

NILU OR: 19/92

NILU OR : 19/92
REFERANSE : O-1477
DATO : MAI 1992
ISBN : 82-425-0351-6

Hovedvei øst-vest i Arendal

Luftforurensninger fra tunneler

F. Gram

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING	3
2 METODER	3
2.1 Beregning av utslipp i tunneler	3
2.2 Beregning av konsentrasjoner i og utenfor tun- nelene	5
3 GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET OG KRAV TIL TUNNELLUFT	5
4 TUNNEL- OG TRAFIKKDATA	6
5 UTSLIPPSTALL OG TUNNELVENTILASJON	8
5.1 Utslipp	8
5.2 Ventilasjon	9
6 FORURENSNING VED TUNNELMUNNINGENE	11
6.1 Parkvn, alternativ 2	11
6.2 Blødekjær, alternativ 1	13
6.3 Myrene, alternativ 1	14
6.4 Torvet	16
7 REFERANSER	16

SAMMENDRAG

Vegkontoret i Aust-Agder holder på med hovedplanlegging av ny øst- vest-forbindelse i Arendal. I denne forbindelse har hovedkonsulenten Samfunnsteknikk A.S bedt NILU utføre vurderinger av luftforurensninger i forbindelse med tunnelene. Hovedvekten er lagt på alternativ 1, men også alternativene 2 og 3 er undersøkt.

Beregningene er basert på data fra oppdragsgiver, og viser bl.a.:

- Trafikken i tunnelene vil være liten, men på grunn av at tunnelene har toveis trafikk kan en ikke dra nytte av ventilasjon via trafikens pumpevirking.
- Tunnelene som munner ut i Parkvn-Blødekjær bør ventileres slik at utslippet fra tunnelene ikke slippes ut her.
- Ved tunnelmunningen ved Myrene i alternativ 1 vil en ventilasjonshastighet på 1 m/s være tilstrekkelig til å overholde grenseverdien for NO₂ i uteluft ved de nærmeste bygningene. CO-normen er også overholdt da.
- For å overholde grenseverdien for NO₂ ved Torvet vil det være nødvendig med ventilasjon mot Barbudalen, der utluftningen er bedre.

HOVEDVEI ØST-VEST I ARENDAL

LUFTFORURENSNINGER FRA TUNNELER

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Samfunnsteknikk A.S. utført vurderinger av luftforurensninger i forbindelse med tunnelene som er planlagt i forbindelse med utbyggingen av ny hovedforbindelse øst-vest i Arendal. Beregningene er utført for ettermiddagsrushet. Krav til tunnelventilasjon og behov for utlufting og tilførsel av ventilasjonsluft er beregnet for normal rushtrafikk og for dårlig trafikkavvikling. Vurderingene er basert på beregninger av konsentrasjoner av stoffene karbonmonoksid (CO) og nitrogendioksid (NO₂).

I hovedplanen har plangruppen gått inn for at alternativ 1 skal velges. I denne rapporten har derfor hovedvekten vært lagt på dette alternativet, men også forholdene ved de andre tunnelene er vurdert.

2 METODER

I beregningene er det benyttet samme metoder som ved tidligere tunnelutredninger utført ved NILU (eks.: Larssen, 1987, Larssen et.al. 1988, Gram 1989, Sørli og Tønnesen 1990).

2.1 BEREGNING AV UTSLIPP I TUNNELER

Forurensningsproduksjonen i tunnelen beregnes ut fra trafikkprognoser og utslippsfaktorer for lette og tunge bensin- og dieseldrevne kjøretøyer. De utslippsfaktorer NILU benytter er basert på de som benyttes i Nordisk beregningsmetode for bilavgasser (Larssen, 1984), samt på resultater fra utslippsmålinger

foretatt ved Bilavgaslaboratoriet ved Statens Naturvårdsverk i Sverige når det gjelder kjøring i stigning.

CO, NO_x eller NO₂ benyttes som indikatorstoffer for forurensning fra biler fordi disse gassene gir de høyeste forureningskonsentrasjoner i forhold til anbefalte grenseverdier for luftkvalitet, se kapittel 3.

Forurensningsutslippet er sammensatt av utslipp fra bensin- og dieselkjøretøyer, og varierer på en komplisert måte med både hastighet og stigning. CO-utslippet fra bensinbiler øker sterkt når hastigheten går ned, mens CO-utslippet fra dieserbiler er lite. NO_x-utslippet fra dieselkjøretøyer øker ved sterk stigning, mens i unnabakke regnes utslippet fra dieselkjøretøyer som meget lite.

