

---

# E136 Breivika – Lerstad, Ålesund kommune

Vurdering av luftforurensning fra  
tunnelmunninger

Ivar Haugsbakk



**Oppdragsrapport**

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Metoder og forutsetninger .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Tunnel- og trafikkdata .....</b>	<b>4</b>
<b>4 Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet .....</b>	<b>5</b>
<b>5 Utslipp .....</b>	<b>5</b>
<b>6 Resultater fra utslippsberegningene .....</b>	<b>6</b>
<b>7 Resultater fra spredningsberegningene .....</b>	<b>7</b>
<b>8 Referanser .....</b>	<b>8</b>
<b>Vedlegg A Trafikktall og spredningsberegninger .....</b>	<b>10</b>
<b>Vedlegg B Avgassproduksjon og nødvendig ventilasjonshastighet i tunnelen .....</b>	<b>14</b>
<b>Vedlegg C Spredningsberegninger for tunneler .....</b>	<b>17</b>

## Sammendrag

*NILU-Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Multiconsult utført beregninger av luftforurensning fra tunnelmunninger langs E136 Breivika – Lerstad i Ålesund kommune. Det er utført beregninger av produksjon av nitrogenoksider ( $NO_x$ ), svevestøv ( $PM_{10}$ ) i tunnelen, 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 ( $PM_{10}$ ), nitrogendioksid ( $NO_2$ ) og sammenlignet med grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet. NILU har tidligere også utført beregninger for denne planlagte tunnelen med andre inngangsdata (Haugsbakk, 2000).

### **Konklusjon**

For normal trafikkavvikling og kjørehastighet lik skiltet hastighet (80 km/t) viser beregningene at grenseverdien for svevestøv som *døgnmiddel* på  $50 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$  vil kunne overskrides utenfor tunnelmunning vestover på grunn av bidraget fra trafikken opptil 90 m fra tunnelmunning, og opptil 108 m fra tunnelmunning østover. For  $NO_2$  vil det kunne bli overskridelser av grenseverdi som *timemiddel* på  $200 \mu\text{g } NO_2/\text{m}^3$  opptil 87 m fra tunnelmunning vestover, og opptil 50 m fra tunnelmunning østover.

Ved endret kjørehastighet og eventuell køkjøring som følge av trafikale problemer vil disse forholdene endres, og det er påkrevd med vifter som kan sikre nødvendig ventilasjon i tunnelene for å hindre overskridelser av grenseverdier for tunnelluft.

# **E136 Breivika – Lerstad, Ålesund kommune**

## **Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunninger**

### **1 Innledning**

NILU-Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Multiconsult utført beregninger av luftforurensning fra tunnelmunninger langs E136, Breivika – Lerstad i Ålesund kommune. Det er utført beregninger av forurensningskonsentrasjoner i områdene nær tunnelmunningene. Beregningene er utført for trafikksituasjoner med maksimaltrafikk (rushtid om morgen og ettermiddag). NILU har tidligere utført beregninger av tunnel på samme lokalitet i 2000 (Haugsbakk, 2000).

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 ( $NO_2$ ). Vi har regnet som om 40% av utslippet av nitrogenoksider ( $NO_x=NO+NO_2$ ) fra biltrafikken består av nitrogendioksid ( $NO_2$ ).  $NO_2$  i bileksosen gir vanligvis de høyeste forurensningskonsentrasjoner i forhold til anbefalte retningslinjer for timeverdier i uteluft og grenseverdier for luftkvalitet i tunneler ved lave kjørehastigheter, mens  $PM_{10}$  blir begrensende komponent ved høye hastigheter. Nye forskrifter og Nasjonalt mål for luftkvalitet er omtalt i kapittel 4.

### **2 Metoder og forutsetninger**

I beregningene er det benyttet samme metoder som er benyttet ved tilsvarende tunneler (Larssen og Iversen, 1984; Larssen, 1987; Tønnesen, 1988). Beregningsmetoden er kontrollert ved målinger utført blant annet ved tunneler i Oslo (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  $NO_x$  og  $PM_{10}$  er det beregnet nødvendig ventilasjonshastighet for å overholde grenseverdier i tunnelene.
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. Tilleggs-konsentrasjon fra andre forurensningskilder enn tunnelen er vurdert og lagt til tunnelbidraget.

