

OR 45/2010

Granfosslinjen

Vurdering av luftforurensning fra
tunnelmunninger

Ivar Haugsbakk og Cristina Guerreiro

Granfosslinjen

Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunninger

Ivar Haugsbakk og Cristina Guerreiro



Innhold

	Side
Sammendrag	3
1 Innledning	5
2 Metoder og forutsetninger	5
3 Tunnel- og trafikkdata	6
4 Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet	9
5 Maksimale munningskonsentrasjoner	9
6 Resultater fra spredningsberegningene	13
7 Framtidig utvikling i kjøretøyteknologi	15
8 Konklusjon	15
9 Referanser	16
Vedlegg A Avgassproduksjon og nødvendig ventilasjonshastighet i tunnelen	19
Del 1 Trafikktall fra Figur 1A	21
Del 2 Trafikktall fra figur 1B	33
Vedlegg B Spredningsberegninger for tunnelene	45
Generelt om spredning av luftforurensning fra tunnelmunninger	47
Spredningsberegninger fra Tabell 3A	51
Spredningsberegninger fra Tabell 3B	71

Sammendrag

NILU-Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Multiconsult utført beregninger av luftforurensning fra tunnelmunninger mellom Lysaker og Ullern (Granfosslinjen) i Oslo. Beregningene er utført for dagens situasjon og en fremtidig løsning med lokk over Mustad-krysset. Beregninger er utført for en årlig døgntrafikk (ÅDT) på 16 400 og en ÅDT på 25 000. Det er utført beregninger av produksjon av nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM₁₀) i tunneler, samt spredning av forurensninger fra tunnelmunningene. Beregningene er basert på trafikk tall fra oppdragsgiver.

Beregningene er utført for trafikksituasjoner i rushtiden, med trafikkflyt i begge retninger. Videre er krav til ventilasjon og behov for utlufting og tilførsel av ventilasjonsluft beregnet for de samme trafikksituasjonene. Forurensningsbelastningen (maksimal forurensningsgrad) ved tunnelmunningene er beregnet for svevestøv (PM₁₀) og nitrogendioksid (NO₂) og sammenlignet med grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet.

Konklusjon

Alle tunnelene er enveiskjørte og den naturlige ventilasjonen generert av trafikken er tilstrekkelig ved normal trafikkavvikling (stempleffekt). Ved kødannelse vil det være nødvendig med mekanisk ventilering (vifter).

Dagens løsning

For normal trafikkavvikling i rushtiden med en årlig døgntrafikk (ÅDT) på 16 400 og oppgitt kjørehastighet viser beregningene at grenseverdien for svevestøv vil kunne overskrides inntil 100 m (120 m ved ÅDT 25 000) fra tunnelmunninger for Ullertunnelen og tilsvarende 90 m (116 ved ÅDT 25 000) ved Lysakertunnelens munninger. For NO₂ vil det ikke bli overskridelser av grenseverdi utenfor tunnelmunningene ved dagens løsning, både med en ÅDT på 16 400 og ÅDT på 25 000.

Fremtidig løsning

Ved fremtidig løsning med lokk over Mustadkrysset med en ÅDT på 16 400 vil det kunne bli overskridelse av grenseverdi for svevestøv inntil 148 m utenfor nordre munning (160 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen), og inntil 139 m utenfor søndre munning (148 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). I tillegg vil det kunne bli overskridelse av grenseverdi for NO₂ inntil 68 m utenfor ved nordre tunnelmunning (77 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). Utenfor søndre tunnelmunning vil det ikke oppstå overskridelser av grenseverdi for NO₂ ved naturlig ventilasjon i rampene, mens overskridelser kan oppstå inntil 2 m fra munningen, hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen. Ved avkjøringsramper vil det kunne bli overskridelser av svevestøv opptil 32 m ved avkjøringsrampe sørover og 57 m fra avkjøringsrampe nordover.

Ved fremtidig løsning med lokk over Mustadkrysset med en ÅDT på 25 000, vil det kunne bli overskridelse av grenseverdi for svevestøv inntil 187 m utenfor nordre munning (199 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i

tunnelen), og inntil 179 m utenfor søndre munning (190 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). I tillegg vil det kunne bli overskridelse av grenseverdi for NO₂ inntil 97 m utenfor nordre tunnelmunning (102 m hvis avstanden ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). Utenfor søndre tunnelmunning vil det kunne bli overskridelser av grenseverdi for NO₂ i avstander opp til 39 m (46 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). Ved avkjøringsramper vil det kunne bli overskridelser av svevestøv opptil 52 m ved avkjøringsrampe sørover og 58 m fra avkjøringsrampe nordover.

Ved endret kjørehastighet vil disse forholdene endres, og det vil uansett være påkrevd med vifter som kan sikre nødvendig ventilasjon i tunnelene for å hindre overskridelser av grenseverdier for tunnelluft.

Granfosslinjen

Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunninger

1 Innledning

NILU-Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Multiconsult utført beregninger av luftforurensning fra tunnelmunninger mellom Lysaker og Ullern (Granfosslinjen) i Oslo. Beregningene er utført for dagens situasjon og en fremtidig løsning med lokk over Mustad-krysset. Det er utført beregninger for to alternative trafikkvolum, ÅDT 16 400 og ÅDT 25 000, for både dagens situasjon og den fremtidige løsningen. Det er utført beregninger av produksjon av nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM_{10}) i tunnelen, samt spredning av forurensninger fra tunnelmunningene. Beregningene er basert på trafikk tall fra oppdragsgiver.

2 Metoder og forutsetninger

NILUs egne modeller for produksjon (NOXPM10) og spredning (TUNALL) av forurensning fra tunneler er benyttet.

I beregningene er det benyttet samme metoder som er benyttet ved tilsvarende tunneler (Larssen og Iversen, 1984; Larssen, 1987). Beregningsmetoden er kontrollert ved målinger utført blant annet ved tunneler i Bergen (Peterson og Tønnesen, 1990). Beregningene har omfattet følgende:

1. Med utgangspunkt i trafikk- og tunneldata, samt utslippsfaktorer for lette og tunge diesel- og bensinbiler, har vi beregnet utslipp av PM_{10} og NO_x i tunnelene.
2. Ut fra data for utslipp av NO_x er det beregnet nødvendig ventilasjonshastighet for å overholde grenseverdier i tunneler med toveis trafikk.
3. Konsentrasjonene av PM_{10} og NO_2 utenfor munningene er beregnet ved hjelp av en modell som beskriver spredning av forurensninger fra tunneler (Iversen, 1982).
4. Det er lagt til bakgrunnsforurensning.
5. Beregnete konsentrasjoner av PM_{10} og NO_2 fra munningene er sammenlignet med forskrifter og Nasjonalt mål for luftkvalitet gitt i kapittel 4.

Krav til ventilasjon og behov for utlufting og tilførsel av ventilasjonsluft er beregnet for rushtidstrafikk. Forurensningsbelastningen ved tunnelmunningene er beregnet for svevestøv (PM_{10}) og nitrogendioksid (NO_2). Utslipptet av nitrogenoksider (NO_x) fra biltrafikk består normalt av 88% nitrogenmonoksid (NO) og ca. 12% nitrogendioksid (NO_2) på horisontal vei. På oppoverbakker er NO_x -utslipp

antatt fordelt på 9,5% NO₂ og 90,5% NO, mens på nedoverbakker er fordelingen antatt 20% NO₂ og 80% NO.

Det antas at tilnærmevis alle bensindrevne biler har katalysator for år 2010. Eventuelle endringer i teknologi etter 2010 er det **ikke** tatt hensyn til. Trolig vil utslippsnivået pr. kjøretøy på dette tidspunktet være lavere enn det som er anvendt i beregningen.

I spredningsberegningene har vi tatt hensyn til bakgrunnsbelastning på hhv. 60 µg NO₂/m³ og 40 µg PM₁₀/m³. Skorsteinseffekten motsatt vei av kjøreretningen i forhold til stempeleffekten vil nødvendigvis trekke forurenset luft inn i "nabotunnelmunning". Denne vil også inneholde bakgrunnsbelastning. Her må det også sies at forholdet vil være det samme ved begge tunnelutløp, og summen av forurensning blir aldri større enn bakgrunnsverdi pluss produksjon i tunnelene.

3 Tunnel- og trafikkdata

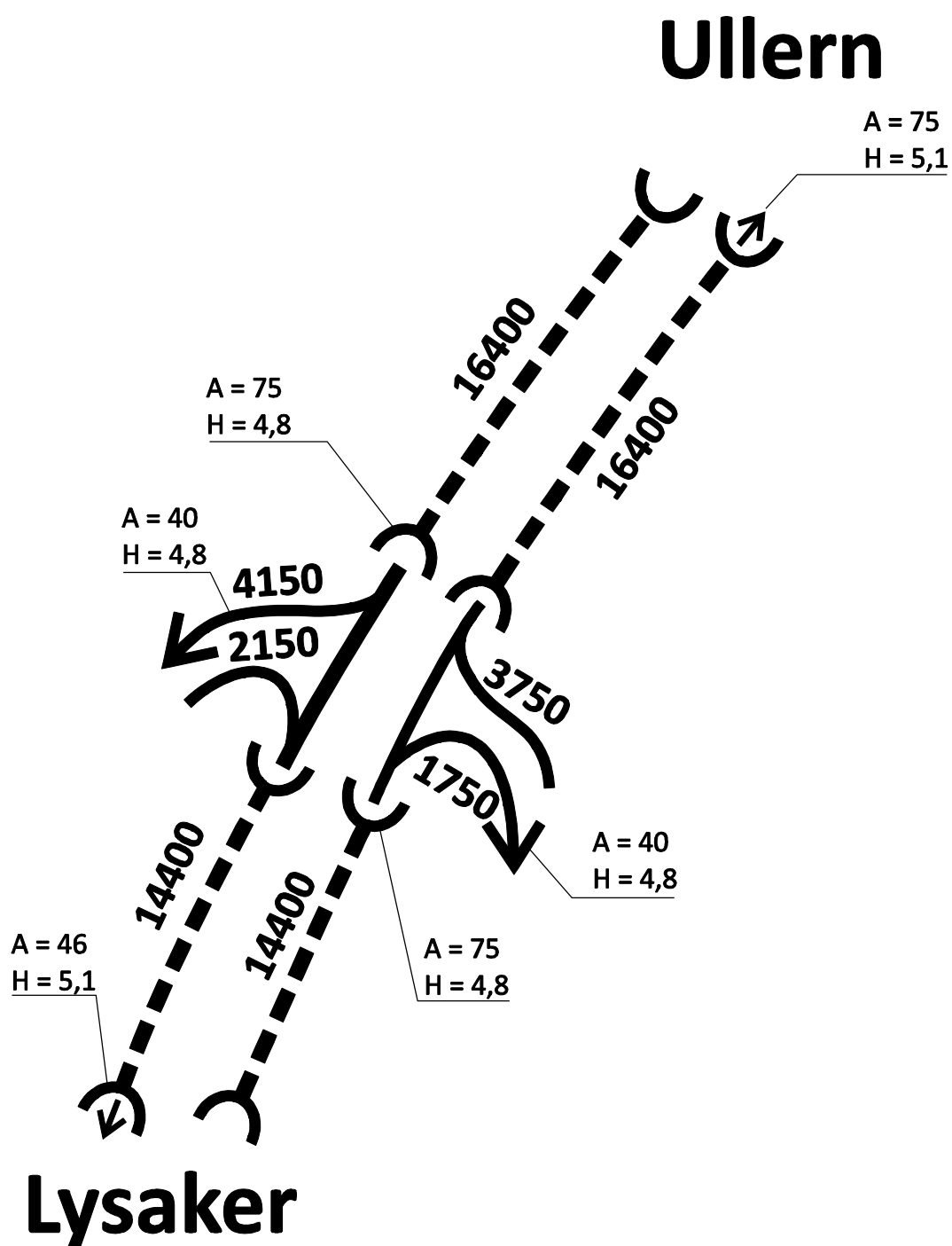
Følgende alternativer har blitt utredet i denne rapporten:

1. Dagens situasjon (for ÅDT 16 400 og for ÅDT 25 000);
2. Fremtidig situasjon med lokk over Mustadkrysset (for ÅDT 16 400 og for ÅDT 25 000), med to alternativer:
 - a. Med utslipp i ramper, dvs. ramper på Mustadlokket ventileres naturlig med trafikkens stempeleffekt;
 - b. Uten utslipp i ramper, dvs. ramper på Mustadlokket ventileres tilbake i hovedtunnelene.

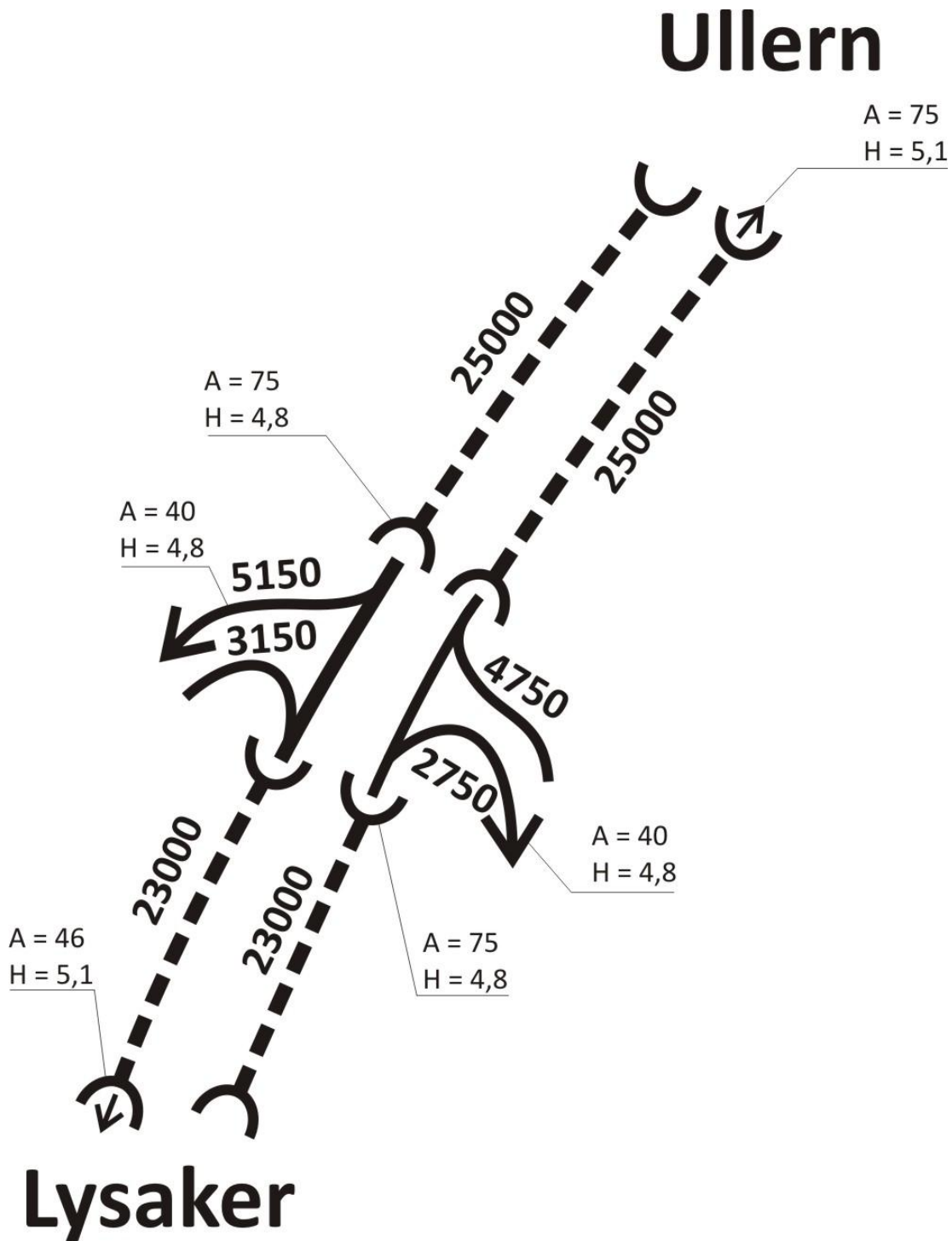
Dagens løsning er uten lokk over Mustadkrysset. Med en fremtidig løsning vil det bli lokk over Mustadkrysset, og det vil bli bygget av- og påramper for trafikk fra Ullern og Lysaker i Mustadkrysset. Rampene kan ventileres naturlig med stempeleffekten fra trafikken, eller alternativt kan forurenset luft føres tilbake i hovedtunnel og ventileres ut ved tunnelmunningen på Ullern og Lysaker.