Alle nye bensindrevne kjøretøyer skal fra årsmoell 1989 være utstyrt med katalysator for rensing av avgassene. Det er anslått at utslippet fra en bil med katalysator vil være 30% av utslippet fra en bensinbil uten katalysator (SFT, 1986). En bil med kald katalysator regnes å ha samme utslipp som dagens kalde biler, mens det er regnet med at varmkjørte biler med katalysator vil ha et utslipp som er 10% av dagens utslipp. For ettermiddagsrushet er det regnet med en kaldstartandel på 40% for trafikken vestover idet en kan regne med at en stor del av denne trafikken nettopp har startet opp på vei hjem. Østgående trafikk har kjørt noe lengre, og det er regnet med 25% kaldstartandel. Beregningene er utført for 1995, og det er regnet med en årlig utskiftning på 7% av bensinbilene (dette er for mye i dagens situasjon, men vi regner med at dette vil tas igjen på lengre sikt). Det er også foreslått innføring av rens tiltak for dieselkjøretøyer, men vi har ikke tatt med effekten av slike tiltak.

2.2 BEREGNING AV KONSENTRASJONER I OG UTENFOR TUNNELNE

Ut fra produksjonen av CO og NO_x beregnes den laveste ventilasjonshastighet som er nødvendig for å overholde anbefalte grenseverdier for luft i tunneler. Videre beregnes konsentrasjoner for visse andre ventilasjonshastigheter, for å illustrere ventilasjonshastighetens betydning for forholdene i og utenfor tunnelen.

Konsentrasjoner av CO og NO_x utenfor munningene beregnes ved hjelp av en spredningsmodell utviklet for formålet (Iversen, 1982). Bidraget fra nærliggende veier beregnes ved hjelp av en egnet spredningsmodell (HIWAY), modifisert ved NILU.

De beregnede NO_x-konsentrasjoner regnes om til NO₂ etter formelen

$$[\text{NO}_2] = a * [\text{NO}_x] + [\text{NO}_2]_{\text{bakgr}} + [\text{O}_3]_{\text{bakgr}}$$

Ut fra resultater fra NILUs målinger i tunneler ligger faktoren a som angir NO₂-andelen i bilutslippet mellom 3 og 20%, avhengig av trafikksammensetningen og hastigheten. I disse beregningene er det regnet med a=0,08. Det er regnet med en bakgrunnsverdi av NO₂ på 10 µg/m³ og for ozon 60 µg/m³.

Til slutt sammenliknes beregnet samlet konsentrasjon av CO og NO₂ fra munnings, veier og bakgrunn med de foreslåtte grenseverdier for luftkvalitet for CO og NO₂.

3 GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET OG KRAV TIL TUNNELLUFT

Statens Forurensningstilsyn (SFT) har foreslått grenseverdier for luftkvalitet i uteluft (SFT,1982), basert på Verdens Helseorganisasjons (WHOs) anbefalinger. Dette er et mål for den mengde forurensning som en idag mener befolkningen kan utsettes for uten at helsevirkninger forekommer. For en midlingstid på 1 time regnes det med følgende grenseverdier:

Karbonmonoksid (CO)	25 mg/m ³
Nitrogendioksid (NO ₂)	200-350 µg/m ³

Vegdirektoratet (1988) har gitt grenseverdier for CO, NO_x og NO₂ i veitunneler. Grenseverdien for CO er 250 mg/m³ ved munningen og 125 mg/m³ midt i tunnelen for tunneler som ikke er kortere enn 1 km. Grenseverdien for nitrose gasser er 15 ppm NO_x (28,2 mg/m³) eller 1,5 ppm NO₂ i munningen.

4 TUNNEL- OG TRAFIKKDATA

Figur 1 viser et kart over Arendalsområdet med de alternativene som er vurdert i hovedplanen (Samfunnsteknikk, 1986). Hovedalternativet, alternativ 1 går i en tunnel 1A fra Myrene til Blødekjær, og videre i tunnel 1B til Barbudalen. Alternativ 2 går i tunnel 2A fra Myrene, under Stintetoppen til Fjellvn., videre over Kloppene til en ny tunnel 2B til Parkvn og deretter under Håveheia til Barbudalen, tunnel 2C. Begge disse alternativer innebærer en omlegging av Fløyheitunnelen for å få en bedre kryssløsning i Barbudalen.

