

---

# Rv. 83 Seljestad - Sama, Harstad

Vurdering av luftforurensning fra  
tunnelmunninger

Ivar Haugsbakk og Dag Tønnesen



**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>6</b>
<b>5 Utslipp .....</b>	<b>6</b>
<b>6 Resultater fra utslippsberegningene.....</b>	<b>7</b>
<b>7 Resultater fra spredningsberegningene .....</b>	<b>8</b>
<b>8 Konklusjon.....</b>	<b>9</b>
<b>9 Referanser .....</b>	<b>10</b>
<b>Vedlegg A Trafikktall og spredningsberegninger .....</b>	<b>11</b>
<b>Vedlegg B Avgassproduksjon.....</b>	<b>22</b>

## Sammendrag

*NILU- Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Statens vegvesen Region nord utført beregninger av luftforurensning fra tunnelmunninger langs Rv. 83 Seljestad - Sama i Harstad kommune. Det er utført beregninger av produksjon av nitrogenoksider ( $NO_x$ ) og svevestøv ( $PM_{10}$ ) i tunnelen, samt spredning av de samme forurensninger fra tunnelmunningene. Beregningene er basert på trafikk tall fra oppdragsgiver for 2018.*

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.

### **Konklusjon**

For normal trafikkavvikling og kjørehastighet lik skiltet hastighet (60 km/t) 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 (Seljestad) og nordover (Sama) på grunn av bidraget fra trafikken opptil 45 m fra tunnelmunning med ventilasjonshastighet 1.0 m/s, og opptil 29 m fra tunnelmunning med ventilasjonshastighet 2.0 m/s.
- Grenseverdien/nasjonalt mål for nitrogendioksid ( $NO_2$ ) som *timemiddel* på  $200/150 \mu\text{g } NO_2/\text{m}^3$  vil kunne overskrides opptil 27/37 m fra tunnelmunning med ventilasjonshastighet 1.0 m/s, og opptil 13/21 m fra tunnelmunning med ventilasjonshastighet 2.0 m/s.
- Målverdi for konsentrasjon av  $PM_{2.5}$  for 2020 på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vil være overholdt med god margin i de områdene der belastningen av  $NO_2$  som timemiddelkonsentrasjon er under  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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 tunnelluft.

# Rv. 83 Seljestad – Sama, Harstad

## Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunninger

### 1 Innledning

NILU- Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Statens vegvesen Region nord utført beregninger av luftforurensning fra tunnelmunninger langs Rv. 83 Seljestad - Sama i Harstad kommune. Det er utført beregninger av produksjon av nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ) og svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) i tunnelen, samt spredning av de samme forurensninger fra tunnelmunningene. Beregningene er basert på trafikksenario for 2018, trafikktall er levert av oppdragsgiver.

Krav til ventilasjon og behov 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 regnet som om 40% av utslippet av nitrogenoksider ( $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$ ) fra biltrafikken består av nitrogendioksid ( $\text{NO}_2$ ).  $\text{NO}_2$  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  $\text{PM}_{10}$  blir begrensende komponent ved høyere hastigheter. Grenseverdier 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:

