

Statens vegvesen

► **Vurdering av lokal luftkvalitet**
E16/E39 Arna – Vågsbotn - Klauvaneset

Oppdragsnr.: 5194575 Dokumentnr.: 07 Versjon: 06J Dato: 2020-06-15



Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Lilli Mjelde
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Hans Petter Duun
Fagansvarlig: Katrine Bakke
Andre nøkkelpersoner: Sebastian Röstberg

06J	2020-06-15	Sluttrapport	SEBROE	KJB	ATFOT	HPD
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Tverrfaglig ktr	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av rådgiver som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører rådgiver. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Forord

Denne rapporten er utarbeidet som del av grunnlaget for arbeidet med kommunedelplan med konsekvensutredning for E16/E39 på strekningen Arna-Vågsbotn-Klauvaneset i Bergen kommune.

Statens vegvesen har bedt om konsulentbistand til å utføre utredninger av noen deltema i prosjektet. Dette gjelder blant annet analyse av luftkvaliteten i planområdet og for aktuelle vegkorridorer. Utredning av luftforurensning er gjort i tråd med planprogram fastsatt av Bergen kommune.

Katrine Bakke har vært fagansvarlig for analysen, og beregningene er utført av Sebastian Röstberg som også har utarbeidet rapporten. Oppdragsleder fra Norconsult er Hans Petter Duun. Hos Statens vegvesen har Lilli Mjelde vært prosjektleder og kontaktperson.

Bergen
15.06.2020

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	8
1.1	Planområdet og avgrensing av vurderte alternativ	8
1.2	Planområdet og alternativer	9
1.2.1	<i>Dagens situasjon</i>	9
1.2.2	<i>Nullalternativet</i>	10
1.2.3	<i>Alternativ S1a-N1</i>	10
1.2.4	<i>Alternativ S5-N2a</i>	10
1.2.5	<i>Tunnelmunninger</i>	11
2	Luftforurensning og grenseverdier	12
3	Metode	13
3.1	Metode etter V712 og retningslinje T-1520	13
3.2	Modellering – AERMOD	14
3.3	Datagrunnlag og metode for modellering av luftforurensning	14
3.3.1	<i>Trafikksituasjonen for planområdet</i>	14
3.3.2	<i>Topografi</i>	15
3.3.3	<i>Meteorologi og lokalklimasituasjon for planområdet</i>	16
3.3.4	<i>Utslippsfaktorer og bakgrunnskonsentrasjoner</i>	18
3.3.5	<i>Usikkerheter og sammenligning med målinger</i>	18
3.4	Målestasjoner og tidligere utredninger av luftforurensning i området	18
3.5	Utredningsomfang	19
3.6	Spesielle forhold for inversjonsberegninger	19
4	Resultater	20
4.1	Luftforurensning langs veglinjer i dagen	20
4.2	Luftforurensningskostnader	23
4.3	Tunneler	24
5	Luftforurensning i anleggsperioden	26
6	Konklusjon	27
	Referanser	28
	Vedlegg 1 – Luftforurensningskart	29
	Nullalternativ	29
	S1a-N1	38
	S5-N2a	47
	Vedlegg 2 – Modellering rundt tunnelmunninger	56
	Vedlegg 3 – Luftforurensningssoner PM₁₀ og NO₂	69
	Vedlegg 4 – Trafikktall	75

Sammendrag

Norconsult er engasjert av Statens vegvesen for å utrede lokal luftkvalitet i forbindelse med planlegging av ny E16/E39 i området Blindheim-Haugland-Gaupås som kan ses i figuren under. Gjennom en silingsprosess av trasé-alternativer er det kommet frem til 17 mulige alternativer med ulike kombinasjoner. I bestilling fra SVV er det kun nullalternativet, alternativet S1a-N1 og S5-N2a som skal inkluderes i konsekvensutredningen for luftkvalitet. På grunn av stort omfang i arbeidet med å modellere for alle traséer, er oppgaven avgrenset av Statens vegvesen til to traséer. Alternativ S1a-N1 ble valgt fordi den var ansett som en av de mer aktuelle alternativer og S5-N2a ble valgt på grunn av at den har korte avstander til boliger.

Metode og forutsetninger

Lokal luftkvalitet er modellert for år 2050. Nullalternativet er sammenlikningsgrunnlaget for analysen av det planlagte tiltaket, og representerer tilstanden i planområdet i 2050, uten ny vei. Luftforurensning fra veitrafikk er modellert for svevestøv (PM₁₀) og nitrogendioksid (NO₂) i henhold til T-1520 Retningslinje for behandling, av luftkvalitet i arealplanlegging og Statens vegvesen sin håndbok V712 (2018). Det er utført modellering for både et år med mange inversjonssituasjoner, og for et år med vanlig observert meteorologi. Det er også viktig å notere at modellerte resultater for inversjonsår trolig er meget uvanlig på grunn av at det er utfordrende å modellere ekstresituasjoner som skjer i korte tidsintervaller.

Resultater

Resultatene viser at det er signifikante forskjeller mellom nullalternativet og alternativ med ny vei.

I et normalår er det først og fremst svevestøv (PM₁₀) som blir problematisk og denne påvirkes ikke i like stor grad av inversjon som NO₂.

Det er sammenlagt flere personer som blir utsatt for gul eller rød luftforurensningssone for nullalternativet sammenlignet med alternativene i et år med normale forhold. Det er like mange som blir utsatt for luftforurensningssoner for alternativ S1a-N1 og S5-N2a, men det er flere som blir utsatt for rød luftforurensningssone i alternativ S1a-N1. Situasjonen for svevestøv er marginalt bedre for nullalternativet sammenlignet med alternativene, men det omvendte gjelder for NO₂.

Under inversjon kan imidlertid utslipp av NO₂ gi større luftforurensninger for alle alternativer. Flest antall personer blir utsatt for luftforurensning med NO₂ i nullalternativet når det er inversjon. Både alternativ S1a-N1 og S5-N2a er bedre enn nullalternativet fordi begge disse vil føre til at færre personer blir utsatt for luftforurensning i røde eller gule luftforurensningssoner når det er inversjon. Alternativ S1a-N1 har færrest personer utsatt for luftforurensning i røde eller gule luftforurensningssoner når det er inversjon.

Resultatene viser at grenseverdiene i forurensningsforskriften og retningslinje T-1520 overskrides i planområdet for både NO₂ og svevestøv (PM₁₀), og at situasjonen kan bli dårligere ved inversjonssituasjoner. En oppsummering av hvor mange personer som blir utsatt for gul og rød luftforurensningssoner er vist i tabellen under. Det er flere barnehager og skoler som blir utsatt for luftkvalitet som er over grenseverdier ved inversjonstilfeller for alle alternativene. Ved normalår er de derimot kun Kida Festtangen barnehage og Haugland skole som blir utsatt.

Antall personer som blir utsatt for rød og gul luftforurensningssone i de ulike veialternativene basert på trafikkprognoser for 2050.

Alternativ	Forhold for år - Normalt eller inversjon	Antall personer utsatt for luftforurensningssone		Forskjell fra nullalternativ	
		Rød	Gul	Rød	Gul
Nullalternativ	Normal	980	2930	-	-
	Inversjon	2850	8790	-	-
S1a-N1	Normal	1790	1810	810	-1120
	Inversjon	2790	3970	-60	-4820
S5-N2a	Normal	1030	2810	50	-120
	Inversjon	2480	7750	-370	-1040

Tunnelmunninger

I forhold til tunneler er det i første rekke tunnelmunningene til de lange tunnelene som bidrar til at relativt store områder rundt tunnelmunningene ligger i rød eller gul luftforurensningssone. Det kan forklares med at forurensninger som oppstår langs hele tunnelløpet vil oppsamles ved tunnelmunningene. Ettersom det er lange tunneler i alternativ S1a-N1 er det også tunnelmunningene som bidrar mye til utstrekningen av luftforurensningssonene til alternativet. En oppsummering av hvor mange personer som blir utsatt for gul og rød luftforurensningssoner er vist i tabellen under.

Antall personer som blir utsatt for rød og gul luftforurensningssone ved de ulike tunnelmunningene for et normalår og basert på trafikkprognoser for 2050.

Tunnel	Antall personer utsatt for luftforurensningssone	
	Rød	Gul
Vikaleitetunnelen	490	270
Spåketunnelen S9	130	190
Spåketunnelen S3	250	210
Hetlebakkatunnelen	0	0
Hetlebakksåtatunnelen	0	0
Blindetunnelen	10	0
Almåstunnelen	340	210
Kvammetunnelen	330	550
Vetentunnelen	890	500
Indre Arna tunnelen	0	0
Ytre Arna tunnelen	0	150
Høgdehaugtunnelen	0	20
Falkangertunnelen	0	40

Mulige tiltak

Bruk av ventilasjonstårn i tunnelene i alternativene kan redusere omfanget av luftforurensning. Dette er ikke aktuelt for nullalternativet, som er dagens veglinje, med relativt korte og få tunneler. Ventilasjonstårn er en mulighet for nye alternativer med lange tunneler som for eksempel alternativ S1a-N1. Mulige avbøtende tiltak mot spredning av svevestøv er å skjerme utsatte områder med vegetasjon og jevnlig renhold av veiene.

Kostnader ved eksponering av luftforurensning

Beregnete kostnader på grunn av personer som blir utsatt for luftforurensning i rød sone med hensyn til PM₁₀ er mye større for alternativ S1a-N1 med total kostnader på ca. 27 millioner, sammenlignet med S5-N2a med total kostnader på ca. 15,5 millioner og nullalternativet med total kostnader på ca. 14,8 millioner. Beregnede skadepkostnader for NO_x er større for nullalternativet der total kostnad per år er ca. 2 millioner sammenlignet med S1a-N1 med total kostnad per år på ca. 1,6 millioner og S5-N2a med total kostnad per år på ca. 1,8 millioner.

Skadepkostnader for alternativene i et normalår basert på PM₁₀ og NO_x (2016-kr) [1].

Alternativ	Korridor	Skadepkostnader mill. NOK		Sum endring fra nullalternativet	
		PM ₁₀	NO _x	PM ₁₀	NO _x
Nullalternativ	N	14,8	2,0	-	-
	S	0		-	
S1a-N1	N	21,4	1,6	6,6	-0,4
	S	5,6		5,6	
S5-N2a	N	14	1,8	-0,8	-0,2
	S	1,5		1,5	

Anleggsfasen

I anleggsfasen vil utslipp til luft, som svevestøv og NO₂, fra anleggsmaskiner og kjøretøy være en kilde til lokal luftforurensning. I tillegg vil anleggsarbeid, som pigging, sprengning, gravearbeid, massehåndtering, og transport på uasfalterte veier, medføre spredning av støv til omgivelsene spesielt i tørre og vindfulle perioder.

Erfaringsmessig bidrar massetransport mye til støvforurensning fra anleggsvirksomhet. Før anleggsarbeidene starter, bør det utarbeides en transportplan for all kjøring til og fra og inne på anleggsområdene. Transportplanen bør inneholde forslag til avbøtende tiltak. Avbøtende tiltak vil være krav til bruk av nyere anleggsmaskiner med lavere utslipp, støvreduserende tiltak som vask av kjøretøy før utkjøring fra anleggsområde på veier med hardt dekke, vanning av anleggsveier, områder og lagringshauger for å hindre støvflukt ved tørt vær, tildekking av masser samt vask og feiing av veier med hardt dekke i nærområdene til anleggsområdene.

Det foreligger lite kunnskap om faktiske konsentrasjonsnivåer fra bygge- og anleggsvirksomhet, men som en veiledning bør timemiddelkonsentrasjonen av PM₁₀ maksimalt ikke overstige 200 µg/m³ på lokaliteter der folk bor eller oppholder seg.

1 Innledning

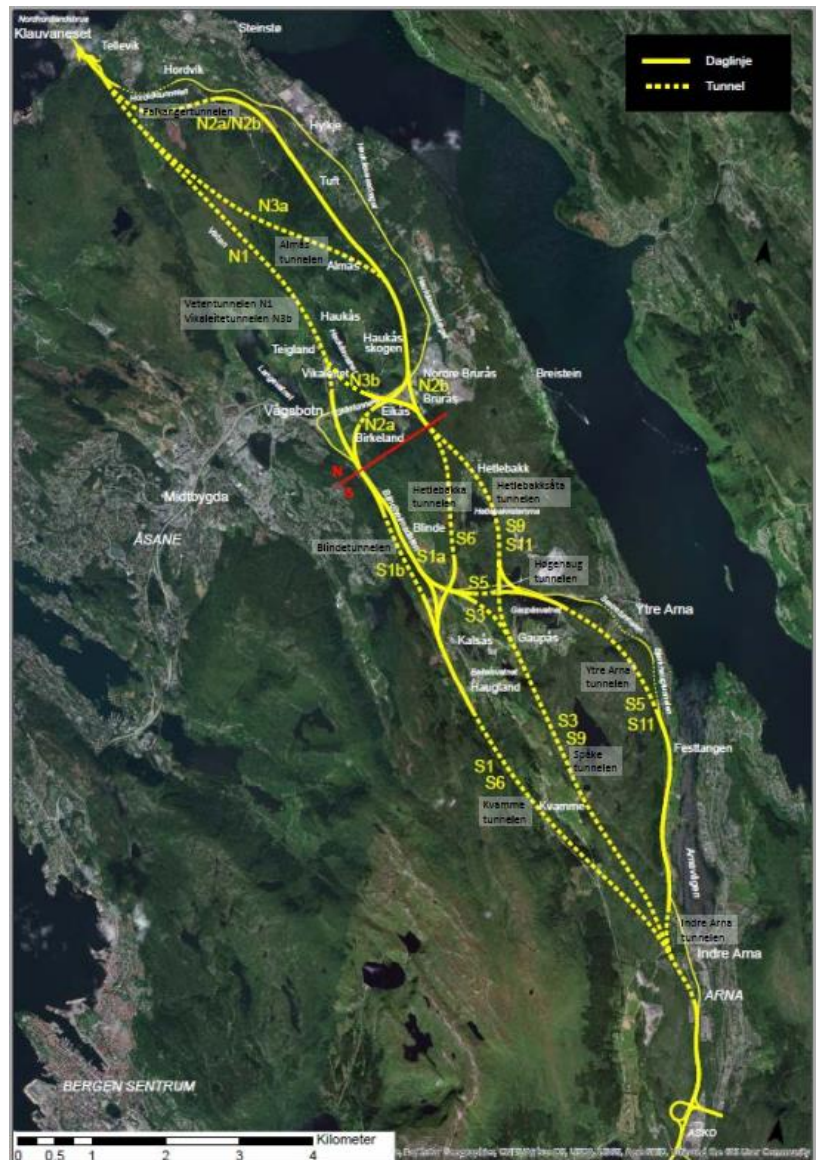
1.1 Planområdet og avgrensing av vurderte alternativ

Norconsult er engasjert av Statens Vegvesen (SVV) til å utføre en konsekvensutredning av lokal luftkvalitet i forbindelse med planlegging av ny E16/E39 i området Blindheim-Haugland-Gaupås. Prosjektet innebærer å utarbeide kommunedelplan (KDP) med konsekvensutredning for vegstrekningene E16 Arna – Vågsbotn og E39 Vågsbotn – Klauvaneset, som beslutningsgrunnlag for valg av trase og prinsipløsninger.

Gjennom en silingsprosess av traséalternativer, er det kommet frem til 17 mulige alternativer med ulike kombinasjoner, som vist på Figur 1. Som bestilt av SVV inkluderer det utredning av luftkvalitet i nullalternativet, alternativ S1a-N1, alternativ S5-N2a, samt tunnelportaler. Utredningen gjelder for en fremskrevet situasjon i 2050.

Nullalternativet er sammenlikningsgrunnlaget for konsekvensanalysen, og representerer tilstanden i planområdet i 2050, uten gjennomføring av det planlagte veiltaket. I tillegg er alternativene S1a-N1 og S5-N2a vurdert. For alle alternativene, inkludert nullalternativet, er det blitt sett på inversjonssituasjon i tillegg til vanlig observert meteorologi.

Luftforurensning fra veitrafikk er modellert for svevestøv (PM_{10}) og nitrogendioksid (NO_2) i henhold til T-1520 Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging og SVVs håndbok V712 [1, 2].



Figur 1. Alternative vegtraséer i planprogrammet

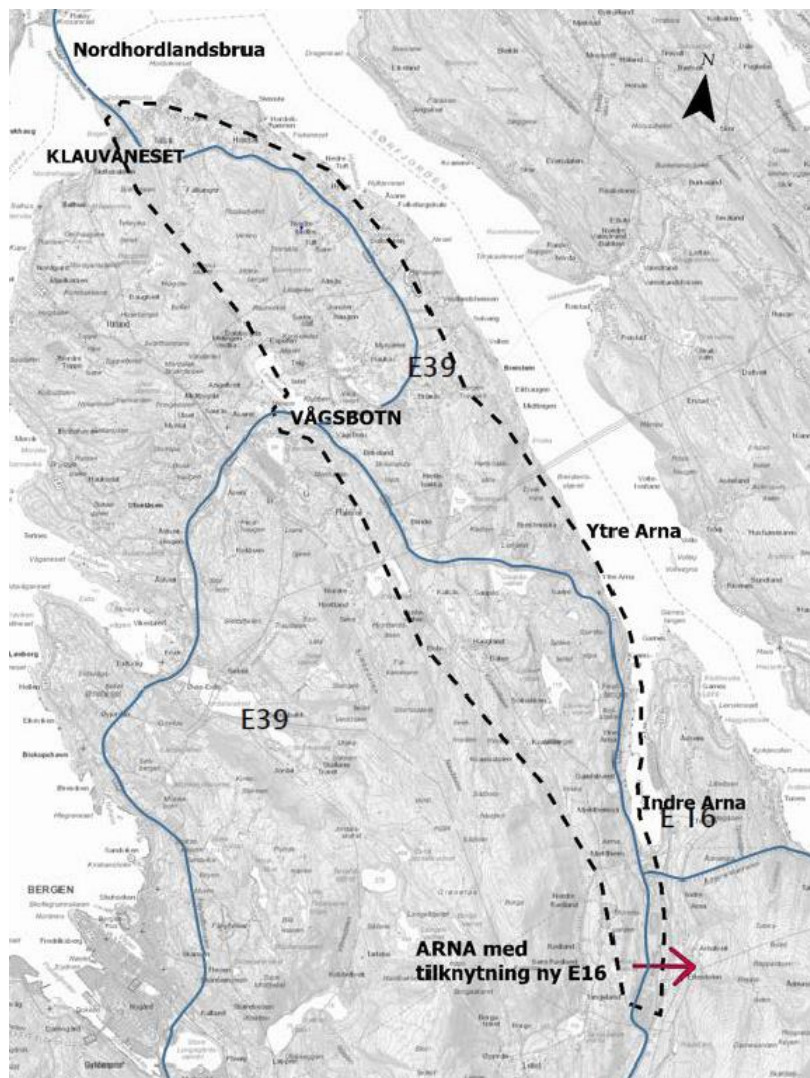
1.2 Planområdet og alternativer

1.2.1 Dagens situasjon

Planområdet strekker seg fra Arnadalen i tilknytningspunkt med ny E16 i sør, til Nordhordlandsbrua med tilknytningspunkt i dagens kryssområde i Klauvaneset i nord (Figur 2). Planområdet omfatter store deler av Arna bydel vest for Arnadalen og Arnavågen, og østre del av Åsane bydel. Lengde på dagens E16/E39 er totalt ca. 20 km.

Store deler av planområdet er i dag landbruk, natur- og friluftsområde med ulike bruks- og verneinteresser knyttet til jord- og skogbruksdrift, natur- og kulturmiljø og friluftsliv. Deler av dagens vegnett inkludert E16 mellom Arna og Vågsbotn, går gjennom disse områdene.

Nord for Vågsbotn danner dagens E39 et skille mellom tettere utbygde områder med boliger og næringsvirksomhet og mer spredtbygde områder.



Figur 2. Planområdet vist med stiptet linje. Eksisterende hovedvegssystem merket med blå linje (Planprogram, SVV).

1.2.2 Nullalternativet

Nullalternativet er sammenlikningsgrunnlaget for konsekvensanalysen, og representerer tilstanden på planområdet i 2050, uten gjennomføring av det planlagte veiltaket. Trafikken vil da gå langs eksisterende E16 og E39. E16 går langs Arnavågen fra Indre Arne til Ytre Arna, gjennom et område med litt bebyggelse mellom vei og vann, samt forbi Kids Festtangen barnehage. Antall innbyggere i Indre Arna er omtrent 10 000 og ca. 2 600 i Ytre Arna. E16 går forbi Ytre Arna og videre langs nordsiden av Gaupåsvatnet og videre mot Vågsbotn.

Veien går igjennom en del skogsområder og dyrket mark. På Gaupås ligger Arna stadion og boliger, men ellers er det ikke følsomme virksomheter i forhold til luftforurensning. I Vågsbotn ligger en del boliger og lekeplasser vest for E16, mens øst for E16 ligger det eneboliger. Fra krysset i Vågsbotn går E39 videre opp mot Tellevik forbi en del bedriftsområder i Haukås og forbi idrettsanlegg, skole og barnehage som ligger øst for E39. Videre går E39 forbi skog- og jordbruksområder frem til Hylkje der det er omtrent 1 300 innbyggere og en barnehage. E39 går videre gjennom områder som har relativt lite bebyggelse frem til Klauvaneset der det ligger en idrettspark og et boligområde.

1.2.3 Alternativ S1a-N1

Kombinasjonen S1a+N1 er tilnærmet korteste veg mellom Arna og Nordhordlandsbrua, og har samtidig klart kortere total tunnellengde enn mange andre alternativer. Dette er en kort og effektiv hovedveglinje med en sammenhengende lang dagsone fra Haugland til Vikaleitet. Alternativet er avhengig av fullt hovedvegkryss sør for Vågsbotn.

Dette alternativet går i tunnel fra Vågsbotn til Klauvaneset, samt fra Gaupåsområdet til litt sør for Indre Arna. Det vil si at denne løsning innebærer at veien passerer færre følsomme områder med blant annet boliger, barnehager og idrettsparker.

1.2.4 Alternativ S5-N2a

Kombinasjonen S5+N2a gir den lengste hovedvegen av alle de sammensatte alternativene, som i hovedsak følger dagens veg. Konfliktnivået som følge av de lange dagsonene er stort. Dagsonen N2a i nord er et alternativ til lang tunnel, og bidrar til å holde kostnadene moderate. Men konfliktnivået i dagsonen på strekningen Haukås-Tuft-Hordvik er forholdsvis stort. I tillegg innebærer dette alternativet en veistrekke over Gaupåsvatnet, og ligger nærmere bebyggelse i Gaupås enn alternativ S1a-N1.

1.2.5 Tunnelmunninger

Effekten av tunnelmunninger er vurdert for alle alternativene for å se hvilke tunnelmunninger som kan gi størst utbredelse av forurensning. Spredningsanalyse for tunnelmunninger i andre alternativer presenteres i Vedlegg 2 – Modellering rundt tunnelmunninger.

Det gjort analysene av spredning fra tunnelmunninger til følgende tunneler:

- Vikaleitetunnelen
- Spåketunnelen S9
- Spåketunnelen S3
- Hetlebakkatunnelen
- Hetlebakksåtatunnelen
- Blindetunnelen
- Almåstunnelen
- Kvammetunnelen
- Vetentunnelen
- Indre Arna tunnelen
- Ytre Arna tunnelen
- Høgdehaugtunnelen
- Falkangertunnelen

Ettersom eksakt utforming av tunneler og eventuelle ventilasjonssystemer ikke er kjent, så er resultatene for lokal luftforurensning rundt disse portalene meget usikre. Beregninger for utslipp fra tunneler er lagd basert på langsgående ventilasjon og toløps tunneler. Resultatene fra modelleringen vil kunne brukes for å se på hvilke tunnelmunninger som bidrar til størst spredning av luftforurensning, men ikke vise eksakt hvordan spredning vil se ut rundt disse.

2 Luftforurensning og grenseverdier

Lokal luftforurensning fra veitrafikk, særlig svevestøv (PM₁₀) og nitrogendioksid (NO₂), kan være et problem i større byer eller tettsteder med stor trafikk eller luftstagnasjon. Luftforurensning kan forårsake og forverre luftveislidelser, med økt risiko for kreft og hjerte- og karsykdom. Eksponering gir generelt økt sykkelighet og dødelighet. I tillegg kommer redusert sikt, skitt og redusert trivsel.

EU har vedtatt et direktiv om luftkvalitet (Dir1999/30/EF) som er implementert i norsk lovgivning i form av kapittel syv i forurensningsforskriften. Gjennom denne forskriften fastsettes juridisk bindende krav til luftkvalitet, se Tabell 1. Myndighetene har videre utarbeidet en retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520, som tredde i kraft 2012 [1].

Retningslinje T-1520 skal sikre at kommunene tar hensyn til lokal luftkvalitet i planarbeidet ved å unngå å legge barnehager, skoler, boliger og parker i områder med mye luftforurensning. Retningslinjen anbefaler grenser for luftforurensning og deler inn i rød og gul sone (se Tabell 2). Nedre grense for sonene skal legges til grunn ved planlegging av virksomhet eller bebyggelse med bruksformål som er følsomt for luftforurensning, det vil si grensene for gul sone. Det er luftforurensning i form av svevestøv (PM₁₀) og nitrogendioksid (NO₂) som skal vurderes i plansammenheng.

Tabell 1: Gjeldende grenseverdier i forurensningsforskriften og Miljødirektoratets (tidligere SFT). Alle verdier gitt som µg/m³.

	NO ₂ (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)	
	Midlingstid: 1 time	Midlingstid: 1 år	Midlingstid: 1 døgn	Midlingstid: 1 år
Gjeldende grense-verdi forurensnings-forskriften	200	40	50	25
Antall tillatte overskridelser årlig	18		30	

Tabell 2: Anbefalte grenser for luftforurensning og kriterier for soneinndeling ved planlegging av virksomhet eller bebyggelse, T-1520. Alle tall i µg/m³ luft.

Komponent	Luftforurensningssone ¹⁾	
	Gul sone	Rød sone
Svevestøv, PM ₁₀	35 µg/m ³ 7 døgn per år	50 µg/m ³ 7 døgn per år
Nitrogendioksid, NO ₂	40 µg/m ³ vintermiddel ²⁾	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 hjertekarlidelser mest sårbare.

1) Bakgrunnskonsentrasjonen er inkludert i sonegrensene.

2) Vintermiddel defineres som perioden fra 1.nov til 30. april.

3 Metode

3.1 Metode etter V712 og retningslinje T-1520

Luftforurensning er kategorisert som en prissatt konsekvens i Statens vegvesen håndbok V712 (2018), men ettersom prissettingen ikke nødvendigvis reflekterer eksponeringsrisikoen i sin helhet skal det også foretas en vurdering som er mer lik metodikken for en ikke-prissatt konsekvens [2].

I planprosjekter der det er behov for en vurdering av luftkvaliteten, må det avklares om det er nødvendig med modellering av luftforurensning, eller om en faglig vurdering uten beregninger er tilstrekkelig. I T-1520 er det gitt retningslinjer for begrensning av luftforurensning fra bygg- og anleggsvirksomhet, og en vurdering av utbyggingsfasen er tatt med i denne fagrapporten. Aktuelle avbøtende tiltak i områder beskrives dersom luftforurensningsnivåene vil være høyere enn anbefalt i T-1520.

Punkter som skal utredes for å avgjøre om det er behov for en ytterligere utredning av luftkvaliteten ved bruk av modellering er:

- Trafikksituasjonen for området.
- Bakgrunnskonsentrasjonen for området.
- Områdets egnethet for tiltaket i forhold til luftforurensning.
- Topografi og meteorologi.
- Målestasjoner for luftforurensning i området.
- Vil planlagte endringer i transport eller utbygging forårsake endring i forurensningen?
- Tidligere utredninger i området.
- Sammenheng mellom ulike midlingstider for konsentrasjoner.

Fagutredet for luftforurensning kan også gi anbefalinger om forutsetninger eller begrensninger som bør tas hensyn til i videre planlegging. Hvis utredningen tyder på at det er forurensningsnivåer som tilsvarer gul eller rød sone i området, eller at fremtidig utvikling av området vil føre til dette, kan det være nødvendig med mer detaljerte beregninger.

Følgende beregninger gjennomføres derfor for både nullalternativ og for de øvrige alternativene (S1a-N1 og S5-N2a):

- Beregnet forurensningskonsentrasjon av NO₂ (timemiddel) og PM₁₀ (døgnmiddel) innenfor planområdet i åpningsåret
- Områder for gule og røde soner i tråd med T-1520
- Antall personer bosatt i røde og gule soner i tråd med T-1520
- Antall berørte institusjoner (inkludert skoler og barnehager)

Beregninger og modellering brukes som grunnlag for en helhetlig vurdering av forurensningssituasjonen. Antall personer som er utsatt for forurenset luft er beregnet ved bruk av befolkningsdata fra SSB. Data fra SSB er gitt i et rutenett på 250m*250m, og hver rute regnes med hvis den har overlapp med en luftforurensningssone [3].

Retningslinjen T-1520 gir også føringer for hvordan luftforurensning fra bygge- og anleggsarbeid skal begrenses. Føringene danner en mal for krav til luftforurensning som kan stilles i miljøoppfølgingsprogrammer, anbudsdokumenter og kontrakter.

Det er gjort en vurdering av om tiltaket i utbyggingsfasen vil berøre følsomt arealbruk og hvilke tiltak som bør videreføres til YM-planen.

3.2 Modellering – AERMOD

AERMOD er en gaussisk spredningsmodell, godkjent og anbefalt av EPA (United States Environmental Protection Agency). Modellen er godkjent av norske myndigheter. Programmet simulerer fysiske atmosfæriske prosesser og gir estimater på konsentrasjoner i omgivelsene over et vidt spekter av meteorologiske forhold og modelleringsscenarioer.

Modellen er basert på blant annet blandingshøyde, temperatur og temperaturprofil, atmosfærens turbulente egenskaper samt komplekse terrengmodeller og inkluderer blant annet beregninger av stedsspesifikke parametere for å beskrive dannelse av atmosfæriske grensesjikt, godt utviklede formler for spredning som inkluderer lagdeling, konvektive forhold og stabile inversjonslag, vertikale profiler for vind, temperatur og turbulens. AERMOD gir visuell presentasjon av resultatene.

I modellen beregnes maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag for ulike meteorologiske situasjoner basert på data levert av Kjeller vindteknikk. De meteorologiske dataene behandles i en egen programdel, AERMET, og terrengdataene er prosessert i en egen programdel, AERMAP. Konsentrasjonene i omgivelsene blir beregnet i mikrogram per kubikkmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Beregningene er gjort for NO_2 og svevestøv (som PM_{10}) som utslippsparemetere. Programvaren som er benyttet er AERMOD View, fra Lakes Environmental. Det er gjort beregninger for timesmidlet og døgnmidlet bakkekonsentrasjoner i 2 meters høyde med en oppløsning på beregningene mellom 25 og 300 meter avhengig av distanse fra veistrekningene.

Området rundt målestasjonen Danmarks plass i Bergen har blitt modellert for å sammenligne modellert årsmiddel med målt årsmiddel. Utfra sammenligningen har modellen blitt optimalisert både for et år med mye inversjonsproblematikk (2010) og for et år som er mer representativt for normale forhold (2017). Måledata er hentet fra luftkvalitet.no.