For alternativ 3 foreligger det to traseer for vestre del, en tunnel 3A fra Myrene under Heimdalsheia til Kloppene og videre ned Springklev, evt. med en åpen trase Myrene-Kloppene. Alternativet fortsetter med en tunnel 3B fra Blødekjær til eksisterende tunnel under Fløyheia, og kobles på denne ved hjelp av en rundkjøring inne i fjellet.

Tabell 1 viser data for de enkelte tunnelene, med timestrafikk for ettermiddagsrushet. Der tunnelene skifter stigning har det vært nødvendig å dele beregningene opp i segmenter som vist i tabellen.



Figur 1: Hovedplan for hovedveitbyggingen i Arendal.

Tabell 1: Tunneldata for Arendal. Stigningstall gjelder for hovedtrafikken vestover.

TUNNEL	Segment- lengde m	Stigning 0/00	Timestrafikk	
			Vestover	Østover
Alternativ 1				
1A vest	520	-12,0	775	400
1B øst	272	20,0	650	295
Fløyheitun, N.	80	65,0	450	140
S.	265	23,5	450	140
Alternativ 2				
2A vest	293	-50,0	815	410
2B midt	177	10,0	920	460
2C øst	117	10,0	300	225
	80	35,0		
	133	60,0		
Fløyheitun, N.	80	65,0	200	100
S.	265	23,5	200	100
Alternativ 3				
3A vest	183	-60,0	870	430
3B øst	255	70,0	230	230
Fløyheitun, N.	125	21,0	430	330
S.	230	23,5	200	100

5 UTSLIPPSTALL OG TUNNELVENTILASJON

5.1 UTSLIPP

På grunnlag av trafikk tallene i tabell 1 er det beregnet produksjonstall for CO og NO_x som vist i tabell 2. Beregningene er gjort for normalhastighet 60 km/t og for dårlig trafikkavvikling, 30 km/t. Det er her regnet med samme hastighet hele veien og i begge retninger i tunnelene. Inn mot rundkjøringer og kryss vil hastigheten normalt avta noe, likeledes i oppoverbakke. Tabell 2 viser også hvilken ventilasjonshastighet som er nødvendig i tunnelene for å overholde normene for tunnelluft, 250 mg CO/m³ og 28 mg NO_x/m³ i munningene. Det er her regnet med at all produksjonen i en tunnel skal ventileres gjennom en av tunnelåpningene. Verdiene er rundet av oppover.

Tabell 2: Utslippstall (g/s) og nødvendig ventilasjon (m/s) i tunnelene i Arendal for ettermiddagsrushet.

ALTERNATIV 1	30 km/h		60 km/h	
	CO-prod.	NO _x -prod.	CO-prod.	NO _x -prod.
1A vest	4,795	0,494	2,179	0,448
nødv. ventilasjon	0,4 m/s	0,4 m/s	0,2 m/s	0,3 m/s
1B øst	2,499	0,246	1,087	0,249
nødv. ventilasjon	0,2 m/s	0,2 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s
Fløyheitun.	2,950	0,276	1,263	0,284
nødv. ventilasjon	0,3 m/s	0,2 m/s	0,1 m/s	0,2 m/s
ALTERNATIV 2				
2A vest	2,994	0,246	1,198	0,254
nødv. ventilasjon	0,3 m/s	0,2 m/s	0,1 m/s	0,2 m/s
2B midt	2,115	0,222	0,958	0,208
nødv. ventilasjon	0,2 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s
2C øst	1,787	0,166	0,740	0,176
nødv. ventilasjon	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s
Fløyheitun.	1,126	0,106	0,481	0,113
nødv. ventilasjon	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s
ALTERNATIV 3				
3A vest	2,009	0,166	0,778	0,166
nødv. ventilasjon	0,2 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s
3B øst				
Fløyheitun, S.	2,991	0,265	1,300	0,290
Fløyheitun, N.				
nødv. ventilasjon	0,3 m/s	0,2 m/s	0,1 m/s	0,2 m/s

