

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR 2/76
REFERANSE: EO-2-44,75
DATO: JANUAR 1976

LUFTFORURENSNINGER OG TURBULENS
VED STRØMSTEINBRUA I STAVANGER

AV

KNUT ERIK GRØNSKEI

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 115, 2007 KJELLER
NORGE

INNHOILDSFORTEGNEISE

1.	<u>INNLEDNING</u>	5
2.	<u>TRAFIKALE FORURENSNINGER</u>	5
2.1	<u>Carbonmonoksyd (CO)</u>	6
2.2	<u>Hydrocarboner (HC)</u>	7
2.3	<u>Nitrogenoksyder (NO_x)</u>	7
2.4	<u>Fotokjemiske oksydanter</u>	8
2.5	<u>Bly</u>	9
2.6	<u>Sot og støv</u>	9
2.7	<u>Lukt</u>	10
3.	<u>NORMER OG RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET</u>	10
4.	<u>UTSLIPP OG SPREDNINGSFORHOLD VED STRØMSTEINBRUA I STAVANGER</u>	13
4.1	<u>Utslippsmengden</u>	13
4.2	<u>Spredningsforhold</u>	15
5.	<u>LUFTFORURENSNINGER VED STRØMSTEINSBRUA</u>	17
5.1	<u>Den eksisterende luftkvaliteten i Stavanger</u>	17
5.2	<u>Luftforurensninger som følge av trafikken på Strømsteinsbrua</u>	18
5.3	<u>Luftforurensninger i anleggsperioden</u>	22
6.	<u>TURBULENSFORHOLDENE VED STRØMSTEINSBRUA</u>	22
7.	<u>REFERANSER</u>	24

1 INNLEDNING

Ifølge det gitte mandat tar en i denne rapporten sikte på å vurdere luftforurensing og turbulens som trafikken på Strømsteinbrua (fastlandsbroen) kan komme til å forårsake for de tiliggende eiendommer. (jmf. Beslutning ved Stavanger Skjønnrett for bygningssaker den 25. september 1975). Først er det gitt en generell beskrivelse av luftforurensninger fra biltrafikk. På grunnlag av estimert biltetthet over broen (1) og en beskrivelse av broprosjektet (2) har en estimert luftforurensningsforholdene ved broen. Det er spesielt lagt vekt på å svare på spørsmål fremlagt av høyesterettsadvokatene Anders Rekve og Reidar Helliesen (jmf. rettsdokumentene nr 39 og 40).

Det er også søkt å gi en vurdering av turbulensforholdene som forårsakes av broen. En har benyttet relevant informasjon fremlagt på en kongress om bygningsklimatologi arrangert av WHO og WMO i Brüssel 1968 (3). Generelt må en si at det er sparsomt med informasjon om disse problemene som kan anvendes direkte på forholdene i Stavanger.

2 TRAFIKALE FORURENSNINGER

Luftforurensning fra motorkjøretøyer stammer hovedsakelig fra motorer og drivstofftanker. I tillegg skyldes en viss partikulær forurensning slitasje av dekk, bremses og veibane.

Det meste av drivstoffet forbrennes til CO₂ og vanndamp. Disse stoffene finnes i store mengder i luften fra før og er en naturlig del av vår atmosfære.

Av tekniske grunner kan forbrenningen aldri bli fullstendig. For bensindrevne motorkjøretøyer fører dette til utslipp av uforbrente og bare delvis forbrente hydrocarboner (HC), samt carbonmonoksyd (CO). Dessuten oppstår det ved forbrenningen sotpartikler som inneholder tjærestoffer. Dette skjer særlig fra dårlig vedlikeholdte dieselmotorer.

Moderne bilmotorer arbeider med et høyt kompresjonsforhold for å få stor effekt. Disse motorene fordrer et høyt oktantall på bensinen, og for å oppnå dette tilsettes etylbly som er oppløst i klor- og bromholdige organiske forbindelser. På grunn av dette dannes det under forbrenningen partikler av blyklorid og blykromid. I bensin er det under 0.1% svovel og i diesellolje opptil 0.5%. Dette gir opphav til små mengder SO₂ ved forbrenningen. På grunn av den høye forbrenningstemperaturen i motoren vil det alltid dannes nitrogenoksyder.

Etter denne korte orienteringen om årsaken til forurensningene fra biler vil en omtale stoffene hver for seg og deres virkning på omgivelsene. I flere land er det satt opp normer for luftens innhold av forskjellige forurensningskomponenter fra biltrafikken som er beskrevet i neste kapittel.

2.1 Carbonmonoksyd (CO)

CO er en giftig gass uten lukt og farge. CO forbinder seg lettere med hemoglobinet i blodet enn oksygen. Dersom luften som innåndes inneholder CO, vil dette føre til nedsatt oksygentransport ved blodet fra lungene og ut i kroppen. Høye konsentrasjoner (over 200 ppm CO i luften)¹⁾ medfører av denne grunn bevisstløshet og kan ha døden til følge. Det hersker imidlertid usikkerhet om hvorvidt konsentrasjoner på 10-20 ppm med kortvarige toppe på opptil 100 ppm har noen skadelige virkninger (4). Det kan nevnes at et opphold på 8 timer i gateluft med 30 ppm CO vil medføre at ca. 5% av hemoglobinet i blodet er bundet til CO.

¹⁾ ppm: parts per million. Enheten angir konsentrasjonen av forurensning i luften som volumdeler forurensning pr million volumdeler luft.

Utslippet av CO varierer meget med motortype og tilstand, samt kjøreforholdene. Under vanlig bykjøring varierer det midlere utslippet fra bil til bil fra under 10 g CO/km til over 100 g CO/km. Et middeltall for den svenske bilpark oppgis å være 46 g CO/km (5) og en antar at dette utslipp også er representativt for norske forhold.

2.2 Hydrocarboner (HC)

Deres helsemessige effekt er uklar. Dette skyldes at polycykliske hydrocarboner kan fremkalle kreft på forsøksdyr under eksperimentelle forhold. Epidemiologiske studier viser imidlertid at noen viktig årsak til lungekreft kan ikke bil-eksos være (4).

Andre hydrocarboner (de alifatiske) kan imidlertid forårsake dårlig lukt i omgivelsene, men en kan se helt bort fra deres giftvirkning i de konsentrasjonene som finnes i gateluften. Det er disse som kan gi eksosen fra dieseldrevne biler deres ubehagelige lukt. Helsemessig sett er imidlertid disse stoffene ufarlige. Gjennomsnittlig utslipp fra den svenske bilparken under vanlig bykjøring er 2,3 g/km (5). Det er imidlertid her, som ved utslippet av CO, store forskjeller mellom bilene.

"Environmental Protection Agency" i USA har nylig innført en norm for luftens innhold av hydrocarboner (unntatt metan) på 0.24 ppm ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som 3 timers middel mellom kl 0600 og 0900 om morgenen. Hensikten er å redusere muligheten for dannelse av fotokjemiske oksydanter.

2.3 Nitrogenoksyder (NO_x)

7 forskjellige nitrogenoksyder er kjente, men bare nitrogenmonoksyd (NO) og nitrogendioksyd (NO_2) har interesse sett fra et luftforurensningssynspunkt. NO-gassen er fargeløs, mens NO_2 har en brunlig farge. Fra biler slippes det ut nesten bare NO. Denne reagerer med luften og danner NO_2 . Overgangen skjer lettere under innvirkning av sollys og hydrocarboner.

Når det gjelder biologiske effekter, er NO_2 av størst interesse. Hos planter er det påvist at veksten nedsettes ved konsentrasjoner på 0.3 - 0.5 ppm og 10 - 22 dagers eksponeringstid. Effekten på bronkiene og lungevev synes å være den viktigste virkning på mennesker.

2.4 Fotokjemiske oksydanter

Interessen for hydrocarboner og nitrogenoksyder i forbindelse med luftforurensning skyldes vesentlig at det kan foregå fotokjemiske reaksjoner og at det kan dannes aerosoler og gasser med betydelig større giftvirkning enn de opprinnelige komponentene har hver for seg.

En vet at disse reaksjonene innledes av sollys, men alle detaljer er ennå ikke klarlagt.

Fotokjemisk smog ble først registrert i Los Angeles, men finnes i dag også i andre større byer i USA og i Europa. Først dannes dis (aerosoler) med en karakteristisk lukt og øyne og slimhinner irriteres. Denne virkning skyldes luftens innhold av oksydanter. Det tar imidlertid timer å danne fotokjemisk smog, og de skadelige virkningene vil dermed påvirke byområder som helhet og ikke bare i den umiddelbare nærhet av de mest trafikkerte gater. Det er dessuten lite sannsynlig at fotokjemisk smog vil bli noe problem i Stavanger. Kombinasjonen av sterk sol og dårlige spredningsforhold er lite sannsynlig.