Tunnelløsning er vist i Figur 1, med trafikk tall ÅDT likt 16 400 i Figur 1a og med ÅDT likt 25 000 i Figur 1b. Nødvendige tegninger og tallmateriale angående veigeometri og sammensetning er gitt av oppdragsgiver. Beregningene er utført med hensyn på morgenrush/ettermiddagsrush for alle alternativene.

Med separate løp for de to kjøreretningene vil pumpevirkingen fra trafikken ved normal trafikkavvikling med god margin være tilstrekkelig til nødvendig ventilering av tunnelen. Ved kødannelse vil vifteanlegg være nødvendig for tilstrekkelig ventilasjon i tunnelen.



Figur 1a: Tunneltraséer, Granfosslinjen med ÅDT 16 400. Tallene angir årsdøgntrafikk. A = areal av tunnelmunning. H = høyde på tunnelmunning.



Figur 1b: Tunneltraséer, Granfosslinjen med ÅDT 25 000. Tallene angir årsgjennsnittet. A = areal av tunnelmunning. H = høyde på tunnelmunning.

4 Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet

Luftkvaliteten i et område vurderes ved å sammenligne målinger eller beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning med grenseverdier satt ut fra virkning på helse og/eller vegetasjon. Begrepene grenseverdi og Nasjonalt mål er tallverdier for forurensningsgrad. Grenseverdier er juridisk bindende, mens Nasjonalt mål er en målsetning. Grenseverdiene i Norge er fastsatt av Miljøverndepartementet, i Forskrift for lokal luftkvalitet.

Tabell 1 viser grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet for de aktuelle komponenter. I denne rapporten har vi i første rekke sammenlignet målte konsentrasjoner med den forskriftens grenseverdier, men også med Nasjonalt mål for luftkvalitet.

Tabell 1: Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet. Tallene i parentes viser hvor mange ganger grenseverdien tillates overskredet hvert år.

Komponent	Enhet	Midlingstid	Norske grenseverdier	Nasjonalt mål
NO ₂	µg/m ³	Time	200 (18)	150 (8)
	µg/m ³	År	40	
PM ₁₀	µg/m ³	Døgn	50 (7)	50 (7)
	µg/m ³	År	40	

- Grenseverdier er generelt skjerpet de siste tiårene. Gjelder grenseverdier satt av både WHO, EU og Norge.
- Forskriften med grenseverdier, fastsatt ved Kgl. Res. 4. oktober 2002 er lik EUs nye grenseverdier.
- Nasjonalt mål for luftkvaliteten i byer og tettsteder ble vedtatt av Regjeringen høsten 1998. Nasjonalt mål er i hovedsak litt strengere enn den nye forskriften. Den nye forskriften og Nasjonalt mål tillater et visst antall overskridelser pr. år for NO₂ og PM₁₀, som vist i Tabell 1

5 Maksimale munningskonsentrasjoner

Maksimale munningskonsentrasjoner av PM₁₀ og NO_x er beregnet for tiden med størst trafikkbelastning, rushtid om morgenen/ettermiddagen, med følgende inngangsdata:

1. Trafikktall.
2. Tunneldata (lengde, tverrsnittsareal, stigning).
3. Tungtrafikkandel (8%).
4. Kaldstartandel (0%).
5. Piggdekkandel (14%)

Resultatet av utslippsberegningene er vist i Tabell 2a og 2b. NO₂- og PM₁₀-konsentrasjoner i ventilasjonsluften ved munningene er beregnet for gitte trafikkmengder og ulike hastigheter. Tabellene 2a og 2b viser resultatet av beregningene for gitte kjørehastigheter (deriblant skiltet hastighet med uthevet skrift) for ÅDT

16 400 og for ÅDT 25 000, henholdsvis. Munningskonsentrasjonene er beregnet ut fra Vegdirektoratets grenseverdier for tunnelluft og derav nødvendig ventilasjonshastighet. Med separate tunnellop for begge kjøreretningene, vil pumpevirkning fra trafikken medføre en ventilasjonshastighet som er mer enn tilstrekkelig for å ventilere tunnelen.

En lavere tungtrafikkandel enn 8% vil gi mindre utslipp av NO_x.

Alle tunnelene er enveiskjørt og den naturlige ventilasjonen generert av trafikken er tilstrekkelig ved normal trafikkavvikling (stempeleffekt). Ved kødannelse vil det være nødvendig med mekanisk ventilering (vifter).

Det er ikke tatt hensyn til at forurenset luft trekkes inn i tunnellopene fra omgivelsene. Dette inngår i bakgrunnskonsentrasjonene, og vil i liten grad påvirke konsentrasjonen i tunnelen. Dette ligger innenfor usikkerheten i beregningene.

Tabell 2a: Maksimale munningskonsentrasjoner ved rushtidstrafikk med ÅDT 16 400. ÅDT for tunnelene. Alle konsentrasjoner som timemidler (se Figur 1a).

Tunnelmunning	Ventilasjons- hastighet** (m/s)	Munningskonsentrasjoner*	
		PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Dagens situasjon			
Lysakertunnelen Nordover/nordre munning			
60 km/t	4,83	164	87
70 km/t	5,64	182	80
80 km/t	6,44	201	70
Sørover/søndre munning			
60 km/t	4,83	164	84
70 km/t	5,64	182	76
80 km/t	6,44	201	66
Ullerntunnelen			
Nordover/nordre munning			
60 km/t	5,16	199	130
70 km/t	6,01	223	117
80 km/t	6,87	248	101
Sørover/søndre munning			
60 km/t	5,16	199	60
70 km/t	6,01	223	57
80 km/t	6,87	248	52
Fremtidig løsning			
Sammenhengende tunnel <u>med</u> utslipp i ramper Nordover/nordre munning			
60 km/t	5,16	399	267
70 km/t	6,01	435	241
80 km/t	6,87	474	208
Sørover/søndre munning			
60 km/t	4,83	381	144
70 km/t	5,64	415	133
80 km/t	6,44	450	118
Sammenhengende tunnel <u>uten</u> utslipp i ramper			
Nordover/nordre munning			
60 km/t	5,16	458	297
70 km/t	6,01	498	268
80 km/t	6,87	540	232
Sørover/søndre munning			
60 km/t	4,83	425	152
70 km/t	5,64	464	141
80 km/t	6,44	504	126
Avkjøringsramper			
Fra nord			
40 km/t	3,44	116	89
50 km/t	4,30	116	61
60 km/t	5,16	116	25
Fra sør			
40 km/t	3,22	46	49
50 km/t	4,03	43	36
60 km/t	6,44	35	19

*Utslipet av NO₂ avtar med høyere hastighet. For PM₁₀ er det omvendt.

**Pumpevirking/stempeleffekt fra trafikken

Tabell 2b: Maksimale munningskonsentrasjoner ved rushtidstrafikk med ÅDT 25 000. ÅDT for tunnelene. Alle konsentrasjoner som timemidle (se Figur 1b).

Tunnelmunning	Ventilasjons- hastighet** (m/s)	Munningskonsentrasjoner*	
		PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Dagens situasjon			
Lysakertunnelen Nordover/nordre munning			
60 km/t	6,37	216	115
70 km/t	7,43	240	105
80 km/t	8,49	265	92
Sørover/søndre munning			
60 km/t	6,37	216	110
70 km/t	7,43	240	100
80 km/t	8,49	265	88
Ullerntunnelen			
Nordover/nordre munning			
60 km/t	6,11	236	154
70 km/t	7,12	264	139
80 km/t	8,14	294	120
Sørover/søndre munning			
60 km/t	6,11	236	71
70 km/t	7,12	264	67
80 km/t	8,14	294	62
Fremtidig løsning			
Sammenhengende tunnel <u>med</u> utslipp i ramper Nordover/nordre munning			
60 km/t	6,37	505	336
70 km/t	7,43	551	303
80 km/t	8,49	599	262
Sørover/søndre munning			
60 km/t	6,11	486	182
70 km/t	7,12	529	169
80 km/t	8,14	574	150
Sammenhengende tunnel <u>uten</u> utslipp i ramper			
Nordover/nordre munning			
60 km/t	6,37	565	367
70 km/t	7,43	615	332
80 km/t	8,49	667	286
Sørover/søndre munning			
60 km/t	6,11	538	192
70 km/t	7,12	586	178
80 km/t	8,14	637	159
Avkjøringsramper			
Nordover/nordre munning			
40 km/t	3,44	116	88
50 km/t	4,30	139	76
60 km/t	5,16	174	62
Sørover/søndre munning			
40 km/t	3,22	62	62
50 km/t	4,03	74	57
60 km/t	6,44	87	48

*Utslipet av NO₂ avtar med høyere hastighet. For PM₁₀ er det omvendt.

**Pumpevirking/stempeleffekt fra trafikken

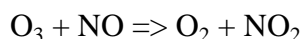
6 Resultater fra spredningsberegningene

NO₂- og PM₁₀-konsentrasjoner i ventilasjonsluften i munningene er beregnet for prosjekterte trafikkmengder og hastigheter i begge kjøreretninger. Tabell 3a og 3b viser resultatet av beregningene for ÅDT 16 400 og 25 000, henholdsvis. Det er tatt utgangspunkt i gitt kjørehastighet, 70 km/t i tunnelene og 50 km/t på avkjøringsrampene.

Det er beregnet ved hvilken avstand fra tunnelmunningene konsentrasjoner av PM₁₀ og NO₂ er redusert til et nivå lik grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet.

I beregningene er det også tatt hensyn til bakgrunnsnivå av forurensede komponenter. Bakgrunnskonsentrasjoner representerer i dette tilfellet en maksimal konsentrasjon som skyldes andre kilder utenfor tunnelmunningen. Vi har regnet med et bakgrunnsnivå på 60 µg NO₂/m³ som timemiddel og 40 µg PM₁₀/m³ som døgnmiddel.

Det vil alltid være en andel ozon tilstede. Ozon reagerer med nitrogenmonoksid og danner oksygen og nitrogendioksid etter ligningen:



Det er antatt at ved å bruke en NO₂ bakgrunnsverdi på 60 µg NO₂/m³ tar man hensyn til både NO₂-bidrag fra andre kilder og den andel av NO₂ som blir dannet ved oksidasjon med O₃, som forklart ovenfor.

Det er ellers ikke tatt hensyn til bidrag fra andre veier i nærheten eller andre forurensningskilder fordi disse bidragene inngår i bakgrunnsnivået. Resultatet av beregninger av konsentrasjoner **utenfor** tunnelmunningene er vist i Tabell 3a og 3b.

Maksimalkonsentrasjonene forekommer ved stor trafikk (i rushtiden) og ved dårlige spredningsforhold.

Når tungtrafikkandelen er mindre enn 8% fører det til et mindre område med NO₂-belastning over akseptabelt forurensningsnivå.

Det kan ikke ses bort fra at utslipp fra tunnelen kan bidra til luktplager i tunnelmunningens umiddelbare nærhet ved normal trafikkavvikling. Erfaringsmessig vil eksosluft kunne merkes på større avstander enn der NO₂-konsentrasjonen er 200 µg/m³.

Ved endret kjørehastighet vil disse forholdene endres, og det vil uansett være påkrevd med vifter som kan sikre nødvendig ventilasjon i tunnelene for å hindre overskridelser av grenseverdier for tunnelluft.

Tabell 3a: ÅDT 16 400. Nødvendig spredningsavstand fra tunnelmunning for at konsentrasjoner av PM_{10} og NO_2 er redusert til gitte nivåer (ref Figur 1a og Tabell 2a).

Tunnelmunning	Lengde av jettfase (m)	Nødvendig spredningsavstand for å komme ned på luftkvalitetsnivå (m)				Figur i vedlegg B
		PM_{10} (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Dagens situasjon						
Lysakertunnelen:						
• Nordover 70 km/t	86,4	90	77	-	-	B1
• Sørøver 70 km/t	86,5	90	72	-	-	B2
Ullerntunnelen						
• Nordover 70 km/t	88,0	100	105	40	-	B3
• Sørøver 70 km/t	87,9	100	50	-	-	B1
Fremtidig løsning						
Sammenhengende tunnel <u>med</u> utslipp i avkjøringsrampen						
• Nordover 70 km/t	88,0	148	159	100	68	B4
• Sørøver 70 km/t	86,5	139	109	50	-	B5
Sammenhengende tunnel <u>uten</u> utslipp i avkjøringsrampen						
• Nordover 70 km/t	88,0	160	169	106	77	B6
• Sørøver 70 km/t	86,5	148	113	55	2	B7
Avkjøringsramper						
• Nordover 50 km/t	54,1	57	26	-	-	B8
• Sørøver 50 km/t	50,4	32	-	-	-	B9

Tabell 3B: ÅDT 25 000. Alternative trafikk tall ifølge Figur 1B. Nødvendig spredningsavstand fra tunnelmunning for at konsentrasjoner av PM_{10} og NO_2 er redusert til gitte nivåer (ref Figur 1b og Tabell 2b).

Tunnelmunning	Lengde av jettfase (m)	Nødvendig spredningsavstand for å komme ned på luftkvalitetsnivå (m)				Figur i vedlegg B
		PM_{10} (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Dagens situasjon						
Lysakertunnelen:						
• Nordover 70 km/t	89,3	116	108	36	-	B9
• Sørøver 70 km/t	89,4	116	105	29	-	B10
Ullerntunnelen						
• Nordover 70 km/t	89,5	120	126	67	-	B11
• Sørøver 70 km/t	89,4	120	75	-	-	B9
Fremtidig løsning						
Sammenhengende tunnel med utslipp i avkjøringsrampen						
• Nordover 70 km/t	89,4	187	200	126	97	B12
• Sørøver 70 km/t	89,5	179	141	86	39	B13
Sammenhengende tunnel uten utslipp i avkjøringsrampen						
• Nordover 70 km/t	89,4	199	211	133	102	B14
• Sørøver 70 km/t	89,5	190	145	90	46	B15
Avkjøringsramper						
• Nordover 50 km/t	54,1	58	38	-	-	B16
• Sørøver 50 km/t	50,4	52	20	-	-	B17

7 Framtidig utvikling i kjøretøyteknologi

Vi regner med at tilnærmet alle bilene har katalysator i 2010.

Eventuelle endringer i teknologi etter 2010 er det **ikke** tatt hensyn til. Trolig vil utslippsnivået pr. kjøretøy i fremtiden være lavere enn det som er anvendt i beregningene. Imidlertid viser utslippsutviklingen fra 2005 til 2010 at selv om NO_x -utslipp reduseres, reduseres NO_2 -utslipp i mye mindre grad. For den kritiske parameteren (PM_{10}) vil ikke teknologiutviklingen ha nevneverdig innvirkning på konsentrasjonsnivået.

8 Konklusjon

Alle tunnelene er enveiskjørte og den naturlige ventilasjonen generert av trafikken er tilstrekkelig ved normal trafikkavvikling (stempeleffekt). Ved kødannelse vil det være nødvendig med mekanisk ventilering (vifter).

