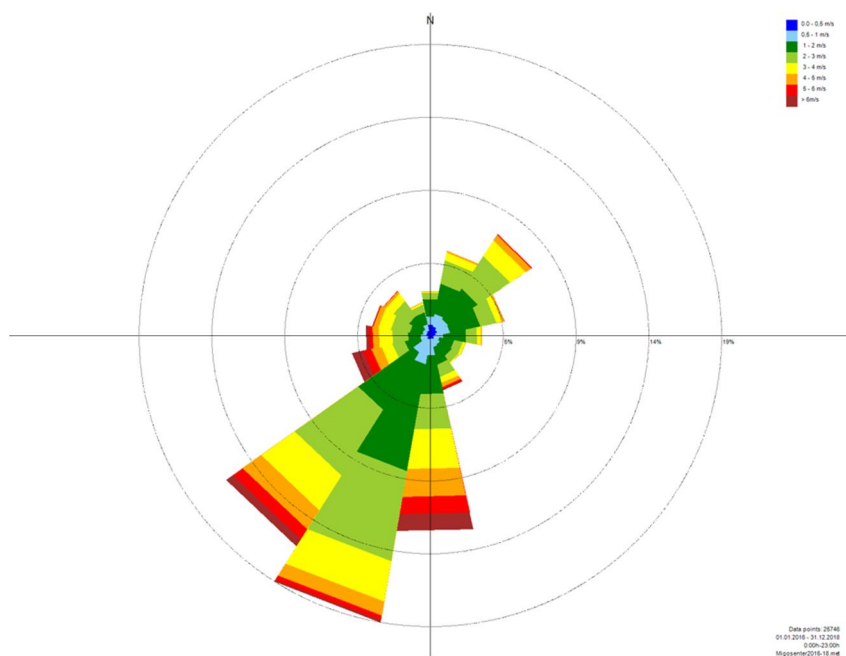
- Asplan Viak. (2018). Trafikkanalyse Selsbakkvegen 37 - Revidert november 2018. Notat, datert 11.12.2018.
- Europaparlamentet og Rådet. (2008, October 18). Luftkvalitetsdirektivet. Europaparlaments- og rådsdirektiv 2008/50/EF om luftkvalitet og renere luft for Europa. Hentet ut fra <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2005/okt/luftkvalitetsdirektivet/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 (NO₂) - Forurensninger i uteluft - FHI. Hentet ut fra <https://www.fhi.no/nettpub/mihe/uteluft/03.-nitrogendioksid-no2---forurensn/>
- 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
- Klima- og miljødepartementet. (2004). Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) FOR 2004-06-01. Hentet ut fra <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). 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
- Miljødirektoratet. (2014). M-129 - 2014 Grenseverdier og nasjonale mål. Hentet ut fra <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M129/M129.pdf>
- 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
- 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*.
- 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