5. Beregnete konsentrasjoner av  $PM_{10}$  og  $NO_2$  fra munningene er sammenlignet med nye forskrifter og Nasjonalt mål for luftkvalitet gitt i kapittel 4.

I beregningene er det tatt hensyn til innføring av katalysator på nye bensindrevne bilmodeller fra 1989. Det antas videre at tilnærmevis alle bensindrevne biler har katalysator fra år 2010. For tunge dieselmotorer ble strengere avgasskrav innført i 1994, mens krav til dieseldrevne personbiler og lette dieseldrevne varebiler ble innført i 1990. 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.

### 3 Tunnel- og trafikkdata

Tunneltrasé er vist i Figur 1. Nødvendige tegninger og tallmateriale angående veigeometri og sammensetning er gitt av oppdragsgiver. Beregningene er utført med hensyn på morgenrush/ettermiddagsrush for 2020.

Med separate løp for de to kjøreretningene vil pumpevirkningen fra trafikken ved normal trafikkavvikling med god margin være tilstrekkelig til nødvendig ventilering av tunnelen. Ved kødannelser vil vifteanlegg være nødvendig for tilstrekkelig ventilasjon i tunnelen. Se også Vedlegg A, trafikkdata.



Figur 1: Tunneltrasé, E136 Breivika – Lerstad i Ålesund kommune.

## 4 Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet

Luftkvaliteten i et område vurderes ved å sammenligne målinger eller beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning med grenseverdier for 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, Forskrift for lokal luftkvalitet ([www.klif.no](http://www.klif.no)).

Tabell 1 viser grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet for de aktuelle komponenter. I denne rapporten har vi i første rekke sammenlignet beregnede konsentrasjoner med den nye 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 <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Time	<b>200 (18)</b>	150 (8)
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	År	<b>40</b>	50 (7)
	µg/m <sup>3</sup>	Døgn	<b>50 (35)</b>	
	µg/m <sup>3</sup>	År	<b>40</b>	

- Grenseverdier er generelt skjerpet de siste tiårene. Gjelder grenseverdier satt av både WHO, EU og Norge.
- Den nye 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 NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub>, som vist i Tabell 1.

## 5 Utslipp

Utslipp av PM<sub>10</sub> og NO<sub>x</sub> er beregnet for tiden med størst trafikkbelastning, rushtid om morgenen/ettermiddagen, med følgende inngangsdata:

1. Trafikktall ÅDT (årsdøgntrafikk) 2500
2. Tunneldata (lengde, tverrsnittsareal, stigning).
3. Tungtrafikkandel (8%).
4. Kaldstartandel (70%).
5. Piggdekkandel (60%)

## 6 Resultater fra utslippsberegningene

Resultatet av utslippsberegningene er vist i Tabell 2. Detaljerte beregninger for de enkelte tunnellopene er vist i Vedlegg B. NO<sub>2</sub>- og PM<sub>10</sub>-konsentrasjoner i ventilasjonsluften ved munningene er beregnet for prosjekterte trafikkmengder og ulike hastigheter. Tabellen viser resultatet av beregningene for gitte kjørehastigheter (deriblant skiltet hastighet med uthevet skrift). 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. Luftstrømmen inne i tunnelen og i umiddelbar nærhet av munningen vil være tilnærmet upåvirket av vindretninger og vindstyrker i friluft.

Tabell 2: Maksimale munningskonsentrasjoner ved rushtidstrafikk.  
Alle konsentrasjoner som timemidler.

Tunnelmunning	Ventilasjons - hastighet** (m/s)	Munningskonsentrasjoner*	
		PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Morgenrush / vestover</b>			
70 km/t	6,21	440	389
<b>80 km/t</b>	<b>7,10</b>	<b>478</b>	<b>337</b>
90 km/t	7,99	519	295
<b>Ettermiddagsrush / østover</b>			
70 km/t	6,21	295	240
<b>80 km/t</b>	<b>7,10</b>	<b>321</b>	<b>209</b>
90 km/t	7,99	348	183

\*Utslippt av NO<sub>2</sub> avtar med høyere hastighet. For PM<sub>10</sub> er det omvendt.