2.5 Bly

Bly slippes vesentlig ut i luften som uorganiske partikler. Organisk bly er mye mer giftig og utgjør ca 10 % av det totale blyutslippet (4). Partiklene har gjennomgående en diameter på under 1 μm (10^{-6} m) og ved innånding vil 25 - 50 % av partiklene adsorberes i lungene og blyet blir på denne måten tilført kroppen (4). Mennesket innånder omkring 0,5 m³ luft pr time. Konsentrasjonen i bygater er gjennomsnittlig 2 - 4 $\mu\text{g Pb/m}^3$. Dette vil føre til et opptak av bly som må vurderes sammen med hva vi daglig får i oss gjennom maten, og disse kildene må sees i sammenheng (6 og 8). Det hersker fortsatt tvil om virkningen av det bly som menneskene får i seg fra luften (2).

For generelt å redusere blyforgiftning av naturen er det allerede nå innført restriksjoner på blyinnholdet i bensin i flere land. Dette gjelder også Norge, og siden har det ikke vært tillatt å selge bensin med blyinnhold større enn 0,4 g/l.

2.6 Sot og støv

Under forbrenningen dannes en viss mengde sot. Denne opptrer først som ytterst fine partikler. Disse klumper seg så sammen til større partikler og blir til synlig røyk.

Den samlede mengden utgjør som regel 1/1000 av bensinens vekt, og 3 - 4 ganger så stor del av dieseloljens. Dette svarer til et utslipp på ca 0,1 g partikler/km. Totalt for et byområde vil bilens forbrenning av drivstoff bidra med ca 1/100 av den samlede mengde svevestøv (7 og 8). Dette relative bidraget varierer betydelig fra en by til en annen.

En bør merke seg at bilene også forårsaker en partikulær forurensning ved sin slitasje på veibanen (piggdekkene om vinteren) og av bildekkene. Det dannes partikler av alle størrelser, også partikler så store at de sedimenteres nær veibanen. Det vil på grunn av dette foregå en generell nedsmussing av de nærmeste omgivelsene (innen en avstand av 10 - 15 meter) omkring veibanen. Dette vil ofte representere en belastning for de eiendommer som ligger nærmest opp til sterkt trafikkerte gater og veier.

2.7 Lukt

Lukt kan vanskelig kvantifiseres, og kan skyldes en eller flere av komponentene i bilavgassene. Lukt angis derved som lukteterskel. For bilavgasser defineres denne i Sverige som hvor mange ganger avgassen må uttynnes før 50% av en samling forsøkspersoner ikke merker lukten. Resultatet av undersøkelser i Sverige viser at avgassene fra bensinbilene må uttynnes 5000 til 10 000 ganger. Avgassene fra diesebilene må uttynnes 1000 til 4000 ganger (5).

Dersom en anvender dette på CO-konsentrasjoner, vil en fortykning som svarer til lukteterskelen for bileksos gi en CO-konsentrasjon på omkring 3 ppm.

3. NORMER OG RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET

Flere land har fastsatt normer og retningslinjer for luftkvalitet når det gjelder forurensede stoffer fra biltrafikk, men verdiene varierer betydelig. Grunnlaget for fastsettelsen er best dokumentert i USA, og det anbefales å vurdere luftkvaliteten i Stavanger i relasjon til disse. Normene tar sikte på å beskytte de deler av befolkningen som er mest følsomme overfor luftforurensninger og gir god sikkerhetsmargin mot skader for "normale" individer. Normene er angitt i tabell 3.1 (se ref. 9).

Forurensningskomponent	Midlingstid	Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Carbonmonoksyd (CO)	1 time	40 000 (35 ppm)
Carbonmonoksyd (CO)	8 timer	10 000 (9 ppm)
Nitrogendioksyd (NO_2)	1 år	100 (0.05 ppm)
Svevestøv	1 år	75
Svevestøv	1 døgn	260
Hydrocarboner (unntatt metan)	3 timer (06-09h)	160 (0.24 ppm)
Fotokjemiske oksydanter	1 time	160 (0.08 ppm)

Tabell 3.1 Føderale normer for luftkvalitet i USA.

I Tyskland har en angitt en norm for bly (Pb) i svevestøv: $3 \mu\text{g Pb}/\text{m}^3$ målt som 24 timers middelferdi eller $1.5 \mu\text{g Pb}/\text{m}^3$ som årsmiddelferdi (10).

Normene for støvfall varierer også betydelig fra land til land. En vil ved NILU anbefale å benytte rådgivende støvfallsnormer fra Sverige eller Finland (11), ved vurdering av ulempen av nedsmussing nær en veibane.

Rådgivende støvfallsnormer i Finland:

	<u>Månedsmiddel</u>	
Ren luft	under 0.2 g/m ²	30 døgn
Relativt ren luft, bra for boligstrøk	0.2 - 2 "	"
Svakt skittent. Tilfredsstillende for boligstrøk	2 - 5 "	"
Middels forurenset luft. Tolerabelt for boligstrøk	5 -10 "	"
Skittent område. Ikke tilfredsstillende for boligstrøk	10 -15 "	"
Meget skittent område. Uakseptabelt for boligstrøk	over 15 "	"

Et svensk forslag til normer er:

Bakgrunn	2 - 3 "	"
Tilfredsstillende for boligstrøk	5 - 8 "	"
Urent	10 -15 "	"
Meget urent, ikke tilfredsstillende for boligstrøk	over 15 "	"

4. UTSLIPP OG SPREDNINGSFORHOLD VED STRØMSTEINBRUA I STAVANGER

4.1 Utslippsmengden

Forurensningsutslippet kan variere betydelig med biltype og kjøreforhold. I tabell 4.1 er det anslått noen gjennomsnittstall for den norske bilparken (13).

Tabell 4.1 : Utslipp av forurensete stoffer fra norske biler.

<u>Forurensningskomponent:</u>	<u>Utslipp fra hver bil</u>
Carbonmonoksyd (CO)	46 g CO/km
Hydrocarboner (HC)	2.3 g HC/km
Nitrogenoksyder (NO _x)	1.1 g NO ₂ /km
Bly (Pb)	0.04 g Pb/km
Svevestøv	0.1 g part/km

Tabellene representerer utslipp ved typisk bykjøring der det forekommer store variasjoner i kjørehastigheten. Ved god flyt i trafikken over Strømsteinbrua kan en regne med at utslippet av carbonmonoksyd (CO) og hydrocarboner (HC) er overestimert.

Norge har undertegnet ECE-avtalen om begrensning av forurensningsutslipp fra biler. For carbonmonoksyd er maksimalt utslipp fastlagt til 24.7 - 54.3 g CO/km, og for hydrokarboner til 2.0 - 3.2 g HC/km, avhengig av kjøretøyets vekt. En må regne med at disse grensene vil reduseres etter hvert som tekniske muligheter foreligger, idet luftkvaliteten må bedres i bysentra med stor trafikk. Som nevnt får blyinnholdet i bensin maksimalt være 0.4 g/l, bensin med lavt oktantal inneholder vanligvis betydelig mindre bly og tallene i tabell 4.1 vil sannsynligvis overestimere utslippet fra trafikken på Strømsteinbrua.

Byplansjefen i Stavanger (1) påpeker at trafikkapasiteten på brua tilsvarende kapasiteten for en tofeltsvei. Det vil si en ÅDT¹⁾ på ca. 15 000 PBE²⁾. Når trafikkvolumet overskrider denne grensen vil utslippet fra hver bil øke.

Trafikkprognosene viser at i de første ti år vil trafikkvolumet på brua være under halvparten av kapasiteten. Trafikken kan variere betydelig gjennom døgnet, men trafikk-tettheten vil være under 1000 PBE pr time i overskuelig framtid selv i rush-trafikken. Det er rimelig å anta en trafikk-tetthet på ca. 1000 PBE pr time i noen timer om dagen, ved en maksimal utbyggingsgrad som forutsatt i tiden 1990 - 1995. (Alternativene 4 og 5.) Ved å multiplisere denne trafikk-tettheten med utslippstallene for hver bil gitt i tabell 4.1, finner en det maksimale utslipp av luftforurensninger pr time og pr lengdeenhet av brua.

1) ÅDT: Årsdøgntrafikk betyr det midlere antall biler som passerer brua hver dag.

2) PBE: Personbilenheter.

4.2 Spredningsforhold

Vindstyrken er ofte stor i Stavangerområdet og medfører relativt gode spredningsforhold (14).

Ved Meteorologisk Institutt's værstasjon i Stavanger registreres vindretning og vindstyrke hvert døgn kl 07, kl 13 og kl 19. Figur 4.1 viser frekvensen av vindobservasjoner i 12 vindsektorer hvor midlere vindstyrke er avsatt for 10-årsperioden 1956 - 65 (15).

Området som brua går over er delt i fire soner:

Sone I: Høgsfjordgata - Øvre Banegate

Sone II: Øvre Banegate - Verven

Sone III: Verven - Grasholmsundet

Sone IV: Grasholmsundet - Engøysundet

Retningen på brua i hver av sonene er avsatt i figur 4.1.

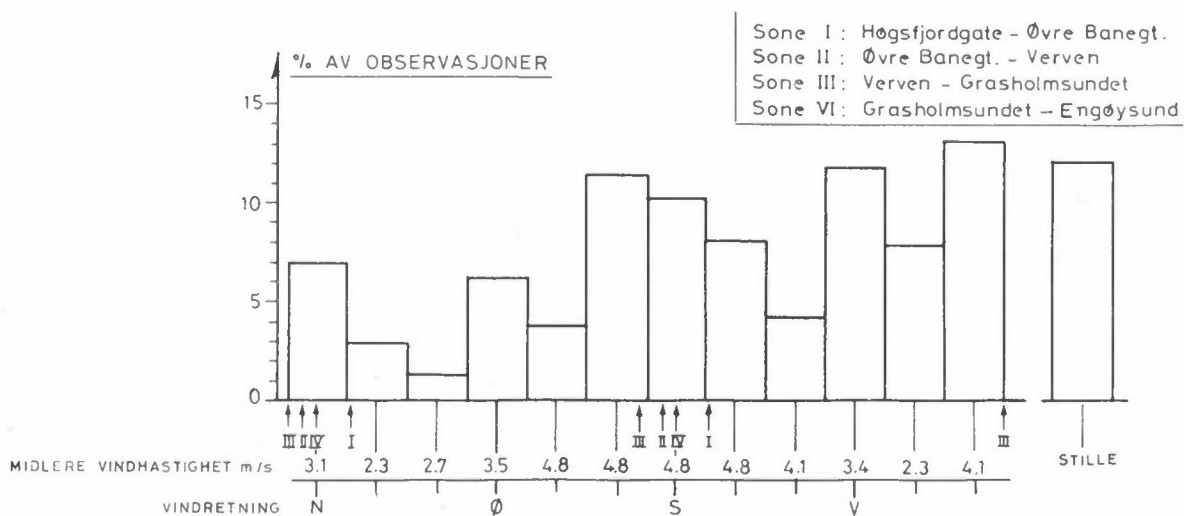


Fig 4.1 Frekvensen av vindobservasjoner i 12 vindsektorer i Stavanger i perioden 1956 - 65. Retningen på brua i fire soner er avsatt ved piler.

Brua og frekvensen av vindobservasjonene i 12 vindsektorer er også vist på kartet i figur 4.2.

Av figuren ser en at vind fra vestlig kant forekommer betydelig oftere enn vind fra østlig kant. Ser en denne vindfordelingen i sammenheng med orienteringen av brua, kan en konkludere med at vindretningen ofte er langs store deler av brua. Vindfordelingen viser også at områdene på østsiden av brua vil bli belastet mer enn områdene på vestsiden.

Foruten vindstyrke og vindretning er spredningsforholdene avhengig av luftens blandingsevne som har sammenheng med turbulensforholdene. Det er vanlig å dele blandingsevnen inn i seks klasser som beskrevet av Turner (16). Klasse 1 representerer meget gode vertikale blandingsforhold som sjelden forekommer i Norge fordi solintensiteten er forholdsvis liten. Klasse 6 representerer meget dårlige vertikale blandingsforhold. Ved sterk vind har en klasse 3 eller 4. Ved Strømsteinbrua er det rimelig å anta at klasse 3 beskriver typiske blandingsforhold idet vindhastigheten ofte er stor og brukonstruksjonen øker luftens turbulens og dermed blandingsevnen nær kjørebanelen.

5. LUFTFORURENSNINGER VED STRØMSTEINBRUA

Når virkningen av trafikken over Strømsteinbrua på luftkvaliteten ved de nærliggende eiendommer skal vurderes, bør forurensningsforholdene etter brua er bygget sees i forhold til luftkvaliteten før brua er bygget. Til å karakterisere luftkvaliteten benyttes målte og beregnede forurensningskonsentrasjoner som så sammenlignes med normene gitt i tabell 3.1.

5.1 Den eksisterende luftkvaliteten i Stavanger

Byveterinæren i Stavanger har i samarbeid med NILU utført orienterende målinger av svoveldioksyd (SO_2) og av partikulære forurensninger ved 3 stasjoner i bykjernen. Målingene viser lave SO_2 -konsentrasjoner. I enkelte perioder har en imidlertid funnet betydelige konsentrasjoner av partikulære

forurensninger ved målestasjonene Handelens hus og Rogaland Fellessalg. Siden målestasjonene er plassert nær sterkt trafikkerte gater, tyder disse målinger på at biltrafikken reduserer luftkvaliteten betydelig i disse gatene.

Det er ikke utført målinger av luftforurensninger fra biltrafikken (f.eks. av carbonmonoksyd). Det er imidlertid rimelig å anta at i en sterkt trafikkert byggate hvor utluftingen er skjermet av bygninger på begge sider, vil en finne overskridelser av normene.

5.2 Luftforurensninger som følge av trafikken på Strømsteinbrua

Ved Environmental Protection Agency i USA er det utviklet en beregningsmetode som på grunnlag av utslipps- og spredningsforhold estimerer forurensningskonsentrasjonene omkring en veibane (17). Denne metoden blir anbefalt brukt i USA når fremtidig luftkvalitet som følge av veiprosjekter skal vurderes (18).

For konsentrasjonsberegningene har en antatt at biltettheten er 1000 biler/time på en 20 meter høy bro. Det gjennomsnittlige utslippet av luftforurensninger fra hver bil er gitt i tabell 4.1.

Lave vindhastigheter vil gi de høyeste konsentrasjoner og en har derfor beregnet konsentrasjonsfordelingen i forskjellige avstander fra brua når vinden er 1 m/s, henholdsvis på tvers av brua og langs av brua.

Resultatene er vist i figurene 5.1 og 5.2.

Ved vind på tvers av brua vil en få de maksimale konsentrasjonene i en viss avstand på grunn av utslippshøyden. Men disse maksimalkonsentrasjoner er bare ca 13 prosent av konsentrasjonene som forekommer ved brua når vinden blåser langs bruspennet.

Da horisontalprojeksjonene av brua er svakt S-formet, vil fordelingen i figur 5.2 representere et overestimert nærmest brua.

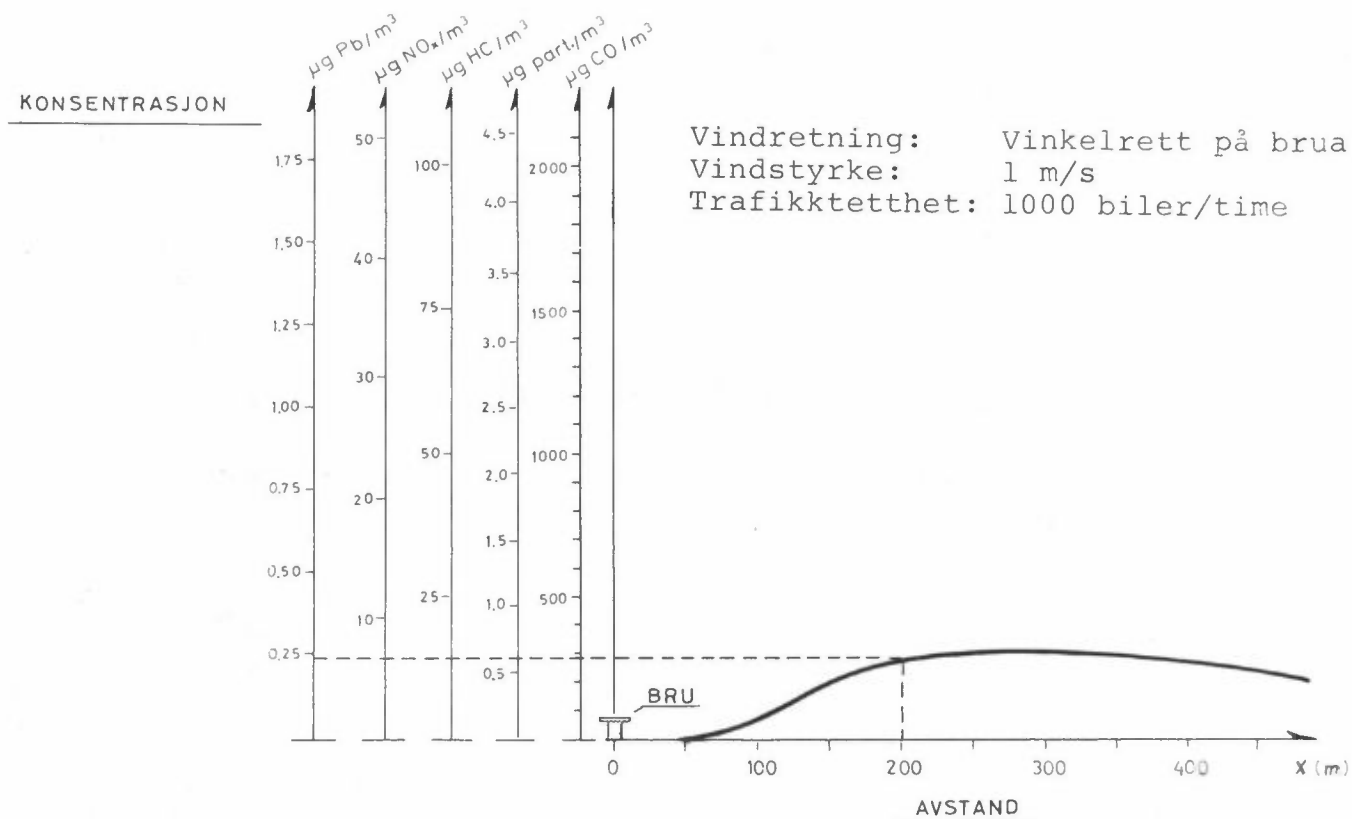


Fig 5.1 Forurensningskonsentrasjonen ved bakken som funksjon av avstanden fra brua. F.eks. i en avstand på 200 m fra brua er de beregnede forurensningskonsentrasjonene ca $300 \mu\text{g CO}/\text{m}^3$, ca $8 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$, ca $0.7 \mu\text{g part}/\text{m}^3$, ca $15 \mu\text{g HC}/\text{m}^3$, og ca $0.25 \mu\text{g Pb}/\text{m}^3$.

en kan vente fra utslippstallene og de målte carbonmonoksyd-konsentrasjoner. Av rapporten går det fram at carbonmonoksyd (CO) og bly (Pb) var av størst betydning ved vurdering av luftkvaliteten i forhold til rådgivende normer.

Av dette kan en slutte at ved Strømsteinbrua vil en sannsynligvis observere høyere konsentrasjoner av svevestøv enn beregnet. Konsentrasjonene av bly og carbonmonoksyd er sannsynligvis overestimerte.

Støvfall ved brua

Som før nevnt må en regne med en viss nedsmussing av de nærmeste eiendommene ved brua på grunn av større partikler som virvles opp ved biltrafikken og ved vinden. Denne forurensningsulempe kan registreres ved støvfallsmålinger. Ved NILU har en utført målinger ved motorveien i Skedsmo, og Britt Rystad (12) konkluderer undersøkelsen på følgende måte:

"Generelt må det sies at støv nivået ved motorveien med unntak av enkelte vinter måneder er tilfredsstillende lavt i 20 meters avstand ifølge svenske normer. Selv 5 meter fra veien er støvfallet tilfredsstillende lavt i månedene fra mai til september, mens store overskridelser finner sted i vinterhalvåret. Maksimalt støvfall ble målt i mars med $39 \text{ g/m}^2 \cdot 30 \text{ døgn}$."

Støvfallet ved en veibane vil foruten trafikk tetthet i høy grad være avhengig av rent lokale forhold. Det er dermed vanskelig å bruke målinger fra andre steder til å si noe konkret om støvfallet ved Strømsteinbrua i Stavanger. Følgende forhold kan ventes å være viktige ved brua i Stavanger:

1. Høyden av brua over bakken vil bidra til at de store partiklene spres over et større område. Støvfallet blir dermed lavere, men belaster et større område.
2. Bruk av piggdekk, typen av veidekke, sandstrøing og renholdsmetoder vil få betydning for støvfallet.
3. Tette skjermmer langs brukantene vil sannsynligvis redusere støvfallet betydelig.
4. Menneskene som ferdes på brua kan kaste ting ned på eiendommene som ligger i nærheten. Dette kan ikke karakteriseres som luftforurensning, men kan representere en ulempe dersom rekkverket på brua er lavt og åpent.

5.3 Luftforurensninger i anleggsperioden

Arbeidet med byggingen av brua kan forårsake betydelige partikulære forurensninger (18). En bør være særlig oppmerksom på dette ved spesielt utsatte eiendommer.

6 TURBULENSFORHOLDENE VED STRØMSTEINBRUA

Vinden registreres vanligvis i 10 meters høyde over bakken. Da Strømsteinbrua bygges ca. 20 meter over bakken, vil den dermed være utsatt for 10 - 20% sterkere vind enn i 10 meters høyde.

Det er kjent at når flere høyblokker bygges i et område, kan det opptre sterkere vind og mer urolig luft i de nærmeste omgivelser enn en ellers skulle vente ved bakken (3).

Enkelte undersøkelser er utført i vindtunneller (3), men generelt må en si at virkningen av bygningskonstruksjoner på luftstrømmene og dannelsen av turbulens er lite kjent.

Ved Strømsteinbrua vil det også dannes virvler på lesiden av de enkelte delene av brua (brukar, veibane, etc.). Virvlene vil være av samme størrelsesorden som konstruksjonselementene, og da disse representerer små hindringer, kan luftstrømmen lett passere brukonstruksjonen. Det er dermed ikke rimelig å anta at det vil forekomme en merkbar økning i vind og turbulensforholdene nær bakken ved brua.

7 REFERENSER

- (1) Byplansjefen i Stavanger Brev av 20. oktober 1975 med vedlegg.
- (2) Byplansjefen i Stavanger Reguleringsplan for Strømsteinbrua.
- (3) World Meteorological Organization Technical Note No 109 Building Climatology.
- (4) Luftforurensningsutvalget Innstilling om "Lov om vern mot luftforurensning". Innstilling nr 3 (Hovedinnstilling) av 1967 avgitt april 1971.
- (5) Bilavgaser - En sammenfattande rapport. Del 1. Kommunikasjonsdepartementets ledningsgruppe rörande utveklingsarbeite på bilavgasområdet. 14.8.1970.
- (6) WHO Technical Report Series No 410 Urban Air Pollution with Particular Reference to Motor Vehicles. Geneva 1969.
- (7) Luftforurening. Benzin og diesel-drevne biler. Forureningsrådet - Sekretariatet. Publikation nr 4 København april 1971.
- (8) G Ozolins, R Smith Rapid Survey Technique for Estimating Community Air Pollution Emissions. Environmental Health Series, Air Pollution. U.S. Department of Health, Education and Welfare 1966.
- (9)- U.S. Environmental Protection Agency National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards. Federal Register, Vol 36, No 84, Washington D.C., USA, 30. april 1971.
- (10) VereineDeutscher Ingenieure Maximale Immissions - Werte, VDI Richtlienen 2310, september 1974.
- (11) Laamanen, A: Particulates in the outdoor air of Finland. Work - Environment - Health 6 (1) 1969.
- (12) Britt Rystad Støvfallsmålinger ved motorveien i Skedsmo. Teknisk notat nr 3/75. Referanse IO-0-09.72. NILU, januar 1975.

- (13) K E Grønskei
Generelle og Trafikale Luftforurensninger i Drammen. Vurderingsgrunnlaget for motorveiparsellen Høvik - Rundtom. Oppdragsrapport nr 34/72. NILU, 1972.
- (14) B Sivertsen
Røykspredningsforholdene i Forus-området. Oppdragsrapport nr 87/74. Ref EO-2-21.73. NILU, september 1974.
- (15) T Werner Johannessen
Climatological Summaries for Norway. Standard Normals 1931-60 of Monthly Wind Summaries for Norway. Det Norske Meteorologiske Institutt, Oslo 1969.
- (16) Turner, B D
Workbook on Atmospheric Dispersion Estimates. U.S. Dept of Health, Education and Welfare, 1970.
- (17) J R Zimmerman,
R S Thompson
Users Guide for Highway, A Highway Air Pollution Model. Pub No EPA-650/4-74-008. Research Triangle Park, North Carolina 1975.
- (18)
Guidelines for Review of Environmental Impact Statements Volume 1. Highway Projects. U.S. Environmental Protection Agency Office of Federal Activities, september 1973.
- (19) Larssen, Steinar
Luftforurensninger ved Drammensveien (E-18) i Bærum kommune, Rapportutkast NILU.