- 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

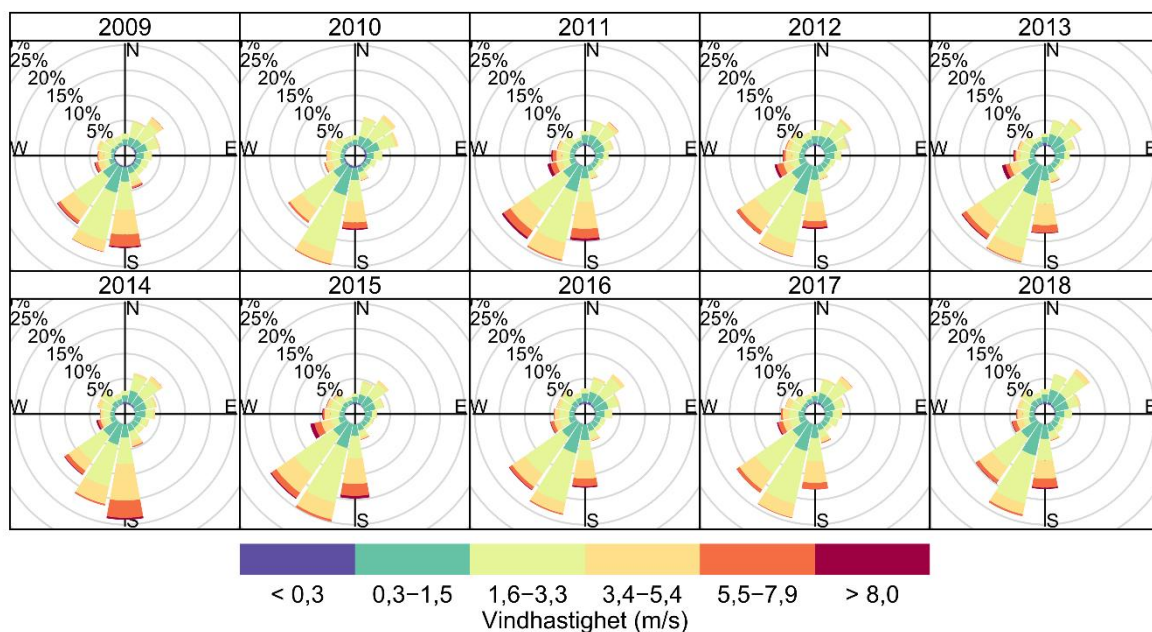
VEDLEGG 1

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 området ved Migosenteret 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 FOR VEGER VED PLANOMRÅDET

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 ble 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 er det hentet ut utslippsfaktorer fra The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA, 2019), for år 2015. Eksosutslippene av beregnes etter følgende formel:

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

Utslippsfaktorer er hentet ut for de ulike typene veger som ligger inne i modellen, for både PM og NO_x , og for ulike typer trafikk (Tabell V2-1).

Tabell V2-1. Utslippsfaktorer for utslipp fra forbrenning av svevestøv (PM) og nitrogenoksider (NO_x) 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	NO_x	URB/Access/30/Saturated	7,477
HGV	PM_{10}	URB/Access/30/Saturated	0,090
Pass.car	NO_x	URB/Access/30/Saturated	0,605
Pass. car	PM_{10}	URB/Access/30/Saturated	0,008

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 V3-1 (Keller, Wüthrich, & Notter, 2017). Valgene for trafikkflyt er fri flyt («freeflow»), tett trafikk («heavy»), «mettet» trafikk («saturated») og køkjøring («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(sinuous)	4 levels of service													
	Local/Collector	4 levels of service													
	Local/Collector(sinuous)	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_{10}) ut fra veger som resultat av dekk-, bremsekloss- og asfaltslitasje, samt ved piggdekkbruk 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 asfaltslitasje forårsaket av bruk av piggdekk. Utslipp fra piggdekkbruk er kun inkludert i beregningene for vinterperioden (november-april).

Tabell V2-2. Utslippsfaktorer, i g/km per kjøretøy, for generering av PM₁₀ fra dekk-, bremsekloss- (Sandmo, 2016b) og asfaltslitasje (Ntziachristos & Boulter, 2016) for personbiltrafikk og tungtransporttrafikk.

	Dekkslitasje	Bremseklosslitasje	Asfaltslitasje
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 PM₁₀ fra asfaltslitasje på grunn av piggdekkbruk 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/m²) og gjennomsnittlig vekt på kjøretøyparken (W, i tonn), se ligning nedenfor. E angir utslippsfaktor (g/kjøretøy/km) og k multiplikasjonsfaktor spesifikk for partikkelstørrelsesfraksjon (PM₁₀: 0,62 g/kjøretøy/km, PM_{2,5}: 0,15 g/kjøretøy/km).

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

Ettersom det ikke foreligger data for siltmengder for veger 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 m² (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/m²)

ADT Category	< 500	500-5,000	5,000-10,000	> 10,000
Ubiquitous Baseline g/m ²	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 ²)	2	2	2	2
Days to return to baseline conditions (assume linear decay)	7	3	1	0.5

De beregnede utslippene av NO_x og svevestøv (PM₁₀) for de aktuelle veistrekningene er vist i Tabell V2-5.

Tabell V2-5. Beregnede utslipp av svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$) og nitrogenoksider (NO_x), oppgitt i kilogram per kilometer per time (kg/km/t) fra vegene ved planområdet ved Migosenteret i Trondheim kommune, for dagens situasjon og for prognosesituasjonen (år 2040), ved bruk av utslippsfaktorer fra Tabell V2-1, V2-2 og V2-3 og på bakgrunn av trafikkscenario, trafikkmengde, fartsgrense og andel tungtrafikk og piggdekk. Svevestøvtutslippene er differensiert i sommer (mai-okt.)- og vinterperiodeutslipp (nov.-apr.).

