

NILU : OR 59/95
REFERANSE : O-95092
DATO : NOVEMBER 1995
ISBN : 82-425-0722-8

Prøvetaking og analyse av skjermingsrøyk

Adler Mikalsen

Innhold

	Side
Sammendrag	2
1. Innledning	3
2. Prøvetaking	3
3. Resultater og diskusjon.....	4
4. Konklusjon	6
5. Referanser	6

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har benyttet sin høyvolum luftprøvetaker (PUR-prøvetaker) til prøvetaking av partikkel- og gassfaseforbindelser i røykfanen (plumen) fra en 76 mm røykgranat, NM186. Parallelle prøver fra to prøvetakere ble blandet til én prøve og analysert for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og sink (Zn).

PAH-konsentrasjonene lå stort sett i samme størrelsesorden som i en tidligere analyse av partikler fra en røykkammerprøve. Antracenkonsentrasjonen var derimot vesentlig høyere i "luft"-prøven (33000 µg/g) sammenlignet med røykkammerprøven (15000 µg/g). Konsentrasjonen av de karsinogene forbindelsene var redusert til 244 µg/g i luftprøven mot 644 µg/g i røykkammerprøven. Konsentrasjonen av sink i partikkelfasen var 170 mg/g (17%) eller utregnet på volumbase (prøvevolum) 4,9 mg/m³.

Prøvetaking og analyse av skjermingsrøyk

1. Innledning

Som et ledd i en planlagt større måleserie på Haslemoen vinteren 1996, utførte Norsk institutt for luftforskning (NILU) på oppdrag fra Raufoss Technology A/S en forundersøkelse på Raufoss den 12.10.95. Formålet var å ta prøver i røykfanen (plumen) fra en 76 mm røykgranat NM 186, for å bestemme innholdet i røyken av polysykliske hydrokarboner (PAH), polyklorerte dioksiner/furaner (PCDD/PCDF), polyklorerte bifenyler (PCB) og sink (Zn).

Siden forbrenningstiden for en røykgranat er meget kort (~30 sek.), vil også prøvetakingstiden i røykfanen bli meget kort. Det var derfor viktig å få testet hvor stor prøvemengde det var mulig å samle opp. Samtidig var det en nyttig gjennomgang av den rent tekniske gjennomføringen av undersøkelsen, strømforsyning, prøvetaking, annen instrumentering m.m.

Undersøkelsen ble utført på testsenteret til Raufoss Technology A/S.

2. Prøvetaking

NILUs PUR-prøvetaker, som er en høy-volum prøvetaker, ble brukt til prøvetaking. Partikkelbundne PAH ble samlet opp på et glassfiberfilter og gassformige PAH på to propper av polyuretanskum (PUR). To prøvetakere ble plassert ca. 15 m fra hverandre for å kunne "fange opp" plumen. Røykgranaten ble skutt ut til en avstand av ca. 25 m fra prøvetakerne. Det var meget ugunstige værforhold under forsøket, med vind av kuling styrke, opp til 11,5 m/s og med en gjennomsnittshastighet på ca. 9 m/s. Vinden kom fra vest-sørvest og røykgranaten ble plassert så godt som mulig i vindretningen mot prøvetakerne. På grunn av den relativt sterke vinden ble det dårlig spredning av plumen, som nærmest svingte som en tykk "røykslange" fra side til side over prøvetakerne. Likeledes var plumen borte over prøvetakerne så og si samtidig som røykgranaten tok slutt. Det ble derfor avfyrt en ekstra granat for å øke prøvetakingstiden/prøvemengden.

Under prøvetakingen ble PAH målt med NILUs kontinuerlige måleinstrument, PAS (Photoelectric Aerosol Sensor). Før nedrigging av måleutstyret ble strømmen brutt (slått av på instrumentet) før PC-programmet ble avsluttet, slik at ingen data ble lagret. Denne informasjonen gikk dessverre tapt på grunn av dette.

3. Resultater og diskusjon

Det var planlagt å utføre full analyse på hvert av de to prøvetakingssettene, men på grunn av de dårlige prøvetakingsbetingelsene ble analysen utført på hele prøvemengden som én prøve.

