

---

# Reguleringsplan for E18 Tvedestrand – Arendal:

Luftkvalitetsrapport, Tunnel Torsbuåsen

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 nasjonale 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 Konklusjon.....</b>	<b>8</b>
<b>9 Referanser .....</b>	<b>9</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>16</b>

## Sammendrag

*NILU- Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Asplan Viak AS, utført beregninger av luftforurensning fra Torsbuåsen tunnel langs E18 Tvedestrand - Arendal. Det er utført beregninger av produksjon av nitrogenoksider ( $NO_x$ ) og svevestøv ( $PM_{10}$ ) i tunnellop, 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 ( $PM_{10}$ ) og nitrogendioksid ( $NO_2$ ) og sammenlignet med grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet.

### **Konklusjon**

For normal trafikkavvikling, kjørehastighet lik skiltet hastighet (100 km/t) og oppgitte trafikkmengder viser beregningene:

Grenseverdien og Nasjonalt mål for svevestøv som *døgnmiddel* på  $50 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$  vil kunne overskrides utenfor tunnelmunning sørover og nordover på grunn av bidraget fra trafikken opptil 127 m fra tunnelmunning. Dette vil kunne forekomme med ventilasjonshastighet 7.0 m/s, som er lik stempeleffekten/pumpevirkingen fra trafikken.

Grenseverdien/Nasjonalt mål for nitrogendioksid ( $NO_2$ ) som *timemiddel* på  $200/150 \mu\text{g}NO_2/\text{m}^3$  vil ikke bli overskredet.

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

# Reguleringsplan for E18 Tvedestrand – Arendal: Luftkvalitetsrapport, Tunnel Torsbuåsen

## 1 Innledning

NILU- Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Asplan Viak AS utført beregninger av luftforurensning fra Torsbuåsen tunnel langs E18 Tvedestrand - Arendal. Det er utført beregninger av nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ) og svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) i tunnellopene, samt spredning av forurensninger fra tunnelmunningene. Beregningene er basert på trafikktall fra oppdragsgiver.

Krav til for utlufting og tilførsel av ventilasjonsluft er beregnet for rushtidstrafikk. Forurensningsbelastningen ved tunnelmunningene er beregnet for svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) og nitrogendioksid ( $\text{NO}_2$ ). Vi har antatt at 40% av utslippet av nitrogenoksider ( $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$ ) fra biltrafikken består av nitrogendioksid ( $\text{NO}_2$ ). Antakelsen bygger på at nyere dieseldrevne kjøretøy har en høy  $\text{NO}_2$ -andel av  $\text{NO}_x$ .

Ved lave kjørehastigheter gir  $\text{NO}_2$  i bileksosen vanligvis de høyeste forurensningskonsentrasjoner i forhold til anbefalte retningslinjer for timesverdier i uteluft og grenseverdier for luftkvalitet i tunneler, mens  $\text{PM}_{10}$  blir begrensende komponent ved høye hastigheter. Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet er omtalt i kapittel 4.