5.2 VENTILASJON

Ved tunneler med enveis trafikk vil selve trafikken bidra til en utluftning ved at en får med effekten av trafikkenes pumpevirking. Ved tunneler med trafikk i begge retninger motvirker de to trafikkstrømmene hverandre helt eller delvis, og en får ikke den samme pumpevirking fra trafikken. Er utslippet stort, må en sørge for den nødvendige utluftning ved hjelp av vifter. Ved flere tunneler etter hverandre vil utslippet fra en tunnel kunne komme inn som bakgrunnsluft ved den neste (kobling). Dette kan en risikere mellom tunnel 1A og 1B ved Blødekjær, og

mellom 2B og 2C ved Parkvn. Koblingen i fjell av tre tunnelsegmenter som ved 3B og Fløyheitunnelen er meget vanskelig ventilasjonsteknisk, og en kan lett risikere at luftstrømmene oppfører seg annerledes enn tenkt. I det foreliggende tilfelle er trafikken på alle tunnelene så liten at en regner med at en allikevel bør kunne unngå disse problemene.

Tabell 2 viser den lufthastigheten som er nødvendig i tunnelene for at normene for tunnelluft skal overholdes. For alle tunnelene blir kravene til montert viftekapasitet små. Tunnelene i alternativ 2 og 3 er enten så korte eller med så liten trafikk at den nødvendige ventilasjonshastighet 0,2 m/s oppnås ved naturlig utluftning eller ved at de to trafikkstrømmene er så forskjellige at en allikevel vil få en viss pumpeeffekt av trafikken.

For tunnelene i alternativ 1 vil det bli nødvendig med ekstra ventilasjon for å unngå for høye konsentrasjoner ved trafikk-kork.

For hver av tunnelene i alternativ 1 er det regnet på effekten av en trafikk-kork i veisystemet i eller utenfor tunnelene som forplanter seg gjennom tunnelen. Med en lengde på 7 m pr. kjøretøy vil det kunne være 75 biler i tunnel 1A, og disse vil stå eller trille på tomgang ned mot krysset. Med et tomgangsutslipp på 0,167 g CO/s (Vegdirektoratet, 1988) gir dette en produksjon i tunnelen på 12,41 g CO/s. Sammen med produksjonen i det motgående løpet ved 30 km/t, 1,675 g CO/s gir dette en nødvendig ventilasjonshastighet på minst 1,2 m/s. Dette kan oppnås med vifter med en kapasitet på minst 60 m³/s. For tunnel 1B får en tilsvarende en nødvendig ventilasjonshastighet på minst 0,7 m/s.

Selvom veisystemet utenfor tunnelene skal være dimensjonert til å tåle trafikken i ettermiddagsrushet, vil det ikke være til å unngå at trafikken til tider kortvarig vil stå stille i tunnelene. Varigheten kan bli lang nok til at det er nødvendig med

ventilasjon som nevnt ovenfor for å kunne overholde grenseverdiene for luftkvalitet i tunneler. Det er utslippet av CO som øker sterkt ved lave hastigheter, NO_x-utslippet endres lite med hastigheten.

6 FORURENSNING VED TUNNELMUNNINGENE

Beregningene av utslipp og konsentrasjoner i tunnelene viser lave verdier for alternativ 2 og 3. Utslippet fra tunnelene i alternativ 1 er noe høyere, og det kan være nødvendig med ekstra ventilasjon. Grenseverdiene utenfor tunnelene er imidlertid meget strengere enn tunnelkravene (faktor 10X, kfr. kapittel 3), slik at det er aktuelt å se på en eventuell belastning på omgivelsene.

Utenfor tunnelene skjer det normalt en rask fortykning ved innblanding av ren luft. Hvis veien fortsetter i en skjæring e.l. vil forurensningene ikke spres så godt til sidene, og munningskonsentrasjonene vil avta langsommere. Alle tunnelmunningene er vurdert separat, og ved de fleste vil konsentrasjonene ca. 30 m. fra munningene være redusert til under grenseverdiene. Utenfor dette området overholdes grenseverdiene. En har behandlet spesielt fire steder der det kan oppstå problemer:

Parkveien, alternativ 2

Myrene og Blødekjær, alternativ 1

Torvet

6.1 PARKVN, ALTERNATIV 2

Figur 2 viser forholdene omkring tunnelmunningene i Parkvn i alternativ 2. Veien går i en trang dal som er ca. 40 m. på det smaleste. En vil lett kunne få kobling mellom tunnelene ved at utslippet fra den ene dras inn i den neste. I tillegg får en utslippet fra den øvrige trafikken. I situasjoner med svak vind og dårlig vertikalutveksling, slik en ofte har om vinteren, vil en kunne få konsentrasjoner i Parkvn. opp mot grenseverdiene. F.eks. ved å se på utslippene fra trafikken i Parkvn/Blødekjær