3.3 Datagrunnlag og metode for modellering av luftforurensning

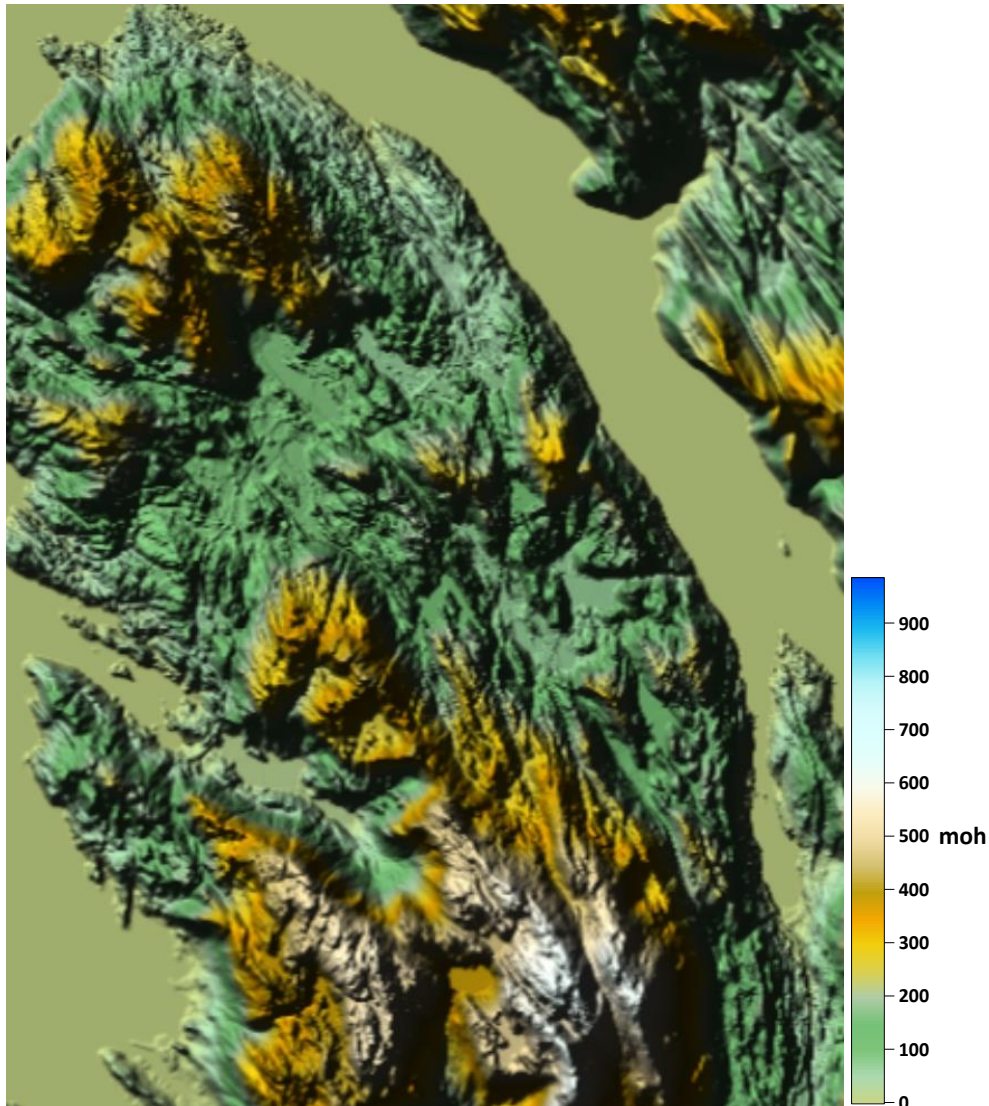
3.3.1 Trafikksituasjonen for planområdet

Beregningene for lokal luftkvalitet er basert på trafikk tall, tungtrafikkandel og hastigheter som fremgår av Statens Vegvesen sin database «vegkart» samt data gitt av Statens vegvesen [4]. Statens vegvesen sitt vegkart er brukt for å finne fartsgrenser, og resterende informasjon har Statens vegvesen gitt i blant annet trafikkprognoser for 2050 og det er brukt for å beregne situasjonen for alternativene.

Veitrafikktallene som er brukt i modelleringen for alternativene er vist i Tabell 9 til Tabell 11 i Vedlegg 4 – Trafikktall.

3.3.2 Topografi

Gaupåsområdet er på grunn av terrengutformingen utsatt for inversjon i relativt stor grad sammenlignet med andre området i planområdet. Det finnes imidlertid også en risiko for inversjon i sentrale deler av Bergen så vel som andre nærliggende områder som til dels kan forklares av terrengutformingen [5, 6, 7]. Terrengtet i området er presentert i Figur 3.



Figur 3: Terrengtet for området fra Arna til Klauvaneset, Bergen kommune.

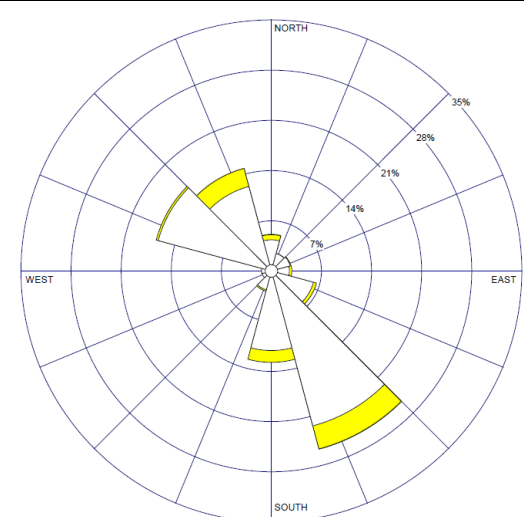
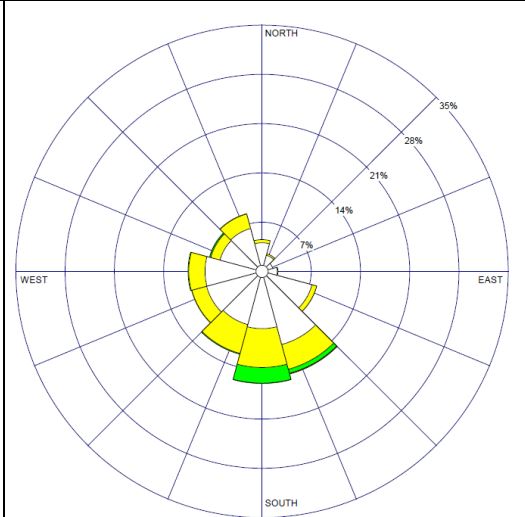
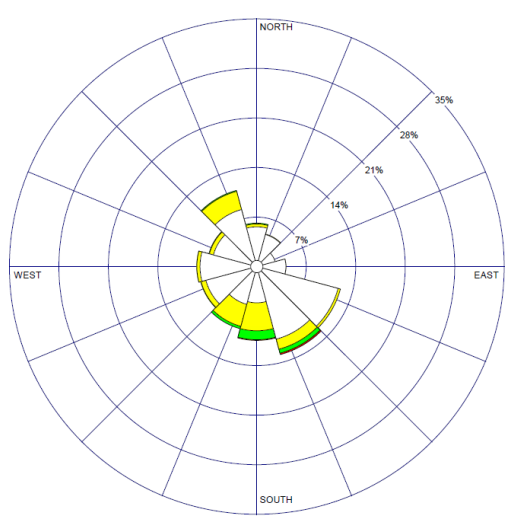
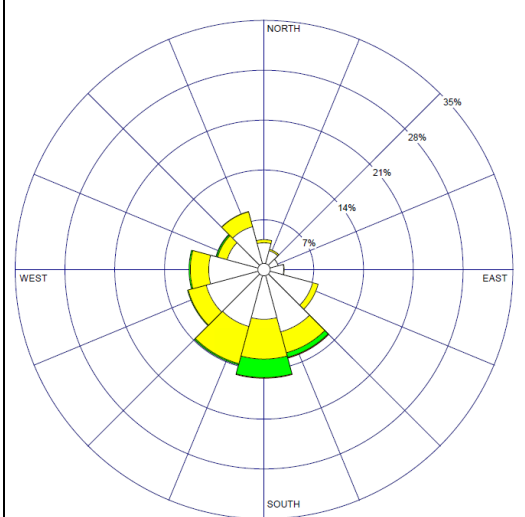
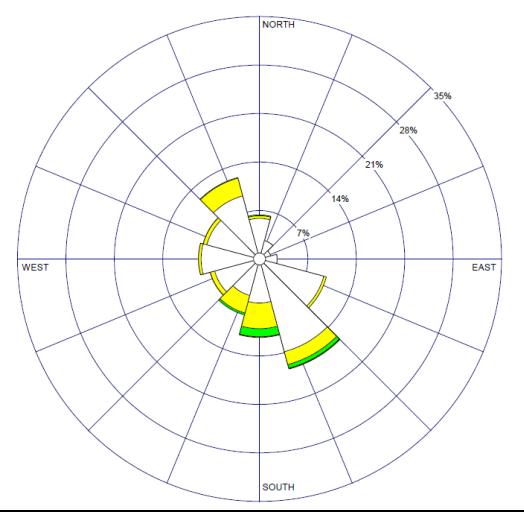
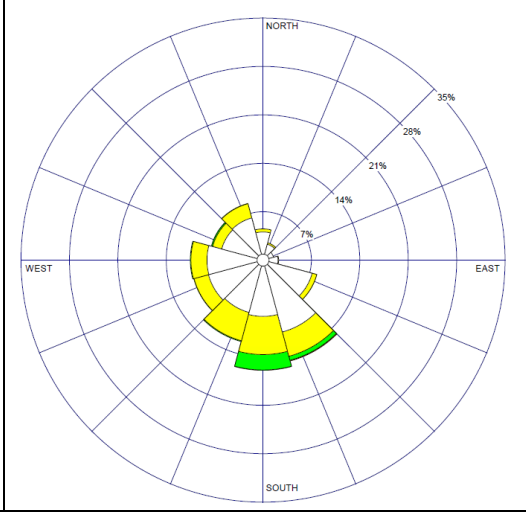
3.3.3 Meteorologi og lokalklimasituasjon for planområdet

De meteorologiske parameterne som brukes i AERMOD er temperatur, luftfuktighet, lufttrykk, vindretning, skydekke, vindhastighet, skyhøyde, jordstråling og nedbørsmengder. Terrengdataene er hentet fra kartverkets database høydedata.no [8]. De meteorologiske dataene er levert fra Kjeller Vindteknikk.

For å kalibrere modell mot målestasjon i Bergen er det brukt meteorologi for Bergen med oppløsning på 500 meters rutenett. Ved modellering av hele planområdet er det brukt meteorologi med oppløsning som er representativt for hele området med oppløsning på 1500 meters rutenett, mens for Gaupåsområdet er det brukt meteorologi som har 500 meters oppløsning.

I Tabell 3 er vindfordelingen for de ulike områdene presentert, og viser at vind fra sørøst og til dels nordvest er relativt vanlig for alle områdene. Fra inversjonsanalysen som Kjeller Vindteknikk har gjort for området, samt målinger av luftkvalitet i Bergen, fremgår det at det var relativt mange inversjons-situasjoner i 2010. Meteorologien i 2017 fremstår som mer gjennomsnittlig og er derfor brukt for å modellere lokal luftkvalitet under vanligere meteorologiske forhold [6].

Tabell 3 Vindroser for metrologien som er brukt for sentrale deler av Bergen, Gaupås og hele planområdet. Hvit farge er vind med hastighet mellom 0,3 og 5,3 m/s, gul farge er vind med hastighet mellom 5,3 og 10,3 m/s og grønn farge er vind med hastighet mellom 10,3 og 15,3 m/s.

Område	2010	2017
Sentrale deler av Bergen		
Gaupås		
Total		

3.3.4 Utslippsfaktorer og bakgrunnskonsentrasjoner

Utslippsfaktorene for kjøretøy er hentet fra den Europeiske databasen for utslippsfaktorer, HBEFA, [9] for en forventet bilpark i 2035, ettersom det er så langt frem som HBEFA versjon 4.1 har framskrivninger. Dette gir et konservativt bilde av situasjonen i år 2050 ettersom bilparken forventes bli bedre fremover. Utslippsfaktorene er justert for partikkelutslipp fra slitasje på asfalt, bremses og dekk, samt oppvirvling av veistøv i piggedekkesongen. Det finnes ikke noen punktutslipp fra industri nær nok til å påvirke luftkvaliteten i planområdet i vesentlig grad utfra oversikt over rapporteringspliktige virksomheter på norskeutslipp.no. Andel elbiler er satt til 88.5% for år 2050 basert på prognose som SVV bruker.

Bakgrunnskonsentrasjoner for planområdet er hentet fra bakgrunnsmålestasjon Klosterhaugen fra 2017 og 2010 på nettstedet luftkvalitet.info [11]. Bakgrunnskonsentrasjoner for O₃ er hentet fra Norsk Institutt for luftforskning (NILU) sin bakgrunnsapplikasjon ModLUFT, samt bakgrunnsmålestasjon Klosterhaugen [12]. Bakgrunnskonsentrasjonen for hver time i året er lagt inn for begge forurensningstypene, og er i gjennomsnitt over året henholdsvis 10,3µg/m³, 19,7µg/m³ og 54,4µg/m³ for PM₁₀, NO₂ og O₃ respektivt.

3.3.5 Usikkerheter og sammenligning med målinger

Det er alltid usikkerheter tilknyttet modelleringer. De viktigste årsakene til usikkerhet er:

- Utslippsnivåer vil være usikre på grunn av variasjon i svevestøv fra piggedekkslitasje og værforhold.
- Meteorologiske forutsetninger varierer med tiden, og for eksempel usikkerheter knyttet til målinger på værstasjoner vil også påvirke modelleringen. I AERMOD benyttes data fra utvalgte år som anses som representative, men tidsperioden på to år er begrenset og usikkerheten øker med kortere modelleringsperioder. I tillegg er data for skydekke og høyde til skyer i data fra Kjeller Vindteknikk veldig usikker.
- Bakgrunnskonsentrasjonene er basert på målinger ved bybakgrunnsstasjon i Bergen samt data fra ModLUFT [12]. At bybakgrunnsdata er brukt betyr at det er risiko for overestimert bakgrunnsnivå i områder utenfor Bergen. Bybakgrunnskonsentrasjoner er brukt fordi modellert bakgrunnskonsentrasjoner i ModLUFT er i gjennomsnitt høye over året, men mangler topper som skjer under visse tider på året. Toppene er ekstra viktige i dette tilfelle da det er risiko for inversjon i området. Samtidig mangler en del måledatadata for O₃ og da har data fra ModLUFT blitt brukt.
- Resultater fra modelleringen virker å vise til at metrologi med dårligere oppløsning resulterer i større spredning av luftforurensning. For å finne ut av hvilken metrologi som bedre beskriver situasjonen i virkeligheten, trengs målinger i området.

Dette er bare et utvalg av faktorer som påvirker usikkerheten og videre analyser kreves for å kvantifisere disse.

3.4 Målestasjoner og tidligere utredninger av luftforurensning i området

Det er ingen målestasjoner for luftkvalitet i nærheten til planområdet. Det er heller ikke funnet tidligere utredninger av luftforurensning eller lokal luftkvalitet i planområdet. NILU har utført målinger i planområdet i perioden februari til mars i 2020, men modelleringen er ikke kalibrert mot disse ettersom disse kom sent utredningsperioden.

3.5 Utredningsomfang

Trafikkprognoser fra Statens vegvesen viser at trafikkmengden vil øke på vegene og konsekvensen av dette kan være økt forurensning avhengig av sammensetting av bilparken i 2050. I tillegg vil bygging av en lang tunnel øke luftforurensningen ved tunnelportalene. Det vil være forskjell i hvor mange bebygde områder som påvirkes for de ulike alternativene.

Det er ingen målestasjoner for luftforurensning i planområdet, men området har svært lave bakgrunnskonsentrasjoner for luftforurensning. Topografi tilsier at det kan være problematisk med inversjon primært i Gaupåsområdet, men også i Vågsbotn.

3.6 Spesielle forhold for inversjonsberegninger

Det kommer frem fra notat 5194575 no-06 *Inversjon Blindheim-Haugland-Gaupås* med analyse av inversjon i området, som er utført av Kjeller Vindteknikk [13], at inversjonsforhold ofte kan være kortvarige og oppstå sporadisk i kalde måneder. Det fremgår også fra målinger av luftforurensning i Bergen, tidligere rapport fra TØI «*Bergen Vinteren 2010 - Evaluering av tiltak mot lokal luftforurensning*» [5], samt fra analyse av Kjeller Vindteknikk at 2010 var et år med mye inversjonsproblematikk [6].

Det er vanskelig å modellere ekstreme situasjoner blant annet fordi resultater fra modellerte kortidsmiddel er meget usikre. For å modellere inversjonssituasjoner i dette oppdraget, har modellen blitt kalibrert opp mot målinger som ble gjort i Bergen i år 2010 som var et år med mye og kraftig inversjon. Det medfører usikkerheter når det modelleres for andre områder. Det anses imidlertid som en konservativ tilnærming da det er basert på målinger fra byområder med mye trafikk. Det er også viktig å notere at modellerte resultater for inversjonsår er sterkt påvirket av optimaliseringen mot en dårlig situasjon og viser resultater i relasjon til den dårligste sammensetningen av meteorologiske situasjoner. I tillegg er det ikke mulig å justere modellen for å beskrive ekstremsituasjoner bedre uten å justere opp normale situasjoner. Det vil si at beregnet resultater for inversjonsår trolig beskriver en meget uvanlig situasjon.

4 Resultater

4.1 Luftforurensing langs veglinjer i dagen

Det er utført modellering og utarbeidet luftsonekart som viser konsentrasjonene av svevestøv PM₁₀ og NO₂ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i forurensningsforskriften, og etter retningslinjen T-1520. Resultatene fra modelleringene er vist i luftforurensningskart som rød og gul sone for NO₂ og PM₁₀ for nullalternativet og tiltaksalternativene. NO₂, som er en gass, og PM₁₀ (partikler) vil spres ulikt i luftmassene. Luftsonekart med resultater fra modelleringene er presentert i Figur 4 til Figur 30 i Vedlegg 1. Det er også presentert luftsonekart med rød og gul luftforurensning for både PM₁₀ og NO₂ i Figur 43 til Figur 48 i Vedlegg 3 – Luftforurensningssoner PM₁₀ og NO₂. Overskridelser av grenseverdiene i forurensningsforskriften er også markert med røde soner i luftforurensningskartene og områder uten overskridelser vises med en blå skala for å vise at det fortsatt er forskjellige konsentrasjonsnivåer på området. Følsomme virksomheter langs planområdet er markert med turkise punkter og Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje i kartene. I tillegg er skille mellom nord- og sydkorridorene markert med rød linje.

Det er modellert for et inversjonsår (2010) og et normalår (2017) for alle alternativene basert trafikkprognose fra Statens vegvesen for 2050. Grenseverdiene for luftkvalitetskriteriene har blitt presentert i Tabell 1 og Tabell 2. Resultater fra modellering viser ikke til noen forskjell for PM₁₀ ved inversjonsår sammenlignet med normalår for samme alternativ og derfor er kun resultater for normalår presentert både for inversjonsår og normalår. Antall personer, basert på dagens befolkningsstatistikk, som vil bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone for alternativene, er presentert i Tabell 4 og

Tabell 4: Vurdering av luftforurensning og antall personer i rød og gul sone for et normalår.

Alternativ	Vurdering	Figurer i Vedlegg 1 – Luftforurensningskart				
Nullalternativet	Ved et normalår for nullalternativet vil 450 personer vil bli utsatt for luftforurensning i gul sone når det gjelder NO ₂ . 980 personer vil bli eksponert for luftforurensning i rød sone og 2480 personer bli eksponert for luftforurensning i gul sone når det gjelder PM ₁₀ . Det er flere som blir utsatte for luftforurensningssoner i nordre korridoren når det gjelder PM ₁₀ . Det er noen overskridelser av kravene i forurensningsforskriften i nordre korridoren, og det forventes at ca.140 personer blir utsatt.	Figur 4 til Figur 9				
	Kida Festtangen barnehage ligger i en gul luftforurensningssone for PM ₁₀ , men det er ellers ingen følsomme virksomheter som ligger i områder der grenseverdier blir overskredet.					
	Antall personer utsatt for luftforurensning					
	korridor		NO ₂		PM ₁₀	
	N		Rød sone 0	Gul sone 210	Rød sone 980	Gul sone 1690
S	Rød sone 0	Gul sone 240	Rød sone 0	Gul sone 790		
S1a-N1	Ved et normalår for S1a-N1 vil ingen personer bli utsatt for luftforurensning i gul sone når det gjelder NO ₂ . 1790 personer vil bli eksponert for luftforurensning i rød sone og 1810 personer vil bli eksponert for luftforurensning i gul sone for PM ₁₀ . Det er færre som blir utsatt for luftforurensningssoner for dette alternativet	Figur 13 til Figur 18				

	<p>sammenlignet med nullalternativet. Det er først og fremst svevestøv som er problematisk. Det er et område med overskridelser av kravene i forurensningsforskriften i nordre korridoren, og det forventes at ca. 810 personer blir utsatt. Det er dermed flere som blir utsatt for luftforurensningskonsentrasjoner over grenseverdier i forurensningsforskriften sammenlignet med nullalternativet.</p> <p>Det er ingen følsomme virksomheter som blir utsatt for luftforurensning i gul eller rød sone i planområdet.</p>			
Antall personer utsatt for luftforurensning				
korridor	NO₂		PM₁₀	
N	Rød sone 0	Gul sone 0	Rød sone 1420	Gul sone 1120
S	Rød sone 0	Gul sone 0	Rød sone 370	Gul sone 690
S5-N2a	<p>Ved et normalår for S5-N2a vil ingen personer bli utsatt for luftforurensning i gul sone når det gjelder NO₂. 1030 personer vil bli eksponert for luftforurensning i rød sone og 2810 personer vil bli eksponert for luftforurensning i gul sone for PM₁₀.</p> <p>Det er flere som blir utsatt for luftforurensning i gul eller rød sone for dette alternativet sammenlignet med nullalternativet, men det er like mange som blir utsatt for luftforurensning som for S1a-N1. Det er imidlertid flere personer i gul luftforurensningssone og færre i rød luftforurensningssone sammenlignet med S1a-N1. Det er i tillegg mye større områder med overskridelser av kravene i forurensningsforskriften sammenlignet med nullalternativer og noe større sammenlignet med S1a-N1.</p> <p>Kida Festtangen barnehage og Haugland skole ligger i en gul luftforurensningssone for PM₁₀, men det er ellers ingen følsomme virksomheter som ligger i områder der grenseverdier blir overskredet.</p>			Figur 22 til Figur 27
Antall personer utsatt for luftforurensning				
korridor	NO₂		PM₁₀	
N	Rød sone 0	Gul sone 0	Rød sone 930	Gul sone 1690
S	Rød sone 0	Gul sone 0	Rød sone 100	Gul sone 1120

Tabell 5: Vurdering av luftforurensning og antall personer i rød og gul luftforurensningszone for et inversjonsår.

Alternativ	Vurdering	Figurer i Vedlegg 1 – Luftforurensningskart			
Nullalternativet	Det er atskillig flere personer som er utsatt for luftforurensning i gul eller rød soner i et år med mye inversjon enn i år med normale meteorologiske forhold.	Figur 10 til Figur 12			
	Ved et inversjonsår for nullalternativet vil 1870 personer bli eksponert for luftforurensning i rød sone og 6310 personer bli eksponert for luftforurensning i gul sone for NO ₂ . De fleste av disse befinner seg i nordre korridor. Forurensningssituasjonen for PM ₁₀ er lik som i et normalår. Det er store områder i planområdet med overskridelser av kravene i forurensningsforskriften.				
	Ytre Arna barnehage og skole, Haukås skole, NLA Høgskolen, Åsane Folkehøgskole, Hordvik barnehage og skole samt Kidsa Festtangen barnehage vil bli utsatt for luftforurensning i gul sone samt overskridelser av forurensningsforskriften når det gjelder grenseverdi for 19. høyeste timesmiddel for NO ₂ .				
	Antall personer utsatt for luftforurensning				
	korridor		NO ₂		PM ₁₀
N	Rød sone 1790	Gul sone 3930	Rød sone 980 Gul sone 1690		
S	Rød sone 80	Gul sone 2380	Rød sone 0 Gul sone 790		
S1a-N1	Ved et inversjons vil i S1a-N1 980 personer vil bli eksponert for luftforurensning i rød sone og 2060 personer bli eksponert for luftforurensning i gul sone for NO ₂ . De fleste av disse befinner seg i nordre korridor. Forurensningssituasjonen for PM ₁₀ er lik som den er i et normalår. Det er færre som blir utsatt for luftforurensningssoner for alternativet S1a-N1 sammenlignet med nullalternativet i et inversjonsår. Det er store områder med overskridelser av kravene i forurensningsforskriften i planområdet, men dem er mindre sammenlignet med motsvarende områder i nullalternativet.	Figur 19 til Figur 21			
	Ytre Arna barnehage og skole, Hordvik Barnehage og skole, Haugland skole, NLA Høgskolen, og Haukås skole vil også bli utsatt for overskridelser av kravene i forurensningsforskriften når det gjelder 19. høyeste timesmiddel av NO ₂ .				
	Antall personer utsatt for luftforurensning				
	korridor		NO ₂		PM ₁₀
	N		Rød sone 970	Gul sone 1190	Rød sone 1420 Gul sone 1120
S	Rød sone 10	Gul sone 870	Rød sone 390 Gul sone 790		
S5-N2a	Det er atskillig flere personer som er utsatt for luftforurensning i gul eller rød soner i et år med mye inversjon enn i et år med normale meteorologiske forhold.	Figur 28 til Figur 30			
	Ved et inversjonsår for S5-N2a vil 1460 personer vil bli eksponert for luftforurensning i rød sone og 2700 personer bli eksponert for luftforurensning i gul sone for NO ₂ . Størsteparten av de som blir utsatt befinner seg i nordre korridor. Forurensningssituasjonen for PM ₁₀ er lik som i et normalår. Det er store områder med overskridelser av kravene i forurensningsforskriften i planområdet. Det er færre som blir utsatt for luftforurensningssoner for dette alternativet enn i				

<p>nullalternativet, men flere sammenlignet med S1a-N1 ved et inversjonsår. Det er store områder med overskridelser av kravene i forurensningsforskriften i planområdet, men dem er mindre sammenlignet med motsvarende områder i nullalternativet. Det er noe større områder med overskridelser av kravene i forurensningsforskriften i planområdet sammenlignet med S1a-N1.</p> <p>Kidsa Festtangen barnehage samt Hordvik Barnehage og skole vil bli utsatt for luftforurensning i gul sone.</p> <p>Kidsa Festtangen barnehage, Ytre Arna barnehage og skole, Hordvik Barnehage og skole, NLA Høgskolen, Åsane Folkhøgskole, og Haukås skole vil også bli utsatt for overskridelser av kravene i forurensningsforskriften når det gjelder 19. høyeste timesmiddel av NO₂.</p>				
Antall personer utsatt for luftforurensning				
Korridor	NO₂		PM₁₀	
N	Rød sone 1080	Gul sone 3700	Rød sone 930	Gul sone 1690
S	Rød sone 380	Gul sone 1350	Rød sone 90	Gul sone 1010

4.2 Luftforurensningskostnader

For å vurdere ulike alternativer mot hverandre kan antall personer utsatt for konsentrasjoner over nivåene i T-1520 samt miljøkostnader implisitt si hvor store helseeffekter et alternativ gir sammenlignet med et annet alternativ. I V712 er det gitt en skadekostnad basert på hvor mange som blir eksponert i rød luftforurensningszone for PM₁₀ og beregninger for dette basert på modellert resultat gis i Tabell 6. Det fremgår i Tabell 6 at i et normalår er det forventet lavest skadekostnader for nullalternativet og høyest skadekostnader for alternativ S1a-N1 med hensyn til PM₁₀. Det er imidlertid omvendt relasjon når det gjelder NO_x. Kostnadene for PM₁₀ er beregnet basert på dagens befolkningstall fra SSB.

Det er ikke gitt en skadekostnad for NO₂ i V712, men det er gitt en kostnad beregnet utfra størrelsen av endringen i forurensningssituasjonen for NO_x. Luftforurensningskostnader for NO_x, som foreslås i V712, er først og fremst egnet for tiltak som har en effekt over større byområder, men de er gitt i denne rapport for å gi et sammenligningsgrunnlag. Kostnadene er gitt per kg utslipp av NO_x i tettbefolkede områder der flere vil bli utsatt for disse. I dette tilfelle er det brukt en kostnad på 60 kr/kg NO_x utslipp, 2016kr. Det er tatt utgangspunkt i at NO₂ er ca. 30% av NO_x-utslippene fra trafikken basert på relasjoner i utslippstall fra HBEFA [9], og kostnader er gitt for totalt utslipp i planområdet for et år. I V712 nevnes det at kostnadene ikke kan benyttes til å velge mellom ulike traséer, for eksempel tunnel eller veg i dagen. Kostnadene her er allikevel gitt for å gi et sammenligningsgrunnlag og kan ses i Tabell 6. Skadekostnadene for NO_x er beregnet for et normalår og utgår fra utslipp av NO₂.

Tabell 6: Skadekostnader for alternativene i et normalår basert på PM₁₀ og NO_x (2016-kr).

Alternativ	Korridor	Skadekostnader mill. NOK		Sum endring fra nullalternativet	
		PM ₁₀	NO _x	PM ₁₀	NO _x
Nullalternativ	N	14,8	2,0	-	-
	S	0		-	
S1a-N1	N	21,4	1,6	6,6	-0,4
	S	5,6		5,6	
S5-N2a	N	14	1,8	-0,8	-0,2
	S	1,5		1,5	

4.3 Tunneler

I Vedlegg 2 – Modellering rundt tunnelmunninger, er kart med resultater fra beregninger for tunnelmunningene presentert. Antall personer, basert på dagens befolkningsstatistikk, som vil bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone er presentert i Tabell 4.

Det er kun beregnet for et normalår for disse tunnelene ettersom det vil være tilstrekkelig for å kunne sammenligne tunnelmunningene. Beregningene viser at PM₁₀ er mer problematisk enn NO₂ for alle tunnelmunninger og derfor er resultatet for denne presentert i Figur 31 til Figur 42. Det er i første rekke tunnelmunningene til de lange tunnelene som bidrar til relativt store områder rundt tunnelmunningene som ligger i rød eller gul luftforurensningssone. Det kan forklares med at forurensninger som kommer langs hele tunnelløpet, vil samles opp ved tunnelmunningene. Det er flest personer som blir utsatt for rød eller gul luftforurensningssone rundt tunnelmunningene for Kvammetunnelen og Vetentunnelen.

Tabell 7: Vurdering av luftforurensning og antall personer i rød og gul sone ved tunnelmunninger for et normalår.

