

NILU: OR 59/2006
REFERANSE: O-106089
DATO: SEPTEMBER 2006
ISBN: 82-425-1784-3

E 39 – Sandved - Stangeland

Vurdering av luftforurensning fra kulverter

Ivar Haugsbakk og Dag Tønnesen



Norsk institutt for
luftforskning

Innhold

	Side
Sammendrag og konklusjon	3
1 Innledning	5
2 Metoder og forutsetninger	5
3 Tunnel- og trafikkdata.....	6
4 Grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet	9
5 Utslipp	9
6 Resultater fra spredningsberegningene	10
7 Resultater fra spredningsberegningene, sammenlignet med resultater fra VLUFT-beregninger.....	12
8 Framtidig utvikling	12
9 Referanser	13
Vedlegg A Avgassproduksjon og nødvendig ventilasjonshastighet i tunneler	15
Vedlegg B Spredningsberegninger for tunneler	21
Vedlegg C Trafikktall	29
Vedlegg D Resultater fra VLUFT-beregninger	33

Sammendrag og konklusjon

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra COWI AS, utført beregninger av luftforurensning for to kulverter langs E39 Sandved-Stangeland. Det er utført beregninger av produksjon av nitrogenoksider (NO_x) regnet som NO_2 og svevestøv (PM_{10}) i kulvertene, samt spredning av forurensninger fra munningene). Beregningene er basert på prognoser for trafikk tall for 2020. Resultatene fra beregningene er sammenlignet med resultater fra VLUF T-beregninger.

Beregningene er utført for trafikksituasjoner 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 kulvertmunningene er beregnet, og sammenlignet med grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet.

Konklusjon

Beregningene viser at forurensningsnivået både for PM_{10} og NO_2 fra begge kulvertene allerede ved tunnelmunningene er redusert til et nivå under grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet. Dette forutsetter imidlertid at den kulverten som ikke har separate løp for begge kjøreretningene ventileres med en hastighet på minimum 1,0 m/s.

Metoder og utslippsdata

I beregningene er det brukt samme metoder som er benyttet ved tilsvarende kulverter og tunneler andre steder. Beregningsmetodene er utviklet på grunnlag av teori og målinger.

Utslipp av svevestøv (PM_{10}) og nitrogenoksider (NO_x) er beregnet for trafikkbelastning på dagtid. Det vil være perioder på dagen med forhøyet trafikkintensitet (morgen- og ettermiddagsrush).

Inngangsparametre for modellen vil typisk være:

1. Maksimal trafikkintensitet (antall og hastighet basert på prognoser for 2020).
2. Kulvertdata (lengde, tverrsnittsareal, stigning).
3. Tungtrafikkandel (9,7%).
4. Kaldstartandel (25%).

Forurensning ved tunnelmunningene

NO_2 - og PM_{10} -konsentrasjoner i ventilasjonsluften ved munningene er beregnet for prosjekterte trafikkmengder med skiltet hastighet 90 km/h. Tabell B viser resultatet av beregningene. Munningskonsentrasjonene er beregnet ut fra Vegdirektoratets grenseverdier for tunnelluft og derav nødvendig ventilasjonshastighet. Siden det ikke er separate løp for begge kjøreretningene i den ene kulverten, vil det for denne ikke bli noen pumpevirkning fra trafikken.

Tabell A: Maksimale munningskonsentrasjoner som timemiddel ved maksimal timetrafikk.

ÅDT for tunnelene for 2020: 30 100.

Kulvert	Ventilasjons hastighet* (m/s)	Konsentrasjon	
		PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Skeiane	1,00	60,0	82,1
- Morgen mot nord	1,00	60,0	67,1
- Ettermiddag mot sør			
Gåshaugen	9,81	40,0	17,4
- Morgen mot nord	8,67	35,0	13,3
- Ettermiddag mot sør			

*For Skeiane er det nødvendig med ventilasjon (vifter). For Gåshaugen er det pumpevirksomhet for trafikken.

Ved normal trafikkavvikling er NO_x-utslippene avgjørende for nødvendig ventilasjons hastighet i kulvertene.

NO₂- og PM₁₀-konsentrasjonen reduseres med økende avstand fra tunnelmunningene. Det antas at NO₂-andelen av NO_x i utslippet fra tunnelmunningene er 7,5% ved oppoverbakke og 20% ved nedoverbakke. I beregningene er det tatt hensyn til et bakgrunnsnivå av luftforurensninger. Bakgrunnskonsentrasjonen representerer i dette tilfelle en maksimal konsentrasjon som skyldes andre kilder. I området der tunnelen er planlagt, er det regnet med et bakgrunnsnivå på 31 µg NO₂/m³ og 22 µg PM₁₀/m³.

Beregningene viser at forurensningsnivået for kulvertene allerede ved tunnelmunningene er redusert til et nivå under grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet. Dette forutsetter imidlertid at kulvertene ved Skeiane ventileres med en hastighet på minimum 1,0 m/s.

Tabell B viser nødvendig avstand fra kulvertmunnings for å komme ned på akseptable konsentrasjoner av PM₁₀ og NO₂.

Tabell B: Nødvendig spredningsavstand fra kulvertmunnings for at konsentrasjonene av PM₁₀ og NO₂ er redusert til gitte nivåer.

Kulvert	Lengde av jettfase (m)	Nødvendig spredningsavstand for å komme ned på gitte luftkvalitetsnivåer (m)		
		PM ₁₀ (50 µg/m ³)	NO ₂ (100 µg/m ³)	NO ₂ (150 µg/m ³)
Skeiane				
- Morgen mot nord	0	5	4	-
- Ettermiddag mot sør	0	5	-	-
Gåshaugen				
- Morgen mot nord	74	5	-	-
- Ettermiddag mot sør	76	3	-	-

E 39 – Sandved - Stangeland

Vurdering av luftforurensning fra kulverter

1 Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra COWI AS utført beregninger av luftforurensninger for to kulverter langs E39 Sandved - Stangeland. Det er utført beregninger av forurensningskonsentrasjoner i områdene utenfor tunnelmunningene. Beregningene er utført for trafikksituasjoner med maksimaltrafikk (morgen- og ettermiddagsrush). Resultatene fra beregningene er sammenlignet med VLUFT-beregninger.