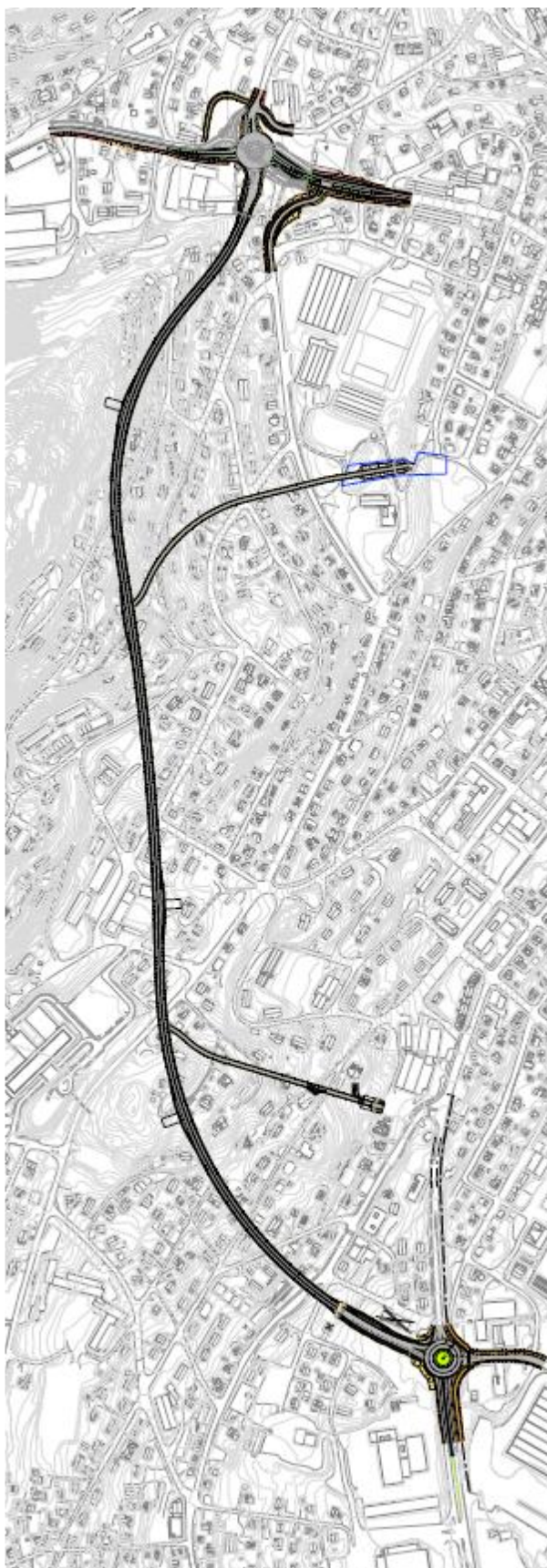
1. Med utgangspunkt i trafikk- og tunneldata, samt utslippsfaktorer for lette og tunge diesel- og bensinbiler, har vi beregnet utslipp av  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{NO}_x$  i tunnelene.
2. Ut fra data for utslipp av  $\text{NO}_x$  og  $\text{PM}_{10}$  er det beregnet nødvendig ventilasjonshastighet 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.

6. Utslipp av  $PM_{2.5}$  er beregnet og sammenlignet med utslipp av  $NO_2$ . Basert på beregnet maksimal timemiddelkonsentrasjon av  $NO_2$  er det gjort en overordnet beregning av årlig middelvei for  $PM_{2.5}$ . Denne metoden er anvendt fordi grenseverdien for  $PM_{2.5}$  er en årlig middelvei, mens beregningsprogrammet er laget for time- og døgnmiddelveier.

### **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.

Uten separate løp for de to kjøreretningene vil det ikke bli noen stempeleffekt fra trafikken, og tunnelen må derfor ha nok viftekapasitet til både å kunne ventilere tunnelen, og være tilstrekkelig til å fortynne forurensningsnivået i tunnelen til minimum grenseverdi for tunnelluft fastsatt av Vegdirektoratet. Ved kødannelser må vifteanlegget ha nødvendig kapasitet for tilstrekkelig ventilasjon i tunnelen. Se også Vedlegg A, trafikkdata.



*Figur 1: Tunneltrasé, Rv. 83 Seljestad – Sama i Harstad 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. Begrepe 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.

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)
	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>	
PM <sub>2.5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	År	<b>20<sup>1)</sup></b>	

1): Målverdi for 2020

- 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 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) 5.200 i 2018
2. Tunneldata (lengde, tverrsnittsareal, stigning).
3. Tungtrafikkandel (10%).
4. Piggdekkandel (80%)

## 6 Resultater fra utslippsberegningene

Resultatet av utslippsberegningene er vist i Tabell 2. Utslippsfaktorer for trafikken 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 er beregnet ut fra Vegdirektoratets grenseverdier for tunnelluft og derav nødvendig ventilasjonshastighet. Uten separate tunnellop for begge kjøreretningene, må man ventilere tunnelen med minimum 1,0 m/s. Luftstrømmen inne i tunnelen og i umiddelbar nærhet av munningen vil være tilnærmet upåvirket av vindretninger og vindstyrker i friluft.

Tabell 2: Maksimalt 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>Morgenerush / sørover</b>			
60 km/t	1.00	1702	662
60 km/t	2.00	851	331
<b>Ettermiddagsrush / nordover</b>			
60 km/t	1.00	1702	662
60 km/t	2.00	851	331

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

\*\*Nødvendig ventilasjonshastighet (ingen pumpevirkning med to-veis trafikk).

Årlig middelutslipp av PM<sub>2.5</sub> (eksospartikler og vegstøv) er beregnet til 15 % av NO<sub>2</sub>-utslippet.