Alternativ	Vurdering	Figurer i Vedlegg 2 – Modellering rundt tunnelmunninger
Vikaleitetunnelen	For denne tunnelen vil ca. 840 personer bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 31
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM ₁₀	
	Rød sone 490	
Spåkanetunnelen S9	For denne tunnelen vil ca. 150 personer bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 32
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM ₁₀	
	Rød sone 130	
Spåkanetunnelen S3	For denne tunnelen vil ca. 470 personer bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 33
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM ₁₀	
	Rød sone 250	
Hetlebakkatunnelen	For denne tunnelen vil 0 personer bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 34
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM ₁₀	
	Rød sone 0	
Hetlebakkasåtatunnelen	For denne tunnelen vil ca. 5 personer bli utsatt for luftforurensning i gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 35
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM ₁₀	
	Rød sone 0	
Blindetunnelen	For denne tunnelen vil ca. 10 personer bli utsatt for luftforurensning i rød sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 36
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM ₁₀	
	Rød sone 10	

Almåstunnelen	For denne tunnelen vil ca. 700 personer bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 36
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM₁₀	
	Rød sone 340 Gul sone 360	
Kvammetunnelen	For denne tunnelen vil ca. 880 personer bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 37
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM₁₀	
	Rød sone 330 Rød sone 550	
Vetentunnelen	For denne tunnelen vil ca. 1390 personer bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 38
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM₁₀	
	Rød sone 890 Rød sone 500	
Indre Arna tunnelen	For denne tunnelen vil 0 personer bli utsatt for luftforurensning i rød eller gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 39
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM₁₀	
	Rød sone 0 Rød sone 0	
Ytre Arna tunnelen	For denne tunnelen vil ca. 150 personer bli utsatt for luftforurensning i gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 40
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM₁₀	
	Rød sone 0 Rød sone 150	
Høgdehaugtunnelen	For denne tunnelen vil ca. 20 personer bli utsatt for luftforurensning i gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 41
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM₁₀	
	Rød sone 0 Rød sone 20	
Falkangertunnelen	For denne tunnelen vil ca. 40 personer bli utsatt for luftforurensning i gul sone når det gjelder PM ₁₀ .	Figur 42
	Antall personer utsatt for luftforurensning PM₁₀	
	Rød sone 0 Rød sone 40	

5 Luftforurensning i anleggsperioden

Retningslinjen T-1520 gir føringer for hvordan luftforurensning fra bygge- og anleggsarbeid skal begrenses. Føringerne danner en mal for krav til luftforurensning som kan stilles i miljøoppfølgingsprogrammer, anbudsdokumenter og kontrakter.

Det er gjort en vurdering av om tiltaket i utbyggingsfasen vil berøre følsomt arealbruk og hvilke tiltak som bør videreføres til YM-planen.

I anleggsfasen vil utslipp til luft, som svevestøv og NO₂, fra anleggsmaskiner og kjøretøy være en kilde til lokal luftforurensning. I tillegg vil anleggsarbeid, som pigging, sprengning, gravearbeid, massehåndtering, og transport på uasfalterte veier medføre spredning av støv til omgivelsene spesielt i tørre og vindfulle perioder.

De ulike alternative vegstrekningene går gjennom noe tett bebyggelse, og på noen steder er det også skoler og barnehager relativt nær veiene. Boliger, barnehager og skoler regnes som arealbruk følsomme for forurensning.

Spesielt der anleggsarbeidene vil skje tett på boligbebyggelse, skoler, idrettsanlegg og barnehager vil det være viktig med fokus på avbøtende tiltak. Transport knyttet til anleggsvirksomheten vil imidlertid også kunne spre luftforurensning til et større område. Konsekvensene av anleggsarbeid for lokal luftkvalitet reduseres ved å ha fokus på avbøtende tiltak ved planlegging og bygging. Det vil være aktuelt med avbøtende tiltak både på selve anleggsområdene og for omkringliggende arealer og veier.

Erfaringsmessig bidrar massetransport mye til støvforurensning fra anleggsvirksomhet. Før anleggsarbeidene starter, bør det utarbeides en transportplan for all kjøring til og fra og inne på anleggsområdene. Transportplanen bør inneholde forslag til avbøtende tiltak. Avbøtende tiltak vil være krav til bruk av nyere anleggsmaskiner med lavere utslipp, støvreduserende tiltak som vask av kjøretøy før utkjøring fra anleggsområde på veier med hardt dekke, vanning av anleggsveier, områder og lagringshauger for å hindre støvflukt ved tørt vær, tildekking av masser samt vask og feiing av veier med hardt dekke i nærområdene til anleggsområdene.

Det foreligger lite kunnskap om faktiske konsentrasjonsnivåer fra bygge- og anleggsvirksomhet, men som en veiledning bør timemiddelkonsentrasjonen av PM₁₀ maksimalt ikke overstige 200 µg/m³ på lokaliteter der folk bor eller oppholder seg. Det er tiltakshaver som er ansvarlig for at representative målinger blir gjennomført ved behov. Dersom spesielt sensitive personer opplever dokumenterte helseeffekter (ved legeattest) som følge av luftforurensning fra bygge- og anleggsarbeidene, selv med avbøtende tiltak, bør det tilbys alternativt oppholdssted så lenge som det ansees å være behov for dette ut fra helsemessige hensyn.

Konsekvensen av bygge- og anleggsarbeidene vurderes til middels negativ for omgivelsene.

6 Konklusjon

Resultatene viser at i et normalår er det først og fremst svevestøv som er problematisk. Denne påvirkes ikke i like stor grad av inversjon som for NO₂, men vil heller ikke påvirkes i så stor grad av el-bilandelen ettersom mesteparten av utslippene kommer fra oppvirvling av støv fra veiene. I et inversjonsår er utslipp av NO₂ det største problemet for alle alternativene unntatt for S1a-N1.

I et normalår er det sammenlagt flere personer som blir utsatt for gul eller rød luftforurensningssone for nullalternativet enn alternativene med ny veg. Det er like mange som blir utsatt for luftforurensningssoner for alternativ S1a-N1 og S5-N2a, men det er flere som blir utsatt for rød luftforurensningssone for alternativ S1a-N1. Situasjonen for svevestøv er marginalt bedre for nullalternativet sammenlignet med tiltaksalternativene, men det omvendte gjelder for situasjonen for NO₂.

Det er i første rekke tunnelmunningene til de lange tunnelene som bidrar til at relativt store områder rundt tunnelmunningene ligger i rød eller gul luftforurensningssone. Det kan forklares med at forurensninger som kommer langs hele tunnelløpet, vil samles opp ved tunnelmunningene. Ettersom det er lange tunneler i alternativ S1a-N1, er det også tunnelmunningene som bidrar mye til utstrekningen av luftforurensningssonene til alternativet.

Bruk av ventilasjonstårn i tunnelene i alternativene med ny vei, kan redusere omfanget av luftforurensning. Dette vurderes ikke som aktuelt for nullalternativet, som er dagens veglinje med relativt korte og få tunneler. Det vil trolig være et effektivt tiltak for alternativ S1a-N1, fordi områdene rundt tunnelmunningene i dette alternativet er mest utsatt for høye forurensningskonsentrasjoner. Mulige avbøtende tiltak mot spredning av svevestøv er å skjerme utsatte områder med vegetasjon og jevnlig renhold av veiene.

Resultatene viser at grenseverdiene i Forurensningsforskriften og retningslinje T-1520 overskrides i planområdet for både NO₂ og svevestøv (PM₁₀), og at situasjonen blir dårligere ved inversjonssituasjoner. Flere barnehager og skoler blir utsatt for luftkvalitet som er over grenseverdier ved inversjonstilfeller i alle alternativene. Ved normalår er Kida Festtangen barnehage usatt for nullalternativet og S5-N2.

Beregnete kostnader på grunn av personer som blir utsatt for luftforurensning i rød sone med hensyn til PM₁₀ er mye større for alternativ S1a-N1 med totalkostnader på ca. 27 millioner, sammenlignet med S5-N2a med totalkostnader på ca. 15,5 millioner og nullalternativet med totalkostnader på ca. 14,8 millioner. Beregnede skadekostnader for NO_x er større for nullalternativet der totalkostnad per år er ca. 2 millioner sammenlignet med S1a-N1 med totalkostnad per år på ca. 1,6 millioner og S5-N2a med totalkostnad per år på ca. 1,8 millioner. Samlet øker forurensningskostnadene fra nullalternativet med 10,2 millioner årlig for alternativ S1a-N1 og reduseres med 1,3 millioner i alternativ S5-N2a.

Skadekostnader for alternativene i et normalår basert på PM₁₀ og NO_x (2016-kr).

Alternativ	Korridor	Skadekostnader mill. NOK		Sum endring fra nullalternativet	
		PM ₁₀	NO _x	PM ₁₀	NO _x
Nullalternativ	N	14,8	2,0	-	-
	S	0		-	
S1a-N1	N	21,4	1,6	6,6	-0,4
	S	5,6		5,6	
S5-N2a	N	14	1,8	-0,8	-0,2
	S	1,5		1,5	

Referanser

- [1] Miljødirektoratet, «T-1520 - Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging,» 2012.
- [2] Statens vegvesen, «Håndbok V712 Konsekvensanalyser,» Statens vegvesen, 2018.
- [3] SSB, «Kart og geodata fra SSB,» 2019. [Internett]. Tilgjengelig: https://www.ssb.no/natur-og-miljo/geodata#Nedlasting_av_rutenettsstatistikk.
- [4] Statens Vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3>. [Funnet 20 03 2019].
- [5] TØI, «Bergen VInteren 2010 - Evaluering av tiltak mot lokal luftforurensning,» 2010. [Internett]. Tilgjengelig: <https://www.toi.no/getfile.php/1314985/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2010/1091-2010/1091-2010-elektronisk.pdf>.
- [6] Kjeller Vindteknikk, «Analyse av temperaturinversjon ved Blindheim-HauglandGaupås,» 2019.
- [7] NILU, Statens Vegvesen, Oslo og Kristiansand kommune, Miljødirektoratet, «Luftkvalitet.info,» [Internett]. Tilgjengelig: <https://admin.luftkvalitet.info/Viewer/TimeValue/Data>. [Funnet 2019].
- [8] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Tilgjengelig: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>. [Funnet 29 03 2019].
- [9] INFRAS, «The handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA 4.1),» 2019.
- [10] Nasjonalt informasjonssenter for modellering av luftkvalitet, «ModLUFT,» [Internett]. Tilgjengelig: <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Inngangsdata/Bakgrunnskonsentrasjoner/BAKGRUNNproj.aspx>. [Funnet 20 03 2019].
- [11] Norsk institutt for luftforskning (NILU), «ModLUFT,» 2011. [Internett]. Tilgjengelig: <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Inngangsdata/Bakgrunnskonsentrasjoner/BAKGRUNNproj.aspx>. [Funnet 2018].
- [12] NILU, SVV og Miljødirektoratet, «luftkvalitet.info,» [Internett]. Tilgjengelig: <https://admin.luftkvalitet.info/Viewer/TimeValue>.

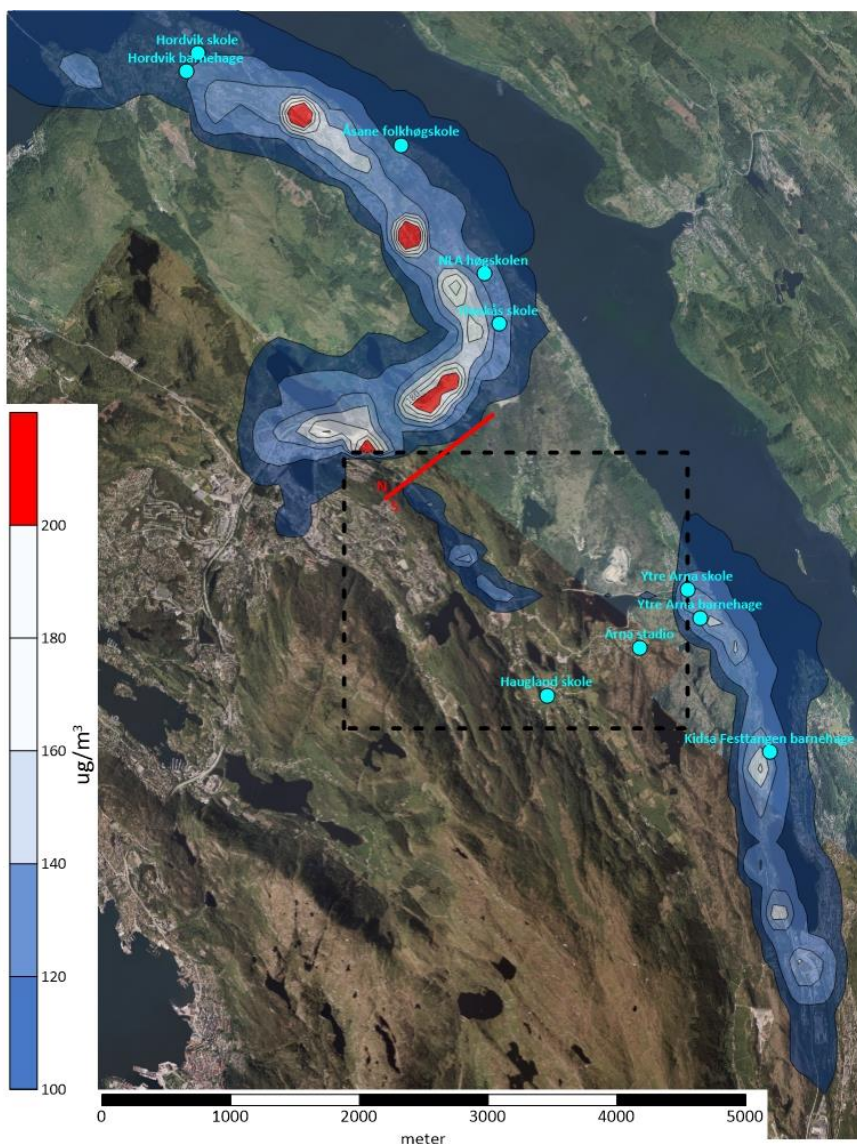
Vedlegg 1 – Luftforurensningskart

Nullalternativ

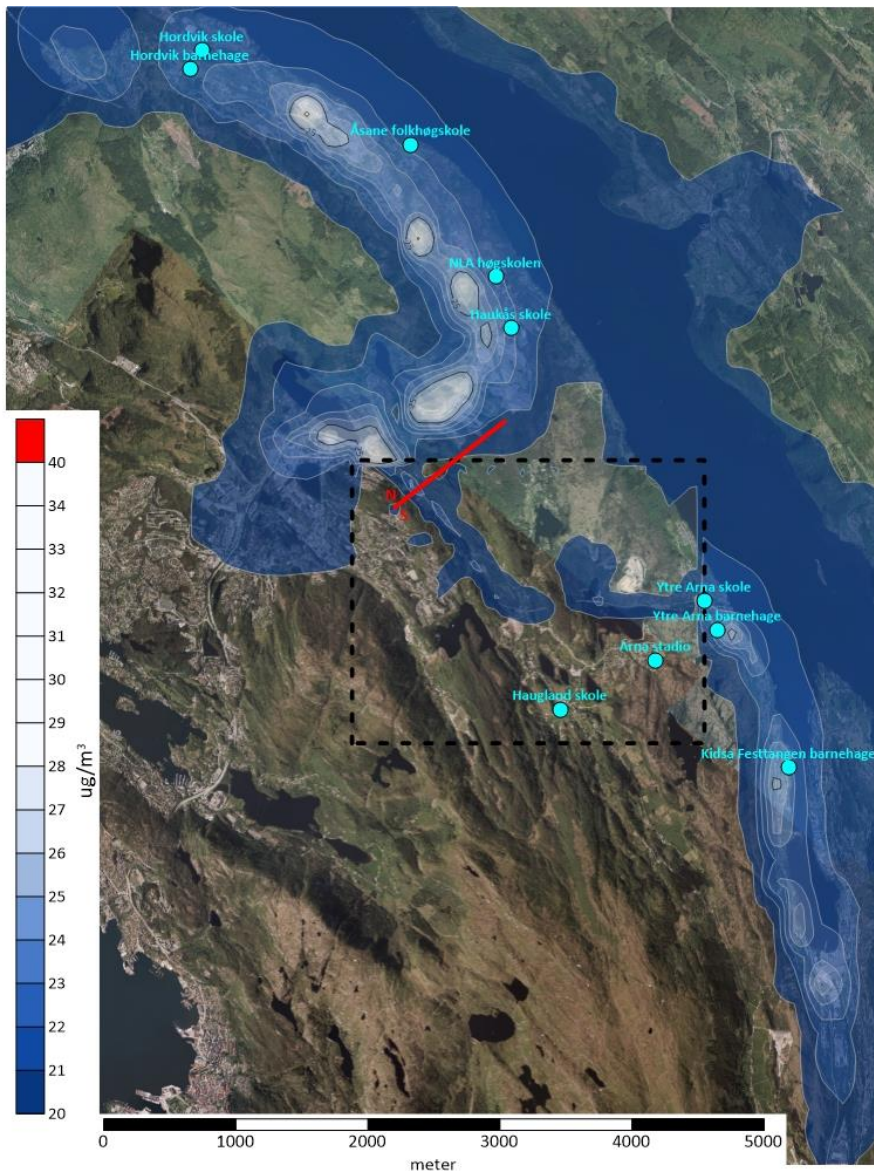
Normalår

NO₂ – Forurensningsforskriften og T-1520

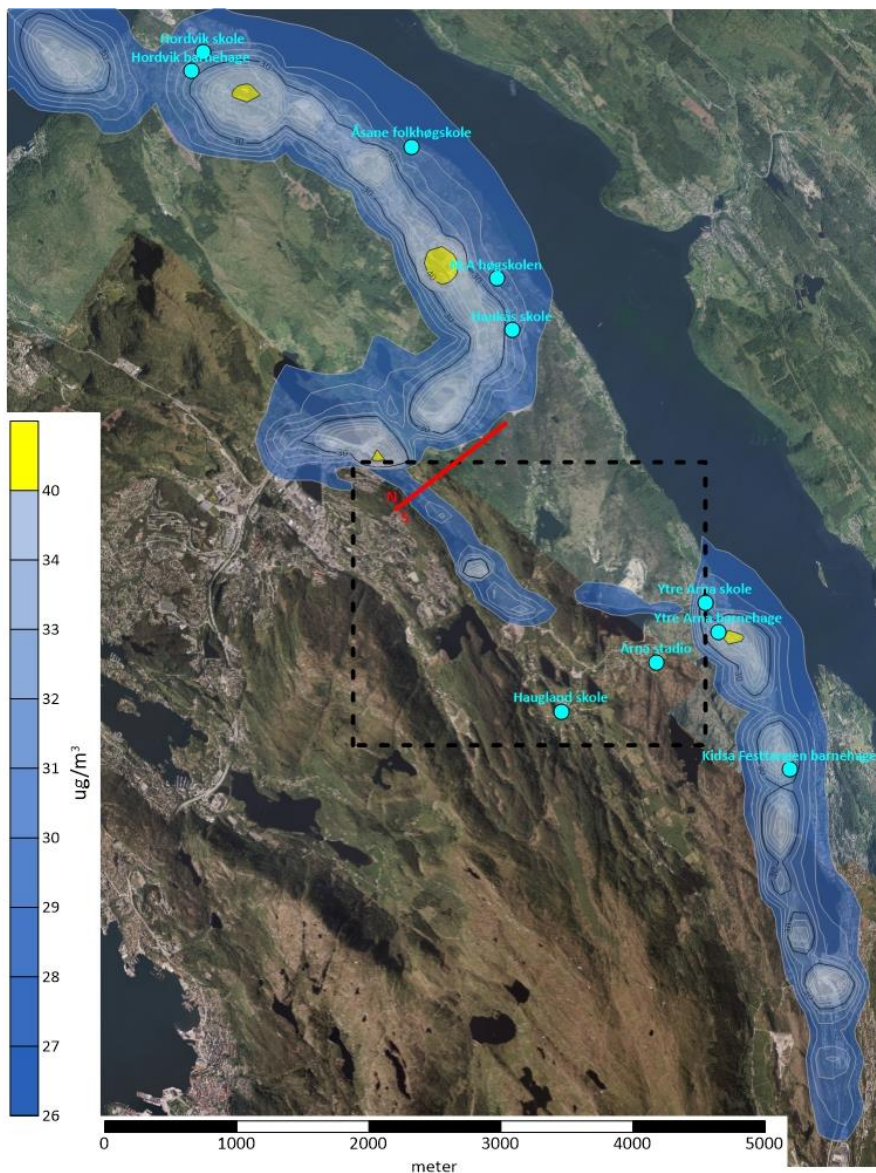
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av NO₂ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 4 til Figur 6 for nullalternativet ved et normalår. Resultatene viser at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i forurensningsforskriften samt grense for gul luftforurensningszone i noen områder i nordre korridor.



Figur 4: Resultater fra modellering av 19. høyeste timemiddel for NO₂ for nullalternativet for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 10, Figur 13, Figur 19, Figur 22 og Figur 28. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i Forurensningsforskriften overskrids i noen områder i nordre korridor. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje.



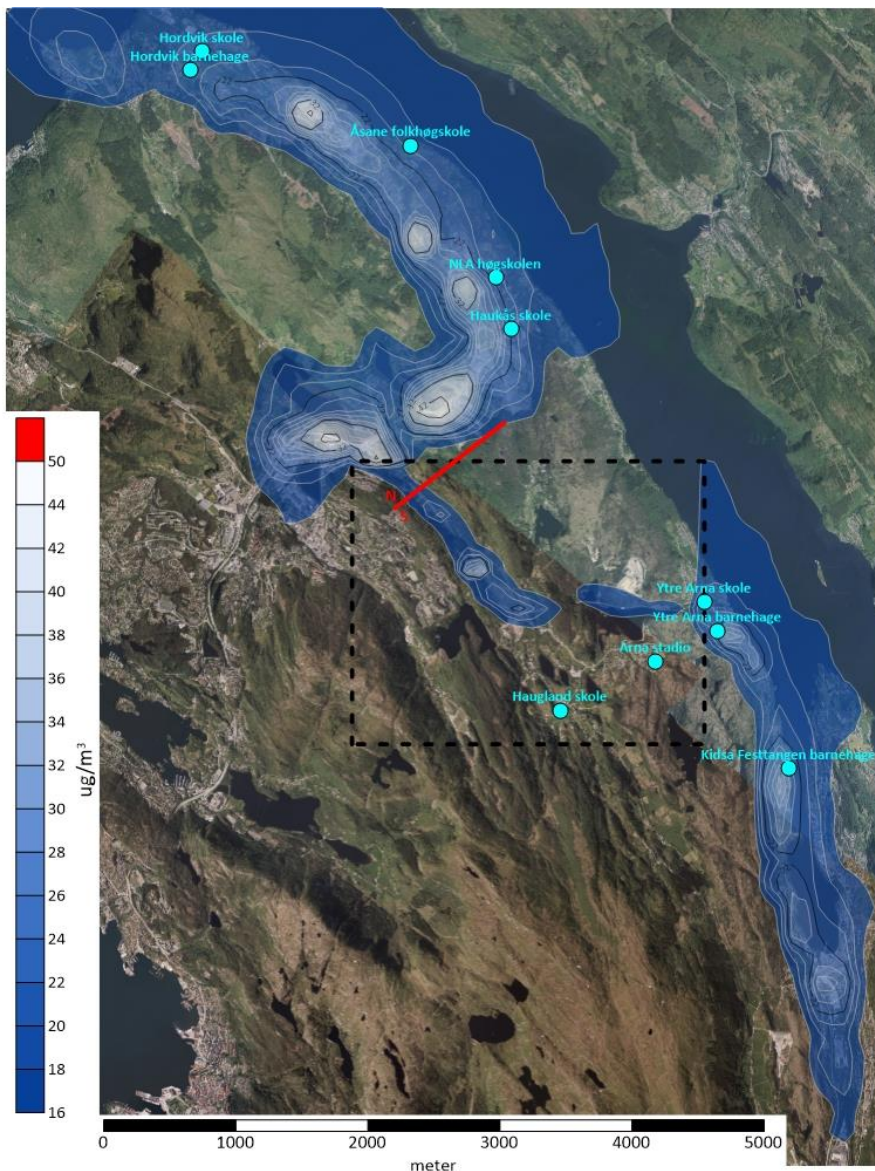
Figur 5: Resultater fra modellering av årsmiddel for NO₂ for nullalternativet for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 11, Figur 14, Figur 20, Figur 23, Figur 29. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i T-1520 overholdes. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje.



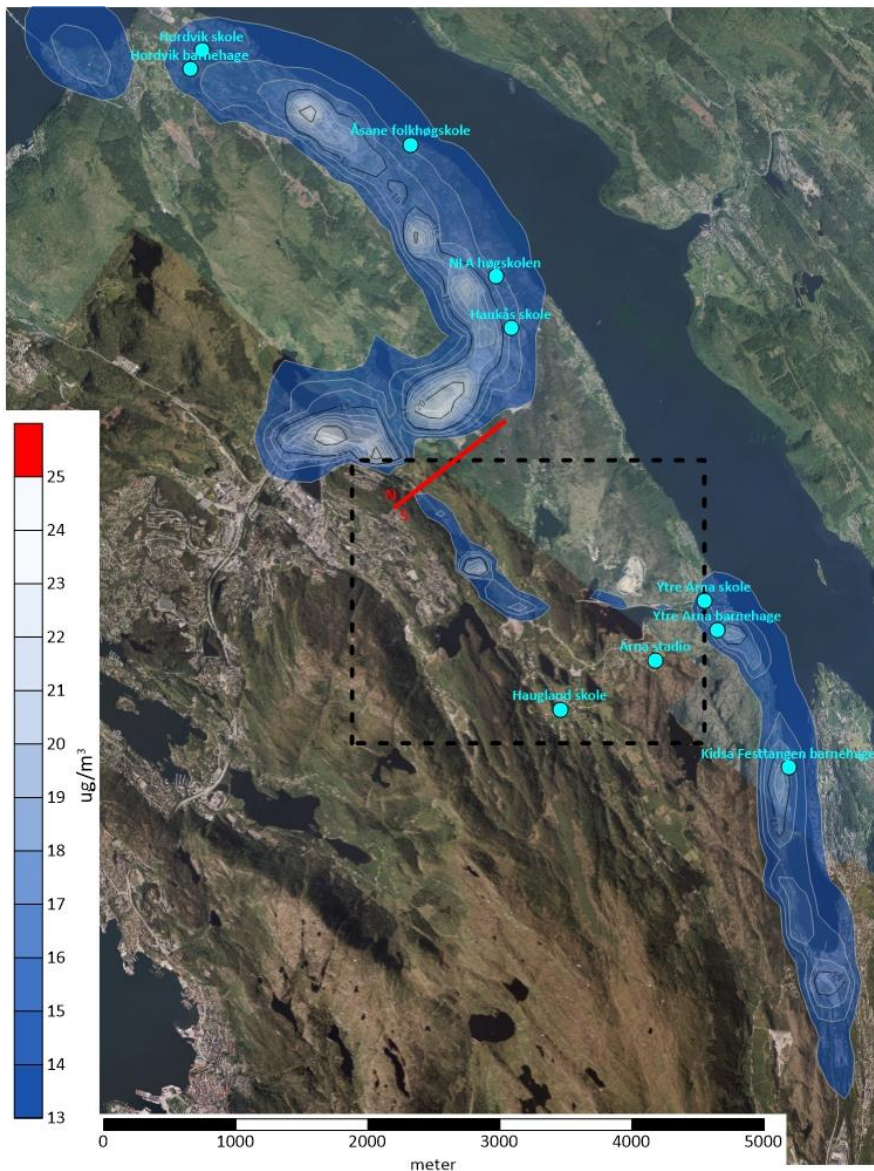
Figur 6: Resultater fra modellering av vintermiddel for NO₂ for nullalternativet for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 12, Figur 15, Figur 21, Figur 24 og Figur 30. Kartet viser at grenseverdiene for gul luftforurensningszone for NO₂ satt i T-1520 overskrides i noen områder i nordre korridor. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje.

PM₁₀ – Forurensningsforskriften og T-1520

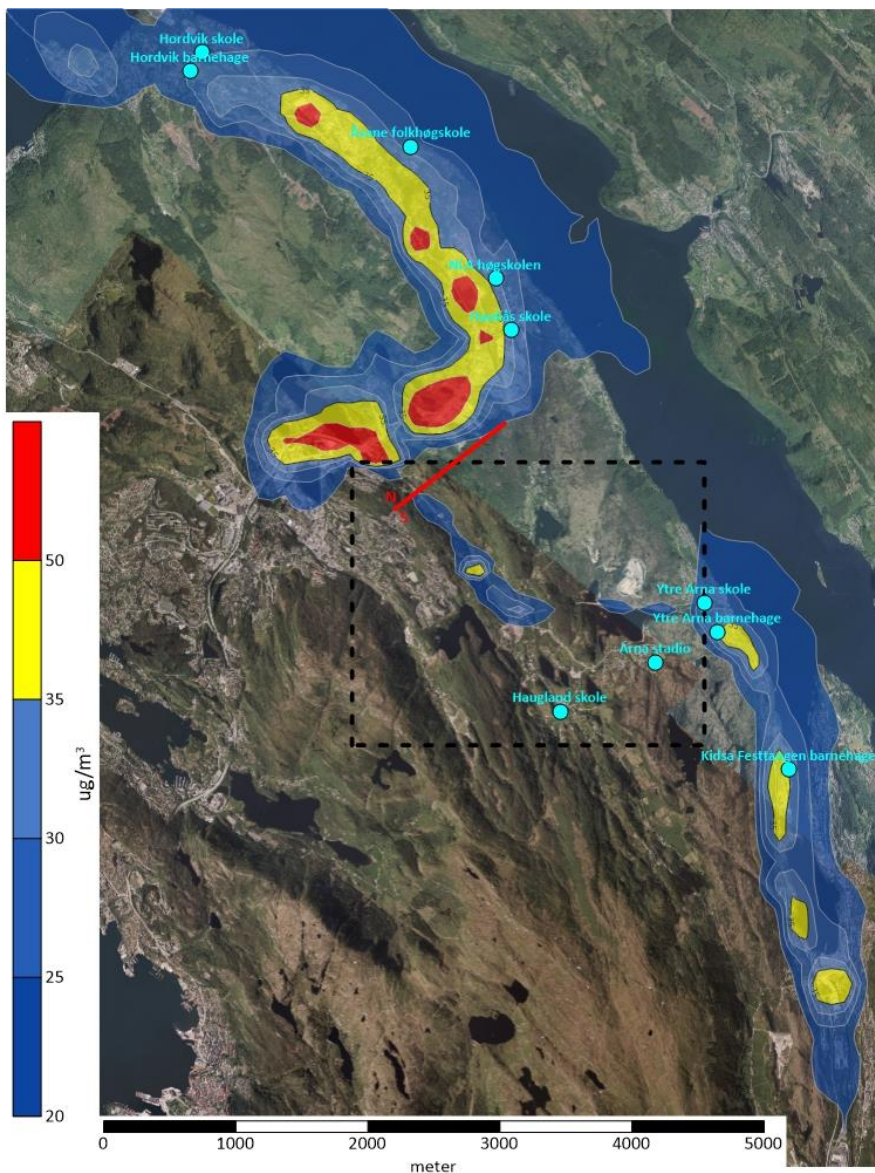
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av PM₁₀ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 7 til Figur 9 for nullalternativet ved et normalår. Resultatene viser at konsentrasjonene av PM₁₀ overskrider grenseverdiene for gul luftforurensningssone satt i T-1520 i noen områder i nordre korridoren nærme Haukås.



Figur 7: Resultater fra modellering av 31. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for nullalternativet. Figuren kan sammenlignes med Figur 16, Figur 25 og Figur 25. Kartet viser at grenseverdiene for PM₁₀ satt i forurensningsforskriften overholdes. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje.



Figur 8: Resultater fra modellering av årsmiddel for PM₁₀ for nullalternativet. Figuren kan sammenlignes med Figur 17 og Figur 26. Kartet viser at grenseverdiene for PM₁₀ satt i forurensningsforskriften overholdes. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje.

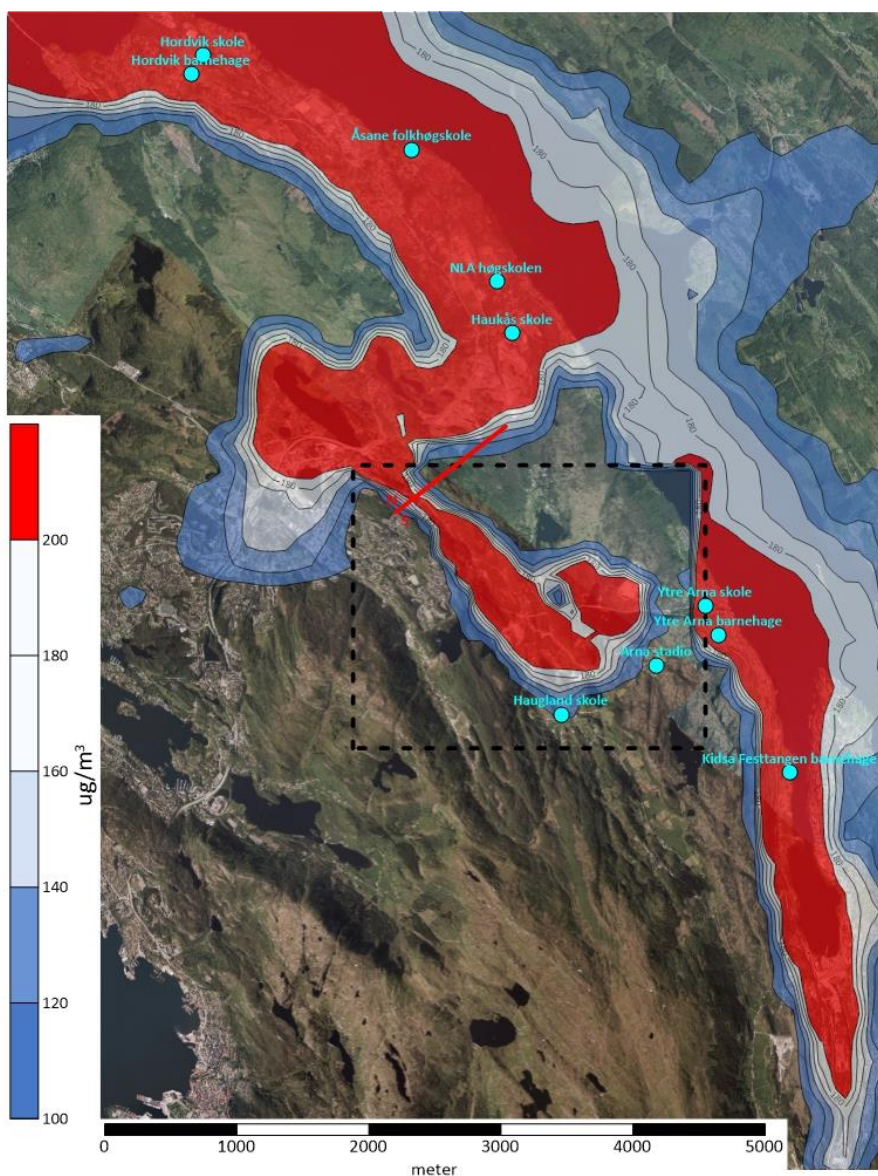


Figur 9: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for nullalternativet. Figuren kan sammenlignes med Figur 18 og Figur 27. Kartet viser at grenseverdiene for gul og rød luftforurensningssone for PM₁₀ satt i T-1520 overskrids langs E39 i nordre korridor. Resultatet viser også til noen gule luftforurensningssoner i sydkorridoren langs E16. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje.

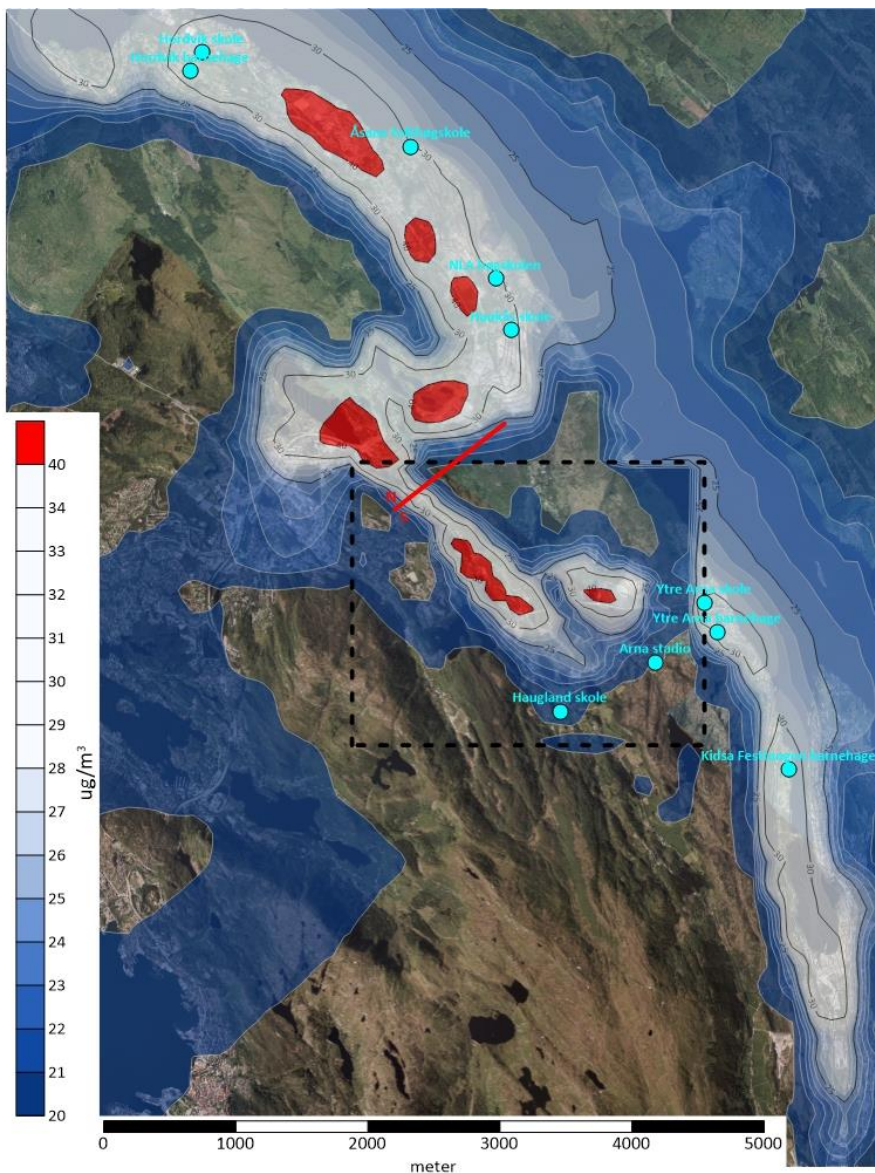
Inversjonsår

NO₂ – Forurensningsforskriften og T-1520

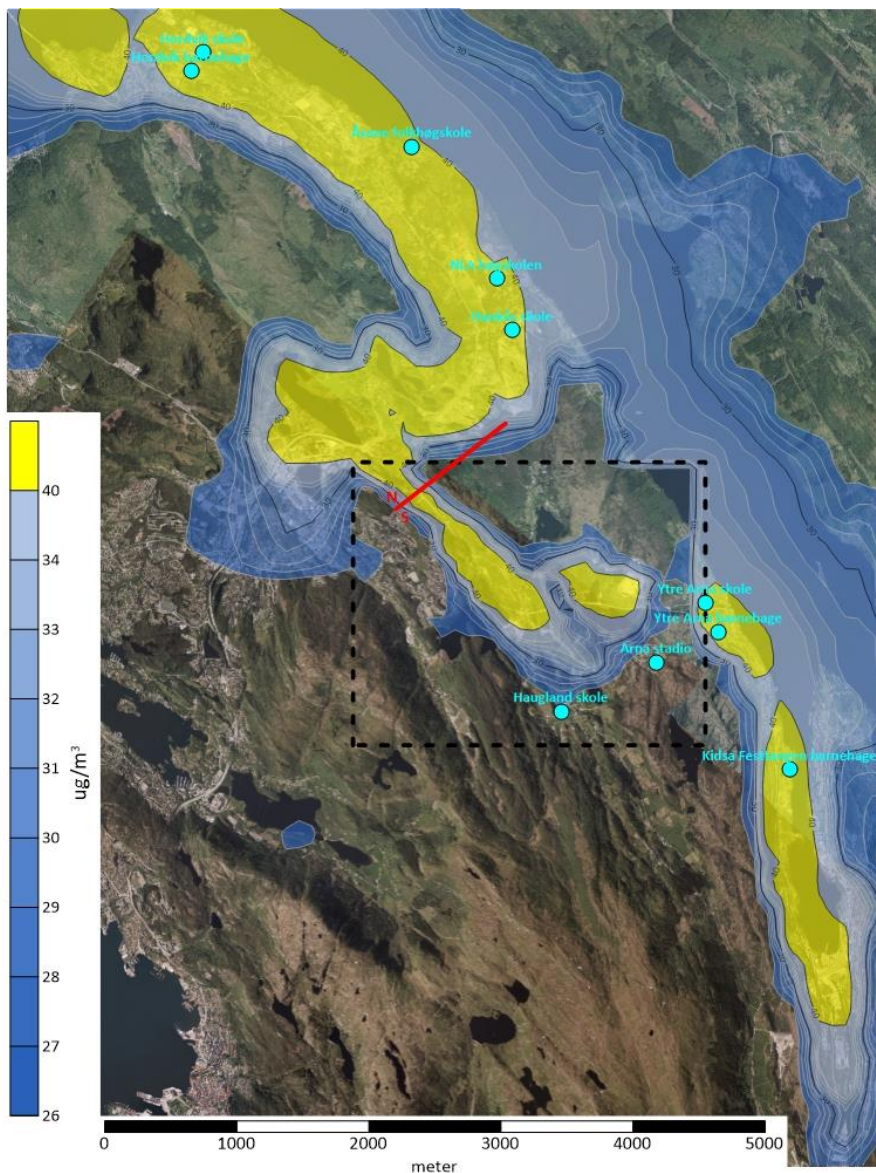
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av NO₂ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i Forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 10 til Figur 12 for nullalternativet ved et inversjonsår. Resultatene viser at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i forurensningsforskriften i et stort område langs hele veistrekket, men først og fremst i nordre korridor. I tillegg viser resultatene til at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i T-1520 primært når det gjelder gul luftforurensningssone.



Figur 10: Resultater fra modellering av 19. høyeste timemiddel for NO₂ for nullalternativet for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 4, Figur 13, Figur 19, Figur 22 og Figur 28. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i forurensningsforskriften i større områder langs veistrekket. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje.



Figur 11: Resultater fra modellering av årsmiddel for NO_2 for nullalternativet for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 5, Figur 14, Figur 20, Figur 23 og Figur 29. Kartet viser at grenseverdiene for NO_2 satt i forurensningsforskriften blir overskredet i flere mindre områder fremst i den nordre korridoren. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje.



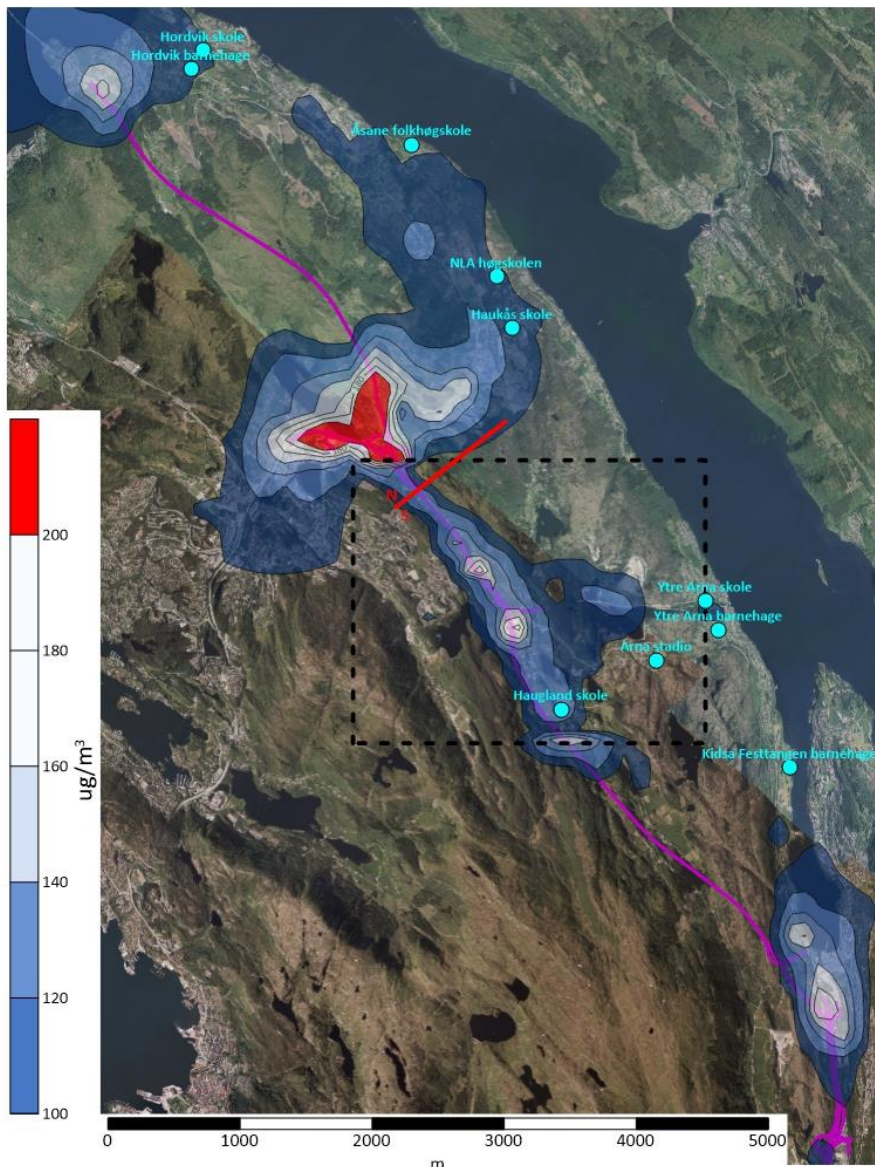
Figur 12: Resultater fra modellering av vintermiddel for NO₂ for nullalternativet for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 12, Figur 15, Figur 21, Figur 24 og Figur 30. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i T-1520 blir overskredet i relativt store områder langs både E39 og E16. Det er også en del følsomme virksomheter er innenfor gul luftforurensningszone. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje.

S1a-N1

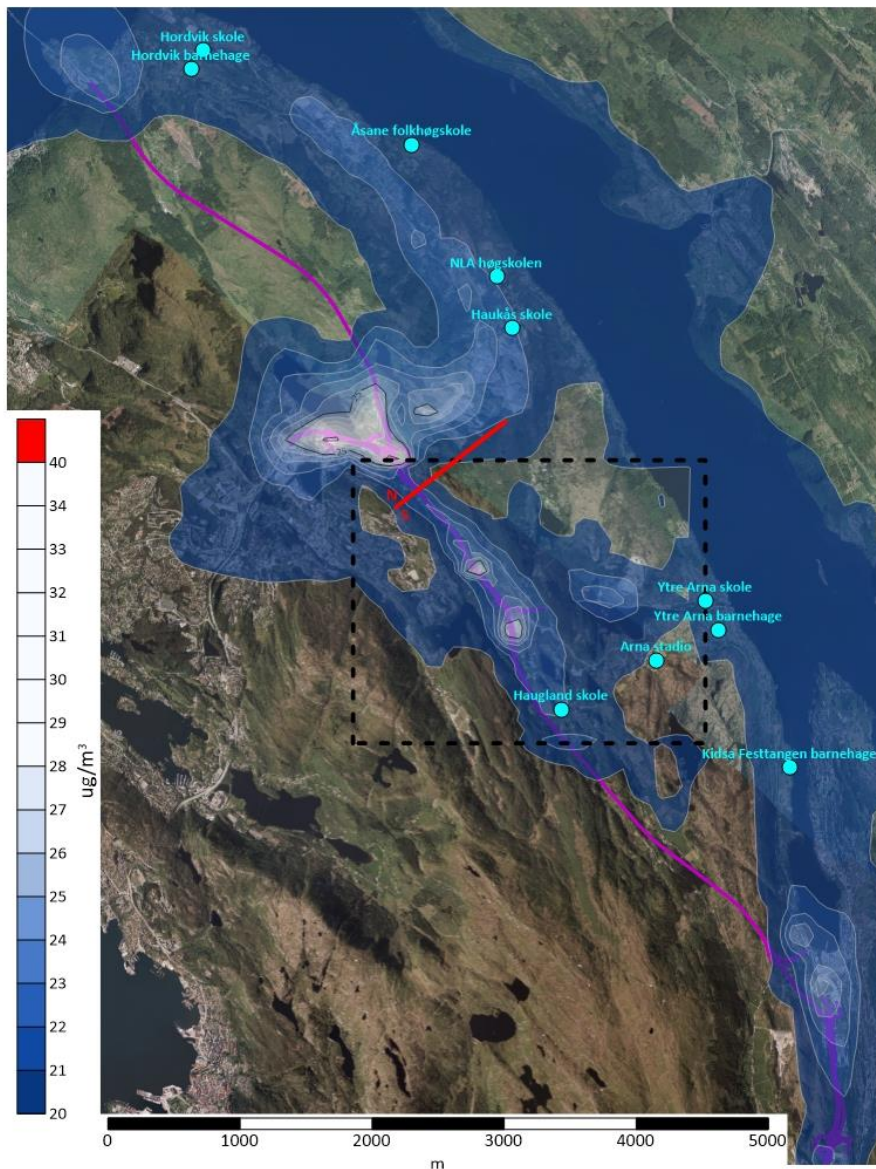
Normalår

NO₂ – Forurensningsforskriften og T-1520

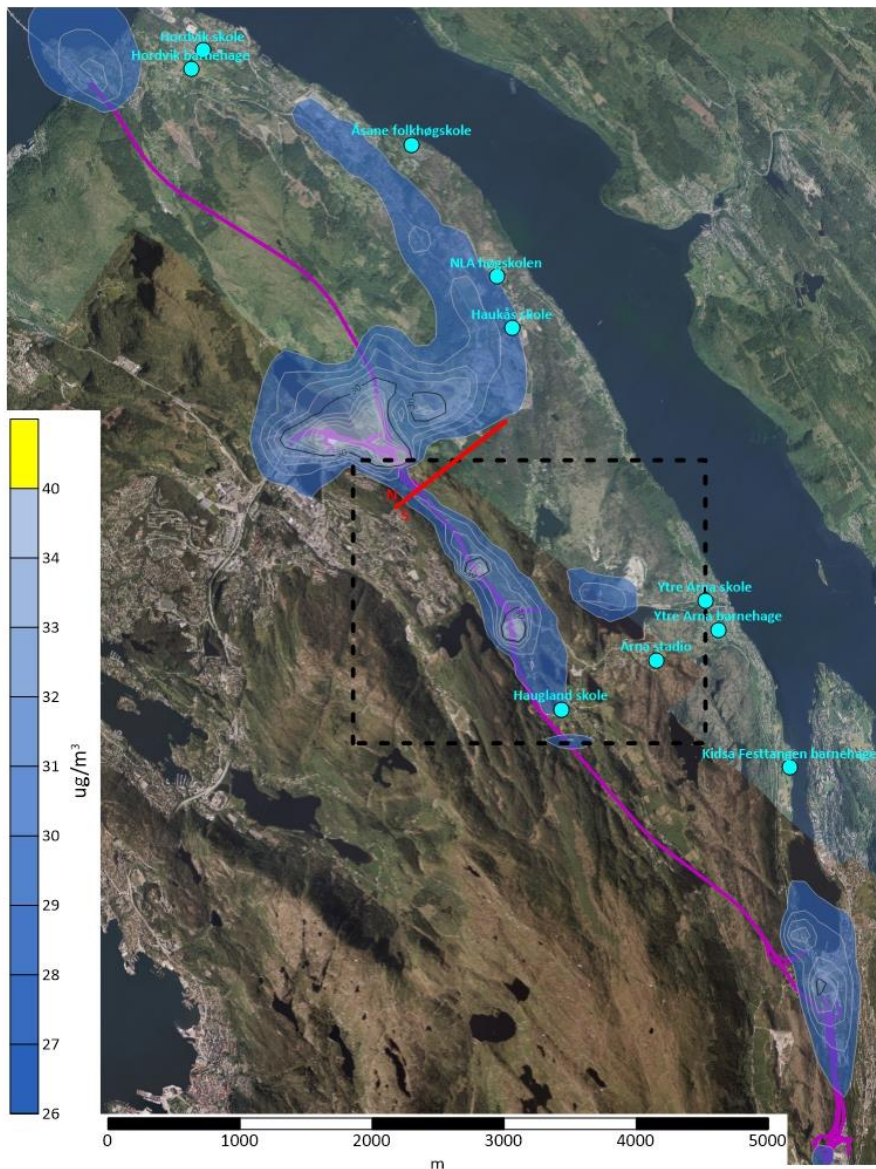
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av NO₂ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 13 til Figur 15 for S1a-N1 og et normalår. Resultatene viser at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i forurensningsforskriften i området rundt Vågsbotn rundkjøring.



Figur 13: Resultater fra modellering av 19. høyeste timemiddel for NO₂ for S1a-N1 for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 4, Figur 10, Figur 19, Figur 22 og Figur 28. Kartet viser til overskridelser av grenseverdiene for NO₂ satt i forurensningsforskriften i området rundt Vågsbotn rundkjøring. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjene for alternativet er vist med lilla linje.



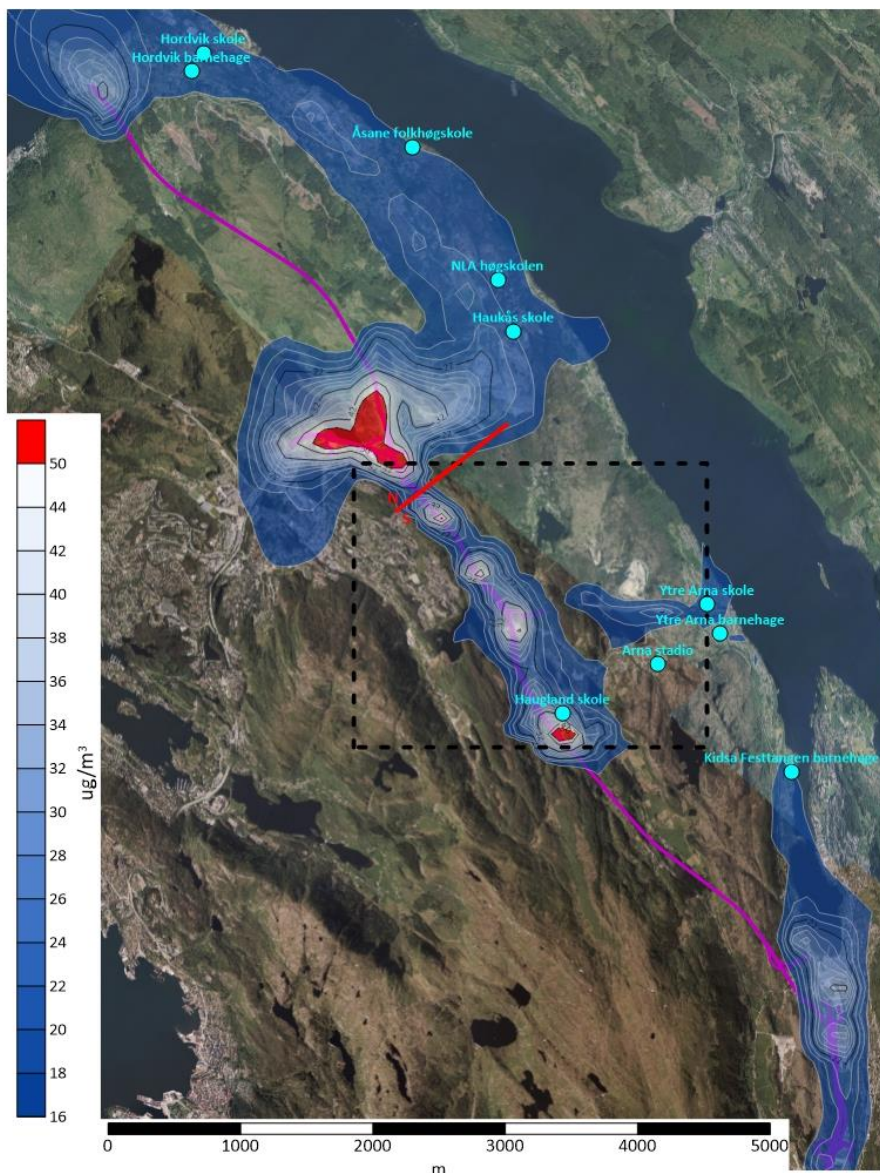
Figur 14: Resultater fra modellering av årsmiddel for NO₂ for S1a-N1 for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 5, Figur 11, Figur 20, Figur 23, Figur 29. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i T-1520 overholdes. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje. Veilinjene for alternativet er vist med lilla linje.



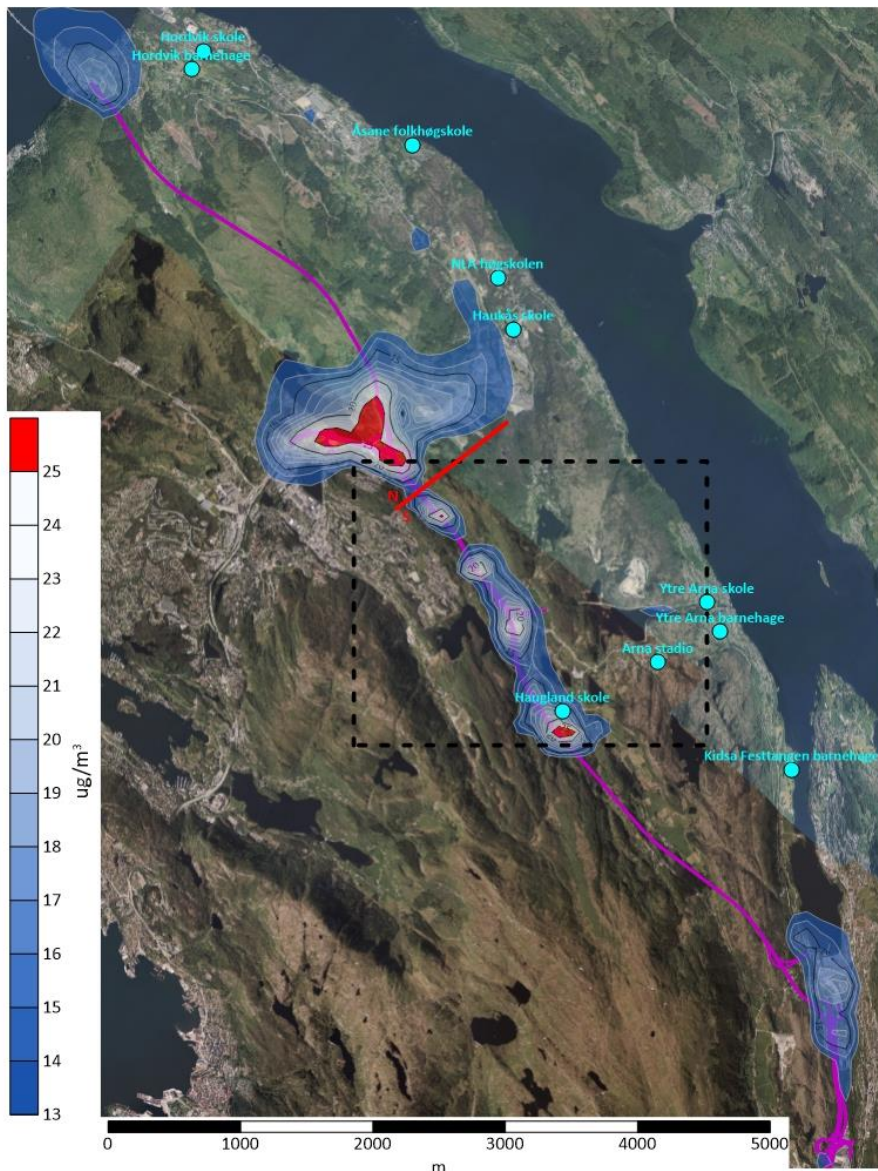
Figur 15: Resultater fra modellering av vintermiddel for NO₂ for S1a-N1 for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 6, Figur 12, Figur 21, Figur 24 og Figur 30. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i T-1520 overholdes. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjens for alternativet er vist med lilla linje.

PM₁₀ – Forurensningsforskriften og T-1520

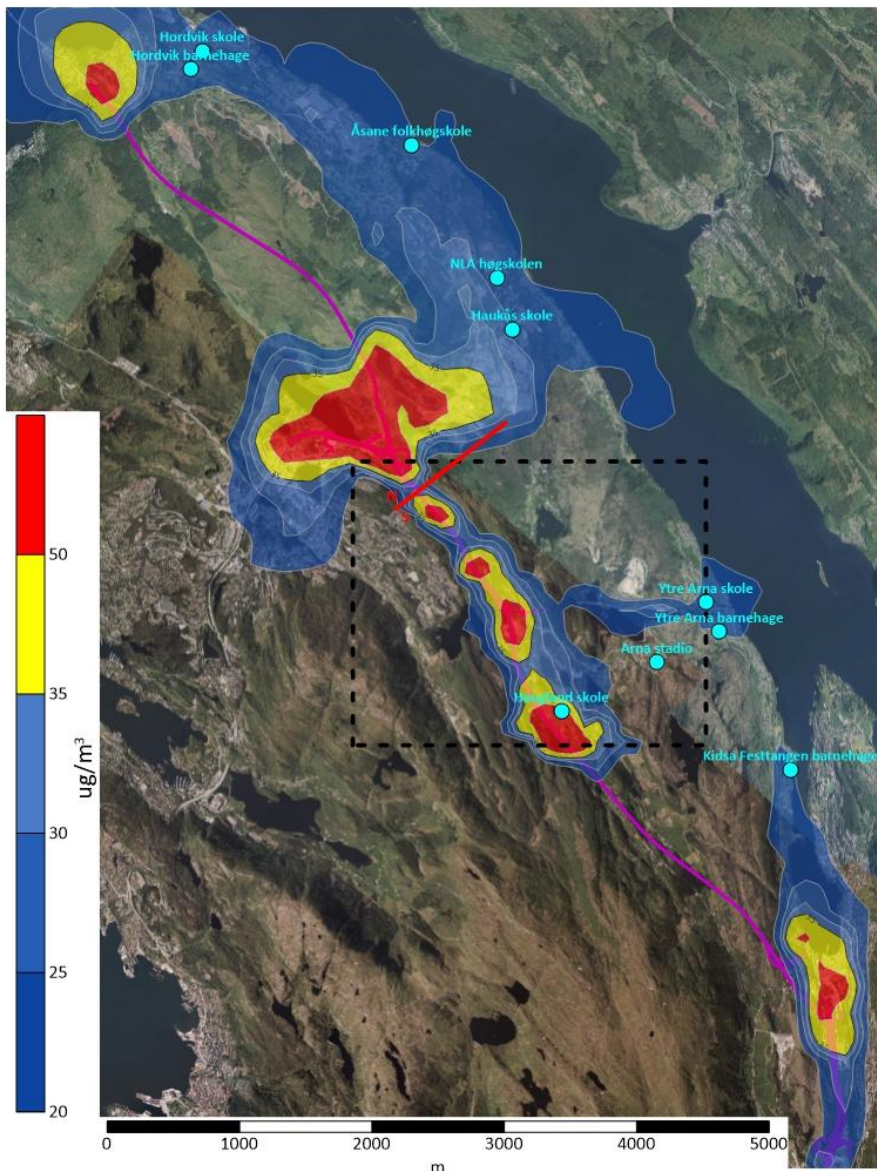
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av PM₁₀ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 16 til Figur 18 for S1a-N1 og et normalår. Resultatene viser at konsentrasjonene av PM₁₀ overskrider grenseverdiene for gul luftforurensningssone satt i T-1520 i noen relativt store områder rundt tunnelmunningene, men også noen mindre områder i Gaupåsområdet. Resultatet viser også til overskridelser av kravene i forurensningsforskriften rundt tunnelmunningene.



Figur 16: Resultater fra modellering av 31. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for S1a-N1. Figuren kan sammenlignes med Figur 7, Figur 25 og Figur 25. Kartet viser at grenseverdiene for PM₁₀ satt i forurensningsforskriften blir overskredet i områdene rundt Vågsbotn rundkjøring. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjens for alternativet er vist med lilla linje.



Figur 17: Resultater fra modellering av årsmiddel for PM₁₀ for S1a-N1. Figuren kan sammenlignes med Figur 8 og Figur 26. Kartet viser at grenseverdiene for PM₁₀ satt i forurensningsforskriften blir overskredet i områdene rundt Vågsbotn rundkjøring. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje. Veilinjen for alternativet er vist med lilla linje.

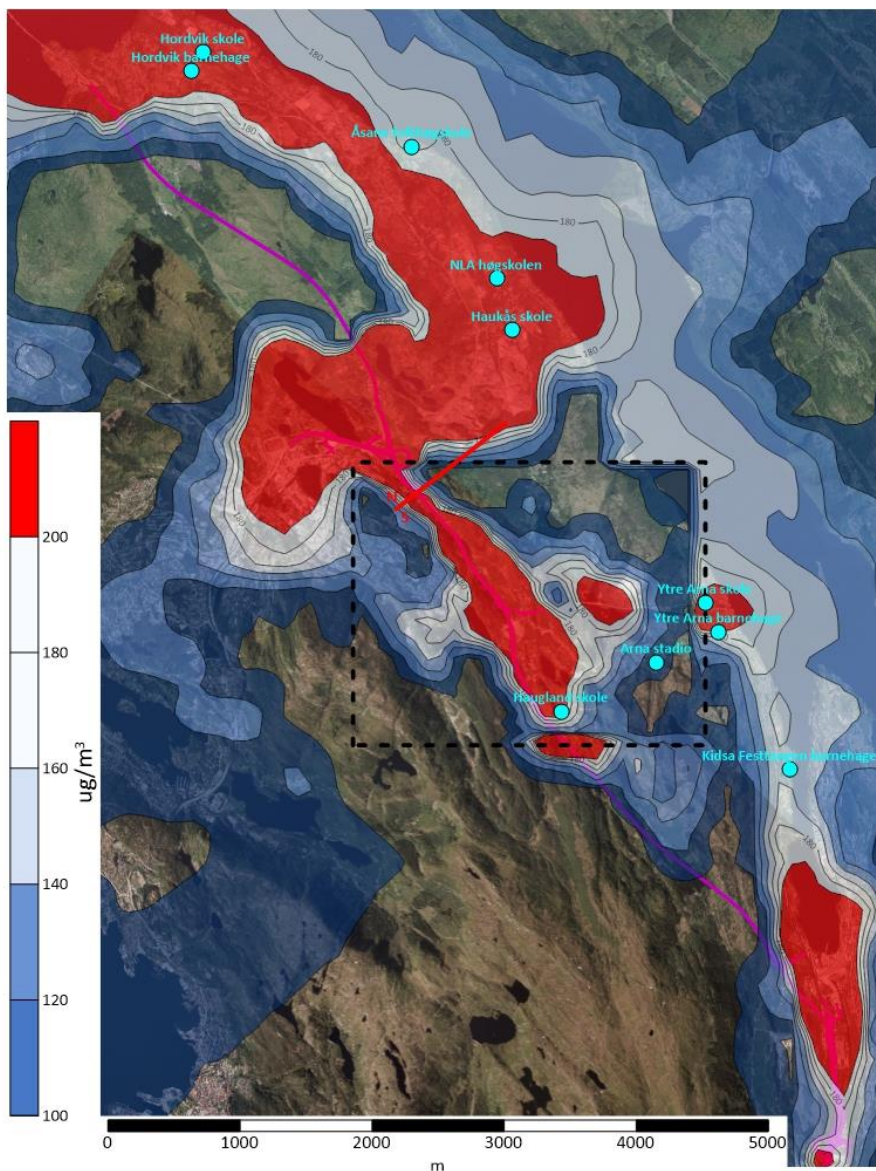


Figur 18: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for S1a-N1. Figuren kan sammenlignes med Figur 9 og Figur 27. Kartet viser at grenseverdiene for PM₁₀ satt i T-1520 blir overskredet i relativt store områder rundt tunnelmunningene, men også noen mindre områder i Gaupåsområdet. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjens for alternativet er vist med lilla linje.

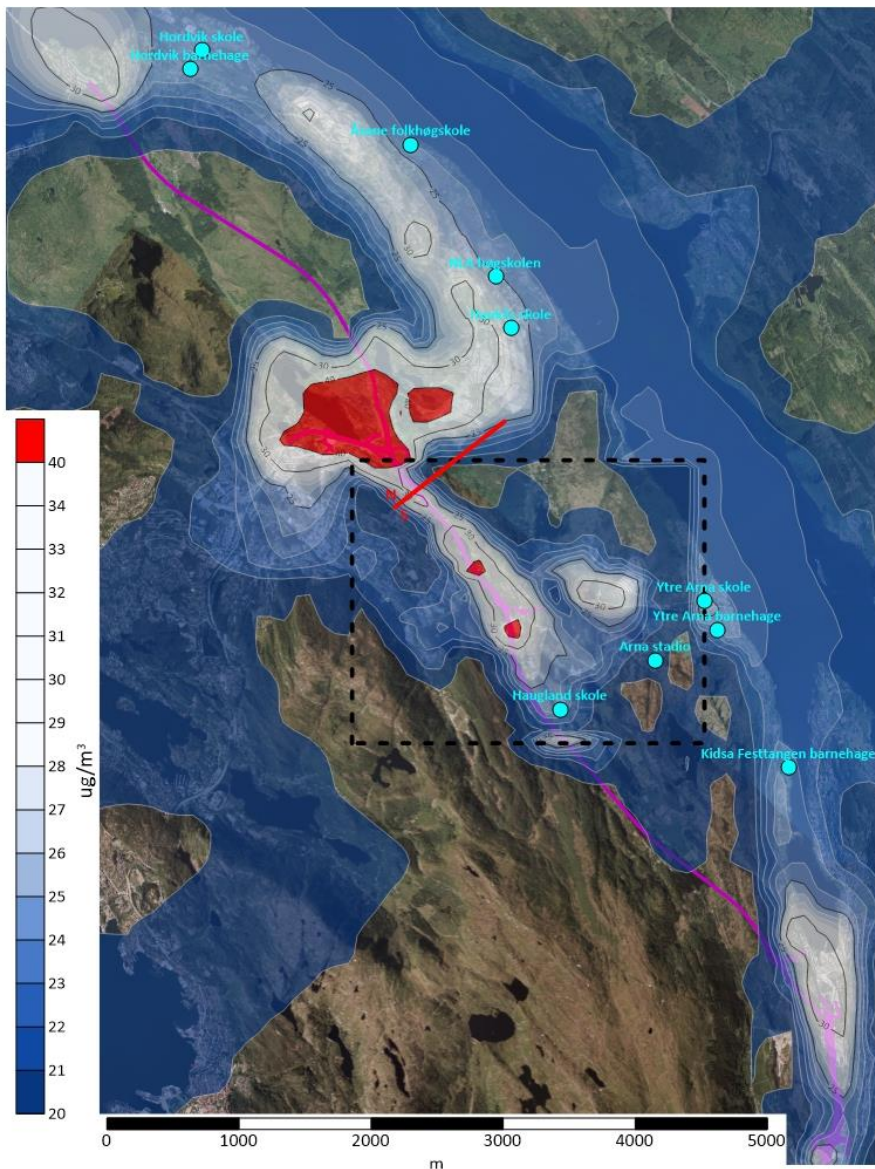
Inversjonsår

NO₂ – Forurensningsforskriften og T-1520

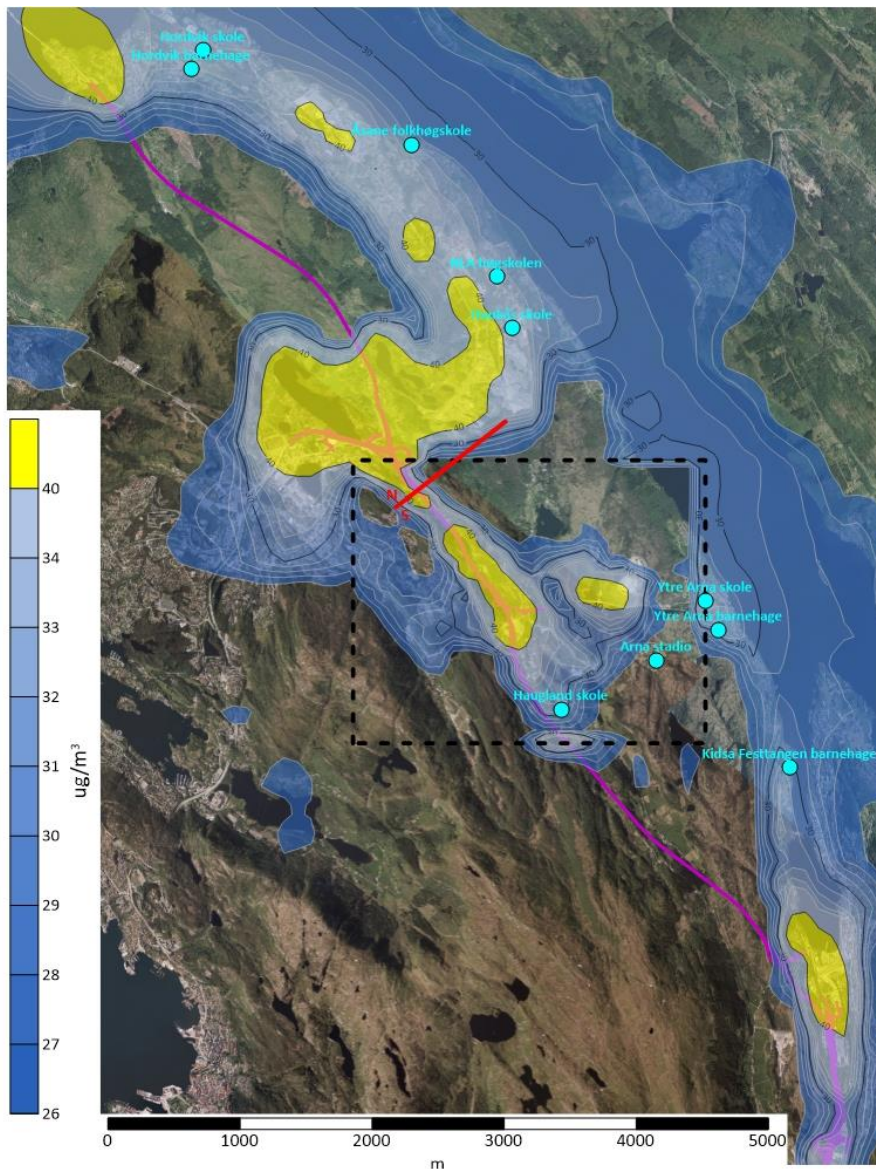
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av NO₂ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i Forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 19 til Figur 21 for S1a-N1 og et inversjonsår. Resultatene viser at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i Forurensningsforskriften i store områder langs hele veistrekningen. I tillegg viser resultatene til at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i T-1520, primært ved tunnelmunningene i den nordre korridoren og når det gjelder gul luftforurensningssone.



Figur 19: Resultater fra modellering av 19. høyeste timemiddel for NO₂ for S1a-N1 for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 4, Figur 10, Figur 13, Figur 22 og Figur 28. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i forurensningsforskriften i store områder langs hele veistrekningen, men primært i nordre korridor. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjene for alternativet er vist med lilla linje.



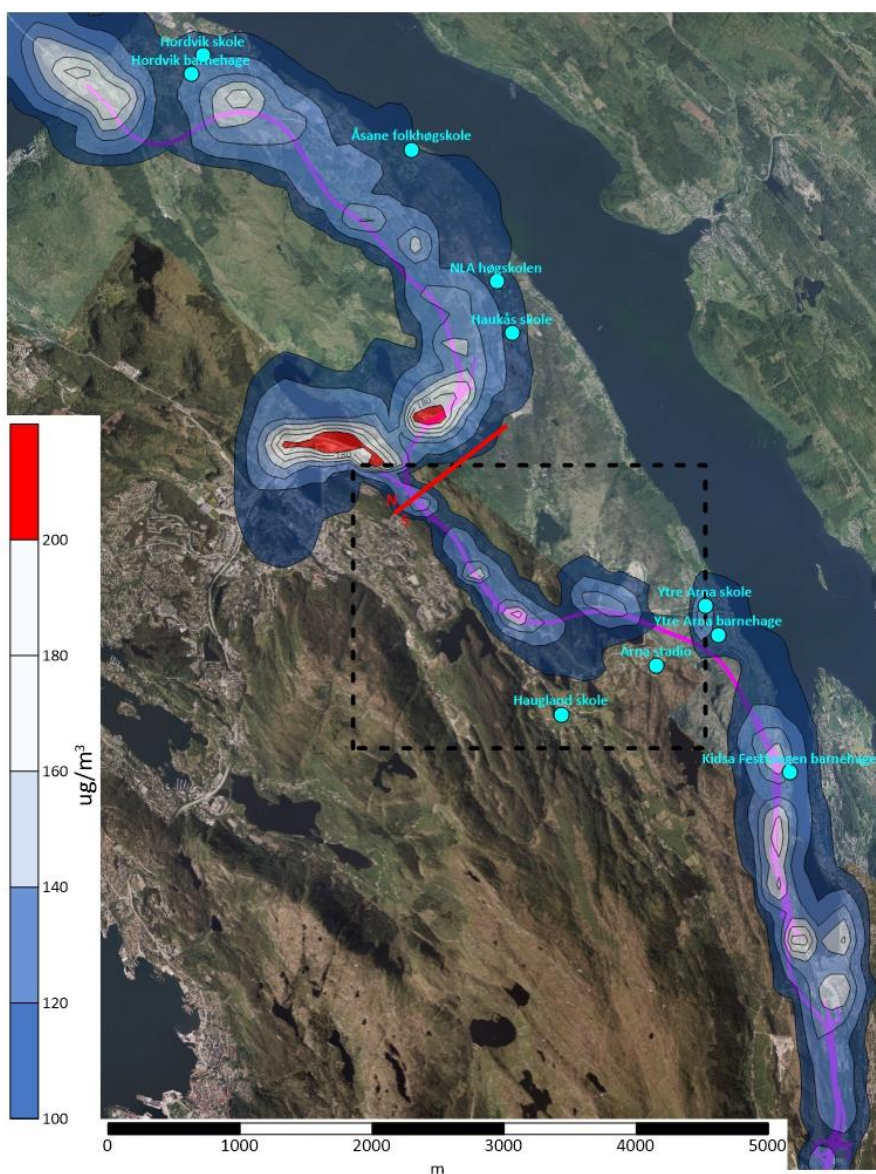
Figur 20: Resultater fra modellering av årsmiddel for NO_2 for S1a-N1 for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 5, Figur 11, Figur 14, Figur 23, Figur 29. Kartet viser at grenseverdiene for NO_2 satt i T-1520 blir overskredet i områder rundt Vågsbotn rundkjøring samt noen mindre områder i Gaupås. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjene for alternativet er vist med lilla linje.



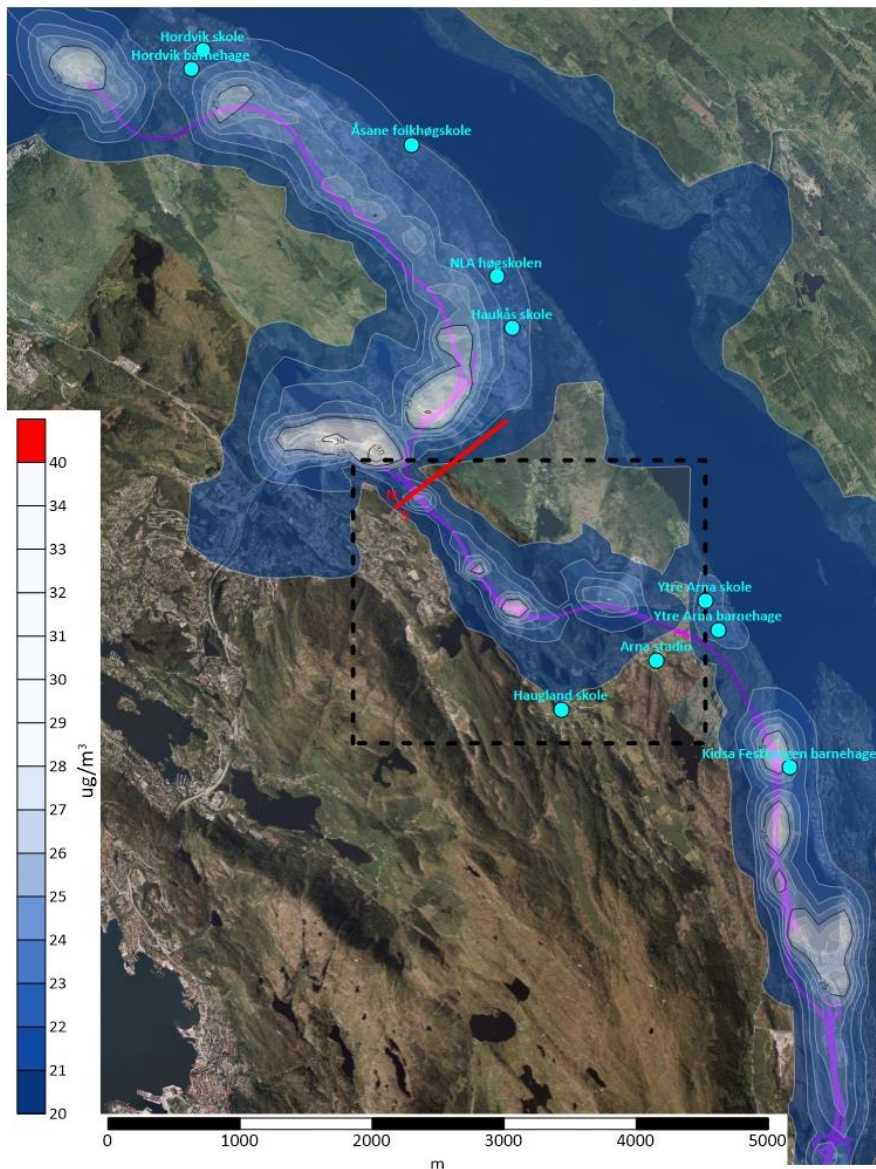
Figur 21: Resultater fra modellering av vintermiddel for NO_2 for S1a-N1 for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 7, Figur 13, Figur 15, Figur 25 og Figur 31. Kartet viser at grenseverdiene for NO_2 satt i T-1520 blir overskredet i større områder rundt tunnelmunningene i nordre korridor og noen områder i Gaupås og Indre Arna. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinja for alternativet er vist med lilla linje.

S5-N2a**Normalår****NO₂ – Forurensningsforskriften og T-1520**

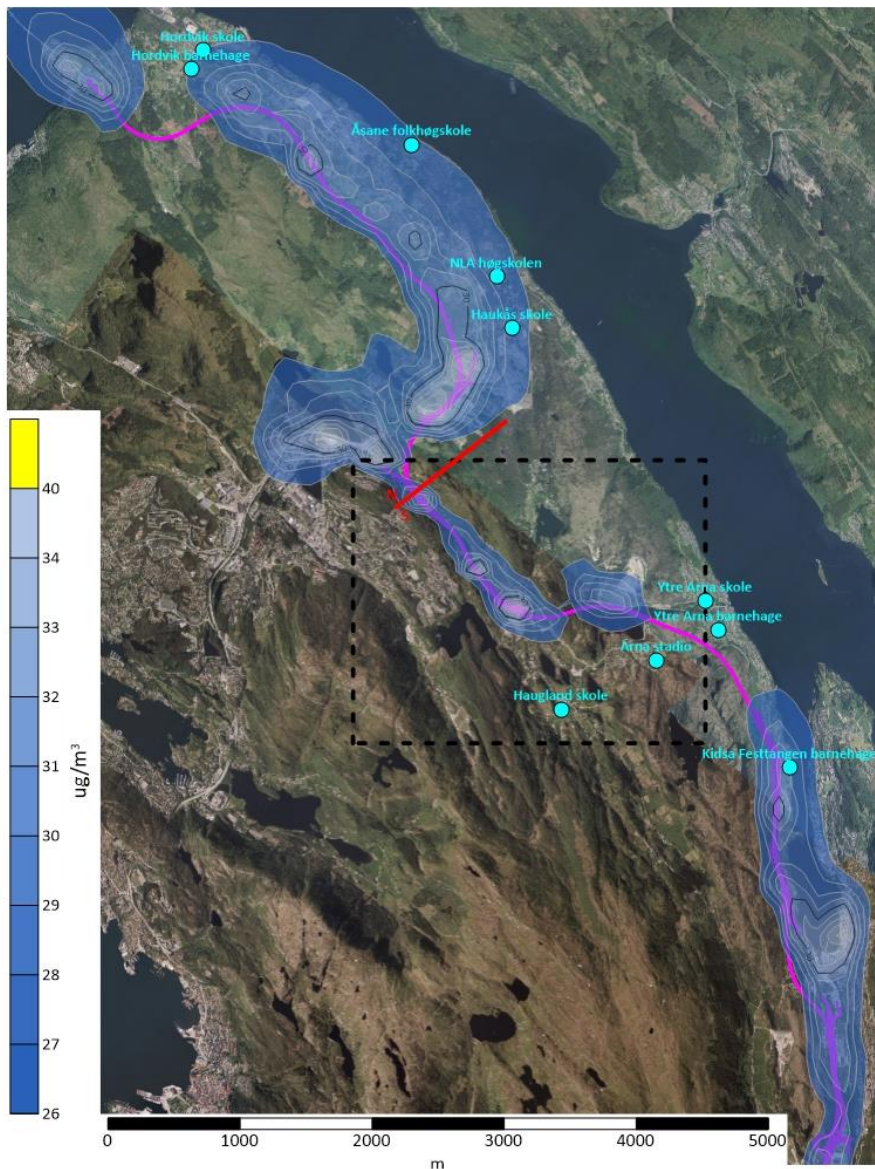
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av NO₂ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 22 til Figur 24 for S5-N2a og et normalår. Resultatene viser at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i T-1520 i kun noen mindre områder. Resultatene viser til noen mindre områder rundt Vågsbotn rundkjøring som har overskridelser av kravene i forurensningsforskriften.



Figur 22: Resultater fra modellering av 19. høyeste timemiddel for NO₂ for S5-N2a for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 4, Figur 10, Figur 13, Figur 19 og Figur 28. Kartet viser til overskridelser av grenseverdiene for NO₂ satt i forurensningsforskriften i noen mindre områder rundt Vågsbotn rundkjøring. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje. Veilinjene for alternativet er vist med lilla linje.



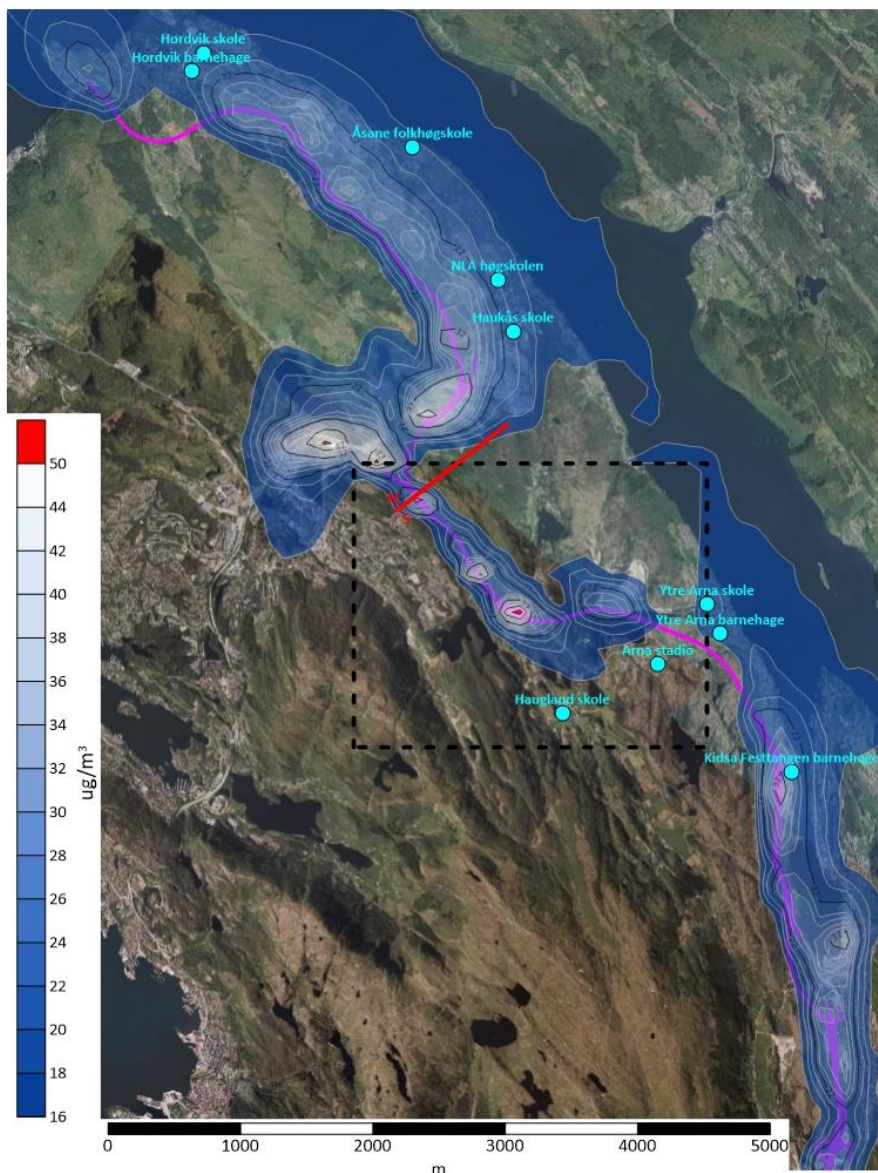
Figur 23: Resultater fra modellering av årsmiddel for NO_2 for S5-N2a for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 5, Figur 11, Figur 14, Figur 20, Figur 29. Kartet viser til at grenseverdiene for NO_2 satt i T-1520 ikke blir overskredet. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje. Veilinjens for alternativet er vist med lilla linje.



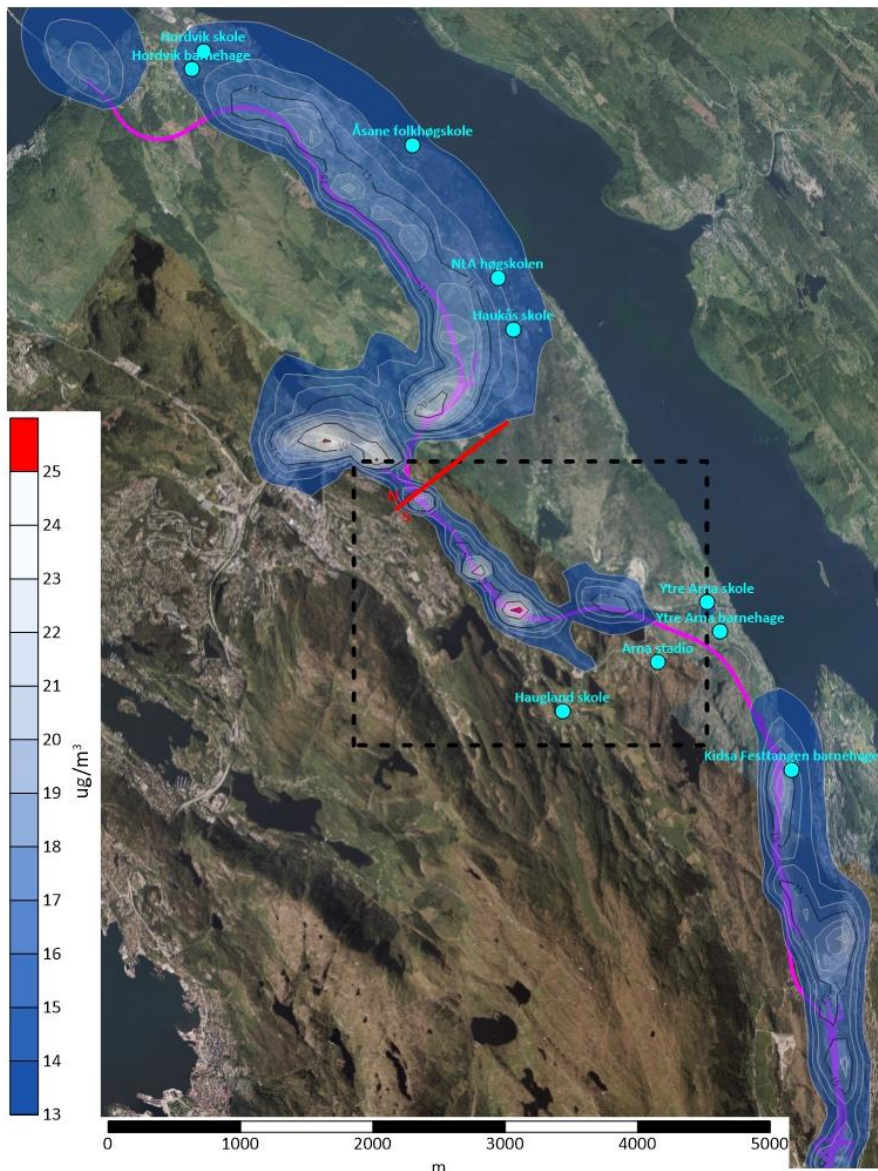
Figur 24: Resultater fra modellering av vintermiddel for NO_2 for S5-N2a for et normalår. Figuren kan sammenlignes med Figur 6, Figur 12, Figur 15, Figur 21 og Figur 30. Kartet viser til at grenseverdiene for NO_2 satt i T-1520 ikke blir overskredet. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje. Veilinjens for alternativet er vist med lilla linje.

PM₁₀ – Forurensningsforskriften og T-1520

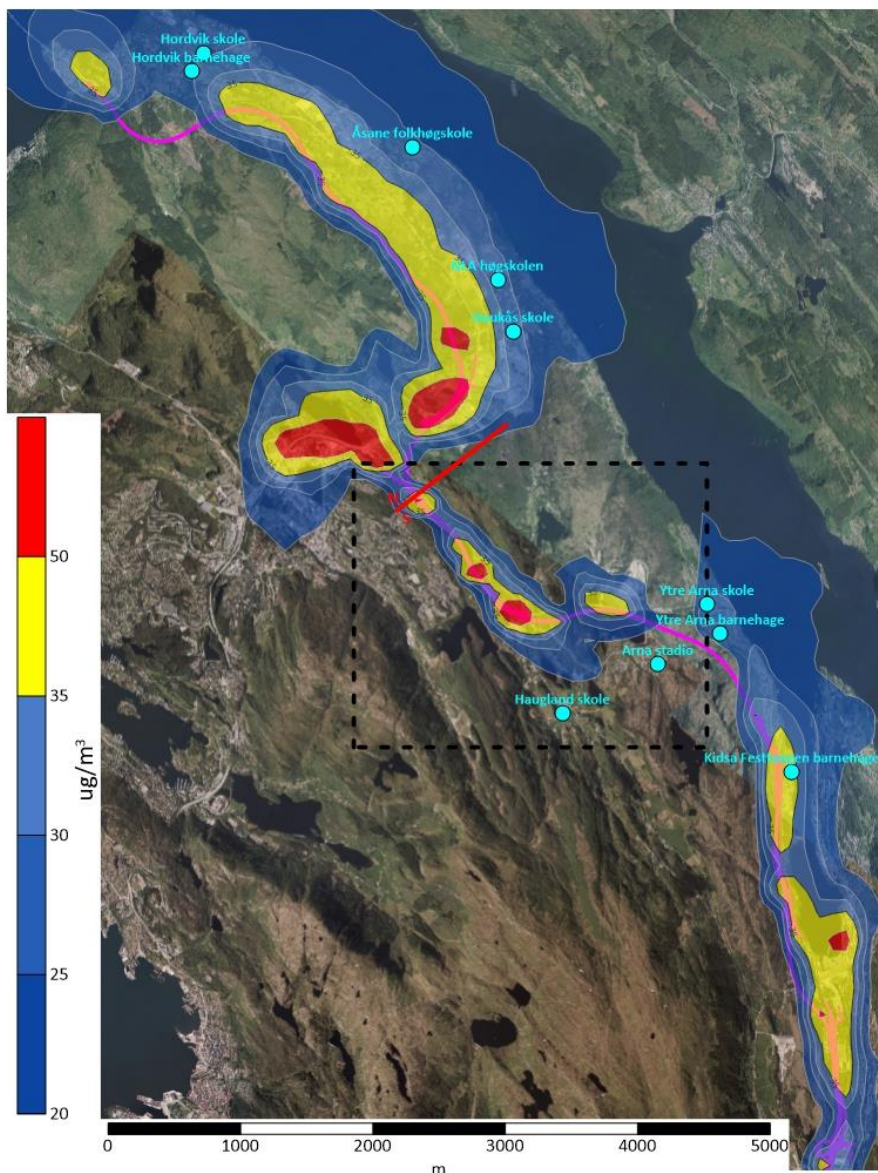
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av PM₁₀ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 25 til Figur 27 for S5-N2a og et normalår. Resultatene viser at konsentrasjonene av PM₁₀ overskrider grenseverdiene for gule or røde luftforurensningssoner satt i T-1520 i noen relativt store områder langs veistrekningen i nordre korridor, men også noen områder i ved Ytre og Indre Arna. Resultatet viser at kravene for 31. høyeste døgnmiddel og årsmiddel i forurensningsforskriften ikke blir overskredet i området i et normalår.



Figur 25: Resultater fra modellering av 31. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for S5-N2a. Figuren kan sammenlignes med Figur 7, Figur 16 og Figur 25. Kartet viser at grenseverdiene for PM₁₀ satt i forurensningsforskriften ikke blir overskredet. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplede linje. Veilinjen for alternativet er vist med lilla linje.



Figur 26: Resultater fra modellering av årsmiddel for PM_{10} for S5-N2a. Figuren kan sammenlignes med Figur 8 og Figur 17. Kartet viser at grenseverdiene for PM_{10} satt i forurensningsforskriften ikke blir overskredet i områdene. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjens for alternativet er vist med lilla linje.

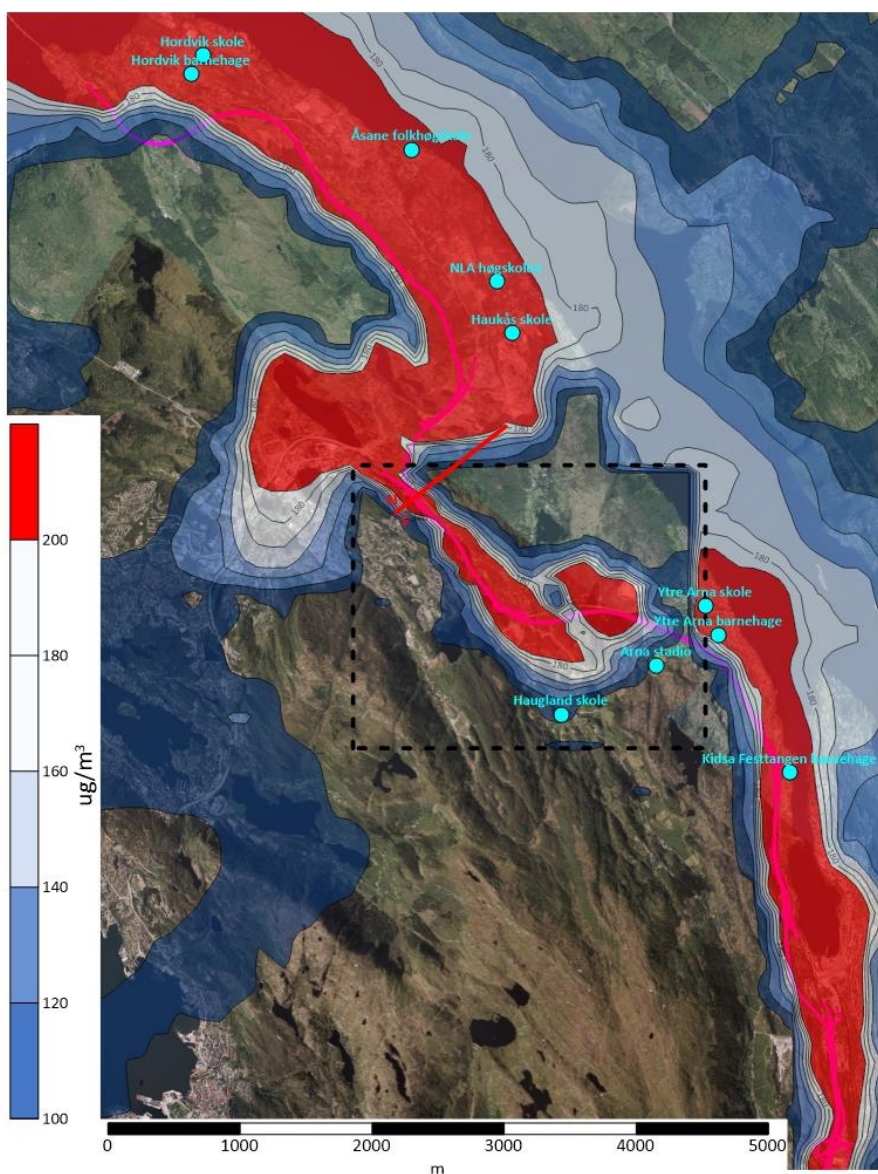


Figur 27: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for S5-N2a. Figuren kan sammenlignes med Figur 9 og Figur 18. Kartet viser at grenseverdiene for PM_{10} satt i T-1520 blir overskredet i noen relativt store områder langs veistrekningen i nordre korridor, men også noen områder i Ytre og Indre Arna og Gaupås. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjens for alternativet er vist med lilla linje.

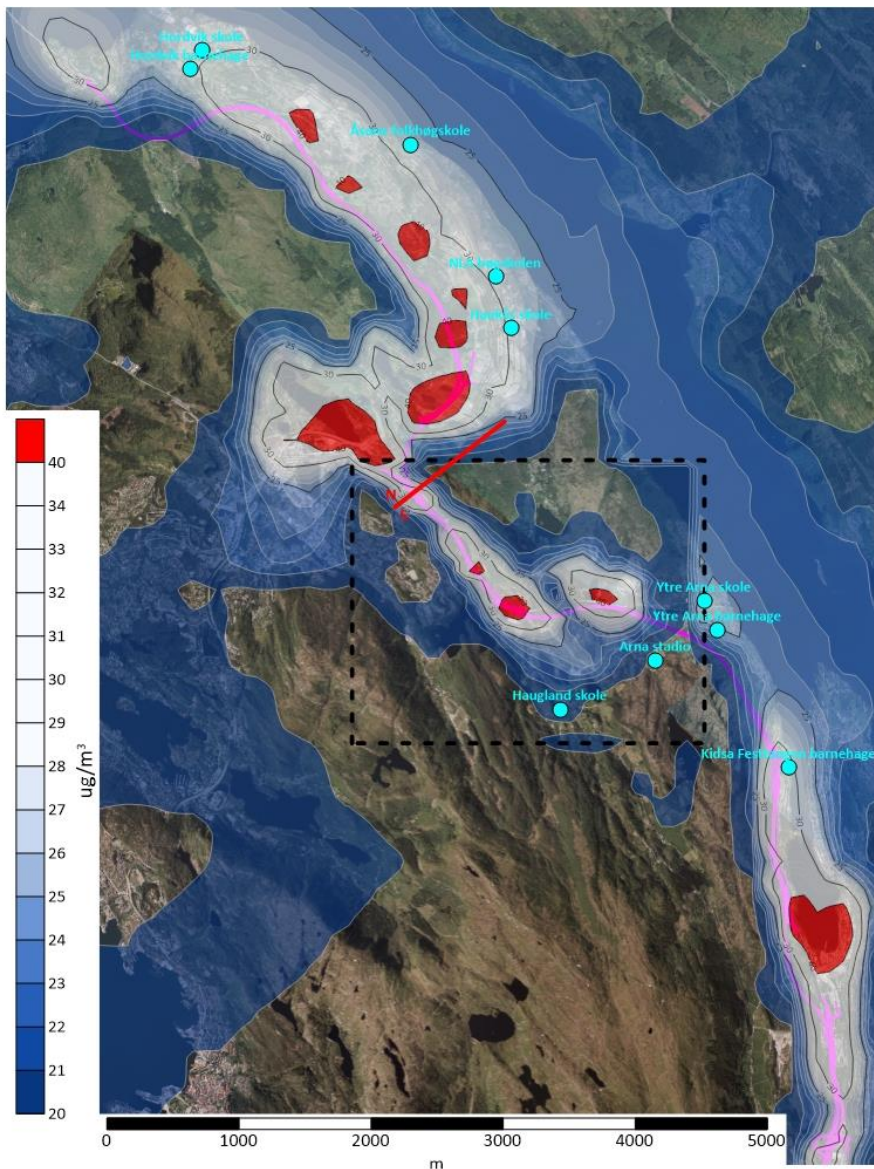
Inversjonsår

NO₂ – Forurensningsforskriften og T-1520

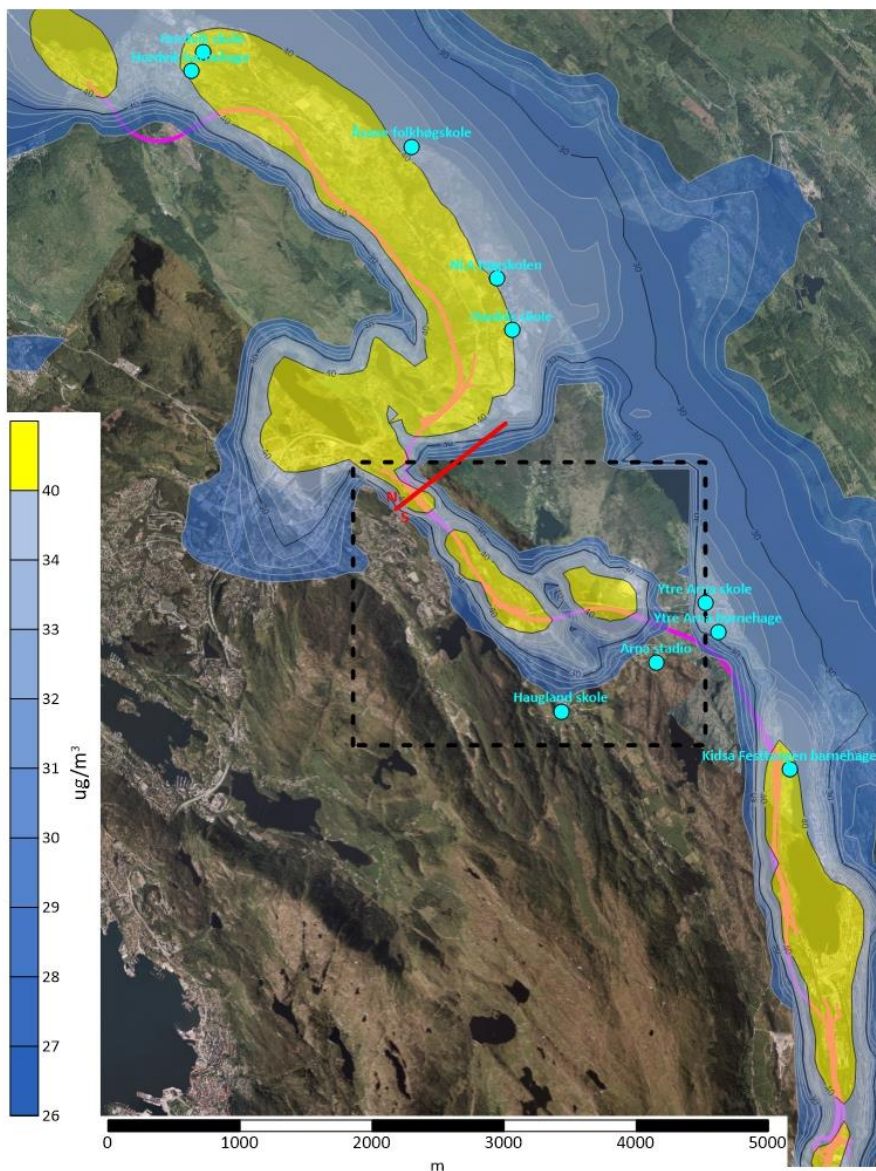
Luftsonekart som viser konsentrasjonen av NO₂ i forhold til kravene til lokal luftkvalitet i forurensningsforskriften og T-1520 er vist i Figur 28 til Figur 30 for S5-N2a og et inversjonsår. Resultatene viser at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i forurensningsforskriften i store områder langs hele veistrekningen. I tillegg viser resultatene til at konsentrasjonene av NO₂ overskrider grenseverdiene satt i T-1520 primært langs veistrekningen i den nordre korridoren og når det gjelder gul luftforurensningssone.



Figur 28: Resultater fra modellering av 19. høyeste timemiddel for NO₂ for S5-N2a for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 4, Figur 10, Figur 13, Figur 19 og Figur 22. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i forurensningsforskriften overskrids i store områder langs hele veistrekningen. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinjen for alternativet er vist med lilla linje.



Figur 29: Resultater fra modellering av årsmiddel for NO₂ for S5-N2a for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 5, Figur 11, Figur 14, Figur 20 og Figur 23. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i T-1520 blir overskredet primært langs veistrekke i nordre korridor, men også noen områder i sørkorridoren. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinja for alternativet er vist med lilla linje.



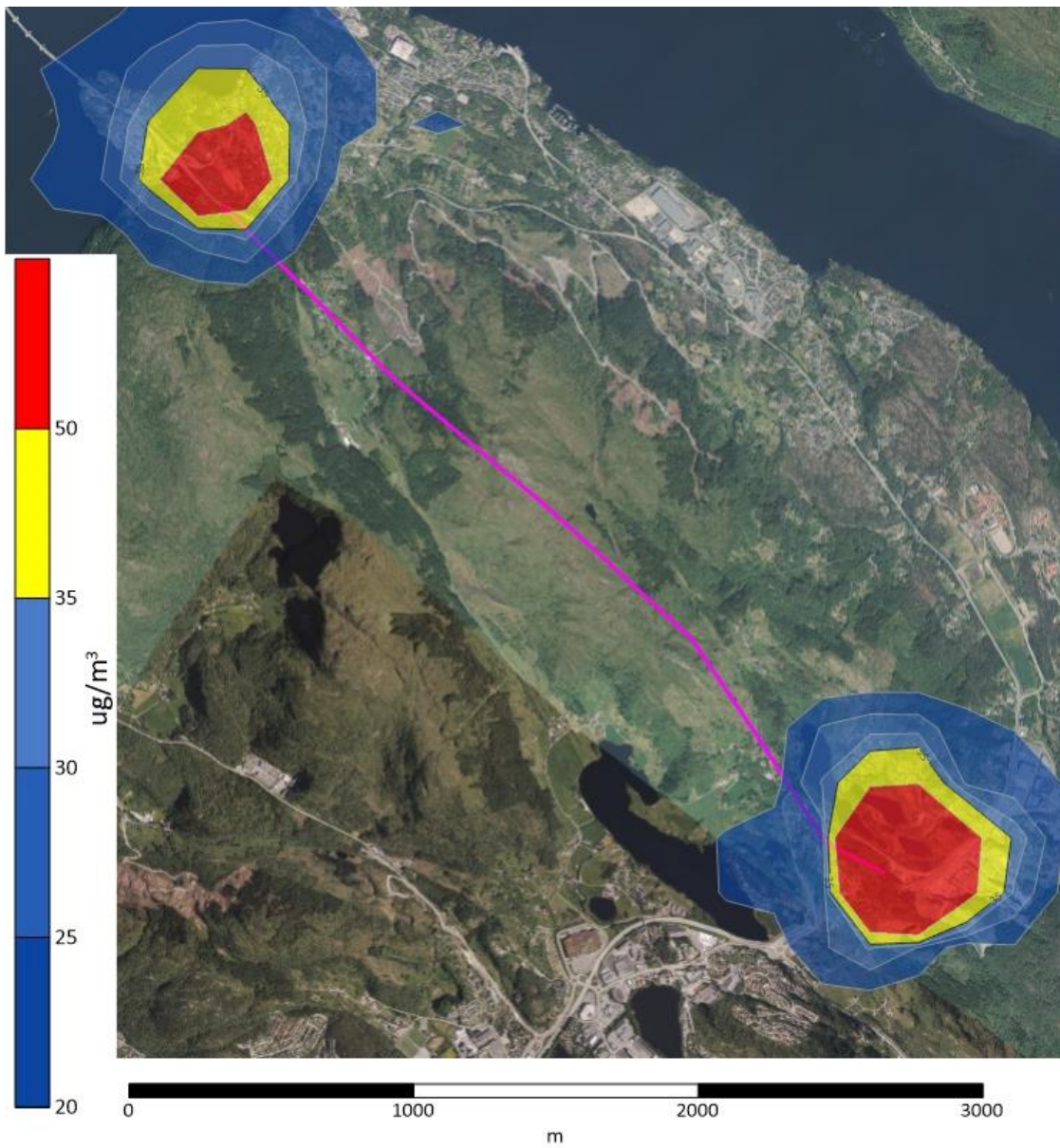
Figur 30: Resultater fra modellering av vintermiddel for NO₂ for S5-N2a for et inversjonsår. Figuren kan sammenlignes med Figur 7, Figur 13, Figur 15, Figur 21 og Figur 25. Kartet viser at grenseverdiene for NO₂ satt i T-1520 blir overskredet langs veistrekningen. Grense mellom nord- og sydkorridorene er markert med rød linje. Gaupåsområdet er markert med sort stiplet linje. Veilinja for alternativet er vist med lilla linje.

Vedlegg 2 – Modellering rundt tunnelmunninger

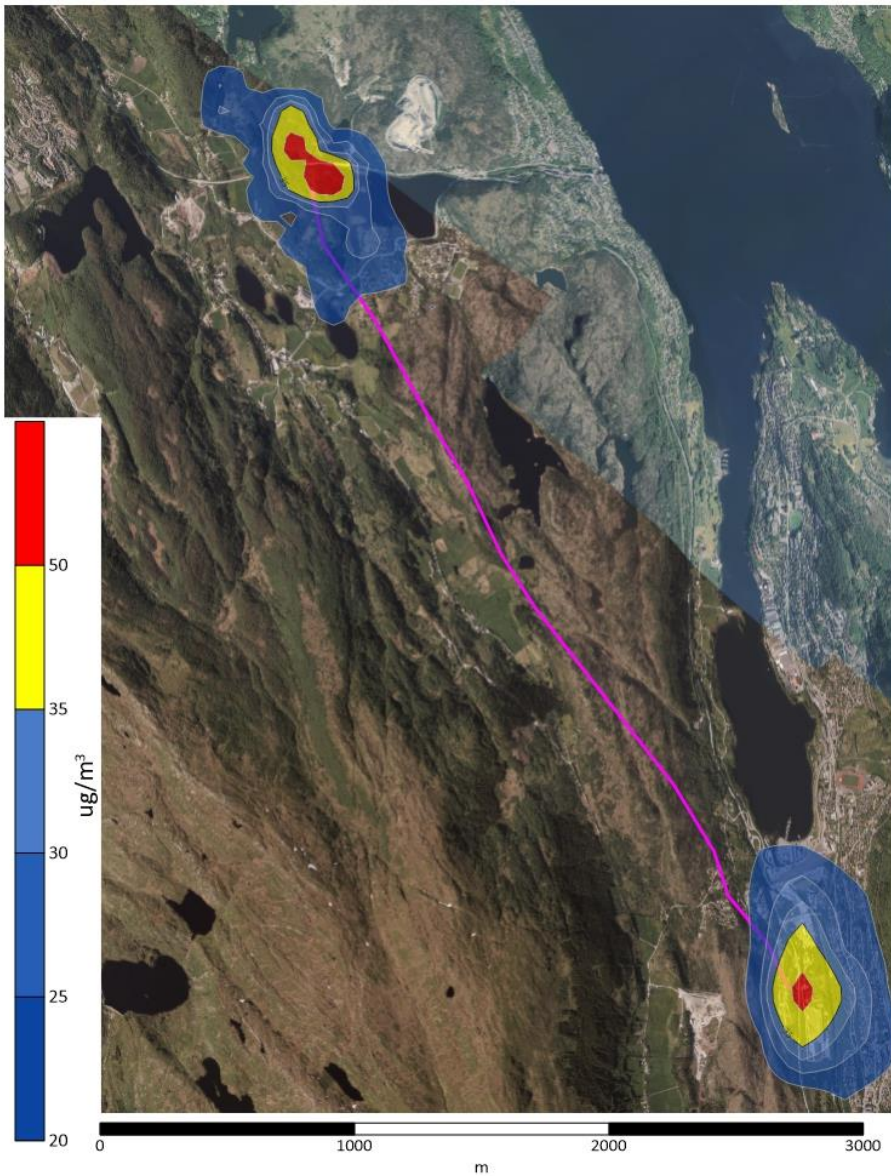
I Tabell 8 presenteres trafikk tallene som ligger til grunn for beregningene av luftforurensning rundt tunnelmunningene. Beregninger for tunnelmunningene kan skille seg fra beregningene for alternativene ettersom beregningen for tunnelene er på finere oppløsning. Det er tatt utgangspunkt i toløpstunneler med ventilasjon som går med kjøreretningen. Det er kun presentert resultater for svevestøv ettersom det er den forurensningen som gir størst utstrekning av forurensningssoner kring tunnelmunningene. Det er generelt mye forurensninger kring tunnelmunningene til de lengste tunnelene. Dette skjer fordi forurensninger som oppkommer langs hele tunneløpet vil oppsamles ved tunnelmunningene.

Tabell 8: Trafikkmengde som ligger til grunn for beregninger for tunnelmunningene. Det er regnet med 17% tungtrafikkandel og fartsgrense på 100 km/t for alle beregningene.

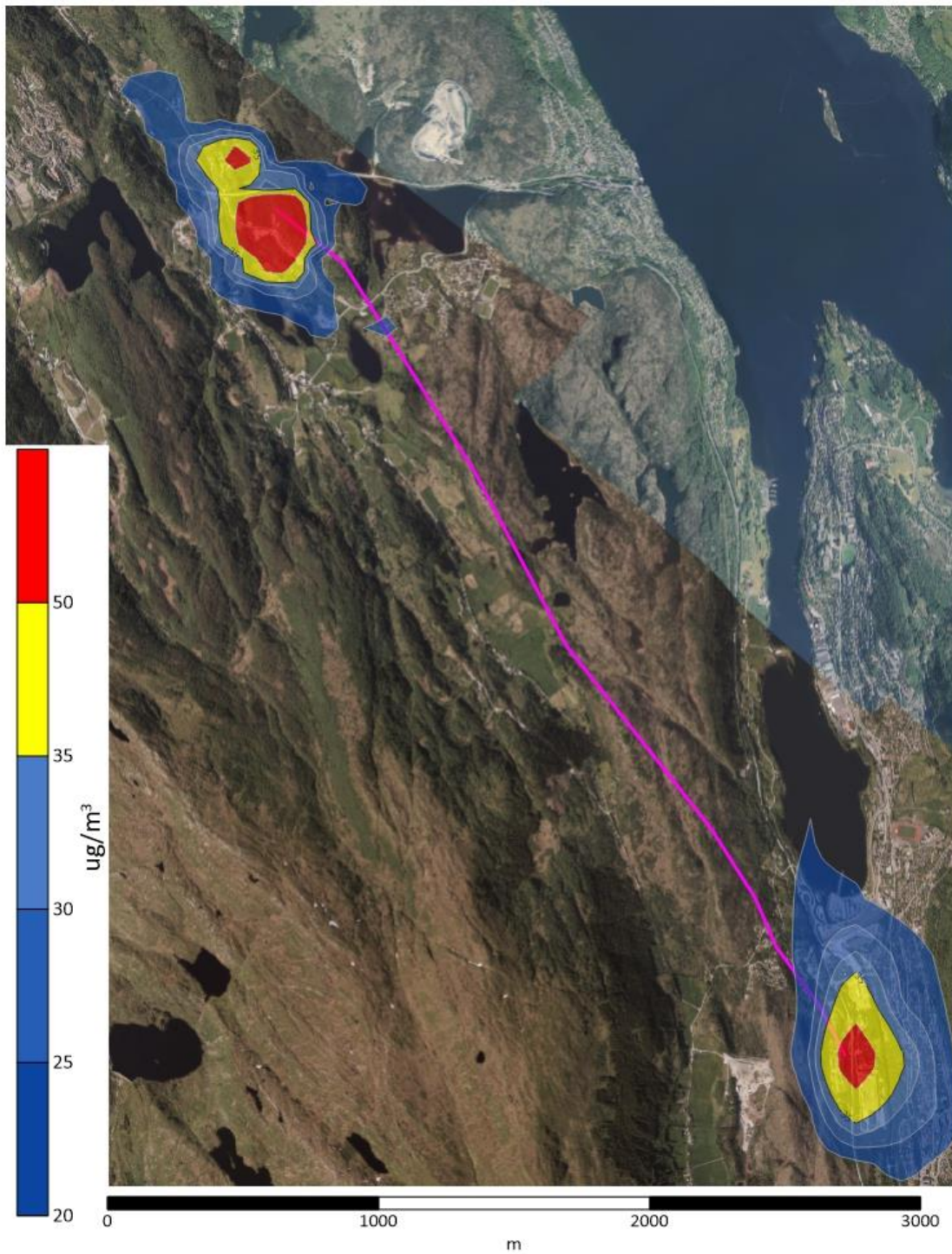
Tunnelmunninger	
Tunnelstrekning	ÅDT
Almåstunnelen	29 600
Vikaleitetunnelen	30 600
Hetlebakkatunnelen	21 900
Hetlebakkasåtatunnelen	22 900
Blindetunnelen	25 400
Spåketunnelen S9 og S3	22 900 og 25 400
Kvammetunnelen	25 000
Vetentunnelen	32 700
Indre Arna tunnelen	11 500
Ytre Arna tunnelen	23 000
Høgdehaugtunnelen	22 700
Falkangertunnelen	28 900



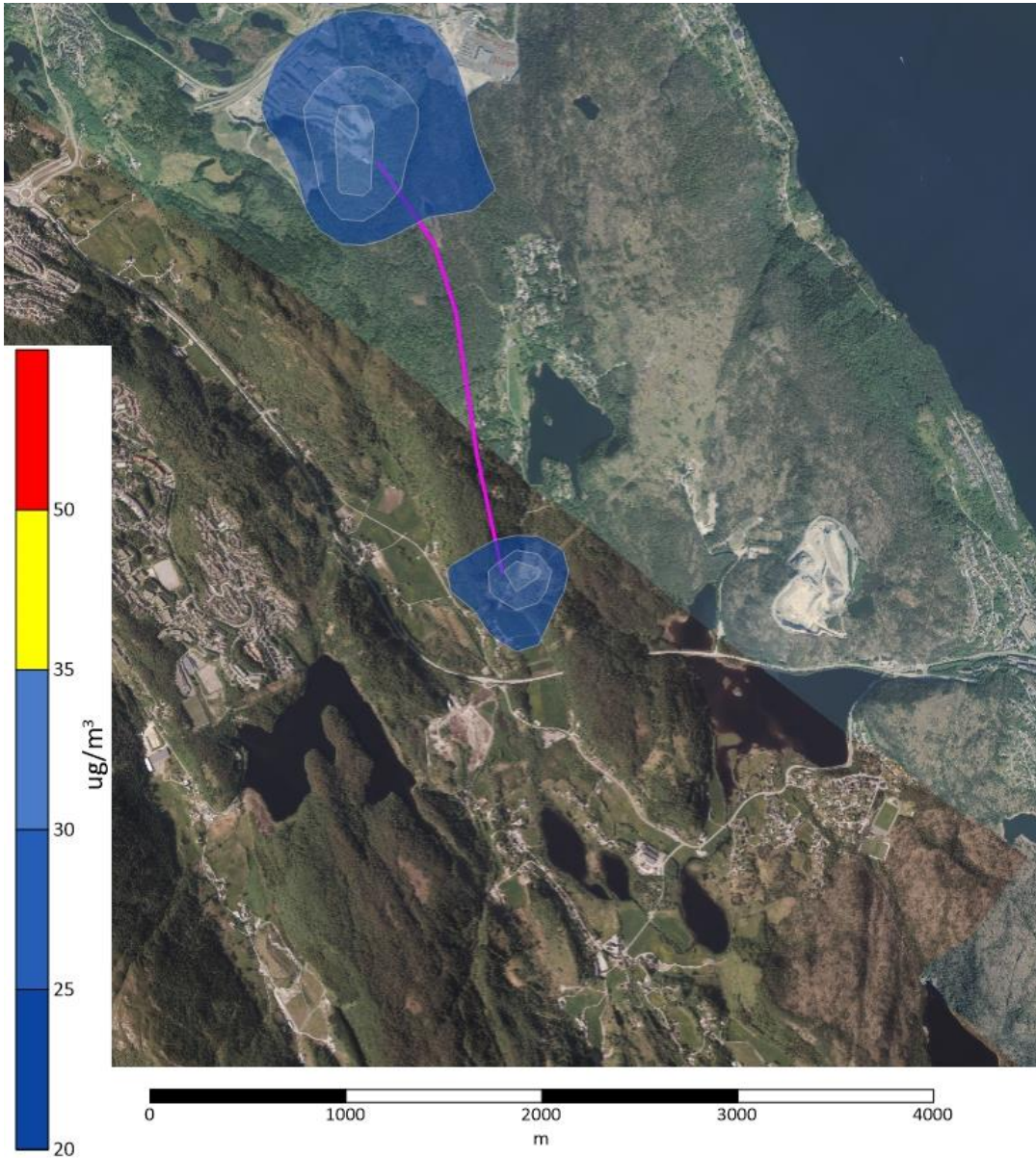
Figur 31: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Vikaleitetunnelen.