Dagens løsning

For normal trafikkavvikling i rushtiden med en årlig døgntrafikk (ÅDT) på 16 400 og oppgitt kjørehastighet viser beregningene at grenseverdien for svevestøv vil

kunne overskrides inntil 100 m (120 m ved ÅDT 25 000) fra tunnelmunninger for Ullerntunnelen og tilsvarende 90 m (116 ved ÅDT 25 000) ved Lysakertunnelens munninger. For NO₂ vil det ikke bli overskridelser av grenseverdi utenfor tunnelmunningene ved dagens løsning, både med en ÅDT på 16 400 og ÅDT på 25 000.

Fremtidig løsning

Ved fremtidig løsning med lokk over Mustadkrysset med en ÅDT på 16 400 vil det kunne bli overskridelse av grenseverdi for svevestøv inntil 148 m utenfor nordre munning (160 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen), og inntil 139 m utenfor søndre munning (148 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). I tillegg vil det kunne bli overskridelse av grenseverdi for NO₂ inntil 68 m utenfor ved nordre tunnelmunning (77 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). Utenfor søndre tunnelmunning vil det ikke oppstå overskridelser av grenseverdi for NO₂ ved naturlig ventilasjon i rampene, mens overskridelser kan oppstå inntil 2 m fra munningen, hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen. Ved avkjøringsramper vil det kunne bli overskridelser av svevestøv opptil 32 m ved avkjøringsrampe sørover og 57 m fra avkjøringsrampe nordover.

Ved fremtidig løsning med lokk over Mustadkrysset med en ÅDT på 25 000, vil det kunne bli overskridelse av grenseverdi for svevestøv inntil 187 m utenfor nordre munning (199 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen), og inntil 179 m utenfor søndre munning (190 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). I tillegg vil det kunne bli overskridelse av grenseverdi for NO₂ inntil 97 m utenfor nordre tunnelmunning (102 m hvis avstanden ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). Utenfor søndre tunnelmunning vil det kunne bli overskridelser av grenseverdi for NO₂ i avstander opp til 39 m (46 m hvis avrampen ved Mustadlokket ventileres tilbake i tunnelen). Ved avkjøringsramper vil det kunne bli overskridelser av svevestøv opptil 52 m ved avkjøringsrampe sørover og 58 m fra avkjøringsrampe nordover.

Ved endret kjørehastighet vil disse forholdene endres, og det vil uansett være påkrevd med vifter som kan sikre nødvendig ventilasjon i tunnelene for å hindre overskridelser av grenseverdier for tunnelluft.

9 Referanser

Gotaas, Y. (1981) Spredning av sporstoff fra vegtunneler i Bergen. Lillestrøm (NILU OR 37/81).

Iversen, T. (1982) Forenklet metode for spredningsberegninger ved vegtunneler. Lillestrøm (NILU OR 27/82).

Larssen, S. (1987) Vålerenga-tunnelen, Oslo. Reviderte beregninger av luftforurensninger ved munningene. Lillestrøm (NILU OR 33/87).

Larssen, S. og Iversen, T. (1984) Vurdering av luftforurensning ved veitunneler gjennom Vålerenga og Gamlebyen. Lillestrøm (NILU OR 52/84).

Peterson, H.G. and Tønnesen, D. (1990) A tracer investigation of traffic from the Vålerenga tunnel at Etterstad. Lillestrøm (NILU OR 39/90).

Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport nr. 92:16).

Statens vegvesen (2002) Vegtunneler. Oslo (Håndbok 021).

Vedlegg A

Avgassproduksjon og nødvendig ventilasjons hastighet i tunnelen

Del 1
Trafikktall fra Figur 1A

Lysaker-N

BEREGNINGSÅR: 2010

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD DL<10 DL10-20 DL>20

8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1440.	0.30	-6.50
2	1440.	0.28	0.00
3	1440.	0.40	5.00

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.027	0.691
20	0.031	0.560
30	0.038	0.503
40	0.038	0.346
50	0.047	0.316
60	0.059	0.264
70	0.077	0.281
80	0.097	0.280
90	0.120	0.277

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!

TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER

HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.81	0.33	0.443	11.450	1.083	28.000
20	1.61	0.27	0.255	4.636	1.500	27.270
30	2.42	0.33	0.207	2.777	1.500	20.101
40	3.22	0.34	0.157	1.432	1.500	13.705
50	4.03	0.42	0.156	1.047	1.500	10.036
60	4.83	0.53	0.164	0.729	1.500	6.681
70	5.64	0.68	0.182	0.664	1.500	5.469
80	6.44	0.86	0.201	0.580	1.500	4.325
90	7.25	1.07	0.221	0.509	1.500	3.461

Lysaker-S

BEREGNINGÅR: 2010

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD DL<10 DL10-20 DL>20

8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1 1440. 0.30 6.50

2 1440. 0.28 0.00

3 1440. 0.40 -5.00

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10 0.027 0.687

20 0.031 0.553

30 0.038 0.492

40 0.038 0.334

50 0.047 0.303

60 0.059 0.253

70 0.077 0.268

80 0.097 0.268

90 0.120 0.264

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!

TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER

HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10 0.81 0.33 0.443 11.382 1.090 28.000

20 1.61 0.27 0.255 4.576 1.500 26.919

30 2.42 0.33 0.207 2.716 1.500 19.662

40 3.22 0.34 0.157 1.381 1.500 13.214

50 4.03 0.42 0.156 1.003 1.500 9.618

60 4.83 0.53 0.164 0.697 1.500 6.389

70 5.64 0.68 0.182 0.634 1.500 5.224

80 6.44 0.86 0.201 0.554 1.500 4.132

90 7.25 1.07 0.221 0.486 1.500 3.304

Ullern-N
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1640.	0.62	1.50
2	1640.	0.54	5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.029	1.129
20	0.035	0.956
30	0.044	0.921
40	0.047	0.679
50	0.060	0.627
60	0.077	0.531
70	0.101	0.558
80	0.128	0.549
90	0.158	0.536

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.86	0.54	0.457	17.524	0.730	28.000
20	1.72	0.46	0.270	7.417	1.021	28.000
30	2.58	0.44	0.227	4.761	1.336	28.000
40	3.44	0.42	0.181	2.632	1.500	21.795
50	4.30	0.53	0.186	1.946	1.500	15.671
60	5.16	0.68	0.199	1.373	1.500	10.346
70	6.01	0.89	0.223	1.237	1.500	8.313
80	6.87	1.14	0.248	1.065	1.500	6.448
90	7.73	1.41	0.273	0.924	1.500	5.074

Ullern-S
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1640.	0.62	-1.50
2	1640.	0.54	-5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.029	0.676
20	0.035	0.491
30	0.044	0.370
40	0.047	0.199
50	0.060	0.169
60	0.077	0.137
70	0.101	0.151
80	0.128	0.158
90	0.158	0.166

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.86	0.32	0.457	10.496	1.218	28.000
20	1.72	0.31	0.270	3.811	1.500	21.137
30	2.58	0.39	0.227	1.916	1.500	12.649
40	3.44	0.42	0.181	0.774	1.500	6.406
50	4.30	0.53	0.186	0.526	1.500	4.235
60	5.16	0.68	0.199	0.355	1.500	2.673
70	6.01	0.89	0.223	0.334	1.500	2.245
80	6.87	1.14	0.248	0.307	1.500	1.859
90	7.73	1.41	0.273	0.285	1.500	1.567

Granfoss-N
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1265.	0.30	-6.50
2	1265.	0.28	0.00
3	1265.	0.40	5.80
4	1265.	0.17	5.80
5	1640.	0.62	1.50
6	1640.	0.54	5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.095	1.902
20	0.104	1.592
30	0.120	1.510
40	0.110	1.099
50	0.129	1.017
60	0.154	0.859
70	0.196	0.906
80	0.244	0.895
90	0.298	0.875

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.86	0.91	1.468	29.517	1.393	28.000
20	1.72	0.93	0.809	12.354	1.500	22.912
30	2.58	1.07	0.622	7.812	1.500	18.840
40	3.44	0.98	0.426	4.261	1.500	14.995
50	4.30	1.15	0.400	3.156	1.500	11.841
60	5.16	1.37	0.399	2.223	1.500	8.364
70	6.01	1.75	0.435	2.009	1.500	6.924
80	6.87	2.17	0.474	1.736	1.500	5.498
90	7.73	2.65	0.514	1.509	1.500	4.402

Granfoss-N (uten rampe)
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1640.	0.30	-6.50
2	1640.	0.28	0.00
3	1640.	0.40	5.80
4	1640.	0.17	5.80
5	1640.	0.62	1.50
6	1640.	0.54	5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.114	2.131
20	0.125	1.781
30	0.143	1.685
40	0.129	1.223
50	0.149	1.132
60	0.177	0.957
70	0.225	1.010
80	0.279	0.997
90	0.340	0.976

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.86	1.01	1.768	33.072	1.497	28.000
20	1.72	1.11	0.968	13.817	1.500	21.403
30	2.58	1.27	0.739	8.717	1.500	17.692
40	3.44	1.14	0.499	4.744	1.500	14.263
50	4.30	1.33	0.463	3.514	1.500	11.384
60	5.16	1.57	0.458	2.475	1.500	8.108
70	6.01	2.00	0.498	2.238	1.500	6.740
80	6.87	2.48	0.540	1.935	1.500	5.369
90	7.73	3.02	0.586	1.683	1.500	4.309

Granfoss-S
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1440.	0.30	6.50
2	1440.	0.28	0.00
3	1225.	0.17	-5.80
4	1225.	0.40	-5.80
5	1225.	0.62	-1.50
6	1225.	0.54	-5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.089	1.219
20	0.098	0.933
30	0.112	0.769
40	0.100	0.474
50	0.116	0.422
60	0.138	0.347
70	0.175	0.374
80	0.217	0.381
90	0.265	0.384

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.81	0.79	1.475	20.183	1.500	20.521
20	1.61	0.87	0.808	7.729	1.500	14.354
30	2.42	0.99	0.616	4.243	1.500	10.327
40	3.22	0.89	0.416	1.962	1.500	7.077
50	4.03	1.04	0.386	1.397	1.500	5.430
60	4.83	1.23	0.381	0.958	1.500	3.768
70	5.64	1.56	0.415	0.885	1.500	3.199
80	6.44	1.93	0.450	0.788	1.500	2.628
90	7.25	2.36	0.488	0.707	1.500	2.174

Granfoss-S (uten rampe)
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1440.	0.30	6.50
2	1440.	0.28	0.00
3	1440.	0.17	-5.80
4	1440.	0.40	-5.80
5	1440.	0.62	-1.50
6	1440.	0.54	-5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.097	1.344
20	0.106	1.022
30	0.122	0.831
40	0.111	0.504
50	0.129	0.447
60	0.154	0.367
70	0.196	0.397
80	0.243	0.406
90	0.297	0.411

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.81	0.86	1.605	22.256	1.500	20.800
20	1.61	0.95	0.881	8.463	1.500	14.403
30	2.42	1.09	0.675	4.589	1.500	10.195
40	3.22	0.99	0.459	2.087	1.500	6.819
50	4.03	1.15	0.428	1.482	1.500	5.188
60	4.83	1.37	0.425	1.014	1.500	3.574
70	5.64	1.74	0.464	0.939	1.500	3.038
80	6.44	2.16	0.504	0.840	1.500	2.501
90	7.25	2.64	0.546	0.756	1.500	2.075

Rampe-Sørover
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	415.	0.54	-5.50
2	415.	0.62	-1.50
3	415.	0.17	2.00

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.012	0.210
20	0.014	0.157
30	0.017	0.124
40	0.016	0.072
50	0.020	0.062
60	0.024	0.051
70	0.031	0.055
80	0.039	0.057
90	0.048	0.058

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 40.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.00	0.21	-1.000	-1.000	1.500	25.288
20	0.00	0.23	-1.000	-1.000	1.500	16.745
30	0.00	0.28	-1.000	-1.000	1.500	11.153
40	0.00	0.27	-1.000	-1.000	1.500	6.717
50	0.00	0.33	-1.000	-1.000	1.500	4.782
60	0.00	0.40	-1.000	-1.000	1.500	3.179
70	0.00	0.52	-1.000	-1.000	1.500	2.672
80	0.00	0.65	-1.000	-1.000	1.500	2.199
90	0.00	0.80	-1.000	-1.000	1.500	1.836

Rampe-Nordover
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	175.	0.30	-6.50
2	175.	0.28	0.00
3	175.	0.40	5.80
4	175.	0.17	2.00

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.005	0.102
20	0.006	0.084
30	0.007	0.076
40	0.006	0.053
50	0.007	0.049
60	0.009	0.041
70	0.012	0.044
80	0.014	0.043
90	0.018	0.043

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 40.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.00	0.09	-1.000	-1.000	1.419	28.000
20	0.00	0.10	-1.000	-1.000	1.500	21.768
30	0.00	0.11	-1.000	-1.000	1.500	17.019
40	0.00	0.10	-1.000	-1.000	1.500	12.741
50	0.00	0.12	-1.000	-1.000	1.500	9.827
60	0.00	0.15	-1.000	-1.000	1.500	6.808
70	0.00	0.19	-1.000	-1.000	1.500	5.640
80	0.00	0.24	-1.000	-1.000	1.500	4.495
90	0.00	0.30	-1.000	-1.000	1.500	3.615

Del 2
Trafikktall fra figur 1B

Lysaker-N
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2500.	0.30	-6.50
2	2500.	0.28	0.00
3	2500.	0.40	5.00

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.046	1.200
20	0.053	0.972
30	0.065	0.873
40	0.066	0.601
50	0.082	0.549
60	0.103	0.459
70	0.134	0.487
80	0.169	0.486
90	0.208	0.481

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	1.06	0.57	0.584	15.087	1.083	28.000
20	2.12	0.48	0.336	6.108	1.500	27.270
30	3.18	0.58	0.273	3.659	1.500	20.101
40	4.24	0.58	0.207	1.887	1.500	13.705
50	5.30	0.73	0.206	1.379	1.500	10.036
60	6.37	0.92	0.216	0.961	1.500	6.681
70	7.43	1.19	0.240	0.875	1.500	5.469
80	8.49	1.50	0.265	0.764	1.500	4.325
90	9.55	1.85	0.291	0.671	1.500	3.461

Lysaker-S

BEREGNINGÅR: 2010

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD DL<10 DL10-20 DL>20

8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2500.	0.30	6.50
2	2500.	0.28	0.00
3	2500.	0.40	-5.00

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.046	1.193
20	0.053	0.960
30	0.065	0.854
40	0.066	0.579
50	0.082	0.526
60	0.103	0.439
70	0.134	0.466
80	0.169	0.465
90	0.208	0.459

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!

TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER

HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	1.06	0.57	0.584	14.997	1.090	28.000
20	2.12	0.48	0.336	6.030	1.500	26.919
30	3.18	0.58	0.273	3.579	1.500	19.662
40	4.24	0.58	0.207	1.819	1.500	13.214
50	5.30	0.73	0.206	1.322	1.500	9.618
60	6.37	0.92	0.216	0.919	1.500	6.389
70	7.43	1.19	0.240	0.836	1.500	5.224
80	8.49	1.50	0.265	0.730	1.500	4.132
90	9.55	1.85	0.291	0.641	1.500	3.304

Ullern-N
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2300.	0.62	1.50
2	2300.	0.54	5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.041	1.584
20	0.049	1.341
30	0.062	1.291
40	0.065	0.952
50	0.084	0.879
60	0.108	0.744
70	0.141	0.783
80	0.179	0.770
90	0.222	0.752

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	1.02	0.75	0.541	20.752	0.730	28.000
20	2.04	0.64	0.320	8.784	1.021	28.000
30	3.05	0.61	0.269	5.639	1.336	28.000
40	4.07	0.58	0.215	3.117	1.500	21.795
50	5.09	0.75	0.221	2.304	1.500	15.671
60	6.11	0.96	0.236	1.626	1.500	10.346
70	7.12	1.26	0.264	1.465	1.500	8.313
80	8.14	1.59	0.294	1.262	1.500	6.448
90	9.16	1.98	0.324	1.095	1.500	5.074

Ullern-S
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1 2300. 0.62 -1.50
 2 2300. 0.54 -5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.041	0.949
20	0.049	0.689
30	0.062	0.519
40	0.065	0.280
50	0.084	0.238
60	0.108	0.192
70	0.141	0.211
80	0.179	0.222
90	0.222	0.232

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	1.02	0.45	0.541	12.430	1.218	28.000
20	2.04	0.43	0.320	4.514	1.500	21.137
30	3.05	0.55	0.269	2.269	1.500	12.649
40	4.07	0.58	0.215	0.916	1.500	6.406
50	5.09	0.75	0.221	0.623	1.500	4.235
60	6.11	0.96	0.236	0.420	1.500	2.673
70	7.12	1.26	0.264	0.396	1.500	2.245
80	8.14	1.59	0.294	0.364	1.500	1.859
90	9.16	1.98	0.324	0.338	1.500	1.567

Granfoss-N
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2025.	0.30	-6.50
2	2025.	0.28	0.00
3	2025.	0.40	5.80
4	2025.	0.17	5.80
5	2500.	0.62	1.50
6	2500.	0.54	5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.149	2.959
20	0.164	2.476
30	0.189	2.348
40	0.172	1.707
50	0.202	1.580
60	0.241	1.335
70	0.307	1.408
80	0.381	1.391
90	0.465	1.361

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	1.06	1.41	1.876	37.186	1.412	28.000
20	2.12	1.46	1.032	15.558	1.500	22.617
30	3.18	1.68	0.792	9.835	1.500	18.616
40	4.24	1.53	0.541	5.362	1.500	14.854
50	5.30	1.79	0.507	3.971	1.500	11.753
60	6.37	2.14	0.505	2.797	1.500	8.315
70	7.43	2.73	0.551	2.529	1.500	6.889
80	8.49	3.39	0.599	2.185	1.500	5.474
90	9.55	4.14	0.650	1.900	1.500	4.385

Granfoss-N (uten rampe)
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2500.	0.30	-6.50
2	2500.	0.28	0.00
3	2500.	0.40	5.80
4	2500.	0.17	5.80
5	2500.	0.62	1.50
6	2500.	0.54	5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.174	3.249
20	0.190	2.715
30	0.218	2.569
40	0.196	1.864
50	0.227	1.726
60	0.270	1.459
70	0.343	1.539
80	0.425	1.520
90	0.518	1.488

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	1.06	1.55	2.183	40.833	1.497	28.000
20	2.12	1.69	1.196	17.059	1.500	21.403
30	3.18	1.94	0.912	10.762	1.500	17.692
40	4.24	1.74	0.616	5.858	1.500	14.263
50	5.30	2.02	0.572	4.339	1.500	11.384
60	6.37	2.40	0.565	3.056	1.500	8.108
70	7.43	3.05	0.615	2.764	1.500	6.740
80	8.49	3.78	0.667	2.388	1.500	5.369
90	9.55	4.60	0.723	2.078	1.500	4.309

Granfoss-S
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2300.	0.30	6.50
2	2300.	0.28	0.00
3	1985.	0.17	-5.80
4	1985.	0.40	-5.80
5	1985.	0.62	-1.50
6	1985.	0.54	-5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.143	1.963
20	0.157	1.503
30	0.180	1.236
40	0.162	0.761
50	0.188	0.677
60	0.223	0.557
70	0.283	0.600
80	0.351	0.612
90	0.428	0.617

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	1.02	1.27	1.878	25.724	1.500	20.546
20	2.04	1.40	1.028	9.844	1.500	14.358
30	3.05	1.60	0.785	5.399	1.500	10.315
40	4.07	1.44	0.530	2.492	1.500	7.053
50	5.09	1.67	0.492	1.774	1.500	5.408
60	6.11	1.98	0.486	1.216	1.500	3.751
70	7.12	2.51	0.529	1.124	1.500	3.184
80	8.14	3.12	0.574	1.002	1.500	2.616
90	9.16	3.80	0.622	0.898	1.500	2.165

Granfoss-S (uten rampe)
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2300.	0.30	6.50
2	2300.	0.28	0.00
3	2300.	0.17	-5.80
4	2300.	0.40	-5.80
5	2300.	0.62	-1.50
6	2300.	0.54	-5.50

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.155	2.147
20	0.170	1.633
30	0.195	1.328
40	0.177	0.805
50	0.207	0.714
60	0.246	0.587
70	0.313	0.634
80	0.389	0.648
90	0.474	0.656

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 75.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	1.02	1.38	2.028	28.127	1.500	20.800
20	2.04	1.51	1.114	10.695	1.500	14.403
30	3.05	1.74	0.853	5.800	1.500	10.195
40	4.07	1.57	0.580	2.638	1.500	6.819
50	5.09	1.84	0.541	1.872	1.500	5.188
60	6.11	2.19	0.538	1.281	1.500	3.574
70	7.12	2.78	0.586	1.187	1.500	3.038
80	8.14	3.45	0.637	1.061	1.500	2.501
90	9.16	4.22	0.691	0.955	1.500	2.075

Rampe-Sørøver
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	515.	0.54	-5.50
2	515.	0.62	-1.50
3	515.	0.17	2.00

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.015	0.260
20	0.017	0.194
30	0.021	0.154
40	0.020	0.089
50	0.024	0.077
60	0.030	0.063
70	0.038	0.068
80	0.048	0.071
90	0.059	0.072

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 40.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.48	0.26	0.802	13.518	1.500	25.288
20	0.96	0.29	0.452	5.044	1.500	16.745
30	1.44	0.34	0.358	2.660	1.500	11.153
40	1.93	0.33	0.259	1.159	1.500	6.717
50	2.41	0.40	0.251	0.802	1.500	4.782
60	2.89	0.50	0.258	0.547	1.500	3.179
70	3.37	0.64	0.285	0.507	1.500	2.672
80	3.85	0.80	0.312	0.458	1.500	2.199
90	4.33	0.99	0.342	0.418	1.500	1.836

Rampe-Nordover
 BEREGNINGSÅR: 2010
 TRAFIKKSAMMENSETNING:
 DPD DL<10 DL10-20 DL>20
 8. 4. 2. 2.

VEGSEGMENTER:
 DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	275.	0.30	-6.50
2	275.	0.28	0.00
3	275.	0.40	5.80
4	275.	0.17	2.00

HASTIGHET PM10-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	0.008	0.161
20	0.009	0.132
30	0.011	0.120
40	0.010	0.084
50	0.012	0.077
60	0.014	0.065
70	0.018	0.068
80	0.023	0.068
90	0.028	0.067

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:
 PM10 ER GITT I mg/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 40.0 M**2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!
 TRAFIKK- PUMPE- NØDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER
 HAST. VIRKN. VENT.H. PM10(P) NOX(P) PM10(N) NOX(N)

10	0.00	0.14	-1.000	-1.000	1.419	28.000
20	0.00	0.15	-1.000	-1.000	1.500	21.768
30	0.00	0.18	-1.000	-1.000	1.500	17.019
40	0.00	0.16	-1.000	-1.000	1.500	12.741
50	0.00	0.20	-1.000	-1.000	1.500	9.827
60	0.00	0.24	-1.000	-1.000	1.500	6.808
70	0.00	0.30	-1.000	-1.000	1.500	5.640
80	0.00	0.38	-1.000	-1.000	1.500	4.495
90	0.00	0.46	-1.000	-1.000	1.500	3.615

Vedlegg B

Spredningsberegninger for tunnelene

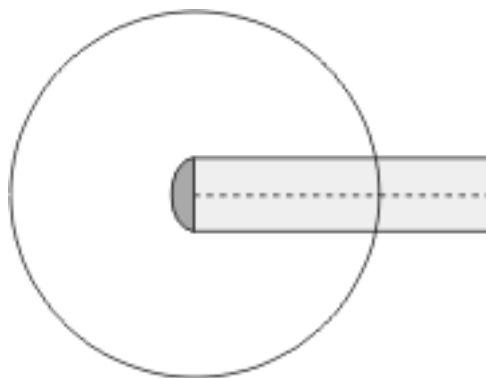
Generelt om spredning av luftforurensning fra tunnelmunninger

For å ventilere tunneler med trafikk i begge retninger, må det installeres vifter som trekker "frisk" luft inn i tunnelen fra den ene munningen. Dette gjøres for å fortynne avgassproduksjonen fra bilene til et akseptabelt nivå i selve tunnelen, og dernest for å transportere luftforurensningene ut av tunnelen gjennom den andre munningen.

Noen tunneler, ofte med stor trafikkbelastning, har separate tunnellop for begge kjøreretninger. I dette tilfellet vil all trafikken "rive med" tunnelluften i samme retning. Det vil da ikke være nødvendig med vifter i tunnelen for å fortynne og drive forurensningene ut gjennom den ene munningen, bortsett fra i situasjoner der kjøretøyhastigheten blir svært lav. Disse selvventilerte tunneler vil derfor ha montert vifter til bruk i forbindelse med uhellsituasjoner eller dårlig trafikkavvikling.

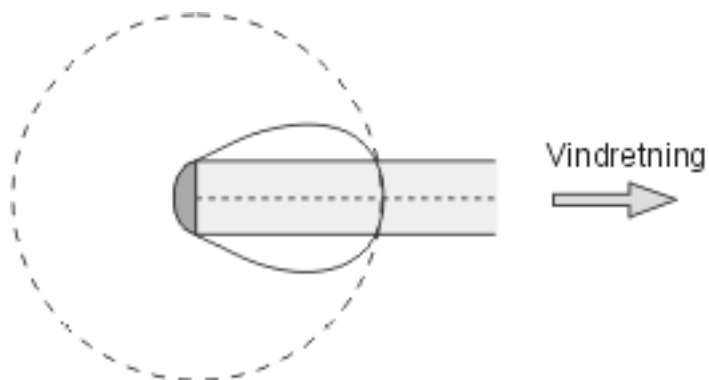
Spredning av luftforurensninger fra en tunnelmunning vil altså normalt være drevet av vifter i tunnelen ved toveiskjørte tunneler, men av en pumpevirkning fra trafikken selv i enveiskjørte tunneler. I det siste tilfellet vil pumpevirkningen normalt være større enn nødvendig ventilasjonshastighet for å overholde grenseverdier for luftkvalitet i tunneler. Vi snakker i begge tilfeller om ventilasjonshastighet i tunneler.

Dersom ventilasjonshastigheten i tunnelmunningen er lavere enn ca 3 m/s, vil maksimalutbredelsen av gitte konsentrasjoner fra tunnelmunningen kunne beskrives som en sirkel med sentrum i tunnelmunningen som vist i Figur A.



Figur A. Figuren beskriver maksimalutbredelse av en gitt konsentrasjon for alle vindretninger.

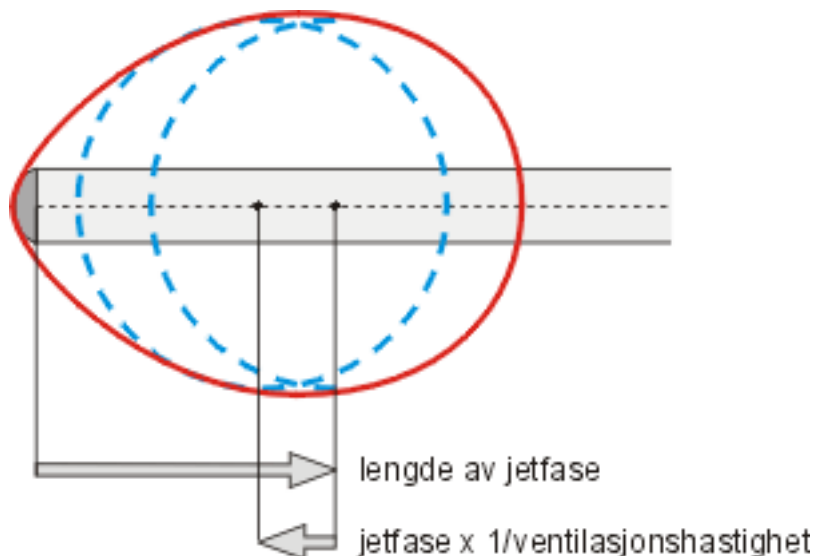
Figur A viser maksimalutbredelsen for alle vindretninger utenfor tunnelmunningen. Siden det bare blåser fra en vindretning om gangen, har vi vist i Figur B hvordan utbredelsen av luftforurensninger vil være i et gitt tilfelle med vind fra vest.



Figur B: Figuren beskriver maksimalutbredelse av en gitt konsentrasjon for en gitt vindretning (fra vest).

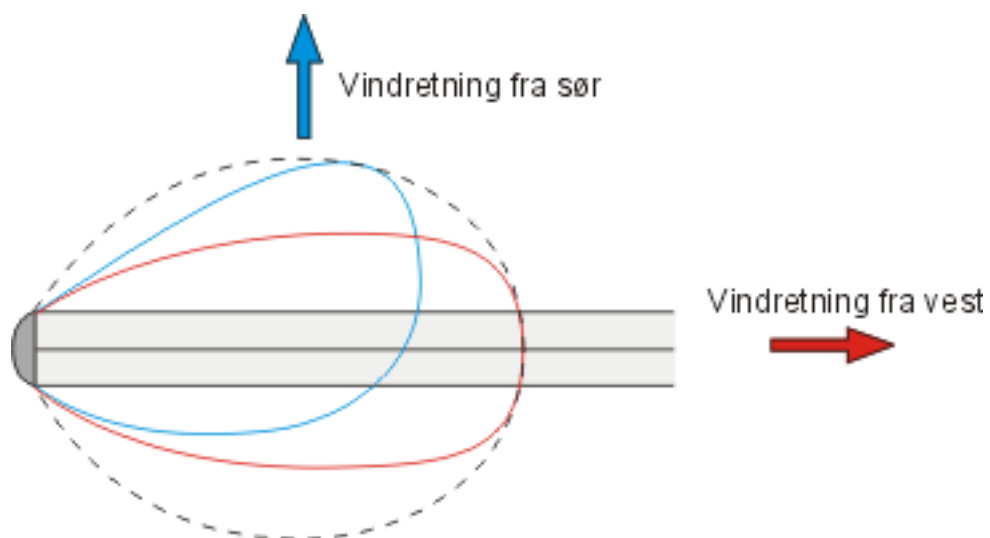
Dersom ventilasjonshastigheten i tunnelmunningen er ca 3 m/s eller høyere, vil det dannes en jetfase. Lengden av jetfasen viser hvor langt ut fra tunnelmunningen forurensningene blir sendt før jetfasen går i oppløsning og den vind-drevne spredningen overtar.

Figur C viser en generell beskrivelse av maksimalutbredelse av luftforurensninger fra en tunnelmunning med jetfase.