\*\*Pumpevirkning/stempeleffekt fra trafikken

En lavere tungrafikkandel vil gi mindre utslipp av NO<sub>x</sub>. Det vil vanligvis være NO<sub>x</sub>-utslippene som avgjør nødvendige luftstrømhastigheter for å overholde grenseverdier for luftkvalitet i tunneler ved lave hastigheter, og PM<sub>10</sub> ved høyere hastigheter.

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.

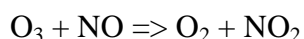
## 7 Resultater fra spredningsberegningene

NO<sub>2</sub>- og PM<sub>10</sub>-konsentrasjoner i ventilasjonsluften i munningene er beregnet for prosjekterte trafikkmengder og hastigheter i begge kjøreretninger. Tabell 3 viser resultatet av beregningene. Det er tatt utgangspunkt i skiltet kjørehastighet, 80 km/t.

Det er beregnet ved hvilken avstand fra tunnelmunningene konsentrasjoner av PM<sub>10</sub> og NO<sub>2</sub> er redusert til et nivå lik grenseverdier og Nasjonalt mål for uteluft/grenseverdier.

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 30 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> som timemiddel og 20 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> som døgnmiddel ved tunnelmunninger basert på NILUs bakgrunnsatlas.

Det er også regnet med et bakgrunnsnivå av ozon på 60 µg/m<sup>3</sup>. Ozon reagerer med nitrogenmonoksid og danner oksygen og nitrogendioksid etter ligningen:



Det teoretiske maksimalnivået for NO<sub>2</sub>-bidrag fra andre kilder blir dermed 90 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Dette forutsetter imidlertid at det er nok O<sub>3</sub> til stede.

Det er ellers ikke tatt hensyn til direkte 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 3.

Maksimalkonsentrasjonene forekommer ved stor trafikk (i rushtiden) og ved dårlige spredningsforhold, det vil si for svak vindstyrke. Ved sterkere vind blir spredningen bedre, og området med høye konsentrasjoner mindre.

Når tungtrafikkandelen er mindre enn 8 % fører det til et mindre område med NO<sub>2</sub>-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 NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen er 200 µg/m<sup>3</sup>.

Figurer i Vedlegg A viser maksimal utbredelse av forurensning av grenseverdi for PM<sub>10</sub> som døgnmiddel for tunnelmunningen og grenseverdi for NO<sub>2</sub> som timemiddel. I Vedlegg C er framstilling av spredning rundt tunnelmunningene forklart mer detaljert.



Tabell 3: Nødvendig spredningsavstand fra tunnelmunning for at konsentrasjoner av  $PM_{10}$  og  $NO_2$  er redusert til gitte nivåer. Verdier for  $PM_{10}$  gjelder døgnmiddel og  $NO_2$  som timemiddel. Se også Figur A1 og A2, side 16 og 17.

Tunnel	Lengde av jettefase (m)	Ventilasjons-hastighet	Nødvendig spredningsavstand for å komme ned på luftkvalitetsnivå (m)			
			$PM_{10}$ (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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Morgenrush / vestover</b> (vestover) 80 km/t	87,1	7.10	<b>90</b>	148	108	87
<b>Ettermiddagsrush / østover</b> (østover) 80 km/t	105,9	7.1	<b>108</b>	137	94	50

## 8 Konklusjon

For normal trafikkavvikling og kjørehastighet lik skiltet hastighet (80 km/t) viser beregningene at grenseverdien for svevestøv som døgnmiddel på 50  $\mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$  vil kunne overskrides utenfor tunnelmunning vestover på grunn av bidraget fra trafikken opptil 90 m fra tunnelmunning, og opptil 108 m fra tunnelmunning østover. For  $NO_2$  vil det kunne bli overskridelser av grenseverdi som timemiddel på 200  $\mu\text{g } NO_2/\text{m}^3$  opptil 87 m fra tunnelmunning vestover/morgen, og opptil 50 m fra tunnelmunning østover/ettermiddag.

Ved endret kjørehastighet og eventuell køkjøring som følge av trafikale problemer vil disse forholdene endres, og det er 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).
- Haugsbakk, I. (2000) Vurdering av luftforurensning ved tunnelmunnings E136 Breivika-Lerstad, Ålesund kommune. Kjeller (NILU OR 34/2000).
- 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., Iversen, T. (1984) Vurdering av luftforurensning ved veitunneler gjennom Vålerenga og Gamlebyen. Lillestrøm (NILU OR 52/84).