Veg- strekning	ÅDT	Andel tung- trafikk	Fartsgrenser (km/t)	NOx (kg/km/t)	PM10*					
					Forbrenning (kg/km/t)	Dekkslitasje (kg/km/t)	Bremsekloss- slitasje (kg/km/t)	Asfaltslitasje – piggdekk (kg/km/t)**	Oppvirvling (kg/km/t)	Totalt (kg/km/t)
Dagens situasjon										
Selsbakkvegen nord	3500	2 %	30	0.108	0.0014	0.0005	0.0010	0.0114	0.0245	0.0387
Selsbakkvegen øst	3500	2 %	30	0.108	0.0014	0.0005	0.0010	0.0114	0.0245	0.0387
Selsbakkliia vest	4000	2 %	30	0.124	0.0016	0.0006	0.0011	0.0130	0.0280	0.0443
Selsbakkliia sørvest	4000	2 %	30	0.124	0.0016	0.0006	0.0011	0.0130	0.0280	0.0443
Selsbakkvegen vest	5700	2 %	30	0.176	0.0023	0.0009	0.0015	0.0167	0.0398	0.0612
Alette Beyers veg	1000	3 %	30	0.0338	0.0004	0.0002	0.0003	0.0052	0.0075	0.0135
2040										
Selsbakkvegen nord	4500	2 %	30	0.139	0.0018	0.0007	0.0012	0.0146	0.0314	0.0498
Selsbakkvegen øst	4000	2 %	30	0.124	0.0016	0.0006	0.0011	0.0130	0.0280	0.0443
Selsbakkliia vest	4400	2 %	30	0.136	0.0018	0.0007	0.0012	0.0143	0.0307	0.0487
Selsbakkliia sørvest	4400	2 %	30	0.136	0.0018	0.0007	0.0012	0.0143	0.0307	0.0487
Selsbakkvegen vest	6600	2 %	30	0.204	0.0027	0.0010	0.0018	0.0193	0.0461	0.0709
Alette Beyers veg	1100	3 %	30	0.0372	0.0005	0.0002	0.0003	0.0057	0.0082	0.0149

*Oppgitte svevestøvtutslipp for vegene er for vinterperioden (november-april). Utslippene for sommerperioden er på 40 % av vinterutslippene.

**Beregnet med piggdekkandel = 26 %

VEDLEGG 3 SPREDNINGSKART

For å vurdere spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet for planområdet ved Migosenteret 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 (vegtrafikktall for år 2040).

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

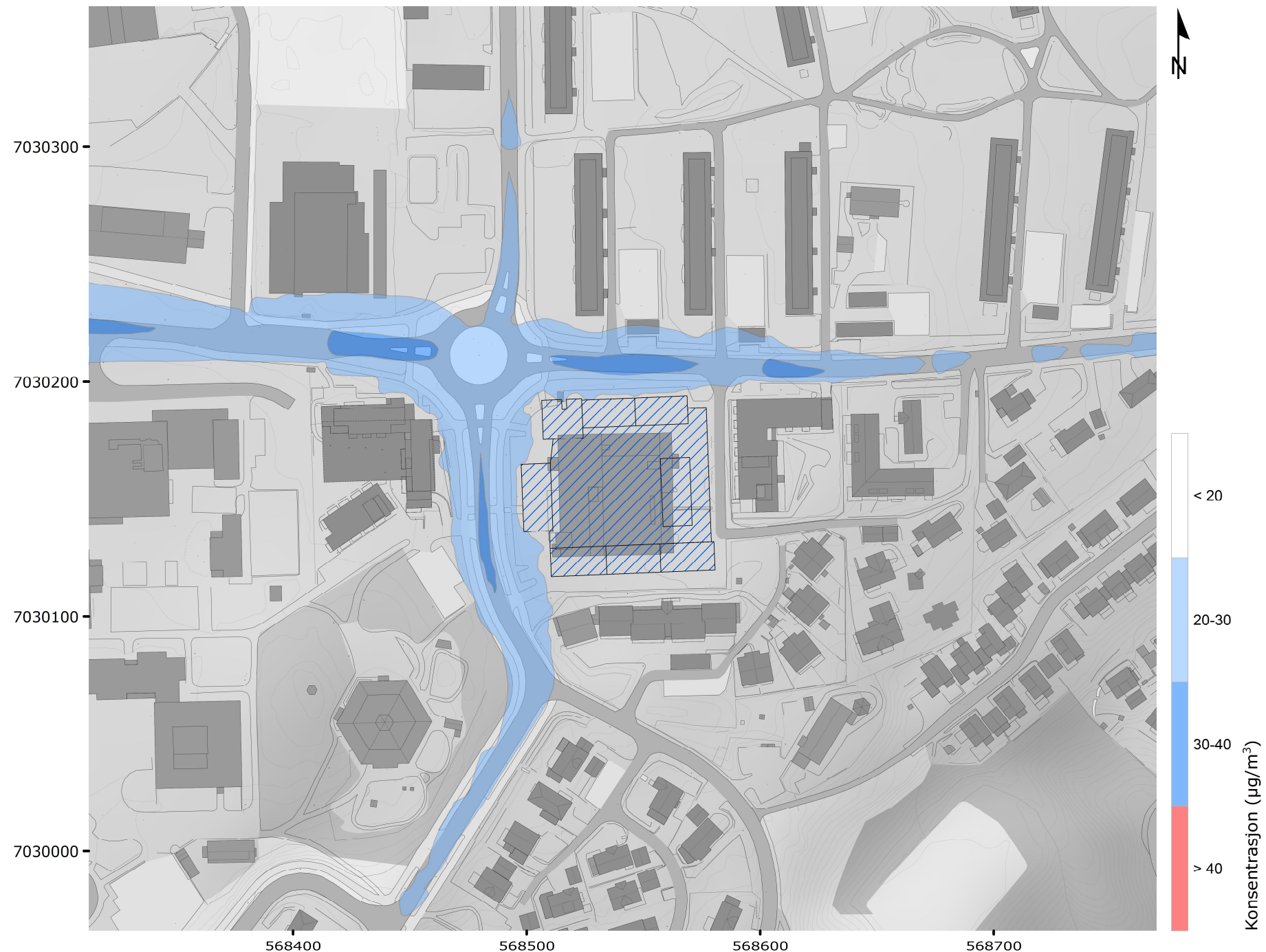
PM_{10} døgnmiddel – forurensningsforskriften

