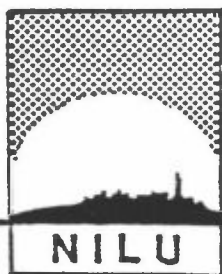


NILU OR : 54/85
REFERANSE: O-1096
DATO : SEPTEMBER 1985

**FLØYFJELLSTUNNELEN. FORURENSNINGER FRA
VENTILASJONSSJAKTEN VED SKANSEMYREN**

K.E. Grønskei



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm

NILU OR : 54/85
REFERANSE: O-1096
DATO : SEPTEMBER 1985

*FLØYFJELLSTUNNELEN. FORURENSNINGER FRA
VENTILASJONSSJAKTEN VED SKANSEMYREN*

K.E. Grønskei

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN 82-7247-620-7

KONKLUSJON

I episoder kan forurenset ventilasjonsluft belaste området nærmest sjakten. Når grenseverdiene i tunnelen overholdes vil konsentrasjonene av eksosforurensninger i boligområdene ved Skansemyren alltid være under grenseverdiene i uteluft og det er uklart om beboerne vil merke forurensning fra sjakten selv i episodene.

En økning av sjakthøyden fra 10 m til 15 m vil redusere belastningen i området nærmest sjakten (0-50 m) i episoder (korte perioder).

Eventuelle ulemper ved sjakten kan vanligvis unngås ved å øke ventilasjonshastigheten.

Ifølge NILUs undersøkelser vil ikke de foreliggende planer forårsake forurensningsulemper. Av hensyn til beboerne anbefaler NILU at målinger utføres etter at tunnelen er åpnet og ventilasjonsanlegget er satt i drift.

Plassering av sjakthuset på fjellet ved Skansemyren (Kjerringen) vil eliminere påvirkningen av boligområdene. Forurensninger nærmest sjakten vil være av samme omfang i dette området som ved sjakthuset planlagt ved Skansemyren.

INNHALDSFORTEGNELSE

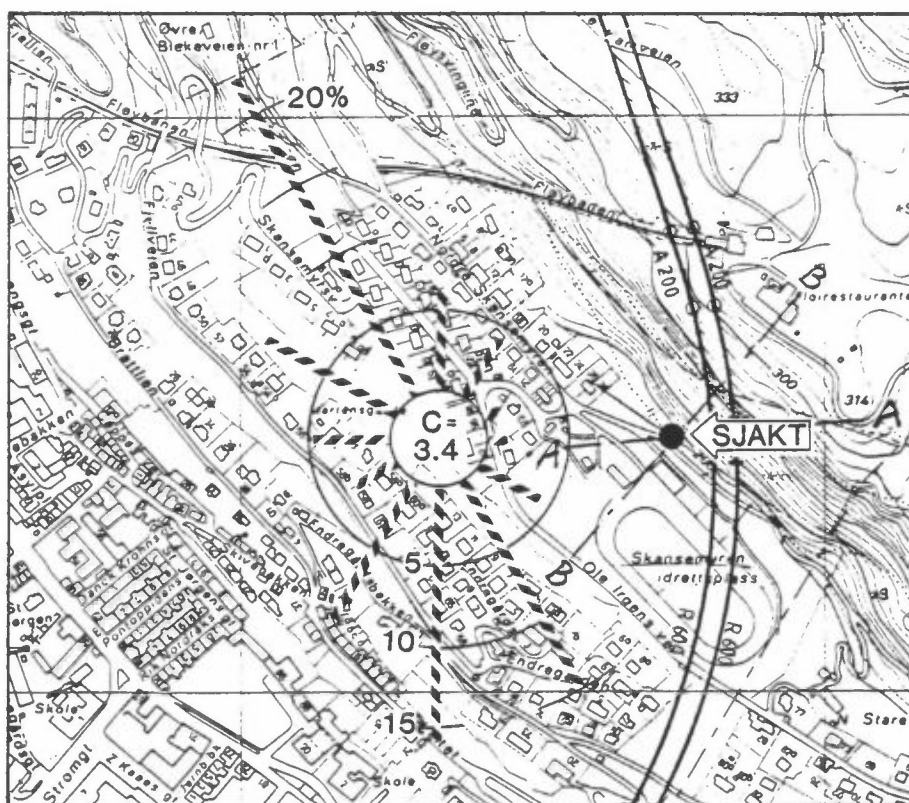
	Side
KONKLUSJON	3
1 INNLEDNING	5
2 EKSOSFORURENSNINGER	6
3 UTSLIPPSBETINGELSER	7
4 SPREDNING VED SJAKTEN	8
5 VURDERING AV EKSOSFORURENSNINGER VED SJAKTEN	11
6 VEDRØRENDE SJAKTPLASSERING PÅ FJELLET VED SKANSEMYREN (KJERRINGEN)	13
7 REFERANSER	13

FLØYFJELLSTUNNELEN. FORURENSNINGER FRA VENTILASJONSSJAKTEN VED SKANSEMYREN

1 INNLEDNING

Etter oppdrag fra Hordaland Vegkontor har NILU vurdert eksosforurensninger ved en ventilasjonssjakt fra Fløyfjellstunnelen plassert ved Skansemyren Idrettsplass som vist i figur 1.

I tidligere rapporter (Grønskei, 1983 og 1984) har NILU pekt på en viss forurensningsbelastning nær utslippssjakten. I denne rapporten ser en på virkningen for nærsonen av å øke sjakthøyden fra 10 til 15 m. Detaljerte konsentrasjonsberegninger er utført for å vise fortyningen av ventilasjonsluften som funksjon av avstanden fra sjakthuset.



Figur 1: Plassering av ventilasjonssjakten ved Skansemyren Idrettsplass (●). Frekvensen av vind i forskjellige vindsektorer registrert nær utslippsstedet er fremstilt på figuren. I hver 30° sektor har en angitt frekvensen av vind som kommer fra denne retningen ved skraverte søyler.

Spredningen i fjellsiden ved Skansemyren vil være komplisert slik at vanlige spredningsformler ikke kan anvendes direkte uten en kritisk vurdering. Det er viktig å vurdere spredningseffekten av utslippshastigheten i sjakten ved lav vind. Ved sterk vind vil ventilasjonsluften slås ned til bakken bak bygningen. Det vil føre til en fortykning.

Spredningseffekten av bygningen er vurdert i disse situasjonene som forårsaker de høyeste konsentrasjonene nær sjakthuset. Forekomsten av ulike vindforhold er angitt på grunnlag av målinger ved Skansemyren.

Resultat av tidligere beregninger

- a) Den første vurdering av forurensning ved sjaktene ble utført i 1983. I denne rapporten pekte NILU på at den effektive utslippshøyden var viktig for å øke spredningen og redusere konsentrasjonene. Det var spesielt området ved Fløyen som var utsatt (Grønskei, 1983). Den effektive utslippshøyden øker og spredningen øker når utslippshastigheten øker. NILU anbefalte derfor en utslippshastighet over 10 m/s.
- b) Vurderingen av forurensningene ved Skansemyren ble utført i 1984. NILU anbefalte også her en utslippshastighet på 10-15 m/s og pekte på at konsentrasjonen i lufta ville være mindre enn 1/10 av verdien i sjakten når avstanden var større enn ca 50 m.

2 EKSOSFORURENSNINGER

Bileksos inneholder flere forurensende stoffer som kullos (CO), nitrogen-dioksid (NO₂), svevestøv og hydrokarboner. For å unngå skadelige effekter fastsetter myndighetene normer eller grenseverdier for atmosfærens innhold av ulike forurensninger. Grenseverdiene har ulike anvendelsesområder og er derfor fastsatt ut fra ulike forutsetninger. I denne rapporten skiller vi mellom to typer grenseverdier:

- a) Krav til atmosfæren i tunneler formulert i "Vegutforming 81". Nr. 017 i vegvesenets håndbokserie. Oslo 1981. Disse grenseverdiene tar sikte på å beskytte trafikantene i tunnelen.
- b) Grenseverdier for luftkvalitet i uteluft foreslått i SFT rapport nr. 38: "Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. En utredning om sammenhengen mellom konsentrasjoner og virkninger av noen vanlige forureningskomponenter". Oslo 1982.

Grenseverdiene som er benyttet ved vurdering av forurensninger i og utenfor Fløyfjellstunnelen er vist i tabell 1.

Tabell 1: Grenseverdier i (C_0) og utenfor (C) tunnelen.
 Fortynningsfaktor: $F = C/C_0$
 M: Midlingstid i timer
 I: Øyeblikksverdier som brukes for styring av ventilasjonsanlegg.

	I tunnelen		Utenfor tunnelen			F = C/C ₀	
	C ₀ (ppm)	C ₀ (mg/m ³)		C (ppm)	C (mg/m ³)		M
CO	250	290	I	21	25	1	0.08
NOx	30	58	I				
NO ₂	2	4	I		0.2-0.35	1	0.05-0.09
Svêvestøv					0.1-0.15	24 *	
Sot		0.5-1.4					0.07-0.1

* 24 h middelkonsentrasjon vil være betydelig lavere enn 1 h verdi slik at kravet til spredningsfaktoren for sot ikke vil være så streng som faktoren antyder.

3 UTSLIPPSBETINGELSER

Sjakten er planlagt plassert under fjellskråningen over Idrettsplassen. I ventilasjonsluften vil det være mindre enn 250 ppm CO og den vertikale utslippshastigheten vil være ca 15 m/s ved store eksosutslipp. Sjaktens innvendige diameter vil være 7 m. Høyden av sjakten over bakken kan fortsatt velges fritt, og vi har vurdert sjakthøyder på henholdsvis 10 m og 15 m over bakken.

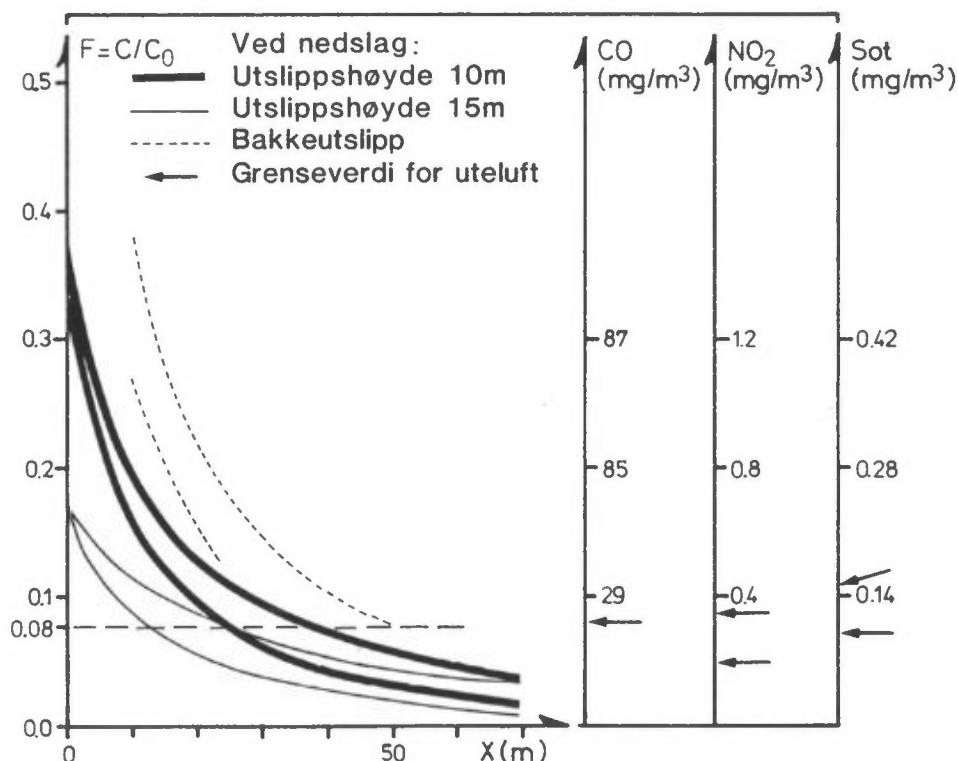
4 SPREDNING VED SJAKTEN

Spredningsforholdene i atmosfæren, utslippshøyden over bakken og utslippshastigheten gjennom sjakten bestemmer spredningen og konsentrasjonene i bakkenivå ved sjakten.

De høyeste konsentrasjonene i bakkenivå ved sjakten finner en når vindhastigheten er høy sett i forhold til utslippshastigheten gjennom sjakten. Ventilasjonsluften vil da fortynnes i lesone bak sjakthuset.

I figur 2 er fortynningen under disse forholdene vist som funksjon av avstanden fra sjakten. Fortynningen er vist for henholdsvis en 10 m høy sjakt og en 15 m høy sjakt ved gode og dårlige spredningsforhold. Av figuren kan en merke seg følgende forhold:

For CO som er dimensjonerende for ventilasjonsanlegget kan overskridelser forekomme ut til ca 40 m fra åpningen ved en 10 m høy sjakt og ut til ca 25 m ved en 15 m høy sjakt.



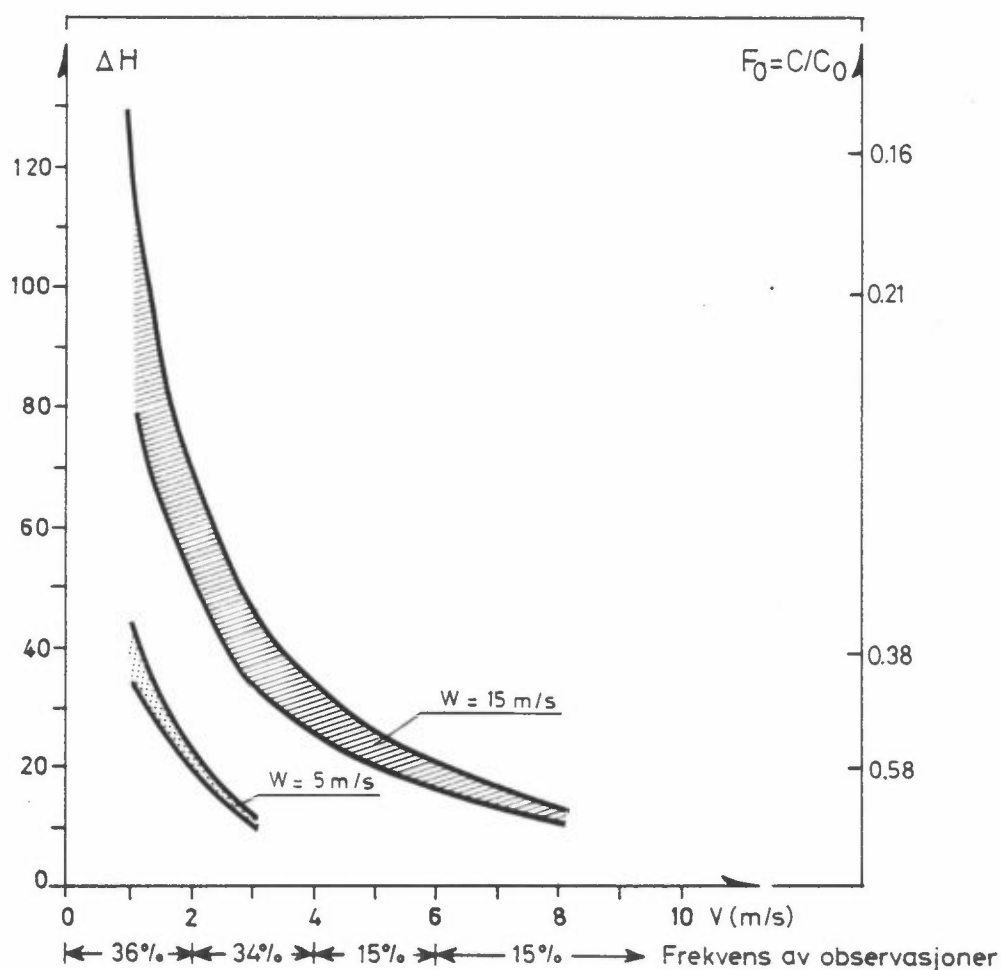
Figur 2: Fortynningen som funksjon av avstanden fra sjakten under forhold som gir nedslag. Tilsvarende maksimalkonsentrasjoner i luften er avsatt for CO, NO₂ og sot når konsentrasjonen i ventilasjonsluften svarer til grenseverdiene i tunnelen. Grenseverdiene for konsentrasjoner i uteluft er avsatt på figuren ved piler (se tabell 1).

Utslippshastigheten i sjakta fører ventilasjonsluften opp i atmosfæren. Ventilasjonsluften vil gradvis fortynnes og vertikalbevegelsen vil stanse. Overhøyden, og fortynningen på grunn av utslippshastigheten er vist i figur 3.

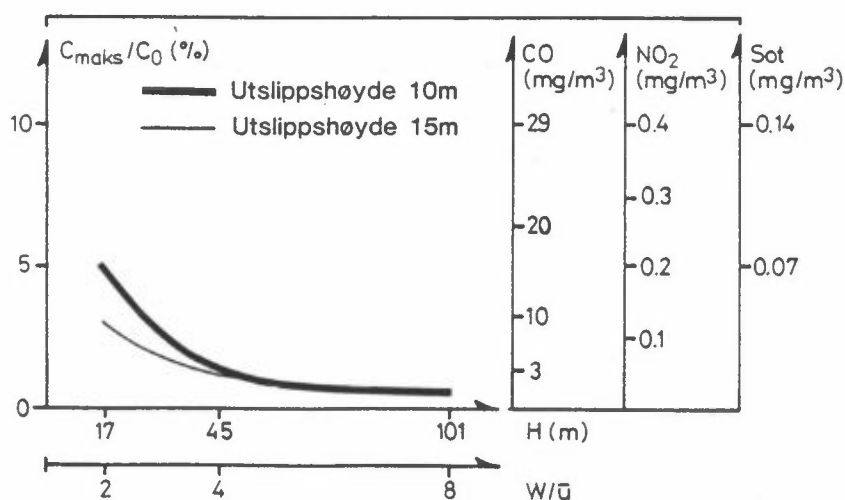
Den effektive utslippshøyden bestemmes av sjakthøyden og av overhøyden. Overhøyden bestemmes av forholdet mellom vertikal utslippshastighet (w) og horisontal vindhastighet u . Når den effektive utslippshøyden er mindre enn ca 2 ganger sjakthøyden må en regne med nedslag, men fortynningen av ventilasjonsluften blir bedre enn vist i figur 2.

Utslippshøyden blir summen av sjakthøyden over bakken og overhøyden. Maksimalkonsentrasjonen ved bakken som funksjon av utslippshøyden er vist i figur 4. Når utslippshastigheten er mer enn dobbelt så stor som vindhastigheten vil den høyeste konsentrasjonen i bakkenivå være mindre enn 5% av verdien i ventilasjonssjakta ved en 10 m høy sjakt, mindre enn 2.5% ved 15 m høy sjakt.

Når utslippshastigheten er mer enn 4 ganger så høy som vindhastigheten er maksimal bakkekonsentrasjon mindre enn 1% av verdien i ventilasjonsluften. Ventilasjonsluften vil da ikke merkes i boligområdene ved Skansemyren selv ved ekstreme trafikkforhold i tunnelen.



Figur 3: Overhøyden (ΔH) og fortyningen (F_0) som følge av vertikal utslippshastighet er fremstilt som funksjon av vindstyrken i området. Frekvensen av observerte vindstyrker i forskjellige intervaller er også angitt langs den horisontale akse.



Figur 4: Maksimalkonsentrasjonen ved bakken fremstilt som funksjon av den effektive utslippshøyden. Den effektive utslippshøyden er bestemt av forholdet mellom ventilasjonshastigheten i sjakten og vindhastigheten ved sjakthuset ($\frac{W}{U}$).

5 VURDERING AV EKSOSFORURENSNINGER VED SJAKTEN

Ved kø i tunnelen er CO-forurensningene av størst betydning, og når CO-konsentrasjonen i området ved sjakten er under grenseverdiene vil også konsentrasjonen av de andre forurensningskomponentene være under grenseverdiene. I tunnelen er CO-konsentrasjonen ved stagnerende trafikk dimensjonerende for ventilasjonsanlegget.

CO-utslippene fra hver enkelt bil reduseres når kjørehastigheten i tunnelen øker ved god trafikkavvikling. Utslippene av nitrogenoksider reduseres ikke. Sammen med partikler og sot blir nitrogenoksidene de viktigste forurensningene ved god trafikkavvikling. Av hensyn til siktforholdene i tunnelen er det fastlagt grenseverdier for luftens sotinnhold i tunnelen (0.5-1.4 mg sot/m³). I en betydelig del av døgnet er utslippet av forurensninger fra tunnelen lite, og det vil ikke være noe problem å tilfredsstille grenseverdien for døgnmiddelverdi av partikler i uteluft.

Ved en fortynningsfaktor på 0.07 vil konsentrasjonene i uteluften være lavere enn grenseverdiene til ethvert tidspunkt når grenseverdiene i tunnelen tilfredsstilles.

Luftkvaliteten utenfor sjakten

Ventilasjonsanlegget sørger for forurensningskonsentrasjoner i ventilasjonsluften som er lavere enn grenseverdiene fastlagt for tunneler. Kravet til fortynningsfaktorer for å tilfredsstille kravet til konsentrasjoner i uteluft ved bakken er vist i tabell 1.

Grenseverdiene i tunnelen gjelder øyeblikksverdier, mens grenseverdiene i uteluft gjelder for timesverdier eller lengre midlingstider. Timesmiddelkonsentrasjonene i tunnelen er lavere enn øyeblikkskonsentrasjonene, som benyttes til å styre ventilasjonsanlegget.

Ventilasjonsanlegget er dimensjonert for å gi tilfredsstillende luftkvalitet i tunnelen ved ekstreme trafikkforhold og har kapasitet til en utslippshastighet i sjakten på 15 m/s. I 75-85% av tiden er vindhastigheten i området mindre enn 6 m/s, slik at ved maksimale utslipp vil en vanligvis unngå nedslag, og maksimalkonsentrasjonene i området kan finnes av figur 4, når en kjenner konsentrasjonene i ventilasjonsluften og den effektive utslipphøyden H .

Ifølge forutsetningene for grenseverdiene i tunnelen vil disse bare forekomme unntaksvis og i korte perioder. Vi vil derfor anta at ulempene i området ved Skansemyren på grunn av ventilasjonssjakten vil være meget små. Eventuelle ulemper kan vanligvis unngås ved å øke ventilasjonshastigheten. Det vil redusere konsentrasjonen i utslippet og bedre spredningen utenfor sjakten.

Av hensyn til beboerne i området vil NILU anbefale å utføre målinger i området for å registrere forurensningsbelastningen etter at tunnelen er tatt i bruk. Våre beregninger angir maksimalkonsentrasjoner og det er sannsynlig at konsentrasjonene vil være betydelig lavere.

Vindforholdene i området

Figur 1 viser hvor ofte vinden blåser i de ulike sektorer når det er utslipp i ventilasjonssjakten. Registrering av vindfrekvensen viser at boligområdene nordvest for sjakthuset vil være utsatt for vind fra sjaktområdet i 15%-30% av tiden. På grunn av avstanden fra sjakten vil konsentrasjonene også i disse situasjonene være under grenseverdiene ved ekstreme utslippsforhold i tunnelen.

Økningen av sjakthøyden fra 10 m til 15 m vil bedre luftkvaliteten nærmest sjakten (50 m avstand) når vindhastigheten er høy eller utslippshastigheten er lav.

Lukt

I området ved ventilasjonssjakten kan en ikke utelukke at forurensningene merkes i form av lukt i kortere perioder.

I et boligområde med lokal biltrafikk er ikke eksoslukt noe ukjent fenomen, og det er uklart om befolkningen vil merke ventilasjonssjakten som en ekstra belastning. En må regne med store individuelle forskjeller.

På landsbasis føler 6-8% av befolkningen i rene boligområder seg plaget av støv, lukt og eksos (Hjorthol, 1985). Det kan blant annet skyldes enkeltbiler nær boligene.

6 VEDRØRENDE SJAKTPLASSERING PÅ FJELLET VED SKANSEMYREN

Det er foreslått å forlenge ventilasjonssjakten og å plassere sjakthuset på toppen av fjellet ved Skansemyren Idrettsplass (Kjerringen).

Forurenset ventilasjonsluft vil i så fall ikke belaste området ved Skansemyren. Belastningen i området ved Kjerringen beskrives av figurene 2-4 og utslippet vil sannsynligvis ikke forårsake ulemper i dette området.

7 REFERANSER

Grønskei, K.E. (1983) Emission of pollution through shafts from Fløyfjells-tunnelen, Bergen. Lillestrøm. (NILU OR 3/83.)

Grønskei, K.E. (1984) Vedrørende plassering av ventilasjonssjakt ved Skansemyren. (Notat fra NILU til Hordaland Vegkontor.)

Hjorthol, R. (1985) Fordelingsvirkninger av strengere avgasskrav. Oslo. (Transportøkonomisk Institutt. Prosjektrapport.)

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. 54/85	ISBN-82-7247-620-7	
DATO September 1985	ANSV. SIGN. <i>K.E. Grønseki</i>	ANT. SIDER 13	PRIS kr 20.00
TITTEL Fløyfjellstunnelen. Forurensninger fra ventilasjonssjakten ved Skansemyren.		PROSJEKTLEDER K.E. Grønseki	
		NILU PROSJEKT NR. O-1096	
FORFATTER(E) K.E. Grønseki		TILGJENGELIGHET* A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Hordaland Vegkontor Spelhaugen 12 5033 Fyllingsdalen			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Bergen Tunnelventilasjon Luftforurensninger			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Omfanget av luftforurensninger ved Skansemyren på grunn av forurenset ventilasjonsluft fra Fløyfjellstunnelen er beregnet. Videre er effekten av å øke sjakthøyden fra 10 m til 15 m og av å flytte sjakten omtalt.			

TITLE Fløyfjellstunnelen. Pollution from the ventilation shaft at Skansemyren.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) The reduction of air quality at Skansemyren caused by polluted ventilation air from Fløyfjellstunnelen is evaluated. The effect of increasing the stack height from 10 m to 15 m and of moving the shaft to another location is considered.

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