Peterson, H.G., Tønnesen, D. (1990) A tracer investigation of traffic emissions 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**

### **Trafikktall og spredningsberegninger**

**Trafikktall**

Tunnel

ÅDT 2500

Morgenrush i maksimumstime 10% av ÅDT, retningsfordeling ca 70/30.

Tunnelprofil i vest T13,5

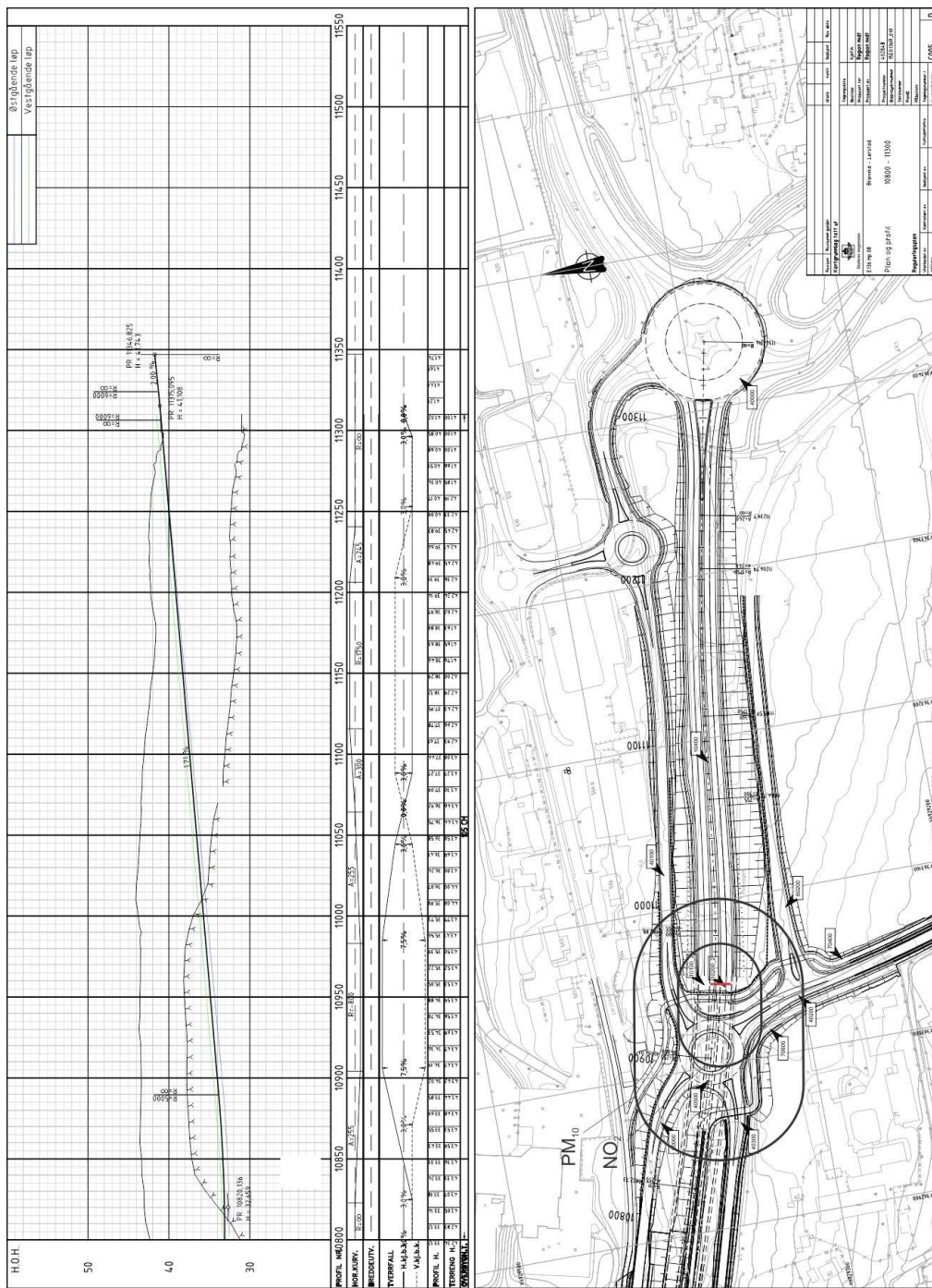
Tunnelprofil i øst T11.5

Piggfriandel 39,4%

**Tunnel-lengde 2630 m**



Figur A1: Morgenrush /vestover. Utbredelse av 50 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> som døgnmiddel og 200 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> som timemiddel.



