

NILU  
Oppdragsrapport nr 8/70  
Dato: Juni 1970

UNDERSØKELSE AV STØVTRANSPORT  
I OMEGNEN AV ARENDAL SMELTEVERK.  
PRØVING AV EN STØVMÅLER.

E Joranger og T C Berg

UNDERSØKELSE AV STØVTRANSPORT I OMEGNEN AV ARENDAL  
SMELTEVERK. PRØVING AV EN STØVMÅLER.

av

E Joranger og T C Berg

1 INNLEDNING

I forbindelse med konsesjonssøknad fra Arendal Smelteverk om å utvide med et nytt ovnshus, har Røykskaderådet uttrykt ønske om å få utført målinger av støv omkring fabrikkområdet. NILU har nylig mottatt en støvmåler til prøving, og erklærte seg interessert i å prøve apparatet i nevnte fabrikkområde.

Fabrikken fremstiller silisiumkarbid i åpne ovner. Støvet strømmes opp gjennom en 2,5 m bred kanal på langs av taket og utløpet er 25 m over bakken. Etter at en ovn er fylt med råstoff, har vi ifølge Dampkjeleforeningen (1) følgende brenningscyklus og utslippsdata. Gasstemperaturene er anslåtte verdier:

Syklus	Varighet Timer	Støv g/min	Korn- størrelse	Type støv	Gasshast m/sek	Temp °C
Oppvarm. grunn- last	21	14,8			0,85	
Blåsing	38	250	Fint støv	SiO <sub>2</sub>	1,42	50-100
Riving	0,3	2100	Grovt støv	Mest sot	2,80	100-150

## 2 MÅLEMETODER

Målingene ble utført med et Sigrist Photometer type UP51-TN. Dette instrumentet arbeider etter prinsippet med spredning av lyset i et homogent lysfelt når man leder støvfylt atmosfære gjennom feltet. Lysmengden som spres er proporsjonal med støvmengden i luften og måles med en fotomultiplikator.

Instrumentet var ved målingene i Eydehamn montert i en stasjonsvogn med luftinntak ca 0,5 m over bilens tak og fikk strøm fra et system av en 12 volt blyakkumulator med 12 volt DC/220VAC transistoromformer.

Følsomste måleområde er 0,0 - 0,2 mg støv/m<sup>3</sup> ved en luftgjennomgang på ca 40 l/min. Lysmengder som spres av støvpartikler i luften er ikke bare avhengig av mengden av støv, men også av størrelse, form, farge og brytningsindeks. Konsentrasjonen som avleses på skalaen er derfor et relativt tall som refererer seg til en bestemt støvtype.

## 3 MÅLINGER

Målingene ble utført 21 og 22 mai 1970. Begge dagene var luften ustabil med skiftende skydekke.

Første forsøksdag, 21 mai, var vindretningene fra VSV til V og vindhastigheten var ca 4 m/sek. Støvet blåste mot området øst for Smelteverket og tildels over Nitridens fabrikkområde. Det ble i blåsingsfasen utført målinger av de høyeste verdier med 1-3 min midlingstid i forskjellige avstander fra 200 til 900 m fra fabrikken (se figur 1).

Punktene i figur 2 angir de målte verdier. Kurvene i samme figur viser beregnede maksimumskonsentrasjoner for meget ustabil og ustabil, og vindhastighetene 2 og 4 m/sek som funksjon av avstanden med 25 m effektiv pipehøyde, 10 min midlingstid og utslipp på 4,16 g/sek som svarer til utslippet fra en ovn under blåsing. De målte og beregnede verdier er ikke kvantitativt sammenlignbare, på grunn av forskjellig midlingstid, ukjent partikkelstørrelse-fordeling (fallhastighet) og usikker utslippsmengde av støv. Kvalitativt synes dog målingene å vise at den relative variasjon med avstanden er tilnærmet normal.

Ifølge beregninger (2) fåes under ustabile forhold (stabilitetsklassene B og C) de høyeste bakkekonsentrasjonene i avstandene 170 til 250 m fra kilden med 25 m pipehøyde og flatt lende, og de beregnede maksimal-konsentrasjonene for stabiliteten B varierer med vindhastigheten således:

Vindhastighet m/sek	1	2	4
Maks konsentrasjon mg støv/m <sup>3</sup>	1	0,5	0,25

Ved stabil luft er sonen for maksimale bakkekonsentrasjoner beregnet til ca 800 m fra utslipp i 25 m høyde, og med maksimalkonsentrasjoner av samme størrelsesorden som i tabellen ovenfor.

På slutten av dagen ble det gjort 2 rivinger i rask rekkefølge. Vindretningen var fra VSV og registreringen ble foretatt på et høydedrag i avstand 360 m (se figur 1, pos A). Det ble opplyst at begge rivingene ble foretatt flere timer for tidlig. Dette medførte at støvutslippene ble for høye i dette tilfellet. Under rivingen satt det

inn med meget sterke hagl- og regnbyger. Verdiene før og under rivingen er derfor ikke direkte sammenlignbare. Dessuten er effektiv pipehøyde større under riving enn ved blåsing p g a temperaturforskjellen. Størrelsen og formen av partiklene er også forskjellige. Følgende verdier ble målt:

	Maks verdi mg støv/m <sup>3</sup> 1 min middel	Middelverdi mg støv/m <sup>3</sup> 10 min middel
Før riving	0,24	0,04
Under riving	ca 0,5	0,15

De sterke bygene har antagelig virket reduserende på midlere støvkonsentrasjon på målestedet under riving.

Andre forsøksdag, 22 mai, var det fortsatt delvis skyet (6/8 skydekke) med ustabil luft. Vinden blåste fra Ø og ØSØ og vindstyrke 1-2 m/sek om formiddagen. Det ble under blåsingsfasen foretatt 2 snittkjøringer mellom kl 1000 og kl 1100 på strekningen Helle - Skibvik vest for fabrikken i ca 1300 m avstand fra kilden (figur 1, pos B). Støvskyen passerte midt på denne vei-strekningen. I figur 3 er den midlere målte fordeling (utjevnet) fremstillet som heltrukket kurve.

De stiplede kurvene gir beregnede fordelinger på bakken (Z=0) i 1300 m avstand, effektiv skorsteinshøyde H=25 m og for vindhastigheten 1 og 2 m/sek (3).

Følgende formel er nyttet (2):

$$X(x,y,z,H) = \frac{Q}{2\pi \sigma_y \sigma_z u} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \left\{ \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{z+H}{\sigma_z} \right)^2 \right] \right\}$$

- a) Koordinatsystem: Origo ved foten av pipen.  
x-aksen i middelvindens retning
- b) Kildestyrken  $Q = 4,16$  g/sek (Midlere støvutslipp fra 1 ovn under blåsing).
- c) Effektiv skorsteinshøyde  $H = 25$  m. Ingen tilleggs-  
høyde ble observert.
- d) Spredningsparametrene  $\sigma_y$  og  $\sigma_z$  er gitt empirisk etter  
luftstabilitetsklasser og avstand fra kilden.  
Stabilitetsklasse B (ustabilt) er brukt (2).

Formelen forutsetter: 10 min midlingstid, ingen partikkel-  
avsetning på bakken, partikkelstørrelse mindre enn  $20 \mu$   
i diameter, flatt terreng, konstant utslipp og homogene  
vindforhold.

Vi ser av figur 3 at den målte fordeling er smalere enn  
de beregnede fordelinger i 1300 m avstand. Forskjellen  
beror sannsynligvis på kanaliseringseffekter i det gitte  
terreng, som gir relativt høye konsentrasjoner i en smal  
sektor. Figurene antyder også at en stor del av støv-  
partiklene kan være utfelt underveis når vi sammenligner  
observert fordeling med beregnet fordeling for vindhastig-  
heten 1 m/sek (støv fra en ovn under blåsing).

Under den påfølgende rivingen ble det ikke registrert  
støv på grunn av vinddreining og sterk konveksjon med  
kraftig regnbyge.

4

#### KONKLUSJON

Ifølge litteraturen (4) varierer grenseverdier for  
støvinneholdet i luften meget fra land til land med verdier  
fra  $0,1 \text{ mg/m}^3$  (30 min) til  $0,6 \text{ mg/m}^3$  (20 min). Middelveidien  
for alle oppgitte grenseverdier for en time og kortere kan settes

til  $0,3 \text{ mg/m}^3$ . Resultatene antyder at den midlere grenseverdien muligens kan overskrides i sonen for maksimale konsentrasjoner mellom avstandene 170 m (ustabil) og 800 m (stabil) når vindhastigheten er lavere enn 3-4 m/sek.

Statistikken fra Meteorologisk Institutt (5) for den nærmeste stasjonen Torungen fyr viser at vindhastigheter lavere enn 3 Beaufort (0,3 - 5,4 m/sek) og vindretningene E, SE, S og SW som gir røyk inn over bebyggelsene, forekommer i 35,6% av tiden i sommerhalvåret og 17,3% av tiden i vinterhalvåret (okt - mars).

Den utførte undersøkelsen er beheftet med en rekke usikkerhetsfaktorer. Terrenget er komplisert, og værforholdene var ustabile. Videre mangler en kjennskap til partiklernes størrelsesfordeling og form, og mengden støv som slippes ut til enhver tid under blåsing, er lite kontrollerbar.

#### Referanser:

- (1) Norsk Dampkjeleforening: Røkgassmålinger i ovnshus B ved Arendal Smelteverk.
- (2) Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates U.S. Department of Health, Education, and Welfare Public Health Service.
- (3) F Gram: Program CH10, NILU-notat 30.4.70. Program for beregning av bakkekonsentrasjoner.
- (4) Arthur C Stern: Air Pollution, Volume 111 1968. Academic Press, New York, London.
- (5) Thor Werner Johannessen: Monthly Frequencies of concurrent wind forces and wind directions in Norway. Det Norske Meteorologiske Institutt, Oslo 1960.