PM_{10} årsmiddel - forurensningsforskriften

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

Prognosesituasjonen (år 2040)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350036769

Prosjektnavn:
Migosenteret

Oppdragsgiver:
Selvaag Bolig ASA

Utarbeidet av:
HAWE

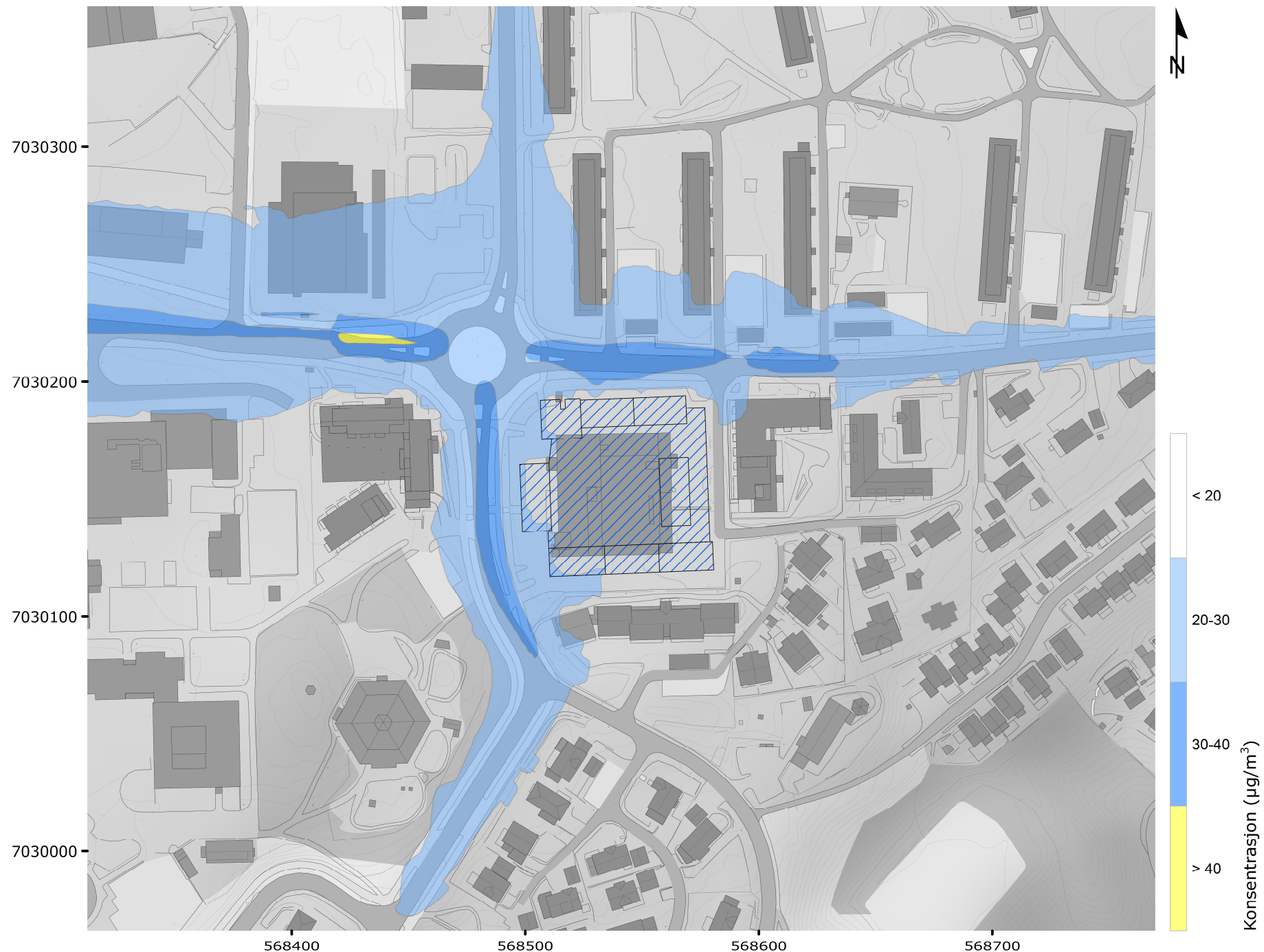
Dato:
2019-12-03

RAMBOLL

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

Prognosesituasjonen (år 2040)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350036769

Prosjektnavn:
Migosenteret

Oppdragsgiver:
Selvaag Bolig ASA

Utarbeidet av:
HAWE

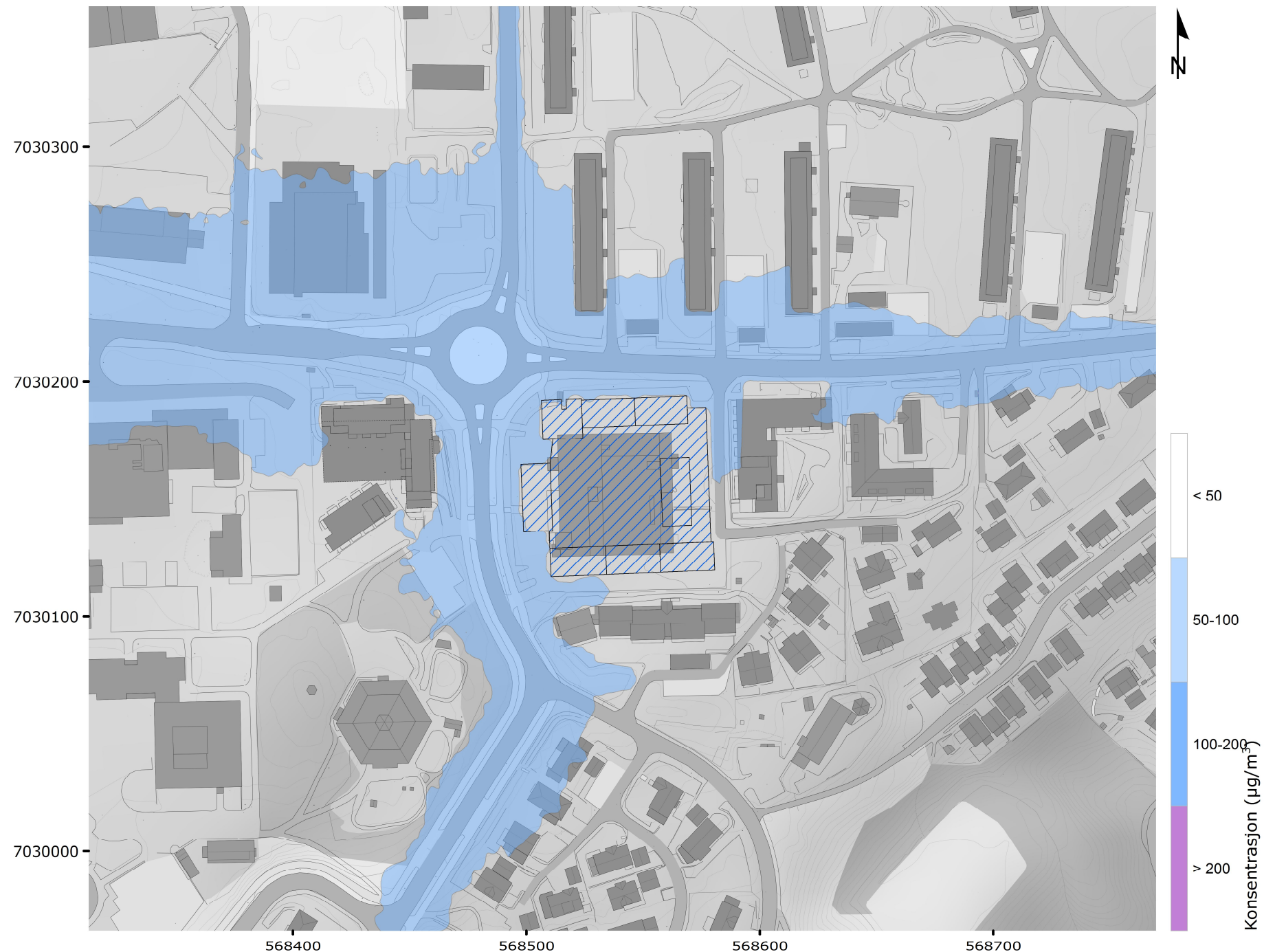
Dato:
2019-12-03

RAMBOLL

Nitrogendioksid (NO₂) 19. høyeste timemiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (år 2040)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350036769