Krav til ventilasjon og behov for utlufting og tilførsel av ventilasjonsluft er beregnet. Forurensningsbelastningen ved kulvertmunningene er beregnet for svevestøv (PM_{10}) og nitrogendioksid (NO_2). Utslippet av nitrogenoksider (NO_x) fra biltrafikk består normalt av 90% nitrogenmonoksid (NO) og ca. 10% nitrogendioksid (NO_2) på horisontal vei (7,5% i oppoverbakke og 20% i nedoverbakke). NO_2 i bileksosen gir vanligvis de høyeste forurensningskonsentrasjoner i forhold til anbefalte retningslinjer for timeverdier i uteluft og grenseverdier for luftkvalitet i tunneler. 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 utredninger (Larssen og Iversen, 1984; Larssen, 1987; Tønnesen, 1988). 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 kulvertdata, samt utslippsfaktorer for lette og tunge diesel- og bensinbiler, har vi beregnet utslipp av PM_{10} og NO_x i kulvertene.
2. Ut fra data for utslipp av NO_x er det beregnet nødvendig ventilasjonshastighet for å overholde grenseverdier i kulvertene.
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. 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 innen år 2010. For tunge dieselmotorene ble strengere avgasskrav innført allerede i 1994, mens krav til dieseldrevne personbiler og lette dieseldrevne varebiler ble innført så tidlig som 1990. Eventuelle endringer i teknologi

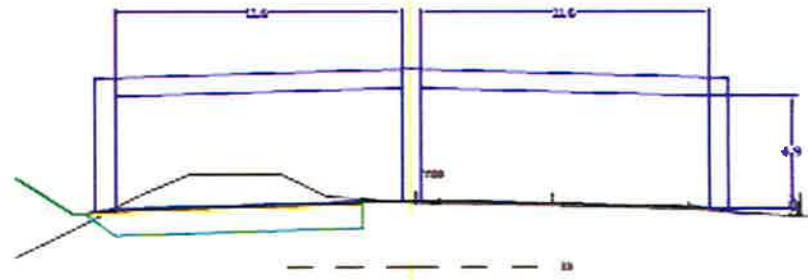
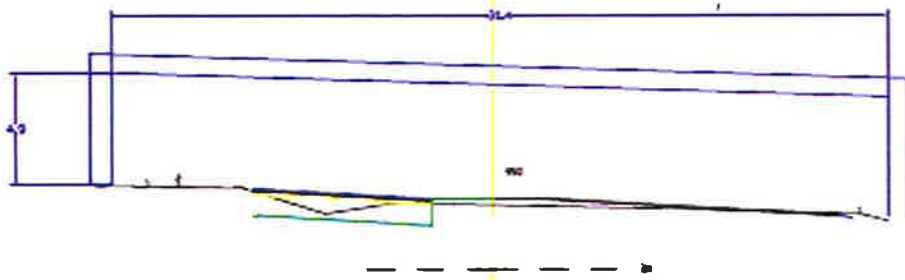
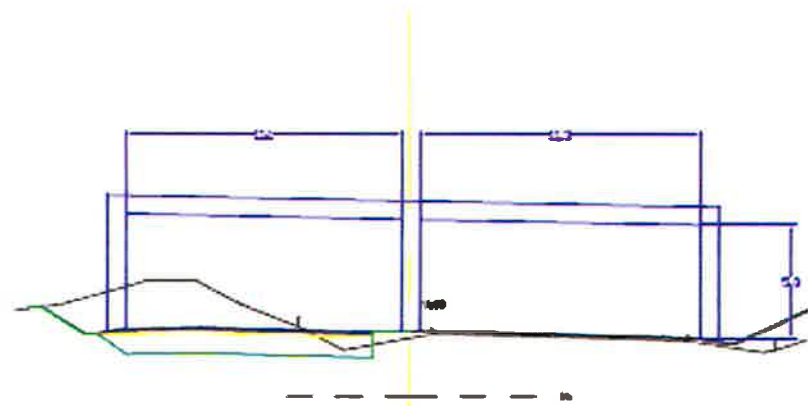
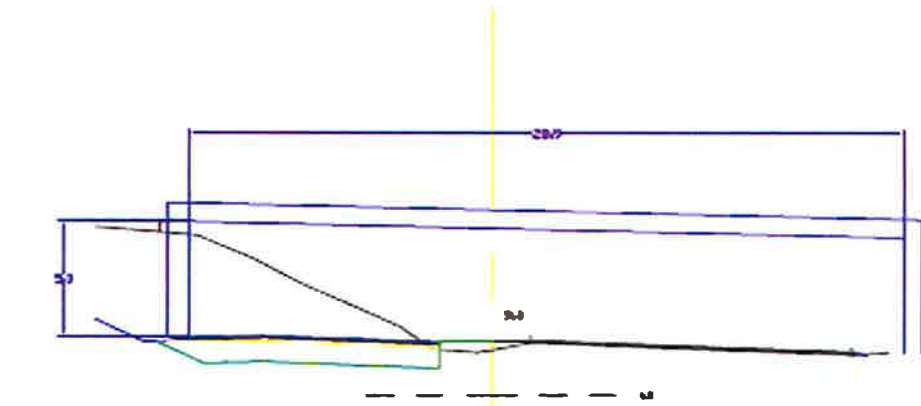
mellom 2010 og 2020 er det **ikke** tatt hensyn til. Trolig vil utslippsnivået pr. kjøretøy på dette tidspunktet være lavere enn det som er anvendt i beregningen.