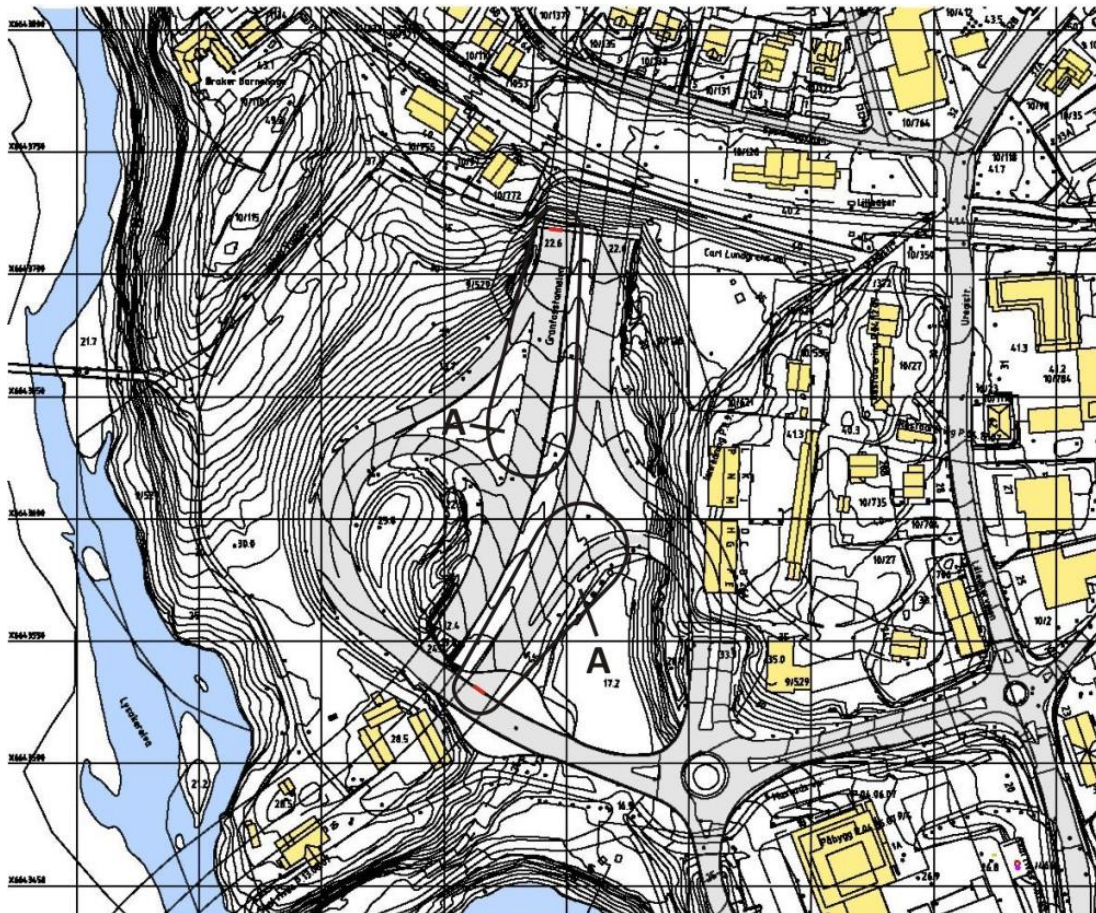
Figur C: Figuren beskriver maksimalutbredelse av en gitt konsentrasjon for alle vindretninger. Dersom ventilasjonshastigheten er 4 m/s vil redusert jetfase med motvind være lik en fjerdedel av jetfasen med medvind.

Figur C viser maksimalutbredelse for alle vindretninger utenfor tunnelmunningen. Siden det bare blåser fra en vindretning om gangen, har vi vist i Figur D hvordan utbredelsen av luftforurensningen vil være i gitte tilfeller med vind fra vest og sør.



Figur D: Figuren beskriver maksimalutbredelse av en gitt konsentrasjon for to gitte vindretninger, fra vest og fra sør.

Spredningsberegninger fra Tabell 3A



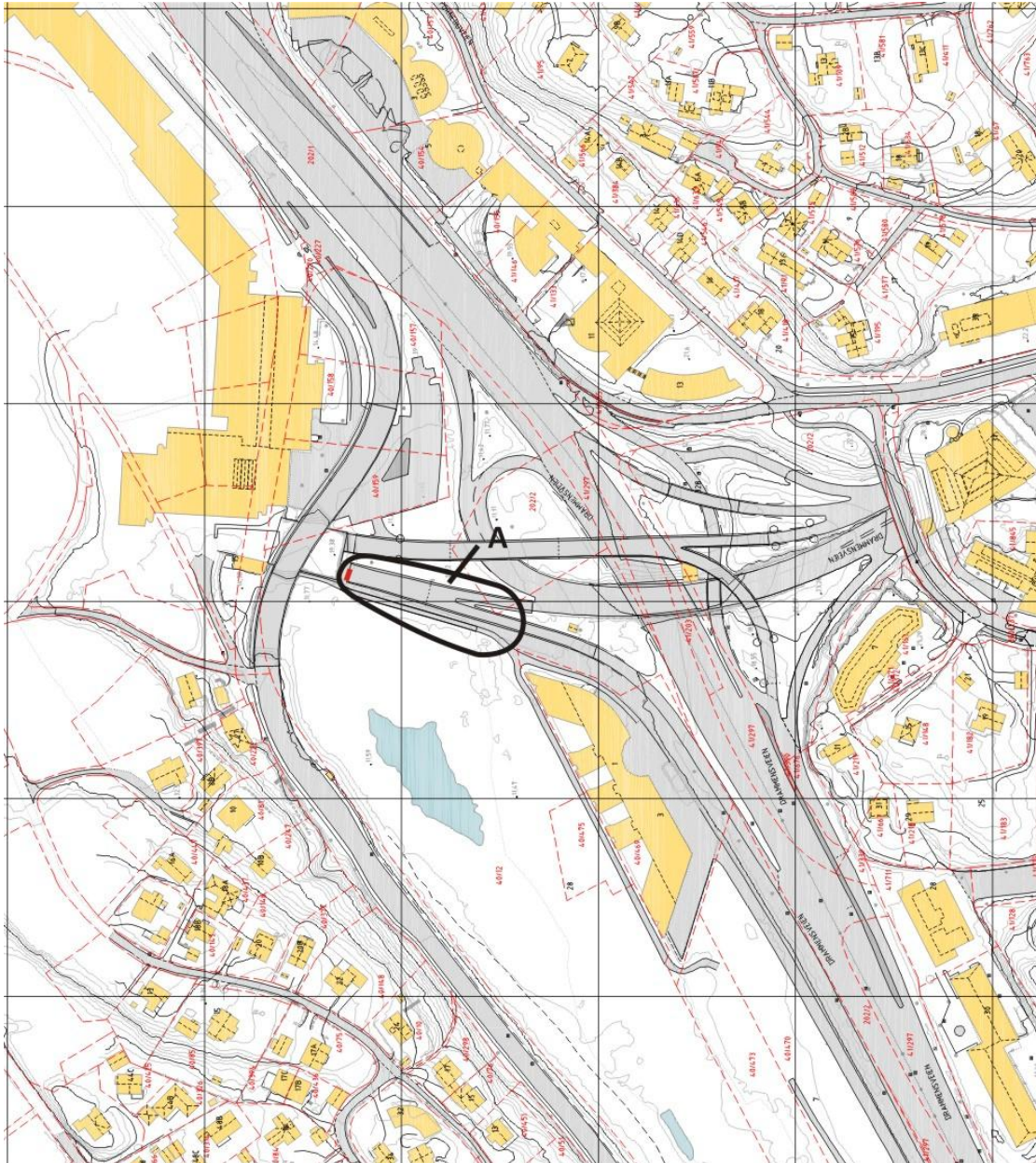
Figur B1: Mustad.

Spredningsavstander fra Lysaker:

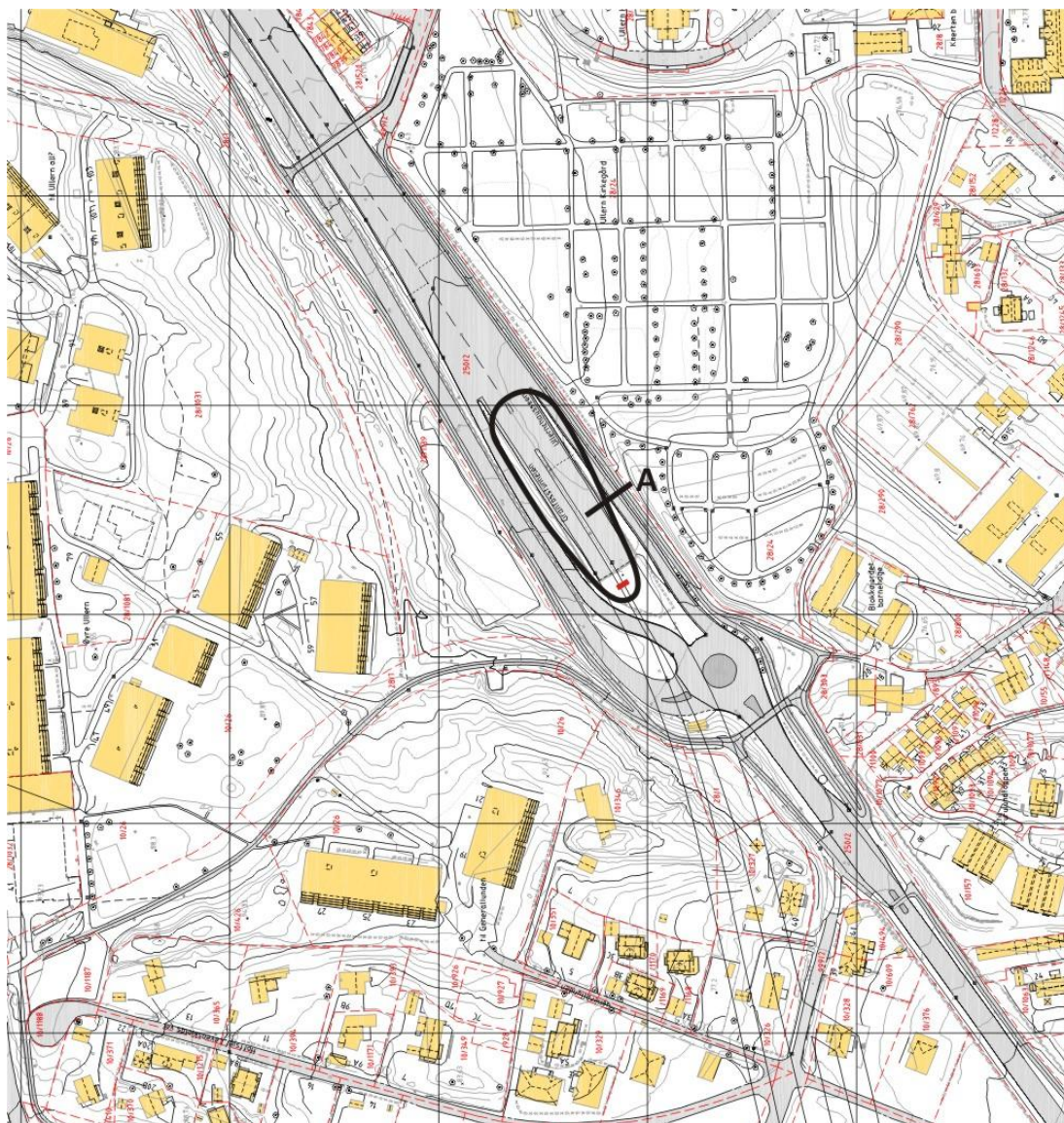
A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 90 m

Spredningsavstander fra Ullern:

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 100 m



Figur B2: Lysaker.
Spredningsavstander:
A: $PM_{10} - 50 \mu g/m^3 : 90 m$

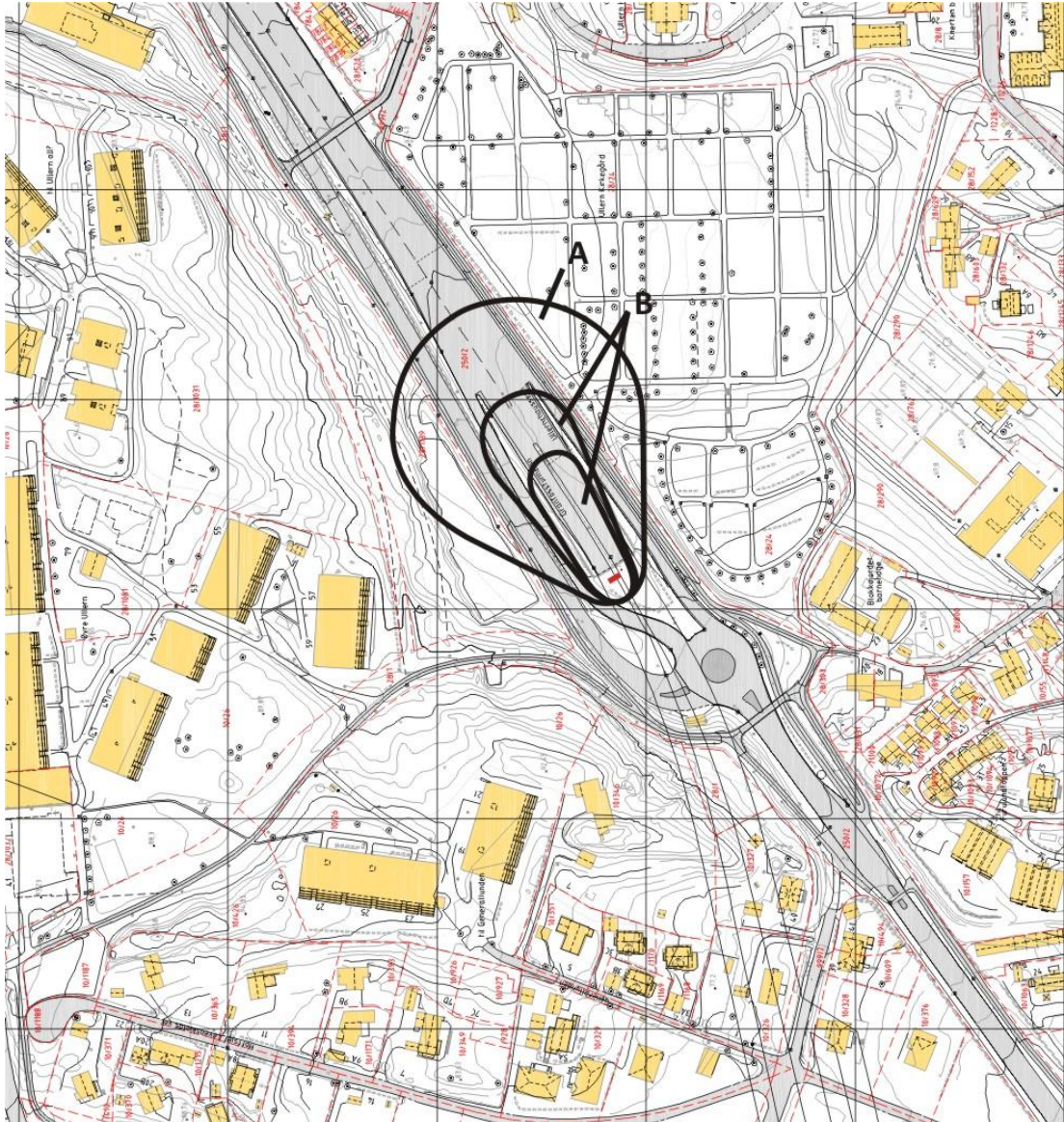


Figur B3: Ullern.

Spredningsavstander:

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 100 \text{ m}$

B: $NO_2 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 40 \text{ m}$



Figur B4: Ullern.

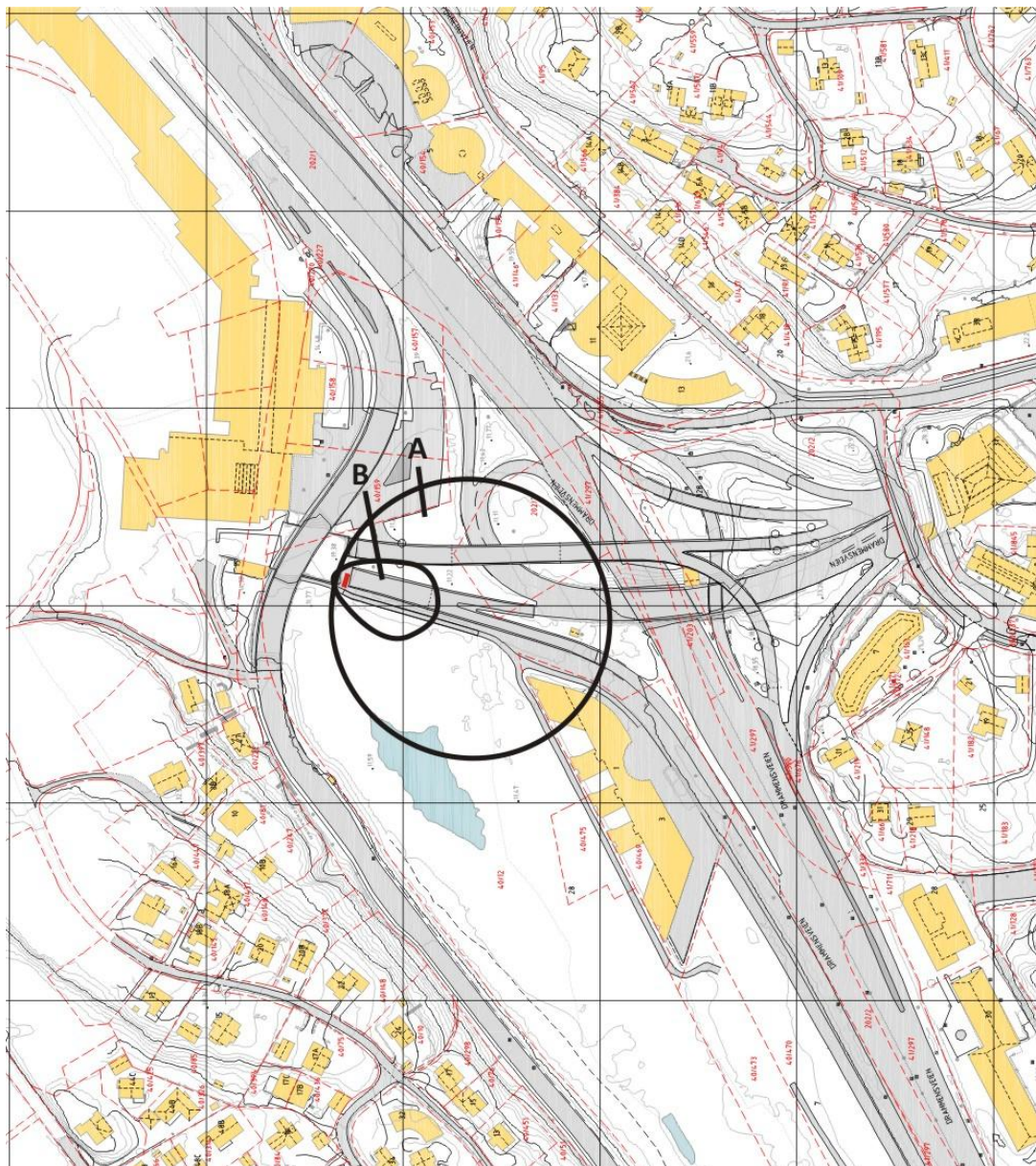
Lang tunnel med utlufting i ramper på Mustad.

Spredningsavstander fra Ullern.

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 148 m

B: $NO_2 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 100 m

$NO_2 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 68 m



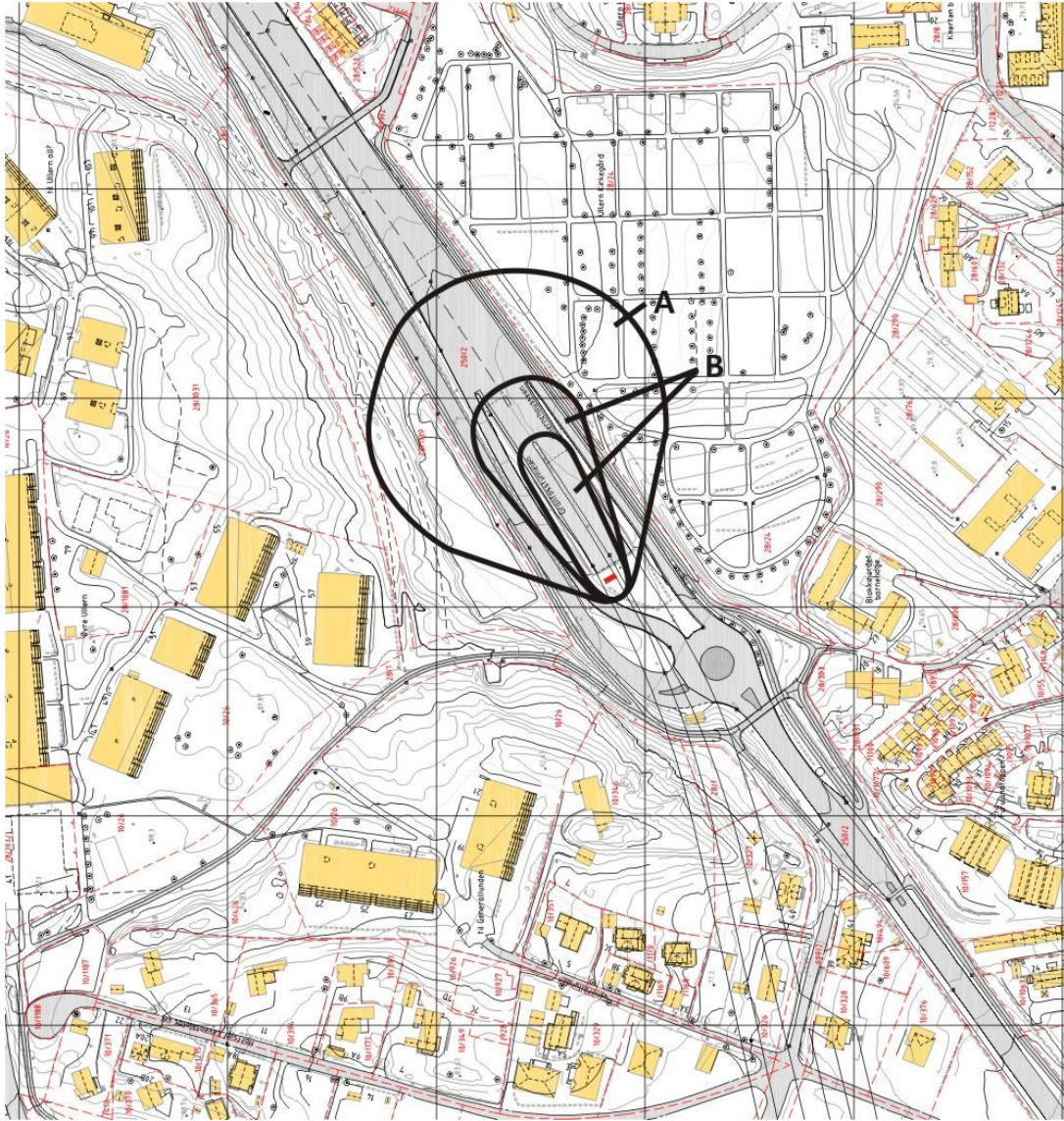
Figur B5. Lysaker.

Lang t unnel med utlufting i ramper på Mustad.

Spredning fra Lysaker

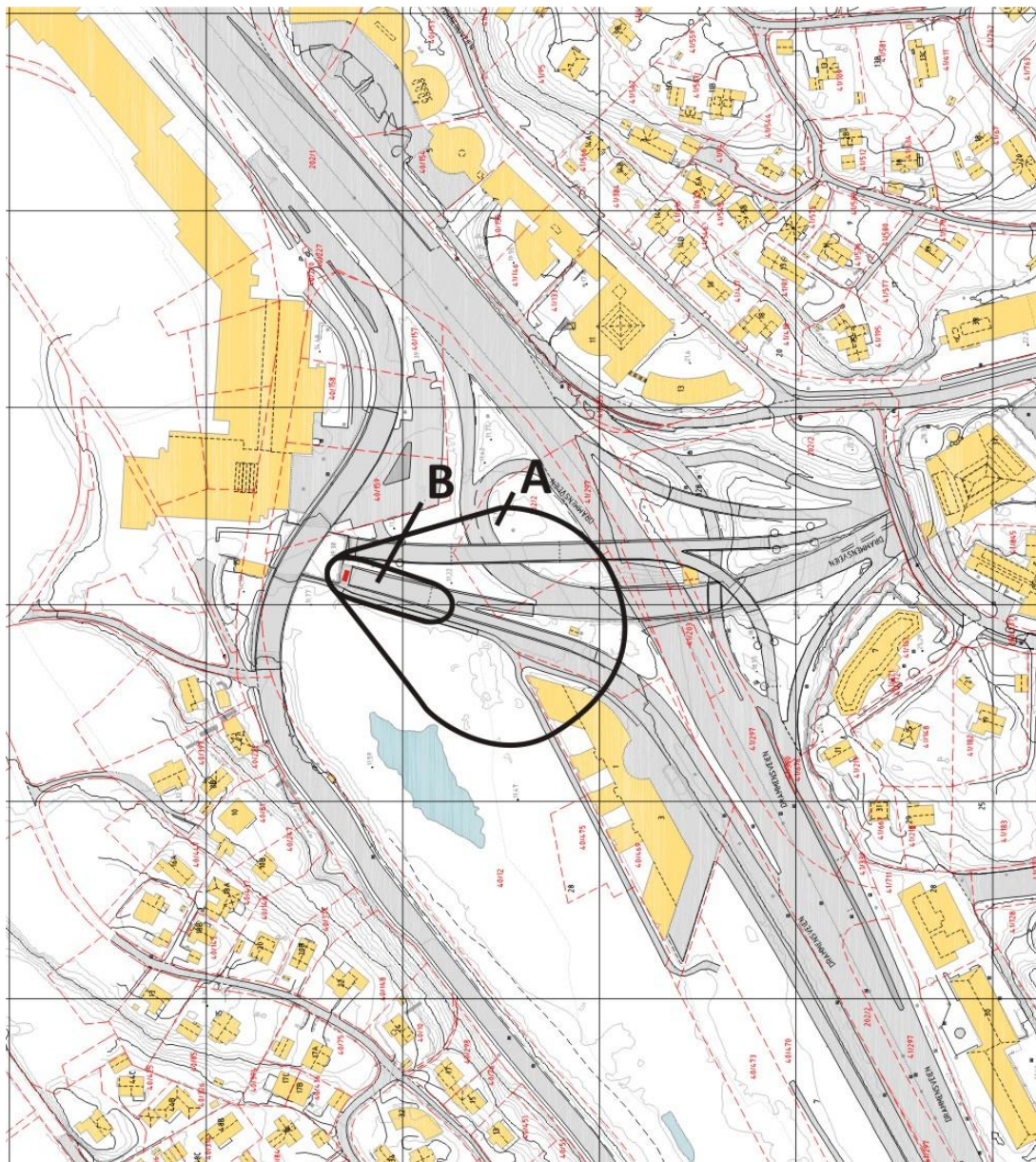
A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 139$

B: $NO_2 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 50$



Figur B6: Ullern.
 Lang tunnel uten utlufting i ramper på Mustad.
 Spredningsavstander fra Ullern.

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 160 m
 B: $NO_2 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 106 m
 $NO_2 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 77 m

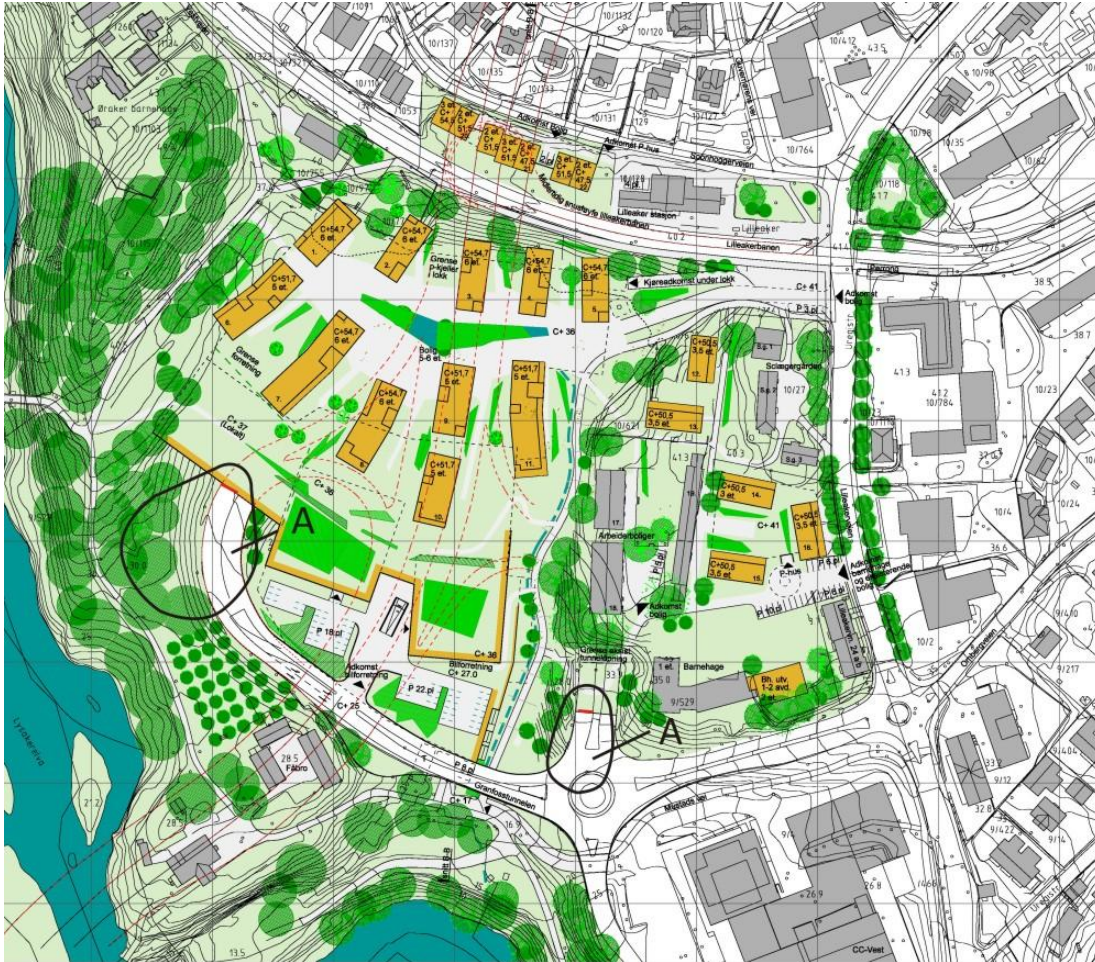


*FigurB7: Lysaker.
Lang tunnel uten utlufting i ramper på Mustad.
Spredningsavstander fra Lysaker.*

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 148 \text{ m}$

B: $NO_2 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 55 \text{ m}$

$NO_2 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 2 \text{ m}$



Figur B8: Mustad avkjøringsramper.
 Spredningsavstander fra Lysaker.
 A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 57 \text{ m}$

Spredningsavstander fra Ullern:
 A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 : 32 \text{ m}$

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 5.6 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 182.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 86.4 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	82.	82.	82.	82.	82.	82.	82.	82.	82.	82.	82.	82.
50.0	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	89.	90.	90.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 6.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 223.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 88.0 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	84.	84.	84.	84.	84.	84.	84.	84.	84.	84.	85.	85.
50.0	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	90.	100.	100.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigeret : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 6.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 435.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 88.0 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	88.	89.	89.
50.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	122.	148.	148.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigeret : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 6.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 498.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 88.0 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	89.	90.	90.
50.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	132.	160.	160.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigeret : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 5.6 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 415.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 86.5 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	88.	89.	89.
50.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	114.	139.	139.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigeret : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 5.6 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 464.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 86.5 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	87.	88.	89.	89.
50.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	122.	148.	148.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 4.3 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 40.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 116.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 54.1 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	29.	29.	29.	29.	29.	29.	29.	29.	29.	29.	29.	29.
50.0	55.	55.	55.	55.	55.	55.	55.	55.	55.	56.	57.	57.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 4.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 40.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 43.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 50.4 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.
50.0	32.	32.	32.	32.	32.	32.	32.	32.	32.	32.	32.	32.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 5.6 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 80.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 86.4 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	-1.0
100.0	76.6

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 5.6 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 76.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 86.5 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	-1.0
100.0	72.3

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 6.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 117.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 88.0 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	40.2
100.0	105.2

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 6.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 57.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 87.9 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	-1.0
100.0	49.9

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 6.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 241.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 88.0 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	68.0
150.0	99.6
100.0	159.2

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 6.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 268.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 88.0 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	77.3
150.0	106.3
100.0	169.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 5.6 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 133.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 86.5 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m ³)	Avstand (m)
200.0	-1.0
150.0	49.8
100.0	109.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 5.6 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 141.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 86.5 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m ³)	Avstand (m)
200.0	1.6
150.0	55.3
100.0	112.9

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 4.3 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 40.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 61.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 54.1 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	-1.0
100.0	26.3

Program TUNALL

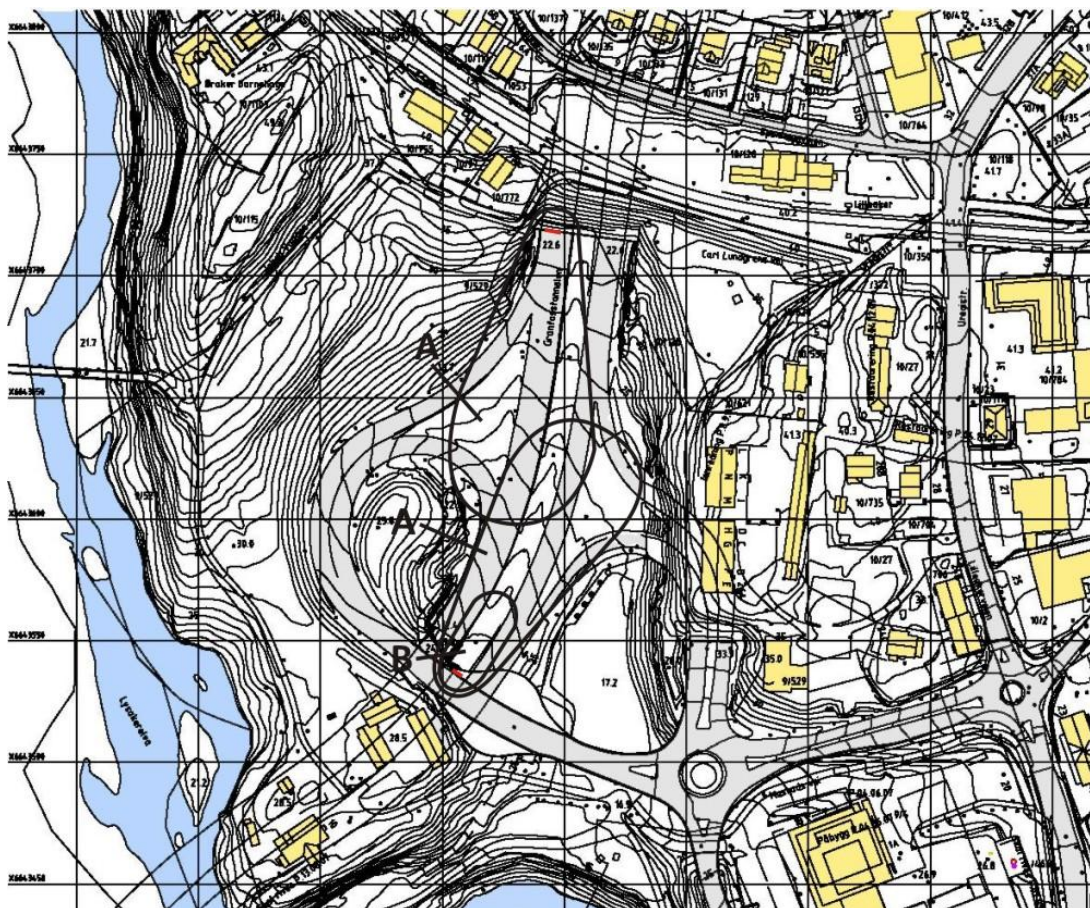
Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 4.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 40.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 36.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 50.4 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	-1.0
100.0	-1.0

Spredningsberegninger fra Tabell 3B



Figur B9: Mustad – alternative trafikktall.

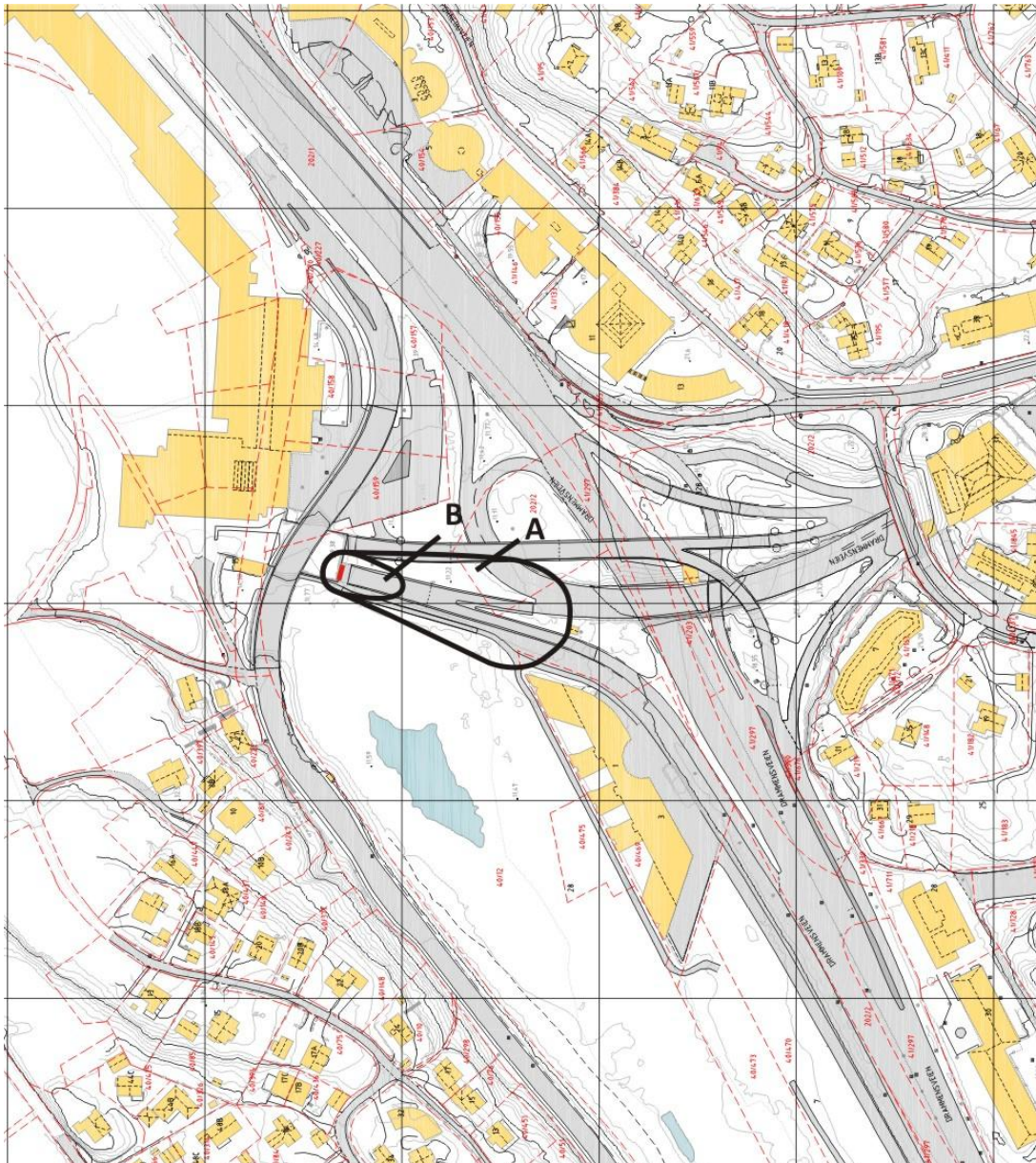
Spredningsavstander fra Lysaker:

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 116 m

B: $NO_2 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 36 m

Spredningsavstander fra Ullern:

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 120 m

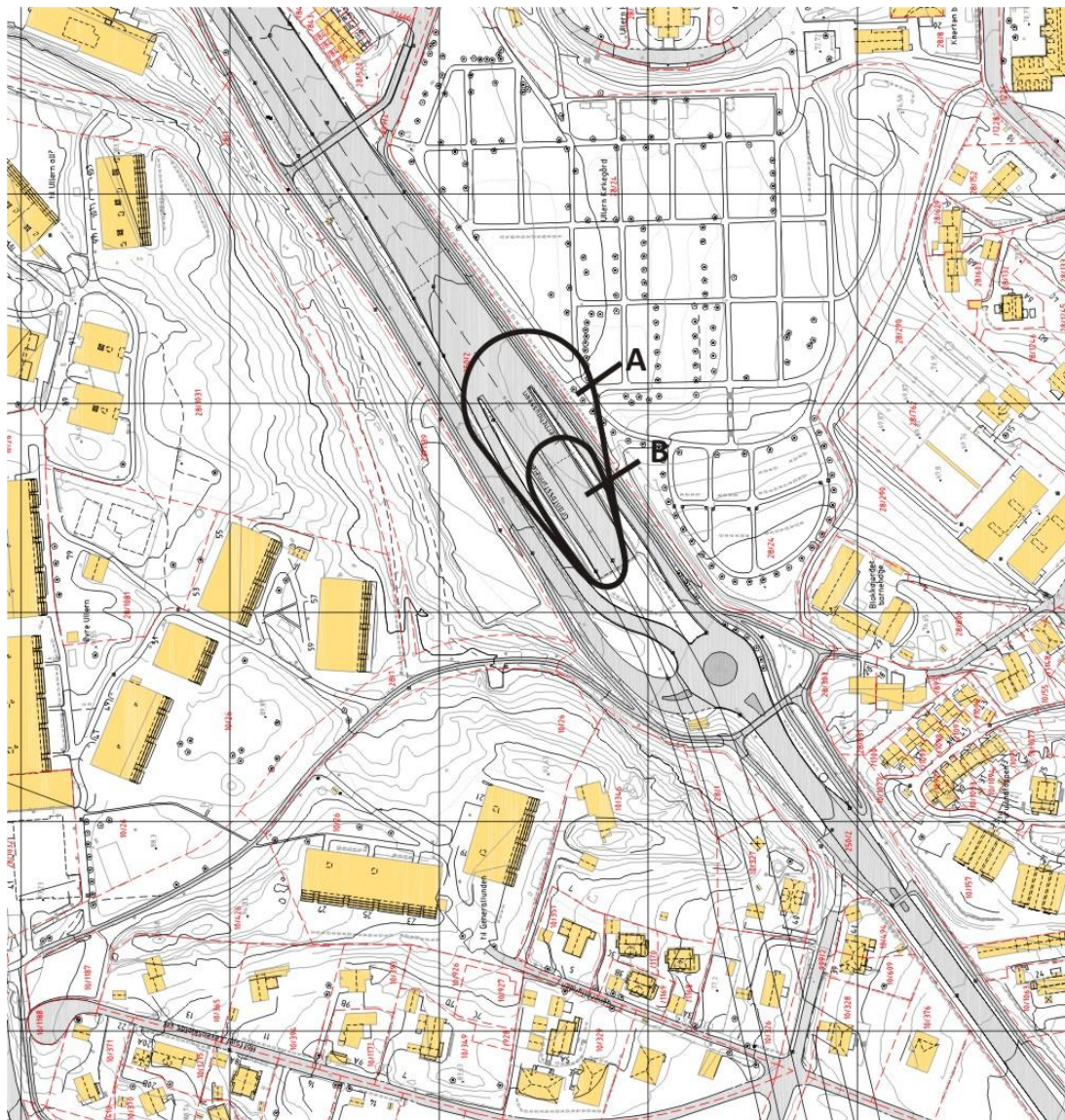


Figur B10: Lysaker – alternative trafikk tall.

Spredningsavstander:

A: PM_{10} – $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 116 m

B: NO_2 – $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 29 m

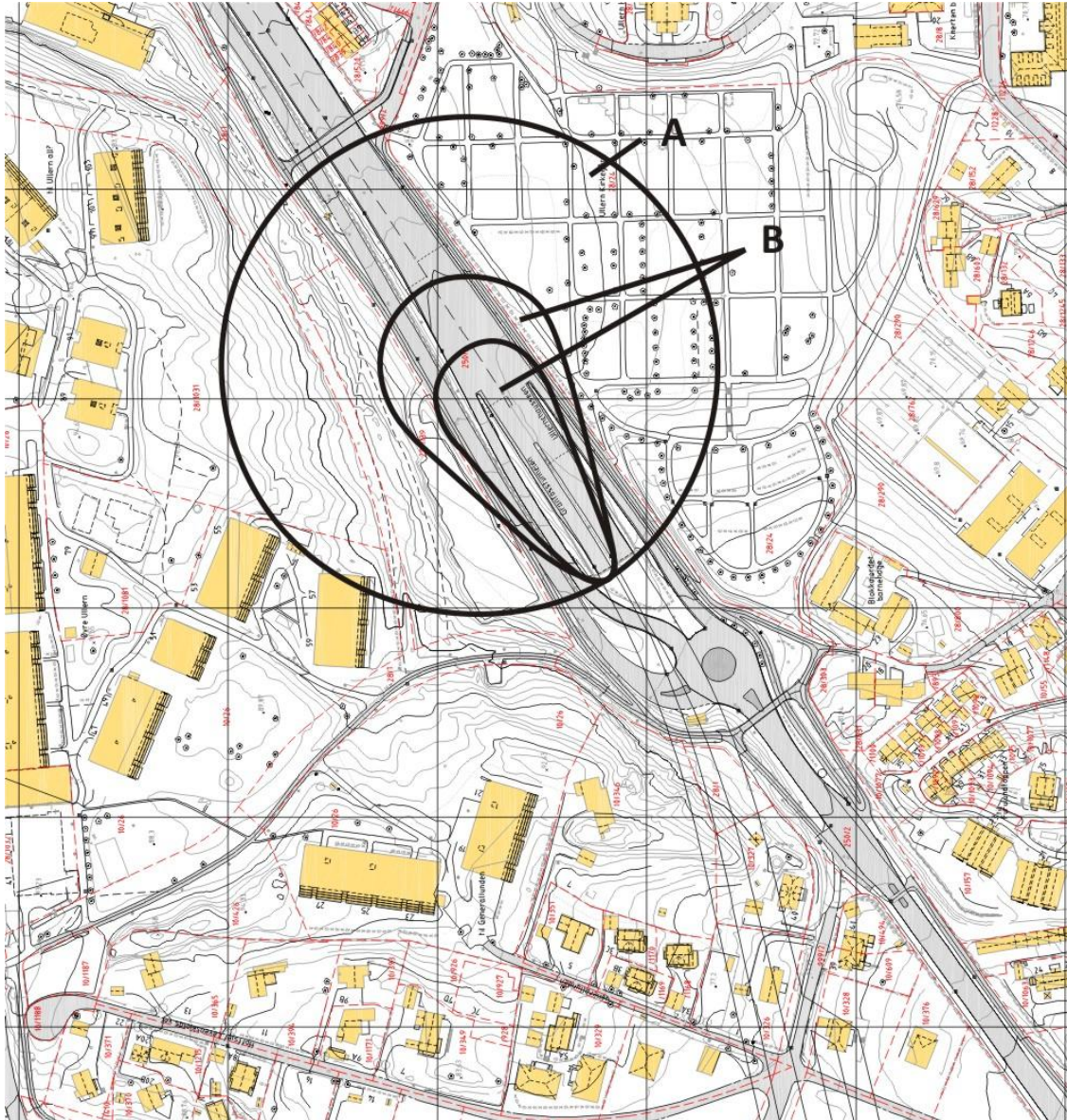


Figur B11: Ullern – alternative trafikkfall.

Spredningsavstander:

A: PM_{10} – $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 120 m

B: NO_2 – $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 67 m



Figur B12: Ullern – alternative trafikktall.

Lang tunnel med utlufting i ramper på Mustad.

Spredningsavstander fra Ullern:

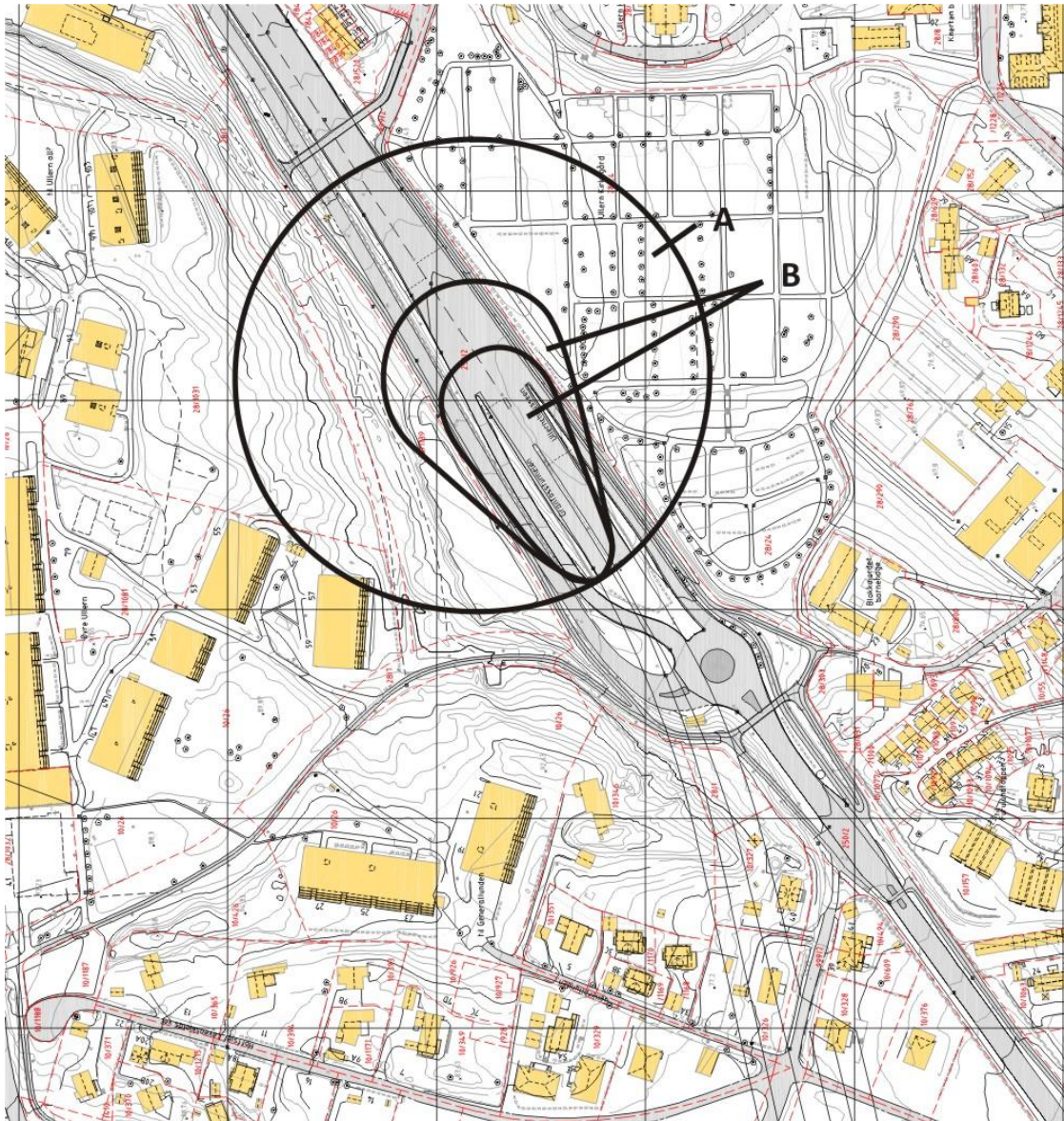
A: PM_{10} – $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 187 m

B: NO_2 – $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 126 m

NO_2 – $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 97 m



*Figur B13: Lysaker – alternative trafikktall.
 Lang tunnel med utlufting i ramper på Mustad.
 Spredningsavstander fra Lysaker:
 A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 179 m
 B: $NO_2 - 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 86 m
 $NO_2 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 39 m*



Figur B14: Ullern – alternative trafikkfall.

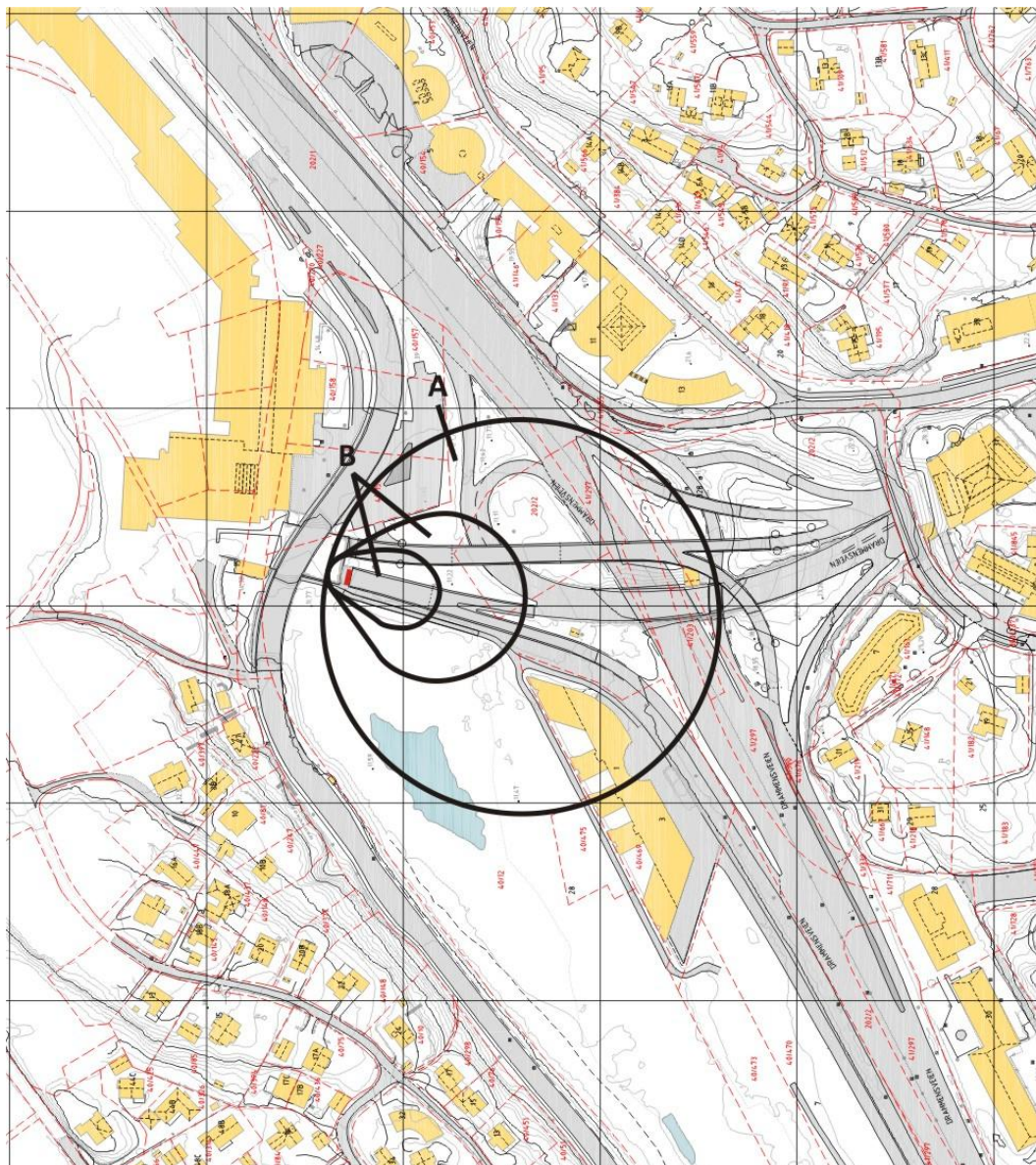
Lang tunnel uten utlufting i ramper på Mustad.

Spredningsavstander fra Ullern:

A: PM_{10} – $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 199 m

B: NO_2 – $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 133m

NO_2 – $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 102 m



Figur B15: Lysaker – alternative trafikktall.

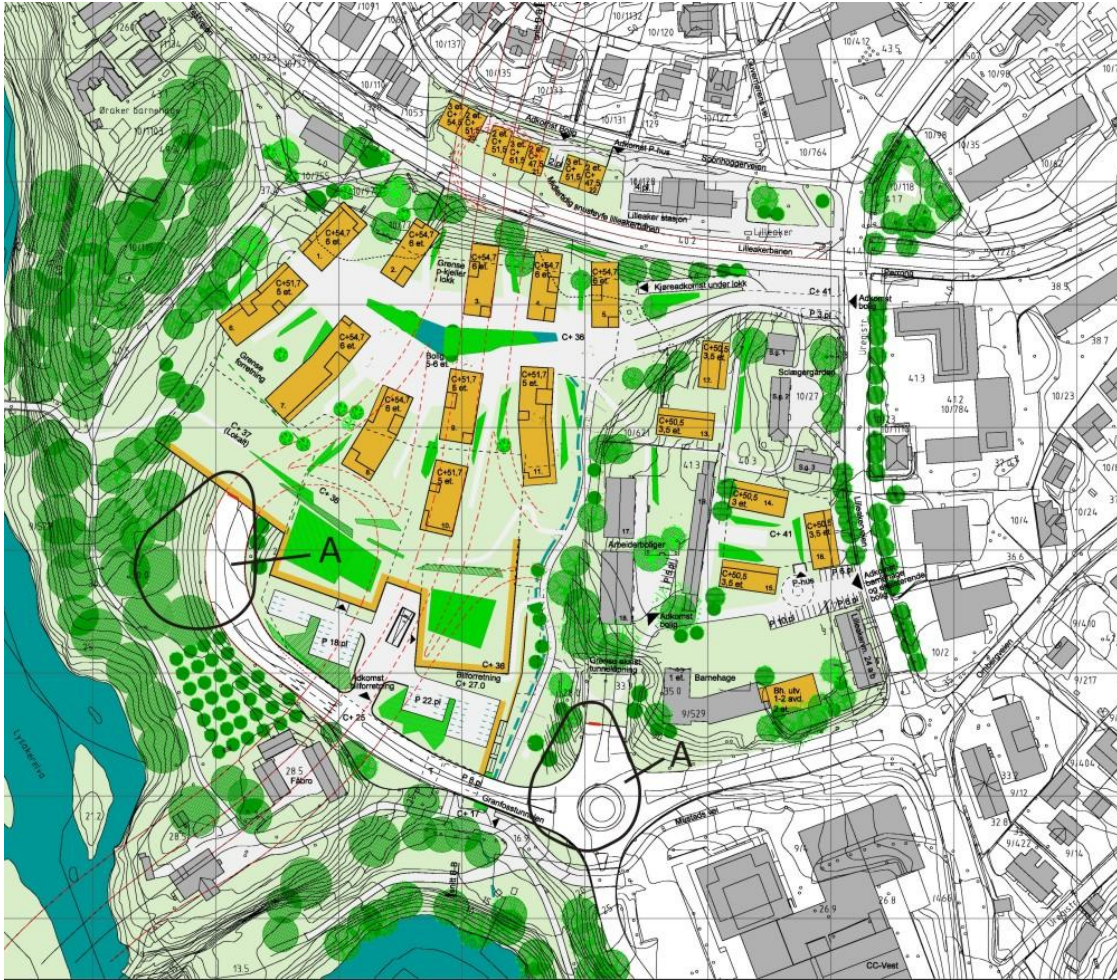
Lang tunnel uten utlufting i ramper på Mustad.

Spredningsavstander fra Lysaker:

A: PM_{10} – $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 190 m

B: NO_2 – $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 90m

NO_2 – $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 46 m



Figur B16: Mustad – alternative trafikktall - avkjøringsramper.

Spredningsavstander fra Lysaker:

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 58 m

Spredningsavstand fra Ullern

A: $PM_{10} - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: 52 m

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.4 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 105.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.3 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	36.3
100.0	108.5

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.4 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 100.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.4 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	28.7
100.0	105.5

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 139.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.5 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m ³)	Avstand (m)
200.0	-1.0
150.0	67.5
100.0	126.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 67.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.4 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m ³)	Avstand (m)
200.0	-1.0
150.0	-1.0
100.0	75.4

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.4 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 303.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.4 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	96.7
150.0	125.8
100.0	200.2

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.4 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 332.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.4 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	102.1
150.0	132.7
100.0	210.7

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s
Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 169.0 ug/m³
Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.5 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	39.4
150.0	85.6
100.0	141.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s
Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 178.0 ug/m³
Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.5 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	46.0
150.0	89.9
100.0	145.4

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 4.3 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 40.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 76.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 54.1 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	-1.0
100.0	38.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 4.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 40.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 57.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 60.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 50.4 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av NO₂

Konsentrasjon (ug/m³) Avstand (m)

200.0	-1.0
150.0	-1.0
100.0	19.9

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.4 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 240.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.3 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	86.	87.	87.
50.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	95.	116.	116.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.4 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 240.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.4 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	86.	87.	87.
50.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	95.	116.	116.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 264.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.5 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	86.	87.	87.
50.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	98.	120.	120.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 264.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.4 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	85.	86.	87.	87.
50.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	98.	120.	120.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.4 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 551.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.4 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	90.	98.	98.
50.0	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	154.	187.	187.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.4 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 615.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.4 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	90.	105.	105.
50.0	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	164.	199.	199.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 529.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.5 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	89.	95.	95.
50.0	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	148.	179.	179.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 75.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 586.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.1 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 89.5 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	90.	100.	100.
50.0	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	157.	190.	190.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 4.3 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 40.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 139.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 54.1 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	39.	39.	39.	39.	39.	39.	39.	39.	39.	39.	39.	39.
50.0	56.	56.	56.	56.	56.	56.	56.	56.	56.	57.	58.	58.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 4.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 40.0 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 74.0 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 40.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 50.4 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM10 for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m ³)	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	9.	9.	9.	9.	9.	9.	9.	9.	9.	9.	9.	9.
50.0	52.	52.	52.	52.	52.	52.	52.	52.	52.	52.	52.	52.
35.0	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.	-1.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	7.0

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 45/2010	ISBN: 978-82-425-2269-6 (trykt) 978-82-425-2270-2 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 90	PRIS NOK 150,-
TITTEL Granfosslinjen Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunninger		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-110057	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk og Cristina Guerreiro		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAAGSGIVERS REF. Gunnar Bråthen	
OPPDRAAGSGIVER Multiconsult Postboks 265 - Skøyen 0213 OSLO			
STIKKORD Tunnel	Forurensning	Spredningsberegninger	
REFERAT Granfosslinjen bidrar i dag til overskridelser av grenseverdi for PM ₁₀ . Den planlagte løsningen med lokk over Mustadkrysset vil resultere i flere overskridelser av grenseverdi for PM ₁₀ og også NO ₂ i tillegg.			
TITLE Granfosslinjen. Evaluation of air pollution from tunnel outlets.			
ABSTRACT The Granfosslinjen today contributes to exceeding limit values of PM ₁₀ . The planned solution with covering Mustadkrysset will result in even more exceedances of limit values of PM ₁₀ and also NO ₂ .			

* Kategorier

A	Åpen – kan bestilles fra NILU
B	Begrenset distribusjon
C	Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-110057
DATO: AUGUST 2010
ISBN: 978-82-425-2269-6 (trykt)
978-82-425-2270-2 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.

REFERANSE: O-110057
DATO: AUGUST 2010
ISBN: 978-82-425-2269-6 (trykt)
978-82-425-2270-2 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU int egrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.



NILU Norsk institutt for luftforskning
Norwegian Institute for Air Research