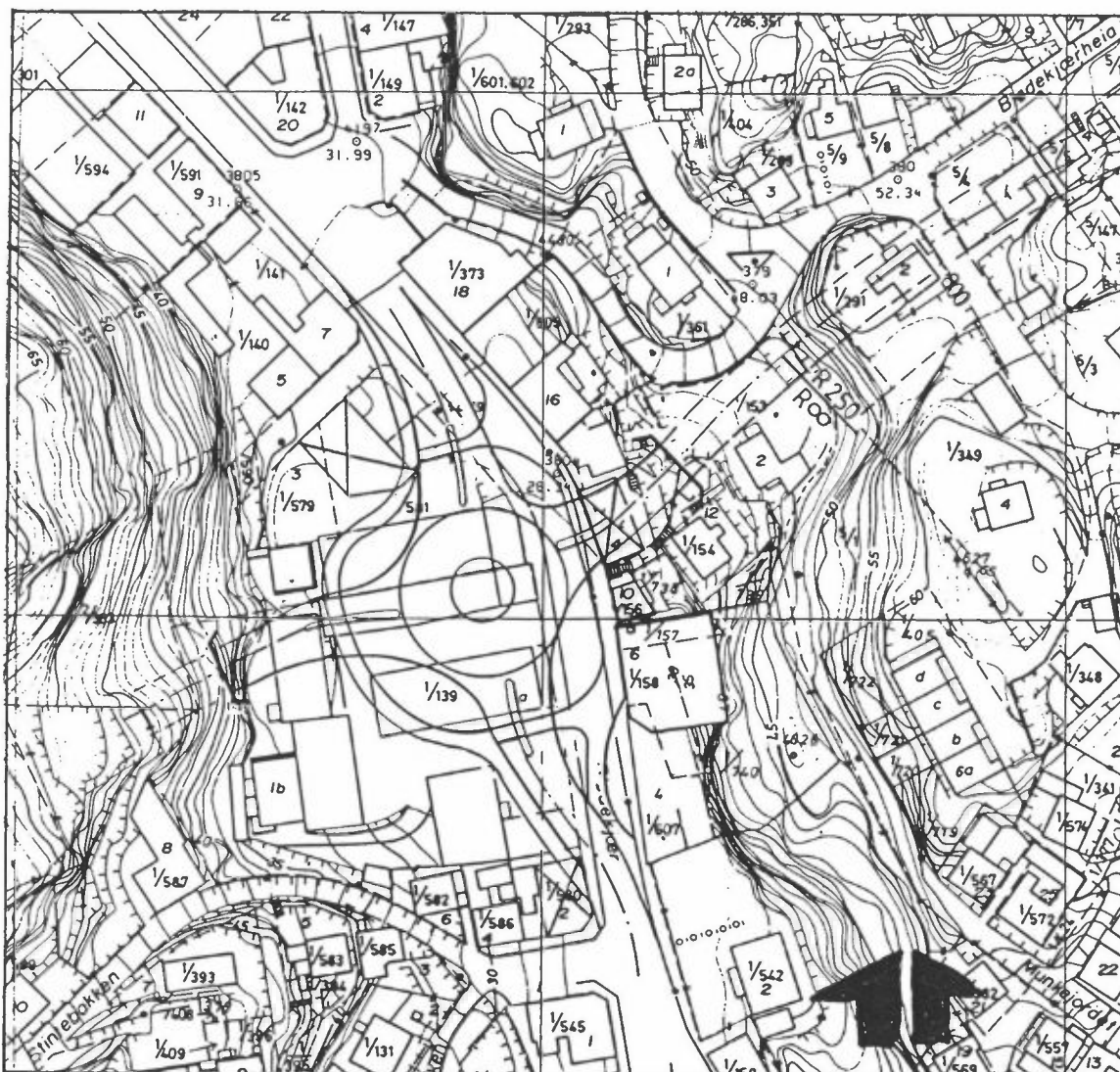
Figur 2: Alternativ 2, tunnelmunningene i Parkvn.

de nærmeste 200 m sør for rundkjøringen sammen med utslippene fra tunnelene, vil en ved sønnavind 0,5 m/s og stabil luft få konsentrasjoner på 15 mg CO/m³ og 275 µg NO₂/m³. Disse høye verdiene skyldes vesentlig at utslippet skjer i en trang dal.