For PAH ville det være interessant å analysere gass- og partikkelfase hver for seg, for å få et mål på gassfaseandelen i plumen. Dessverre oppsto det noen misforståelser ved starten av analysearbeidet. For det første ble gassfaseekstraktet blandet med partikkelfaseekstraktet til én prøve, slik at separat analyse av ekstraktene ble umuliggjort. For det andre ble hele ekstraktet (prøven) opparbeidet til PAH-analyse, slik at det ikke ble mulig å analysere prøven med hensyn på de klorerte forbindelsene. Analyseresultatene ble derfor begrenset til PAH (gass + partikkelfase) og Zn.

Følgende prøvemengde ble samlet inn (to røykgranater):

	Prøvetakingstid (min.)	Prøvevolum (m ³)	Partikler (mg)
Prøvetaker A	1	0,44	19,1
Prøvetaker B	1	0,44	6,3
Totalt:		0,88	25,4

Som det fremgår av partikkelmengden, ble det på tross av likt prøvevolum, samlet inn 3/4 av mengden med prøvetaker A og bare 1/4 av mengden med prøvetaker B. Dette illustrerer de vanskelige prøvetakingsbetingelsene.

Tabell 1 viser analyseresultatene for PAH. For luftprøven er konsentrasjonene utregnet både på volumbasis (prøvevolum) med enheten µg/m³ og på vektbasis (vekten av partikler på filteret) med enheten µg/g. Til sammenligning er resultatene fra undersøkelsen i 1994, NILU OR 69/94 (D. Tønnesen, A. Mikalsen og Martin Schlabach), tatt med i tabellen (prøve nr. 94/62, røykkammerprøve).

Det var ingen markant forskjell i PAH-konsentrasjonene utregnet på vektbasis (partikler) mellom de to undersøkelsene, bortsett for noen få forbindelser. Røykkammerprøven (94/62) ble samlet inn (bare partikler) etter at røykgranater var antent i et røykkammer.

Ved røykgranatforbrenning i et lukket røykkammer vil konsentrasjonen i røykkammeret av gassfase/partikler være vesentlig større enn i plumen ved forbrenning i friluft. Dette vil resultere i større kondensering av gassfaseforbindelser på partiklene i røykkammeret sammenignet med forbrenning i friluft. Derfor er det relativt liten forskjell i konsentrasjonen av gassfaseforbindelser (naftalen-fluoren) mellom de to prøvene. Forskjellen er liten på tross av at gassfaseandelen (oppsamlet på PUR) er innregnet i vektbasiskonsentrasjonen (µg/g) for luftprøven og at gassfaseandelen var utelatt i røykkammerprøvetakingen.

Tabell 1: PAH-analyseresultater for luftprøve (95/909) og røykkammerprøve (94/62) konsentrasjonen angitt som $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (prøvevolum) og som $\mu\text{g}/\text{g}$ (partikkelvekt).

Prøve nr./betegnelse	95/909, 12.10.95	95/909, 12.10.95	94/62
	Luftprøve	Luftprøve	Røykkammer
PAH	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{g}$	$\mu\text{g}/\text{g}$
Naftalen	91,4	3181	1405
2-Metylnaftalen	3,03	105	53,6
1-Metylnaftalen	1,77	61,6	25
Bifenyl	25,6	890	575
Acenaftalen	23,1	805	42,2
Acenaften	0,39	13,4	-
Dibenzofuran	18,6	648	598
Fluoren	15,4	535	620
Dibenzotiofen	1,00	35,4	36,5
Fenantren	48,9	1703	4482
Antracen	950	33052	14786
2-Metylfenantren	0,10	3,4	-
2-Metylantracen	-	-	-
1-Metylfenantren	-	-	-
Fluoranten	9,61	335	1912
Pyren	2,67	92,9	40,5
Benzo(a)fluoren	0,57	19,9	7,4
Reten	-	-	-
Benzo(b)fluoren	0,76	26,6	-
Benzo(ghi)fluoranten	0,98	34,2	101
Syklopenta(cd)pyren	-	-	-
Benz(a)antracen	1,80*	62,6*	65,8*
Krysen/trifenylene	1,05*	36,4*	80,0*
Benzo(b/j/k)fluorantener	2,78*	96,9*	366
Benzo(a)fluoranten	1,44	50,0	28,7
Benzo(e)pyren	0,49	16,9	32,1
Benzo(a)pyren	0,39*	13,7*	5,5*
Perylen	0,08	2,9	15,2
Inden(1,2,3-cd)pyren	0,73*	25,3*	85,8*
Dibenzo(ac/ah)antracen	0,25*	8,8	27,3*
Benzo(ghi)perylene	0,53	18,6	17,2
Antantren	-	-	13,6
Coronen	0,23	8,0	46,6
Totalt:	1204	41882	25468
Totalt karsinogene PAH*	7,00	244	644

Total PAH-konsentrasjon var ca. 40% større i luftprøven enn i røykkammerprøven, noe som i første rekke beror på den høyere antracenkonsentrasjonen, men også på noe høyere andel av gassfaseforbindelser sammenlignet med røykkammerprøven.

Konsentrasjonen av de karsinogene forbindelsene var redusert med nesten 2/3 i luftprøven sammenlignet med røykkammerprøven. Dette kan muligens henge sammen med en mer fullstendig forbrenning i luftprøven.

Sinkanalyse ble utført på en del av partikkelprøven og ga følgende analyseresultater:

På vektbasis (partikler) : 170 mg/g (= 17%)

På volumbasis (prøvevolum): 4,9 mg/m³

4. Konklusjon

Det planlagte måleprogrammet for denne undersøkelsen ble vesentlig redusert på grunn av ugunstige prøvetakingsbetingelser (værforhold) og på grunn av misforståelser i prøve/analysehåndteringen. På tross av dette ga undersøkelsen en del viktige svar og ikke minst erfaring i den praktiske utførelsen:

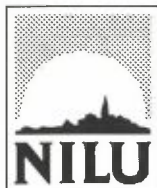
- Prøvemengde:
For de fremtidige målingene var det meget viktig å få et begrep om dette til bedømmelse av antall måleparametere og deteksjonsgrenser for enkeltprøver.
- PAH-resultater:
Ettersom PAH høyst sannsynlig er den viktigste forurensningsparameteren, var det av stor betydning å få analysert en reell luftprøve. Analysen omfattet også gassfaseandelen. Sammenlignet med røykkammerprøven, var det en markant reduksjon i de karsinogene forbindelsene fra 644 µg/g til 244 µg/g i luftprøven.
- Klorerte forbindelser:
Analyse fra tidligere prøver (røykkammer) viste meget lave PCDD/PCDF-konsentrasjoner. Et delt ekstrakt av luftprøven ville motsvart ca. 10 mg prøve. Til røykkammerprøven ble 10 g prøve brukt. Dette ville resultert i en faktor 1000 dårligere deteksjonsgrense for luftprøven. Siden PCB ikke er analysert tidligere, kjenner vi ikke konsentrasjonsnivået, men det er stor sannsynlighet for at prøvemengden også for PCB-analyse ville blitt for liten.

For de fremtidige målingene på Haslemoen anbefales det å lage et gjennomsnittsekstrakt fra alle enkeltprøvene, som gir stor nok prøvemengde til en "meningsfull" analyse av de klorerte forbindelsene.

5. Referanser

Tønnesen, D., Mikalsen, A. og Schlabach, M. (1994) Hazard evaluation of infrared smoke grenades based on the dispersion and the composition of the smoke. Kjeller, 1994 (NILU OR 69/94).

Varmo, Kjell Ole (1995) Deposition of combustion products from smoke ammunition. Raufoss Technology AS.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 59/95	ISBN-82-425-0722-8	
DATO 7/12-95	ANSV. SIGN. P.M.	ANT. SIDER 6	PRIS NOK 15,-
TITTEL Prøvetaking og analyse av skjermingsrøyk		PROSJEKTLEDER Adler Mikalsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-95092	
FORFATTER(E) Adler Mikalsen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Raufoss Technolgy AS Postboks 77 2831 RAUFOSS			
STIKKORD	Røykgass	PAH	
REFERAT NILU har utført prøvetaking og analyse av PAH og sink i røykgass fra 76 mm røykgranater, NM 186. Konsentrasjonen av karsinogene PAH-forbindelser utregnet på vektbasis (partikkelmengde) var 244 µg/g og på volumbasis (prøvevolum) 7,0 µg/m ³ . Konsentrasjonen av sink var 170 mg/g (partikkelmengde) og 4,9 mg/m ³ (prøvevolum).			
TITLE Sampling and analysis of combustion products from smoke ammunition.			
ABSTRACT			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres