

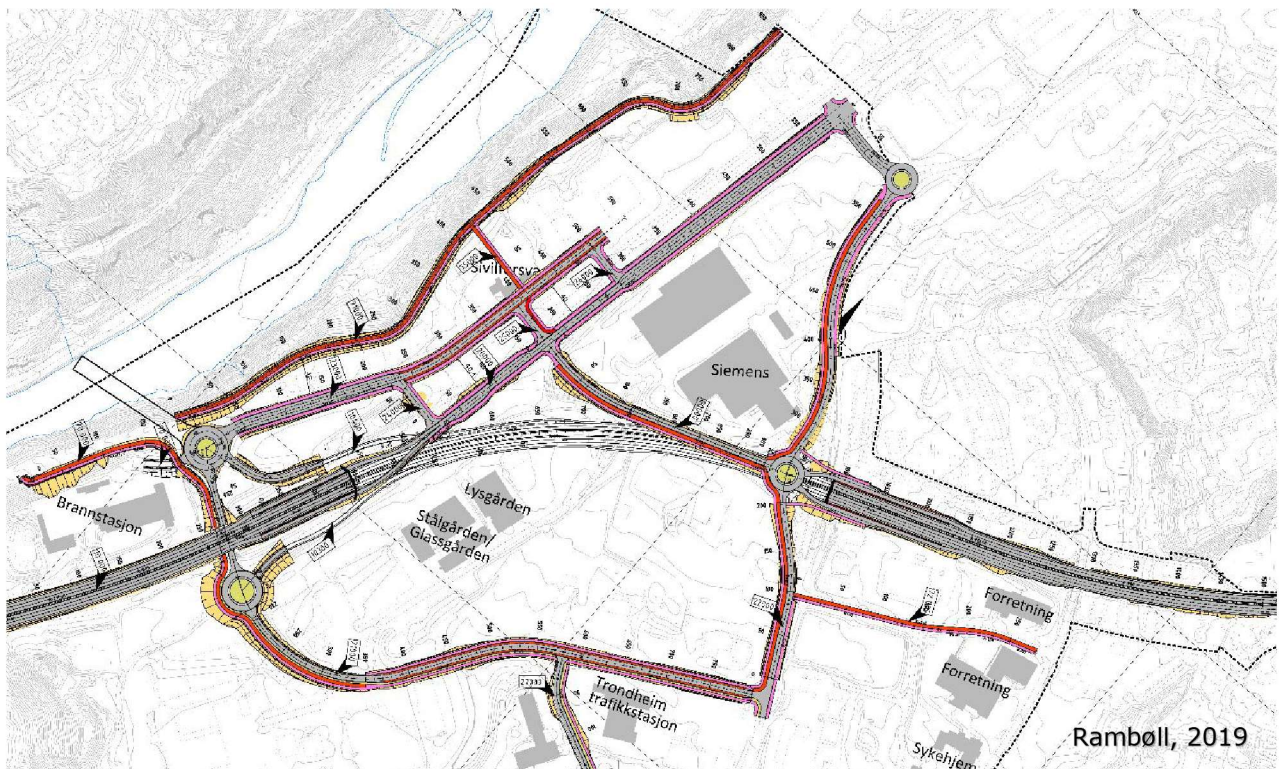
Beregnet til
Statens vegvesen Region midt

Dokumenttype
Luftutredning

Dato
2019-11-07

KDP SLUPPEN FASE 2

LUFTUTREDNING



KDP SLUPPEN FASE 2 LUFTUTREDNING

Revisjon **03**
Dato **2019-11-07**
Utført av **Hanne Weggeberg**
Kontrollert av **Hanne Vidgren**
Godkjent av **Hanne Weggeberg**
Beskrivelse **Vurdering av lokal luftkvalitet i områdene ved
Sluppen i Trondheim kommune i forbindelse med
utarbeidelse av kommunedelplan**

Ref. 1350033420-003

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
01	2019-06-11	Reviderte spredningsberegninger ble foretatt med rettede vegtrafikk tall. Eksisterende støyskjerming langs enkelte av vegene ble inkludert i modellen. Vurdering av effekt av dagens støyskjerming ble foretatt med spredningsmodellering. Aktuelle avbøtende tiltak ble beskrevet mer detaljert. Verifisering av beregnede resultater med målinger gjennomført i området ble foretatt.
02	2019-06-24	Vurderinger av effekt av forlenget vegtunnel, tidligere beskrevet i eget notat, ble innlemmet i luftkvalitetsrapporten.
03	2019-11-07	Utslippsdataene for PM10 for to av vegstrekningene for alt. 3B (Fig. 20, 21, 22 og 23) ble rettet opp og nye spredningsberegninger kjørt. Beskrivelsene av områdene ved kollektivknutepunktet ble omformulert. Delkapittelet som omhandler sammenstilling med måleresultater fra området ble omformulert pga. usikkerheter grunnet kort måleperiode og omfattende gaterenhold i området.

Forsidebilde: Utdrag fra foreløpig plantegning, utredningsalternativ 3A, utarbeidet av Rambøll, 2019.

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim
T +47 73 84 10 00
F +47 73 84 10 60
www.ramboll.no

SAMMENDRAG

I denne utredningen er det utført en vurdering av lokal luftkvalitet i området ved Sluppen i Trondheim kommune i forbindelse med utarbeidelse av kommunedelplan. Oppdragsgiver er Statens vegvesen Region midt. 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 $PM_{2,5}$) og nitrogendioksid (NO_2) ble utført med modellen ADMS Roads (CERC), for videreføring av dagens situasjon (0-alternativet) og for to foreliggende planalternativ (3A og 3B). Terrengdata, 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 høyest konsentrasjoner av luftforurensning i områdene ved de sterkest trafikkerte vegstrekningene i området: E6 sør på planområdet, E6 Omkjøringsvegen i øst, Holtermannsvegen i nord og ved den nye vegbrua over Nidelva. Det er også en viss spredning ut fra Sorgenfriveien, Bratsbergvegen og Sluppenvegen. Planalternativene 3A og 3B vil sammenlignet med referansealternativet resultere i lavere konsentrasjoner i områdene ved dagens E6 Omkjøringsvegen-kryss, der deler av E6 vil legges i tunnel. Konsentrasjonene er imidlertid forhøyede i nærområdene ved tunnelportalene i sør og i øst. Hovedforskjellen mellom de to planalternativene er at trafikken som skal mellom E6 i sør og Holtermannsvegen i alternativ 3A vil føres via Oslovegen og over den nye vegbrua over Nidelva og så via Tempevegen, mens det i alternativ 3B også vil være biltrafikk ved Holtermannsvegen i sør gjennom det nye kollektivknutepunktet. De resulterende forskjellene i trafikkmengder langs de ulike vegene medfører tilsvarende forskjeller i spredningsmønstre mellom de to alternativene.

I alle tre utredningsalternativene er imidlertid luftforurensningen mest problematisk ved boligområdene særlig på nordsiden av E6 Omkjøringsvegen ved boligene nærmest vegen. Enkelte boliger på sørsiden av Omkjøringsvegen og øst for Sorgenfrivegen blir også utsatt for redusert luftkvalitet. Luftforurensningen er i størst grad relatert til PM_{10} -nivåene, men også NO_2 -konsentrasjonene på års- og vinterbasis er problematiske ved enkelte områder. Flere boliger havner inn under Retningslinje T-1520 rød og gul sone for både PM_{10} og NO_2 , der gul sone har større utbredelse enn rød. Ved enkelte boliger overstiges også grenseverdier i forurensningsforskriften, både for PM_{10} døgnmiddel og årsmiddel, NO_2 årsmiddel, og for alternativ 3A $PM_{2,5}$ årsmiddel. For områdene ved Omkjøringsvegen vil konsentrasjonene være noe høyere for alternativ 3A, mens i alternativ 3B er spredningen er noe større ut fra Holtermannsvegen og Sorgenfrivegen. Skolene og barnehagene på Nidarvoll på sørsiden av Omkjøringsvegen omfattes ikke av rød eller gul sone.

Det foreligger også planer om mulig forlengelse av vegtunnelen langs deler av E6. I denne rapporten er det foretatt vurderinger av mulige effekter av eventuelt forlenget tunnel, men det er ikke utført spredningsberegninger for dette scenarioet. Boligene som blir liggende på vestsiden av den nye portalen langs E6 i nordøst vil mest sannsynlig bli skjermet for spredning av luftforurensning. Men ettersom det er større boligområder også nær mulig ny plassering av den nordøstlige portalen, og samlede utslipp ut fra en lengre tunnel vil være noe

større, er det sannsynlig at en forlenget tunnel i sum vil medføre redusert luftkvalitet ved flere boliger sammenlignet med kort tunnel. Når tunnallengde, plassering og utforming av portaler og ventilasjonsløsning er fastlagt må det foretas ventilasjonsberegninger og reviderte beregninger av spredning ut fra portalene for å sikre at luftkvalitetskravene overholdes både inne i tunnelen og i områdene nær portalene, i henhold til Statens vegvesens Håndbok N500 *Veg-tunneler*.

I henhold til Retningslinje T-1520 angir gul sone områder der luftforurensningssituasjonen skal vurderes nærmere, mens ved boliger som havner inn under rød sone skal avbøtende tiltak være en del av planprosessen. Grenseverdiene i forurensningsforskriften er juridisk gjeldende, og nødvendige tiltak for å overholde disse er derfor påkrevd. Gjennomføring av avbøtende tiltak vil dermed være nødvendig ved gjennomføring av alle tre utredningsalternativene (alternativ 3A og 3B og referansealternativet). Anbefalte tiltak vil være utbygging av støyskjerm og særlig høyere støyskjerm langs deler av E6 Omkjøringsvegen, samt tiltak rettet mot å redusere oppvirvling av vegstøv som gaterengjøring (feiing og oppsamling) og påføring av saltlake. Fokus for tiltak bør særlig være på områdene på nordsiden av Omkjøringsvegen nærmest den østlige tunnelportalen. Andre aktuelle tiltak kan være tiltak rettet mot kjøretøy som reduksjon av piggdekkbruk, samt skjermende tiltak ved enkeltboliger og plan-ting av skjermende vegetasjon, og etablering av næringsbebyggelse mellom trafikkerte vegstrekninger og boliger innenfor.

Luftkvalitetsmodellering er forbundet med betydelige usikkerheter. I beregningene gjøres en rekke antakelser rundt meteorologi, trafikkframskrivninger, piggdekkandel, bakgrunnskonsentrasjoner og spredning og atmosfærekjemi. Spredningsberegninger gir gode indikasjoner på hvilke områder som vil være mest utsatt for luftforurensning, men på grunn av usikkerhetene vil det være nyttig å gjennomføre luftkvalitetsmålinger ved utsatte områder. Slike målinger vil både kunne gi mer informasjon om luftkvaliteten ved målestedene, samt kunne brukes til å verifisere beregningsresultatene. Statens vegvesen gjennomførte luftkvalitetsmålinger ved E6 Omkjøringsvegen i en periode i 2019. Sammenstilling av resultatene fra spredningsberegningene med måleresultatene er imidlertid vanskelig ettersom målingene kun ble utført over en relativt kort tidsperiode. Målte konsentrasjoner var langt lavere enn beregnede, som forventet ettersom det gjennomføres omfattende gaterenhold og støvdemping langs denne vegstrekningen. Målinger ved tunnelmunningen i en periode før, under og etter utbygging anbefales.

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.	OMRÅDEBESKRIVELSE OG PLANPROSJEKT	5
3.1	Eksisterende situasjon	5
3.2	Utredningsalternativer i kommunedelplan for Sluppen	6
4.	LOKAL LUFTKVALITET VED SLUPPEN OG UTSLIPPSKILDER	8
4.1	Lokal luftkvalitet	8
4.2	Kilder til luftforurensning	10
4.2.1	Vegtrafikk	10
4.2.2	Industri	10
4.2.3	Bakgrunnsforurensning	11
5.	LUFTKVALITETSMODELLERING	12
5.1	Inngangsdata	12
5.1.1	Meteorologi	12
5.1.2	Terrengdata, vegnett og bygningsmasse	12
5.1.3	Utslipp fra vegtrafikk	13
5.2	Spredningsberegninger	14
6.	RESULTATER OG VURDERINGER	16
6.1	Meteorologi	16
6.2	Utslipp fra veger	17
6.3	Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet	17
6.3.1	Planalternativ 3A	21
6.3.2	Planalternativ 3B	26
6.3.3	Referansealternativet	31
6.4	Diskusjon, antakelser gjort i spredningsberegningene og usikkerhet	31
6.4.1	Effekt av støyskjerming	32
6.4.2	Sammenligning med målinger	33
6.5	Anbefalinger om tiltak	34
6.6	Effekt av tunnallengde	35
7.	KONKLUSJON	37
8.	REFERANSER	38

VEDLEGG

Vedlegg 1. Meteorologiske data

Vedlegg 2. Utslipp fra vegtunneler

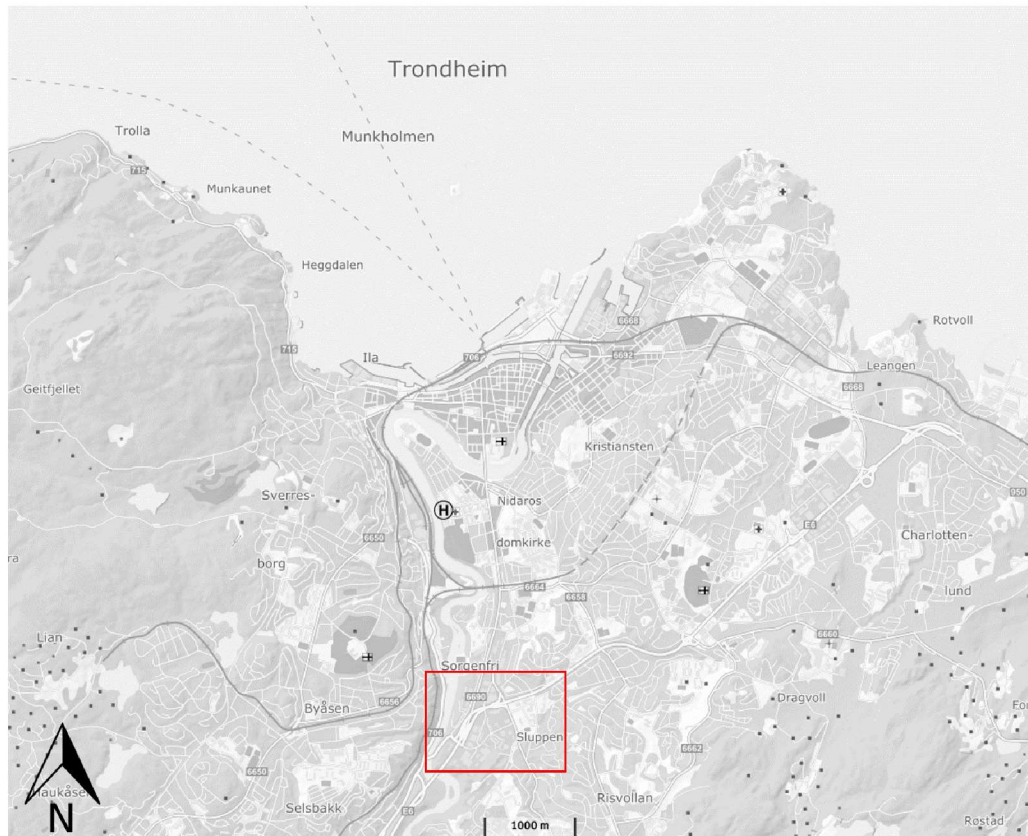
Vedlegg 3. Utslippsberegninger for veger ved planområdet

Vedlegg 4. Spredningsberegninger og spredningskart

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med utarbeidelse av kommunedelplan for bydel Sluppen i Trondheim kommune, har Rambøll fått i oppdrag å utrede lokal luftkvalitet ved planområdet for de foreliggende utredningsalternativene 3A og 3B, samt ved videreføring av eksisterende situasjon. Oversiktskart over området er vist i Figur 1. Oppdragsgiver er Statens vegvesen Region midt.



Figur 1. Oversiktskart som viser den omtrentlige plasseringen til planområdet (markert med rødt) på Sluppen i Trondheim kommune. Modifisert fra norgeskart.no, hentet ut 2019-05-02 (Kartverket, 2019b).

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 (PM), 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 PM₁₀, PM_{2,5} 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 bremsklosser, dekk og asfalt samt oppvirvling av støvpartikler medfører ytterligere utslipp og spredning av svevestøv. I områder med høy piggdekkbruk vil en betydelig andel av svevestøvet skyldes slitasje av og oppvirvling av partikler fra asfalt.

Svevestøv kan deles inn i ulike størrelsesfraksjoner basert på størrelsen på partiklene. Vanlig brukte størrelsesfraksjoner ved vurdering av utendørs luftkvalitet inkluderer partikler med diameter mindre enn 10 µm og mindre enn 2,5 µm (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). Veitrafikk 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.

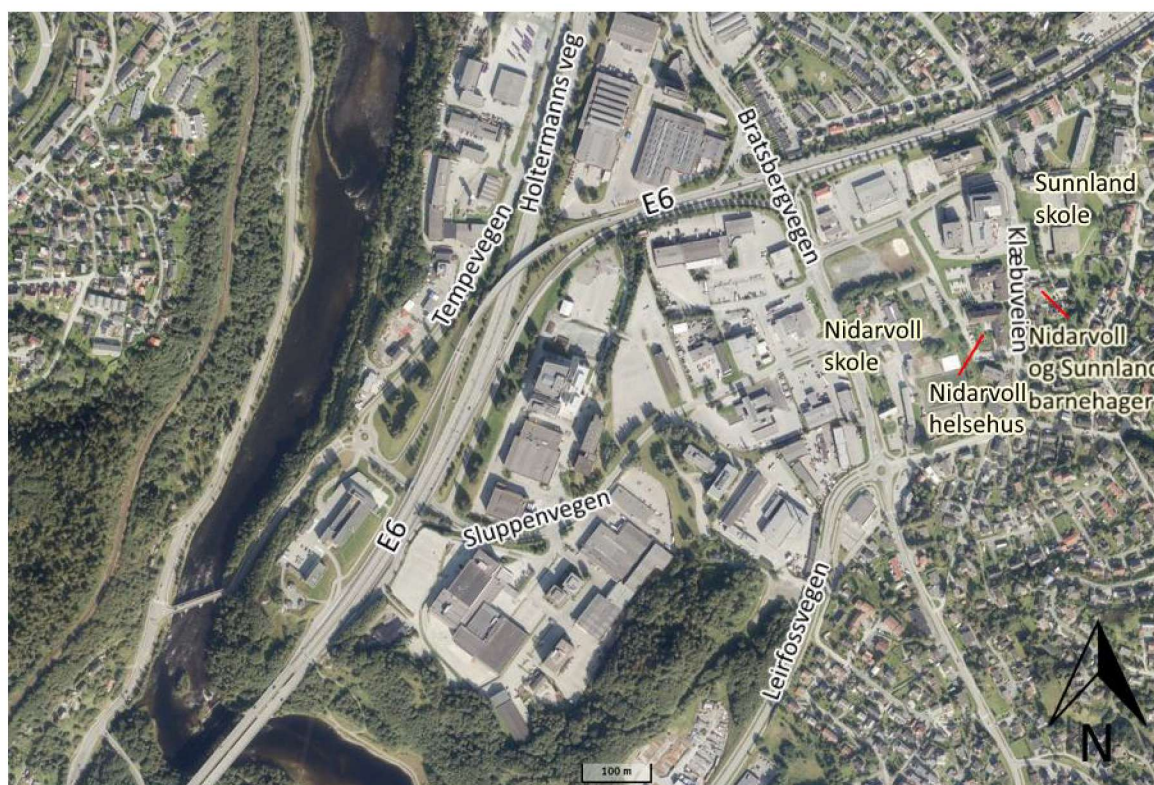
¹ Vintermiddel ekskluderer verdier fra og med 1. mai til og med 31. oktober

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 grønnstruktur. 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. OMRÅDEBESKRIVELSE OG PLANPROSJEKT

3.1 Eksisterende situasjon

Bydel Sluppen ligger sør i Trondheim by like øst for Nidelva, se flyfoto over området i Figur 2. E6 går i dag fra Kroppan bru i sør åpent i dagen tvers igjennom Sluppen-området i nordøstlig retning (E6 Omkjøringsvegen). Holtermanns veg går videre nordover mot Trondheim sentrum. Hovedvegstrekkninger i området er markert på Figur 2. I sør og i vest på Sluppen består bebyggelsen i dag i all hovedsak av diverse næring og forretning. Nidarvoll skole, Nidarvoll sykehjem og Sunnland ungdomsskole ligger sør for E6 Omkjøringsvegen. På Nidarvoll og Nardo øst og nord på området er det imidlertid store boligområder, og det ligger flere boliger nært opptil dagens trasé for E6 Omkjøringsvegen. Sør for E6 Omkjøringsvegen ved Bratsbergvegen og Klæbuveien ligger flere skoler, barnehager og helseinstitusjoner. Sluppen-området er relativt flatt, med noe gradvis stigning fra Nidelva i østlig retning.



Figur 2. Flyfoto som viser dagens situasjon ved planområdet for Sluppen-området i Trondheim. Modifisert fra Norgeskart (Kartverket, 2019b), hentet ut 2019-05-15.

Særlig E6 som går gjennom planområdet er sterkt trafikkert, med årsgjennsnitts trafikk (ÅDT)¹ på over 40 000 langs de aktuelle vegstrekkningene i henhold til tall fra Nasjonal vegdatabank (NVDB) (Statens vegvesen, 2019). Trafikkmengdene langs Holtermanns veg er på i overkant av 15 000 langs strekningen like nord for E6. Enkelte av vegstrekkningene langs Sorgenfrivegen, Bratsbergvegen og Sluppenvegen er også forholdsvis trafikkkerte. Trafikken langs øvrige vegstrekkninger er under 8000 ÅDT, og vil derfor ha mindre betydning for den lokale luftkvaliteten i området.

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

3.2 Utredningsalternativer i kommunedelplan for Sluppen

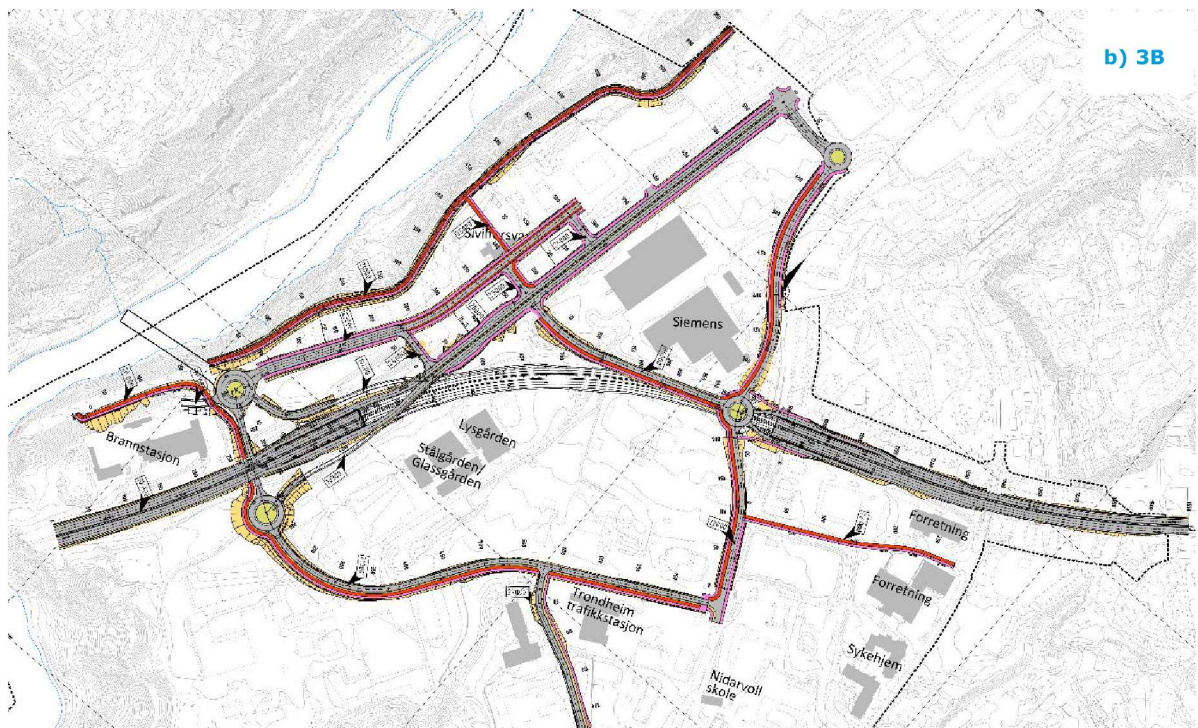
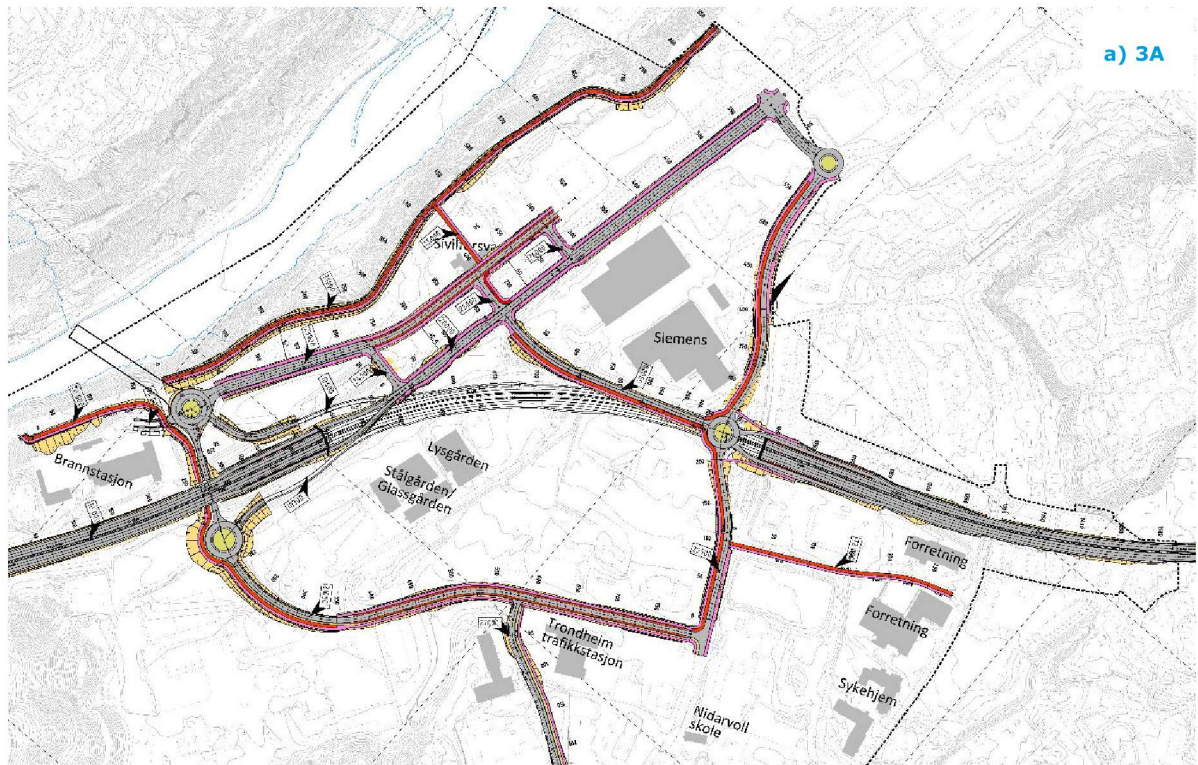
I forbindelse med arbeidet med kommunedelplan for bydel Sluppen, har ulike prinsipper for samferdselsløsning blitt utarbeidet i prosjektets fase 1. I nåværende fase 2 blir utredningsarbeidet foretatt for ulike varianter av prinsipp/alternativ 3, som har todelt kryssløsning med nordvendte ramper i Bratsbergveg-krysset og sørvendte ramper i Sluppenkrysset. E6 Omkjøringsvegen går omtrent i dagens trasé, og trafikk sørfra går ned i tunnel nord for Sluppenvegen og som kommer opp etter krysset med Bratsbergvegen. Referansealternativet innebærer at E6 ikke bygges ut men videreføres i henhold til dagens trasé, men at allerede vedtatt vegtunnel på vestsiden av Nidelva bygges ut. Det henvises til silingsrapporten *Kommunedelplan Sluppen – Prinsippløsninger for samferdsel* (Rambøll, 2019) for detaljerte beskrivelser av de ulike prinsippløsningene.

Spredningsberegninger ble foretatt for tre ulike utredningsalternativer for Sluppen kommunedelplan:

- Referansealternativet
- Planalternativ 3A
- Planalternativ 3B

Skisseløsning for planalternativ 3A og 3B er vist på Figur 3. Hovedforskjellen mellom alternativ 3A og 3B er at store deler av vegtrafikken i alternativ 3A føres fra E6 og over mot Osloveien på vestsiden av Nidelva, over ny bru over Nidelva og deretter via Tempeveien til Holtermanns veg lenger nord. Ved Holtermanns veg like nord for E6 Omkjøringsvegen-krysset vil det være ubetydelig vegtrafikk (kun kollektivtrafikk). I alternativ 3B er det også biltrafikk ved Holtermannsvegen gjennom kollektivknutepunktet. Deler av biltrafikken fra Nydalsbrua føres imidlertid via sørlige deler av Tempeveien slik at trafikkmengdene er lavere langs Holtermanns veg forbi kollektivknutepunktet enn nord for kollektivknutepunktet.

Trafikktall for alternativ 3A og 3B, samt for referansealternativet, modellert som del av trafikktredningen som gjennomføres i prosjektet, er vist i Figur V3-2-4 i Vedlegg 3. Prognoseåret for alle de tre utredningsalternativene er satt til år 2030.

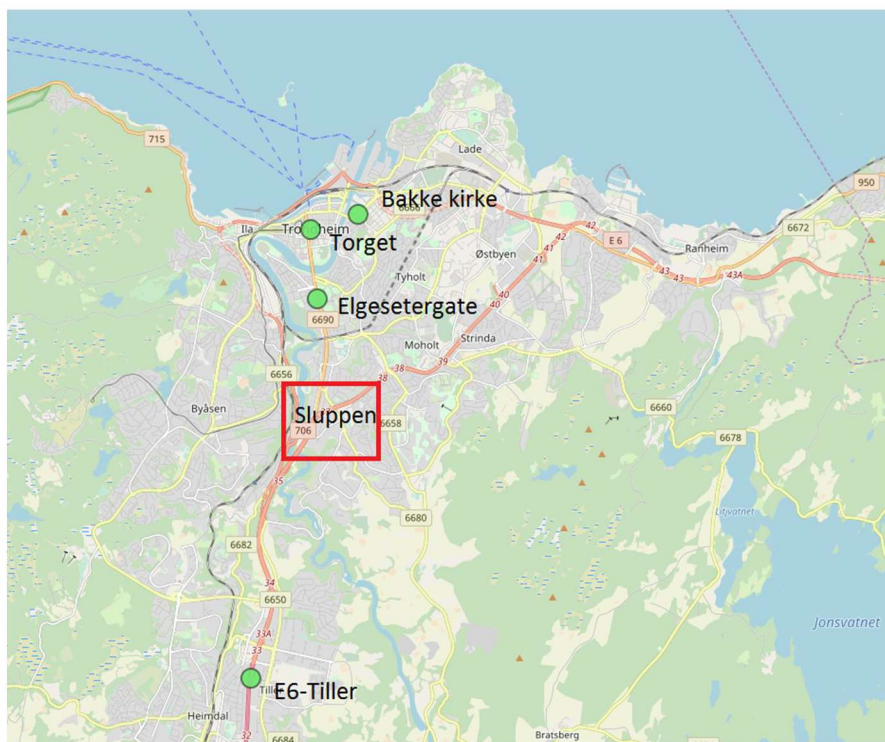


Figur 3. Utdrag fra foreløpige plantegninger for vegtrasé-løsninger for Sluppen, utarbeidet i forbindelse med kommunedelplanarbeid. Utarbeidet 18.03.2019, Rambøll, 2019. Tegningene viser skisseløsninger for planalternativ a) 3A og b) 3B. Stiplede felt angir trasé for vegtunnel.

4. LOKAL LUFTKVALITET VED SLUPPEN OG UTSLIPPSKILDER

4.1 Lokal luftkvalitet

Luftforurensning i Trondheim 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).

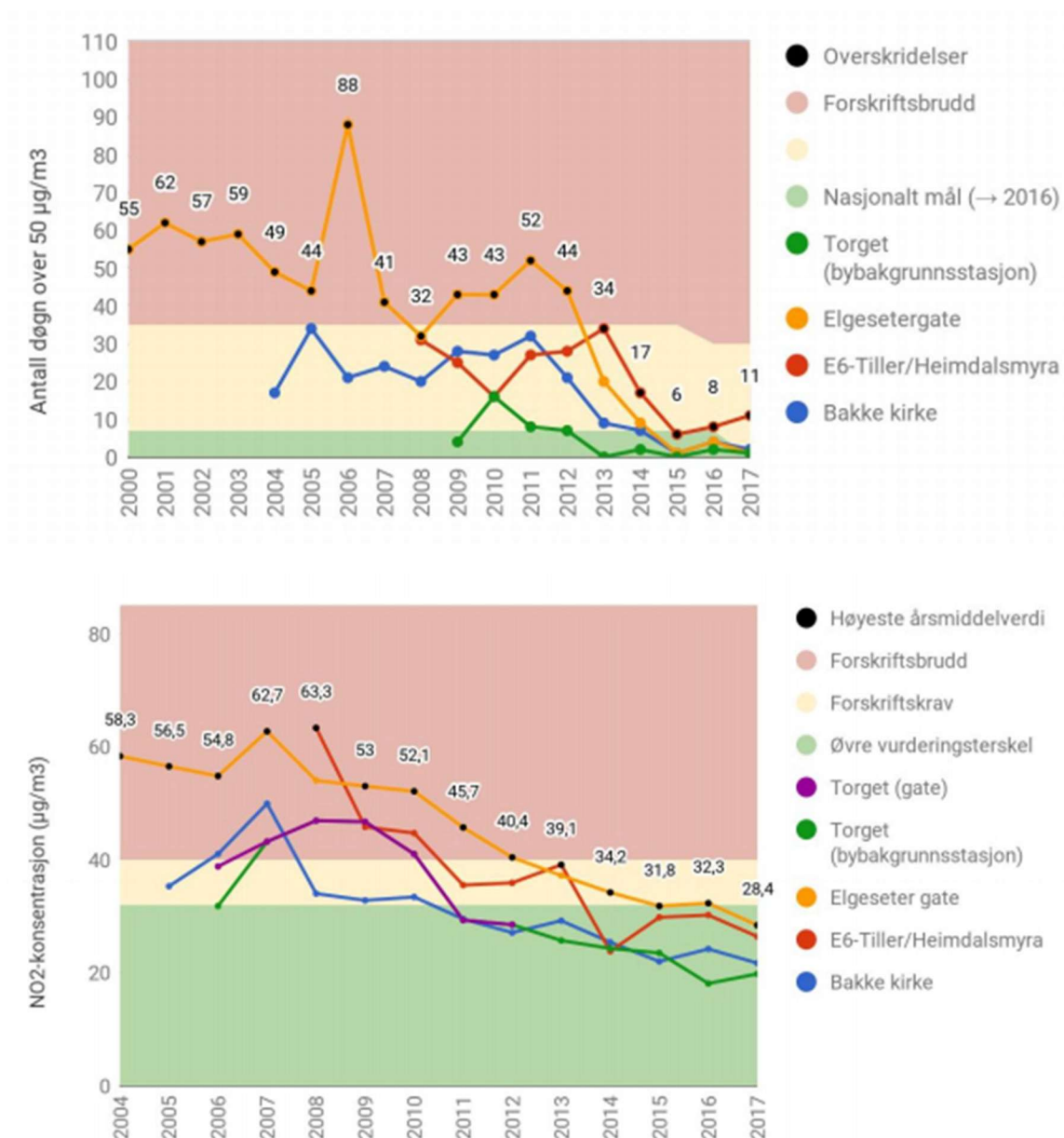


Figur 4. Plasseringen til de ulike målestasjoner for luftkvalitet i Trondheim kommune. Modifisert fra NILU; Trondheim kommune; Statens vegvesen og Miljødirektoratet (2019).

Resultater for målinger av svevestøv (PM_{10}) og nitrogendioksid ved luftkvalitetsstasjonene i Trondheim er sammenfattet på grafene vist i Figur 5, tatt fra årsrapporten for luftkvalitet i Trondheim for 2017 (Trondheim kommune, 2018).

Som det framgår av Figur 5, var det tidligere hyppige overskridelser ved Elgeseter stasjon av grenseverdien for PM_{10} på døgnbasis i forurensningsforskriften på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som ikke skal overstiges mer enn 30 døgn per år (før 2016: 35 døgn per år). Det har ikke vært overskridelser av døgn grenseverdien for PM_{10} siden 2012, da Trondheim kommune innførte omfattende tiltak som gaterengjøringsrutiner. Ved de øvrige stasjonene har ikke døgnkonsentrasjonene oversteget grenseverdien for perioden vist på grafene. Årsgrenseverdiene i forurensningsforskriften for PM_{10} og for $PM_{2,5}$ på henholdsvis 25 og $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (før 2016: 40 og $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ble overholdt ved alle stasjonene i Trondheim i perioden 2009-2017 (ikke vist).

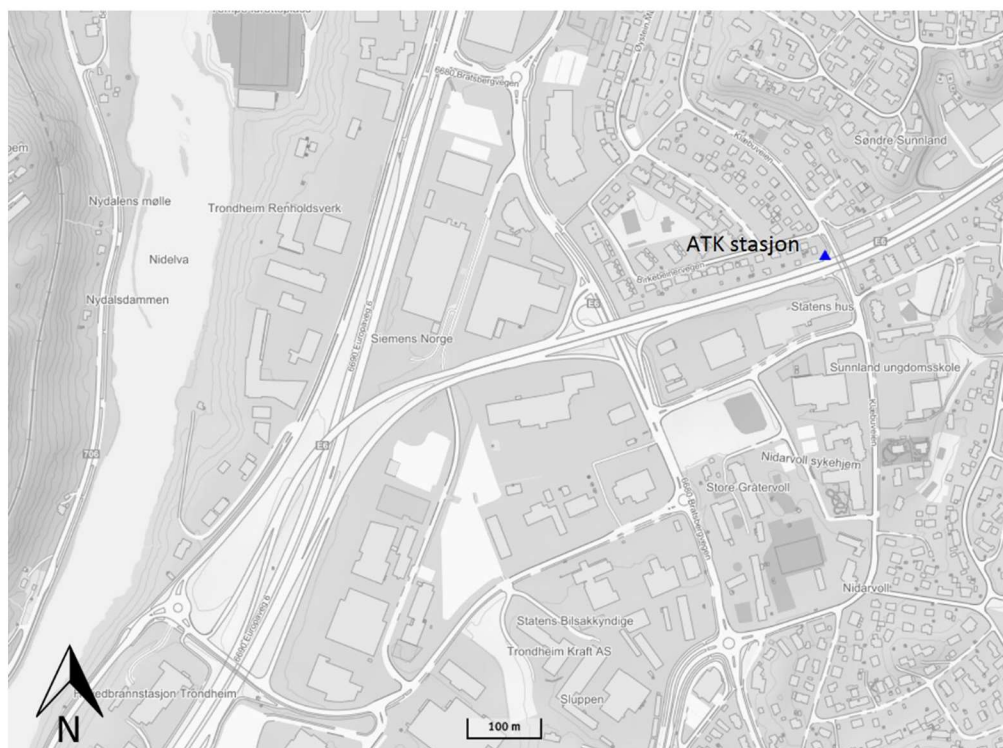
Årsgrenseverdien i forurensningsforskriften for NO_2 på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble oversteget ved flere av stasjonene i Trondheim før år 2013 (Figur 5). Etter år 2009 har NO_2 -konsentrasjonene i byen sunket jevnt. Det har ikke blitt påvist overskridelser av timegrenseverdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ siden 2011 (ikke vist).



Figur 5. Resultater fra målinger av konsentrasjoner av svevestøv (PM_{10} , øverst) og nitrogendioksid (NO_2 , nederst) i luft ved målestasjonene i Trondheim, for perioden 2000-2017 (NO_2 : 2004-2017). Tatt fra Trondheim kommunes årsrapport for luftkvalitet for 2017 (Trondheim kommune, 2018), hentet ut 2019-02-10.

Det ligger ingen målestasjoner på Sluppen. Nærmeste stasjon er Elgesetergate, men trafikkmengdene ved E6 på Sluppen (> 40 000 ÅDT) er langt høyere enn ved Elgesetergate stasjon (ca. 22 000). Heller ikke ved E6-Tiller sør i Trondheim er trafikkmengdene så høye (ca. 25 000 ÅDT).

Statens vegvesen gjennomførte midlertidige luftkvalitetsmålinger ved tre ulike mobile stasjoner på Sluppen i perioden februar-mars 2019. Resultatene fra stasjonen ATK langs E6 Omkjøringsvegen ligger innenfor beregningsområdet og kan benyttes til validering av luftkvalitetsmodelleringen som foretas i dette prosjektet, se plassering vist på kart i Figur 6.



Figur 6. Plassering til midlertidig mobil målestasjon for luftkvalitet (ATK) på Sluppen i Trondheim. Målingene ble gjennomført av Statens vegvesen i perioden februar-mars 2019.

4.2 Kilder til luftforurensning

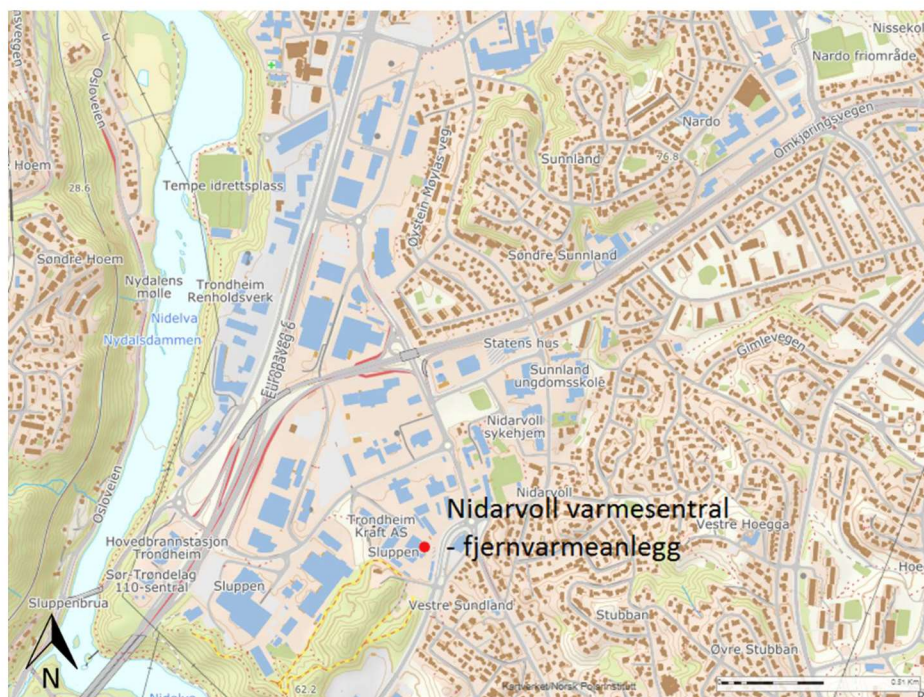
Ved planområdet for Sluppen i Trondheim vurderes utslippene fra vegtrafikken særlig langs E6 som den viktigste utslippskilden med betydning for den lokale luftkvaliteten i området. Det er lite industri i området, men Nidarvoll varmesentral er registrert med utslipp til luft. Vedfyring er en betydelig kilde til luftforurensning i norske byer og tettsteder. Langtransportert luftforurensning må også tas høyde for i vurderinger av lokal luftkvalitet. Bidrag fra de ulike kildene til luftforurensningen ved planområdet er nærmere omtalt nedenfor.

4.2.1 Vegtrafikk

Utslipp fra vegtrafikk kan bidra betraktelig til luftforurensning lokalt, særlig av komponentene svevestøv og NO_2 . Vegtrafikkforholdene og trafikktall for de tre utredningssituasjonene er beskrevet i rapportens Del 3.

4.2.2 Industri

Virksomheter med rapporteringspliktige utslipp til luft står registrert i kartdatabasen til Miljøstatus (Miljødirektoratet, 2019). I Sluppen-området står Nidarvoll varmesentral - fjernvarmeanlegg ved Leirfossvegen oppført med utslipp til luft, se plassering vist på Figur 7. Nidarvoll varmesentral rapporterer utslipp av nitrogenoksider til luft; 1,20 tonn i 2017. Ettersom det ikke foreligger detaljert informasjon om utslippene og planprosessen er på kommunedelplannivå, er ikke bidraget fra varmesentralen inkludert i spredningsberegningene foretatt i denne utredningen. Ved detaljregulering av områdene ved varmesentralen anbefales det at informasjon om NO_x -utslippene herfra innhentes og inkluderes i luftkvalitetsberegninger.



Figur 7. Kart som viser plasseringen til industribedrift (Nidarvoll varmesentral) med registrert utslipp til luft (rød sirkel) i Sluppen-området i Trondheim kommune. Modifisert fra Miljødirektoratet (2019), hentet ut 2019-05-15.

4.2.3 Bakgrunnsforurensning

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

Stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner av luftforurensende komponenter beregnes av Norsk institutt for luftforskning (NILU), og er i foreliggende rapport hentet ut fra Bakgrunnsapplikasjonen, tilgjengelig via ModLUFT (NILU, Miljødirektoratet, & Statens vegvesen, 2019). Bakgrunnskonsentrasjonene for NO_2 , svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) og ozon (O_3) ved planområdet er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Gjennomsnittlige bakgrunnskonsentrasjoner for nitrogendioksid (NO_2), svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) og ozon (O_3) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved planområdet for Sluppen i Trondheim kommune, hentet ut fra ModLUFTs Bakgrunnsapplikasjon (NILU et al., 2019).

Midlingstid	NO_2	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	O_3
År	12,5	8,6	6,6	56,4
Vinterperiode (ekskl. 01.05.-31.10.)	16,1	11,5		

Tallene for bakgrunnskonsentrasjoner skal reflektere bidraget både fra langtransportert luftforurensning og utslipp fra lokale kilder. Det er relativt store usikkerheter forbundet med estimatene for lokale bakgrunnsnivåer, særlig for byområder og tettsteder.

5. LUFTKVALITETSMODELLERING

For å kunne vurdere spredning i luft og lokal luftkvalitet i områdene på Sluppen i Trondheim kommune er det gjennomført spredningsberegninger for komponentene NO₂ og svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}). Resultatene er vurdert opp mot grenseverdiene for uteluft i forurensningsforskriften, grenser for rød og gul sone i Retningslinje T-1520 og anbefalte grenser i Håndbok N500.

Luftkvalitetsmodelleringen ble utført ADMS Roads, utviklet av Cambridge Environmental Research Consultants (CERC, 2019). ADMS Roads er en Gaussisk røykskymodell som er svært godt egnet til å modellere spredning i byområder med høy tetthet av bygninger og komplekst gatenettverk. ADMS beregner også utslipp fra punkt- areal- og volumkilder, og har tilleggsmodul for modellering og beregninger av spredning fra trafikkerte gater omgitt av tett bebyggelse og for tunneler.

5.1 Inngangsdata

Som inngangsdata for å lage en 3D-modell brukes terrengdata for området. Til 3D-modellen importeres meteorologi og utslipp til luft fra vegtrafikk med bakgrunnskonsentrasjoner til spredningsberegninger for områdene.

5.1.1 Meteorologi

Meteorologi, og særlig vindforhold, har stor betydning for spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet. 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 etter som 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.

Meteorologiske data ble hentet ut fra Trondheim-Voll meteorologiske stasjon (stasjon nr. 68860), som ligger ca. 3 km nordøst for planområdet på Sluppen. Dataene ble hentet ut fra eKlima.no (Meteorologisk institutt, 2019), for år 2018. Vinddataene for år 2018 ble sammenlignet med vinddata fra siste 10 år for å bekrefte at vindforholdene dette året er representative (Vedlegg 1). Den meteorologiske preprosessoren i ADMS ble brukt til å prosessere de meteorologiske dataene. Prosesseringen ble kjørt med «Adjusted Ustar (ADJ_U*)», som er en valgmulighet i programmet for tilfeller der turbulensmålinger ikke foreligger. ADJ_U* reduserer overestimeringen av modellkonsentrasjoner som typisk skjer for stabile forhold når det er lite vind.

5.1.2 Terrengdata, vegnett og bygningsmasse

Terrengdata for modelleringsdomenet ble hentet ut fra Digital terrengmodell (DTM 10, UTM33) fra Kartverkets Kartkatalogen (Kartverket, 2019a) og prosessert gjennom ADMS' meteorologiske pre-prosessor.

Arealdekkedata ble hentet ut fra det europeiske kartprogrammet CORINE Land Cover (Nibio, 2019). CORINE-dataene ble brukt inn i ADMS for å få verdier for overflateruhet, albedo og overflatefuktighet. Overflateruhet er høyden der gjennomsnittlig horisontal vindhastighet nærmer seg null og er relatert til ruhetsegenskaper i området. Flatt landskap ved lav høyde har for eksempel lavere overflateruhet enn urbane eller skogområder. Bowen ratio er relatert til mengden fuktighet ved overflaten og er viktig for å komme fram til Monin-Obukhov-lengden og dermed atmosfærisk stabilitet. Priestly-Taylor-parameteren er en parameter som representerer overflatefuktigheten

som er tilgjengelig for fordampning. Albedo er definert som andelen solinnstråling reflektert fra bakken når solen står like over. Verdier for overflateruhet for hver årstid ble hentet ut basert på landdekkedata innenfor 1 km fra Trondheim-Voll stasjon, mens albedo og Bowen ratio-verdier ble basert på landdekkedata innen 10 km fra stasjonen. Tall for fuktighetsforhold ved overflaten ble estimert med bakgrunn i nedbørsdata målt ved Trondheim-Voll stasjon.

Data om planlagt vegnett ble tatt ut fra dwg-kartgrunnlag utarbeidet av Rambøll i prosjektet og importert i ADMS-modellen.

5.1.3 Utslipp fra vegtrafikk

Utslipp av svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$) og nitrogenoksider til luft fra vegtrafikk inkludert tunnelportalene til den nye planlagte kulverten langs E6 ble beregnet og inkludert i spredningsmodellen.

Vegtrafikk

Utslipp av svevestøv og NO_x fra eksos og for svevestøv også fra slitasje av dekk, bremseklosser og asfalt og fra oppvirvling av støv fra vegene i områdene ble beregnet.

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 alternativ 3A og 3B). Utslippsfaktorene er vektet for data om fordelingen mellom bensin- og dieslbiler 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 veier med mye trafikk har vanligvis høyere kvalitet på asfalten, og vil dermed stort sett ha mindre oppvirvling av asfalt per kjøretøy. Oppvirvling av støv fra asfalt, inkludert av mindre partikler (svevestøv), kan være betydelig men svært varierende, avhengig av om veibanen er tørr eller våt og om gaterengjøring foretas eller ikke. Tilsetting 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, 2016b), modifisert med utslippsfaktorer for støvoppvirvling i USEPAs AP-42 for asfalterte veier (USEPA, 2011b). Vedlegg 3 viser utslippsfaktorene hentet ut fra HBEFA for svevestøv og NO_x for de ulike vegkategoriene i området (Tabell V3-1), samt for svevestøv for slitasje av dekk og bremseklosser (Tabell V3-2) og asfaltslitasje forårsaket av piggdekkbruk (Tabell V3-3). Piggdekkandel fra tellinger for området på 27 %, oppgitt av Trondheim kommune, 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 V3-4. Tabell V3-5 viser de beregnede utslippene av svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$) og NO_x fra vegene i modellen.

Utslipp og spredning fra vegtunnel

For vegtunneler uten noen form for vertikalt ventilasjonssystem som luftetårn, vil i utgangspunktet alt utslipp til luft slippes ut gjennom tunnelportalene med kjøre- og/eller ventilasjonsretningen. Nivåene av luftforurensning kan derfor være betydelige ved tunnelportaler, særlig for lange og/eller trafikkerte tunneler. For de to planalternativene (3A og 3B) vil deler av ny E6 gå

inn i kulvert, og det vil derfor være to portalområder: I sør og i nordøst. De nye kulvertportalene med utslipp er lagt inn i spredningsmodellen.

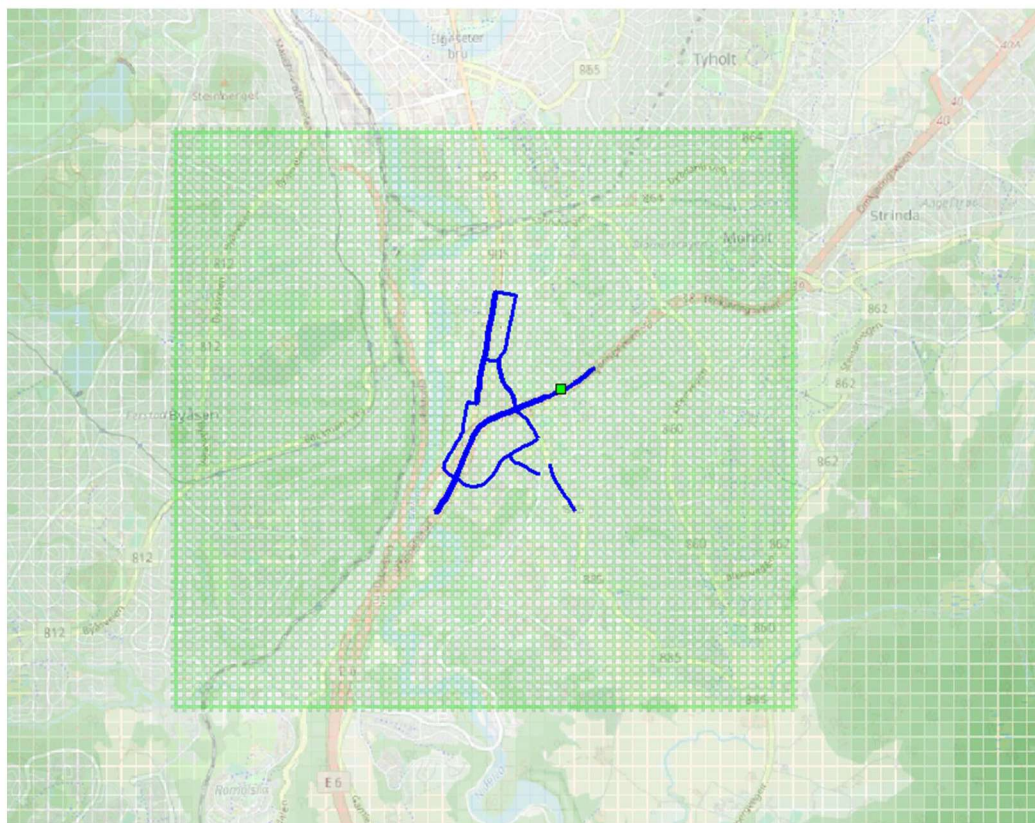
Utslipp fra tunneler kan fordele seg på to faser: jetfase og vinddrevet fase. I jetfasen drives spredning av hastigheten luften har ut av tunnelåpningen, mens det i vinddrevet fase er atmosfæriske forhold som dominerer. Topografien sammen med utformingen av tunnelportalene har også stor betydning for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

I planalternativ 3A og 3B vil deler av ny vegtrasé for E6 legges i en 576 meter lang vegtunnel med dobbelt løp. Trafikken i hvert løp vil dermed kun gå i én retning. Tunnelprofil med dimensjoner er vist i Figur V2-1 i Vedlegg 2. Ved beregning av utslipp fra tunnelportaler legges det til grunn antakelsen at skyvekraften fra trafikken drar med seg utslipp langs hele tunnelløpet, og at utslippene dermed forekommer kun i den retningen trafikken går ut av tunnelen. Det er antatt en hastighet på luften som kommer ut ved munningene på 3,0 m/s, et tall basert på kvalifiserte antakelser fra tidligere erfaringer. Tunnelportalene er lagt inn med omtrentlige tall oppgitt for dimensjonering, sammen med lengde på tunnelen og utslippstall for komponentene PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_x basert på trafikkmengde ved vegstrekningene. Beregnede utslipp fra vegtrafikken inne i tunnelen er oppgitt i Tabell V2-1 i Vedlegg 2. Det foreligger ikke planer om etablering av luftetårn eller annen form for vertikal ventilasjonsløsning. Ventilasjonstårn er derfor ikke lagt inn i beregningene; alle utslipp som produseres inne i tunnelen antas derfor å slippes ut gjennom munningene. Det er antatt at det ikke vil være noen temperaturforskjell mellom eksosen inne i tunnelen og omgivelsene utenfor.

5.2 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 ADMS Roads (CERC, 2019). Beregningsområdet var et omtrent 4 x 4 km stort område sentrert omtrent ved avkjøringen til E6 Omkjøringsveien i Trondheim. Konsentrasjoner og spredning av luftforurensning ble simulert ved 2,5 meters høyde over terreng. Reseptor-grid ble satt til 70 x 70 punkter innenfor beregningsområdet, med tilleggs-reseptorpunkter langs vegkildene. Tilleggsreseptorpunkt ble lagt til ved plasseringen for den mobile stasjonen ved ATK. 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 med terrengkonturer, oppløsning, utslippskilder og reseptorpunkter markert er vist i Figur 8.



Figur 8. Oversikt over modellområdet for områdene ved Sluppen i Trondheim brukt i spredningsmodellering med ADMS. Figuren viser terrengdata (økende intensitet på grønnfarge med økende høyde over havnivå), beregningsområdet (reseptor-grid, indre grønt rektangel), tilleggs-reseptorpunkt ved ATK-stasjonen (grønt rektangel) og vegutslippskilder (blå vegkilder).

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.

ADMS inneholder NO_x-kjemi som består av de mange kjemiske reaksjonene som involverer NO, NO₂, O₃ og flere hydrokarboner. NO₂-konsentrasjonene beregnes ut fra NO_x-konsentrasjonene ved bruk av Derwent-Middleton-korrelasjonskurven (Derwent & Middleton, 1992, ligning (1)):

$$[NO_2] = 2,166 - (1,236 - 3,348A + 1,933A^2 - 0,326A^3)[NO_x] \quad (1)$$

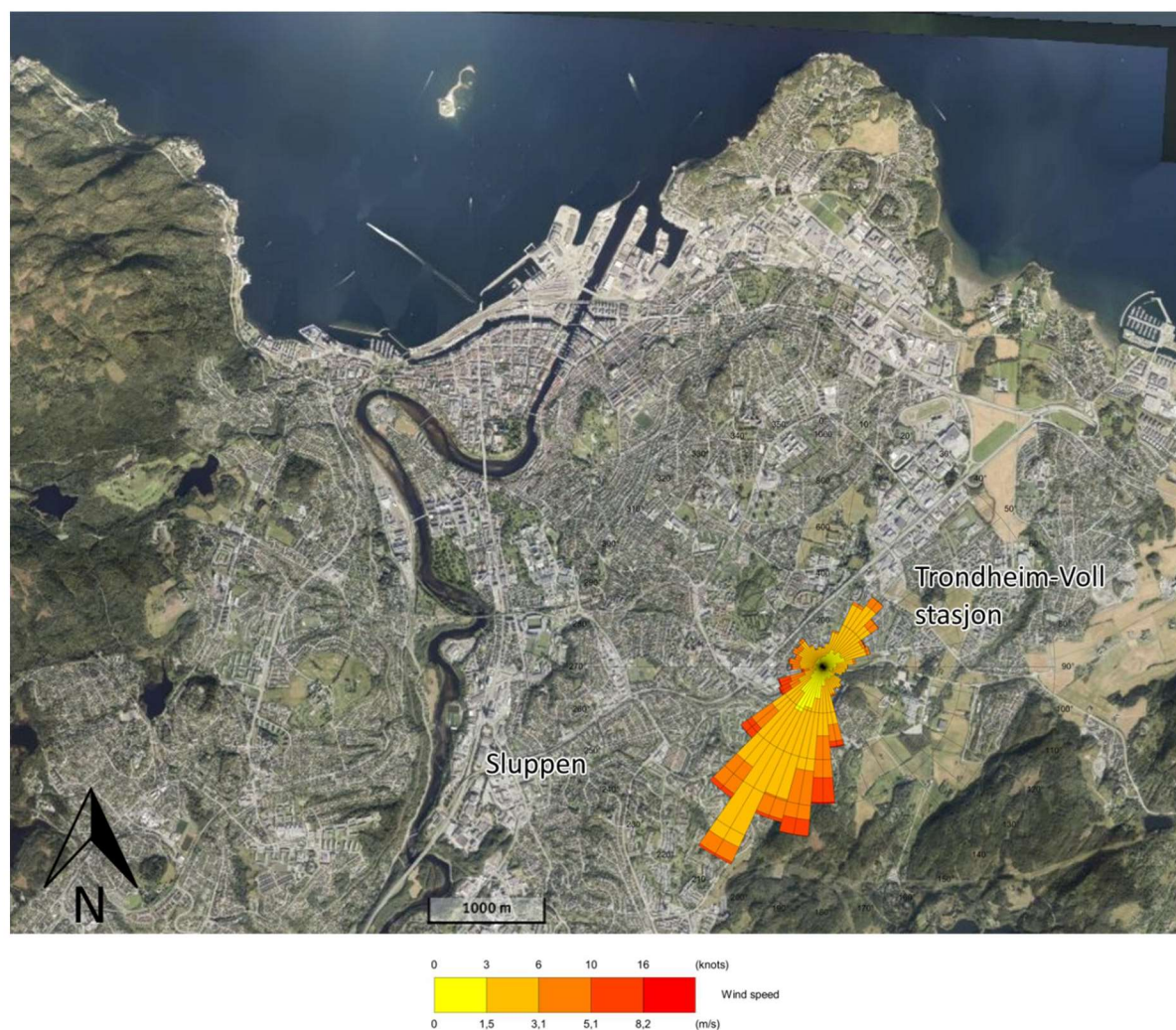
Der konsentrasjonene er timegjennomsnitt i ppb, og $A = \log_{10}([NO_x])$.

I utslippet fra vegkilder settes den primære prosentandelen NO₂ som standard til 23,8 %.

6. RESULTATER OG VURDERINGER

6.1 Meteorologi

Vindroseplott for år 2018 er vist lagt oppå ortofoto over området i Figur 9, og i Figur V1-1 i Vedlegg 1. Figur V1-1 inneholder også vindroser inndelt på månedsbasis, og Figur V1-2 viser oversikt over vindroser for hvert av de siste ti årene.



Figur 9. Vindroseplott for Trondheim-Voll meteorologiske stasjon for 2018, generert i ADMS basert på vinddata hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019). Plottet er lagt oppå ortofoto over området hentet ut fra Norgeskart (Kartverket, 2019b). Vindrosen framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer på 10°.

Vindstyrken i Trondheimsområdet er lav det meste av tiden, med median og gjennomsnitt på henholdsvis 2,1 og 2,4 m/s. Maksimal vindhastighet målt på timebasis i løpet av 2018 var på 11,6 m/s, tilsvarende liten kuling i henhold til Beaufortskaalen for klassifisering av vindstyrke. Dominerende vindretninger i området er fra sør-sørvest, og i mindre grad fra nordøst (Figur 9). Vinder direkte fra nord, øst og vest forekommer sjelden. Som det framgår av Figur V1-1b, varierer vindforholdene imidlertid betydelig med årstid: Særlig vindene fra sørvest er generelt langt sjeldnere og vindretningene mer variable i sommermånedene mai-august sammenlignet med resten av året. Vindrosene for hvert av de siste ti årene (2009-2018, Figur V1-2) viser stort sett det samme vindmønsteret.

Lokale vindforhold tilsier dermed at utslippene fra de sterkeste trafikkerte vegstrekningene, i hovedsak E6, forventes å spres hovedsakelig i nordøstlig retning, særlig i vinterhalvåret.

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.