Figur A2: Etermiddagsrush/østover. Utbredelse av 50 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> som døgnmiddel og 200 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> som timemiddel.

## **Vedlegg B**

### **Avgassproduksjon og nødvendig ventilasjons hastighet i tunnelen**

Morgen

BEREGNINGSÅR: 2020

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20
8.	5.	2.	1.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	1750.	0.50	-4.22
2	1750.	0.35	-1.00
3	1750.	0.64	3.00
4	1750.	0.48	0.00
5	1750.	0.65	1.71

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

10	0.078	1.539
20	0.088	1.225
30	0.103	1.065
40	0.099	0.664
50	0.122	0.555
60	0.150	0.422
70	0.194	0.428
80	0.241	0.424
90	0.294	0.418

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

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

TUNNELAREAL: 70.9 M\*\*2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!

HAST.	TRAFIKK- VIRKN.	PUMPE- VENT.H.	NØDVEN. PM10 (P)	MUNNINGSKONSENTRASJONER NOX (P)	PM10 (N)	NOX (N)
10	0.89	0.78	1.242	24.454	1.422	28.000
20	1.78	0.82	0.696	9.735	1.500	20.981
30	2.66	0.97	0.547	5.643	1.500	15.469
40	3.55	0.93	0.395	2.639	1.500	10.023
50	4.44	1.14	0.386	1.765	1.500	6.851
60	5.33	1.41	0.397	1.119	1.500	4.222
70	6.21	1.82	0.440	0.973	1.500	3.316
80	7.10	2.26	0.478	0.843	1.500	2.644
90	7.99	2.76	0.519	0.738	1.500	2.133



Ettermiddag

BEREGNINGSÅR: 2020

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20
8.	5.	2.	1.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	1750.	0.50	4.22
2	1750.	0.35	1.00
3	1750.	0.64	-3.00
4	1750.	0.48	0.00
5	1750.	0.65	-1.71

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

10	0.078	1.477
20	0.088	1.155
30	0.103	0.991
40	0.099	0.608
50	0.122	0.507
60	0.150	0.388
70	0.194	0.394
80	0.241	0.392
90	0.294	0.387

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

PM10 ER GITT I mg/m<sup>3</sup> , NO<sub>x</sub> ER GITT I mg/m<sup>3</sup>

TUNNELAREAL: 105.7 M\*\*2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!

HAST.	TRAFIKK- VIRKN.	PUMPE- VENT.H.	NØDVEN. PM10 (P)	MUNNINGSKONSENTRASJONER NOX (P)	PM10 (N)	NOX (N)
10	0.89	0.50	0.833	15.744	1.482	28.000
20	1.78	0.55	0.467	6.156	1.500	19.775
30	2.66	0.65	0.367	3.523	1.500	14.393
40	3.55	0.63	0.265	1.620	1.500	9.173
50	4.44	0.77	0.259	1.082	1.500	6.261
60	5.33	0.95	0.267	0.690	1.500	3.883
70	6.21	1.22	0.295	0.601	1.500	3.053
80	7.10	1.52	0.321	0.522	1.500	2.440
90	7.99	1.85	0.348	0.458	1.500	1.974

**Vedlegg C**

**Spredningsberegninger for tunneler**

## Program TUNALL - NO2, morgen

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
 Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s  
 Areal av tunnelåpningen ..... : 70.9 m<sup>2</sup>  
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 337.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m  
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 30.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 87.1 m

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

Konsentrasjon (ug/m <sup>3</sup> )	Avstand (m)
200.0	86.8
150.0	108.0
100.0	147.8

## Program TUNALL - NO2, ettermiddag

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
 Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s  
 Areal av tunnelåpningen ..... : 105.7 m<sup>2</sup>  
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 209.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m  
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 30.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 105.9 m