## 2 Metoder og forutsetninger

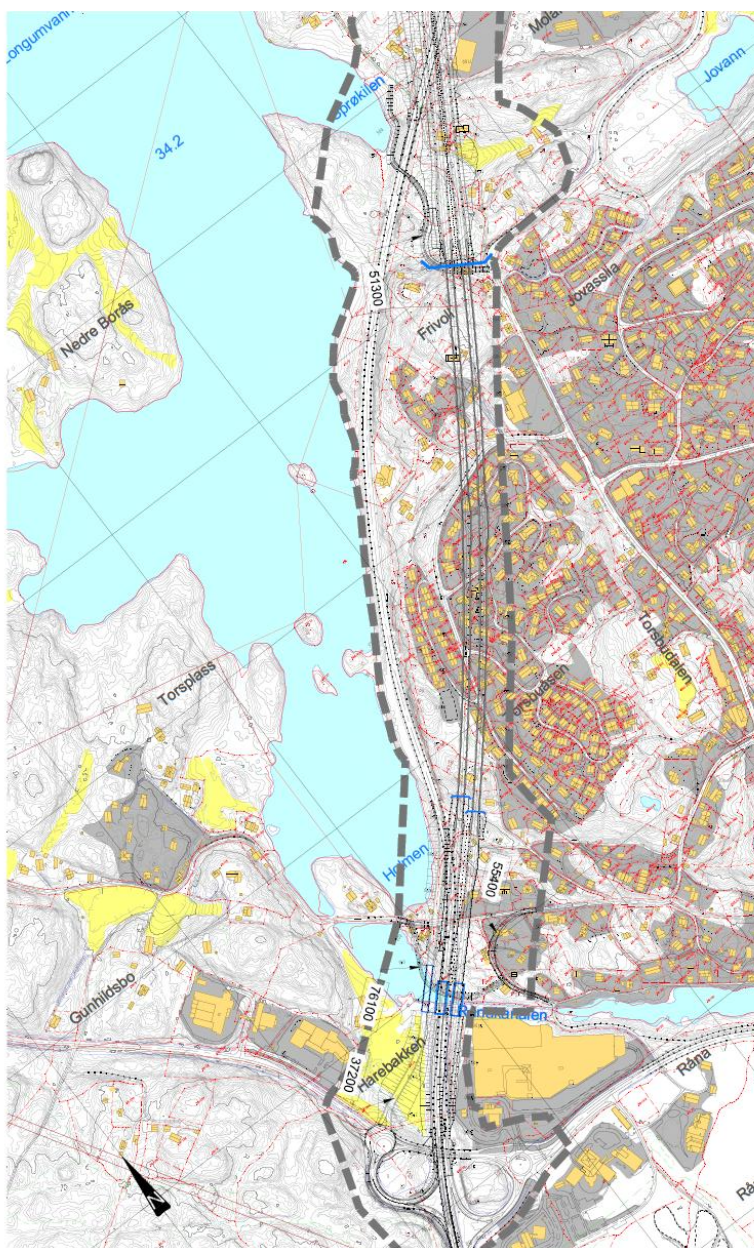
Metoden som er benyttet er tidligere brukt i lignende studier og er godt dokumentert (Larssen og Iversen, 1984; Larssen, 1987). Beregningsmetoden er kontrollert ved målinger utført blant annet ved tunneler i Oslo (Peterson og Tønnesen, 1990). Beregningene har omfattet følgende:

1. Med utgangspunkt i trafikk- og tunneldata, samt utslippsfaktorer for lette og tunge diesel- og bensinbiler, har vi beregnet utslipp av  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{NO}_x$  i tunnelene.
2. Ut fra data for utslipp av  $\text{NO}_x$  og  $\text{PM}_{10}$  er det beregnet nødvendig ventilasjonshastighet for å overholde grenseverdier i tunnelen.
3. Konsentrasjonene av  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{NO}_2$  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  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{NO}_2$  fra munningene er sammenlignet med norske grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet gitt i kapittel 4.

### 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 2018.

Med separate løp for de to kjøreretningene vil trafikken generere en pumpevirkning/stempeleffekt fra trafikken. Denne vil være mer enn tilstrekkelig for å ventilere og fortynne forurensninger fra biltrafikken til under grenseverdier for luftkvalitet i tunneler fastsatt av Vegdirektoratet. Ved kødannelser må vifteanlegget likevel ha nødvendig kapasitet for tilstrekkelig ventilasjon i tunnelen. Se også Vedlegg A, trafikk tall.



Figur 1: Tunneltrasé, Torsbuåsen tunnel, E18 Tvedestrand - Arendal.

## 4 Grenseverdier og nasjonale 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 nasjonale mål er tallverdier for forurensningsgrad. Grenseverdier er juridisk bindende, mens nasjonalt mål er myndighetenes målsetning.

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 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)
	µg/m <sup>3</sup>	År	<b>40</b>	
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Døgn	<b>50 (35)</b>	50 (7)
	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.
- 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 forskriften. Forskriften og nasjonale 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) 8.495 (sørgående) og 8.462 (nordgående)
2. Tunneldata (lengde, tverrsnittsareal, stigning).
3. Tungtrafikkandel (8.6% sørgående og 8.9% nordgående).
4. Piggdekkandel (30-40%) – størst belastning i vinterhalvåret.

## 6 Resultater fra utslippsberegningene

Resultatet av utslippsberegningene er vist i Tabell 2. Detaljerte beregninger for 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 gitt kjørehastighet. Munningskonsentrasjonene skal i utgangspunktet beregnes ut fra Vegdirektoratets grenseverdier for tunnelluft og derav nødvendig ventilasjonshastighet. Med separate tunnellop for begge kjøreretningene, vil pumpevirking 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>Sørover</b> 100 km/t*	7.00	759	69
<b>Nordover</b> 100 km/t*	7.00	759	69

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

\*\*Ventilasjonshastighet som følge av 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. Ved høyere hastigheter vil PM<sub>10</sub>-utslippene være dominerende og bestemme nødvendig luftstrømhastighet.

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.

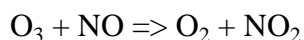
## 7 Resultater fra spredningsberegningene

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, 100 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 nasjonale mål for lokal luftforurensning.

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 15 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> som timemiddel og 10 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> som døgnmiddel ved Torsbuåsen tunnel 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 75 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 ved svak vindstyrke. Ved sterkere vind blir spredningen bedre, og området med høye konsentrasjoner mindre.

Når tungtrafikkandelen er mindre enn 8.6/8.9 % 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: Torsbuåsen tunnel. Spredningsavstand fra tunnelmunning hvor konsentrasjoner av  $PM_{10}$  og  $NO_2$  er redusert til gitte nivåer. Verdier for  $PM_{10}$  er gitt som døgnmiddel og  $NO_2$  er gitt som timemiddel. Se også Figur A1 og A2, side 12 og 13.

Tunnel	Lengde av jettfase* (m)	Ventilasjons-hastighet	Nødvendig spredningsavstand for å komme ned på konsentrasjonsnivå (m)	
			$PM_{10}$ (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$NO_2$ (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Sørover</b>				
100 km/t	84.4	7.0	127	0
<b>Nordover</b>				
100 km/t	84.4	7.0	127	0

\*Beregning av jettfasen. Beskrevet i Vedlegg C.

## 8 Konklusjon

For normal trafikkavvikling, kjørehastighet lik skiltet hastighet (100 km/t) og oppgitte trafikkmengder viser beregningene følgende:

Grenseverdien og nasjonalt mål for svevestøv som døgnmiddel på 50  $\mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$  vil kunne overskrides utenfor tunnelmunning sørover og nordover på grunn av bidraget fra trafikken. Dette gjelder området som ligger inn til 127 m fra tunnelmunning.

Grenseverdien/nasjonalt mål for nitrogendioksid ( $NO_2$ ) som timemiddel på 200/150  $\mu\text{g}NO_2/\text{m}^3$  vil ikke bli overskredet.

For  $NO_2$  vil verken grenseverdien eller nasjonalt mål for timemiddel overskrides.

## 9 Referanser

- Larssen, S. (1987) Vålerenga-tunnelen, Oslo. Reviderte beregninger av luftforurensninger ved munningene. Lillestrøm, NILU (NILU OR 33/87).
- Larssen, S., Iversen, T. (1984) Vurdering av luftforurensning ved veitunneler gjennom Vålerenga og Gamlebyen. Lillestrøm, NILU (NILU OR 52/84).
- Peterson, H.G., Tønnesen, D. (1990) A tracer investigation of traffic emissions from the Vålerenga tunnel at Etterstad. Lillestrøm, NILU (NILU OR 39/90).
- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport nr. 92:16).
- Luftkvalitet.info (2014) ModLUFT. Grenseverdier, målverdier og luftkvalitetskriterier. **URL:**  
[http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/kildebidrag/industri/Utslipp\\_industri/grenseverdier.aspx](http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/kildebidrag/industri/Utslipp_industri/grenseverdier.aspx) [Nedlastet 16. januar 2014].
- Statens vegvesen (2010) Vegtunneler. Oslo, Statens vegvesen (Håndbok 021).

## **Vedlegg A**

### **Trafikktall og spredningsberegninger**

**Trafikktall Torsbuåsen tunnel**

Tunnel ÅDT 2018: 8.495 sørover og 8.462 nordover

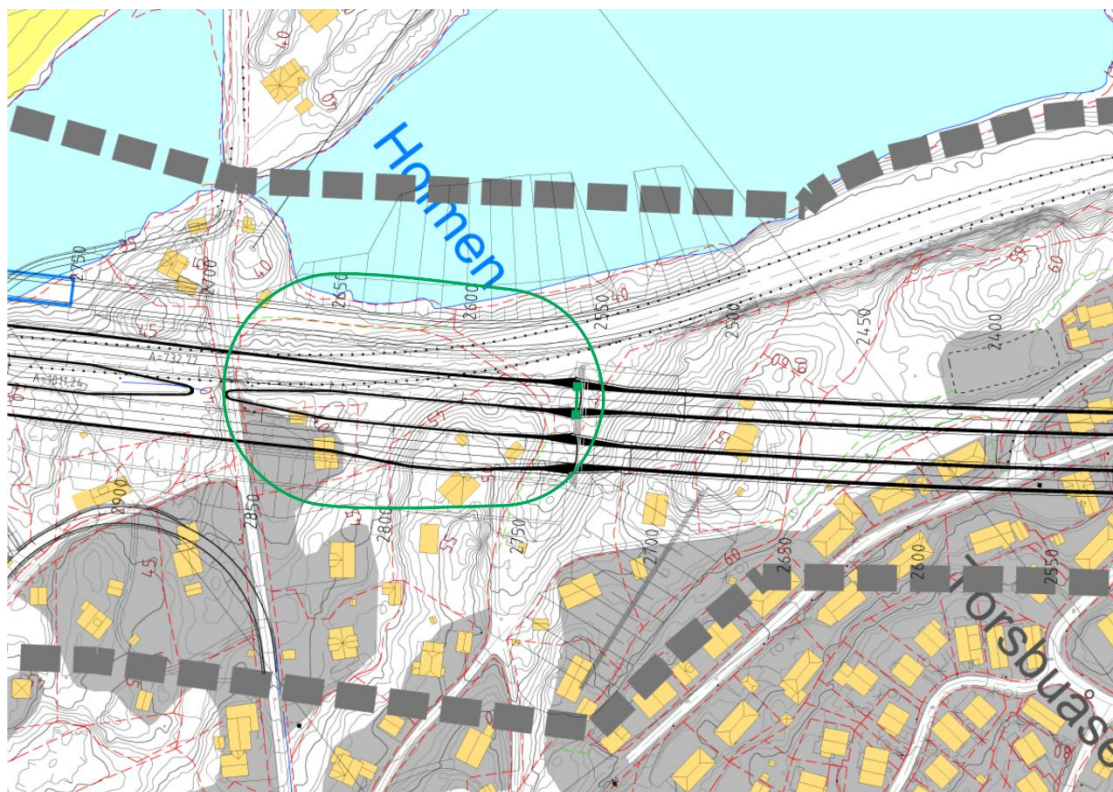
Morgenrush i maksimumstime 12% av ÅDT.