6.2 Utslipp fra veger

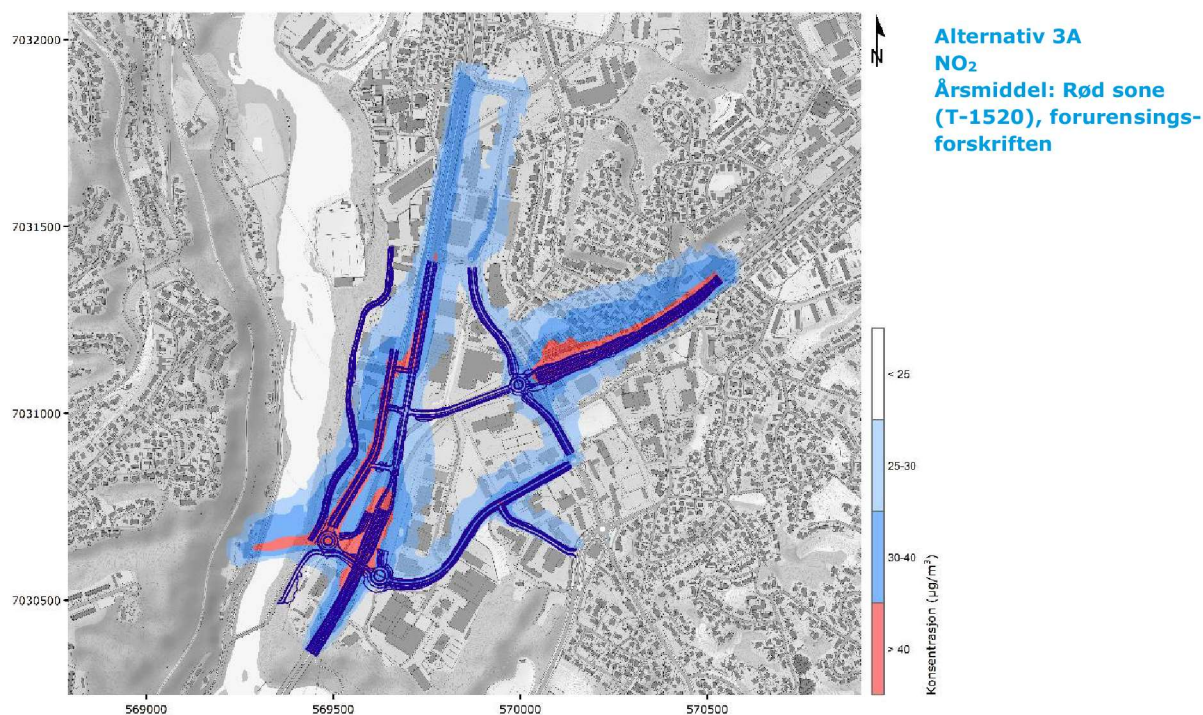
Det ble beregnet utslipp av komponentene NO_x og svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) fra kjøretøy for de ulike vegstrekningene som inngår i spredningsmodellen. Som det framgår av Tabell V3-5, er utslippene størst ut fra den sterkeste trafikkerte E6. Utslippene av NO_x , PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ langs den sterkeste trafikkerte strekningen i øst (Omkjøringsvegen) er for planalternativ 3A på henholdsvis 0,343, 0,118 og 0,039 gram per km per sekund (g/km/s). Holtermannsvegen og Sluppenvegen har også forholdsvis høye utslipp. Utslipp av NO_x og svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) ut fra de to tunnelportalene til den planlagte kulverten langs deler av E6 på Sluppen, beregnet på bakgrunn av utslipp fra vegtrafikken i hvert tunnellopp og tunnellengde, er oppført i Tabell V2-1 i Vedlegg 2.

Planalternativene 3A og 3B skiller seg fra hverandre med i hvilke retninger vegtrafikken føres, og trafikkmengdene og dermed utslippene varierer derfor betydelig langs flere av hovedvegene ved planområdet. Ved alternativ 3A føres store deler av trafikken over på vestsiden av Nidelva, og utslippene langs den sørligste strekningen av E6 på Sluppen er derfor betydelig mindre enn for alternativ 3B. Trafikkmengdene og dermed utslippene langs E6 i nordøst er derimot høyere for alternativ 3A. For alternativ 3B er utslippene betydelig høyere ut fra Holtermanns veg nord på området. Samlet sett er det små forskjeller mellom trafikkmengdene for referansealternativet sammenlignet med planalternativene 3A og 3B; forskjellene går på langs hvilke traseer trafikken føres og dermed hvilke områder som vil påvirkes av luftforurensningen fra vegtrafikken.

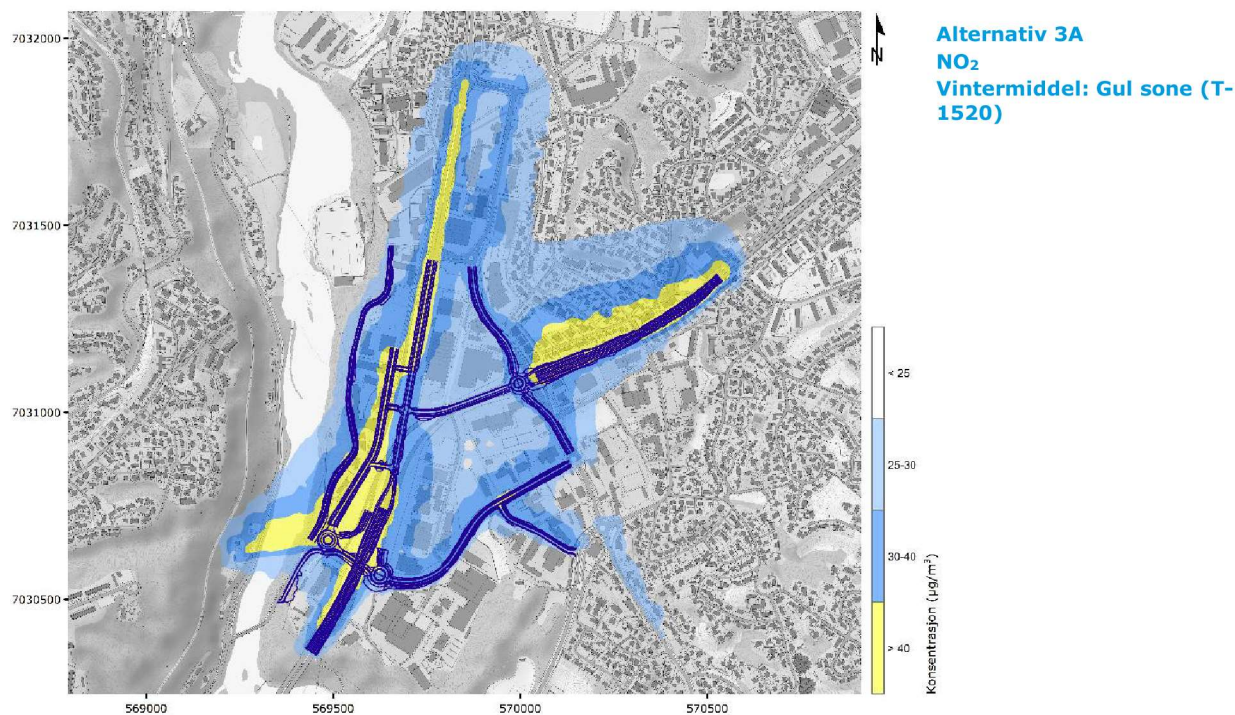
NO_x slippes kun ut fra eksos på kjøretøy, mens svevestøv i tillegg slippes ut som resultat av slitasje av dekk og bremseklosser, piggdekkbruk og oppvirvling av vegstøv. Piggdekkslitasje og støvoppvirvling står for de klart største bidragene til svevestøvutslippene fra vegtrafikken (Tabell V3-5). Piggdekk 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} og $\text{PM}_{2,5}$ 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 varierer tungtrafikkandelen mellom 6 og 12 %.

6.3 Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet

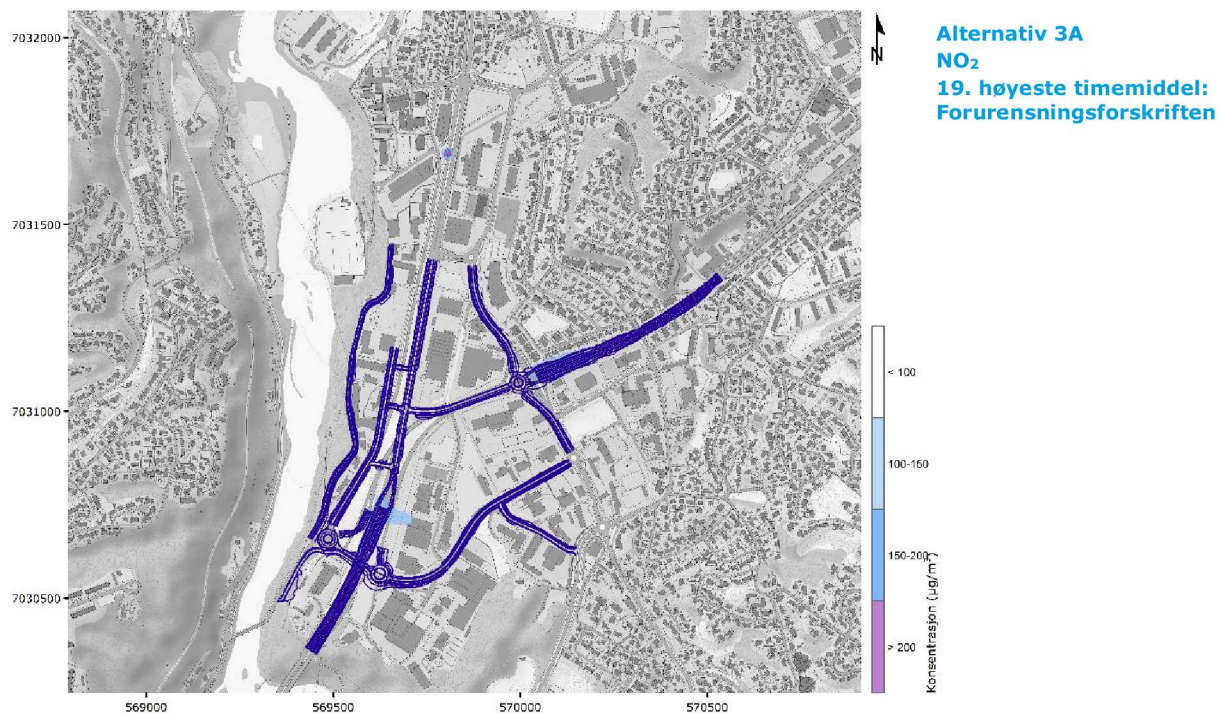
Utarbeidede spredningskart som viser beregnede konsentrasjoner av komponentene NO_2 og svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) ved planområdet på Sluppen i Trondheim er vist i Figurene 10-30. Kart for planalternativ 3A er vist for NO_2 årsmiddel (T-1520 rød sone og forurensningsforskriften) i Figur 10, NO_2 vintermiddel (gul sone) i Figur 11, NO_2 19. høyeste timemiddel (forurensningsforskriften) i Figur 12, PM_{10} 8. høyeste døgnmiddel (rød og gul sone) i Figur 13, PM_{10} 31. høyeste døgnmiddel (forurensningsforskriften) i Figur 14, PM_{10} årsmiddel (forurensningsforskriften) i Figur 15, og $\text{PM}_{2,5}$ (årsmiddel) i Figur 16. Tilsvarende kart er vist for alternativ 3B i Figur 17-23, og referansealternativet i Figur 24-30. Luftsonekartene er vist i større format i Vedlegg 4. Alle beregningene er utført med 2018-meteorologi, og viser resultater ved 2-3 meters høyde over terreng med trafikktall framskrevet til år 2030. For planalternativene 3A og 3B er planlagt nytt vegnett vist på figurene i blått.



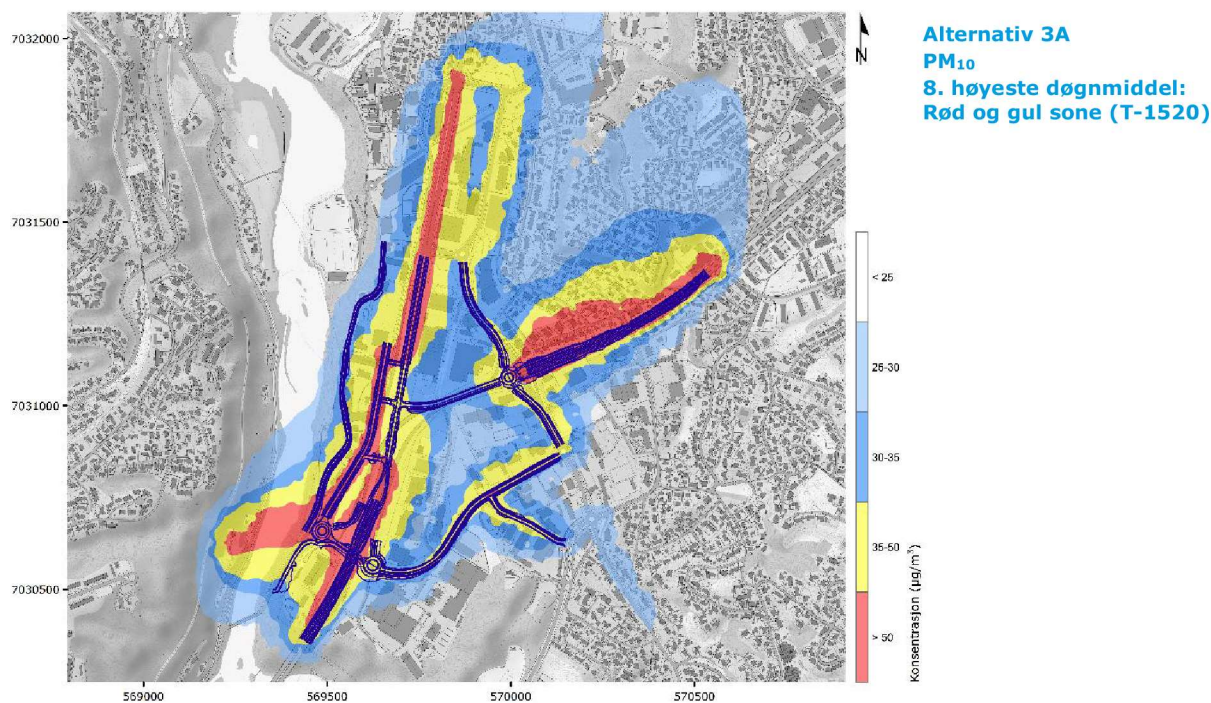
Figur 10. Luftsoneskart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3A. Rød sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m³ som årsmiddel, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520). Grensen for rød sone for NO₂ tilsvarer årsgrenseverdien i forurensningsforskriften.



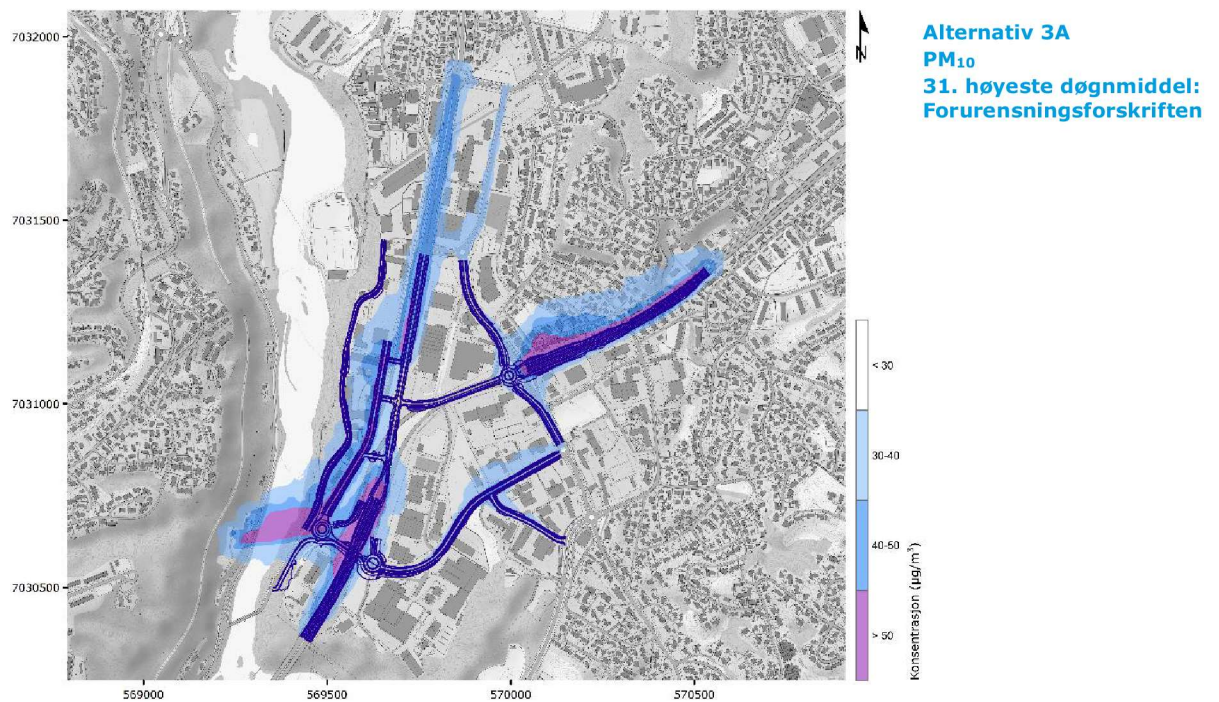
Figur 11. Luftsoneskart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3A. Gul sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m³ som vintermiddel (perioden november-april), i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



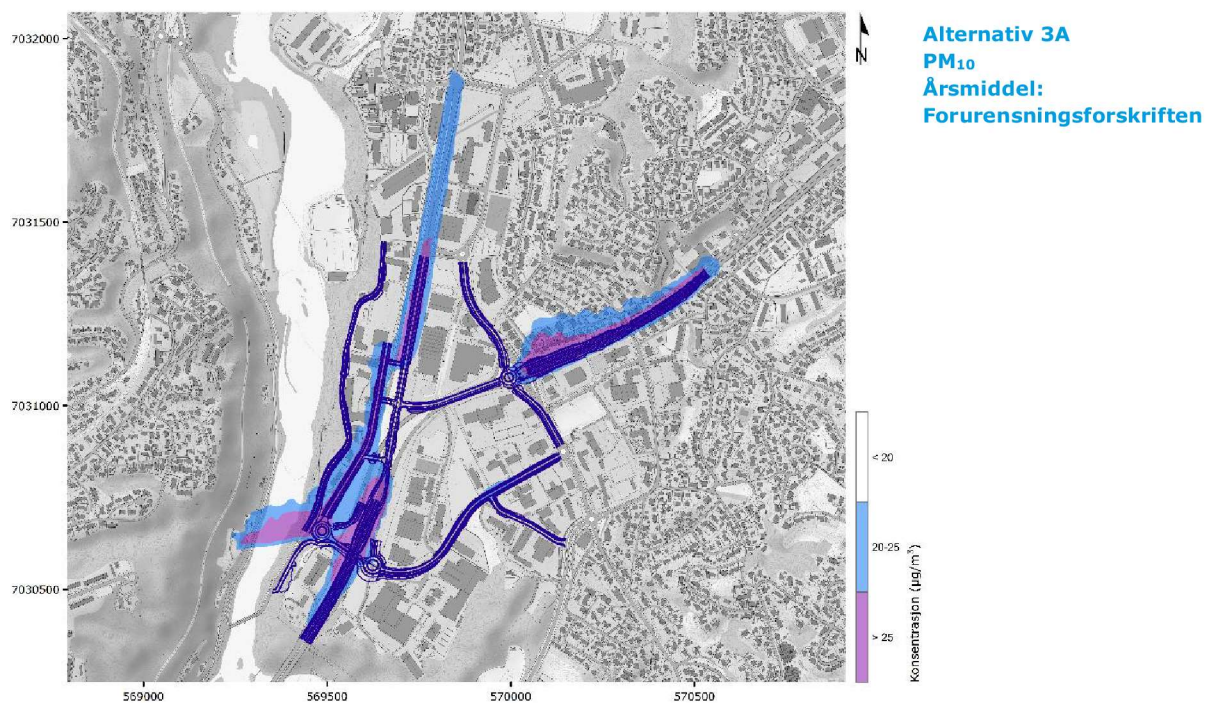
Figur 12. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3A. Grenseverdien i forurensningsforskriften for NO₂ som timemiddel er på 200 µg/m³, med tillatt 18 overskridelser.



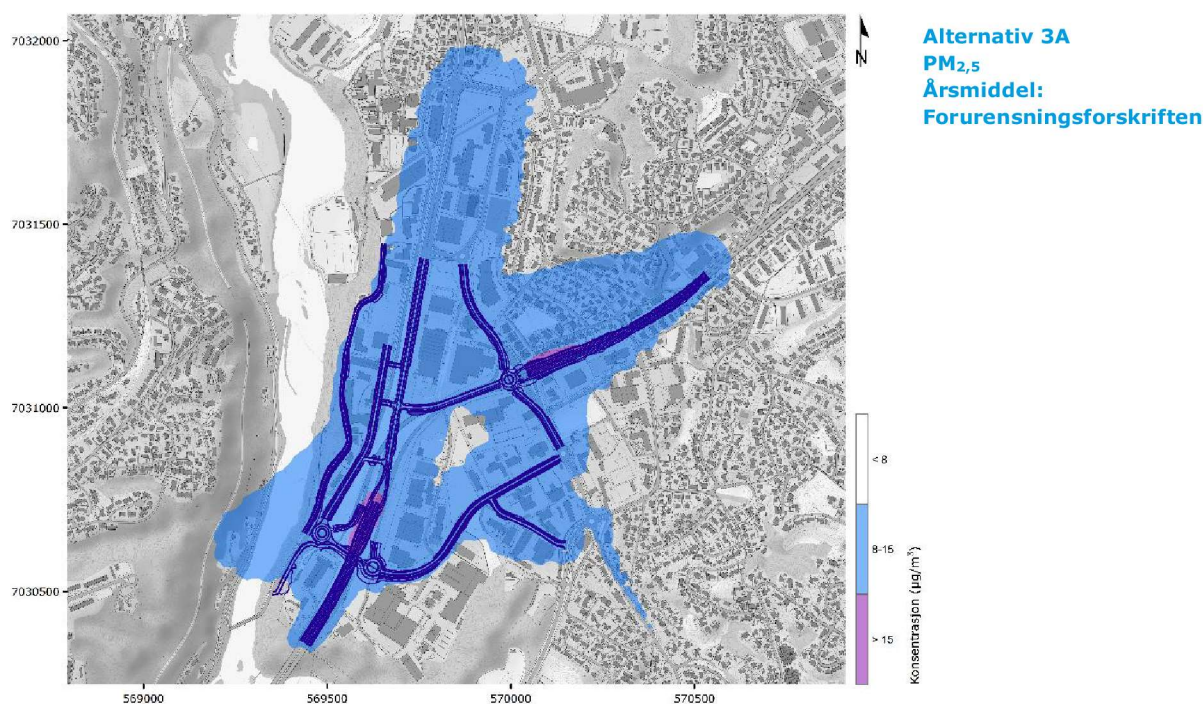
Figur 13. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3A. Gul og rød sone for PM₁₀ tilsvarer maksimum 7 overskridelser av grensene på henholdsvis 35 og 50 µg/m³, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



Figur 14. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3A. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som døgnmiddel er på 50 µg/m³, med tillatt 30 overskridelser.



Figur 15. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3A. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som årsmiddel er på 25 µg/m³.



Figur 16. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM_{2,5}) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3A. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM_{2,5} som årsmiddel er på 15 µg/m³.

6.3.1 Planalternativ 3A

Alternativ 3A innebærer at deler av E6 ved Omkjøringsvegen-krysset legges i kort vegtunnel, samt at regulær vegtrafikk som skal kjøre mellom E6 i sør og Holtermannsvegen i nord føres om Oslovegen bort fra Omkjøringsvegen-krysset og nytt kollektivknutepunkt i Holtermannsvegen. For alternativ 3A er det betydelig spredning av luftforurensning ut fra de mest trafikkerte vegstrekningene i området: E6 i sør og i øst, samt Tempevegen, Holtermannsvegen nord for kollektivknutepunktet og ny bru over Nidelva til Oslovegen i vest. Det er også noe spredning ut fra deler av Sluppenvegen og Bratsbergvegen. Svevestøv utgjør i hovedsak et større luftkvalitetsproblem i området sammenlignet med nitrogendioksid.

Nitrogendioksid

Ved planarbeid for nye vegstrekninger er det i utgangspunktet kravene og grensene i Retningslinje T-1520 som gjelder. Rød sone iht. Retningslinje T-1520 for NO₂ (40 µg/m³ årsmiddel) har noe utbredelse ut fra tunnelportalen ved E6 i sør og ved Tempevegen og Holtermannsvegen (Figur 10), men disse områdene består i dag i all hovedsak av diverse forretningsvirksomheter. Imidlertid omfatter NO₂ rød sone ved E6 Omkjøringsvegen i øst flere av boligbygningene som ligger nærmest vegen på nordsiden, særlig i området like ved den nordøstlige tunnelportalen. NO₂ gul sone (40 µg/m³ vintermiddel; november-april) har noe større utbredelse enn rød sone, og omfatter flere boliger på nordvestsiden av E6 Omkjøringsvegen (Figur 11).

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, PM₁₀ på årsbasis eller for PM_{2,5}. 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 på selve vegbanen ved Holtermannsvegen nord (Figur 12); årsaken til dette er ukjent.

Svevestøv

Retningslinje T-1520 rød og gul sone for svevestøv (PM_{10}) har klart større utbredelse ut fra vegene i området sammenlignet med NO_2 (Figur 13). PM_{10} rød sone har en viss spredning ut fra E6 i sør, Tempevegen og Holtermannsvegen nord for kollektivknutepunktet. Ved E6 Omkjøringsvegen øst for tunnelportalen omfattes flere boliger av PM_{10} rød sone. Rød sone brer seg også ut mot fasadene på enkelte av boligene på sørsiden av Omkjøringsvegen. PM_{10} gul sone omfatter et høyt antall boliger særlig på nordsiden av E6 Omkjøringsvegen, men også enkelte boliger sør for Omkjøringsvegen og ved Sorgenfrivegen i nord. Ingen av skolene eller barnehagene på Nidarvoll sør for Omkjøringsvegen omfattes av rød eller gul sone.

For alternativ 3A overstiges også grenseverdiene for PM_{10} i forurensningsforskriften ved enkelte områder nær de sterkest trafikkerte vegstrekningene, ved områder som omfatter flere av boligbygningene på nordsiden av Omkjøringsvegen nærmest den nordøstre tunnelportalen. Områdene der årsgrenseverdien for PM_{10} ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Figur 15) overstiges er noe større enn tilsvarende for døgn grenseverdien på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, med tillatt 30 overskridelser (Figur 14).

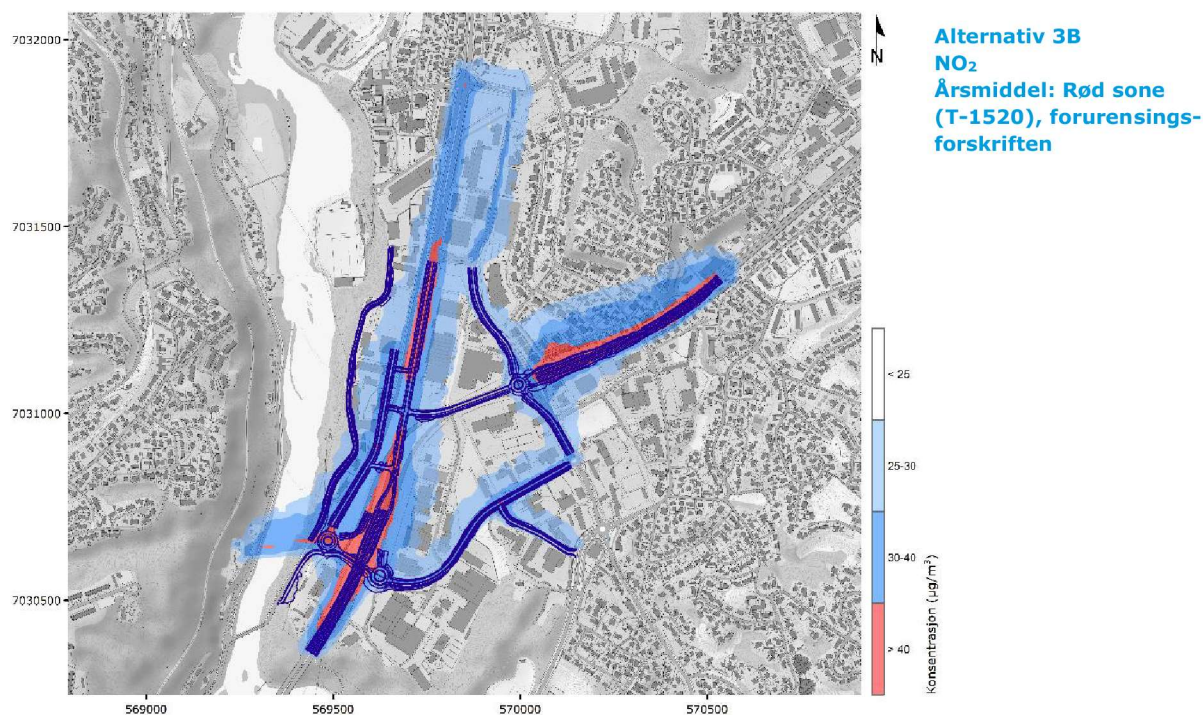
Mindre partikler ($PM_{2,5}$)

Retningslinje T-1520 inneholder ikke nedre grenser for partikler med diameter mindre enn $2,5 \mu\text{m}$ ($PM_{2,5}$). Mindre partikler kan penetrere lenger ned i luftveiene og dermed utgjøre større helseisiko enn større partikler, og det er derfor viktig å vurdere spredning også for denne fraksjonen separat. Grenseverdien i forurensningsforskriften kap. 7 foreligger kun som årsmiddel, på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

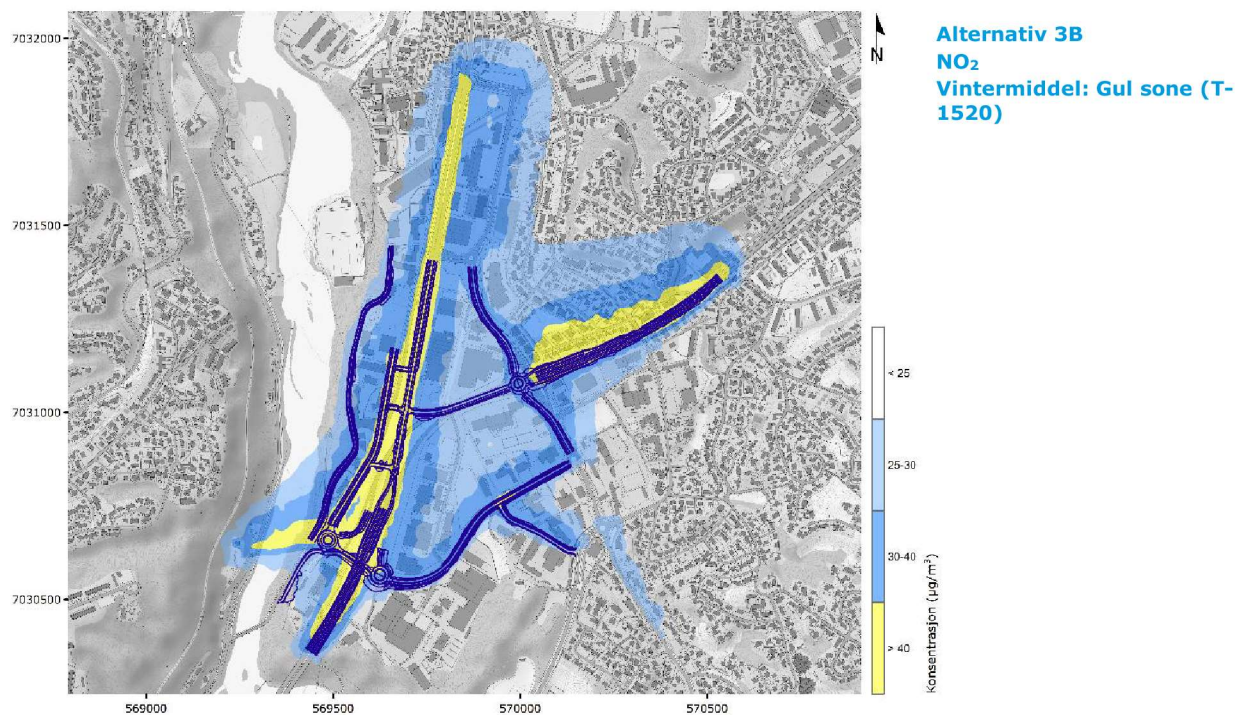
Årsgrenseverdien for $PM_{2,5}$ overstiges kun ved mindre områder i områdene like ved portalene til den nye E6-tunnelen, men ved Omkjøringsvegen omfatter dette området deler av fasadene ved et par av boligene på nordsiden av veggen nærmest portalen (Figur 16).

Tunnelportalområder

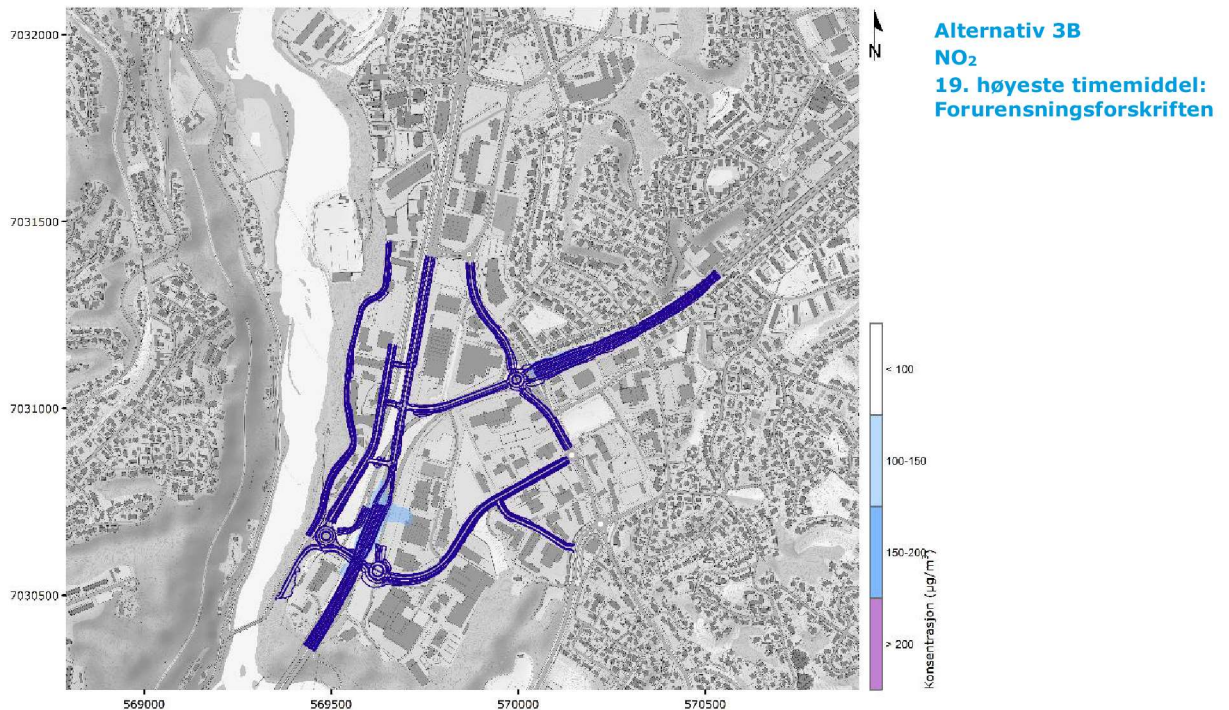
I henhold til Håndbok N500 Vegtunneler skal luftkvaliteten i områder nær vegtunnelportaler vurderes sammenholdt med grensene for rød og gul sone i Retningslinje T-1520 (Statens vegvesen & Vegdirektoratet, 2016). Ved valg av ventilasjonsløsning for tunneler skal i utgangspunktet luftkvalitetskriteriene benyttes i henhold til Håndbok N500. Planprosessen som pågår for Sluppen bydel er imidlertid på kommunedelplannivå, og ikke på detaljreguleringsnivå for vegtunnelen. I denne utredningen er det derfor ikke foretatt beregninger satt opp mot luftkvalitetskriteriene eller ventilasjonsberegninger med tanke på luftkvalitet.



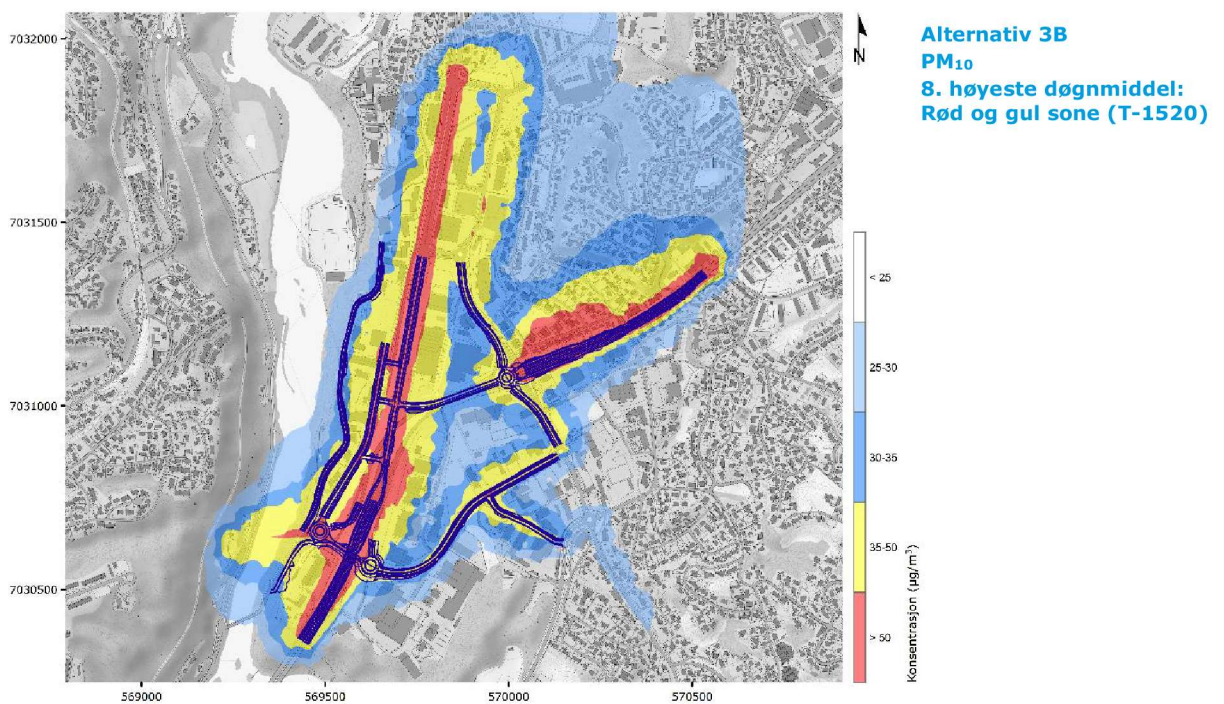
Figur 17. Luftsoneskart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3B. Rød sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m³ som årsmiddel, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520). Grensen for rød sone for NO₂ tilsvarer årsgrenseverdien i forurensningsforskriften.



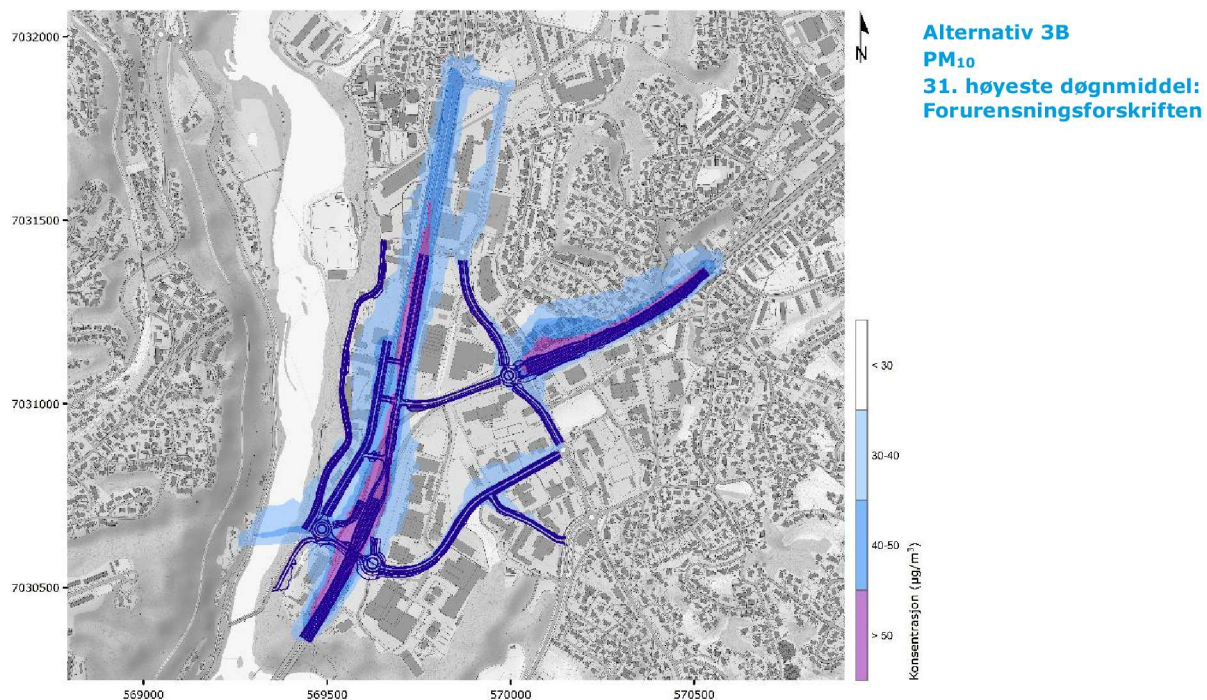
Figur 18. Luftsoneskart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3B. Gul sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m³ som vintermiddel (perioden november-april), i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



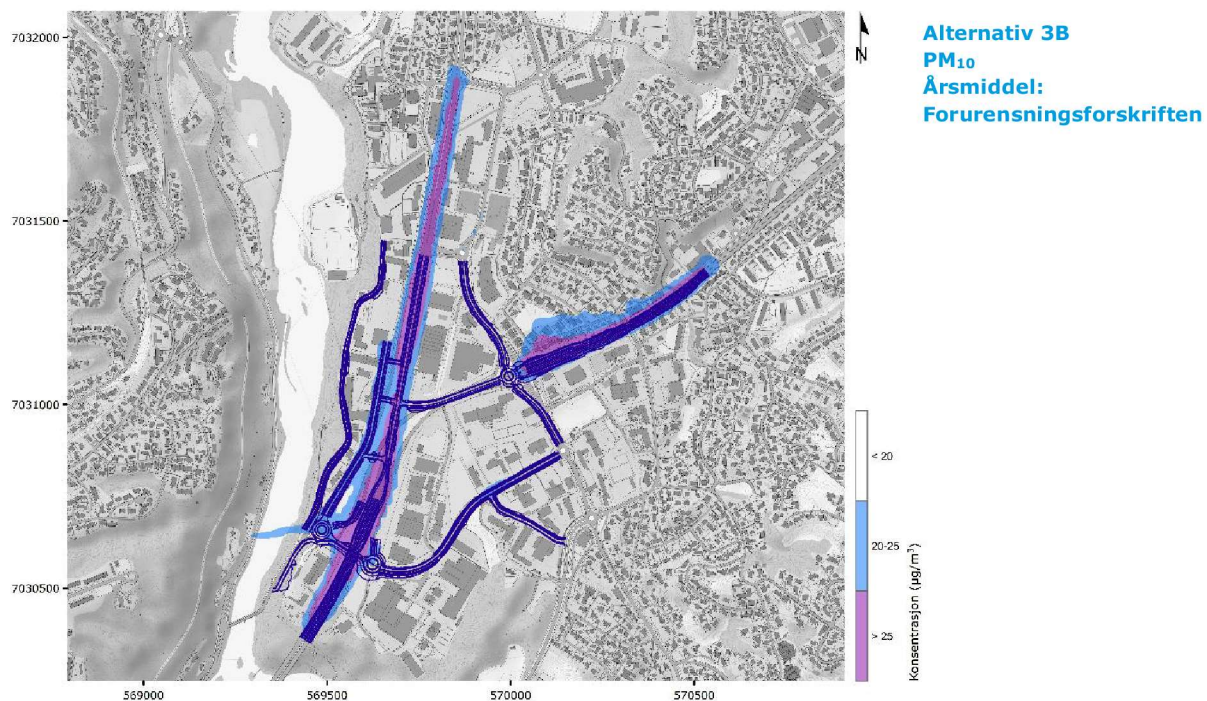
Figur 19. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3B. Grenseverdien i forurensningsforskriften for NO₂ som timemiddel er på 200 µg/m³, med tillatt 18 overskridelser.



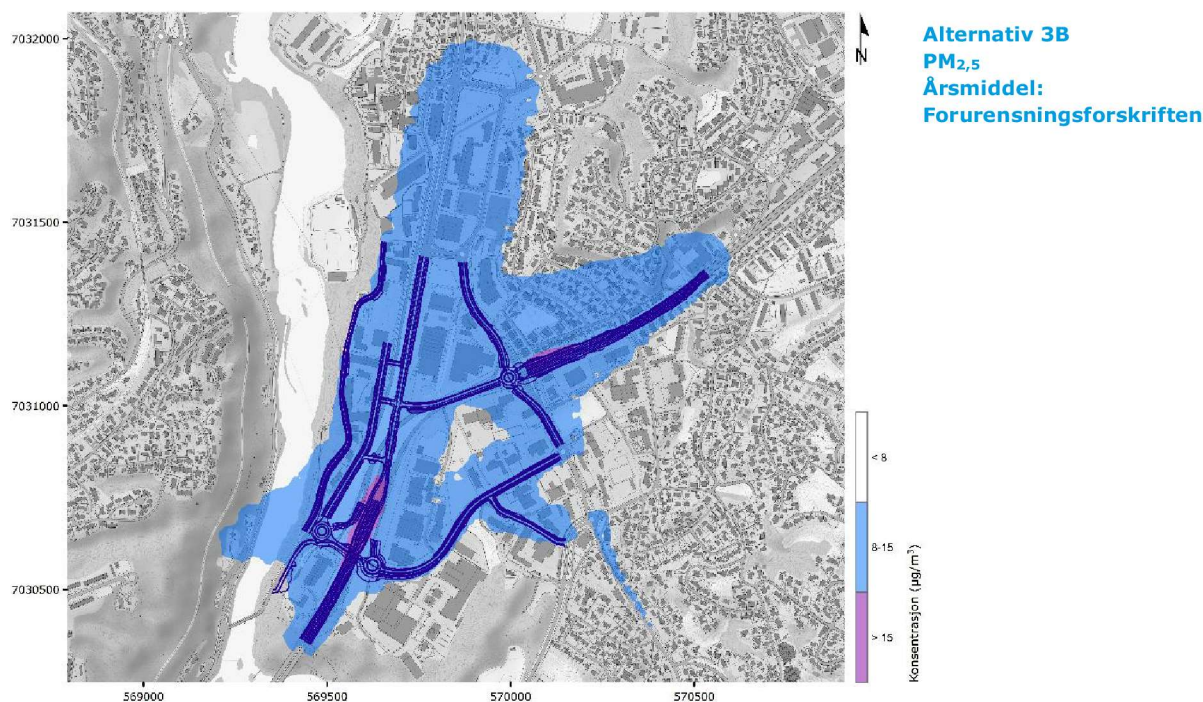
Figur 20. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3B. Gul og rød sone for PM₁₀ tilsvarer maksimum 7 overskridelser av grensene på henholdsvis 35 og 50 µg/m³, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



Figur 21. Luftsonkart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3B. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som døgnmiddel er på 50 µg/m³, med tillatt 30 overskridelser.



Figur 22. Luftsonkart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3B. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som årsmiddel er på 25 µg/m³.



Figur 23. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM_{2,5}) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for planalternativ 3B. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM_{2,5} som årsmiddel er på 15 µg/m³.

6.3.2 Planalternativ 3B

Spredningsmønsteret for luftforurensning for planalternativ 3B er stort sett sammenfallende med situasjonen for alternativ 3A, med spredning ut fra de sterkest trafikkerte vegstrekningene E6 i sør, E6 Omkjøringsvegen i øst og Holtermannsvegen nord for kollektivknutepunktet. I alternativ 3B vil det imidlertid være betydelig mer biltrafikk også langs Holtermannsvegen gjennom kollektivknutepunktet. Deler av vegtrafikken føres via Tempeveien slik at trafikkmengdene langs Holtermannsvegen gjennom kollektivknutepunktet er lavere enn nord for kollektivknutepunktet, men det er likevel betydelig spredning også i området ved kollektivknutepunktet. Trafikkmengdene er høyere ved E6 i sør og lavere ved Omkjøringsvegen i alternativ 3B sammenlignet med 3A, noe som også reflekteres i spredningen av luftforurensning. Som for alternativ 3A, omfattes ikke noen av skolene eller barnehagene på Nidarvoll av rød eller gul sone.

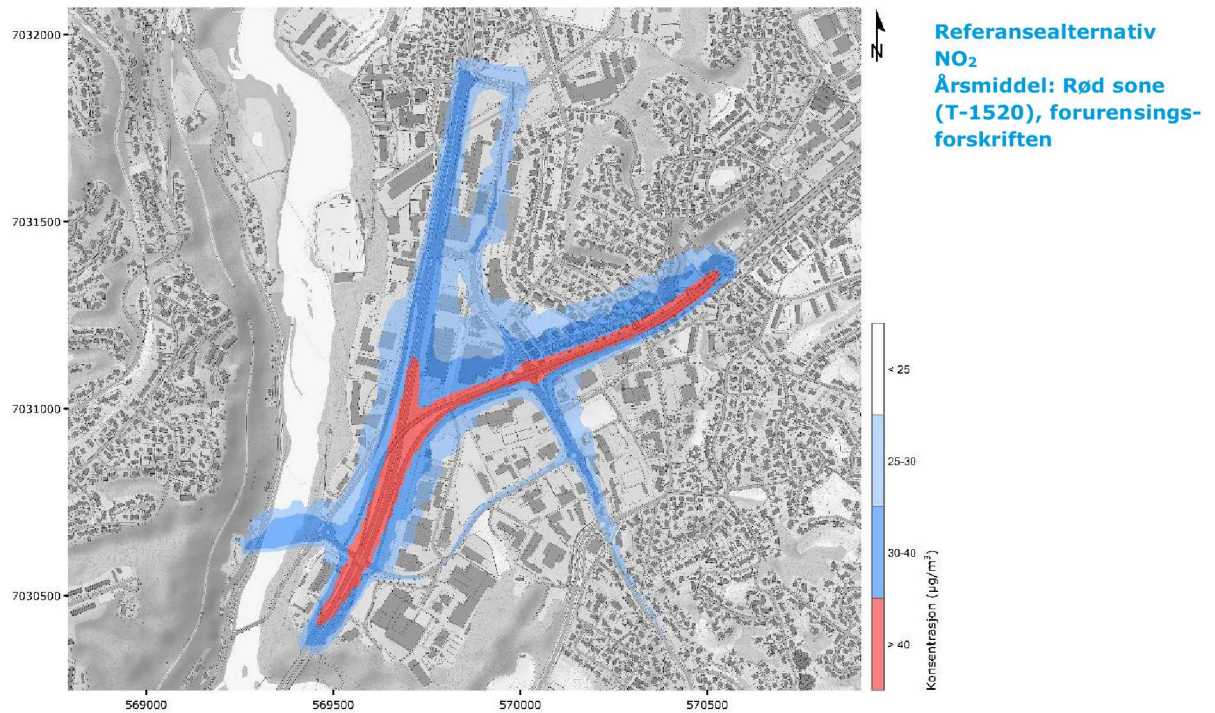
Nitrogendioksid

Som for alternativ 3A, brer T-1520 NO₂ rød (Figur 17) og gul sone (Figur 18) seg noe ut fra E6 i sør, E6 Omkjøringsvegen øst for tunnelportalen og Holtermannsvegen. Spredningen er imidlertid noe mindre ut fra Omkjøringsvegen sammenlignet med alternativ 3A, slik at NO₂ rød og gul sone omfatter noe mindre deler av boligområdene på nordsiden av Omkjøringsvegen. Det er også lite spredning ut fra Tempevegen i alternativ 3B, mens rød og gul sone har større utbredelse ut fra Holtermannsvegen sammenlignet med alternativ 3A. Timegrenseverdien for NO₂ i forurensningsforskriften overstiges ikke ved noen del av planområdet (Figur 19).

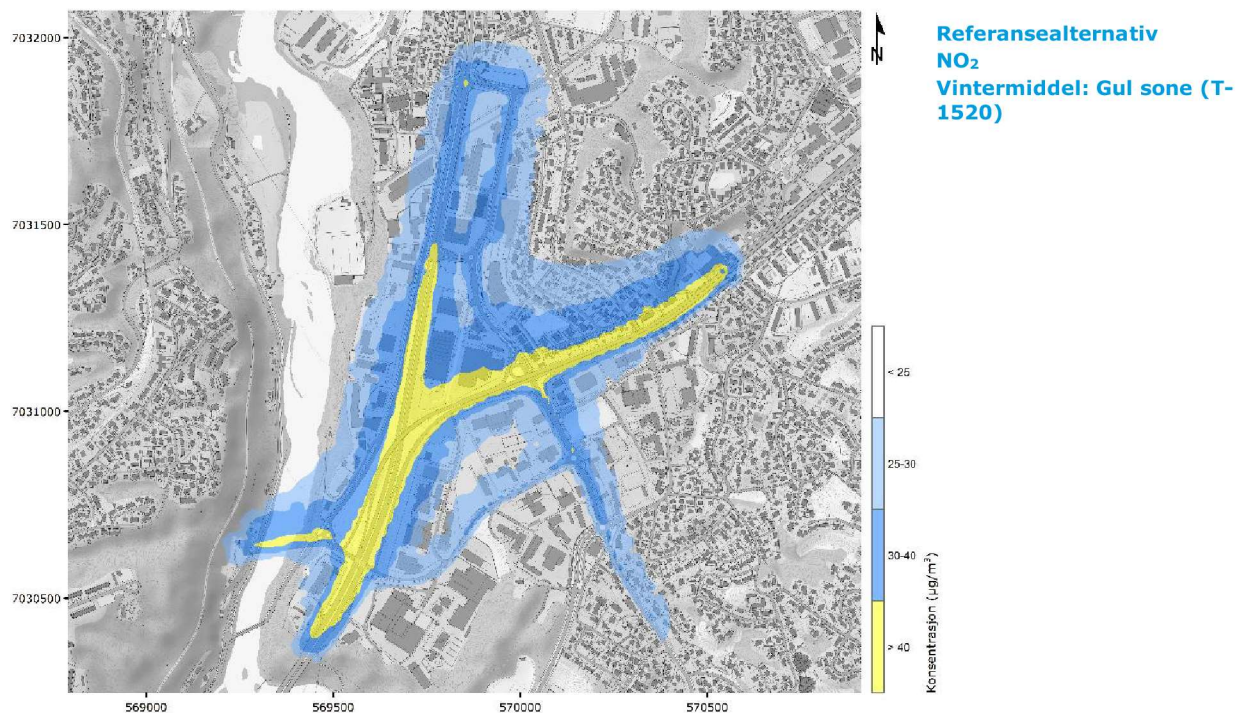
Svevestøv

Tilsvarende situasjonen for NO₂, omfatter rød og gul sone for PM₁₀ noe mindre deler av boligområdene nord for Omkjøringsvegen (Figur 20). I alternativ 3B er imidlertid PM₁₀-konsentrasjonene betydelig høyere ut fra Holtermannsvegen forbi kollektivknutepunktet: T-1520 rød sone for PM₁₀ har en viss utbredelse ut fra vegen. PM₁₀ gul sone omfatter noe flere av boligbygningene ved Sorgenfrivegen. Grenseverdiene for PM₁₀ i forurensningsforskriften på døgnbasis (Figur 21) og årsbasis (Figur 22) overstiges ved noe mindre del av boligområdene nord for Omkjøringsvegen sammenlignet med alternativ 3A. Imidlertid overstiges grenseverdiene i alternativ 3B ved større

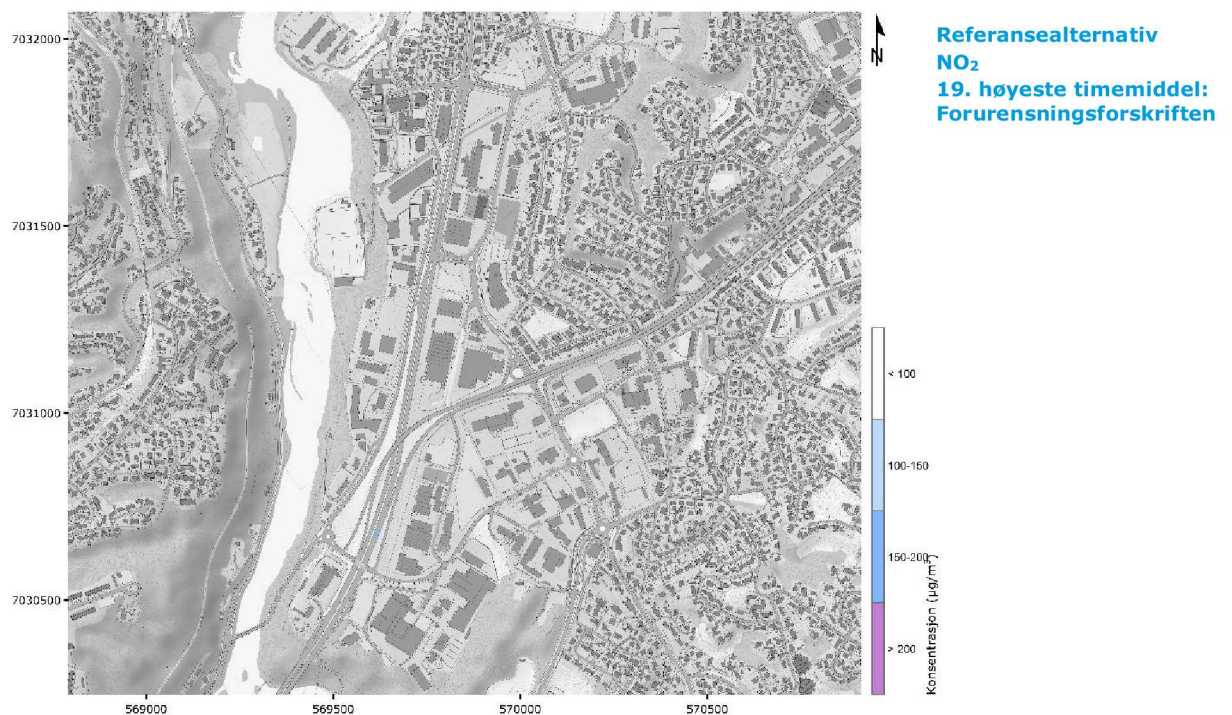
deler av Holtermannsvegen særlig nord for kollektivknutepunktet, men med forholdsvis liten utstrekning ut fra vegbanen. Som for alternativ 3A overstiges årsgrenseverdien for $PM_{2,5}$ kun i områdene nær tunnelportalene (Figur 23). Grenseverdien overstiges ikke ved noen av boligfasadene.



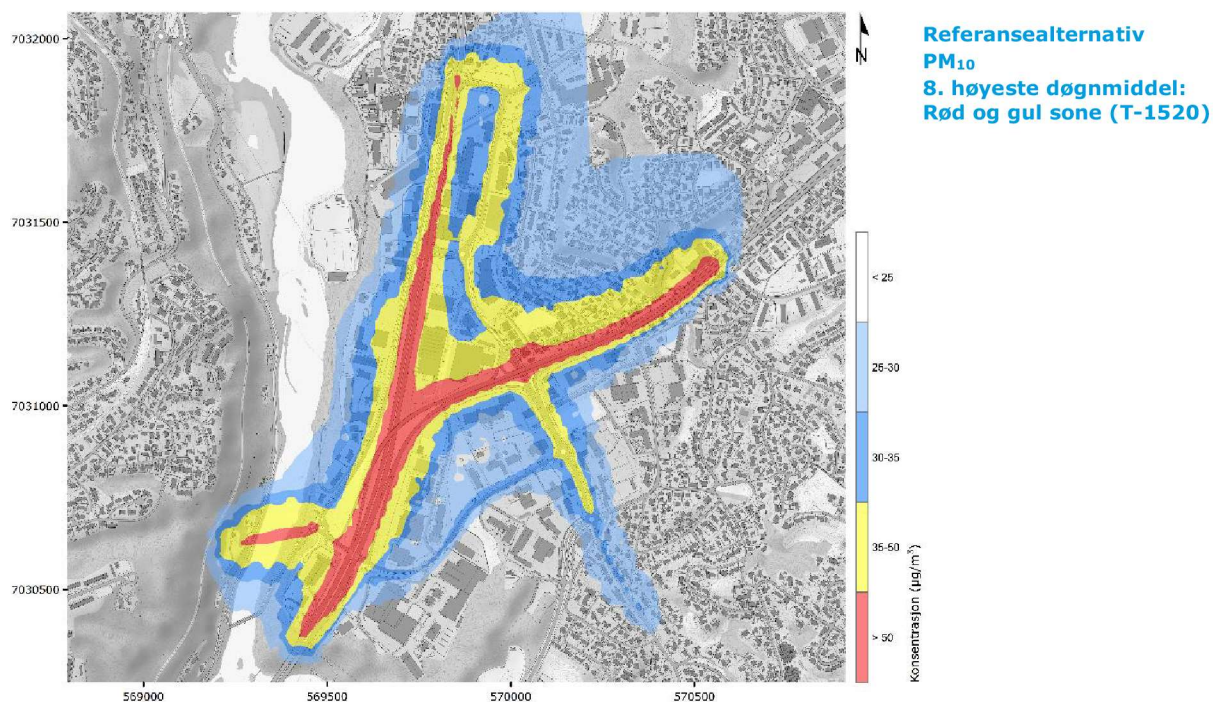
Figur 24. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for referansealternativet. Rød sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmiddel, i henhold til *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520). Grensen for rød sone for NO₂ tilsvarer årsgrenseverdien i forurensingsforskriften.



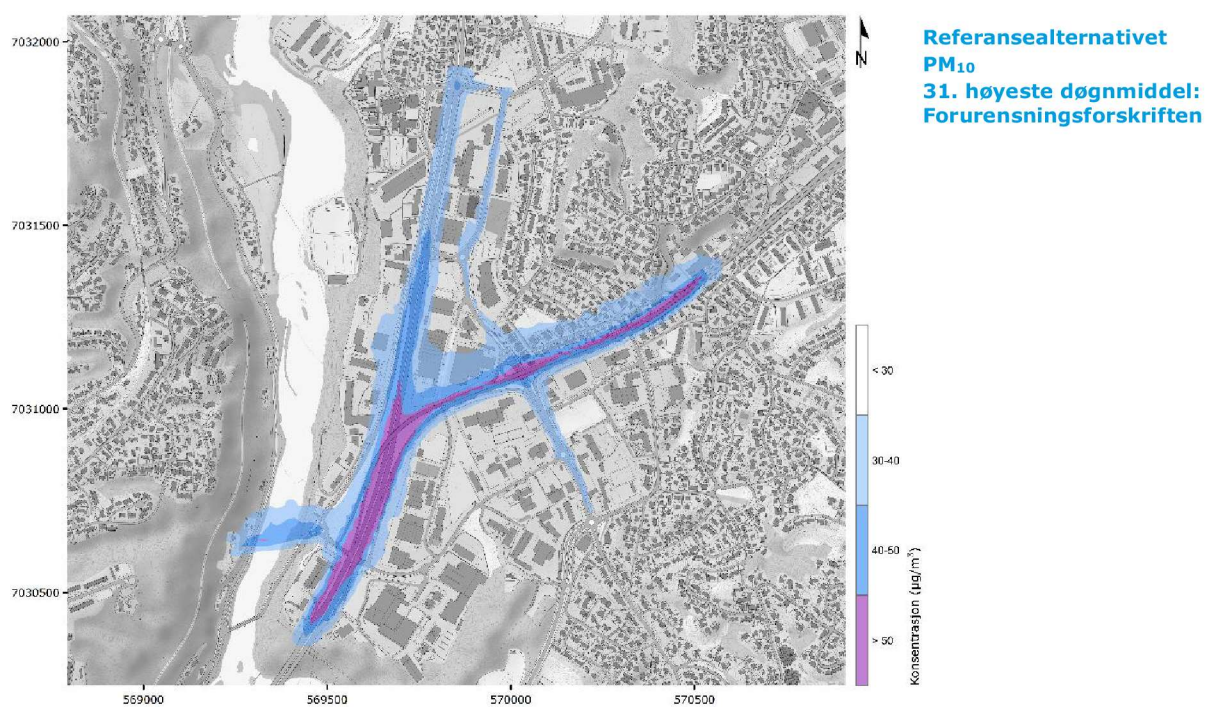
Figur 25. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for referansealternativet. Gul sone for NO₂ tilsvarer overskridelse av grensen på 40 µg/m³ som vintermiddel (perioden november-april), i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



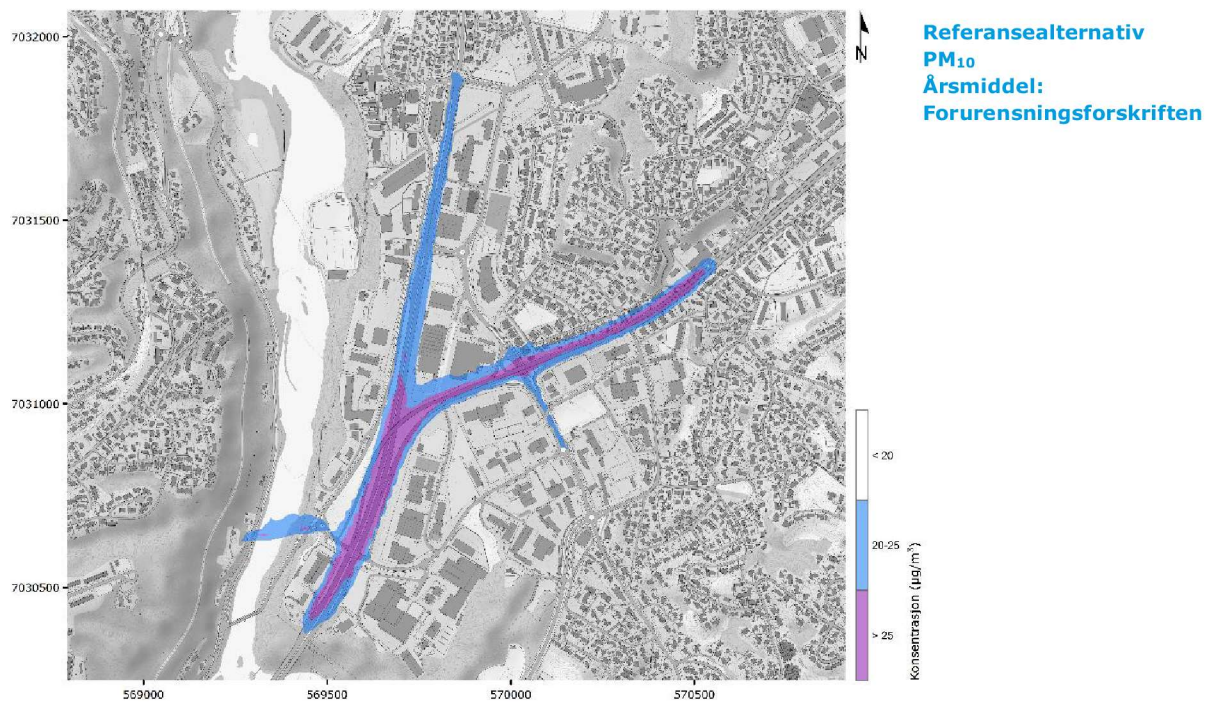
Figur 26. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO₂) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for referansealternativet. Grenseverdien i forurensningsforskriften for NO₂ som timemiddel er på 200 µg/m³, med tillatt 18 overskridelser.



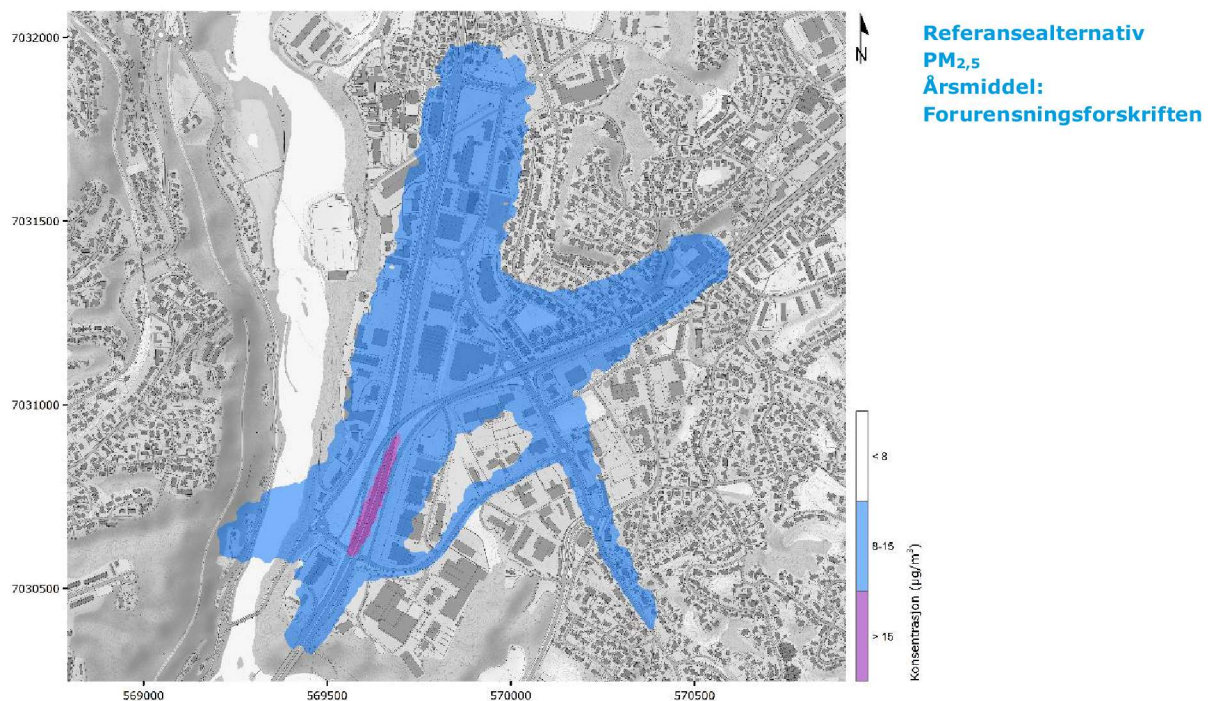
Figur 27. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for referansealternativet. Gul og rød sone for PM₁₀ tilsvarer maksimum 7 overskridelser av grensene på henholdsvis 35 og 50 µg/m³, i henhold til Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520).



Figur 28. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for referansealternativet. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som døgnmiddel er på 50 µg/m³, med tillatt 30 overskridelser.



Figur 29. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM₁₀) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for referansealternativet. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM₁₀ som årsmiddel er på 25 µg/m³.



Figur 30. Luftsonekart som viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM_{2,5}) i området ved Sluppen i Trondheim, ved 2,5 meters høyde, for referansealternativet. Grenseverdien i forurensningsforskriften for PM_{2,5} som årsmiddel er på 15 µg/m³.

6.3.3 Referansealternativet

Referansealternativet innebærer at den nye vegbrua over Nidelva til Oslovegen som for alternativ 3A og 3B, men at vegnettet ved E6 Omkjøringsvegen-krysset ikke endres. Den nye vegtunnelen langs deler av E6 i alternativ 3A og 3B er derfor ikke inkludert i referansealternativet. For fordelingen av vegtrafikken er denne for referansealternativet forholdsvis lik som i alternativ 3B, men med langt mindre trafikk ved Holtermannsvegen i nord. Trafikkmengdene langs Bratsbergvegen er forholdsvis høye i referansealternativet. For den lokale luftkvaliteten betyr dette at spredningen er størst ut fra E6 i sør, E6 Omkjøringsvegen i øst og ved Omkjøringsvegen-krysset, samt langs Holtermannsvegen i sør, den nye vegbrua og delvis ved Bratsbergvegen. Heller ikke for referansealternativet er det dårlig luftkvalitet ved noen av skolene eller barnehagene på sørsiden av Omkjøringsvegen.

Nitrogendioksid

NO₂ rød sone har i referansealternativet en viss spredning ut fra E6, Holtermannsvegen i sør og den nye vegbrua, og omfatter fasadene på et par boligbygninger på nordsiden av Omkjøringsvegen (Figur 24). Gul sone har noe større utbredelse sammenlignet med rød sone, og inkluderer større deler av boligene nord for Omkjøringsvegen nærmest vegbanen (Figur 25). Konsentrasjonene av NO₂ på timebasis er lave over hele planområdet, og timegrenseverdien i forurensningsforskriften overstiges ikke noe sted (Figur 26).

Svevestøv

For svevestøv har T-1520 rød og gul sone en viss spredning ut fra E6, Holtermannsvegen og ny vegbru, og for gul sone også ut fra Sorgenfriveien og Bratsbergvegen (Figur 27). På nordsiden av Omkjøringsvegen brer rød sone seg over deler av fasadene på boligbygningene nærmest vegen, mens gul sone omfatter et større antall boliger. Enkelte av boligbygningene øst for Sorgenfriveien i nord omfattes også av gul sone. Områdene der grenseverdiene for PM₁₀ i forurensningsforskriften på døgnbasis (Figur 28) og årsbasis (Figur 29) overstiges har en viss utbredelse ut fra E6 i sør og Omkjøringsvegen, ut mot uteområdene ved boligene nord for Omkjøringsvegen men ikke ved selve boligfasadene. Grenseverdien for PM_{2,5} i forurensningsforskriften overstiges kun ved områder langs selve vegbanen ved E6 sør for Omkjøringsvegen-krysset (Figur 30).

6.4 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:

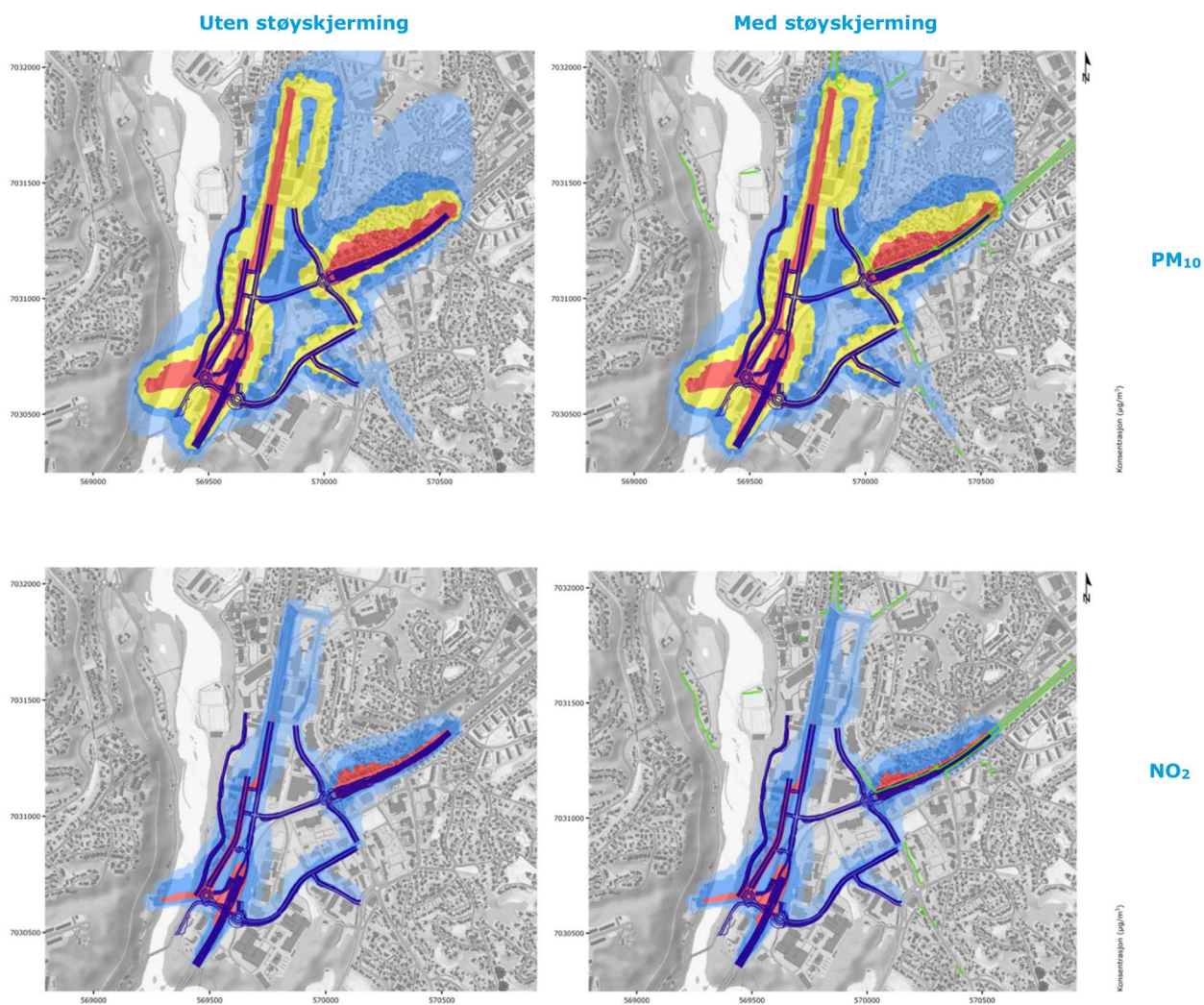
- Data for vind og meteorologi kan variere fra år til år og de meteorologiske forholdene fra målestasjon til planområde kan avvike noe.
- Utslippsfaktorer brukt i utslippsberegningene er gjennomsnittstall, og vil avhenge av forhold som kjøremønster, hastighet, teknologi og alder på kjøretøyet. I foreliggende 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.
- Ved planområdet på Sluppen i Trondheim er det også noe industri med utslipp til luft (varmesentral). Utslipp av nitrogenoksider herfra kan tenkes å ha noe betydning for NO₂-konsentrasjonene nær kilden.
- 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 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 piggdekkbruk og resuspensjon av vegstøv er forbundet med vesentlig usikkerhet. Det er også usikkerhet forbundet med andelen piggdekkbruk: Ved de mindre vegene innenfor planområdet antas piggdekkandelen å samsvare med foreliggende tall for Trondheim by. Trafikken langs E6 består imidlertid av en større andel regionaltrafikk, der en større andel av kjøretøyene fra områder utenfor byen mest sannsynlig bruker piggdekk. Tilgjengelige tall for piggdekkandel ved tellepunkter langs E6 på 27 %, oppgitt av Trondheim kommune, ble benyttet i utslippsberegningene. Andel piggdekkbruk kan også endre seg i framtiden forhold til andelen som kjører med piggdekk i dag. Det er usannsynlig at andel piggdekk øker i fremtidig situasjon, og ved å ta hensyn dagens trend i bruk av piggdekk anses derfor vurderingen å være konservativ.

6.4.1 Effekt av støyskjerming

Langs enkelte av de mest trafikkerte vegstrekningene på Sluppen er det oppført støyskjerming: Dette gjelder deler av E6 Omkjøringsvegen i øst og Bratsbergvegen. Støyskjerming kan skjerme for spredning også av luftforurensning, og særlig svevestøv. Dagens skjerming ble lagt inn i modellen i spredningsberegningene som er foretatt i denne utredningen, både for 0-alternativet og for planalternativene 3A og 3B.

For å undersøke effekten av støyskjermingen, ble det også gjennomført enkelte beregninger uten støyskjermer for alternativ 3A. Figur 31 viser spredningen av svevestøv (PM_{10}) og NO_2 både uten og med skjerming. Som det framgår av kartene i Figur 31, viser beregningene at fjerning av støyskjermene medfører at en del flere boliger havner inn under T-1520 rød og gul sone for PM_{10} og NO_2 rød sone. Eksisterende støyskjermer har imidlertid begrenset effekt på spredningen av luftforurensning, både for NO_2 som er en gass og som det forventes at fysiske skjerming skulle ha begrenset effekt på, men også for svevestøv.



Figur 31. Illustrasjon av effekten av støyskjerming langs vegene i Sluppen-området. Spredningskartene viser modellerte konsentrasjoner av svevestøv (PM_{10} , 8. høyeste døgnmiddel; øverst) og nitrogendioksid (NO_2 årsmiddel; nederst) for planalternativ 3A, for situasjonen uten (til venstre) og med støyskjerming (til høyre).

6.4.2 Sammenligning 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 ADMS sammenlignet med målinger av svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$) som ble foretatt av Statens vegvesen i februar-mars 2019 ved ATK stasjon langs E6 Omkjøringsvegen (se plassering vist i Fig. 6).

For PM_{10} var gjennomsnittlig konsentrasjon ved reseptorpunktet ved ATK stasjon beregnet med ADMS på $28,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 8. og 31. høyeste døgnmiddel i løpet av ett år var på $70,8$ og $55,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Som det også fremgår av spredningskartene i foreliggende rapport, vil dette si at nedre grense for T-1520 rød sone og døgn grenseverdien i forurensningsforskriften, begge på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, overstiges ved ATK stasjon. Målte konsentrasjoner av PM_{10} ved stasjonen var imidlertid langt lavere: I løpet av måleperioden i februar måned (8.-28. februar 2019) var gjennomsnittlig konsentrasjon ved ATK på kun $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Høyeste målte døgnmiddelkonsentrasjon var på $28,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, altså vel under både grenseverdien i forurensningsforskriften og grensene for rød og gul sone i Retningslinje T-1520. Statens vegvesen utført målinger ved samme stasjon også i mars måned, men disse hadde en del mangler og negative verdier og er derfor utelatt i denne sammenstillingen.

Beregnete konsentrasjoner kan imidlertid ikke sammenstilles direkte med måleresultatene for ATK stasjon: Langs E6 i dette området blir det gjennomført utstrakt renhold og støvdemping, noe

som har forbedret luftkvaliteten langs E6 betraktelig de siste årene. Det at målte konsentrasjoner gjennomgående er langt lavere enn beregnede nivåer er derfor som forventet gitt tiltakene som gjennomføres i området.

Luftkvalitetsmodellering er i tillegg forbundet med betydelige usikkerheter. I beregningene gjøres en rekke antakelser rundt meteorologi, trafikkframskrivninger, piggdekkandel, bakgrunnskonsentrasjoner og spredning og atmosfærekjemi. Trafikktallene som ble brukt i beregningene var framskrevne trafikktall for år 2030, som er noe høyere enn dagens trafikktall.

6.5 Anbefalinger om tiltak

Som det framgår av de ulike spredningskartene presentert og omtalt i rapportens Del 6.3, vil både planalternativ 3A og 3B medføre mindre spredning og lavere konsentrasjoner av luftforurensning i området ved dagens E6 Omkjøringsvegen-kryss der E6-strekningen er planlagt lagt i tunnel, sammenlignet med referansesituasjonen. I dette området er det i dag i all hovedsak kun diverse forretning. Imidlertid vil det for planforslaget være betydelig spredning og forhøyede konsentrasjoner i områdene like ved tunnelportalene sør og nordøst på planområdet. Ettersom trafikkmengdene i tillegg er noe høyere ved E6 øst på planområdet i alternativ 3B og særlig alternativ 3A sammenlignet med referansealternativet, blir det mer spredning ved boligområdene som ligger nær E6 Omkjøringsvegen. Dominerende vindretning i Trondheimsområdet er fra sørøst, og boligene på nordsiden av Omkjøringsvegen i områdene nærmest den planlagte tunnelportalen i nordøst blir derfor særlig utsatt. Flere boliger er omfattet av Retningslinje T-1520 rød, og særlig gul, sone både for NO₂ og PM₁₀.

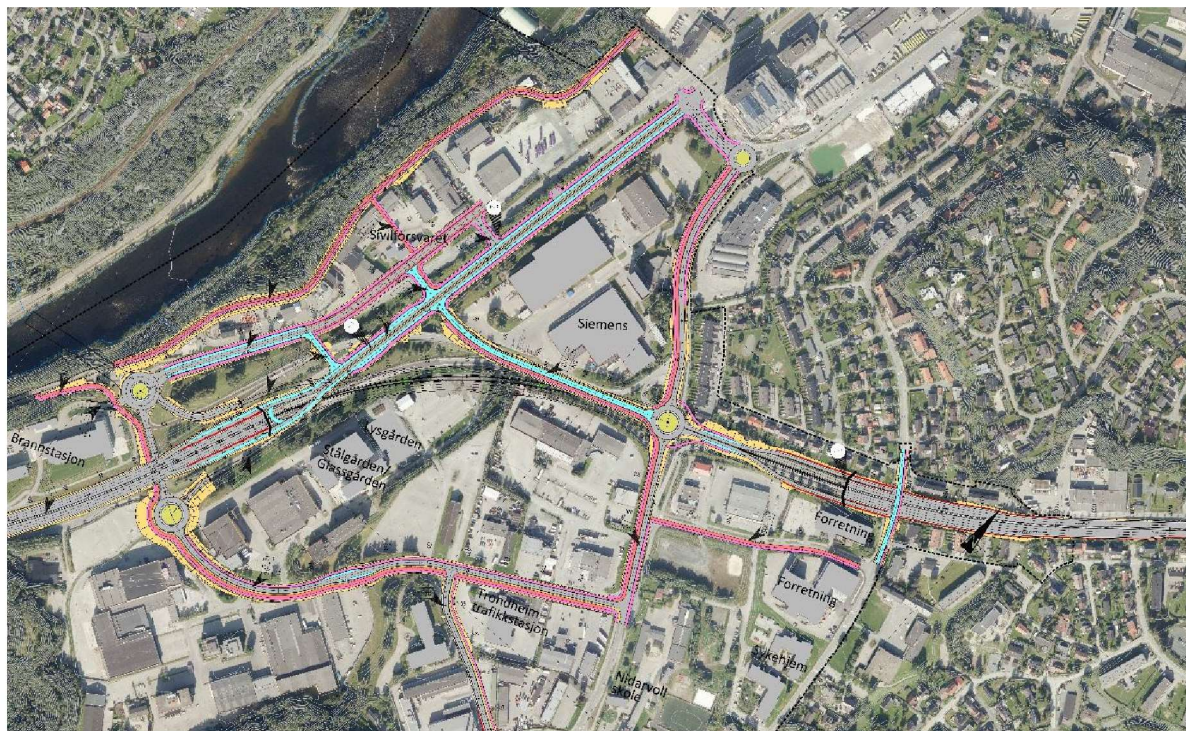
Områder som faller inn under T-1520 rød sone anses i utgangspunktet som uegnet for følsomt bruksformål som boliger, skoler, barnehager, helseinstitusjoner, idrettsanlegg og uteoppholdsarealer. Ved områder i gul sone anbefales det å gjennomføre aktuelle avbøtende tiltak for å sikre tilfredsstillende luftkvalitet. Imidlertid overstiges også grenseverdier i forurensningsforskriften ved enkelte boliger. Disse grenseverdiene er juridisk gjeldende, og tiltak for å få konsentrasjonene under grenseverdiene er påkrevd.

Både for gjennomføring av alternativ 3A og 3B og ved å gå for referansesituasjonen (videreføring av eksisterende situasjon inkludert utbygging av ny vegbru over Nidelva) bør det gjennomføres diverse avbøtende tiltak ved boligene som vil bli utsatt for spredning av luftforurensning fra vegtrafikk. Dette vil altså først og fremst gjelde boliger på nordsiden av E6 Omkjøringsvegen i områdene nærmest tunnelportalen, samt enkelte boliger på sørsiden av Omkjøringsvegen og øst for Sorgenfriveien. Av mulige avbøtende tiltak anbefales oppføring av høyere støyskjerming langs Omkjøringsvegen, samt tiltak rettet mot selve vegbanen, vegtrafikken og kjøretøyene. NO_x slipper ut fra eksos, mens utslippsberegningene viser at de største kildene til svevestøv er piggdekkbruk og oppvirvling av vegstøv. Aktuelle tiltak vil være reduksjon av piggdekkandelen, samt gaterengjøring (feing og oppsamling av vegstøv) og påføring av saltlake som reduserer oppvirvling av støvpartikler. De fleste av disse tiltakene vil ha størst avbøtende effekt på utslipp og spredning av svevestøv og mer begrenset effekt for NO_x. Andre mulige tiltak kan være skjermende tiltak ved enkeltboliger, samt planting av tett, skjermende vegetasjon mellom trafikkerte veier og utsatt bebyggelse. Ved områder der dette er aktuelt, kan det være fordelaktig for den lokale luftkvaliteten å etablere næringsbebyggelse på arealene nærmest de trafikkerte vegstrekningene, slik at disse skjermer for spredning ut mot boligene innenfor.

Det er betydelige usikkerheter forbundet med utslippsberegninger og luftkvalitetsmodellering, som diskutert i rapportens Del 6.4. Spredningsberegningene gitt diverse forutsetninger og antakelser har mest sannsynlig medført noe overestimert av konsentrasjonene i området. Gjennomføring av luftkvalitetsmålinger ved utsatt boliger og andre områder kan være nyttig både for å undersøke luftkvalitetssituasjonen i områdene nærmere og få verifisert beregningsresultatene. Særlig i områdene ved tunnelmunningen nordøst på planområdet anbefales målinger i en periode før, under og etter utbygging.

6.6 Effekt av tunnellengde

Statens vegvesen Region midt har også forespurt vurderinger av mulige konsekvenser for luftforurensning og den lokale luftkvaliteten ved forlengelse av den planlagte nye vegtunnelen i forhold til dimensjonene som er lagt til grunn for planalternativene 3A og 3B. Utdrag fra plantegning utarbeidet av Rambøll som viser plassering av portalene for mulig forlenget tunnel er vist i Figur 32.



Figur 32. Utdrag fra plantegning for prinsipp 3B – lang tunnel, forlenget kjørefelt, prosjekt E6 KDP Sluppen. Utarbeidet av Rambøll, datert 31.05.2019.

Som diskutert tidligere i rapporten, vil legging av trafikkerte vegstrekninger i vegtunnel skjerme omkringliggende bebyggelse og områder fra luftforurensningen fra kjøretøytrafikken langs vegen som går i tunnel. Men i områdene ved tunnelportalene, og ved eventuelle luftetårn, kan det være betydelige utslipp til og spredning i luft. Spredningen av luftforurensning ut fra tunnelportaler avhenger av forhold som lokal bebyggelse, terreng og meteorologi, samt tunnelens ventilasjonsløsning, trafikkforhold, plassering og utforming på portal og tunnellengde.

Luftkvalitetsberegningene foretatt i denne luftutredningen viser en viss spredning av luftforurensning ut fra portalene til den planlagte nye tunnelen ved deler av E6, både ved portalen sør og nordøst på planområdet. Ettersom det er lagt opp til tunnel med separate løp for hver kjøretøretning med kun langslufting som ventilasjon, vil skyvekraften fra trafikken dra med seg utslipp langs hele tunnellopet og ut i den retningen trafikken går ut av tunnelen ved hver portal. Det er spredning både av svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$) og nitrogendioksid (NO_2). For planalternativene 3A og 3B med kort tunnel, viser spredningsberegningene at mange boliger særlig på nordsiden av E6 Omkjøringsvegen ved den nordøstlige tunnelportalen havner i områder der nedre grenser for Retningslinje T-1520 gul og rød sone og grenseverdier i forurensningsforskriften overstiges. Det at dominerende vindretning i området er fra sør-sørvest bidrar ytterligere til spredning fra Omkjøringsvegen i retning boligene i nord-nordøst. Områdene ved tunnelportalen ved E6 i sør på Sluppen består i dag i all hovedsak av diverse næring og forretning, som ikke regnes som bruksformål som er følsomme for luftforurensning.

Ved eventuell forlenget tunnel vil den nordøstlige portalen flyttes ca. 200 meter lenger nordøst på Omkjøringsvegen (Figur 32). Boligene som blir liggende vest for den nye portalen like ved veg som går i tunnel vil derfor sannsynligvis bli skjermet for spredning fra portalen. I området ved ny portal ligger det imidlertid også flere boligbygninger langs Omkjøringsvegen med kort avstand til vegbane, og portalen vil ligge nærmere boligene på sørsiden av Omkjøringsvegen øst for Klæbuveien. Ettersom tunnelen vil være lengre, vil de samlede utslippene fra hver av portalene være høyere siden alle utslipp fra trafikken inne i tunnelen i utgangspunktet slippes ut ved portalene med kjøreretningen ved ventilasjon med langslufting. Uten resultater fra spredningsberegninger er det ikke mulig å angi konkrete tall for spredning, antall og hvilke boliger som vil havne inn under Retningslinje T-1520 gul eller rød sone eller i områder der grenseverdiene i forurensningsforskriften overstiges. Men gitt at det vil være noe større utslipp ut fra en lengre tunnel og at den nordøstlige portalen også til den forlengede tunnelen vil legges nær et boligområde, er det sannsynlig at et større antall boliger vil få redusert luftkvalitet som følge av forlengelsen av tunnelen.

Det finnes flere mulige avbøtende tiltak som kan gjennomføres for å redusere spredning ut fra tunnelportalene redusere påvirkningen på den lokale luftkvaliteten. Nedsenkning av portalene og innkjøringen vil kunne skjerme en del for spredning ut fra vegbanen. Støyskjermer mellom vegbane og tilstøtende områder kan også være effektive mot spredning av luftforurensning. Langs store deler av Omkjøringsvegen er det i dag oppført støyskjerming, men spredningsberegningene foretatt i luftutredningen viste begrenset effekt av disse i området. Alternative ventilasjonsløsninger, som luftetårn, er også en mulighet for å redusere spredningen ut fra portalene.

Når eksakte planer for tunnellengde, plassering av portaler, portalutforming og ventilasjonsløsning foreligger må det foretas ventilasjonsberegninger og beregninger av spredning ut fra tunnelen for å sikre tilfredsstillende luftkvalitet både inne i tunnelen og i uteluft ved portalområdene. Krav til og bestemmelser om vegtunneler og luftkvalitet er oppført i Håndbok N500 *Vegtunneler*. Det finnes også grenseverdier for luftforurensning inne i tunneler i Håndbok N500 *Vegtunneler*.

7. KONKLUSJON

Luftkvalitetsberegningene viser at det er betydelig spredning og forhøyede konsentrasjoner av luftforurensning ved de sterkest trafikkerte vegene i området, i hovedsak E6 sør på planområdet, E6 Omkjøringsvegen i øst, Holtermannsvegen og ved den nye vegbrua over Nidelva, samt til en viss grad ved Sorgenfriveien, Bratsbergvegen og Sluppenvegen. Hovedforskjellen mellom de to planalternativene er at vegtrafikken mellom E6 i sør og Holtermannsvegen i alternativ 3A føres over til Oslovegen på vestsiden av Nidelva og via den nye vegbrua og Tempevegen, mens det i alternativ 3B går betydelig biltrafikk også langs den sørlige delen av Holtermannsvegen forbi det nye kollektivknutepunktet. Spredningen av luftforurensning er størst ut fra de sterkest trafikkerte vegstrekningene i hvert av planalternativene.

Sammenlignet med referansealternativet, vil planforslaget medføre lavere konsentrasjoner i områdene ved dagens E6 Omkjøringsvegen-kryss der deler av E6 vil legges i vegtunnel. Imidlertid vil tunnelen medføre større grad av spredning ved tunnelportalene sør og øst på planområdet. Nivåene av luftforurensning er særlig problematiske på nordsiden av E6 Omkjøringsvegen for alle tre utredningsalternativene, der flere boliger havner inn under områder der både grenser for Retningslinje T-1520 rød og gul sone og grenseverdier i forurensningsforskriften overstiges. Spredningen i dette området er større for planforslagene, og særlig alternativ 3A, sammenlignet med referansealternativet. Enkelte boliger på sørsiden av Omkjøringsvegen og øst for Sorgenfrivegen blir også utsatt for redusert luftkvalitet. Luftkvalitetsproblematikken er i størst grad relatert til spredning av svevestøv (PM_{10}), med overskridelser både av korttids (døgn)- og langtids (år)-grenseverdier. Beregningene viser imidlertid også overskridelser av grenseverdier for NO_2 på års- og vinterbasis og $PM_{2,5}$ (årsbasis). Ingen av skolene eller barnehagene på Nidarvoll på sørsiden av E6 Omkjøringsvegen omfattes av rød eller gul sone for noen av utredningsalternativene.

Eventuell forlengelse av vegtunnelen langs E6 vil sannsynligvis medføre noe større spredning ut fra tunnelportalene. Boligene som blir liggende vest for ny portal i nordøst vil mest sannsynlig bli skjermet for spredning, men i sum vil enda flere boliger som ligger i områdene nær den nye portalen få redusert luftkvalitet. Når tunnellengde og plassering og utforming av portaler er fastlagt må det foretas ventilasjonsberegninger og reviderte beregninger av spredning ut fra portalene for å sikre at luftkvalitetskravene overholdes inne i tunnelen og i områdene nær portalene.

I gul sone iht. Retningslinje T-1520 skal luftforurensningssituasjonen vurderes, mens ved boliger som havner inn under rød sone skal avbøtende tiltak være en del av planprosessen. Grenseverdiene i forurensningsforskriften er juridisk gjeldende, og nødvendige tiltak for å overholde disse er derfor påkrevd. Gjennomføring av avbøtende tiltak vil dermed være nødvendig både ved gjennomføring av alternativ 3A og 3B og referansealternativet. Aktuelle tiltak inkluderer utbygging av støyskjerm og særlig høyere støyskjerm langs deler av E6 Omkjøringsvegen, samt tiltak for å redusere støvoppvirvling som gaterengjøring og påføring av saltlake. Fokus for tiltak bør særlig være på områdene på nordsiden av Omkjøringsvegen nærmest den østlige tunnelportalen. Andre mulige tiltak kan være reduksjon av piggdekkbruk, skjermende tiltak ved enkeltboliger og planing av skjermende vegetasjon, og etablering av næringsbebyggelse nærmest vegene som skjerm for boligene innenfor.

Luftkvalitetsmodellering er forbundet med betydelige usikkerheter. Gjennomføring av målinger ved utsatte områder langs de mest trafikkerte vegene kan være nyttig for å kartlegge situasjonen ytterligere og for å verifisere spredningsberegningene. Målinger utført ved Omkjøringsvegen av Statens vegvesen viste langt lavere konsentrasjoner enn beregnede resultater. Ettersom det gjennomføres omfattende gaterenhold og støvdemping langs denne vegstrekningen er dette imidlertid som forventet, og beregnede konsentrasjoner kan derfor ikke sammenlignes direkte med måleresultatene. Det anbefales gjennomføring av luftkvalitetsmålinger særlig i områdene nær tunnelmunningen i nordøst i en periode før, under og etter utbygging.

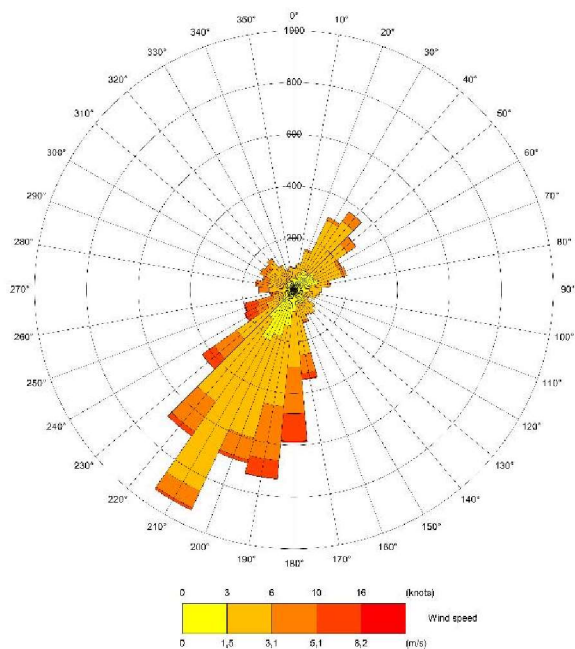
8. REFERANSER

- Cambridge Environmental Research Consultants (CERC). (2019). ADMS-Roads. Hentet ut fra <https://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-Roads-model.html>
- Derwent, R., & Middleton, D. (1992). An empirical function for the ratio NO₂:NO_x. *Clean Air*.
- 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/>
- 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 begrensnig av forurensning (forurensningsforskriften) FOR 2004-06-01. Hentet ut fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/liles?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>
- Miljødirektoratet. (2019). Norske utslipp. Hentet ut fra <http://www.norskeutslipp.no/>
- Miljøverndepartementet. (2012). Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520). Hentet ut fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/3b1e1d20ee364e61ab2949814a9212ca/t-1520.pdf>
- Norsk institutt for bioøkonomi (Nibio). (2019). CORINE Land Cover. Hentet ut fra http://www.skogoglandskap.no/kart/corine_landcover/map_view
- 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. (2019a). Luftkvalitet.info - ModLUFT. Hentet ut fra <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/ModLUFT.aspx>
- Norsk institutt for luftforskning (NILU), Miljødirektoratet, & Statens vegvesen. (2019b). ModLUFT - Luftkvalitet.info. Teori for luftspredning i tunneler. Hentet ut fra http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Kildebidrag/Tunneler/tunnel_apps/tunnel_spredning.aspx
- Ntziachristos, L., & Boulter, P. (2016). 1.A.3.b.vi Road transport: Automobile tyre and brake wear; 1.A.3.b.vii Road transport: Automobile road abrasion. In *European Environment Agency (EEA): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016*.
- Rambøll. (2019). Kommunedelplan Sluppen - Prinsippløsninger for samferdsel. Rapport, datert 2019-02-13.
- 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

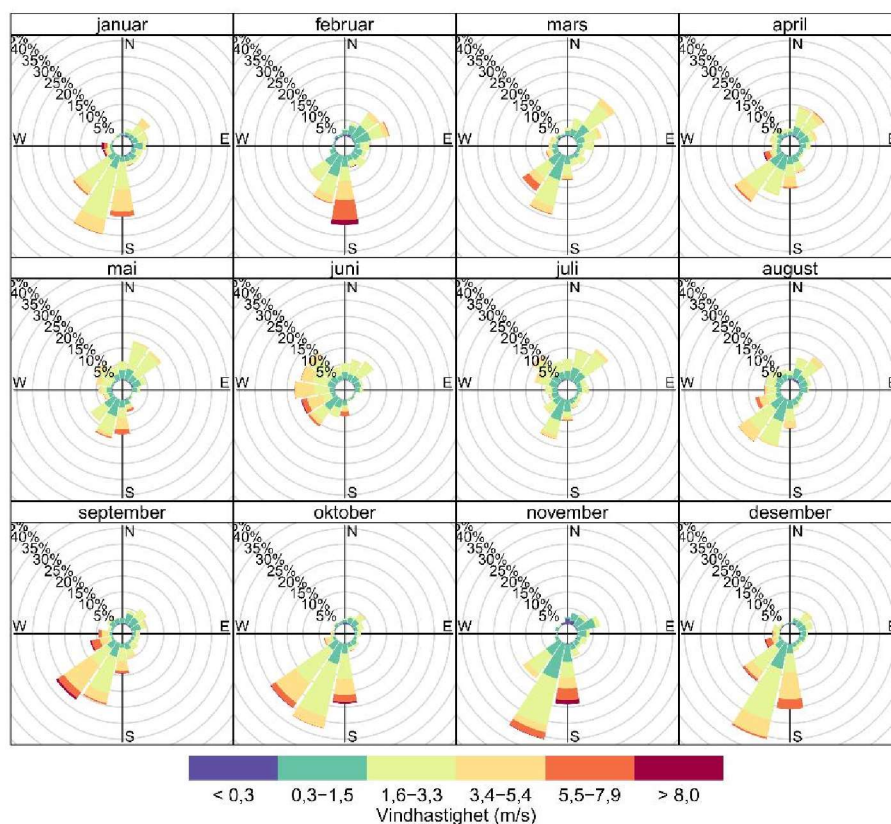
- Sandmo, T. (2016b). *The Norwegian Emission Inventory 2016*. Hentet ut fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/the-norwegian-emission-inventory-2016>
- Statens vegvesen. (2019). Nasjonal vegdatabank (NVDB). Hentet ut fra <http://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Nasjonal+vegdatabank>
- Statens vegvesen, & Vegdirektoratet. (2016). Håndbok N500 Vegtunneler. Hentet ut fra www.vegvesen.no.
- Trondheim kommune. (2018). 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 er det hentet statistikk om vindforhold fra nærmeste meteorologiske stasjon: Trondheim-Voll stasjon, med data for år 2018. Dataene ble hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019). Vindhastigheter og vindretninger for 2018 er vist i Figur V1-1, og for siste tiårsperiode i Figur V1-2.

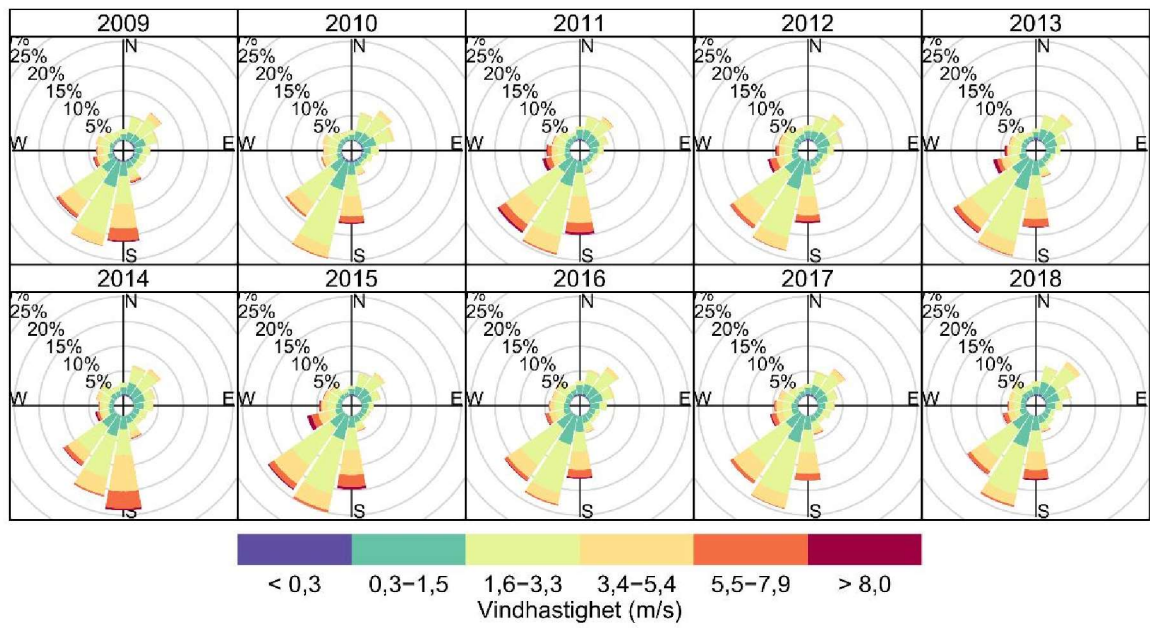


a)



b)

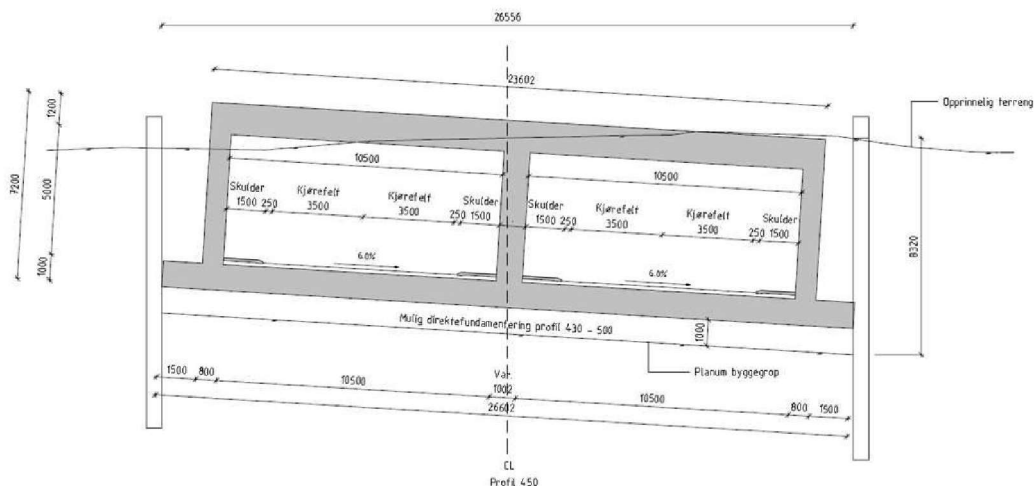
Figur V1-1. Vindroseplott som framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer ved Trondheim-Voll stasjon, for a) år 2018 som helhet, eksportert fra ADMS-modellen, og for b) de ulike månedene i 2018 separat, generert i R. Vinddata hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019), lastet ned 2019-04-15.



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 2019-04-15.

VEDLEGG 2
UTSLIPP FRA VEGTUNNELER

Illustrasjonstegning som viser dimensjoner på planlagte portaler til kulverten langs deler av ny E6-strekning på Sluppen er vist i Figur V2-1.



Figur V2-1. Utdrag fra snittegninger over tunnelportalene til planlagt kulvert langs deler av ny E6 på Sluppen i Trondheim kommune.

Utslipp av komponentene nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) ut fra portalene ble beregnet under antakelse om at skyvekraften fra kjøretøyene drar luften og utslippet fra hele tunnelen langs tunneløpet med trafikkdiringen. Hastigheten til luften som kommer ut ved portalene ble satt til 3,0 m/s. Beregnede utslipp ved hver av portalene ved bruk av oppgitte tall for årsgjennsnitttrafikk (ÅDT) er oppgitt i Tabell V2-1. Utregningseksempel for NO_x er vist i ligning (1) under.

$$\text{Utslipp } \text{NO}_x \text{ tunnel } \left(\frac{\text{g}}{\text{s}} \right) = \text{Utslipp veg} \left(\frac{\text{g}}{\text{km}} \right) \times \text{tunnellengde}(\text{km}) = \frac{0,360}{2} \frac{\text{g}}{\text{km}} \times 0,576 \text{ km} \quad (1)$$

$$= 0,104 \frac{\text{g}}{\text{s}}$$

Tabell V2-1. Tunneldimensjoner og beregnede utslipp av nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) fra tunnelportalene til planlagt kulvert langs deler av ny E6-strekning.

Planalternativ	Tunnellengde (m)	Areal portaler (m^2)	Utslipp per portal (g/s)		
			NO_x	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$
3A			0,098	0,034	0,011
3B	576	52,5	0,090	0,031	0,010

VEDLEGG 3
UTSLIPPSBEREGNINGER FOR VEGER VED PLANOMRÅDET

Kjøretøy slipper ut en rekke luftforurensende stoffer i eksos. For svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) 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 V3-1).

Tabell V3-1. 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	NOx	URB/MW-City/70/Heavy	2.642
HGV	NOx	URB/MW-City/80/Heavy	2.386
HGV	NOx	URB/Trunk-City/50/Heavy	4.047
HGV	NOx	URB/Trunk-City/60/Heavy	3.403
HGV	PM	URB/MW-City/70/Heavy	0.041
HGV	PM	URB/MW-City/80/Heavy	0.040
HGV	PM	URB/Trunk-City/50/Heavy	0.057
HGV	PM	URB/Trunk-City/60/Heavy	0.047
pass. car	NOx	URB/MW-City/70/Heavy	0.446
pass. car	NOx	URB/MW-City/80/Heavy	0.318
pass. car	NOx	URB/Trunk-City/50/Heavy	0.467
pass. car	NOx	URB/Trunk-City/60/Heavy	0.421
pass. car	PM	URB/MW-City/70/Heavy	0.006
pass. car	PM	URB/MW-City/80/Heavy	0.005
pass. car	PM	URB/Trunk-City/50/Heavy	0.007
pass. car	PM	URB/Trunk-City/60/Heavy	0.005

Trafikksituasjonene brukt i uttaket av utslippsfaktorene fra HBEFA (Tabell V3-1) 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 («freelflow»), tett trafikk («heavy»), «mettet» trafikk («saturated») og køkjøring («stop and go»).

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

Figur V3-1. 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 (PM₁₀ og PM_{2,5}) ut fra veier som resultat av dekk-, bremsekloss- og asfaltslitasje, samt ved piggdekkbruk og som resultat av oppvirvling av vegstøv. Tabell V3-2 viser utslippsfaktorer for slitasje av dekk, bremseklosser og asfalt, mens Tabell V3-3 inneholder utslippsfaktorer for asfaltslitasje forårsaket av bruk av piggdekk. Utslipp fra piggdekkbruk er kun inkludert i beregningene for vinterperioden (november-april).

Tabell V3-2. 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 V3-3. 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).

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

Etersom det ikke foreligger data for siltemengder for veier i Norge, ble standardfaktorer for dette fra AP 42 benyttet (Tabell V3-4), 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 V3-4. 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 og PM_{2,5}) for de aktuelle veistrekningene er vist i Tabell V3-5. Figur V3-2, V3-3 og V3-4 viser trafikkmengder langs hovedvegstrekingene ved planområdet for henholdsvis referansealternativet og planalternativ 3A og 3B.

Tabell V3-5. Beregnede utslipp av svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) og nitrogenoksider (NO_x), oppgitt i gram per kilometer per sekund (g/km/s) fra vegene ved planområdet på Sluppen i Trondheim kommune for de tre utredningsalternativene for prognosesituasjonen (år 2030): Planalternativ 3A og 3B, og referansealternativet., ved bruk av utslippsfaktorer fra Tabell V3-1, V3-2 og V3-3 og på bakgrunn av trafikkszenario, trafikkmengde, fartsgrense og andel tungtrafikk og piggdekk. Svevestøvutslippene er differensiert i sommer (15. april-31. oktober)- og vinterperiodeutslipp (1. november-15. april).

Vegstrekning	ÅDT	Andel tungtrafikk	Fartsgrenser (km/t)	NO _x	PM10*					PM2,5*						
					Eksos	Dekk-slitasje	Bremseklossslitasje	Piggdekk-slitasje**	Oppvirvling	Totalt	Eksos	Dekk-slitasje	Bremseklossslitasje	Piggdekk-slitasje**	Oppvirvling	Totalt
Referanse																
E6 sør	42200	11 %	80	0.266	0.0043	0.0025	0.0043	0.034	0.070	0.115	0.0043	0.0005	0.0043	0.011	0.017	0.037
E6 tunnel	36700	11 %	80	0.292	0.0042	0.0022	0.0038	0.030	0.061	0.101	0.0042	0.0004	0.0038	0.010	0.015	0.033
E6 øst Omkj.v.	43100	11 %	70	0.343	0.0049	0.0026	0.0044	0.035	0.071	0.118	0.0049	0.0005	0.0044	0.012	0.017	0.039
Sluppenveien midt	13000	10 %	50	0.124	0.0018	0.0007	0.0013	0.011	0.039	0.053	0.0018	0.0001	0.0013	0.004	0.009	0.016
Sluppenveien midt 2	7380	10 %	50	0.070	0.0010	0.0004	0.0007	0.006	0.022	0.030	0.0010	0.0001	0.0007	0.002	0.005	0.009
Sluppenveien øst 1	5910	10 %	50	0.056	0.0008	0.0003	0.0006	0.005	0.018	0.024	0.0008	0.0001	0.0006	0.002	0.004	0.007
Sluppenveien øst 2	5910	10 %	50	0.056	0.0008	0.0003	0.0006	0.005	0.018	0.024	0.0008	0.0001	0.0006	0.002	0.004	0.007
Tempeveien	15900	12 %	50	0.165	0.0024	0.0010	0.0017	0.013	0.039	0.057	0.0024	0.0002	0.0017	0.004	0.009	0.018
Tempeveien-Holtermannsveien	15900	12 %	50	0.165	0.0024	0.0010	0.0017	0.013	0.039	0.057	0.0024	0.0002	0.0017	0.004	0.009	0.018
Holtermannsveien midt	15700	12 %	60	0.142	0.0018	0.0010	0.0017	0.013	0.051	0.068	0.0018	0.0002	0.0017	0.004	0.012	0.020
Holtermannsveien nord	12800	12 %	60	0.115	0.0015	0.0008	0.0014	0.010	0.041	0.055	0.0015	0.0002	0.0014	0.003	0.010	0.016
Valøyveien	9590	6 %	50	0.076	0.0011	0.0005	0.0008	0.008	0.024	0.034	0.0011	0.0001	0.0008	0.003	0.006	0.010
Sorgenfriveien nord	8480	6 %	50	0.067	0.0010	0.0004	0.0007	0.007	0.021	0.030	0.0010	0.0001	0.0007	0.002	0.005	0.009
Sorgenfriveien sør	8930	6 %	50	0.070	0.0010	0.0005	0.0008	0.007	0.022	0.031	0.0010	0.0001	0.0008	0.002	0.005	0.010
Bratsbergveien nord	6560	8 %	50	0.057	0.0008	0.0004	0.0006	0.005	0.018	0.025	0.0008	0.0001	0.0006	0.002	0.004	0.008
Bratsbergveien midt 1	15000	8 %	50	0.131	0.0019	0.0008	0.0014	0.012	0.041	0.057	0.0019	0.0002	0.0014	0.004	0.010	0.017
Bratsbergveien midt 2	15800	8 %	50	0.138	0.0020	0.0009	0.0015	0.013	0.043	0.060	0.0020	0.0002	0.0015	0.004	0.010	0.018
Bratsbergveien sør	10100	8 %	50	0.088	0.0013	0.0005	0.0009	0.008	0.027	0.038	0.0013	0.0001	0.0009	0.003	0.007	0.012
Bro ny	27000	7 %	50	0.224	0.0033	0.0014	0.0024	0.022	0.073	0.102	0.0033	0.0003	0.0024	0.007	0.018	0.031
Alt. 3A																
E6 sør	28400	11 %	80	0.179	0.0029	0.0017	0.0029	0.023	0.047	0.078	0.0029	0.0003	0.0029	0.008	0.011	0.025
E6 tunnel	42600	11 %	80	0.339	0.0049	0.0025	0.0044	0.035	0.070	0.117	0.0049	0.0005	0.0044	0.012	0.017	0.038

VURDERING AV LOKAL LUFTKVALITET

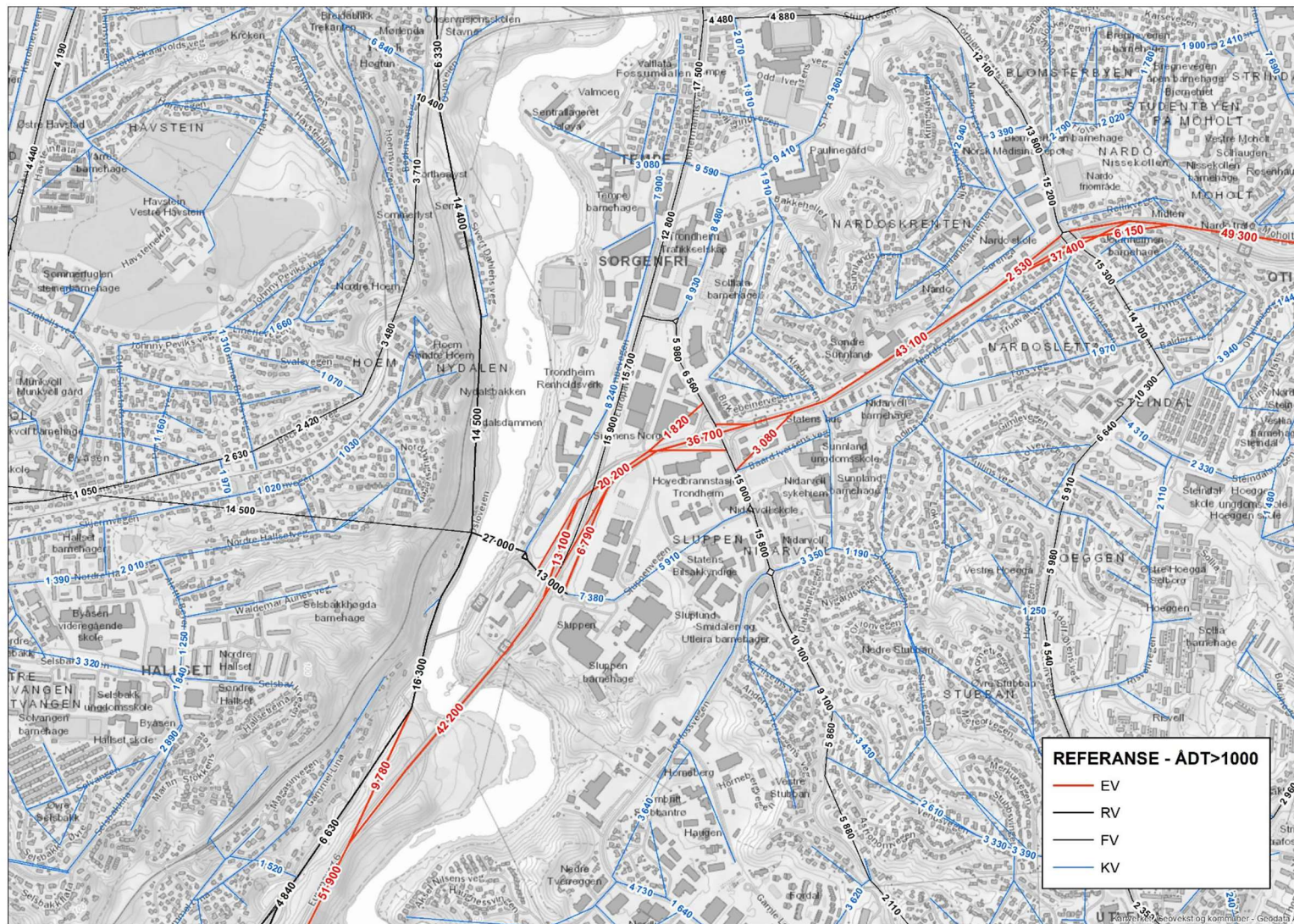
E6 øst Omkj.v.	50500	11 %	70	0.402	0.0058	0.0030	0.0052	0.041	0.084	0.139	0.0058	0.0006	0.0052	0.014	0.020	0.045
Sluppenveien midt	17500	14 %	50	0.196	0.0028	0.0011	0.0020	0.014	0.052	0.072	0.0028	0.0002	0.0020	0.005	0.013	0.022
Sluppenveien midt 2	11400	14 %	50	0.128	0.0018	0.0007	0.0013	0.009	0.034	0.047	0.0018	0.0001	0.0013	0.003	0.008	0.015
Sluppenveien øst 1	9980	10 %	50	0.095	0.0014	0.0006	0.0010	0.008	0.030	0.041	0.0014	0.0001	0.0010	0.003	0.007	0.012
Sluppenveien øst 2	10700	10 %	50	0.102	0.0015	0.0006	0.0011	0.009	0.032	0.044	0.0015	0.0001	0.0011	0.003	0.008	0.013
Tempeveien	18700	12 %	50	0.194	0.0028	0.0011	0.0020	0.015	0.046	0.067	0.0028	0.0002	0.0020	0.005	0.011	0.021
Tempeveien- Holtermannsveien	18700	12 %	50	0.194	0.0028	0.0011	0.0020	0.015	0.046	0.067	0.0028	0.0002	0.0020	0.005	0.011	0.021
Holtermannsveien midt	18700	12 %	60	0.169	0.0022	0.0011	0.0020	0.015	0.061	0.081	0.0022	0.0002	0.0020	0.005	0.015	0.024
Holtermannsveien nord	16100	12 %	60	0.145	0.0019	0.0010	0.0017	0.013	0.052	0.070	0.0019	0.0002	0.0017	0.004	0.013	0.021
Valøyveien	6600	6 %	50	0.052	0.0008	0.0003	0.0006	0.005	0.016	0.023	0.0008	0.0001	0.0006	0.002	0.004	0.007
Sorgenfriveien nord	7850	6 %	50	0.062	0.0009	0.0004	0.0007	0.006	0.019	0.028	0.0009	0.0001	0.0007	0.002	0.005	0.008
Sorgenfriveien sør	8850	6 %	50	0.070	0.0010	0.0004	0.0008	0.007	0.022	0.031	0.0010	0.0001	0.0008	0.002	0.005	0.010
Holtermannsveien- Sorgenfriveien	2620	6 %	50	0.021	0.0003	0.0001	0.0002	0.002	0.006	0.009	0.0003	0.0000	0.0002	0.001	0.002	0.003
Bratsbergveien nord	7210	8 %	50	0.063	0.0009	0.0004	0.0007	0.006	0.020	0.027	0.0009	0.0001	0.0007	0.002	0.005	0.008
Bratsbergveien midt	10500	8 %	50	0.092	0.0013	0.0006	0.0010	0.009	0.029	0.040	0.0013	0.0001	0.0010	0.003	0.007	0.012
Bratsbergveien sør	7660	8 %	50	0.067	0.0010	0.0004	0.0007	0.006	0.021	0.029	0.0010	0.0001	0.0007	0.002	0.005	0.009
Sluppenveien- Leirfossvegen	16900	8 %	50	0.147	0.0022	0.0009	0.0016	0.014	0.046	0.064	0.0022	0.0002	0.0016	0.005	0.011	0.020
Bro ny	42500	7 %	50	0.353	0.0052	0.0022	0.0039	0.035	0.116	0.161	0.0052	0.0004	0.0039	0.012	0.028	0.049
Alt. 3B																
E6 sør	40500	11 %	80	0.256	0.0041	0.0024	0.0042	0.033	0.067	0.111	0.0041	0.0005	0.0042	0.011	0.016	0.036
E6 tunnel	39300	11 %	70	0.313	0.0045	0.0023	0.0040	0.032	0.065	0.108	0.0045	0.0005	0.0040	0.011	0.016	0.035
E6 øst Omkj.v.	47200	11 %	70	0.376	0.0054	0.0028	0.0049	0.038	0.078	0.129	0.0054	0.0006	0.0049	0.013	0.019	0.042
Sluppenveien midt	17300	14 %	50	0.194	0.0028	0.0011	0.0019	0.014	0.052	0.071	0.0028	0.0002	0.0019	0.005	0.012	0.022
Sluppenveien midt 2	11300	14 %	50	0.127	0.0018	0.0007	0.0013	0.009	0.034	0.047	0.0018	0.0001	0.0013	0.003	0.008	0.014
Sluppenveien øst 1	9790	10 %	50	0.093	0.0014	0.0006	0.0010	0.008	0.029	0.040	0.0014	0.0001	0.0010	0.003	0.007	0.012
Sluppenveien øst 2	10300	10 %	50	0.098	0.0014	0.0006	0.0010	0.008	0.031	0.042	0.0014	0.0001	0.0010	0.003	0.007	0.013
Tempeveien	7970	12 %	50	0.083	0.0012	0.0005	0.0008	0.006	0.020	0.029	0.0012	0.0001	0.0008	0.002	0.005	0.009
Holtermannsvegen sør	15300	12 %	70	0.126	0.0018	0.0009	0.0016	0.012	0.050	0.066	0.0018	0.0002	0.0016	0.004	0.012	0.020

VURDERING AV LOKAL LUFTKVALITET

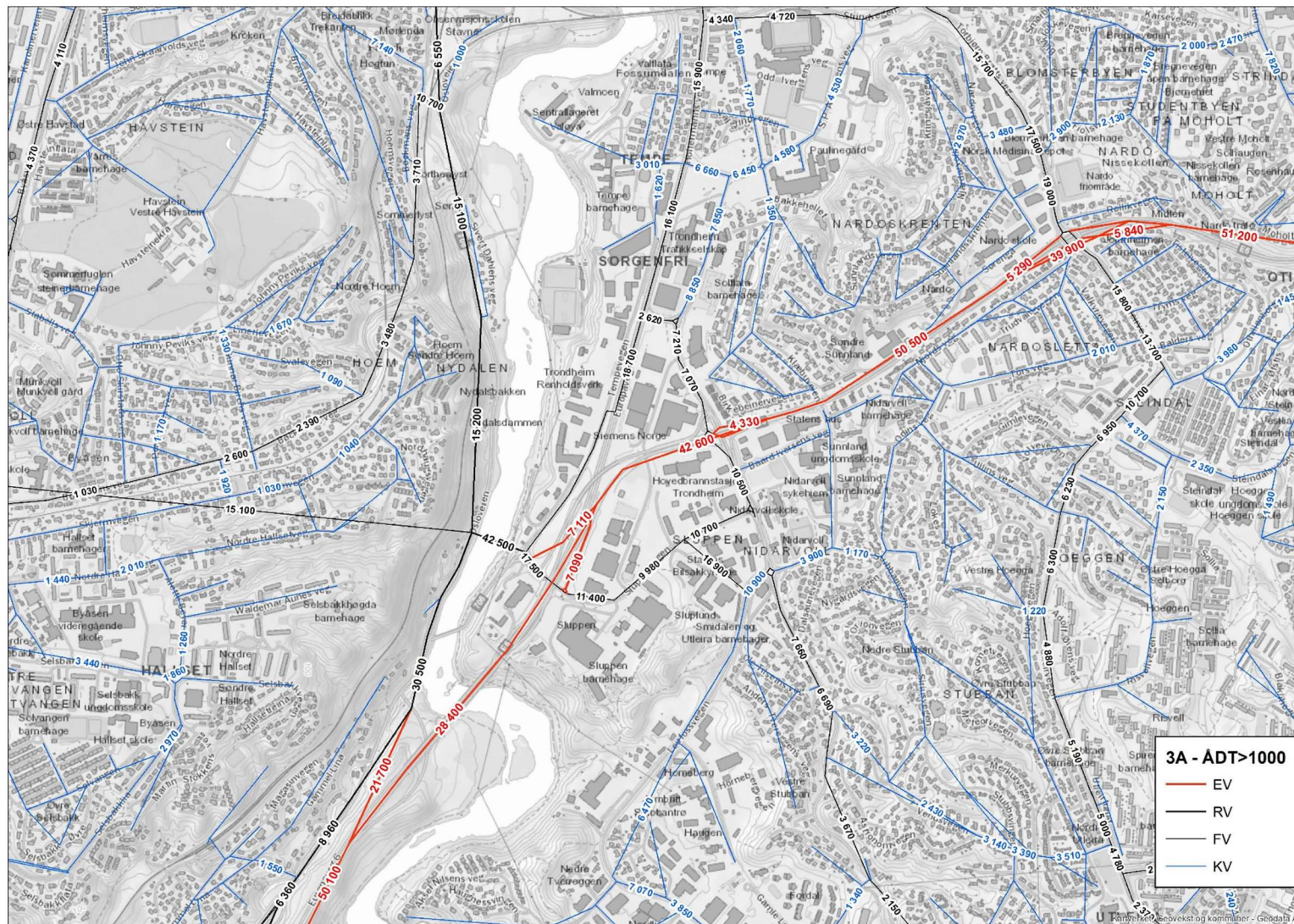
Holtermannsveien midt	23000	12 %	60	0.207	0.0027	0.0014	0.0024	0.019	0.075	0.100	0.0027	0.0003	0.0024	0.006	0.018	0.030
Holtermannsveien nord	19300	12 %	60	0.174	0.0022	0.0012	0.0020	0.016	0.063	0.084	0.0022	0.0002	0.0020	0.005	0.015	0.025
Valøyveien	8120	6 %	50	0.064	0.0009	0.0004	0.0007	0.007	0.020	0.029	0.0009	0.0001	0.0007	0.002	0.005	0.009
Sorgenfriveien nord	8850	6 %	50	0.070	0.0010	0.0004	0.0008	0.007	0.022	0.031	0.0010	0.0001	0.0008	0.002	0.005	0.010
Sorgenfriveien sør	9870	6 %	50	0.078	0.0011	0.0005	0.0009	0.008	0.024	0.035	0.0011	0.0001	0.0009	0.003	0.006	0.011
Bratsbergveien nord	7000	8 %	50	0.061	0.0009	0.0004	0.0007	0.006	0.019	0.027	0.0009	0.0001	0.0007	0.002	0.005	0.008
Bratsbergveien midt	10300	8 %	50	0.090	0.0013	0.0006	0.0010	0.008	0.028	0.039	0.0013	0.0001	0.0010	0.003	0.007	0.012
Bratsbergveien sør	7650	8 %	50	0.067	0.0010	0.0004	0.0007	0.006	0.021	0.029	0.0010	0.0001	0.0007	0.002	0.005	0.009
Sluppenveien- Leirfossvegen	16900	8 %	50	0.147	0.0022	0.0009	0.0016	0.014	0.046	0.064	0.0022	0.0002	0.0016	0.005	0.011	0.020
Bro ny	31500	7 %	50	0.262	0.0038	0.0016	0.0029	0.026	0.043	0.077	0.0038	0.0003	0.0029	0.009	0.011	0.026

*Oppgitte svevestøvutslipp for vegene er for vinterperioden (november-april). Utslippene for sommerperioden er på 45 % av vinterutslippene.

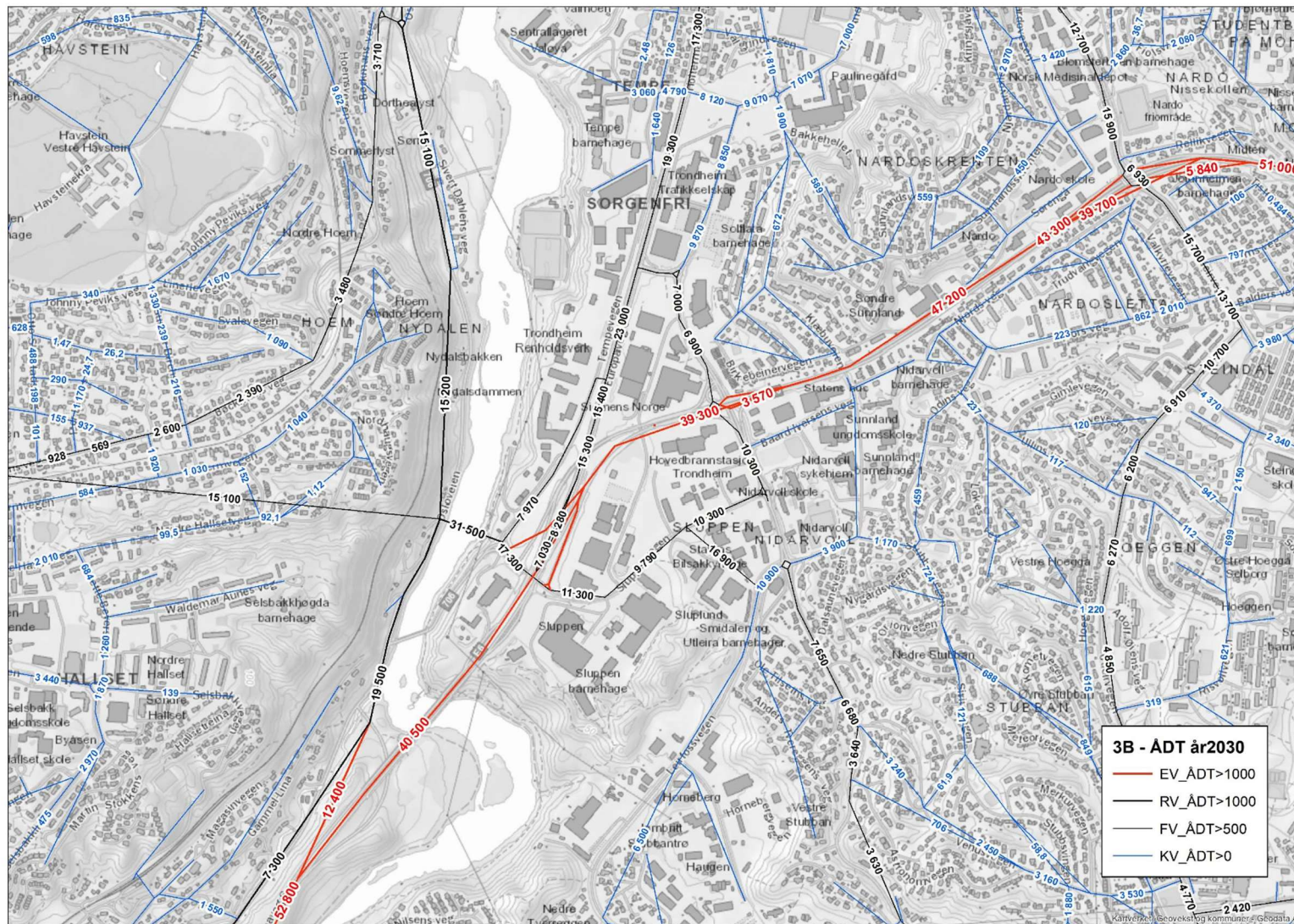
**Beregnet med piggedekandel = 27 %



Figur V3-2. Trafikkmengder for vegene i Sluppen-området i Trondheim kommune, framskrevet til år 2030 for referansealternativet. Trafikkmodellering er utført i forbindelse med trafikkutredning som utarbeides som del av KDP Sluppen fase 2-prosjektet.



Figur V3-3. Trafikkmengder for vegene i Sluppen-området i Trondheim kommune, framskrevet til år 2030 for planalternativ 3A. Trafikkmodellering er utført i forbindelse med trafikkutredning som utarbeides som del av KDP Sluppen fase 2-prosjektet.



Figur V3-4. Trafikkmengder for vegene i Sluppen-området i Trondheim kommune, framskrevet til år 2030 for planalternativ 3B. Trafikkmodellering er utført i forbindelse med trafikkutredning som utarbeides som del av KDP Sluppen fase 2-prosjektet.

VEDLEGG 4 SPREDNINGSBEREGNINGER OG SPREDNINGSKART

For å vurdere spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet i områdene ved Sluppen i Trondheim er det beregnet spredning av nitrogendioksid (NO_2) og svevestøv (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) i området. Spredningsberegningene ble foretatt med modellen ADMS Roads.

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 2-3 meter høyde, for de to planalternativene 3A og 3B, og for referansealternativet.

Oversikt over type spredningskart i Vedlegg 4, som er laget for hvert av de tre utredningsalternativene:

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

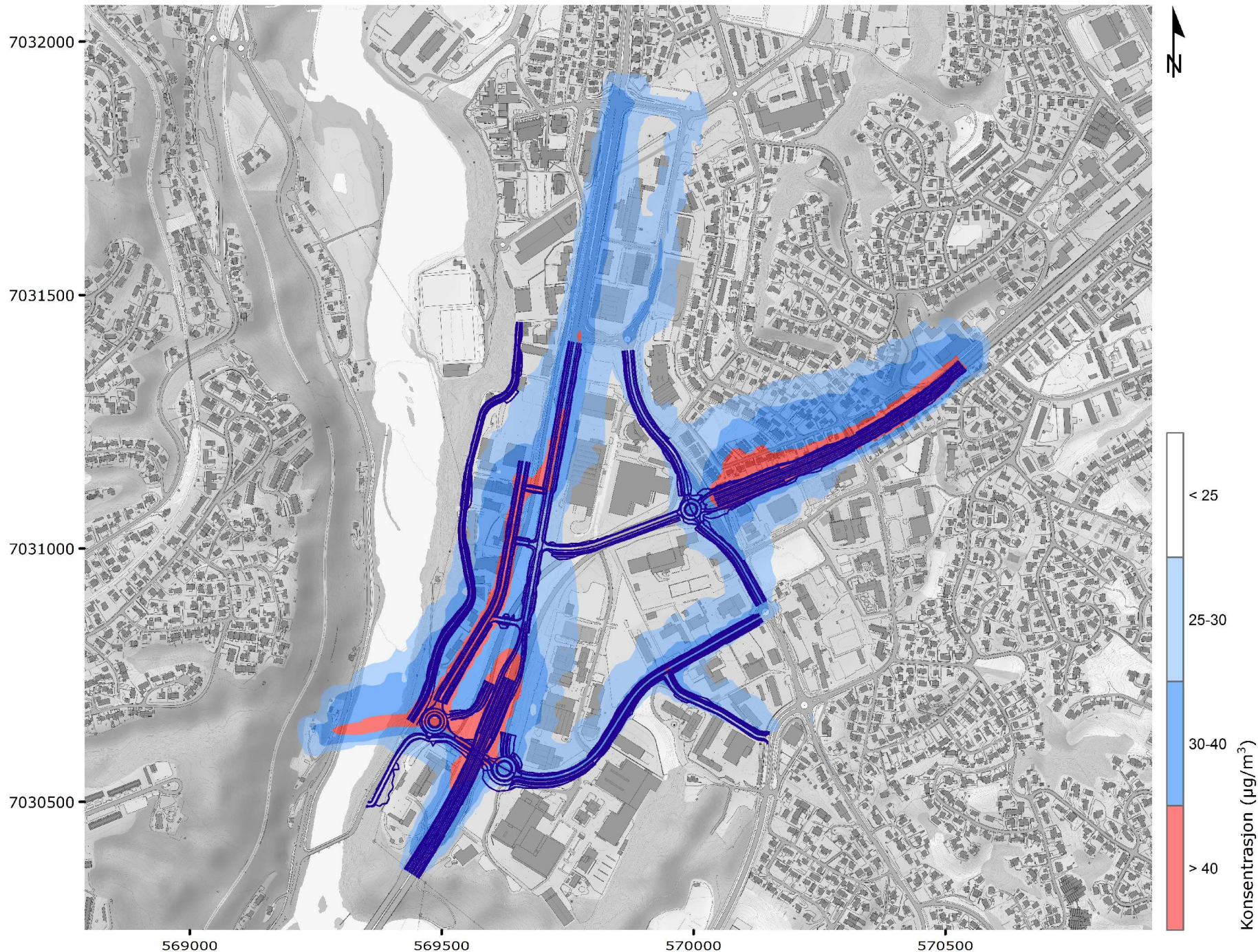
PM_{10} årsmiddel - forurensningsforskriften

$\text{PM}_{2,5}$ årsmiddel - forurensningsforskriften

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

Alternativ 3A

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

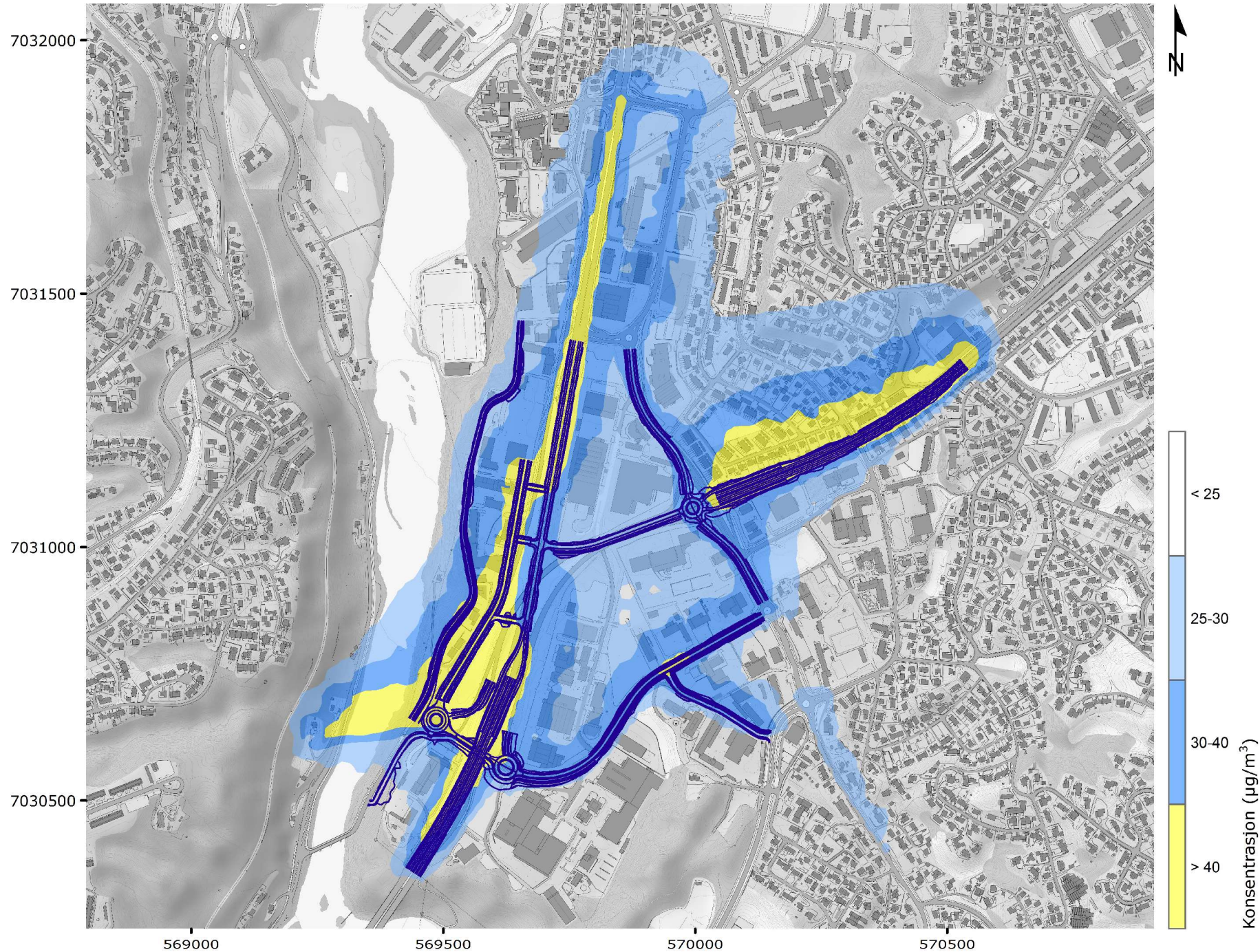
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

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

Alternativ 3A

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

Nitrogendioksid (NO₂) 19. høyeste timemiddel; forurensningsforskriften

Alternativ 3A

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

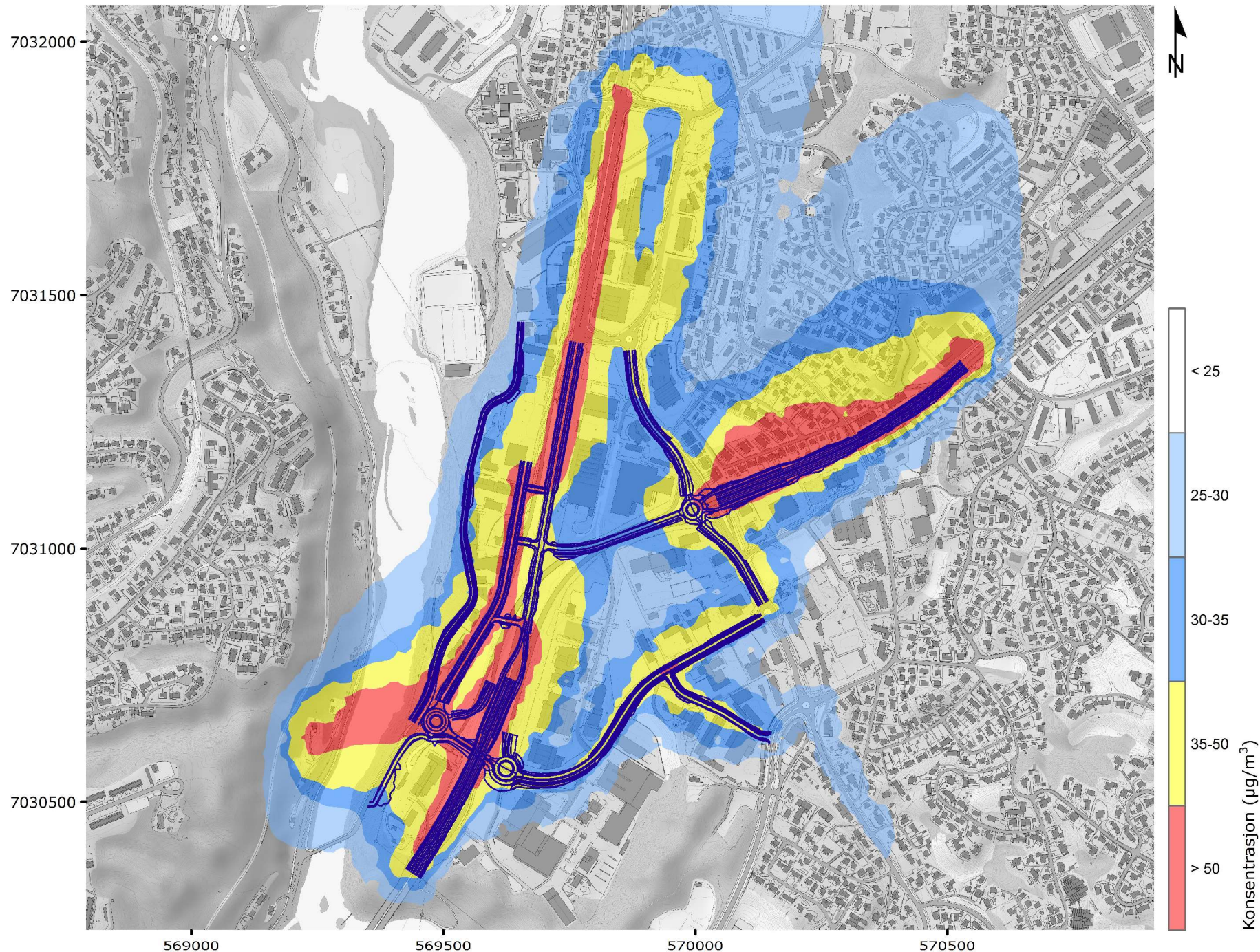
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

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

Alternativ 3A

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350032420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

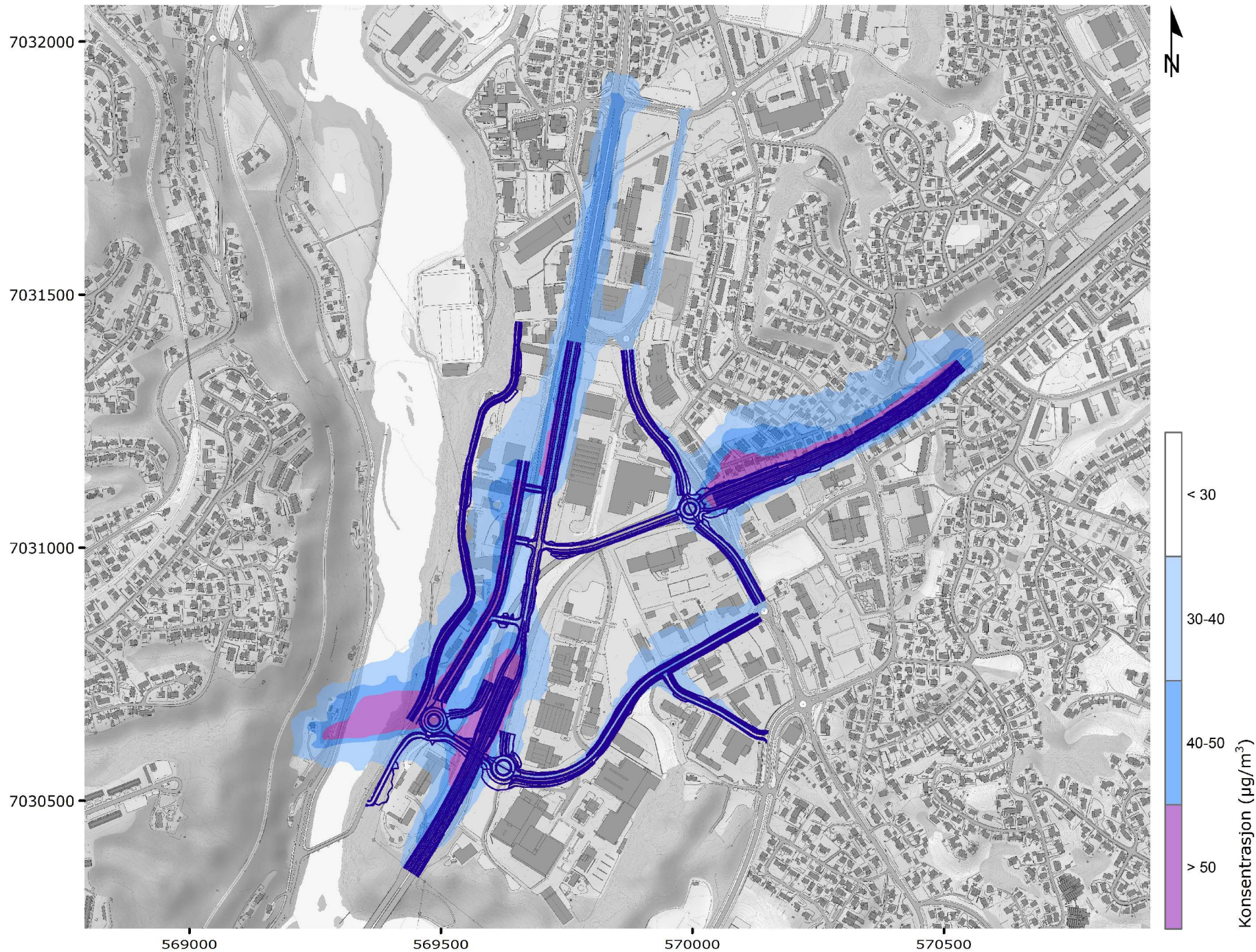
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) 31. høyeste døgnmiddel; forurensningsforskriften

Alternativ 3A

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350032420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

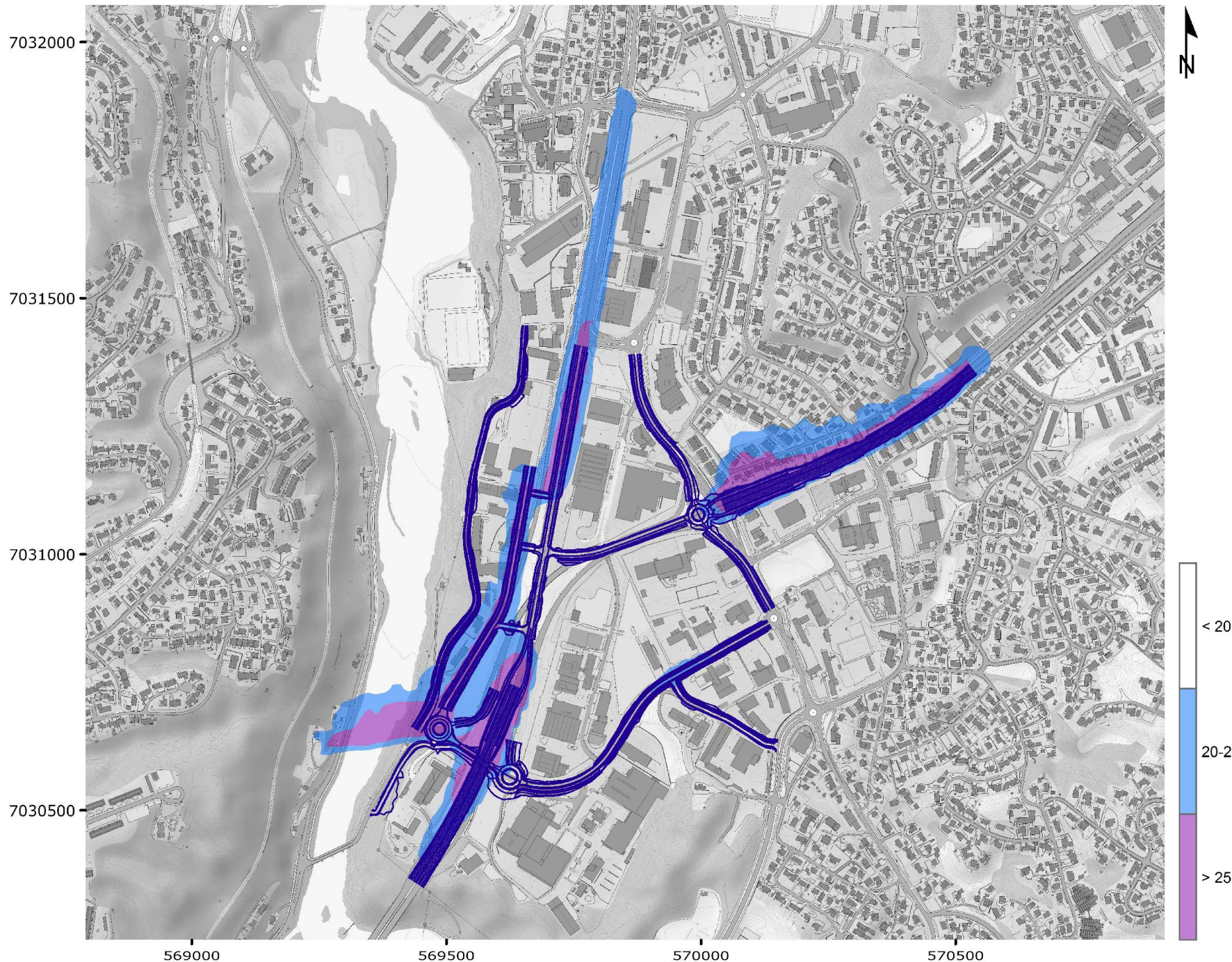
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) årsmiddel; forurensningsforskriften

Alternativ 3A

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

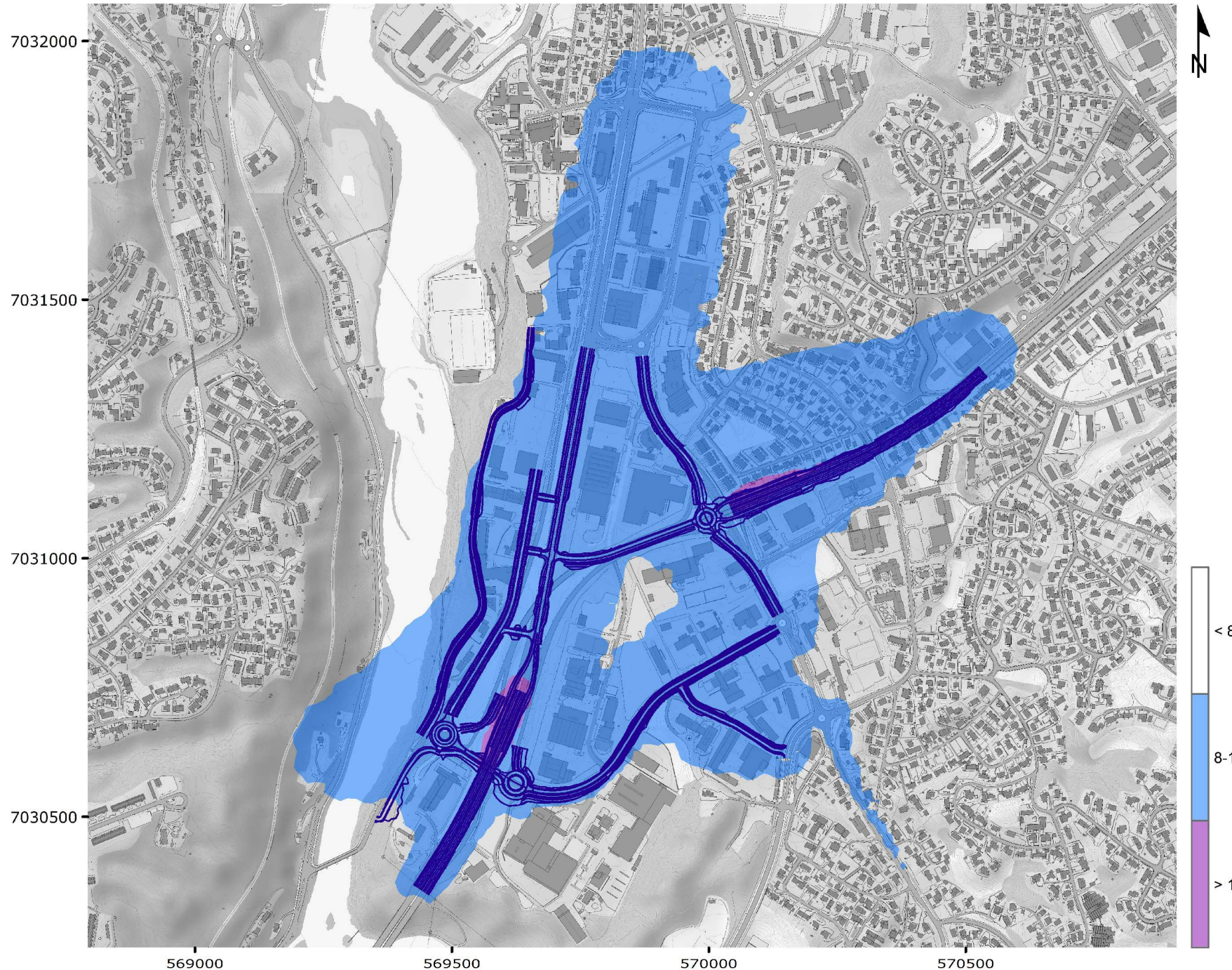
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

Svevestøv (PM_{2,5}) årsmiddel; forurensningsforskriften

Alternativ 3A

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

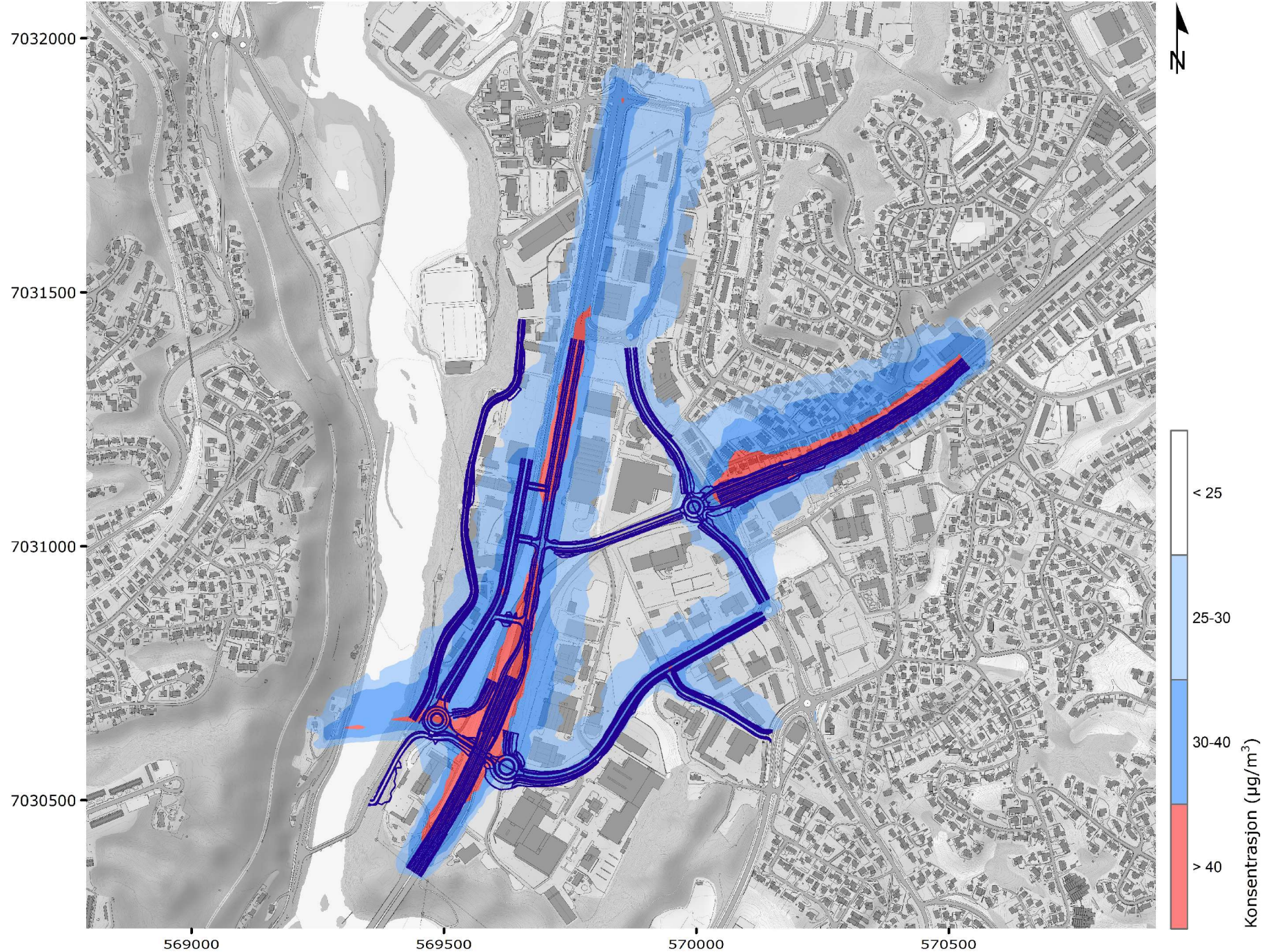
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

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

Alternativ 3B

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

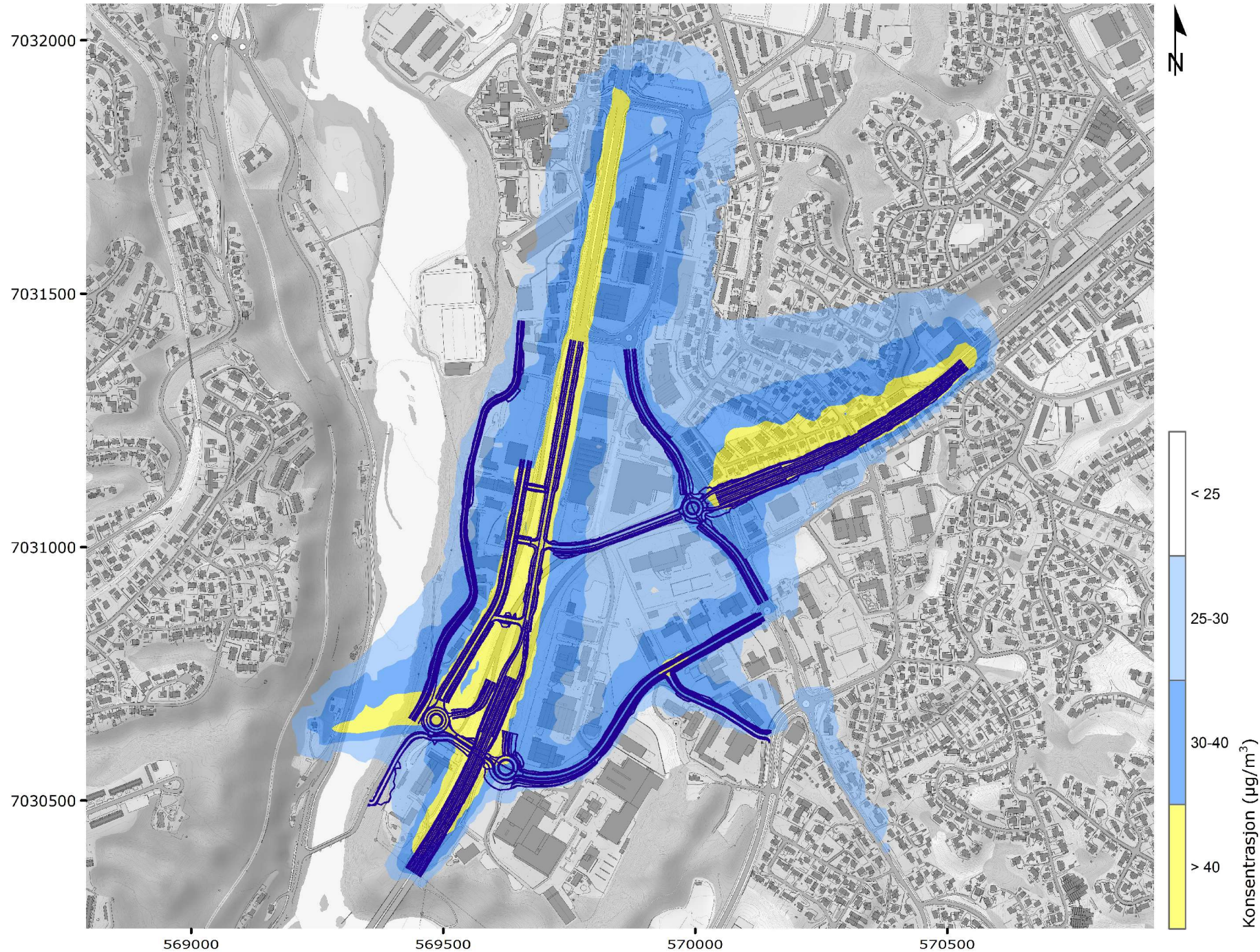
Dato:
2019-06-07

RAMBOLL

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

Alternativ 3B

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2019-06-07

RAMBOLL

Nitrogendioksid (NO₂) 19. høyeste timemiddel; forurensningsforskriften

Alternativ 3B

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

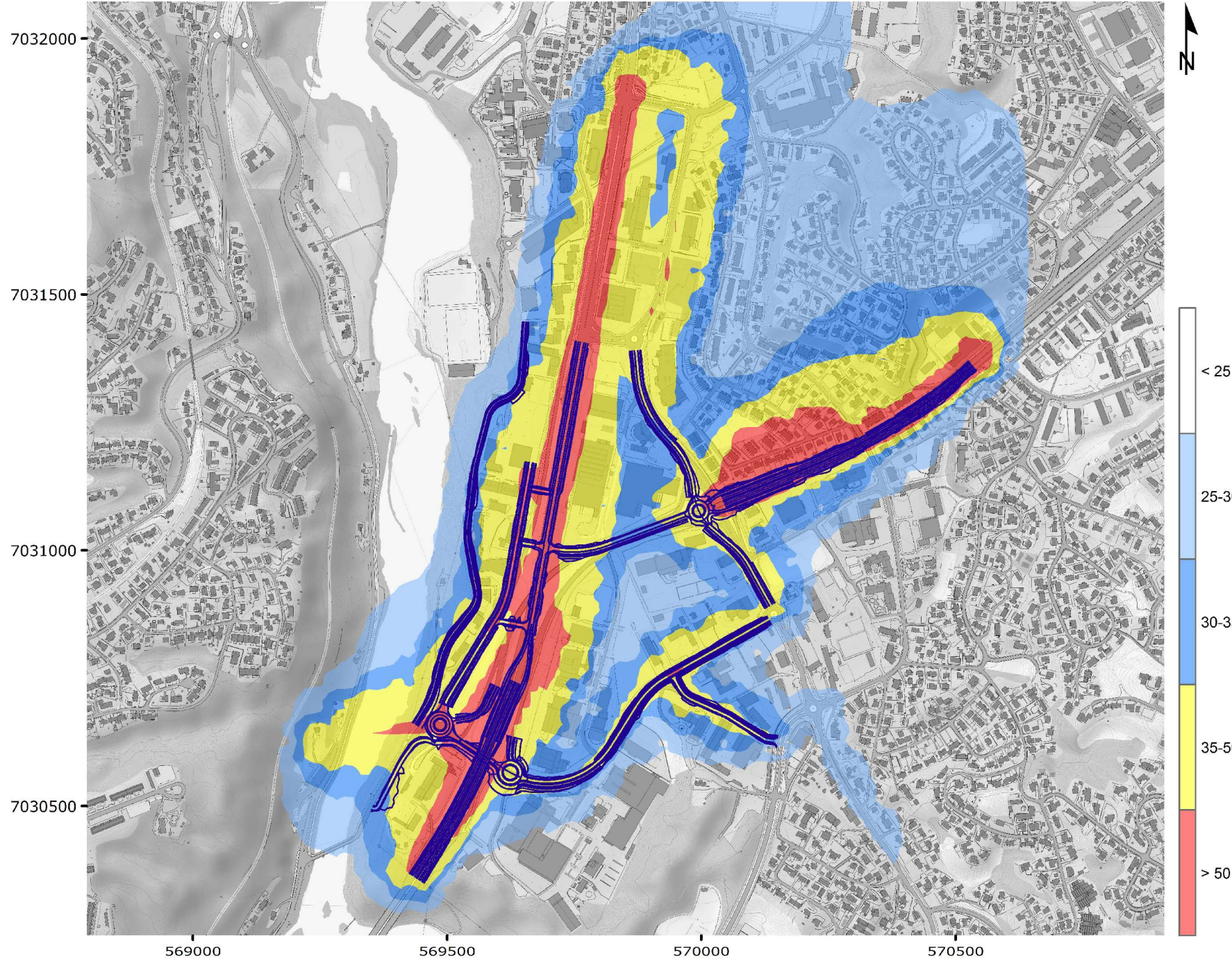
Dato:
2019-06-07

RAMBOLL

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

Alternativ 3B

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350032420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

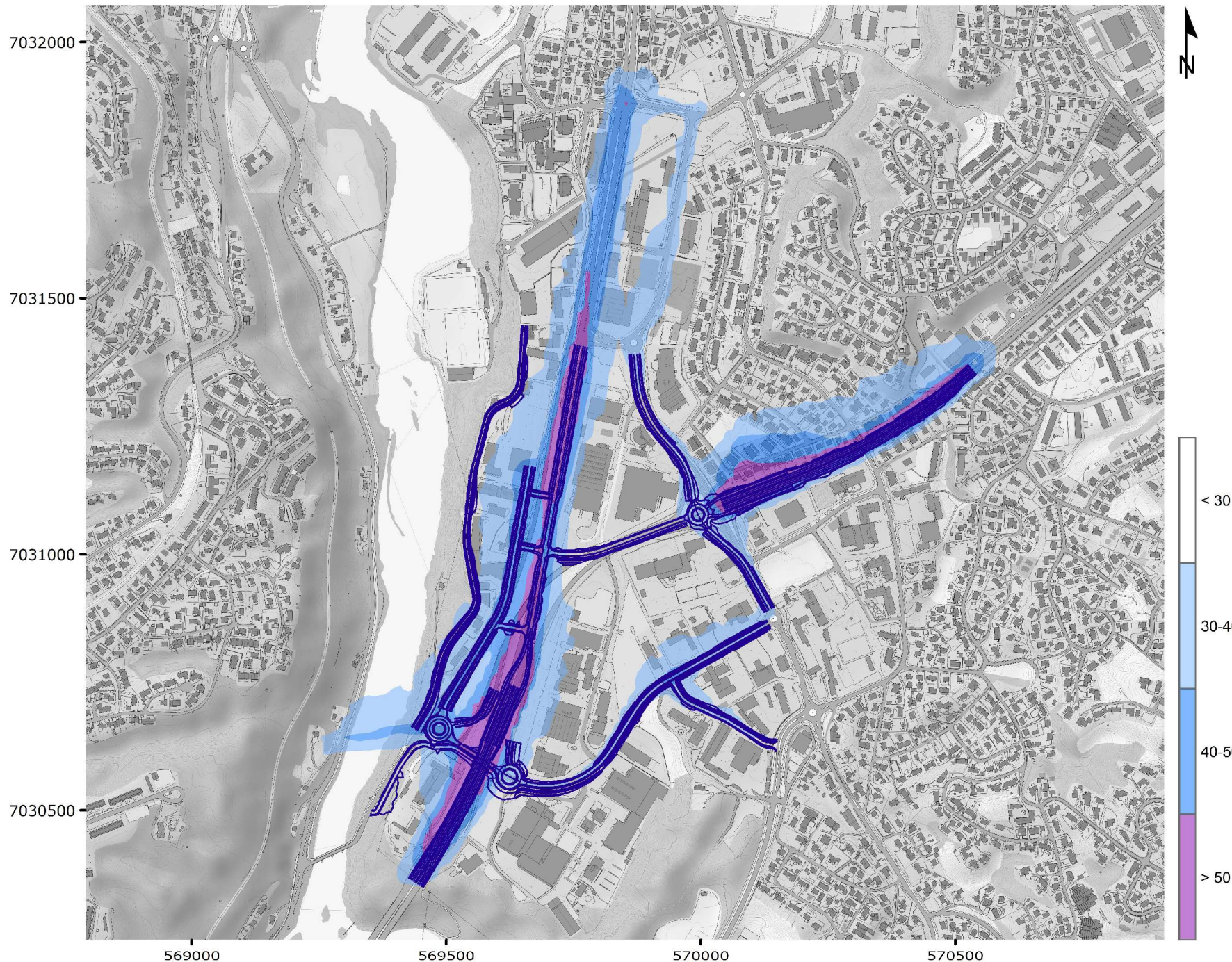
Dato:
2019-11-07

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) 31. høyeste døgnmiddel; forurensningsforskriften

Alternativ 3B

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350032420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

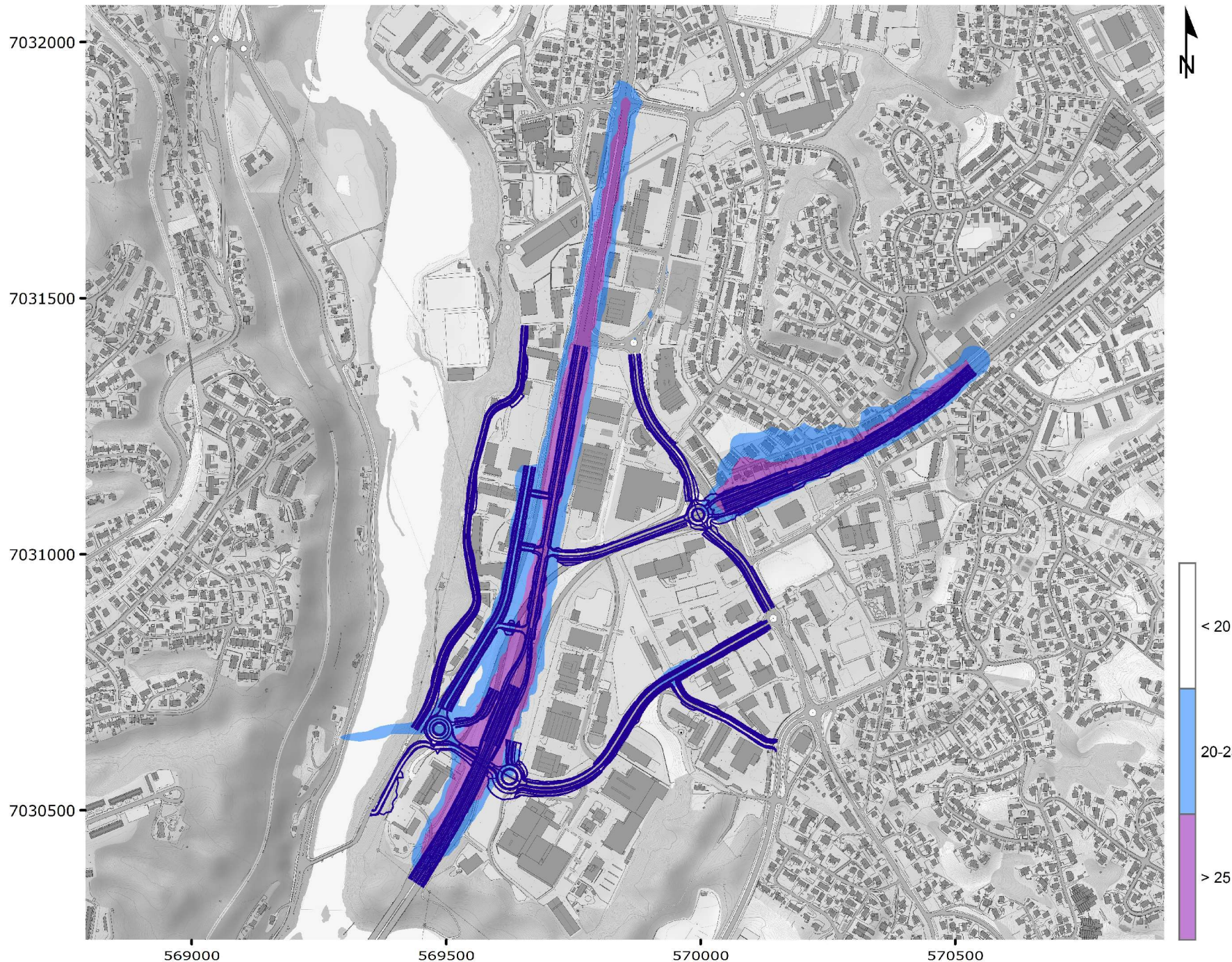
Dato:
2019-11-07

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) årsmiddel; forurensningsforskriften

Alternativ 3B

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWE

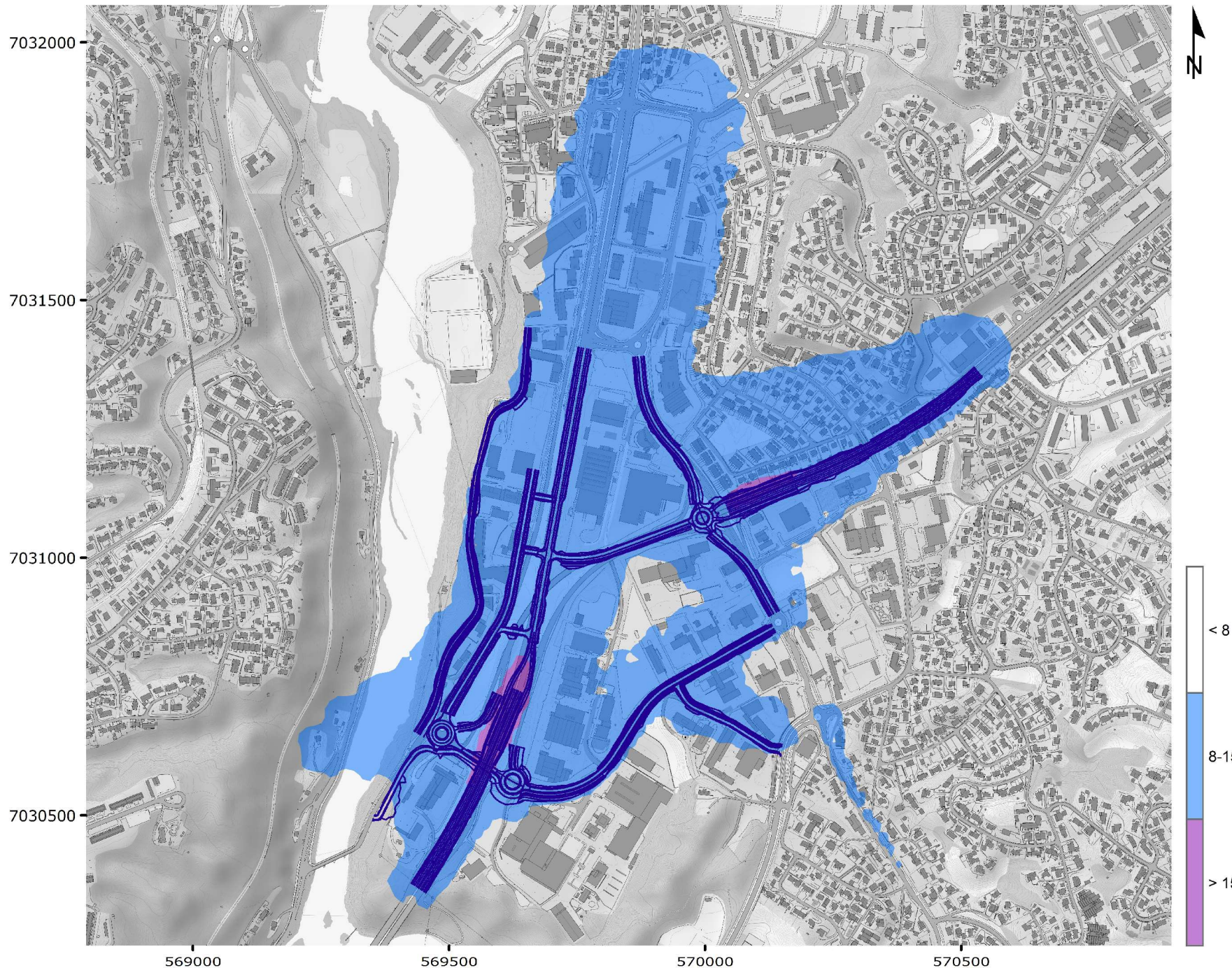
Dato:
2019-11-07

RAMBOLL

Svevestøv (PM_{2,5}) årsmiddel; forurensningsforskriften

Alternativ 3B

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2019-11-07



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

Referansealternativet

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

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

Referansealternativet

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

Nitrogendioksid (NO₂) 19. høyeste timemiddel; forurensningsforskriften

Referansealternativet

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

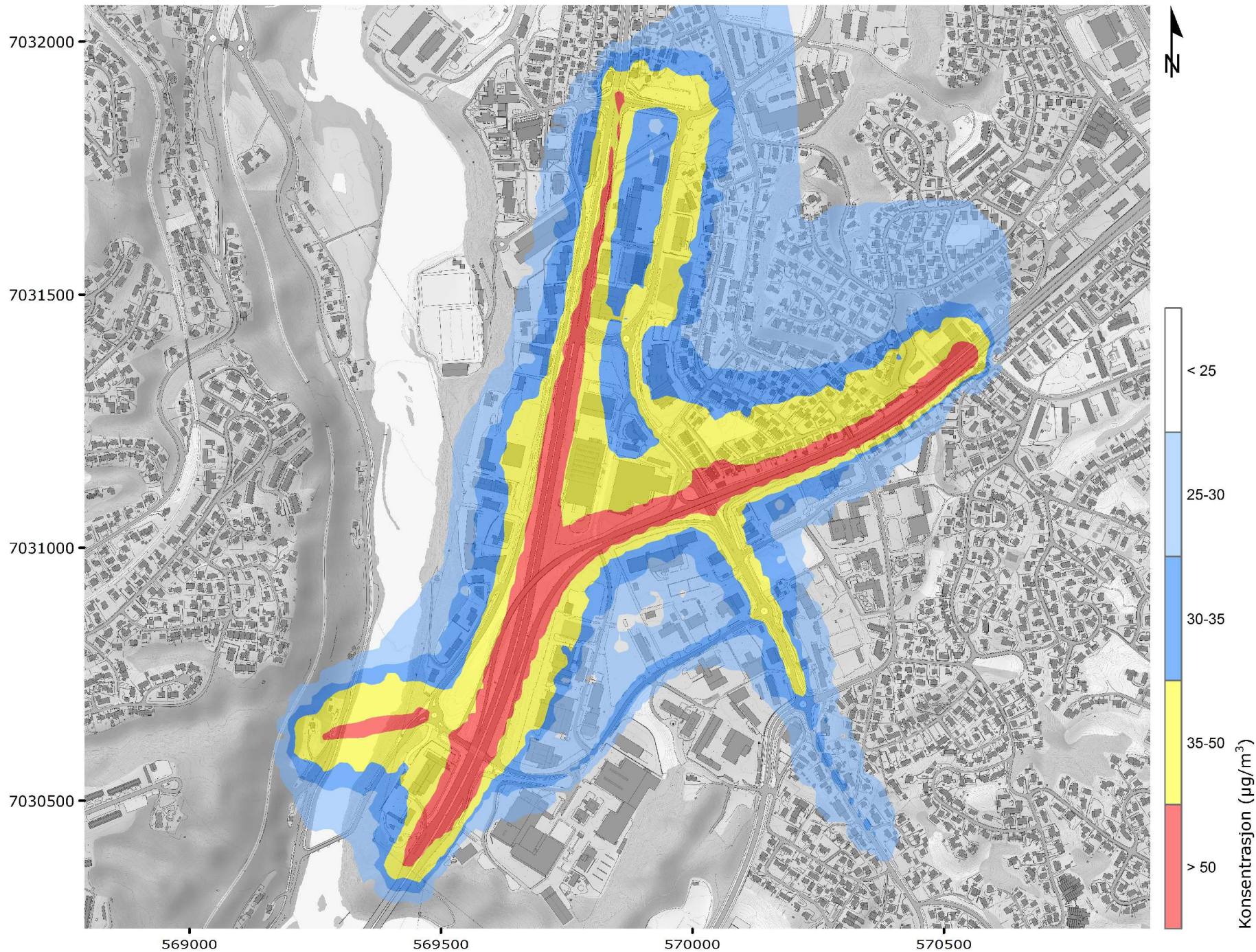
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

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

Referansealternativet

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350032420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

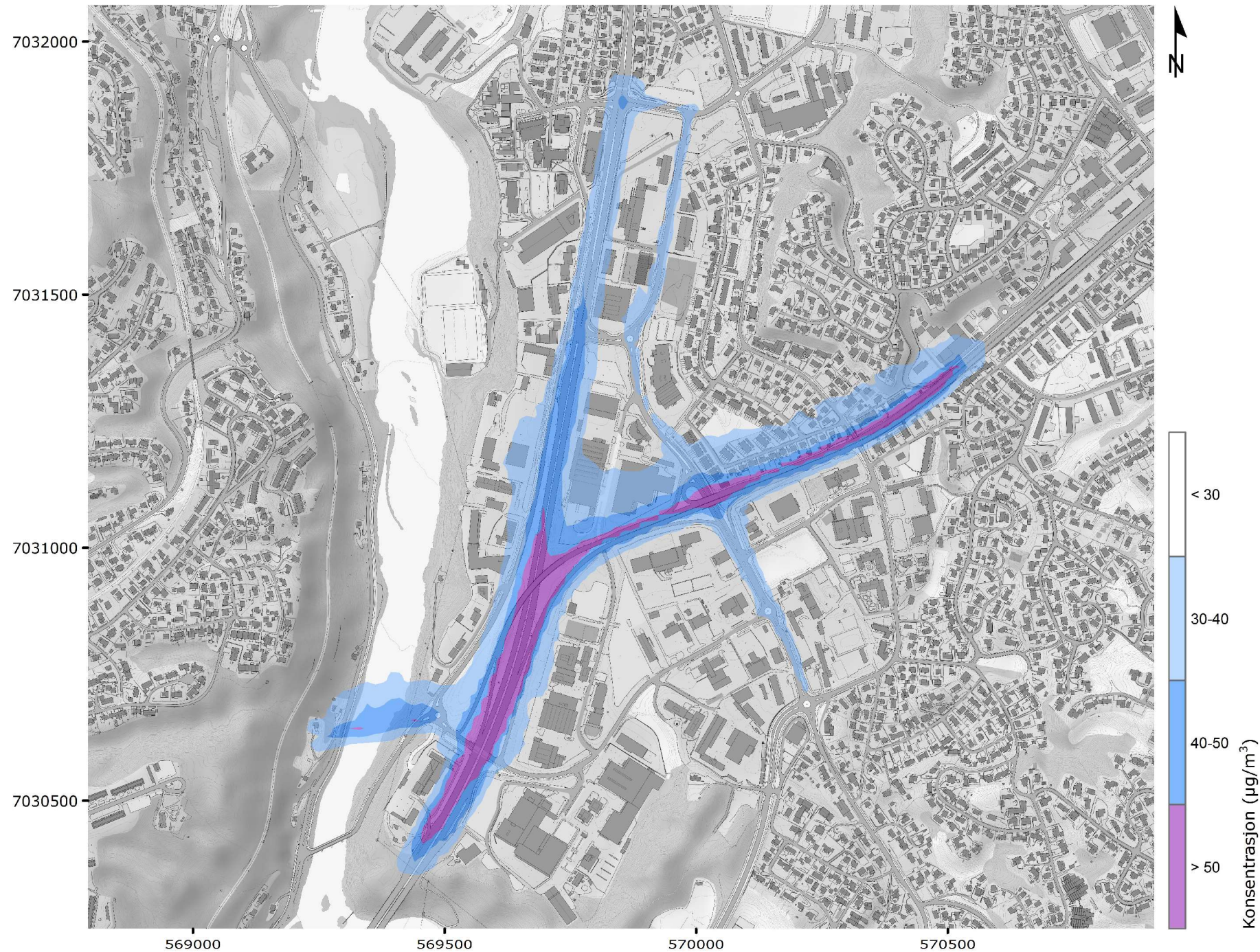
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) 31. høyeste døgnmiddel; forurensningsforskriften

Referansealternativet

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350032420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

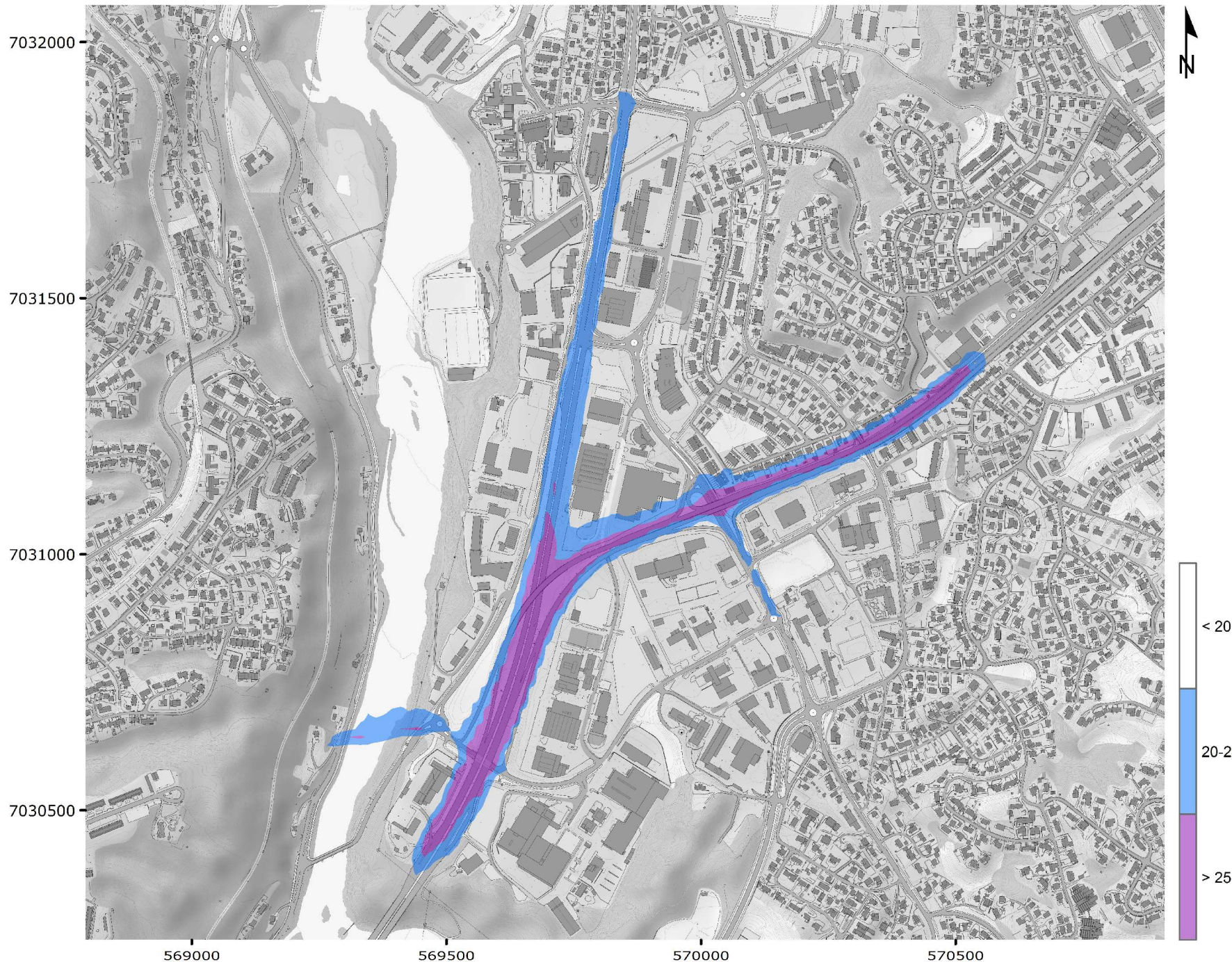
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

Svevestøv (PM₁₀) årsmiddel; forurensningsforskriften

Referansealternativet

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

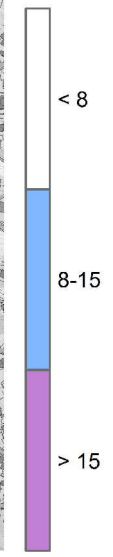
Dato:
2019-06-05

RAMBOLL

Svevestøv (PM_{2,5}) årsmiddel; forurensningsforskriften

Referansealternativet

Beregningshøyde: 2,5 m



Prosjektnr.:
1350033420

Prosjektnavn:
KDP Sluppen fase 2

Oppdragsgiver:
Statens vegvesen
Region midt

Utarbeidet av:
HAWÉ

Dato:
2019-06-24