3 Tunnel- og trafikkdata

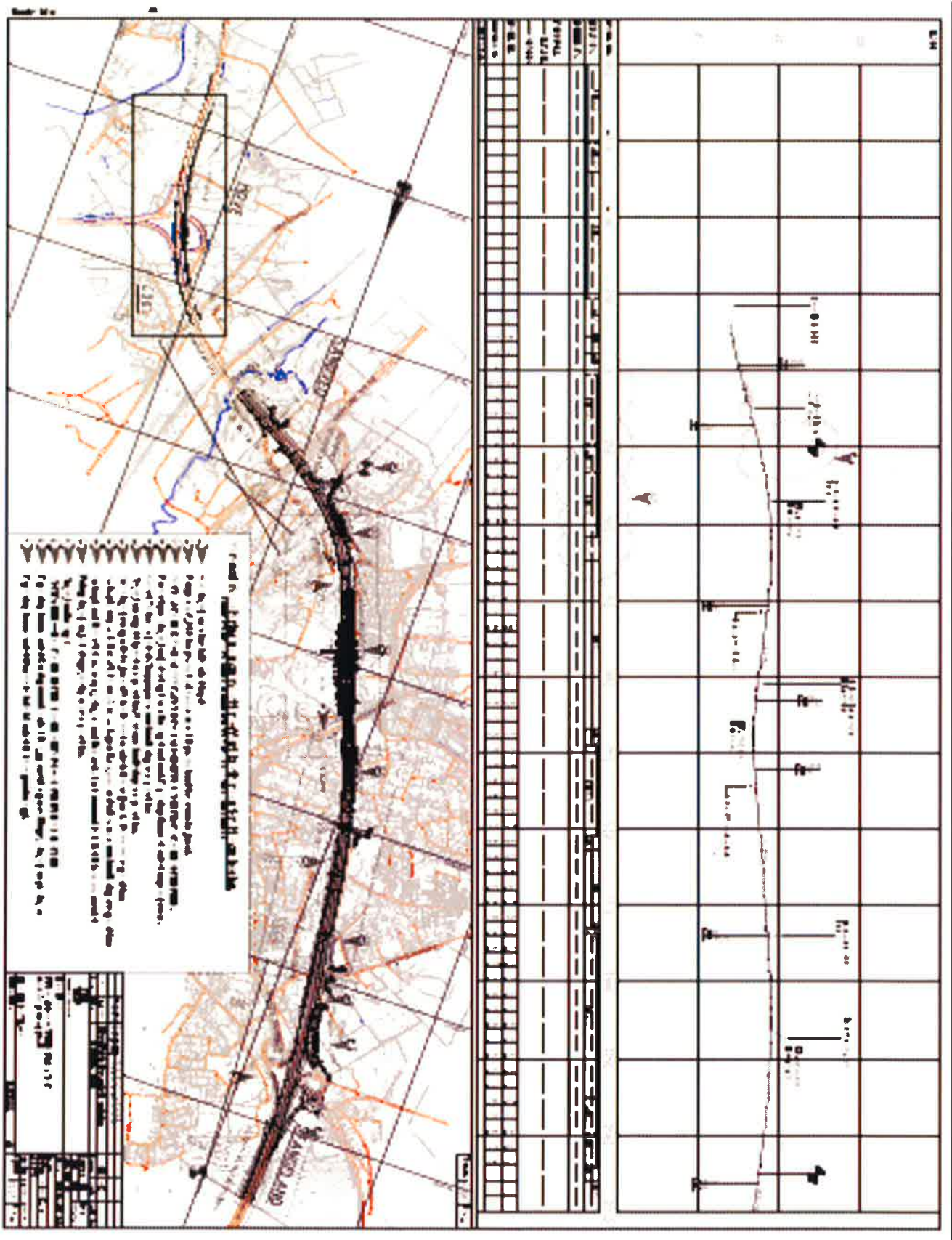
Kulvertprofil er vist i Figur 1. Nødvendige tegninger og tallmateriale angående veigeometri og sammensetning er gitt av oppdragsgiver.. Beregningene er utført med hensyn på dagtrafikk uten spesiell rushtidstrafikk for 2020 (ÅDT 30 100).

Uten separate løp for de to kjøreretningene vil det ikke bli pumpevirkning fra trafikken i den ene av de to kulvertene.

Se også Vedlegg C, trafikk tall.



Figur 1: Tunnelprofil.



Figur 2: Kulvert-trasé E-39 Sandved - Stangeland.

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 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 ₂	µg/m ³	Time	200 ¹⁾ (18)	150 ¹⁾ (8)
	µg/m ³	År	40 ¹⁾	
PM ₁₀	µg/m ³	Døgn	50 ²⁾ (35)	50 ²⁾ (25)
	µg/m ³	Døgn	50 ¹⁾ (7)	50 ¹⁾ (7)
	µg/m ³	År	40 ²⁾	
	µg/m ³	År	20 ¹⁾	

1) Skal overholdes innen 1.1.2010

2) Skal overholdes innen 1.1.2005

- 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 NO₂ og PM₁₀. Målene skal nås innen 1.1.2005 (NO₂: 1.1.2010).

5 Utslipp

Utslipp av PM₁₀ og NO_x er beregnet for tiden med størst trafikkbelastning, på dagtid med forhøyet rushtid, med følgende inngangsdata:

1. Trafikktall (ÅDT 30 100 og hastighet 90 km/h basert på prognoser for 2020).
2. Tunneldata (lengde, tverrsnittsareal, stigning).
3. Tungtrafikkandel (9,7%).
4. Kaldstartandel (25%).
5. Piggdekkandel (60%).

Resultatet av utslippsberegningene er vist i Tabell 2.

Tabell 2: Utslipp (g/s) av PM_{10} og NO_x i kulvertene, og nødvendig ventilasjonshastighet i kulvertene.