Prosjektnavn:
Migosenteret

Oppdragsgiver:
Selvaag Bolig ASA

Utarbeidet av:
HAWE

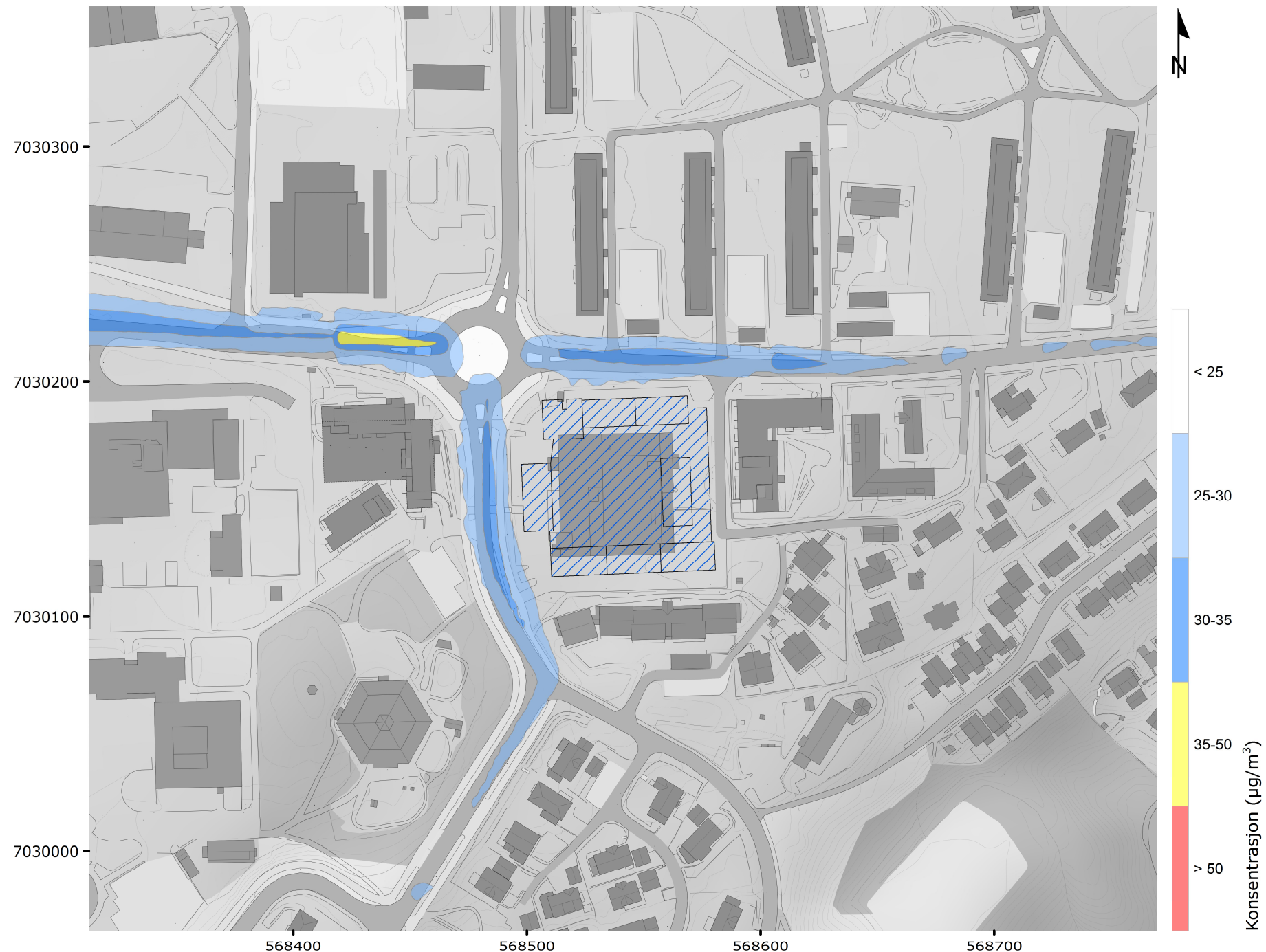
Dato:
2019-12-03

RAMBOLL

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

Prognosesituasjonen (år 2040)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350036769

Prosjektnavn:
Migosenteret

Oppdragsgiver:
Selvaag Bolig ASA

Utarbeidet av:
HAWE

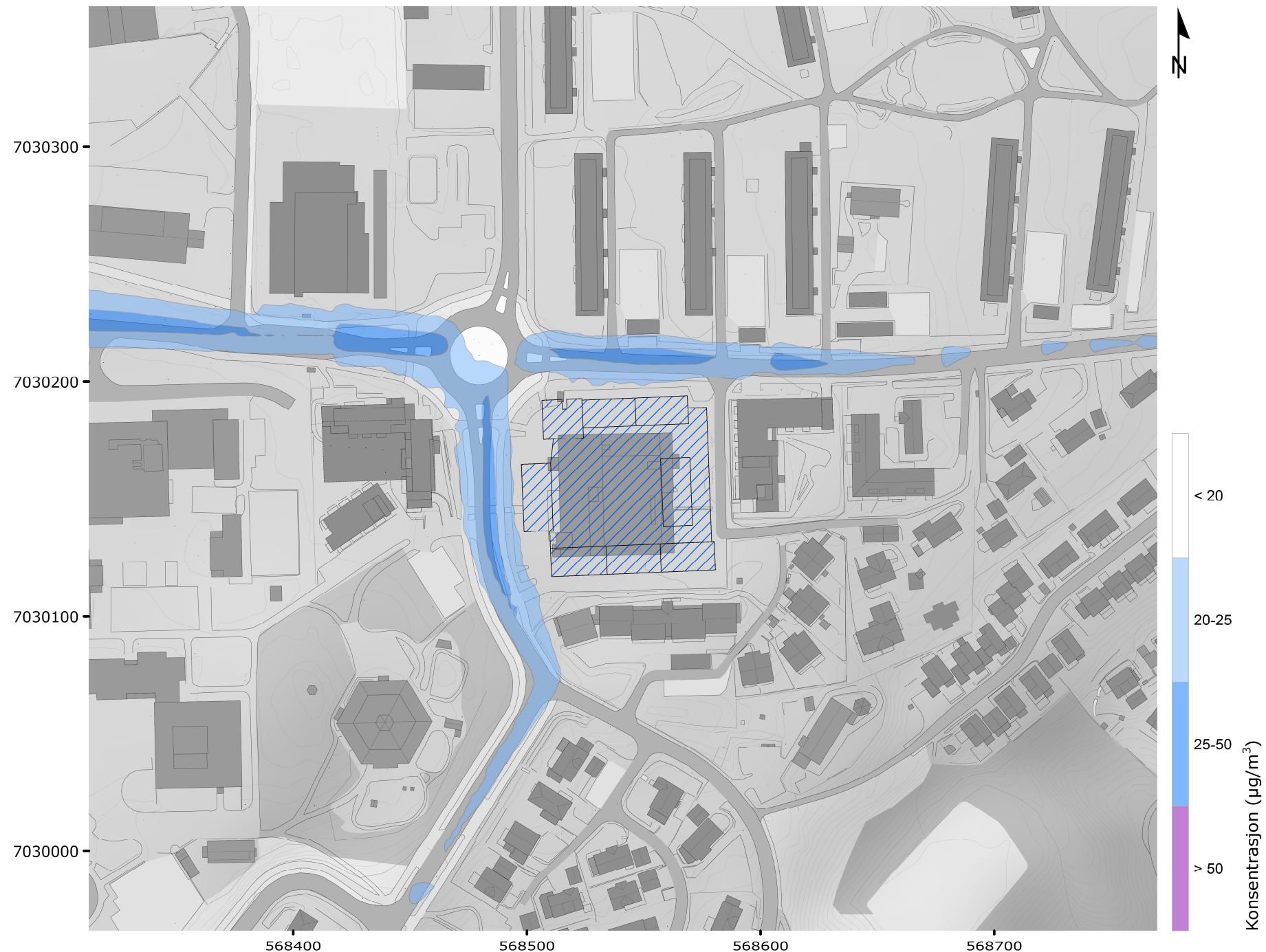
Dato:
2019-12-03

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) 31. høyeste døgnmiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (år 2040)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350036769