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

Konsentrasjon (ug/m <sup>3</sup> )	Avstand (m)
200.0	49.5
150.0	93.6
100.0	137.0

Program TUNALL - PM10, morgen

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
 Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s  
 Areal av tunnelåpningen ..... : 70.9 m<sup>2</sup>  
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 478.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m  
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 20.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 87.1 m

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

Konsentrasjon (ug/m <sup>3</sup> )	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	86.	86.	86.	86.	86.	86.	86.	86.	86.	87.	87.	87.
50.0	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	88.	89.	90.	90.
35.0	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	89.	107.	130.	130.
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 - PM10, ettermiddag

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
 Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.1 m/s  
 Areal av tunnelåpningen ..... : 105.7 m<sup>2</sup>  
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 321.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.8 m  
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 20.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 105.9 m

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

Konsentrasjon (ug/m <sup>3</sup> )	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
70.0	103.	103.	103.	103.	103.	103.	103.	103.	103.	104.	104.	104.
50.0	106.	106.	106.	106.	106.	106.	106.	106.	106.	107.	108.	108.
35.0	108.	108.	108.	108.	108.	108.	108.	108.	108.	110.	126.	126.
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

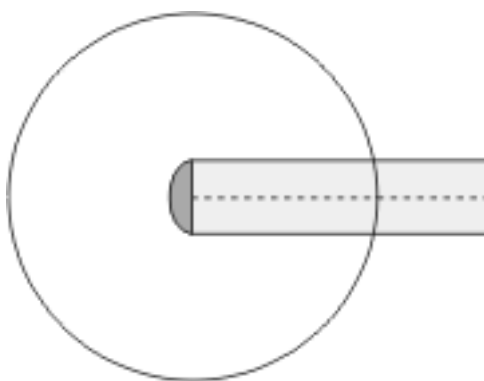
## Generelt om spredning av luftforurensning fra tunnelmunninger

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.

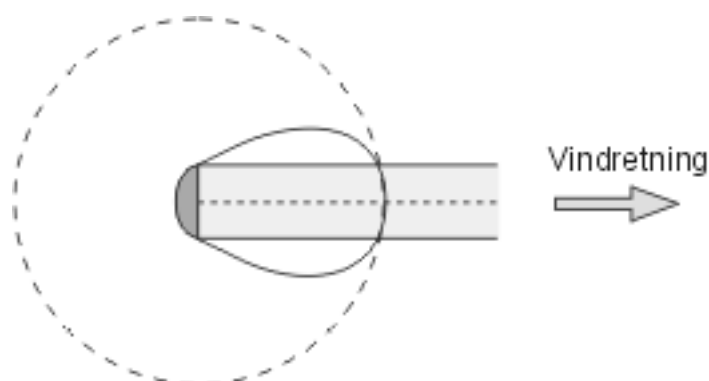
Spredning av luftforurensninger fra en tunnelmunning vil altså normalt være drevet av vifter i tunnelen ved toveiskjørtede tunneler, men av en pumpevirkning fra trafikken selv i enveiskjørtede tunneler. I det siste tilfellet vil pumpevirkningen normalt være større enn nødvendig ventilasjonshastighet 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.*

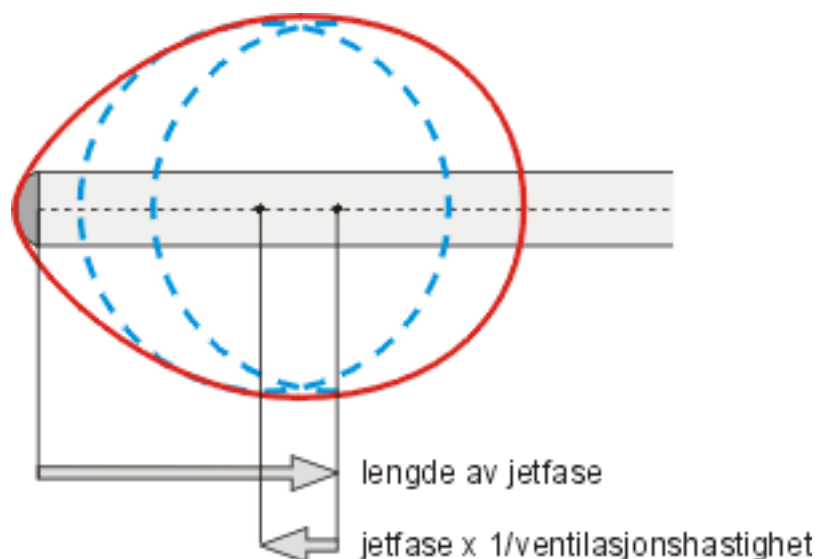
Figur A viser maksimalutbredelsen for alle vindretninger utenfor tunnelmunningen. Siden det bare blåser fra en vindretning om gangen, har vi vist i Figur B hvordan utbredelsen av luftforurensninger vil være i et gitt tilfelle med vind fra vest.