Kulvert	Nødvendig ventilasjonshastighet* (m/s)	Utslipp	
		PM_{10} (g/s)	NO_2 (g/s)
Skeiane	0,03	0,006	0,104
- Morgen mot nord	0,08	0,008	0,091
- Ettermiddag mot sør			
Gåshaugen	9,81	0,022	0,097
- Morgen mot nord	8,67	0,017	0,066
- Ettermiddag mot sør			

*For Skeiane er det nødvendig med ventilasjon (vifter). For Gåshaugen er det pumpevirking fra trafikken.

I praksis er det ikke mulig å ventilere toveiskjørt kulverter (Skeiane) med så lave ventilasjonshastigheter som det her er snakk om. Det er derfor nødvendig å øke ventilasjonshastigheten til 1,0 m/s.

En lavere dieselandel enn 10% vil gi mindre utslipp av NO_x . Vanligvis vil det være NO_x -utslippene som avgjør nødvendige luftstrøms hastigheter for å overholde grenseverdier for luftkvalitet i tunneler.

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.

6 Resultater fra spredningsberegningene

NO_2 - og PM_{10} -konsentrasjoner i ventilasjonsluften i munningene er beregnet for prosjekterte trafikkmengder og hastigheter, beregnet på trafikale prognoser for 2020. Tabell 3 viser resultatet av beregningene. Det er tatt utgangspunkt i skiltet kjørehastighet 90 km/h og ventilasjonshastighet 1,0 m/s.

Tabell 3: Maksimale munningskonsentrasjoner som timemiddel (uten bakgrunn) ved tunnelmunninger ved maksimal timetrafikk. ÅDT for tunnelene for 2020: 30 100.

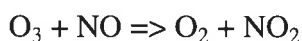
Kulvert	Ventilasjonshastighet* (m/s)	Konsentrasjon	
		PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Skeiane	1,00	60,0	82,1
- Morgen mot nord	1,00	60,0	67,1
- Ettermiddag mot sør			
Gåshaugen	9,81	40,0	17,4
- Morgen mot nord	8,67	35,0	13,3
- Ettermiddag mot sør			

*For Skeiane er det nødvendig med ventilasjon (vifter). For Gåshaugen er det pumpevirking fra trafikken.

Tabell 3 viser at forurensningskonsentrasjoner av PM₁₀ og NO₂ for Kulvertene allerede i tunnelmunningene er redusert til et nivå som er lavere enn grenseverdiene. Dette forutsetter imidlertid at kulverten ved Skeiane ventileres med lufthastighet 1,0 m/s.

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 31 µg NO₂/m³ som timemiddel og 22 µg PM₁₀/m³ som døgnmiddel.

Det er også regnet med et bakgrunnsnivå av ozon på 60 µg/m³. Ozon reagerer med nitrogenmonoksid og danner oksygen og nitrogendioksid etter ligningen:



Det teoretiske maksimalnivået for NO₂-bidrag fra andre kilder blir dermed 91µg NO₂/m³. Dette forutsetter imidlertid at det er nok O₃ til stede.

Det er ellers ikke tatt hensyn til bidrag fra andre veier i nærheten eller andre forurensningskilder fordi disse bidragene inngår i bakgrunnsnivået.

Bakgrunnskonsentrasjoner og bidrag fra tunnelene er til sammen lavere enn gjeldende grenseverdier.

Beregningene viser at forurensningsnivået for kulvertene allerede ved tunnelmunningene er redusert til et nivå under grenseverdier og Nasjonalt mål for luftkvalitet, også når man tar hensyn til andre kilder. Dette forutsetter imidlertid at kulvertene ved Skeiane ventileres med en hastighet på minimum 1,0 m/s.

Tabell 4 viser nødvendig avstand fra kulvertmunninger for å komme ned på akseptable konsentrasjoner av PM₁₀ (døgnmiddel) og NO₂ (timemiddel).

Tabell 4: Nødvendig spredningsavstand fra kulvertmunninger for at konsentrasjonene av PM₁₀ og NO₂ er redusert til gitte nivåer.

Kulvert	Lengde av jettfase (m)	Nødvendig spredningsavstand for å komme ned på gitte luftkvalitetsnivåer (m)		
		PM ₁₀ (50 µg/m ³)	NO ₂ (100 µg/m ³)	NO ₂ (150 µg/m ³)
Skeiane				
- Morgen mot nord	0	5	4	-
- Ettermiddag mot sør	0	5	-	-
Gåshaugen				
- Morgen mot nord	74	5	-	-
- Ettermiddag mot sør	76	3	-	-

7 Resultater fra spredningsberegningene, sammenlignet med resultater fra VLUFT-beregninger

Beregning av forurensning fra kulvertene er sammenlignet med beregninger utført med VLUFT for den samme vegparsellen. VLUFT- beregningene viser fem eiendommer ved Gåshaugen som har et konsentrasjonsnivå over Nasjonalt mål for luftkvalitet (PM₁₀). Fire av disse ligger såpass langt fra kulvert-munningen at de åpenbart vil få et eksponeringsnivå for PM10 på størrelse med bakgrunnskonsentrasjonen i VLUFT etter at kulverten er bygget. Den siste, Gåshaugen 14, vil bli skjermet av kulverten, og få et lavere belastningsnivå med kulvert enn uten. Konsentrasjonen som skyldes utslipp og spredning fra kulvertmunning sammen med generell bakgrunnsbelastning er klart lavere enn Nasjonalt mål. Bidraget fra veg i dagen utenfor (nordover fra) kulvertmunningen er sannsynligvis for lite til at Nasjonalt mål blir overskredet, særlig på grunn av at den aktuelle vindretningen (nordvest) har lav forekomst av svak vind.

8 Framtidig utvikling

Alle nye personbiler solgt etter 1989 er utstyrt med treveis katalysator. Strengere avgasskrav til dieseldrevne personbiler ble innført i 1990, og tynge dieseldrevne biler fikk strengere avgasskrav i 1994. Det var tidligere forventet en årlig utskifting av bilparken til katalysatorbiler på 7%, regnet fra 1989, men nybilsalget fra 1988 til nå har vært lavere enn antatt. Dette innebærer allikevel antagelig at tilnærmet alle bilene vil ha katalysator i 2010.