Tunnellene bør ventileres fra Parkvn. Det vil være nok med en viftekapasitet til å opprettholde en luftstrøm på 0,5 m/s. Overholdelse av grenseverdiene innen tunnelene krever altså ikke ventilasjon, men forholdene rundt utslippsstedet er meget spesielle, og disse krever tiltak.

6.2 BLØDEKJÆR, ALTERNATIV 1

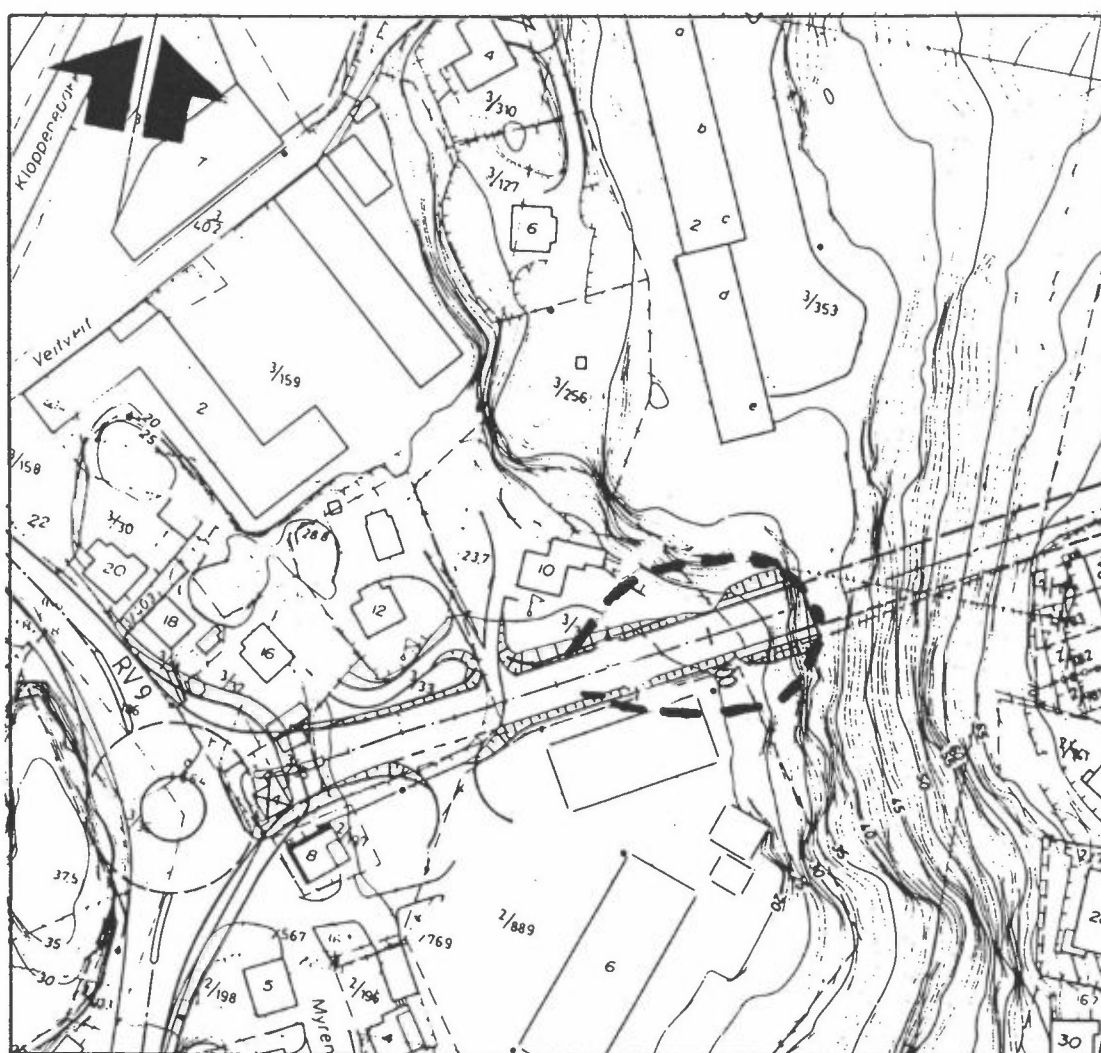
Figur 3 viser omgivelsene ved tunnelmunningene ved Blødekjær i alternativ 1. Vi er i samme dal som ved Parkvn, alternativ 2. Dalen er litt åpnere her, men det er den samme problematikken som gjelder, hvis en kan sikre seg mot tunnelutslippene vil en kunne overholde grenseverdiene utenfor tunnelen. Som tidligere nevnt er det nødvendig med en viss ventilasjon for å overholde normene for luftkvaliteten i tunneler. Ved å ventilere tunnel 1B mot Barbudalen vil utslippene komme til et område med bedre utluftningsforhold og større avstand til bygninger. Tunnel 1A bør tilsvarende ventileres mot Myrene. Forholdene der behandles separat.



Figur 3: Tunnelomgivelsene ved Blødekjær, alternativ 1.

6.3 MYRENE, ALTERNATIV 1

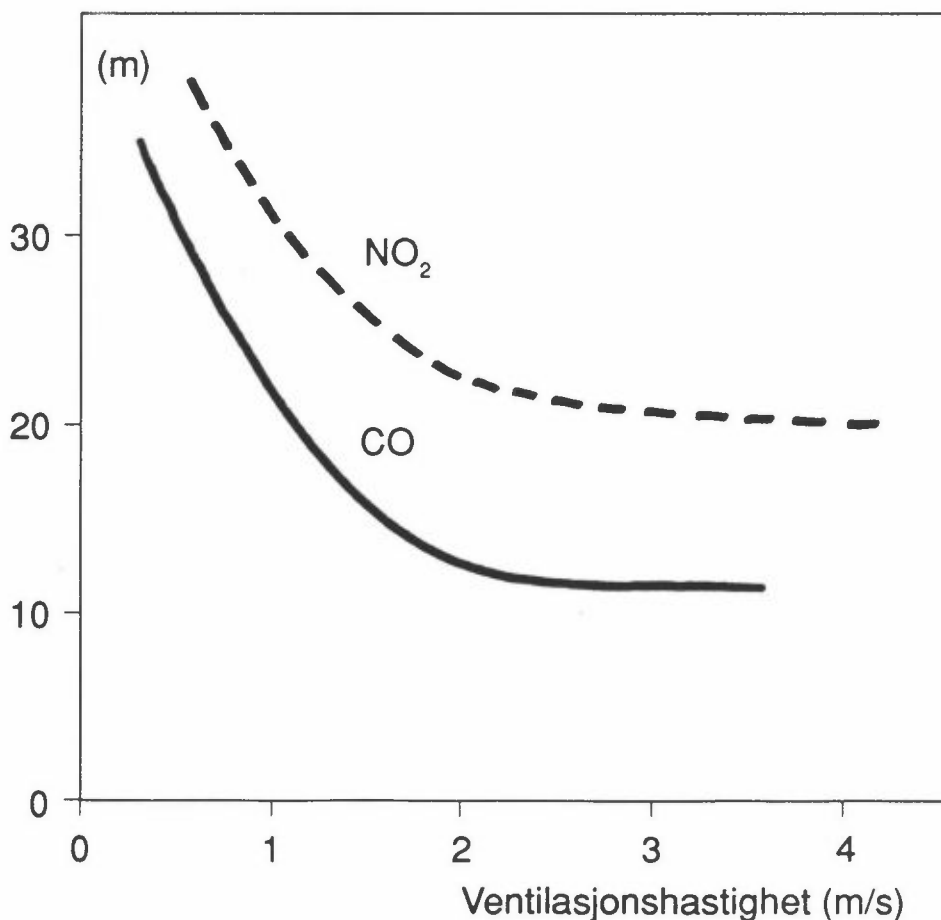
Figur 4 viser omgivelsene ved den planlagte tunnelmunningen ved Myrene i alternativ 1. Tunnelmunningen ligger ca. 120 m. fra den planlagte rundkjøringen ved Rv 9. Rundt denne strekningen ligger det noe eldre småhusbebyggelse, ellers er det idag mest enkle lagerbygninger. Ved en ventilasjonshastighet på 1 m/s vil en i ettermiddagsrushet med 30 km/h ha en sone på 30 m utenfor munningen med overskridelser, forøvrig vil en være under kravene til luftkvalitet for uteluft, både for CO og NO₂. I figuren er det tegnet inn et område der overskridelse av grenseverdiene for NO₂ kan forekomme, området for CO er mindre.



Figur 4: Sone ved Myrene der overskridelse av grenseverdiene for NO₂ kan forekomme.

En ventilasjonshastighet på 1 m/s gir en munningskonsentrasjon av NO_2 på vel 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved dårlig trafikkavvikling (<30 km/h) og høyere enn dette ved trafikk-stans. Dette må regnes som svært høye konsentrasjoner i oppholdsområder. For å sikre seg mot for høye konsentrasjoner i nærheten av munningen bør en lufthastighet på 2 m/s opprettholdes i rushtidene.

Figur 5 viser avstanden fra tunnelmunningen til der en ikke lenger vil få overskridelse av grenseverdiene for CO og NO_2 i uteluft, som funksjon av ventilasjonshastigheten i tunnelen. Ved lufthastigheter på over ca. 2,5 m/s vil tunnel-luften ha en jet-effekt slik at de kommer ut et stykke fra munningen før den egentlige spredningen begynner. Samtidig vil munningskonsentrasjonen starte med en lavere verdi. En ser at det er grenseverdiene for NO_2 som overskrides først.



Figur 5: Nødvendig ventilasjonshastighet for å overholde grenseverdiene for NO_2 og CO ved Myrene.

6.4 TORVET

Utslippet fra Fløyheitunnelen kommer idag rett ut på Torvet i Arendal. Det er ingen ventilasjon i tunnelen, selv om den også benyttes av fotgjengere og syklister. For så korte tunneler skiller ikke normene mellom tunneler som er åpne eller stengt for fotgjengere og syklister. Med dagens trafikk regner en med at en også idag vil kunne måle timesmiddelverdier av NO₂ opp mot normene på Torvet. I gatesystemet rundt Torvet kan en regne med at det er dårlige utluftningsmuligheter, selv om det ikke er så langt til havnen i Pollen.

Kapittel 5 viser at det er nødvendig med ventilasjon i tunnelen for å overholde grenseverdiene for luftkvalitet i tunneler. Denne ventilasjonen bør skje til Barbudalen der utluftningsforholdene og belastningen er gunstigst.

Hvis gjennomgangstrafikken langs Langbrygga blir stengt vil en kunne forvente en økning i trafikkstrømmen gjennom Fløyheitunnelen, men dette er det ikke sett på i denne forbindelse.

7 REFERANSER

Gram, F. (1989) E-76-utbyggingen i Drammen. Forurensningsforhold i og utenfor Sundland- og Strømsås-tunnelene. Lillestrøm (NILU OR 34/89).

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

Larssen, S. (1984) Nordisk beregningsmetode for bilavgasser. Sluttrapport august 1984. Lillestrøm (NILU OR 56/84).

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

Larssen, S., Gram, F. og Tønnesen, D. (1988) Teatergate-tunnelen i Oslo. Ny vurdering av luftforurensning ved tunnelmunninger og sjakter. Lillestrøm (NILU OR 79/88).

Samfunnsteknikk A/S (1986) Ny hovedvegforbindelse øst-vest i Arendal. Hovedplan. Hamar, november 1986.

Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport nr. 38).

Statens Vegvesen, Vegdirektoratet (1988) Utforming og trafikkteknisk drift av tunneler. Forslag til informasjonshefte. Oslo, mai 1988.

Sørli, J og Tønnesen, D.A. (1990) Ekeberg-tunnelen. Vurdering av luftforurensninger. Lillestrøm (NILU OR 7/90).



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 19/92	ISBN-82-425-0351-6	
DATO 26-92	ANSV. SIGN. P. Berg	ANT. SIDER 17	PRIS NOK 30,-
TITTEL Hovedvei øst-vest i Arendal. Luftforurensninger fra tunneler.		PROSJEKTLEDER F. Gram	
		NILU PROSJEKT NR. O-1477	
FORFATTER(E) F. Gram		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Samfunnsteknikk A.S. Grønnegt. 83 2300 Hamar			
3 STIKKORD Spredningsberegninger Trafikkforurensning Tunneler			
REFERAT Det er vurdert luftforurensninger ved tre alternative tunnelløsninger for ny øst-vest-forbindelse i Arendal. For alle tunnelene viser beregningene at tunnelene kan ventileres gjennom munningene uten at det blir overskridelser av grenseverdiene for luftkvalitet ved bygningene utenfor tunnelene, når det stilles krav til ventilasjon av tunnelene.			

TITLE Main road through Arendal. Air pollution from tunnels.
ABSTRACT In connection with the plans for a new east-west main road connection in Arendal NILU has evaluated air pollution from tunnels in three different alternatives. With proper ventilation in the tunnels the concentrations around the portals will not exceed air quality standards.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C