En lavere tunghastighet 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 tunnelen 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.



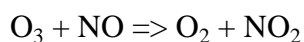
## 7 Resultater fra spredningsberegningene

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, 60 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 5 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> som timemiddel og 8 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 10 % 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 A 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.

Tunnel	Lengde av jetfase (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 / sørover</b>						
60 km/t	0	1,00	45	54	37	27
60 km/t	0	2,00	29	38	21	13
<b>Ettermiddagsrush / nordover</b>						
60 km/t	0	1,00	45	54	37	27
60 km/t	0	2,00	29	38	21	13

Grenseverdien for  $PM_{2.5}$  er en årlig middelvei, mens beregningsprogrammet er laget for time- og døgnmiddelveier. Derfor er årlig middelkonsentrasjon for  $PM_{2.5}$  estimert. En skalering av timemiddelkonsentrasjon for  $NO_2$  med forholdet mellom maksimalt timeutslipp og gjennomsnittlig årlig utslipp samt med forholdet mellom utslipp av  $PM_{2.5}$  og  $NO_2$ , viser at en timemiddelkonsentrasjon av  $NO_2$  på 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  svarer til en årlig middelkonsentrasjon av  $PM_{2.5}$  på under 12,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Målværdi for konsentrasjon av  $PM_{2.5}$  for 2020 på 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vil derfor være overholdt med god margin i de områdene der belastningen av  $NO_2$  som timemiddelkonsentrasjon er under 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 8 Konklusjon

For normal trafikkavvikling og kjørehastighet lik skiltet hastighet (60 km/t) 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 (Seljestad) og nordover (Sama) på grunn av bidraget fra trafikken opptil 45 m fra tunnelmunning med ventilasjonshastighet 1.0 m/s, og opptil 29 m fra tunnelmunning med ventilasjonshastighet 2.0 m/s.

Grenseverdien/nasjonalt mål for nitrogendioksid ( $NO_2$ ) som timemiddel på 200/150  $\mu\text{g } NO_2/\text{m}^3$  vil kunne overskrides opptil 27/37 m fra tunnelmunning med ventilasjonshastighet 1.0 m/s, og opptil 13/21 m fra tunnelmunning med ventilasjonshastighet 2.0 m/s.

Målverdi for konsentrasjon av PM<sub>2.5</sub> for 2020 på 20 µg/m<sup>3</sup> vil være overholdt med god margin i de områdene der belastningen av NO<sub>2</sub> som timemiddelkonsentrasjon er under 200 µg/m<sup>3</sup>.

Munningsutslipp fra tunnelen vil belaste eksisterende bebyggelse med konsentrasjoner over grenseverdier for luftkvalitet. Siden det ikke finnes operativ renseteknikk for nitrogendioksid for det aktuelle konsentrasjonsnivået, bør forurensning fra tunnelen slippes ut gjennom luftetårn.

## 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).

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

## **Vedlegg A**

### **Trafikktall og spredningsberegninger**

**Trafikktall**

Tunnel

ÅDT 8.400

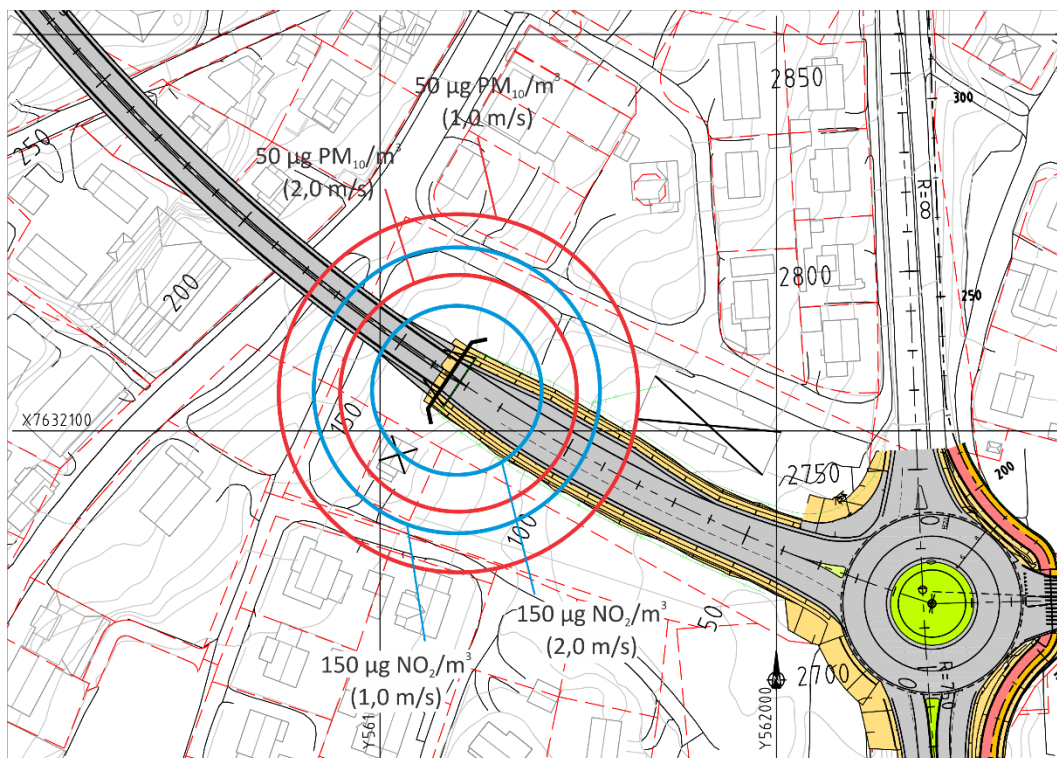
Morgenrush i maksimumstime 10% av ÅDT, retningsfordeling ca 70/30.

Tunnelprofil i sør T10.5

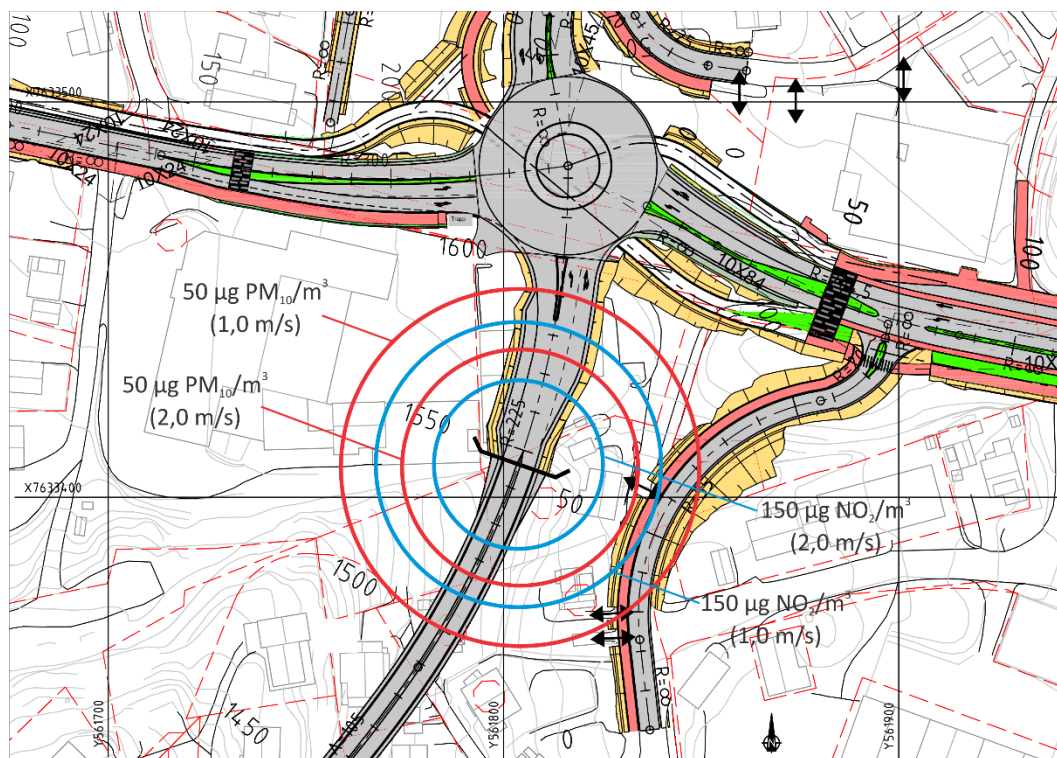
Tunnelprofil i nord T10.5

Piggfriandel 20%

**Tunnel-lengde 1.415 m**



Figur A1: Morgenrush /sørøver. Utbredelse av  $50 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$  som døgnmiddel og  $150 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  som timemiddel.