Prosjektnavn:
Migosenteret

Oppdragsgiver:
Selvaag Bolig ASA

Utarbeidet av:
HAWE

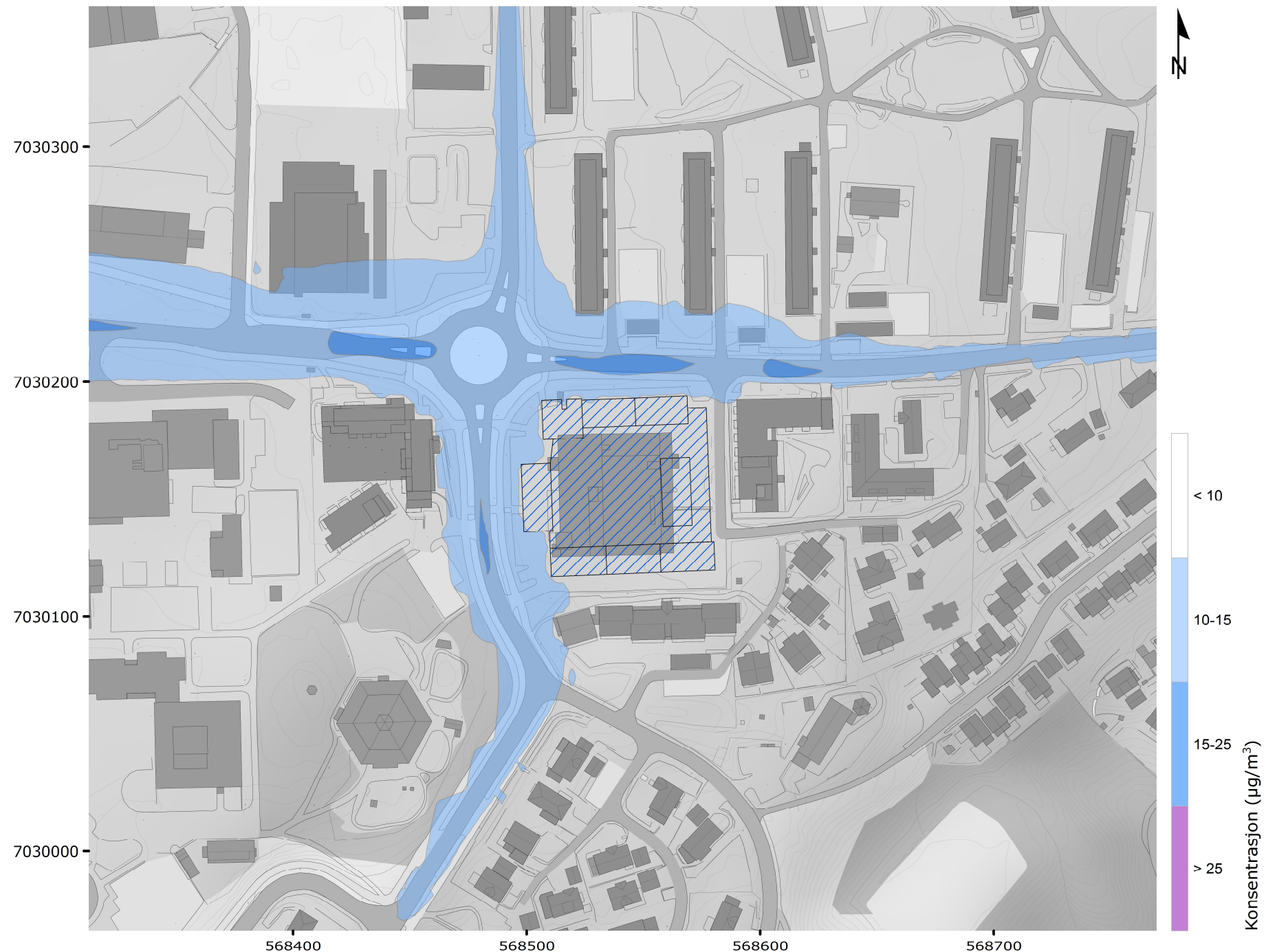
Dato:
2019-12-03

RAMBOLL

Svevestov (PM₁₀) årsmiddel; forurensningsforskriften

Prognosesituasjonen (år 2040)

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350036769

Prosjektnavn:
Migosenteret

Oppdragsgiver:
Selvaag Bolig ASA

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2019-12-03

RAMBOLL