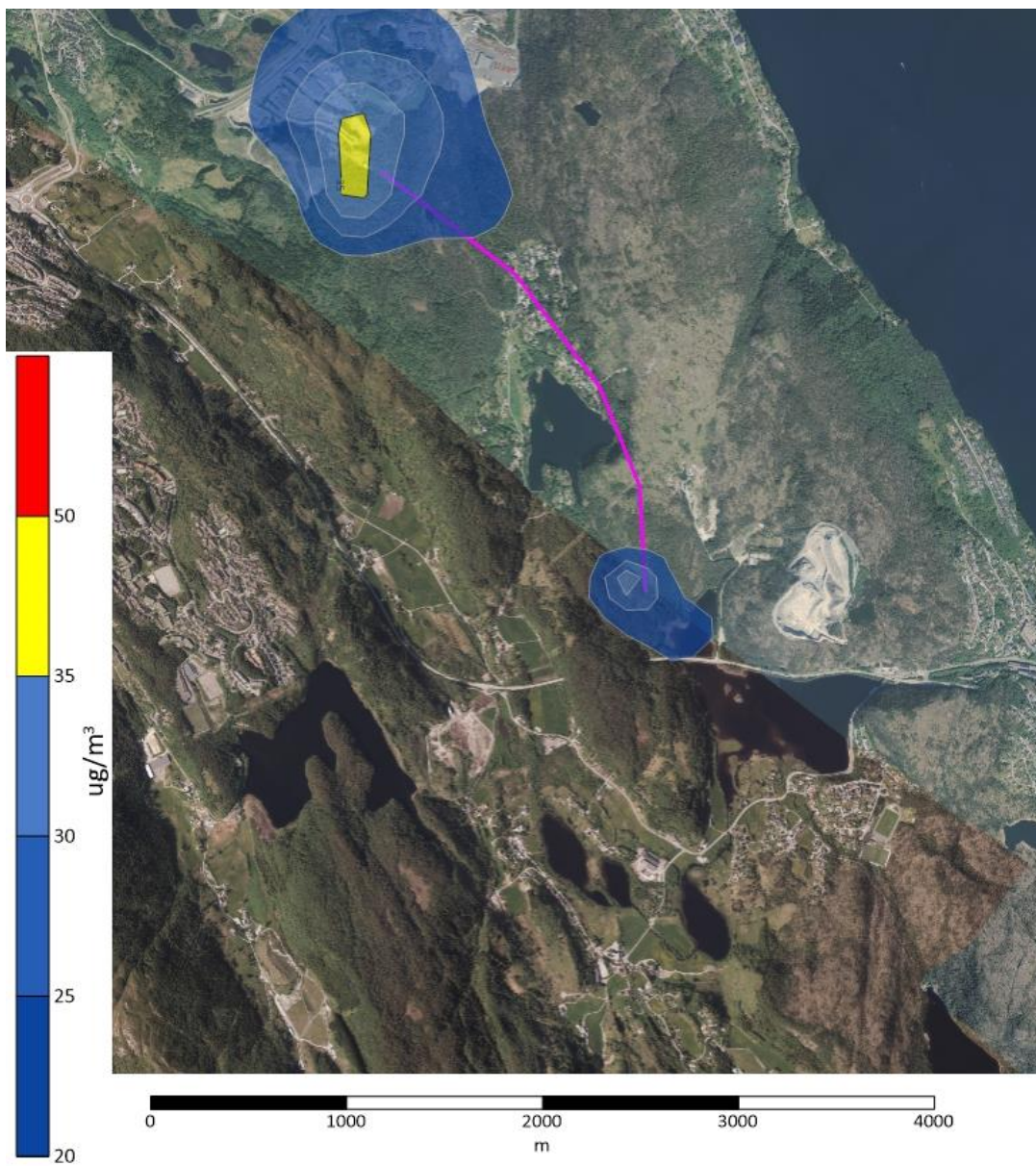
Figur 32: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Spåketunnelen S9.



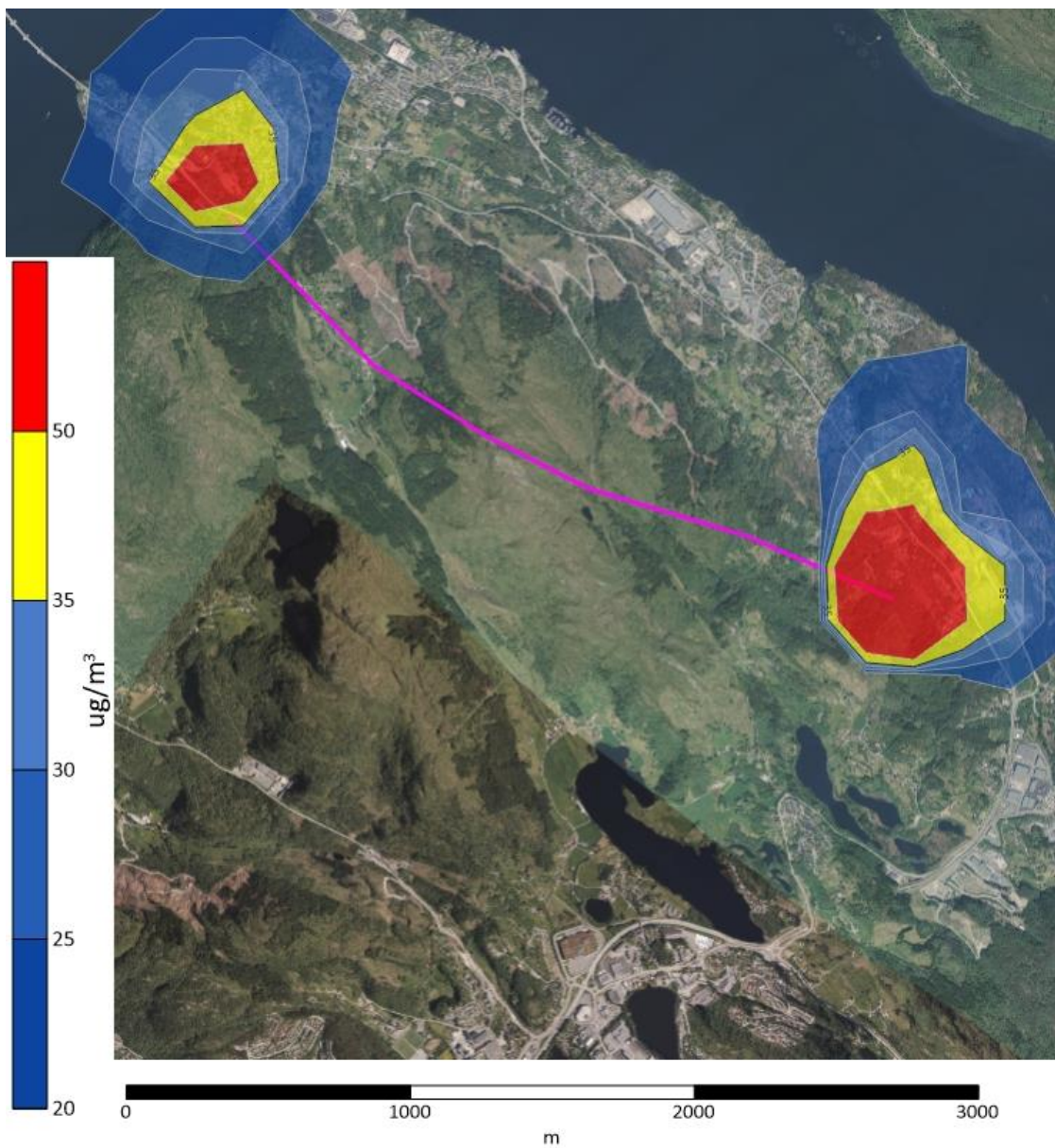
Figur 33: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Spåketunnelen S3.



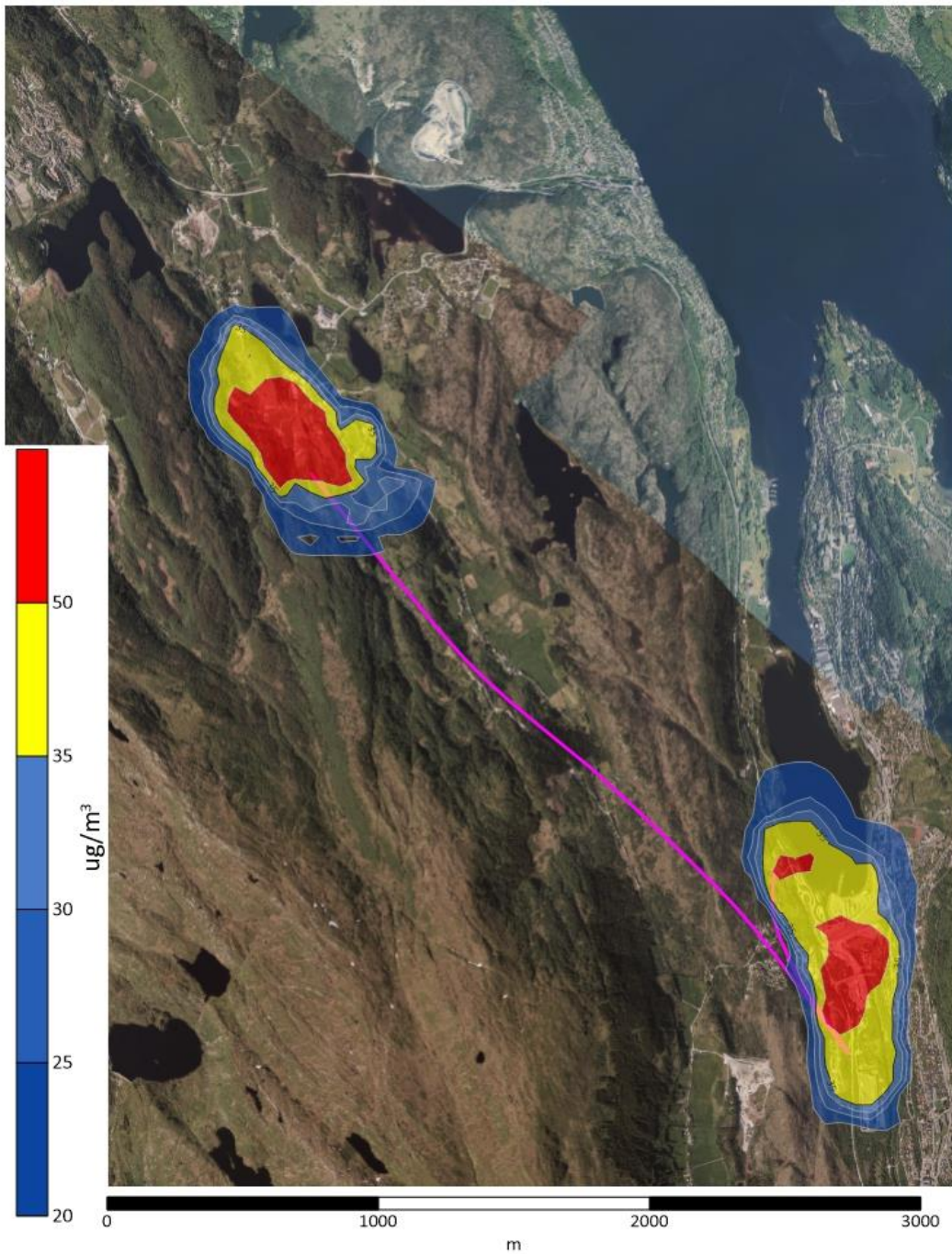
Figur 34: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Hetlebakkatunnelen.



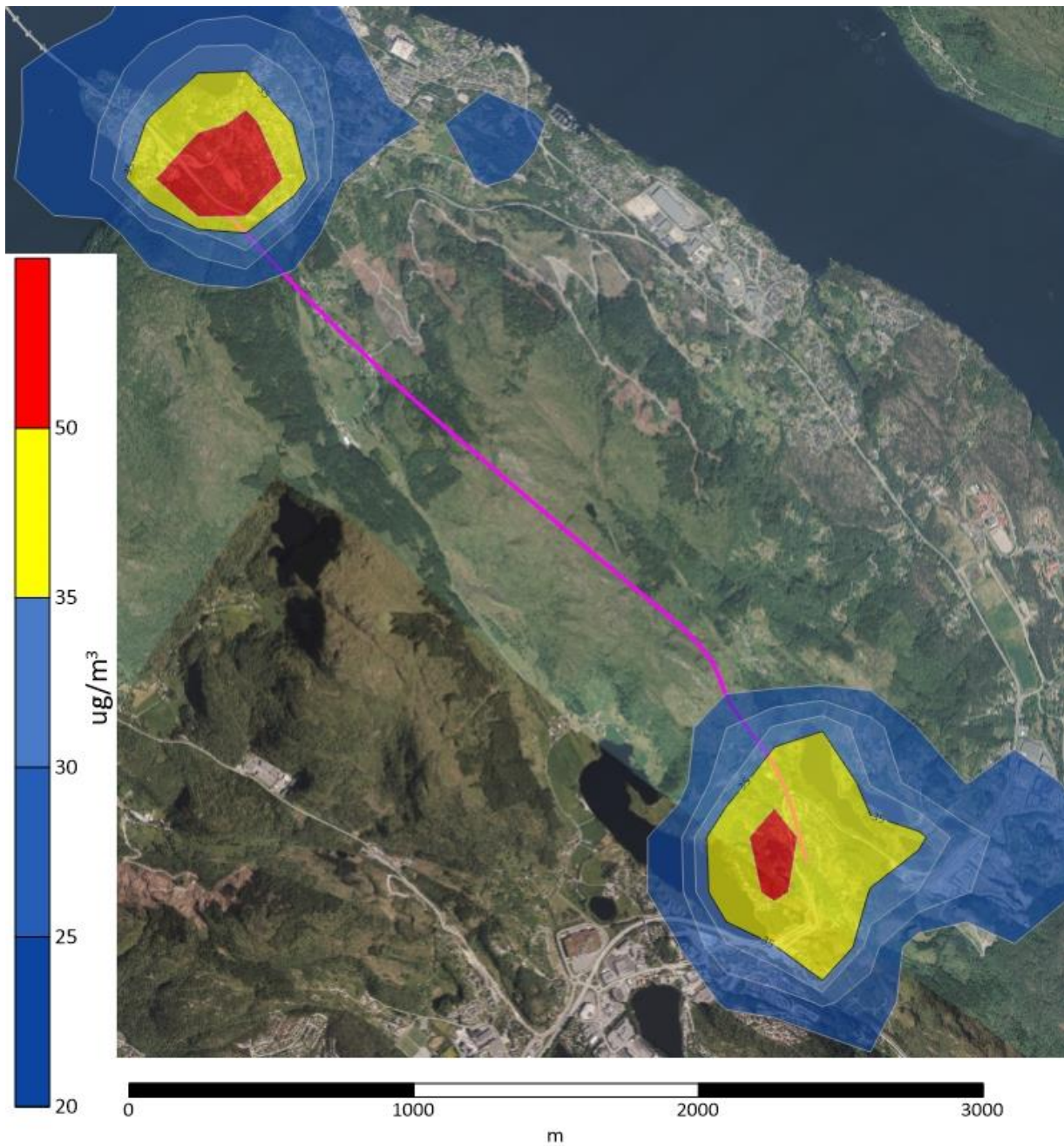
Figur 35: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Blindetunnelen.



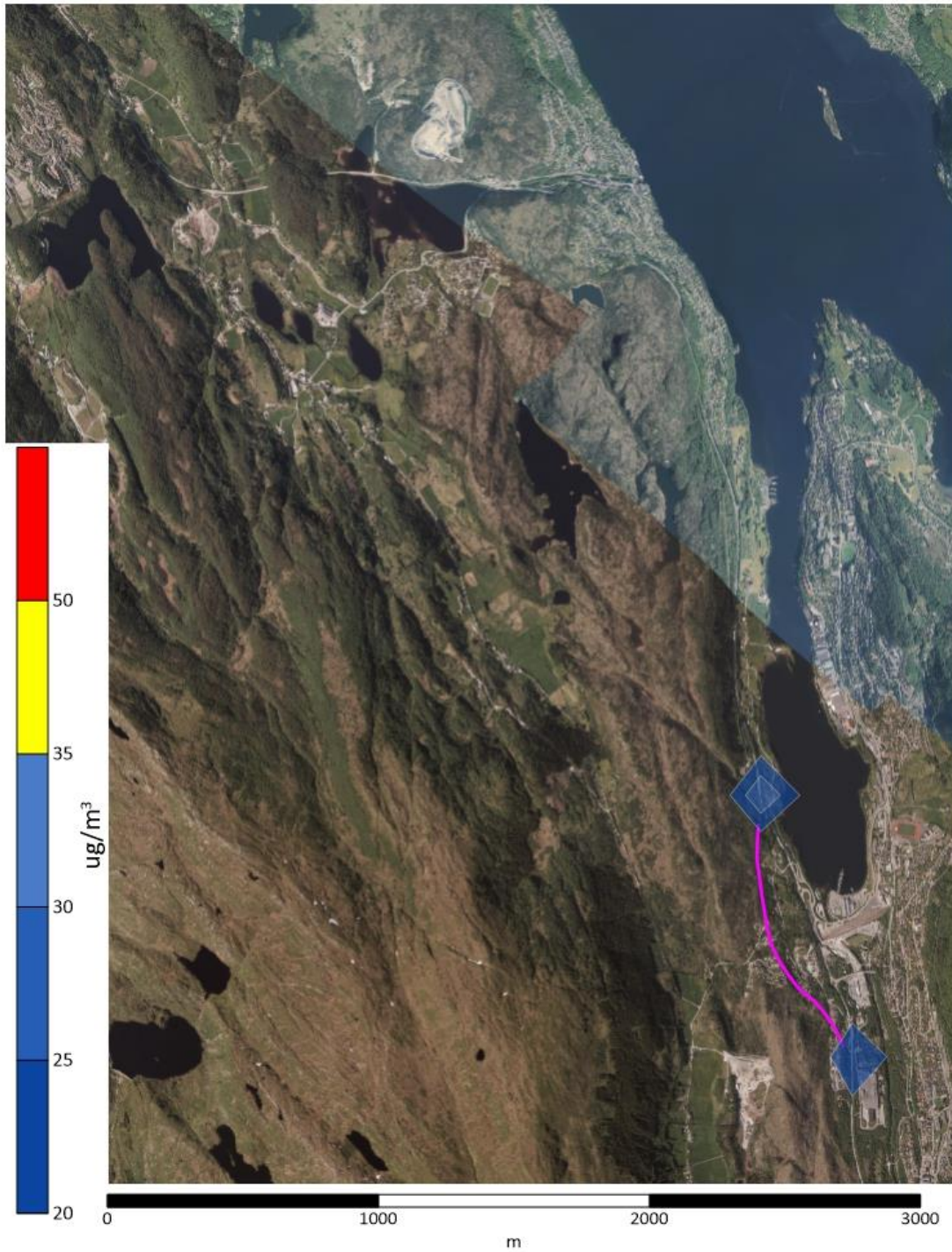
Figur 36: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Almåstunnelen.



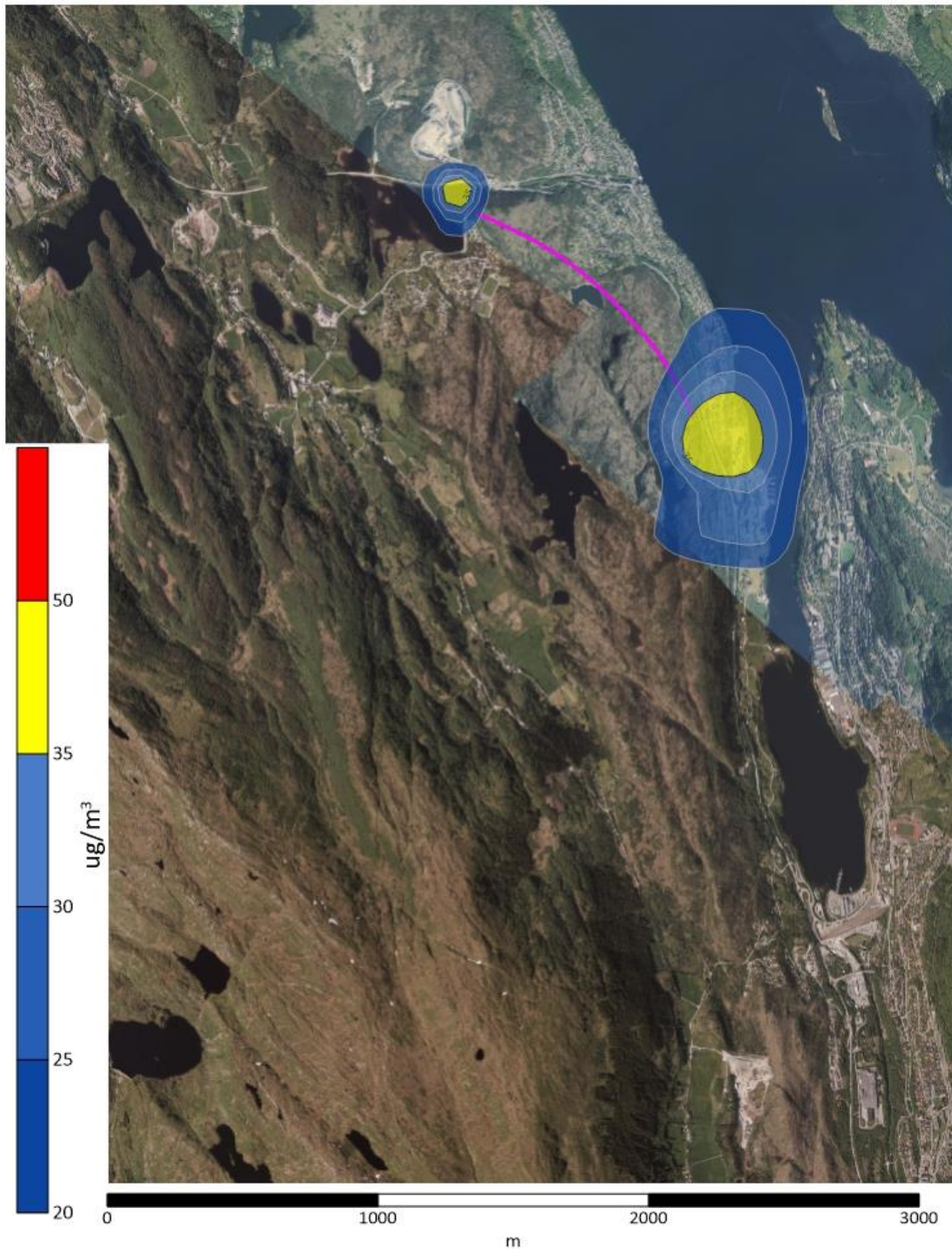
Figur 37: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Kvammetunnelen.



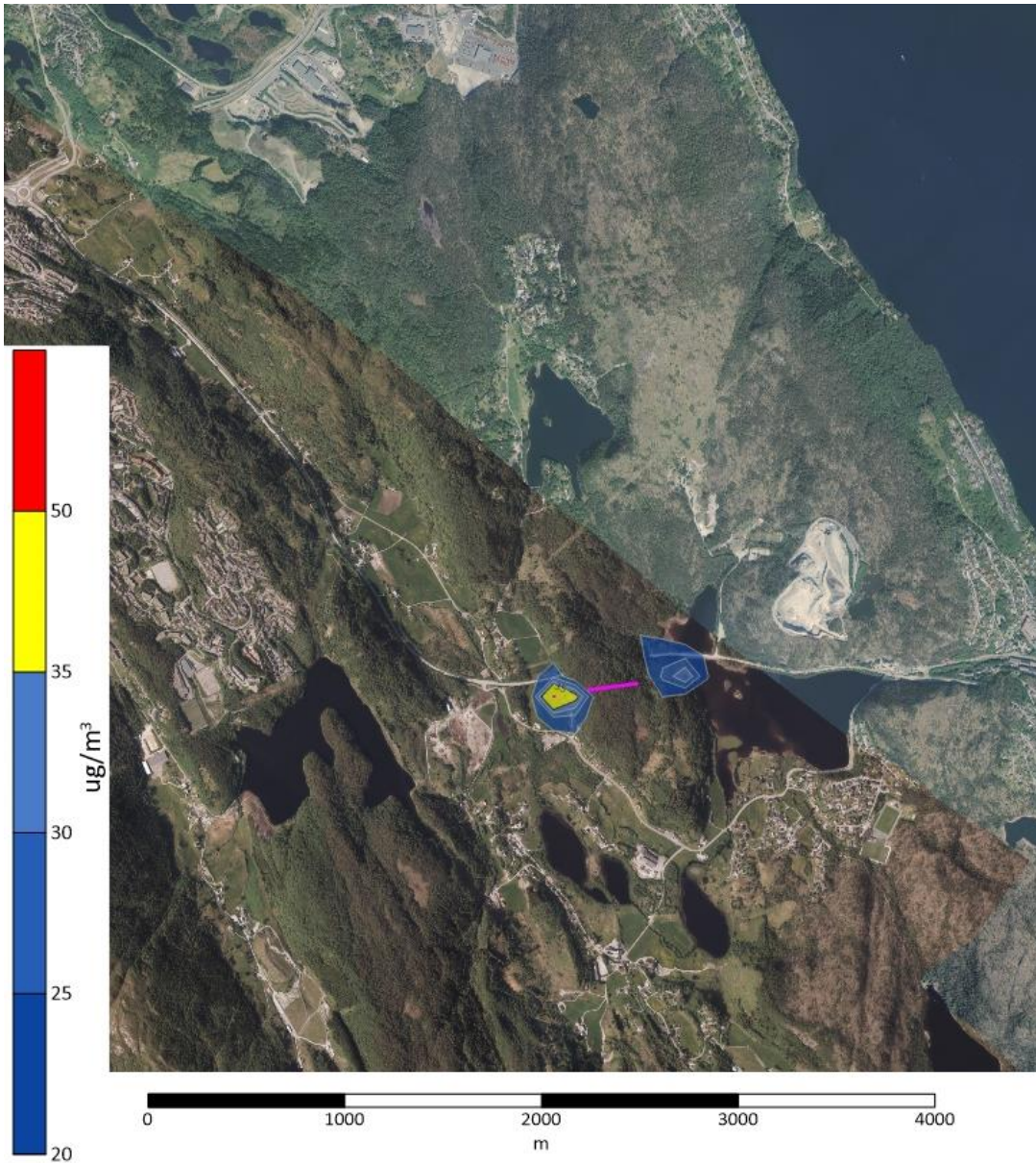
Figur 38: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Vetentunnelen.



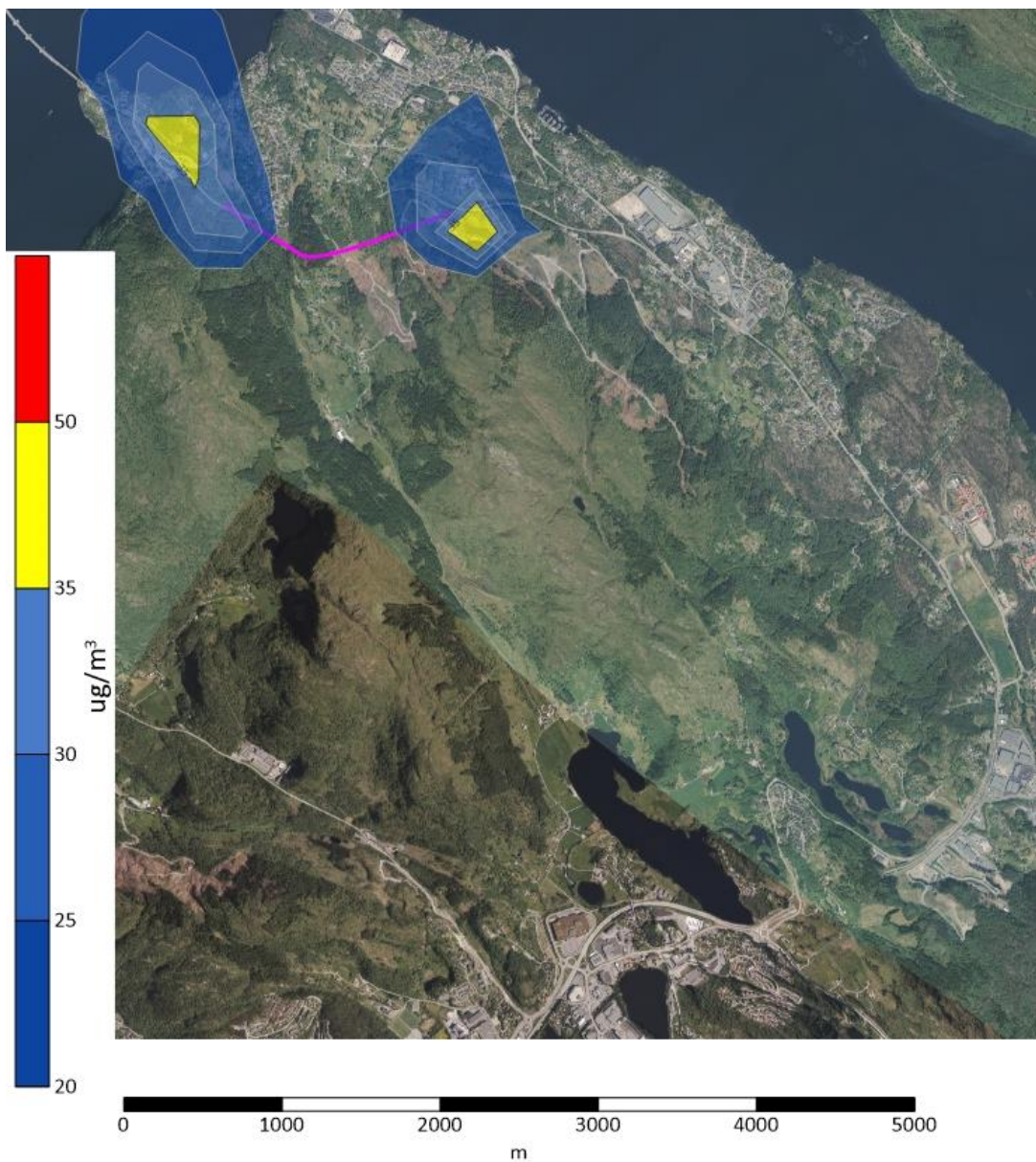
Figur 39: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for Indre Arna tunnelen.



Figur 40: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Ytre Arna tunnelen.

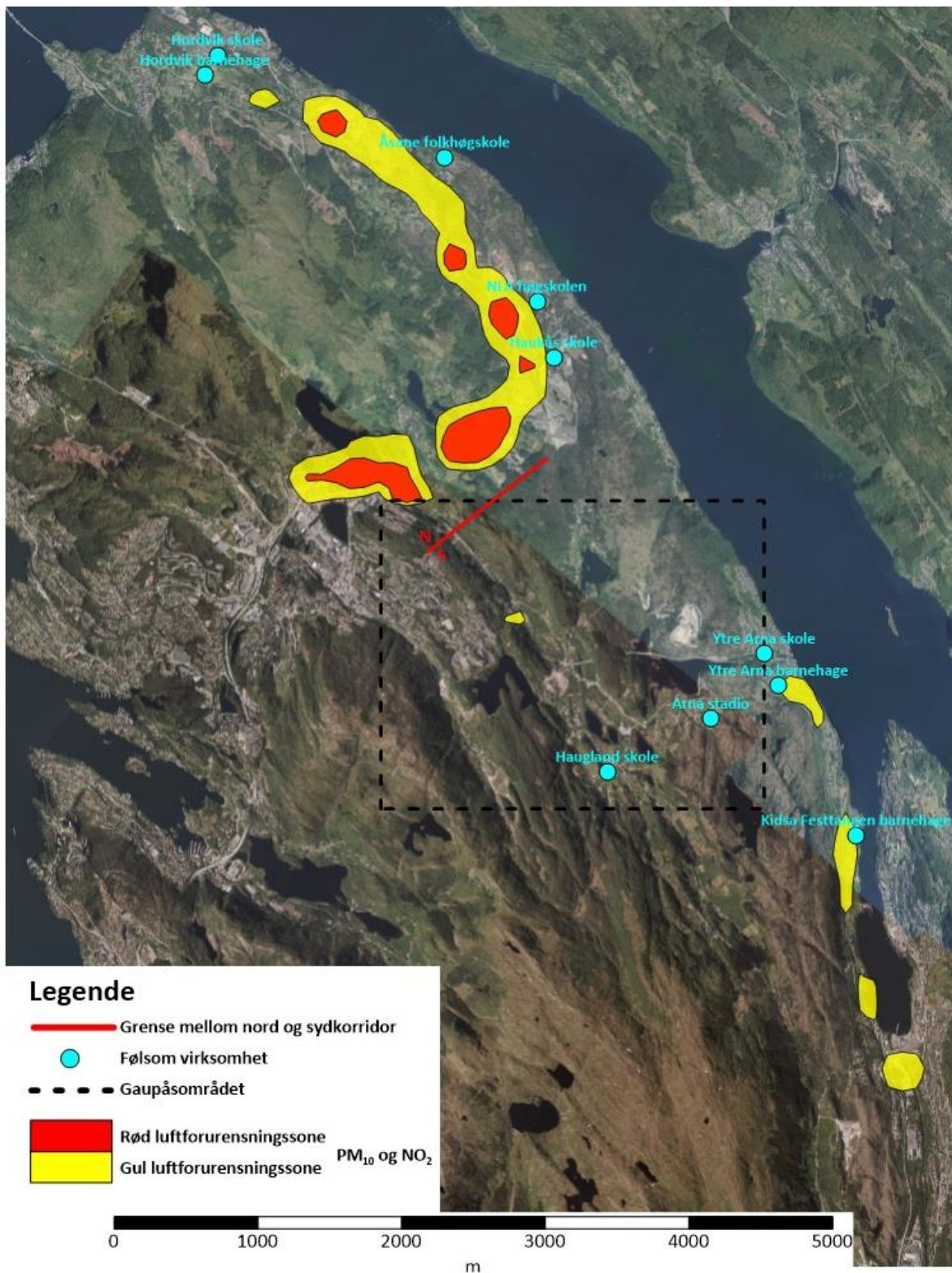


Figur 41: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM_{10} for Høgdehaugtunnelen.

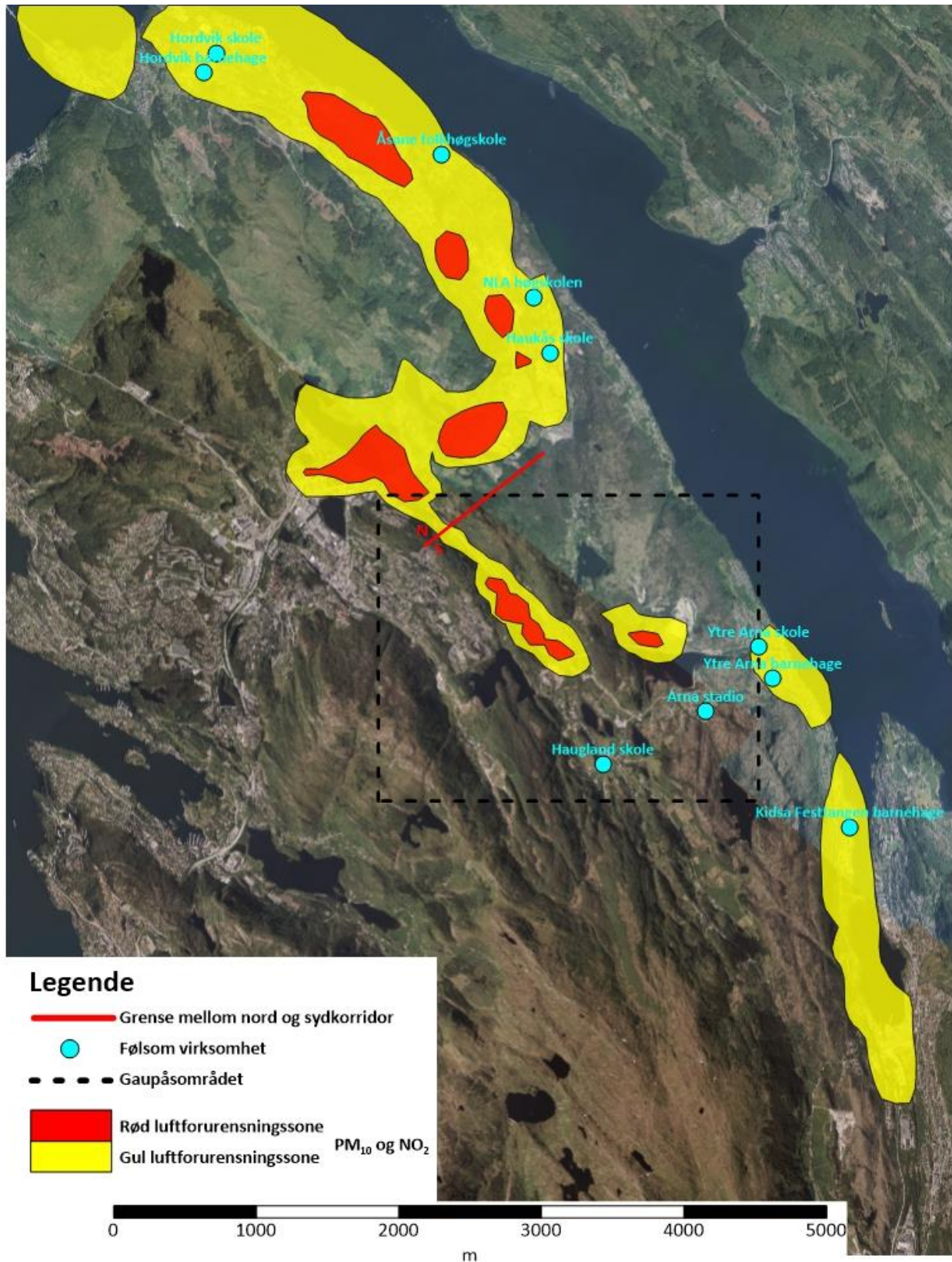


Figur 42: Resultater fra modellering av 8. høyeste døgnmiddel for PM₁₀ for Falkangertunnelen.

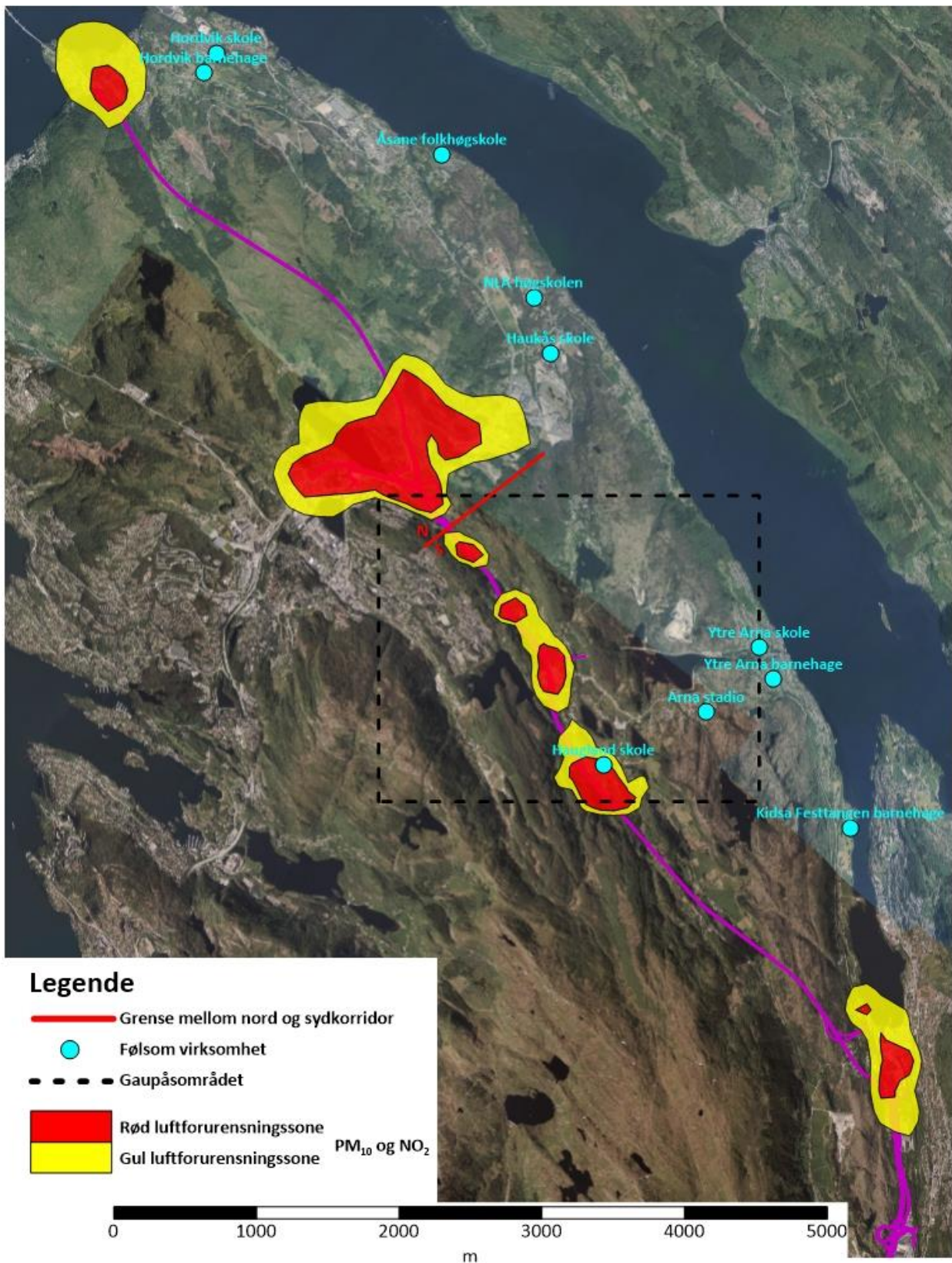
Vedlegg 3 – Luftforurensningssoner PM₁₀ og NO₂



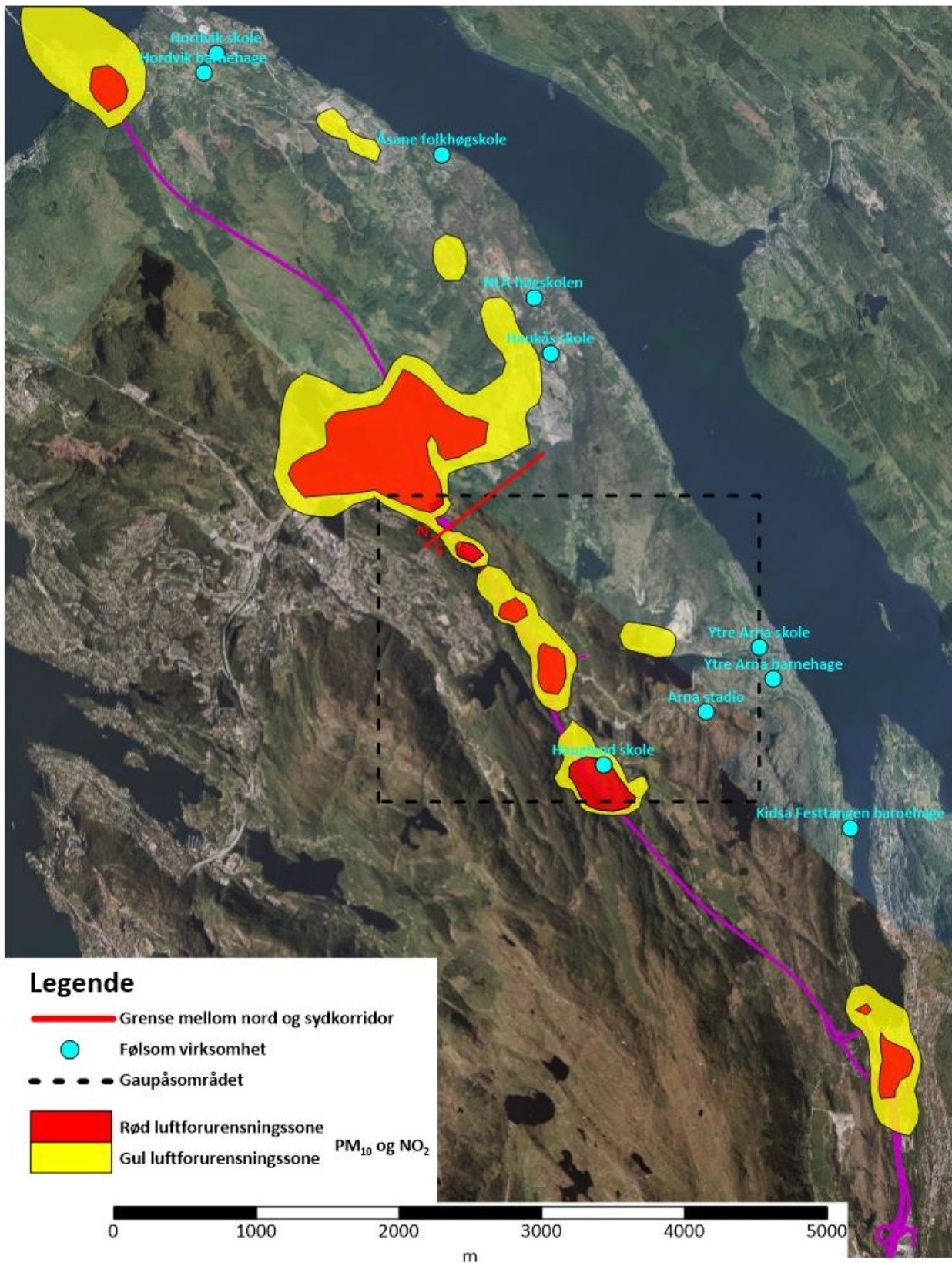
Figur 43: Kart resultater fra modellering for rød og gul luftforurensningszone for både PM₁₀ og NO₂ for et normalår og nullalternativet



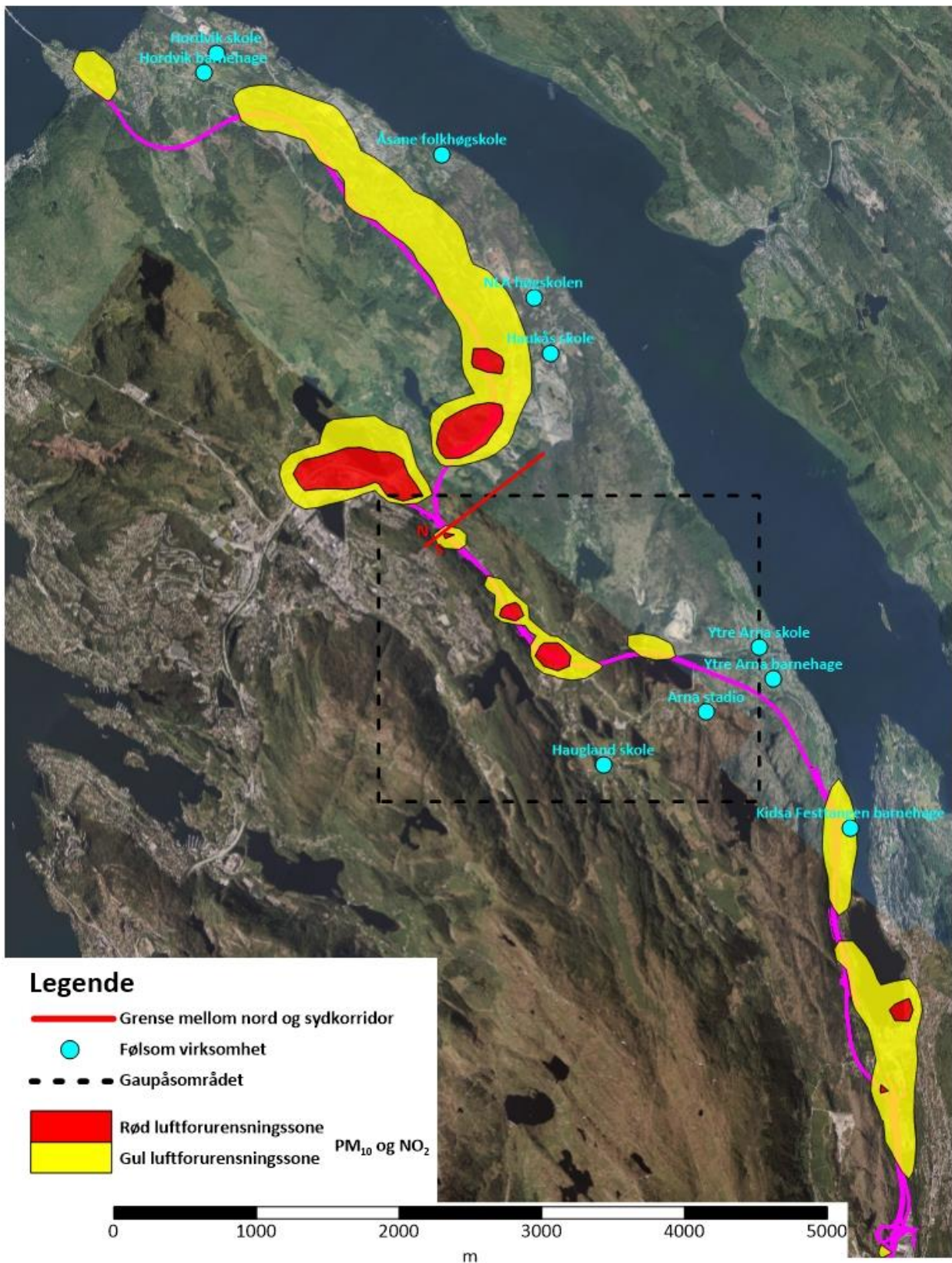
Figur 44: Kart resultater fra modellering for rød og gul luftforurensningssone for både PM₁₀ og NO₂ for et inversjonslår og nullalternativet



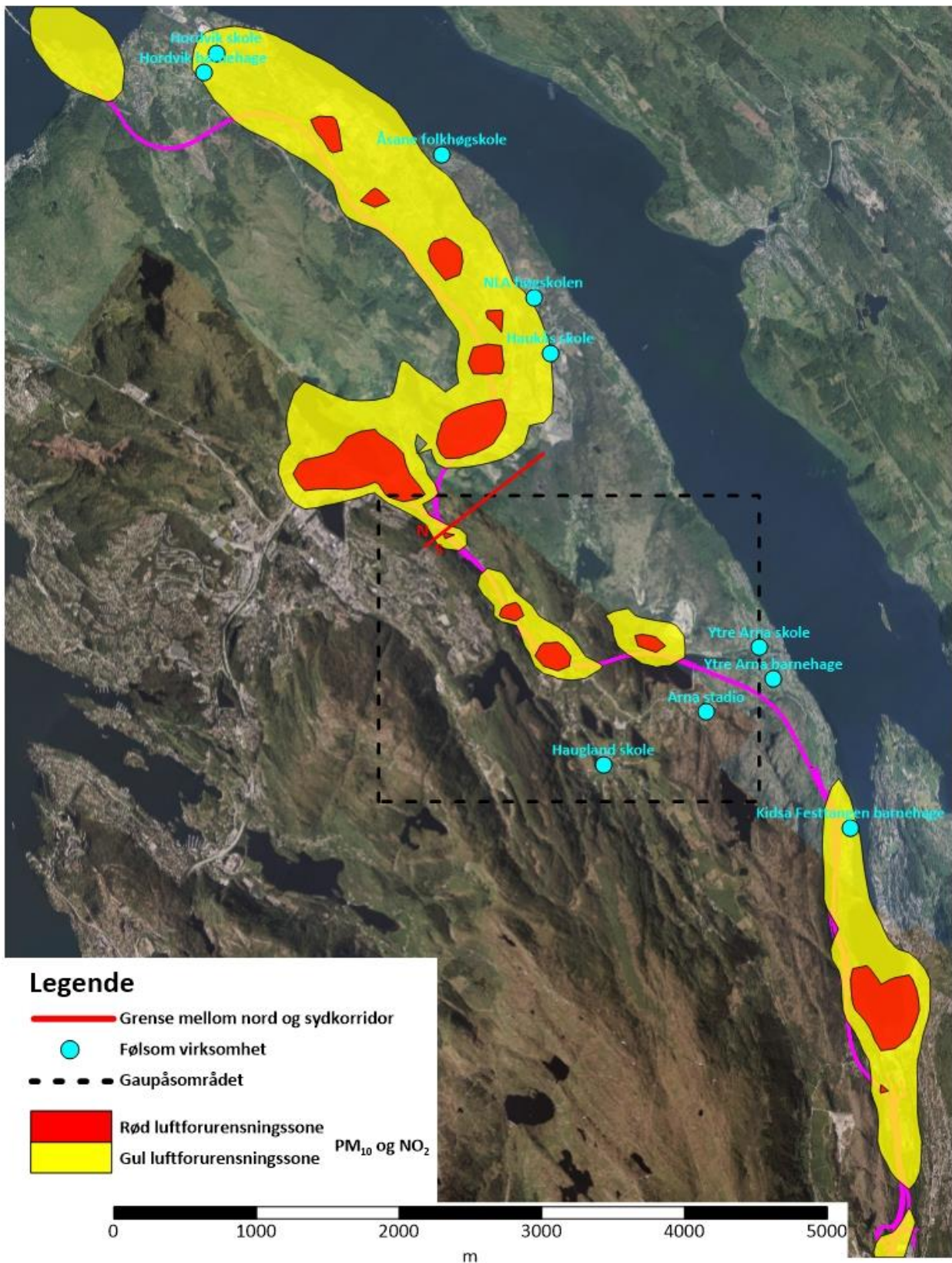
Figur 45: Kart resultater fra modellering for rød og gul luftforurensningssone for både PM₁₀ og NO₂ for et normalår og S1a-N1



Figur 46: Kart resultater fra modellering for rød og gul luftforurensningssone for både PM₁₀ og NO₂ for et inversjonslår og S1a-N1



Figur 47: Kart resultater fra modellering for rød og gul luftforurensningssone for både PM₁₀ og NO₂ for et normalår og S5-N2a



Figur 48: Kart resultater fra modellering for rød og gul luftforurensningssone for både PM10 og NO2 for et inversjonsår og S5-N2a

Vedlegg 4 – Trafikktall

Tabell 9: Trafikkmengde, tungtrafikksandel og fartsgrense som ligger til grunn for beregninger for nullalternativet basert på trafikkprognose gitt av SVV for 2050.

Nullalternativ			
Strekning	ÅDT	Tungtrafikksandel [%]	Fartsgrense [km/t]
E39-fra nor til Tellevikkrysset	27 000	11 %	70
E39-fra Tellevikkrysset til tunnelmunning	23 500	11 %	70
Tellevikvegen	2 300	5 %	50
Rundkjøringer Tellevikkrysset	2 300	5 %	30
E39-tunnelmunnings sør for Tellevikkrysset	23 500	11 %	70
E39-fra tunnel sør for Tellevikkrysset til Hylkjebakken	28 500	11 %	70
E39-fra Hylkjebakken til Steinestøvegen	28 500	11 %	60
E39-fra Steinestøvegen til tunnel under Eikås nord	31 700	11 %	60
E39-fra Steinestøvegen til tunnel under Eikås sør	32 400	11 %	60
E39-tunnelmunnings ved Eikås	32 400	11 %	60
E39-Åsaneveien	42 600	11 %	80
Arnavegen til Gaupåsvatnet	22 900	13 %	70
Tunnelmunnings ved Klubben	20 900	13 %	70
Tunnelmunnings ved Ytre Arna	18 100	12 %	70
Gaupåsvegen og Kvamsvegen	1 500	5 %	50
Arnavegen mellom rundkjøring nord for gaupås og kryss i gaupås	22 300	13 %	70
Arnavegen forbi Sandbrekkene	18 100	12 %	70
Tunnelmunnings ved Sjurstofjellet	18 100	12 %	70
Arnavegen mellom Sjurstofjellet og Indre Arna rundkjøring	19 000	12 %	70
Arnavegen mellom Indre Arna rundkjøring og Indre Arna sør rundkjøring	19 000	12 %	50
Hardangervegen sør	8 600	10 %	70
E16 mellom Indre Arna sør rundkjøring og Ådnanipatunnelen	10 300	12 %	70
Tunnelmunning Ådnanipatunnelen	10 300	12 %	70

Tabell 10: Trafikkmengde, tungtrafikksandel og fartsgrense som ligger til grunn for beregninger for S1a-N1 basert på trafikkprognose gitt av SVV for 2050.

S1a-N1			
Strekning	ÅDT	Tungtrafikksandel [%]	Fartsgrense [km/t]

S1a-N1 ved Tellevik	31 400	15	100
E39-fra Tellevikkrysset til tunnelmunning	1 800	15	70
Tellevikvegen	5 000	13	50
Rundkjøring vest - Tellevikkrysset	2 000	10	30
Rundkjøring øst - Tellevikkrysset	3 700	10	30
E39-tunnelmunnings sør for Tellevikkrysset	1 800	13	70
E39-fra tunnel sør for Tellevikkrysset til Hylkjebakken	1 800	13	70
E39-fra Breisteinvegen til Nordre Brurås	8 700	13	60
E39-fra Steinstøvegen til Hylkjevegen	5 100	10	70
E39-fra Hylkjevegen til Breisteinvegen	5 100	13	60
E39-fra Nordre Brurås til tunnel under Eikås	10 100	16	60
E39-tunnelmunnings ved Eikås	10 100	16	60
E39-Åsaneveien fra tunnel under Eikås forbi Vågsbotn rundkjøring	10 100	16	60
E39-Åsaneveien	52 200	16	80
Arnavegen til Gaupåsvatnet	3 800	13	70
E16 Tunnelmunnings ved Klubben	3 800	17	70
E16 Tunnelmunnings ved Ytre Arna	800	17	70
Gaupåsvegen og Kvamsvegen	1 500	5	50
Arnavegen mellom kryss i Gaupås og tunnel	3 800	16	70
Arnavegen forbi Sandbrekkene	800	16	70
E16 Tunnelmunnings ved Sjurstofjellet	800	16	70
Arnavegen mellom Sjurstofjellet og Peter Jebsens veg	800	16	70
Arnavegen mellom Peter Jebsens veg og Indre Arna rundkjøring	1 700	16	70
Arnavegen mellom Indre Arna rundkjøring og Reinane	9 000	16	50
Arnavegen mellom Reinane og Indre Arna Sør rundkjøring	9 000	16	50
Hardangervegen sør	1 700	16	70
E16 mellom Indre Arna sør rundkjøring og Ådnanipatunnelen	9 000	16	70
E16 Tunnelmunning Ådnanipatunnelen	9 000	16	70
S1a-N1-tunnelmunnings ved Tellevik og Vågsbotn	32 700	17	100
S1a-N1 - Vågsbotn til Gaupås	30 400	17	100
S1A-N1 - Gaupås til tunnelmunning ved Haugland	25 000	17	100
S1a-N1-Tunnelmunning ved Haugland	25 000	17	100
S1a-N1-Tunnelmunning ved Indre Arna	25 000	17	100
S1a-N1-Tunnelmunning ved Indre Arna sør	25 000	17	100
S1a-N1-ved Arna	14 300	13	100

Tabell 11: Trafikkmengde, tungtrafikksandel og fartsgrense som ligger til grunn for beregninger for S5-N2a basert på trafikkprognose gitt av SVV for 2050.

S5-N2a			
Strekning	ÅDT	Tungtrafikksandel [%]	Fartsgrense [km/t]
S5-N2a ved Tellevik	31 100	15	100
E39-fra Tellevikkrysset til tunnelmunning	2 000	15	70
Tellevikvegen	4 700	13	50
Rundkjøring vest - Tellevikkrysset	1 100	13	30
Rundkjøring øst - Tellevikkrysset	4 700	13	30
E39-tunnelmunnings sørøst for Tellevikkrysset	2 000	15	70
E39-fra Tunnel sør for Tellevikkrysset til Steinstøvegen	2 000	15	70
E39-fra Breisteinvegen til Nordre Brurås	5 300	13	60
E39-fra Steinstøvegen til Hylkjevegen	5 300	13	70
E39-fra Hylkjevegen til Breisteinvegen	8 800	13	60
E39-fra Nordre Brurås til tunnel under Eikås	8 800	13	60
E39-fra tunnel under Eikås til Steinstøvegen	4773	13	60
E39-tunnelmunnings ved Eikås	2 900	16	60
E39-Åsaneveien fra tunnel under Eikås forbi Vågsbotn rundkjøring	35 600	16	60
E39-Åsaneveien	50 100	16	80
Arnavegen til Gaupåsvatnet	3 800	17	70
E16 Tunnelmunnings ved Klubben	3 800	17	70
E16 Tunnelmunnings ved Ytre Arna	900	5	50
Gaupåsvegen og Kvamsvegen	1 500	5	50
Arnavegen mellom kryss i Gaupås og tunnel	3 800	16	70
Arnavegen forbi Sandbrekkene	900	7	70
E16 Tunnelmunnings ved Sjurstofjellet	900	7	70
Arnavegen mellom Sjurstofjellet og Peter Jebsens veg	900	7	70
Arnavegen mellom Indre Arna rundkjøring og Reinane	6 800	7	50
Arnavegen mellom Reinane og Indre Arna Sør rundkjøring	6 800	7	50
Hardangervegen sør	6 800	7	70
E16 mellom Indre Arna sør rundkjøring og Ådnanipatunnelen	8 600	13	70
Tunnelmunning Ådnanipatunnelen	8 600	16	70
S5-N2a-tunnelmunnings ved Tellevik	28 900	17	100
S5-N2a - Vågsbotn til Gaupås	28 900	17	100
S5-N2a - Tunnelmunnings ved Klubben	22 700	17	100
S5-N2a - Tunnelmunnings ved Arna	11 500	17	100

S5-N2a - Arna	14 500	17	100
S5-N2a – Tunnelmunninger Ytre Arnatunnelen	22 700	17	100
S5-N2a - over Gaupåsvatnet	22 700	17	100
S5-N2a - Fra Sjurstofjellet til Arna	24 600	17	100
Arnavegen til Indre Arna rundkjøring	13 000	17	50
Hardangervegen påkjørsel til S5-N2a	6 800	17	70
S5-N2a-tunnelmunninger ved Eikås (N2a)	35 600	17	100
S5-N2a fra Tellevik til Eikås	28 900	17	100
Ådnavegen	6 800	9	50