Figur A2: Ettermiddagsrush /nordover. Utbredelse av 50 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> som døgnmiddel og 150 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> som timemiddel.

Program TUNALL

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 1.0 m/s  
Areal av tunnelåpningen ..... : 72.0 m<sup>2</sup>  
Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 1069.0 ug/m<sup>3</sup>  
Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.6 m  
Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 5.0 ug/m<sup>3</sup>  
Avstand til slutten av Jet-fasen : 0.0 m

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

Konsentrasjon (ug/m <sup>3</sup> )	Avstand (m)
100.0	65.9
150.0	47.5
200.0	37.0



Program TUNALL

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 2.0 m/s  
Areal av tunnelåpningen ..... : 72.0 m<sup>2</sup>  
Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 542.0 ug/m<sup>3</sup>  
Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.6 m  
Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 5.0 ug/m<sup>3</sup>  
Avstand til slutten av Jet-fasen : 0.0 m

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

Konsentrasjon (ug/m <sup>3</sup> )	Avstand (m)
100.0	52.9
150.0	35.1
200.0	24.9

## Program TUNALL

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
 Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 1.0 m/s  
 Areal av tunnelåpningen ..... : 72.0 m<sup>2</sup>  
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 2750.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.6 m  
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 8.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 0.0 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
100.0	10.	10.	28.	10.	28.	10.	12.	28.	12.	10.	12.	10.
70.0	10.	10.	41.	10.	41.	10.	20.	41.	20.	10.	20.	10.
50.0	10.	10.	56.	10.	56.	10.	31.	56.	31.	14.	31.	10.
35.0	10.	10.	78.	10.	78.	10.	46.	78.	46.	24.	46.	10.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	8.0	1.0	8.0	1.0	4.0	8.0	4.0	2.0	4.0	1.0

## Program TUNALL

Vindhastighet ..... : 1.0 m/s  
 Vindhastighet korrigert ..... : 0.4 m/s  
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 2.0 m/s  
 Areal av tunnelåpningen ..... : 72.0 m<sup>2</sup>  
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 1375.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 4.6 m  
 Døgnmiddel bakgrunnskonsentrasjon: 8.0 ug/m<sup>3</sup>  
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 0.0 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
100.0	9.	9.	16.	9.	16.	9.	10.	16.	10.	10.	10.	9.
70.0	10.	10.	28.	10.	28.	10.	10.	28.	10.	10.	10.	10.
50.0	10.	10.	43.	10.	43.	10.	19.	43.	19.	10.	19.	10.
35.0	10.	10.	64.	10.	64.	10.	33.	64.	33.	12.	33.	10.
Forekomst (antall timer) med svak vind oppgitt for hver 30 graders retning	1.0	1.0	8.0	1.0	8.0	1.0	4.0	8.0	4.0	2.0	4.0	1.0

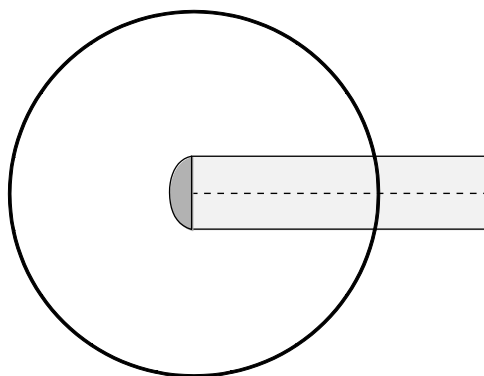
## Generelt om spredning av luftforurensning fra tunnelmunninger

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 forynne 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 forynne 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.

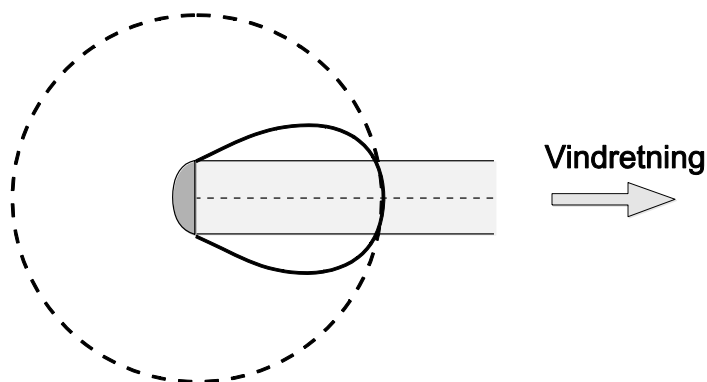
Spredning av luftforurensninger fra en tunnelmunning vil altså normalt være drevet av vifter i tunnelen ved toveiskjørtede tunneler, men av en pumpevirkning fra trafikken selv i enveiskjørtede tunneler. I det siste tilfellet vil pumpevirkningen normalt være større enn nødvendig ventilasjonshastighet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