Tunnelprofil i sør T9.5

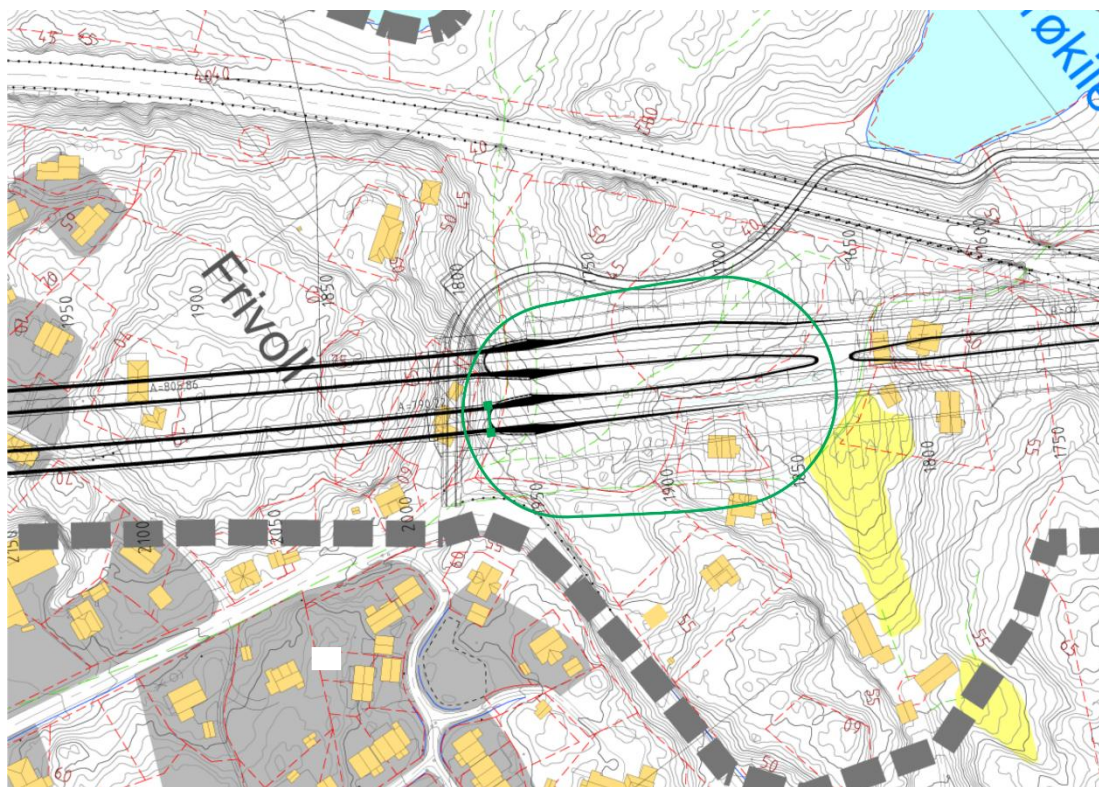
Tunnelprofil i nord T9.5

Piggfriandel 30-40%

**Tunnel-lengde 782 m sørover og 785 m nordover**



Figur A1: Sørøver. Utbredelse av  $50 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$  som døgnmiddel. Innenfor den grønne linje vil det kunne forekomme overskridelser av grenseverdi for luftkvalitet ( $\text{PM}_{10}$ ).



*Figur A2: Nordover. Utbredelse av  $50 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ . Innenfor den grønne linje vil det kunne forekomme overskridelser av grenseverdi for luftkvalitet ( $\text{PM}_{10}$ ).*

## **Vedlegg B**

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

Aar-2015

BEREGNINGSÅR: 2013

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20
25.	4.	3.	2.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1015.	0.79	1.10
---	-------	------	------

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

10	0.008	0.385
20	0.009	0.315
30	0.011	0.283
40	0.011	0.188
50	0.013	0.157
60	0.016	0.120
70	0.021	0.120
80	0.026	0.118
90	0.032	0.116

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

PM10 ER GITT I mg/m<sup>3</sup> , NOx ER GITT I mg/m<sup>3</sup>

TUNNELAREAL: 66.5 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	0.70	0.21	0.171	8.322	0.577	28.000
20	1.39	0.17	0.097	3.402	0.802	28.000
30	2.09	0.15	0.078	2.042	1.071	28.000
40	2.78	0.11	0.057	1.017	1.500	26.718
50	3.48	0.13	0.056	0.679	1.500	18.089
60	4.17	0.16	0.058	0.434	1.500	11.134
70	4.87	0.21	0.065	0.370	1.500	8.594
80	5.56	0.26	0.071	0.320	1.500	6.737
90	6.26	0.33	0.078	0.279	1.500	5.359



**Vedlegg C**

**Spredningsberegninger for tunneler**

**PM<sub>10</sub>**

Program TUNALL

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
 Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.0 m/s  
 Areal av tunnelåpningen ..... : 66.5 m<sup>2</sup>  
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 759.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.6 m  
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 10.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 84.4 m

Avstand som funksjon av gitte døgnmiddelkonsentrasjoner (inkl. bakgrunn) av PM<sub>10</sub> for 12 vindretninger

Konsentrasjon (ug/m <sup>3</sup> )	Vindretning (grader)											
	030	060	090	120	150	180	210	240	270	300	330	360
100.0	86.	85.	85.	85.	85.	85.	87.	88.	87.	85.	85.	86.
70.0	89.	87.	87.	87.	87.	87.	90.	100.	90.	87.	87.	89.
50.0	100.	88.	88.	88.	88.	88.	114.	127.	114.	88.	88.	100.
35.0	132.	89.	89.	89.	89.	89.	150.	166.	150.	89.	89.	132.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	8.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	10.0	12.0	10.0	1.0	1.0	8.0

**NO<sub>2</sub>**

Program TUNALL

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
 Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 7.0 m/s  
 Areal av tunnelåpningen ..... : 66.5 m<sup>2</sup>  
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 69.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.6 m  
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 15.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 84.4 m

Avstand som funksjon av gitte timemiddelkonsentrasjoner  
(inkl. bakgrunn) av NO<sub>2</sub>

Konsentrasjon (ug/m <sup>3</sup> )	Avstand (m)
100.0	-1.0
150.0	-1.0
200.0	-1.0

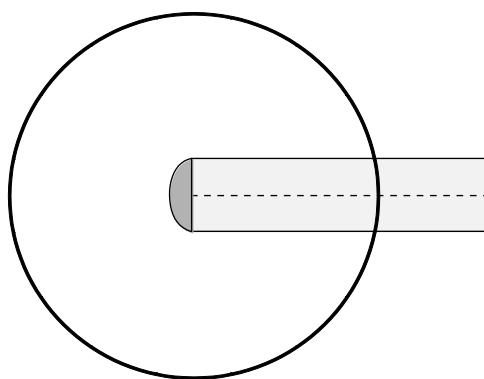
## Generelt om spredning av luftforurensning fra Torsbuåsen tunnel

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.

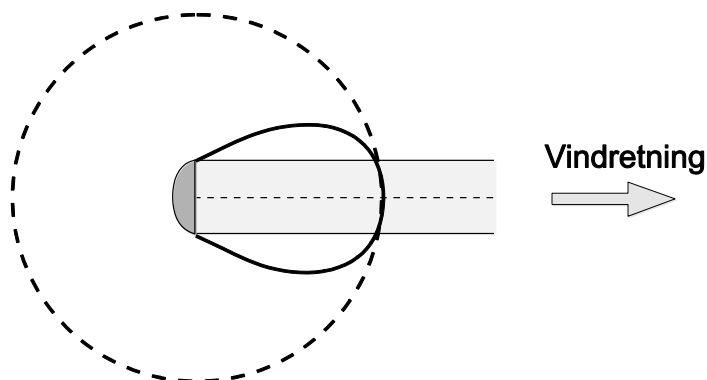
Spredning av luftforurensninger fra en tunnelmunning vil altså normalt være drevet av vifter i tunnelen ved toveiskjørtede tunneler, men av en pumpevirkning fra trafikken selv i enveiskjørtede tunneler. I det siste tilfellet vil pumpevirkningen normalt være større enn nødvendig ventilasjonshastighet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

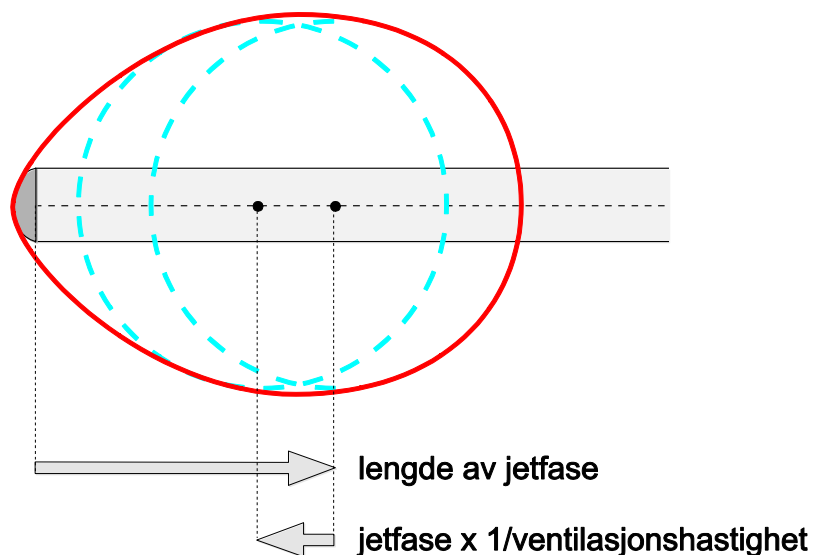
Figur A viser maksimalutbredelsen for alle vindretninger utenfor tunnelmunningen. Siden det bare blåser fra en vindretning om gangen, har vi vist i Figur B hvordan utbredelsen av luftforurensninger vil være i et gitt tilfelle med vind fra vest.



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

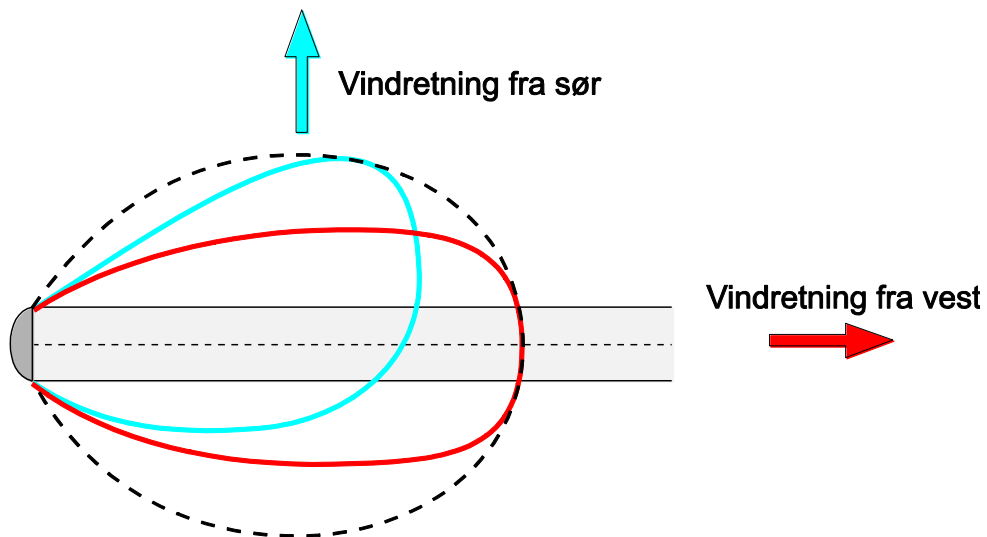
Dersom ventilasjonshastigheten i tunnelmunningen er ca 3 m/s eller høyere, vil det dannes en jetfase. Lengden av jetfasen viser hvor langt ut fra tunnelmunningen forurensningene blir sendt før jetfasen går i oppløsning og den vind-drevne spredningen overtar.

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.*



Norsk institutt  
for luftforskning

Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 100, 2027 Kjeller  
Deltaker i CIENS og Miljøalliansen  
ISO-sertifisert etter NS-EN ISO 9001/ISO 14001

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 4/2014	ISBN: 978-82-425-2641-0 (trykt) 978-82-425-2642-7 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO 2014-01-27	ANSV. <i>Olav Anders Braathen</i>	ANT. SIDER 21	PRIS NOK 150,-
TITTEL Reguleringsplan for E18 Tvedestrand – Arendal: Luftkvalitetsrapport, Tunnel Torsbuåsen		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-113151	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Kristine Engell	
OPPDRAGSGIVER Asplan Viak AS Kystveien 14, Postboks 701 Stoa 4808 Arendal			
STIKKORD Luftkvalitet	By- og trafikkforurensning	Spredningsberegninger tunnel	
REFERAT Spredningsberegninger for Torsbuåsen tunnel langs E18 Tvedestrand - Arendal. Det er beregnet maksimale konsentrasjoner av PM <sub>10</sub> , og NO <sub>x</sub> i tunnelene ved ugunstige trafikkforhold (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 E18 Tvedestrand - Arendal. Evaluating air quality around tunnel outlets.			
ABSTRACT Dispersion calculations regarding the tunnel connections along E18 Tvedestrand - Arendal. Maximum concentrations and dispersion distances have been calculated.			

\* Kategorier

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

REFERANSE: O-113151  
DATO: JANUAR 2014  
ISBN: 978-82-425-2641-0 (trykt)  
978-82-425-2642-7 (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.