Avgasskrav til dieseldrevne lastebiler fra 1994 vil etter hvert redusere NO_x (og NO₂)-utslipp fra slike biler. Med halvert NO_x-utslipp fra de nye bilene, og en utskiftingstakt på 10% pr. år, vil dette motvirke en trafikkøkning på anslagsvis 2-3% pr. år.

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).
- Tønnesen, D. (1988) Vurdering av luftforurensning ved Lysakerlokket. Lillestrøm (NILU OR 14/88).

Vedlegg A

Avgassproduksjon og nødvendig ventilasjonshastighet i tunneler

•
•

M-Skeiane

BEREGNINGSÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

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

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2492.	0.11	5.10
2	2492.	0.08	-2.20
3	1120.	0.11	-5.10
4	1120.	0.08	2.20

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

10	0.006	0.326
20	0.006	0.263
30	0.006	0.241
40	0.004	0.163
50	0.004	0.142
60	0.004	0.111
70	0.005	0.109
80	0.005	0.107
90	0.006	0.104

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

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

TUNNELAREAL: 144.5 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	1.09	0.08	0.039	2.074	0.527	28.000
20	2.18	0.06	0.020	0.834	0.668	28.000
30	3.27	0.06	0.014	0.509	0.753	28.000
40	4.36	0.04	0.007	0.258	0.771	28.000
50	5.45	0.04	0.005	0.181	0.821	28.000
60	6.54	0.03	0.004	0.117	0.999	28.000
70	7.63	0.03	0.004	0.099	1.162	28.000
80	8.72	0.03	0.004	0.085	1.327	28.000
90	9.81	0.03	0.004	0.074	1.500	27.383

M-Gashaugen

BEREGNINGÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

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

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2492.	0.09	-2.20
2	2492.	0.21	1.50

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

10	0.007	0.345
20	0.008	0.275
30	0.009	0.245
40	0.008	0.160
50	0.009	0.133
60	0.011	0.102
70	0.015	0.100
80	0.018	0.098
90	0.022	0.097

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

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

TUNNELAREAL: 56.5 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	1.09	0.22	0.112	5.600	0.560	28.000
20	2.18	0.17	0.062	2.235	0.775	28.000
30	3.27	0.15	0.048	1.327	1.006	28.000
40	4.36	0.10	0.033	0.648	1.405	28.000
50	5.45	0.11	0.031	0.434	1.500	21.208
60	6.54	0.13	0.031	0.276	1.500	13.470
70	7.63	0.17	0.034	0.232	1.500	10.317
80	8.72	0.21	0.037	0.200	1.500	8.176
90	9.81	0.26	0.040	0.174	1.500	6.567

E-Skeiane

BEREGNINGSÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

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

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1662.	0.11	5.10
2	1662.	0.08	-2.20
3	1950.	0.11	-5.10
4	1950.	0.08	2.20

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

10	0.006	0.305
20	0.006	0.242
30	0.007	0.215
40	0.005	0.141
50	0.005	0.123
60	0.005	0.095
70	0.006	0.094
80	0.007	0.093
90	0.008	0.091

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

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

TUNNELAREAL: 153.9 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	0.96	0.07	0.042	2.059	0.566	28.000
20	1.93	0.06	0.022	0.815	0.740	28.000
30	2.89	0.05	0.015	0.484	0.876	28.000
40	3.85	0.03	0.008	0.238	0.982	28.000
50	4.82	0.03	0.007	0.165	1.122	28.000
60	5.78	0.02	0.006	0.106	1.484	28.000
70	6.75	0.03	0.006	0.090	1.500	23.514
80	7.71	0.03	0.006	0.078	1.500	19.927
90	8.67	0.04	0.006	0.068	1.500	16.771

E-Gashaugen

BEREGNINGSÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

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

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1950.	0.09	2.20
2	1950.	0.21	-1.50

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

10	0.005	0.250
20	0.006	0.195
30	0.007	0.170
40	0.006	0.108
50	0.007	0.089
60	0.009	0.068
70	0.011	0.067
80	0.014	0.066
90	0.017	0.066

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

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

TUNNELAREAL: 56.8 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	0.96	0.16	0.099	4.573	0.603	28.000
20	1.93	0.12	0.054	1.781	0.855	28.000
30	2.89	0.11	0.042	1.034	1.136	28.000
40	3.85	0.07	0.029	0.491	1.500	25.738
50	4.82	0.09	0.027	0.326	1.500	18.101
60	5.78	0.10	0.027	0.208	1.500	11.521
70	6.75	0.13	0.030	0.175	1.500	8.830
80	7.71	0.17	0.032	0.151	1.500	7.027
90	8.67	0.20	0.035	0.133	1.500	5.696

Vedlegg B

Spredningsberegninger for tunneler

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 1.0 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 144.5 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 82.1 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.0 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 31.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 0.0 m

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

Konsentrasjon (ug/m ³)	Avstand (m)
100.0	3.8
150.0	-1.0
200.0	-1.0
250.0	-1.0

Program TUNALL

Vindhastighet : 1.0 m/s
 Vindhastighet korrigert : 0.4 m/s
 Tunnel ventilasjon Jet hastighet : 9.8 m/s
 Areal av tunnelåpningen : 56.5 m²
 Timemiddelkons. i tunnelåpningen : 17.4 ug/m³
 Største høyde (gulv-tak) i tunnel: 5.0 m
 Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon: 31.0 ug/m³
 Avstand til slutten av Jet-fasen : 73.8 m

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

Konsentrasjon (ug/m ³)	Avstand (m)
100.0	-1.0
150.0	-1.0
200.0	-1.0
250.0	-1.0

Program TUNALL

Vindhastighet	:	1.0 m/s
Vindhastighet korrigert	:	0.4 m/s
Tunnel ventilasjon Jet hastighet :		1.0 m/s
Areal av tunnelåpningen	:	153.9 m ²
Timemiddelkons. i tunnelåpningen :		67.1 ug/m ³
Største høyde (gulv-tak) i tunnel:		4.9 m
Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon:		31.0 ug/m ³
Avstand til slutten av Jet-fasen :		0.0 m

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

Konsentrasjon (ug/m ³)	Avstand (m)
100.0	-1.0
150.0	-1.0
200.0	-1.0
250.0	-1.0

Program TUNALL

Vindhastighet	:	1.0 m/s
Vindhastighet korrigert	:	0.4 m/s
Tunnel ventilasjon Jet hastighet :		8.7 m/s
Areal av tunnelåpningen	:	56.8 m ²
Timemiddelkons. i tunnelåpningen :		13.3 ug/m ³
Største høyde (gulv-tak) i tunnel:		4.9 m
Timemiddel bakgrunnskonsentrasjon:		31.0 ug/m ³
Avstand til slutten av Jet-fasen :		76.3 m

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

Konsentrasjon (ug/m ³)	Avstand (m)
100.0	-1.0
150.0	-1.0
200.0	-1.0
250.0	-1.0

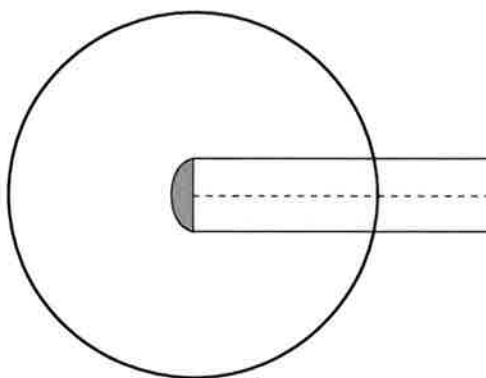
Generelt om spredning av luftforurensning fra tunnelmunninger

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 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 trafikk-avvikling.

Spredning av luftforurensninger fra en tunnelmunning vil altså normalt være drevet av vifter i tunnelen ved toveiskjorte tunneler, men av en pumpevirkning fra trafikken selv i enveiskjorte 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.

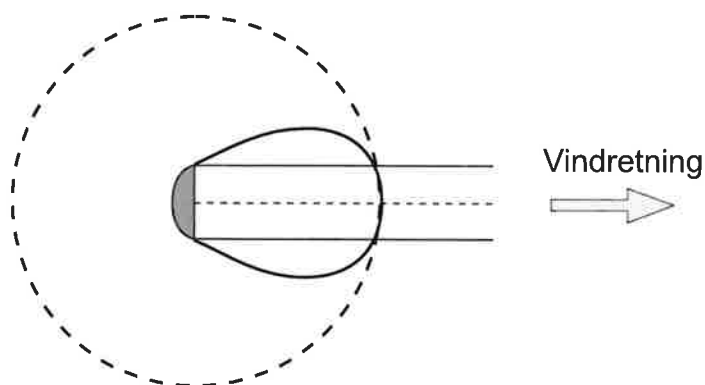
Dersom ventilasjonshastigheten i tunnelmunningen er lavere enn ca 3 m/s, vil maksimalutbredelsen av gitte konsentrasjoner fra tunnelmunningen kunne beskrives som en sirkel med sentrum i tunnelmunningen som vist i Figur A.



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

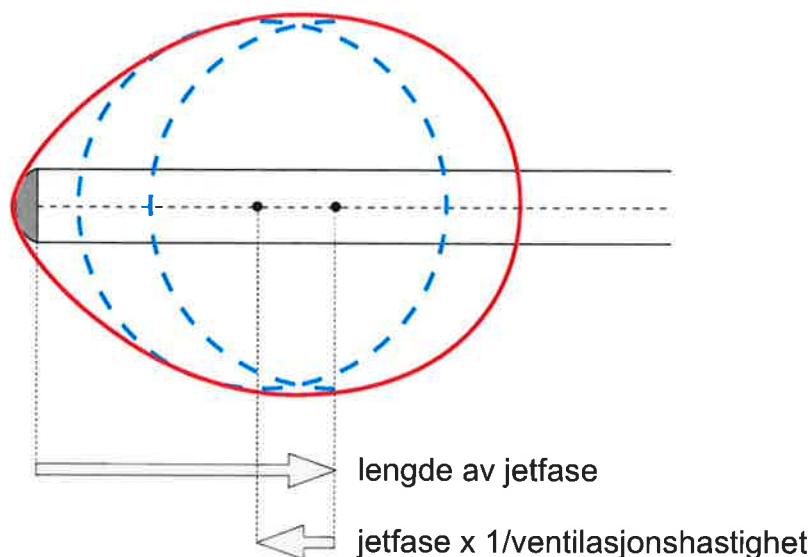
B hvordan utbredelsen av luftforurensninger vil være i et gitt tilfelle med vind fra vest.



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

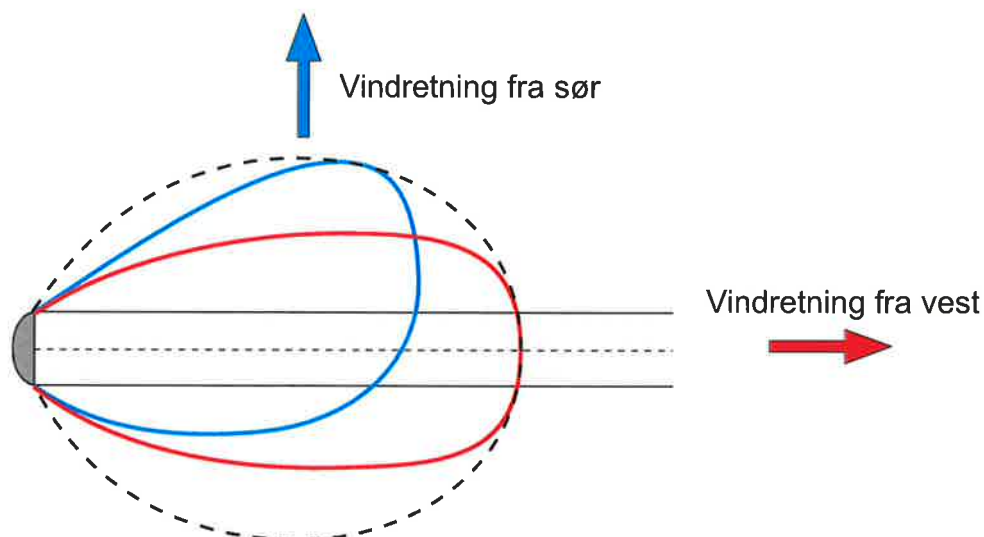
Dersom ventilasjonshastigheten i tunnelmunningen er ca 3 m/s eller høyere, vil det dannes en jetfase. Lengden av jettefasen viser hvor langt ut fra tunnelmunningen forurensningene blir sendt før jettefasen går i oppløsning og den vind-drevne spredningen overtar.

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 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.

Vedlegg C

Trafikktall

I Tunneldata

- Lengde. Pr350-540=190m og Pr1 100-1400=300m
- Stigning. Jfr. B-tegn, sendt tidligere.
- Profil for munnings. Er det tverrsnitt for kulvertene eller terrengprofil utenfor kulverten du trenger? og i så fall hvor mange profil?
- Enveis- eller toveis trafikk i tunnelene. Enveistrafikk der vi får skillevegg mellom kjørebanelene. Pr350-540 blir det ikke skillevegg.

II Trafikkdata

- Årsdøgntrafikk. ÅDT=30100
- Antall kjøretøy i makstime og retningsfordeling. 12% av 30100 er 3612 kj/t. Iflg. trafikkanalysen blir trafikken i morgen- og ettermiddagsrushet like stor, men retningsfordelingen varierer; 69% mot nord i morgenrushet og 54% mot sør i ettermiddagsrushet.
- Hastighet for begge retninger i makstime. 90 km/t
- Tungtrafikkandel (%). 9,7% tunge.
- Andel biler med kald motor (%). Gkl. 1 fra VLUFT.
- Andel dieseldrevne personbiler (%). 10%.

III Beregningsår (for hvilket år skal beregningene utføres)

År for beregninger. 2020

Vedlegg D

Resultater fra VLUFT-beregninger



Rapport: LUFT - HOVEDTALL

Totaltall med beregningsforutsetninger og resultater fordelt på funksjon og kategori

Beregning

Beskrivelse:	E39 Hove Stangeland. Dagens veg.		
Alternativ:	0	Vegnett:	
Beregningsår:	2020	Personer pr boenhet:	2,34
Fylke:	Rogaland	Etasjehøyde (m):	2,60
Beregning omfatter:	Trafikkmaskin: Nei	Trafikkarbeid (kjtkm):	Tett: 0
	Sekundærvegnett: Nei		M.tett: 0
	Eksposering: Ja		Spredt: 0
Ber.avst støv (m):	5	Lengde vegnett (km):	6,0
Årlig trafikkvekst:	1,000	Andel piggfritt (m):	0,60
		Ber.avst PM ₁₀ ,CO,NO ₂ (m):	5

Bakgrunnsatlas, maks. korrigert

Sone	Qty	NO ₂	CO	PM ₁₀	O ₃
1	1	4	0	8	63
1	2	9	0	11	63
1	3	12	0	14	63
2	1	4	0	14	63
2	2	18	2	19	63
2	3	28	3	33	63
3	1	4	0	14	63
3	2	31	3	22	63
3	3	49	4	44	63

Kaldstartatlas

Gkl	Kaldstartandel %
1	25,0
2	28,8
3	32,5
4	20,8
5	17,5

Totale utslipp (Tonn/år)

CO	CO ₂	NO _x
31	5.622	16

Totalt

Antall pers:

655

Pers. eksp. for CO:	≥8mg/m ³ 0	8-14 mg/m ³ 0	15-24 mg/m ³ 0	≥25 mg/m ³ 0	
Pers. eksp. for NO ₂ :	≥100 µg/m ³ 28	100-199 µg/m ³ 28	200-349 µg/m ³ 0	350-399 µg/m ³ 0	≥400 µg/m ³ 0
Pers. eksp. for PM ₁₀ :	≥35 µg/m ³ 613	35-199 µg/m ³ 613	200-299 µg/m ³ 0	≥300 µg/m ³ 0	
SFTs luft-kvalitetskriterier		Nasjonale mål (prosentilverdier)			
Pers. eksp. for CO:	≥15 mg/m ³ 0				
Pers. eksp. for NO ₂ :	≥100 µg/m ³ 28	≥150µg/m ³ 8x pr. år		0	
Pers. eksp. for PM ₁₀ :	≥35 µg/m ³ 613	≥50 µg/m ³ 25x pr. år	≥50 µg/m ³ 7x pr. år	7	

* Konsentrasjoner er for CO og NO₂ timemiddel, PM₁₀ døgnmiddel

Boenheter

Antall boenheter:

280

Antall pers:

655

	$\geq 8 \text{ mg/m}^3$	8-14 mg/m^3	15-24 mg/m^3	$\geq 25 \text{ mg/m}^3$	
CO**:	0 0	0 0	0 0	0 0	
	$\geq 100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	100-199 $\mu\text{g/m}^3$	200-349 $\mu\text{g/m}^3$	350-399 $\mu\text{g/m}^3$	$\geq 400 \text{ } \mu\text{g/m}^3$
NO ₂ **:	12 28	12 28	0 0	0 0	0 0
	$\geq 35 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	35-199 $\mu\text{g/m}^3$	200-299 $\mu\text{g/m}^3$	$\geq 300 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	
PM ₁₀ **:	262 613	262 613	0 0	0 0	
	SFTs luft- kvalitetskriterier		Nasjonale mål (prosentilverdier)		
	$\geq 15 \text{ mg/m}^3$				
CO**:	0 0				
	$\geq 100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$		$\geq 150 \mu\text{g/m}^3$ 8x pr. år		
NO ₂ **:	12 28		0 0		
	$\geq 35 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	$\geq 50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 25x pr. år (2005)		$\geq 50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 7x pr. år (2010)	
PM ₁₀ **:	262 613	3 7		3 7	

** Tall i kursiv er boenheter eller enheter, tall i fet skrift er antall personer



Rapport: LUFT - HOVEDTALL

Totaltall med beregningsforutsetninger og resultater fordelt på funksjon og kategori

Beregning

Beskrivelse:	E39 Hove Stangeland. Utvidet veg.		
Alternativ:	0	Vegnett:	
Beregningsår:	2020	Personer pr boenhet:	2,34
Fylke:	Rogaland	Etasjehøyde (m):	2,60
Beregning omfatter:	Trafikkmaskin: Nei	Trafikkarbeid (kjtkm):	Tett: 0
	Sekundærvegnett: Nei		M.tett: 0
	Eksposering: Ja		Spredt: 0
Ber.avst støv (m):	5	Lengde vegnett (km):	6,0
Årlig trafikkvekst:	1,000	Andel piggfritt (m):	0,60
		Ber.avst PM ₁₀ ,CO,NO ₂ (m):	5

Bakgrunnsatlas, maks. korrigert

Sone	Qtv	NO ₂	CO	PM ₁₀	O ₃
1	1	4	0	8	63
1	2	9	0	11	63
1	3	12	0	14	63
2	1	4	0	14	63
2	2	18	2	19	63
2	3	28	3	33	63
3	1	4	0	14	63
3	2	31	3	22	63
3	3	49	4	44	63

Kaldstartatlas

Gkl	Kaldstartandel %
1	25,0
2	28,8
3	32,5
4	20,8
5	17,5

Totale utslipp (Tonn/år)

CO	CO ₂	NO _x
31	5.622	16

Totalt

	Antall pers:				655
Pers. eksp. for CO:	≥8mg/m ³	8-14 mg/m ³	15-24 mg/m ³	≥25 mg/m ³	
	0	0	0	0	
Pers. eksp. for NO ₂ :	≥100 µg/m ³	100-199 µg/m ³	200-349 µg/m ³	350-399 µg/m ³	≥400 µg/m ³
	14	14	0	0	0
Pers. eksp. for PM ₁₀ :	≥35 µg/m ³	35-199 µg/m ³	200-299 µg/m ³	≥300 µg/m ³	
	578	578	0	0	
	SFTs luftkvalitetskriterier		Nasjonale mål (prosentilverdier)		
Pers. eksp. for CO:	≥15 mg/m ³				
	0				
Pers. eksp. for NO ₂ :	≥100 µg/m ³	≥150µg/m ³ 8x pr. år			
	14	0			
Pers. eksp. for PM ₁₀ :	≥35 µg/m ³	≥50 µg/m ³ 25x pr. år	≥50 µg/m ³ 7x pr. år		
	578	9	12		

* Konsentrasjoner er for CO og NO₂ timemiddel, PM₁₀ døgnmiddel

Boenheter		Antall boenheter:		280		Antall pers:		655	
CO**:	$\geq 8 \text{ mg/m}^3$	8-14 mg/m^3	15-24 mg/m^3	$\geq 25 \text{ mg/m}^3$					
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂ **:	$\geq 100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	100-199 $\mu\text{g/m}^3$	200-349 $\mu\text{g/m}^3$	350-399 $\mu\text{g/m}^3$	$\geq 400 \text{ } \mu\text{g/m}^3$				
	6	14	0	0	0	0	0	0	0
PM ₁₀ **:	$\geq 35 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	35-199 $\mu\text{g/m}^3$	200-299 $\mu\text{g/m}^3$	$\geq 300 \text{ } \mu\text{g/m}^3$					
	247	578	0	0	0	0	0	0	0
	SFTs luft- kvalitetskriterier		Nasjonale mål (prosentilverdier)						
CO**:	$\geq 15 \text{ mg/m}^3$								
	0	0							
NO ₂ **:	$\geq 100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$		$\geq 150 \mu\text{g/m}^3$ 8x pr. år						
	6	14	0	0					
PM ₁₀ **:	$\geq 35 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	$\geq 50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 25x pr. år (2005)		$\geq 50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 7x pr. år (2010)					
	247	578	4	9	5	12			
** Tall i kursiv er boenheter eller enheter, tall i fet skrift er antall personer									



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAFFORT	RAPPORT NR. OR 59/2006	ISBN 82-425-1784-3 ISSN 0807-7207	
DATO 18.09.06	ANSV. SIGN. Gunnar Jordfeldt	ANT. SIDER 38	PRIS NOK 150,-
TITTEL E 39 – Sandved - Stangeland Vurdering av luftforurensning fra kulverter		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-106089	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk og Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Knut Ekseth	
OPPDRAKSGIVER COWI AS Postboks 6051, Postterminalen 5892 BERGEN			
Kulvert	Forurensning	Spredningsberegninger	
REFERAT Spredningsberegninger for E39 Sandved-Stangeland, basert på trafikkprognoser for 2020. Det er beregnet maksimale konsentrasjoner av PM ₁₀ og NO _x i kulvertene, og det er beregnet minste tilstrekkelig ventilasjonshastighet i kulvertene for å overholde grenseverdier for luftkvalitet i kulvertene. Konsentrasjonene er sammenlignet med Nasjonalt mål og grenseverdier for luftkvalitet. Ingen overskridelse av grenseverdier ved ventilasjonshastighet 1,0 m/s.			
TITLE Air pollution from E39 culverts at Sandved-Stangeland.			
ABSTRACT Dispersion calculations for culverts at E39 Sandved-Stangeland, based upon traffical prognosis for 2020. No exceedance of limit values will occur with ventilation of culverts at 1.0 m/s.			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres