

NILU  
OPPDRAGSRAPPORT NR 40/78  
REFERANSE: 22278  
DATO: SEPTEMBER 1978

FORURENSNING FRA BILTRAFIKK.  
AVSTAND MELLOM GANG/SYKKELVEI OG  
MOTORISERT VEI

AV

*KNUT ERIK GRØNSKEI*

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

FORORD

Undersøkelsen er utført i samarbeide med Øyvind Stranna Larsen ved Transportøkonomisk Institutt som har deltatt i planleggingen og vurderingen av resultatene. Han har videre utført prøvetakingen ved Smestad og vært ansvarlig for registreringen av trafikkforholdene.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG .....	5
1 INNLEDNING .....	7
2 MÅLINGER AV BLY-KONSENTRASJONER VED ULLERNCHAUSSEEN.	8
3 VALG AV AVSTAND MELLOM MOTORISERT VEI OG GANG/ SYKKELVEI .....	11
4 AVSLUTTENDE BEMERKNINGER .....	16
5 REFERANSER .....	17

SAMMENDRAG

Forurensning fra biltrafikk er undersøkt med sikte på å velge avstanden mellom gang/sykkelvei og motorisert vei. Reduksjonen i forurensningskonsentrasjonen med økende avstand fra kjørebane er estimert ved beregningsmetoder og ved målinger av blykonsentrasjonen ved Ullernchausséeen. Det er indikert en metode for valg av avstanden basert på krav til luftkvaliteten ved gang/sykkelveien og kjennskapet til maksimal biltetthet.

FORURENSNING FRA BILTRAFIKK.  
AVSTAND MELLOM GANG/SYKKELVEI OG MOTORISERT VEI

1 INNLEDNING

En kjenner til at nær sterkt trafikkerte gater forekommer det hyppige overskridelser av rådgivende normer for luftkvalitet, og at forurensningen fra biltrafikken vanligvis avtar raskt når en fjerner seg fra veibanen. En kan derfor anta at ved å utvikle rådgivende retningslinjer for avstanden mellom gang/sykkelveier og kjørebane, kan forurensningsbelastningen reduseres betydelig for sykkelistene og fotgjengerne.

Norsk Institutt for Luftforskning har av Transportøkonomisk Institutt fått i oppdrag å undersøke reduksjonen i forurensningsbelastningen med avstanden fra veibanen. Informasjonen skal brukes i planleggingen av avstanden mellom kjørebane og gang/sykkelveier. Arbeidet er utført i samarbeide med Transportøkonomisk Institutt (TØI).

Det eksisterer en del informasjon om forurensningsbelastningen som funksjon av avstanden fra trafikkårer i Norge. Hvilken effekt skjerming av hekker og lignende måtte ha på konsentrasjonene, kjenner man lite til.

Eksisterende informasjon om utslipp og spredning av trafikale **forurensninger er brukt til å beregne forurensningsbelastningen.** Beregningsmetodene er utviklet for gassformige forurensninger f.eks. karbonmonoksyd (CO).

For å vurdere spredningen av partikler er det utført endel registreringer av blykonsentrasjonene i forskjellige avstander. Bly er valgt fordi det nær veibanen vesentlig skyldes biltrafikken og derfor kan brukes som indikator for forurensning fra biltrafikk. Det er også et av de viktigste helsefarlige stoffer som forekommer i bileksos.

Konsentrasjonsberegningene og vurderingen av forurensningsbelastningen som funksjon av avstanden, samt blyanalysene er utført ved NILU.

TØI har samlet inn data om trafikkforholdene, samt tatt prøver for blyanalyser.

## 2 MÅLINGER AV BLY-KONSENTRASJONER VED ULLERNCHAUSSEEN

I juni ble det utført målinger av blykonsentrasjonene 3 m og 6 m fra kjørebanelen ved Smestad Brannstasjon. I juli ble det på samme måte utført målinger av konsentrasjonene foran og bak hekken ved Ullernchausséen 40. Prøvene for analysene ble tatt om dagen i tidsrommet 11-17. Under prøvetakingen ble det også foretatt trafikktegninger. For å belyse spredningsforholdene benyttet en vindmålinger fra Blindern. Resultatene er vist i tabell 1 og 2.

Tabell 1: Blymålinger (6-timers) foretatt ved Smestad Brannstasjon. Målingene gir middelerverdier i tidsrommet kl. 11.00-17.00.

Dato	St.1 avst.3m µg Pb/m <sup>3</sup>	St.2 avst.6m µg Pb/m <sup>3</sup>	Trafikk biler/6timer	Vind- hast. m/s	Vind- retn. deg.	Merkn.
1.6	0.57	0.61	10320	2.8	200	neg.
2.6	0.29	0.38	11070	2.9	210	neg.
5.6	0.38	0.24	11140	4.2	180	
6.6	0.24	0.30	-	5.1	190	neg.
9.6	0.88	0.24	-	5.3	240	
10.6	0.43	0.23	13750	2.9	180	
13.6	0.61	0.21	14830	4.1	40	
14.6	0.0	0.19	14950		undef.	neg.
15.6	0.62	0.33	15000		undef.	
19.6	0.53	0.29	15410	3.8	200	
20.6	0.34	0.25	17170	3.4	190	
21.6	0.44	0.20	-	6.2	180	
22.6	0.66	0.42	-			
Midl.	0.46	0.30				

Trafikktellinger er utført ved målepunktet. Vindmålinger hver 2. time ved Blindern er benyttet til å gi middelerverdier over måleperioden.

Tabell 2: Blymålinger (6-timers) foretatt på begge sider av hekken ved Ullernchausséen 40. Målingene gir middelerverdier i tidsrommet kl. 11.00-17.00.

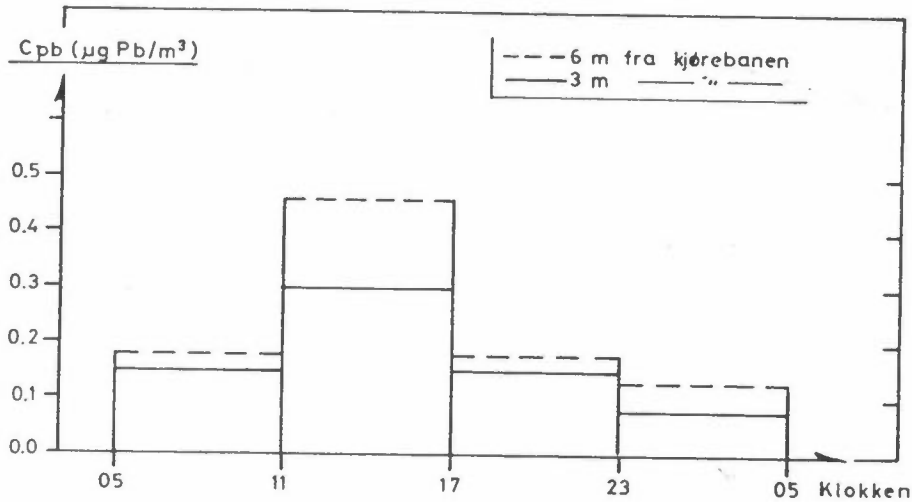
Dato	Foran hekk avst. 2m $\mu\text{g Pb/m}^3$	Bak hekk avst. 4m $\mu\text{g Pb/m}^3$	Trafikk biler/6t	Vind- hast. m/s	Vind- retn. deg.	
4.7	0.10	0.18	-	3	220	neg.
5.7	0.61	0.30	-	1.5	150	
6.7	0.63	0.39	-	1	240	
7.7	0.84	0.48	-	3.5	250	
10.7	0.51	0.19	-	4.5	360	
11.7	0.52	0.44	-	2.0	200	
13.7	0.07	0.13	15590	3.5	180	neg.
14.7	0.89	0.20	-	2.5	290	
19.7	0.72	0.39	-	1.0	270	
20.7	0.42	0.28	-	2.0	30	
21.7	1.33	0.64	8419	4.0	290	
22.7	0.33	0.24	6124	2.0	240	
Midl.	0.58	0.32				

Trafikktellinger er utført ved målepunktet.

Vindmålinger kl 13.00 ved Blindern er knyttet til å gi middelerverdier over måleperioden.

Resultatet av målingene viser at blykonsentrasjonene ved Ullernchausséen om sommeren er betydelig lavere enn rådgivende normer for luftkvalitet som anvendes i Vest-Tyskland. Det skyldes at en betydelig del av blyforurensningene som kommer fra bilene knyttes til større partikler (1). Støvet som faller ned og forårsaker nedsmussing nær veibanen inneholder derfor mye bly. Middelerverdiene av blymålingene ved Smestad Brannstasjon er 35% lavere på 6 m avstand enn på 3 m avstand. I le av hekken ved Ullernchausséen 40 er middelerverdiene 45% lavere enn nærmest

veien. Middelerdiene ved andre tidspunkt på døgnet er registrert ved å analysere filtere hvor bly akkumuleres gjennom hele måleperioden. Resultatet ved Smestad Brannstasjon er vist i figur 1.



Figur 1: Midlere blykonsentrasjon ved Smestad Brannstasjon fremstilt som funksjon av tid på døgnet. Middelerdier for 13 dager i juni 1978.

Målingene indierte en mindre virkning av hekken på forureningskonsentrasjonene enn ventet ut fra overslagsberegninger. Virkningen av skjermer etc. på utbredelsen av forurenninger fra veitrafikk bør imidlertid undersøkes nærmere ved målinger.



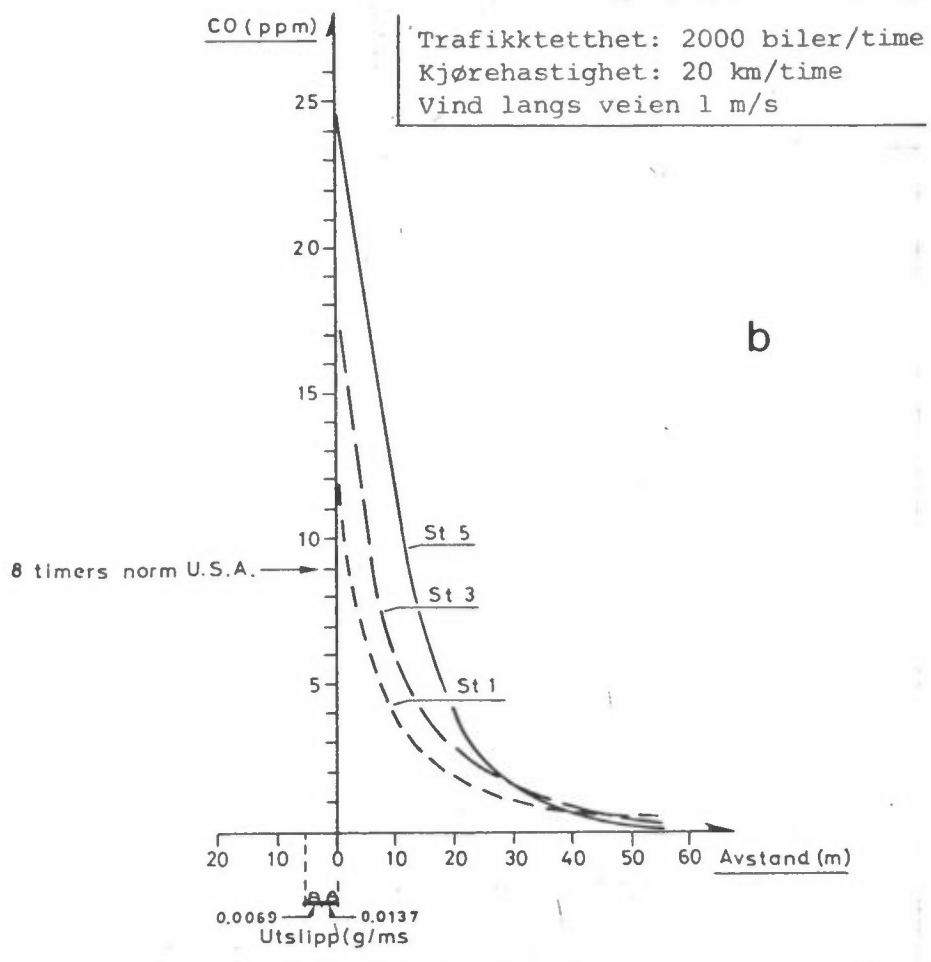
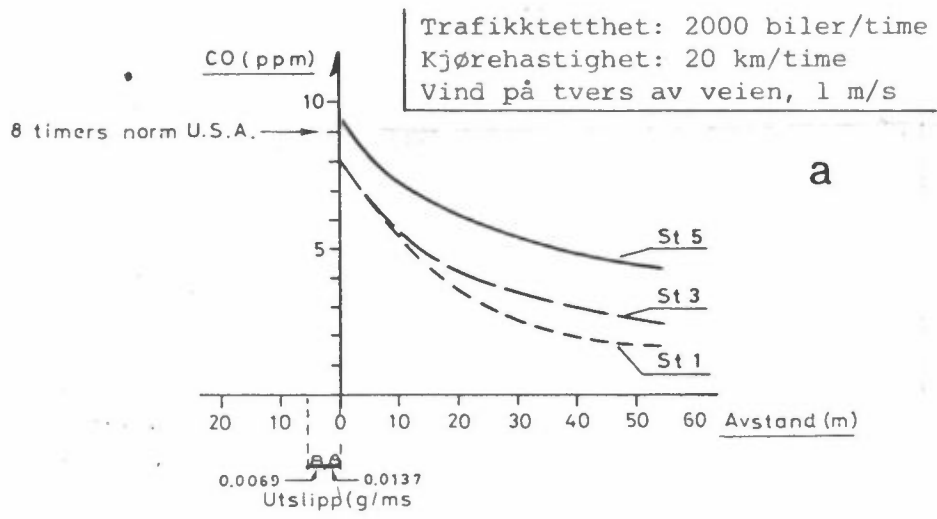
### 3 VALG AV AVSTAND MELLOM MOTORISERT VEI OG GANG/SYKKELVEI

Valg av avstand representerer et kompromiss mellom de ulemper bl.a. luftforurensningene påfører trafikkantene på gang/sykkelbanene og ekstrakostnadene ved å øke avstanden. Betyggende avstand avhenger bl.a. av hvilken forurensningsbelastning som kan tolereres på gang/sykkelbanen og av trafikkmengden, som varierer fra en plansituasjon til en annen.

Spredningen av forurensningene avhenger av meteorologiske forhold. I planleggingen av avstanden bør en imidlertid legge ugunstige forhold til grunn, det vil si vindstille eller svak vind langs veien.

Frekvensen av slike meteorologiske situasjoner varierer betydelig fra sted til sted, og kan bare klarlegges ved målinger. Meteorologiske målinger fra Blindern viser at om vinteren er det meget svak vind i mer enn 30% av tiden. Høy prosent av vindstille om vinteren opptrer ofte over innlandet i Norge. Under disse forholdene finner en de høyeste konsentrasjonene av forurensninger. Målinger og beregninger viser videre at under disse forhold er det betydelig reduksjon i forurensningen med avstanden og at en da får størst effekt av å anlegge gang/sykkelveier i en viss avstand fra den nærmeste veibanen. I figur 2 viser en beregnede CO-konsentrasjoner som funksjon av avstanden.

Beregningsmetoden er beskrevet i (2). Forutsetningene for beregningene er vist i figuren. De er valgt for å vise forurensningskonsentrasjonene ved en typisk norsk vei (6 m bred og to kjørebane) ved sterk trafikk (2000 biler/time og med 2/3 av trafikken i en retning). En kan videre regne med at konsentrasjonene vil være proporsjonal med totalutslippet.



Figur 2: Beregnet CO-konsentrasjon (timesverdi) som funksjon av avstanden fra veibanen og av vertikale blandingsforhold. Posisjonen av kjørebanelen er avmerket og CO-utslippet er angitt. ppm; parts per million

Utslippet av forurensninger pr. lengdeenhet av veibanen vil reduseres ved økende hastighet. Det gjelder særlig for karbonmonoksyd (CO) og hydrokarboner, men i liten grad for nitrogenoksyder. Dersom bilene (2000 biler/time) kjører med andre hastigheter, kan en multiplisere konsentrasjonene vist i figur 2 med korreksjonsfaktorer som er gitt i tabellen nedenfor.

10 km/time	20 km/time	30 km/time	50 km/time	80 km/time
1.7	1.0	0.67	0.44	0.28

Ved sterk akselerasjon må en anvende korreksjonsfaktorer fra 1.3 ved liten fart til 2.3 ved stor fart. Ved sterk retardasjon må en bruke faktorer som varierer fra 0.49 ved liten fart til 0.39 ved stor fart. For øvrig er utslippet og forureningsbidraget proposjonalt med trafikk tettheten.

Når CO-konsentrasjonen ligger under veiledende normer for luftkvalitet viser målinger at konsentrasjonen av de andre forureningskomponentene også vil være tilfredsstillende lave.

Spredningsforholdene karakteriseres av vindstyrke, vindretning og vertikale blandingsforhold. Det er utført beregninger ved svak vind (1 m/s) på tvers av veien (fig. 2a). Beregninger er også utført når det blåser svak vind (1 m/s) langs veien (fig. 2b) og ved forskjellig grad av vertikalblanding (se ref.2).

- St. 1: Stabilitetsklasse 1 representerer gode vertikalblandingsforhold, som forekommer ved soloppvarming om sommeren.
- St. 3: Stabilitetsklasse 3 representerer vanlige spredningsforhold sommer og vinter.
- St. 5: Stabilitetsklasse 5 representerer dårlige spredningsforhold som forekommer ved svak vind og klarvær om vinteren.

Klimatologiske data fra Blindern viser at en kan vente vindstille eller meget svake vinder (under 1 m/s) ca. 10% av tiden i sommermånedene og i ca. 30% av tiden i vintermånedene. Dette er trolig representativt for indre deler av Østlandet.

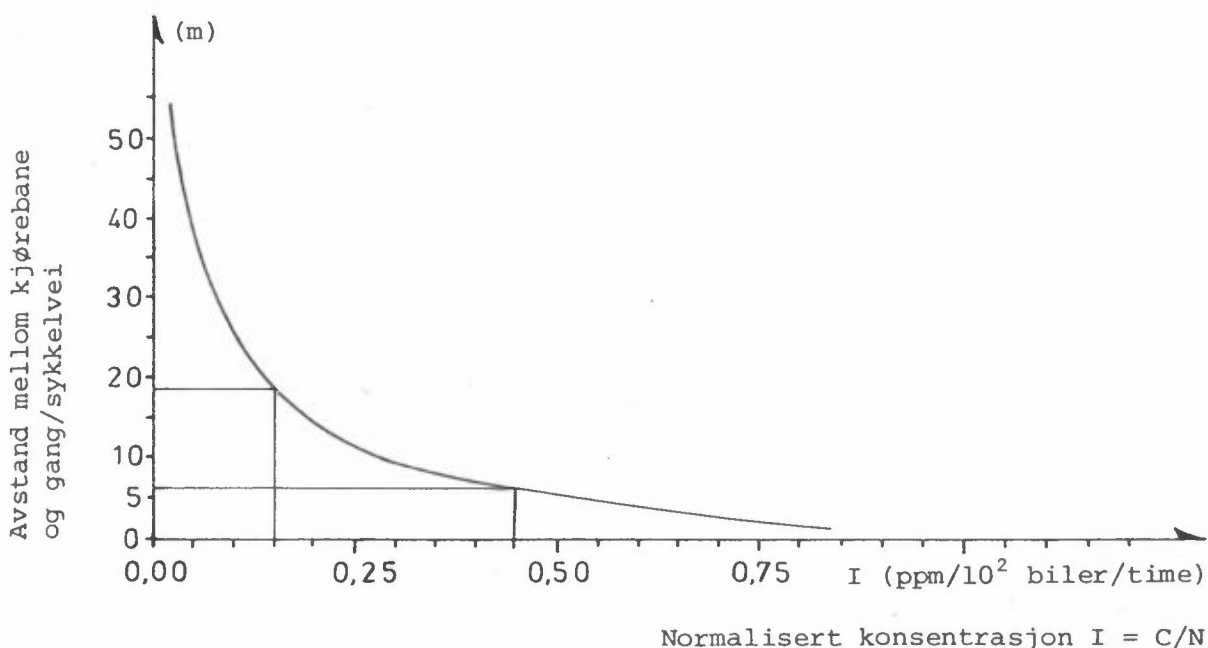
Som for eksempel kan nevnes at en ved stor trafikk vil få en CO-fordeling nær Ullernchausséen som veksler mellom fordelingene som er vist i figurene 2a og 2b, når det registreres vinstille på Blindern. Virkningene av de vertikale utluftingsforholdene er belyst ved kurvene for de ulike stabilitetsklasser. Klassene 1 og 3 (god vertikalutlufting) regnes som karakteristiske om sommeren. Stabilitetsklasse 5 (dårlig vertikalutluftning) forekommer særlig om vinteren.

Av figuren kan en se at under de gitte forutsetning:

1. De høyeste konsentrasjonene finner en nær kjørebanelen når vindstyrken er lav og vindretningen nøyaktig langs kjørebanelen (forekommer sjelden).
2. Når vinden blåser svakt på tvers av veien finner en forurensninger på lesiden av veibanen. For avstander større enn 10-15 m er det under disse forholdene en finner de høyeste konsentrasjonene. Konsentrasjonene vil både sommer og vinter være lavere enn de rådgivende normer når avstanden til veibanen er større enn 10-15 m.
3. Når avstanden fra veibanen er mindre enn 5 m kan det ved køkjøring (stor trafikk og liten hastighet), være over 20 ppm CO ved ekstremt dårlige spredningsforhold (se fig. 2b). Når vinden har en komponent på tvers av veien (1 m/s) vil en selv om vinteren finne konsentrasjoner under 10 ppm.

Resultatene er i rimelig samsvar med observasjonene og en ser videre at når en i mai maksimalt obsererer 5 ppm CO 8 m fra Ullernchaussen (3), må en vente å finne maksimalkonsentrasjoner omkring 10 ppm om vinteren.

Når en skal planlegge avstanden mellom nærmeste kjørebane og gang/sykkelveier foreslår en å ta utgangspunkt i stagnerende vindforhold. Siden forurensning fra biltrafikk vesentlig gjør seg gjeldende om dagen, finner en det rimelig å ta utgangspunkt i stabilitetsklasse 3. Ut fra en grenseverdi for maksimal konsentrasjon en vil akseptere på gang/sykkelveier (C maks) og maksimal trafikk tetthet (N maks) beregnes en forurensningsindeks  $I = \frac{C \text{ maks}}{N \text{ maks}}$



Figur 3: Avstand mellom nærmeste kjørebane til gang/sykkelvei som funksjon av forurensningsindeks I.

Av figur 3 kan en avlese avstanden mellom kjørebanen og gang/sykkelveien når forurensningsindeksen er kjent.

Eksempelvis vil et krav til maksimalkonsentrasjonen for CO på 3 ppm og en biltetthet på 2000 biler/time gi en indeks  $I = 0.15 \text{ ppm CO}/10^2 \text{ biler/time}$ . Ifølge figur 3 bør avstanden være ca 18 m.

Dersom maksimal CO-konsentrasjon settes lik 9 ppm med samme biltetthet,  $I = 0.45 \text{ ppm CO}/10^2 \text{ biler/time}$ , bør avstanden være ca 6 m. Kurven bør bare brukes i avstandsintervallet 5-15 m. Se figur 3. Når avstanden fra veien er større enn 15 m, vil de høyeste konsentrasjonene forekomme når vinden blåser mot målepunktet. Forbedringen i luftkvaliteten på gang/sykkelveien som følge av å øke avstanden til biltrafikken vil da være betydelig mindre (se figur 2a).

Målingene (se kapittel 2) indikerer videre en sterkere avtagning i forurensningsnivået mellom 3 og 6 m, enn beregningene. Det kan forklares som en effekt av turbulensen omkring bilene.

#### 4 AVSLUTTENDE BEMERKNINGER

Ut fra kurvene i figur 2 skulle en ved svak vind og vanlige blandingsforhold (St. 3) vente en reduksjon i CO-konsentrasjonen på ca 28% når avstanden fra nærmeste kjørebane øker fra tre til seks meter, når vinden blåser langs veien og på ca 14% når vinden blåser på tvers av veien. Målingene tyder derfor på at reduksjonen i konsentrasjonen med avstanden nærmest veien (0-6 m) er større enn de idealiserte beregningene angir. Dette kan videre begrunnes med at et punkt 3 m fra veikanten vil belastes sterkere av forurensninger enn beregnet når biler passerer på grunn av turbulensen omkring kjøretøyene som det ikke fullt ut er tatt hensyn til i beregningene. På større avstand (6 m fra veikanten) er det en forutsetning at vinden har en komponent fra veibanen mot målepunktet.

Når en tar i betraktning usikkerheten i de utførte målingene, finner en å måtte anbefale bruk av de idealiserte beregningsresultatene ved valg av avstand mellom kanten av kjørebanen og gang/sykkelveier. Målingene indikerer imidlertid at en bør velge en minsteavstand bestemt av bilturbulensens innvirkning.

Til slutt vil en understreke behovet for å underbygge beregningsresultatene med videre målinger. Det er også behov for bedre kjennskap til skjermvirkningen av hekker el.l. Når veibredden og/eller spredningsforholdene avviker betydelig fra forholdene ved Ullernchausséen, bør nye beregninger legges til grunn.

## 5 REFERANSER

- (1) Air quality criteria for lead.  
Volume I, Washington D.C. 1977.  
(US: Environmental Protection Agency. Publ. no: EPA-600/8-77-017).
- (2) Zimmerman, J.R.,  
Thompson, R.S., Users guide for Highway, a highway  
air pollution model.  
(Publ. No: EPA-650/4-74-008) 1975.  
Research Triangle Park, North  
Carolina.
- (3) Grønskei, K.E., Trafikale forurensninger ved  
utvidelse av Ullernchausséen.  
Lillestrøm 1976.  
(NILU OR 26/76.)



# NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

TLF. (02) 71 41 70

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)  
 POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
 ELVEGT. 52.

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. 40/78	ISBN--82-7247- 052-7
DATO Oktober 1978	ANSV.SIGN. O.F. Skogvold	ANT.SIDER OG BILAG 17
TITTEL Forurensning fra biltrafikk. Avstand mellom gang/sykkelvei og motorisert vei		PROSJEKTLEDER K.E. Grønskei
FORFATTER(E) Knut Erik Grønskei		NILU PROSJEKT NR 22278
		TILGJENGELIGHET **
OPPDRAGSGIVER Transport økonomisk institutt		OPPDRAGSGIVERS REF.
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Luftforurensning	biltrafikk	arealplanlegging
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Forurensning fra biltrafikk er undersøkt med sikte på å velge avstanden mellom gang/sykkelvei og motorisert vei. Reduksjonen i forurensningskonsentrasjonen med økende avstand fra kjørebanelen er estimert ved beregningsmetoder og ved målinger av blykonsentrasjonen ved Ullernchausséen. Det er indikert en metode for valg av avstanden basert på krav til luftkvaliteten ved gang/sykkelveien og kjennskap til maksimal biltetthet.		
TITTEL Air pollution from car trafic, distance from a road for motorvehicles to a walking/bicycle path.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) An evaluation of air pollution from car traffic is given in order to determine the distance between a walking/bicycle path and a road for motor vehicles. The reduction in pollution concentrations with increasing distance from the road is estimated by model calculations and by measurement of lead concentrations by Ullernchausséen. A method is indicated for the selection of distance to the walking path based on requirements to air pollution concentration and information on the maximum car density.		

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