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

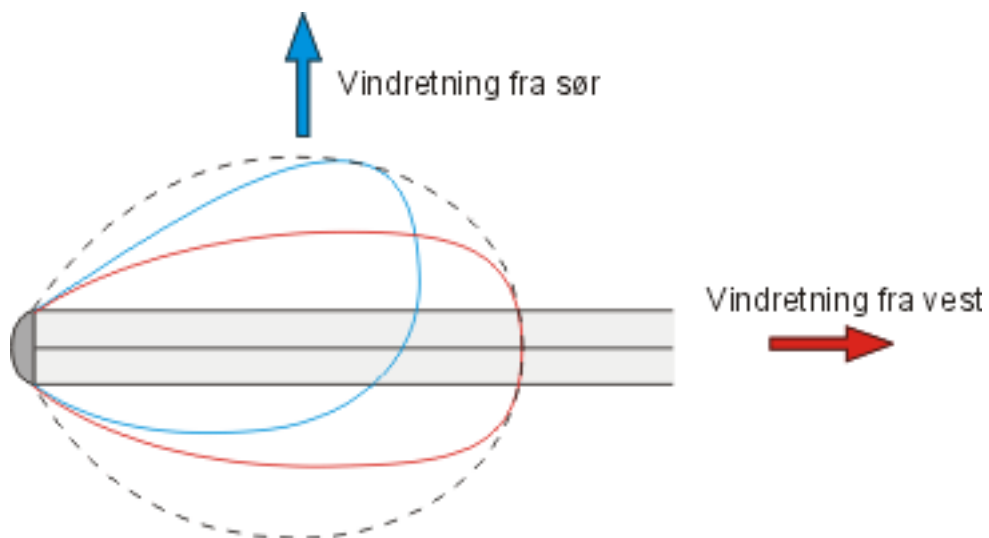
Dersom ventilasjonshastigheten i tunnelmunningen er ca 3 m/s eller høyere, vil det dannes en jetfase. Lengden av jetfasen viser hvor langt ut fra tunnelmunningen forurensningene blir sendt før jetfasen går i oppløsning og den vind-drevne spredningen overtar.

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.*



RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 35/2011	ISBN: 978-82-425-2434-8 (trykt) 978-82-425-2435-5 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO 27. september 2011	ANSV. SIGN. 	ANT. SIDER 23	PRIS NOK 150,-
TITTEL E136 Breivika – Lerstad, Ålesund kommune Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunninger.		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-111082	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAAGSGIVERS REF. André Negård	
OPPDRAAGSGIVER Multiconsult Trondheim Postboks 6230 Sluppen 7486 Trondheim			
STIKKORD Tunnel	Forurensning	Spredningsberegninger	
REFERAT Spredningsberegninger for tunnelforbindelser langs E136 Breivika – Lerstad, Ålesund kommune. Det er beregnet maksimale konsentrasjoner av PM <sub>10</sub> , og NO <sub>x</sub> i tunnelene ved ugunstige trafikforhold (rushtrafikk morgen/ettermiddag). Konsentrasjonsreduksjon som funksjon av avstand fra tunnelmunninger er vist i tabell, og konsentrasjonene er sammenlignet med Nasjonalt mål og grenseverdier for luftkvalitet.			
TITLE E136 Breivika – Lerstad, Ålesund county. Evaluating air quality around openings of tunnels.			
ABSTRACT Dispersion calculations regarding the tunnel connections along E136 Breivika – Lerstad, Ålesund county. Maximum concentrations and dispersion distances have been calculated.			

\* Kategorier

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

REFERANSE: O-111082  
DATO: SEPTEMBER 2011  
ISBN: 978-82-425-2434-8 (trykt)  
978-82-425-2435-5 (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.