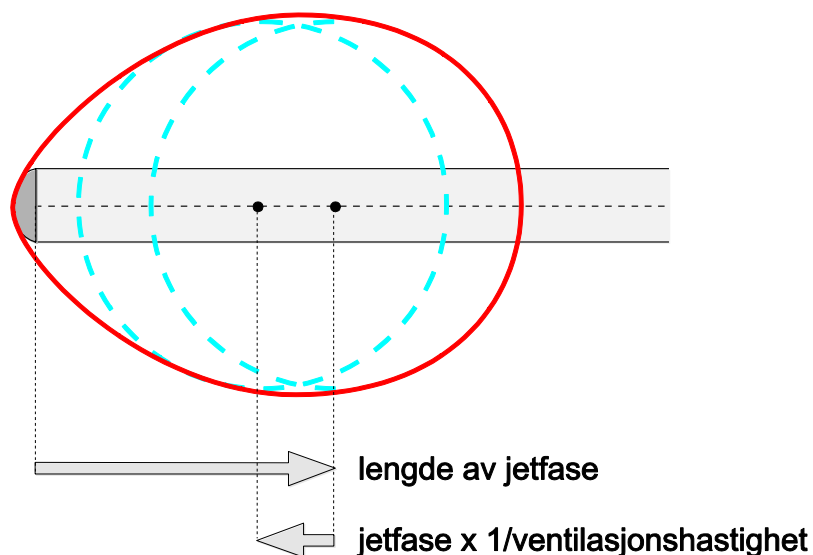
Figur A viser maksimalutbredelsen for alle vindretninger utenfor tunnelmunningen. Siden det bare blåser fra en vindretning om gangen, har vi vist i Figur B hvordan utbredelsen av luftforurensninger vil være i et gitt tilfelle med vind fra vest.



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

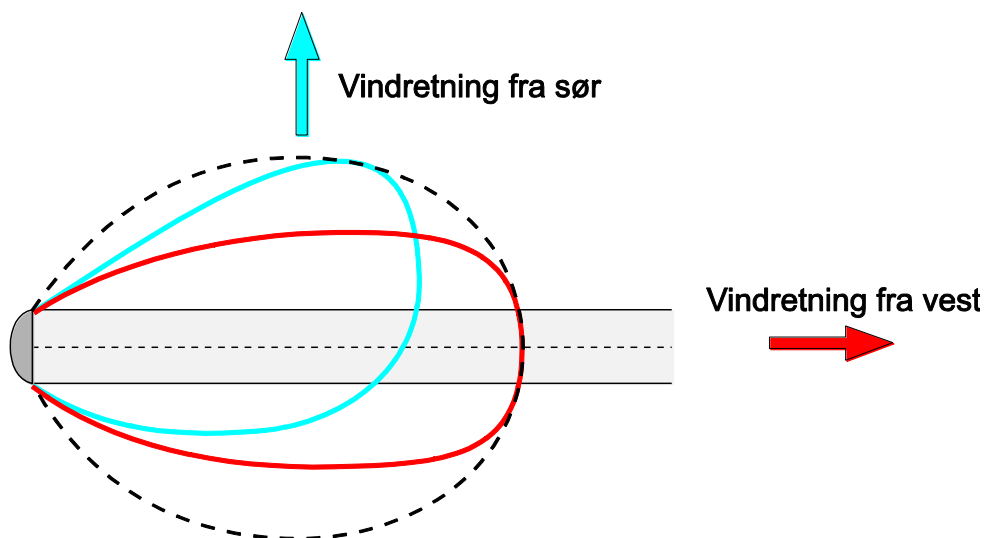
Dersom ventilasjonshastigheten i tunnelmunningen er ca 3 m/s eller høyere, vil det dannes en jetfase. Lengden av jettefasen viser hvor langt ut fra tunnelmunningen forurensningene blir sendt før jettefasen går i oppløsning og den vind-drevne spredningen overtar.

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



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

**Vedlegg B**

**Avgassproduksjon**

Utslipp av nitrogendioksider er beregnet på bakgrunn av utslippsfaktorer for kiloklasser gitt av Hagmann, Gjerstad og Amundsen, 2011, og forventet kjøretøysammensetning i 2020. Utslipp av svevestøv er beregnet med NILUs utslippsmodell for svevestøv.

Utslippsfaktorene gitt i g/km pr. kjøretøy er som følger:

NO <sub>x</sub> :	0,471
NO <sub>2</sub> :	0,087
PM <sub>10</sub> :	0,599
PM <sub>2,5</sub> :	0,0135



Aar-2020

BEREGNINGSÅR: 2020

TRAFIKKSAMMENSETNING:

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

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	504.	0.86	1.90
2	504.	0.12	3.00
3	504.	0.44	4.30
4	336.	0.86	-1.90
5	336.	0.12	-3.00
6	336.	0.44	-4.30

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

10	0.013	0.602
20	0.013	0.483
30	0.014	0.437
40	0.010	0.293
50	0.010	0.251
60	0.010	0.193
70	0.011	0.190
80	0.013	0.187
90	0.015	0.183

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: 72.0 M\*\*2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!

HAST.	PUMPE- VIRKN.	NØDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			PM10 (P)	NOX (P)	PM10 (N)	NOX (N)
10	0.49	0.30	0.364	17.060	0.597	28.000
20	0.98	0.24	0.188	6.851	0.767	28.000
30	1.47	0.22	0.131	4.131	0.890	28.000
40	1.96	0.15	0.071	2.078	0.957	28.000
50	2.45	0.12	0.055	1.422	1.091	28.000
60	2.94	0.10	0.046	0.914	1.417	28.000
70	3.43	0.11	0.046	0.770	1.500	25.055
80	3.92	0.12	0.047	0.664	1.500	21.140
90	4.41	0.14	0.049	0.576	1.500	17.746

Aar-2020

BEREGNINGSÅR: 2020

TRAFIKKSAMMENSETNING:

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

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	336.	0.86	1.90
2	336.	0.12	3.00
3	336.	0.44	4.30
4	504.	0.86	-1.90
5	504.	0.12	-3.00
6	504.	0.44	-4.30

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

10	0.013	0.548
20	0.013	0.427
30	0.014	0.374
40	0.011	0.242
50	0.011	0.205
60	0.012	0.158
70	0.015	0.155
80	0.018	0.154
90	0.021	0.152

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

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

TUNNELAREAL: 72.0 M\*\*2

NØDV. VENTILASJON FRA STØV ER TOTALT STØV!

HAST.	PUMPE- VIRKN.	NØDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			PM10 (P)	NOX (P)	PM10 (N)	NOX (N)
10	0.49	0.27	0.366	15.525	0.660	28.000
20	0.98	0.21	0.191	6.055	0.885	28.000
30	1.47	0.19	0.137	3.538	1.083	28.000
40	1.96	0.12	0.078	1.715	1.281	28.000
50	2.45	0.11	0.065	1.161	1.500	26.898
60	2.94	0.11	0.057	0.744	1.500	19.434
70	3.43	0.14	0.059	0.629	1.500	15.948
80	3.92	0.16	0.062	0.546	1.500	13.208
90	4.41	0.19	0.066	0.480	1.500	10.976

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 5/2014	ISBN: 978-82-425-2665-6 (trykt) 978-82-425-2666-3 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO 27/03/2014	ANSV. SIGN. 	ANT. SIDER 25	PRIS NOK 150,-
TITTEL Rv. 83 Seljestad – Sama, Harstad Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunninger		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-113145	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk og Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Hedvig Pedersen Holm	
Kvalitetssikrer: Dag Tønnesen			
OPPDRAKSGIVER Statens vegevesen Region nord Postboks 1403 8002 Bodø			
STIKKORD Luftkvalitet	By- og trafikkforurensning	Spredningsberegninger tunnel	
REFERAT Spredningsberegninger for tunnelforbindelse langs Rv. 83 Seljestad – Sama, Harstad kommune. 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 Rv. 83 Seljestad - Sama. Evaluating air quality around tunnel outlets.			
ABSTRACT Dispersion calculations regarding the tunnel connections along Rv. 83 Seljestad – Sama, Harstad 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-113145  
DATO: MARS 2014  
ISBN: 978-82-425-2665-6 (trykt)  
978-82-425-2666-3 (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.