



REPORT DOCUMENTATION PAGE

<p>1. REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-97/04713</p> <p>2. PROJECT NUMBER FFI-97-04713</p>	<p>3. SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED</p> <p>4. SECURITY CLASSIFICATION OF ABSTRACT UNCLASSIFIED</p>	<p>Godkjent Kjeller 15 oktober 1997</p>
<p>5. TITLE AVGIVELSE AV GASSEN KULLOS (CO) FRA KOKEAPPARAT TIL TURBRUK (CARBON MONOXIDE PRODUCTION FROM STOVE TO TURBINE)</p>		<p> Per Thoresen Forskningsjef</p>
<p>6. NAME(S) OF AUTHOR(S) IN FULL (Lastname, Firstname) MARTINI Svein, OFTEDAL Tor</p>		
<p>7. DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release; Distribution unlimited (Offentlig tilgjengelig)</p>		
<p>8. ADDRESS TERMS IN ENGLISH</p> <p>a. Country (område)</p> <p>b. State</p> <p>c. County</p>		
<p>AVGIVELSE AV GASSEN KULLOS (CO) FRA KOKEAPPARAT TIL TURBRUK</p> <p>MARTINI Svein, OFTEDAL Tor</p>		
<p>9. APPROVAL FFI/RAPPORT-97/04713</p>		
<p>FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT Norwegian Defence Research Establishment Postboks 25, 2007 Kjeller, Norge</p>		

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-97/04713 1a) PROJECT REFERENCE FFIVM/296901/159	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED 2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE	3) NUMBER OF PAGES 17												
4) TITLE AVGIVELSE AV GASSEN KULLOS (CO) FRA KOKEAPPARAT TIL TURBRUK (CARBON MONOXIDE PRODUCTION FROM SMALL STOVES USED FOR CAMPING)														
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) MARTINI Svein, OFTEDAL Tor														
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)														
<table border="0"> <tr> <td data-bbox="228 954 847 1003">7) INDEXING TERMS IN ENGLISH:</td> <td data-bbox="847 954 1439 1003">IN NORWEGIAN:</td> </tr> <tr> <td>a) <u>Carbon monoxide</u></td> <td>a) <u>Karbonmonoksyd</u></td> </tr> <tr> <td>b) <u>Stove</u></td> <td>b) <u>Primus</u></td> </tr> <tr> <td>c) <u>Camping</u></td> <td>c) <u>Leirliv</u></td> </tr> <tr> <td>d) _____</td> <td>d) _____</td> </tr> <tr> <td>e) _____</td> <td>e) _____</td> </tr> </table>			7) INDEXING TERMS IN ENGLISH:	IN NORWEGIAN:	a) <u>Carbon monoxide</u>	a) <u>Karbonmonoksyd</u>	b) <u>Stove</u>	b) <u>Primus</u>	c) <u>Camping</u>	c) <u>Leirliv</u>	d) _____	d) _____	e) _____	e) _____
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH:	IN NORWEGIAN:													
a) <u>Carbon monoxide</u>	a) <u>Karbonmonoksyd</u>													
b) <u>Stove</u>	b) <u>Primus</u>													
c) <u>Camping</u>	c) <u>Leirliv</u>													
d) _____	d) _____													
e) _____	e) _____													
THESAURUS REFERENCE:														
8) ABSTRACT Small commercial available camping stoves from four different brands (Optimus, MSR, Coleman, Sigg) were examined for carbon monoxide production. Without a kettle the carbon monoxide production are very small (below 5 ml per min) and can hardly represent any danger. The carbon monoxide production increased significantly for all the four brands (range from 20 to 140 ml CO per min) when the stoves were used for cooking i. e. when a kettle of water was placed on the stove. This may represent a danger if the stoves are used within an enclosed area without adequate ventilation (e.g. in a tent). Our measurements give reason to warn specially against the brand Coleman.														
9) DATE 15 October 1997	AUTHORIZED BY This page only  Per Thoresen	POSITION Director of Research												

INNHOOLD

	Side	
1	INNLEDNING	4
2	GASSEN KULLOS (CO)	4
3	AVGIVELSE AV KULLOS (CO) FRA KOKEAPPARAT	6
3.1	Målinger utført med og uten kjele	6
3.2	Målinger utført av to forskningsinstitutter	6
3.3	Effektens betydning for kullosproduksjonen for de fire merkene	7
3.3.1	Kokeapparat av merket Optimus	8
3.3.2	Kokeapparat av merket MSR	9
3.3.3	Kokeapparat av merket Coleman	9
3.3.4	Kokeapparat av merket Sigg	10
4	VURDERING AV FAREN FOR KULLOSFORGIFTNING	12
4.1	Opplysninger gitt av produsenten/importøren om kullosfaren	13
4.2	Kokeapparat benyttet i telt	13
4.3	Kokeapparat ved lav effekt	15
5	KONKLUSJON	15
	Litteratur	16

AVGIVELSE AV GASSEN KULLOS (CO) FRA KOKEAPPARAT TIL TURBRUK

1 INNLEDNING

I Forsvaret benyttes et stort antall små kokeapparat av typen primus (Optimus 111) til oppvarming av mindre bomullstelt (3-6 manns knappetelt) og til koking av mat og drikke. Skadelige avgasser fra slike kokeapparat er i liten grad undersøkt. Imidlertid er den typen kokeapparat som Forsvaret benytter prøvet ut over lang tid uten rapporterte tilbakemeldinger om problemer med skadelige avgasser.

Med introduksjon av stadig nye kokeapparat for friluftsliv på det sivile markedet og som mer og mer får innpass i det norske friluftsmiljøet, øker muligheten for at disse sivile kokeapparat blir benyttet i Forsvaret. Selv med en restriktiv holdning fra Forsvaret med å tillate bruk av sivilt utstyr, kan det ikke utelukkes at slike kokeapparat bli benyttet. Dette kan være kokeapparat som ikke er ment benyttet slik Forsvaret i dag benytter sine kokeapparat.

Et annet forhold er at personell fra andre NATO-land som trener i Norge, tar med seg sitt utstyr, også sine kokeapparat. I Norge er de ofte i kontakt med norske soldater og i noen tilfeller blir de veiledet av norsk militært personell, særlig da i forbindelse med å takle norske vinterforhold. En kan ikke se bort fra at norsk praksis ved bruk av forsvarets kokeapparat av typen primus, overføres til andre nasjoner og influerer på bruk av deres kokeapparat. Dette kan være utstyr som tidligere ikke har vært benyttet på denne måten. Det tenkes her på at kokeapparatet Optimus-primus i Hæren benyttes til koking og oppvarming inne i små telt. Dette kan være bruksmåter som kan være forbundet med fare, dersom andre typer kokeapparat benyttes på tilsvarende måte.

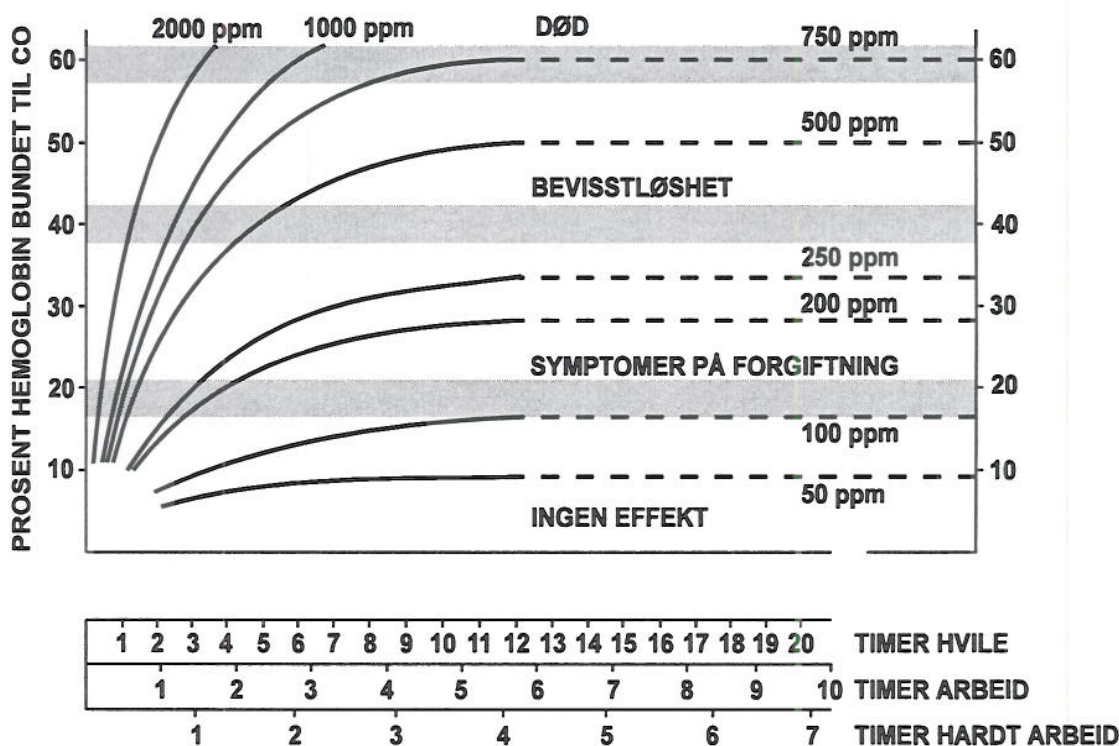
På bakgrunn av de foran nevnte forhold har Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) sett et behov for å undersøke avgasser fra de mest benyttede sivile kokeapparat. Blant avgasser fra slike kokeapparat representerer gassen kulløs (CO) den største faren. Vår undersøkelse har derfor utelukkende tatt for seg denne svært giftige smak- og luktfrie gassen.

Ettersom resultatene av undersøkelsen kan berøre kommersielle interesser, har vi ønsket at våre målinger kunne kontrolleres mot uavhengige utførte målinger. Slike uavhengige målinger er utført av SINTEF Energi avd. for termisk energi og vannkraft etter oppdrag fra FFI. I denne rapporten gjengis så vel våre egne som SINTEF sine målinger slik at konsistensen i måleresultatene kan bedømmes.

2 GASSEN KULLOS (CO)

Kullos (karbonmonoksyd) dannes isammen med karbondioksyd (CO_2) ved forbrenning av alle organiske materialer også hydrokarboner som bensin, parafin og heptan. Som regel er dannelsen av kullos svært liten, men ved en ufullstendig forbrenning der tilgjengeligheten av oksygen er begrenset, vil ofte dannelsen av kullos øke dramatisk.

Kullos er en svært giftig gass og den fører til mange dødsfall. Den binder seg til blodets hemoglobin og fortrenger oksygenet på grunn av over 200 ganger større affinitet. Denne høye affiniteten fører til at det allerede ved en konsentrasjon på 0,4 mm Hg, dvs ca 500 ppm (parts per million), i lungene vil det foregå en progressiv binding av CO til hemoglobinet (Ganong 1977). Når 70 til 80 % av blodets hemoglobin er bundet til CO, vil døden inntreffe. Dette skjer både på grunn av den sterkt reduserte kapasiteten blodet i et slikt tilfelle har til å transportere oksygen, men også fordi kullosen reduserer hemoglobinets mulighet til å gi fra seg oksygenet i vevet, dvs det oksygenet som tross alt fins i blodet.



Figur 2.1 Menneskets reaksjon på kullos (CO) er bestemt av den relative mengden hemoglobin som er bundet til CO. Hemoglobinets opptak av CO i blodet er igjen avhengig av konsentrasjon (som er oppgitt i ppm over de 8 kurvene), lengde på eksponering og arbeidsbelastning. Informasjon hentet fra Dräger Information, 21 Ausgabe.

Opptaket av CO er imidlertid avhengig av konsentrasjonen, lengden på eksponeringen og personens lungeventilasjon dvs arbeidsbelastning vedkommende har under eksponeringen. Figur 2.1 illustrerer denne sammenhengen og viser samtidig under hvilke forhold bevisstløshet og symptomer på forgiftning inntreffer.

Et synlig symptom på CO-forgiftning er at huden under neglene og på slimhinner får en kirsebærrød farge. Dette skyldes en fargeforandring av hemoglobinet når det bindes til CO i blodet. Først når forgiftningen er svært alvorlig vil dette komme til syne.

Andre symptomer på kullosforgiftning er av samme karakter som ved for lite oksygen (hypoksi), det vil si hodepine og kvalme. Pusteapparatet blir imidlertid i liten grad stimulert av mangelen på oksygen forårsaket av CO-forgiftning. Grunnen er at blodets partialtrykk for oksygen i arteriene forblir normalt slik at kjemoreseptorene i carotis- og aortalegemene ikke blir aktivert.

De få og svake symptomene på kullosforgiftning sammen med det at kullosgassen både er fargeløs, lukt- og smakfri, gjøre at gassen er vanskelig å oppdage og dermed svært farlig.

3 AVGIVELSE AV KULLOS (CO) FRA KOKEAPPARAT

Det er gjennomført forsøk med kokeapparat av fire forskjellige merker, som benytter seg av trykkbrennerprinsippet. Dette prinsippet går ut på at brennstoffet settes under trykk i en tank ved et manuelt pumpesystem. På denne måten oppnås at brennstoff i gassform blandes godt med luft. Dette skjer ved at brennstoffet presses igjennom en dyseåpning ved et overtrykk på ca 1 bar. Resultatet blir en forholdsvis ren forbrenning, samtidig som en høy effekt oppnås. Trykkbrenner-apparatene er konstruert slik at enten parafin eller bensinlignende brennstoff kan benyttes. Noen apparater kan benytte begge typer brennstoff, men da må som regel dyser skiftes eller andre forandringer må utføres. Disse "multi-fuel" apparatene er ofte primært konstruert for en av brennstofftypene. De kokeapparatene som presenteres her, der begge brennstofftyper kan benyttes, er primært konstruert for bensinlignende brennstoff. Heptan er et slikt bensinlignende brennstoff som er benyttet i våre forsøk. I de resterende forsøkene med trykkbrennere er parafin blitt benyttet.

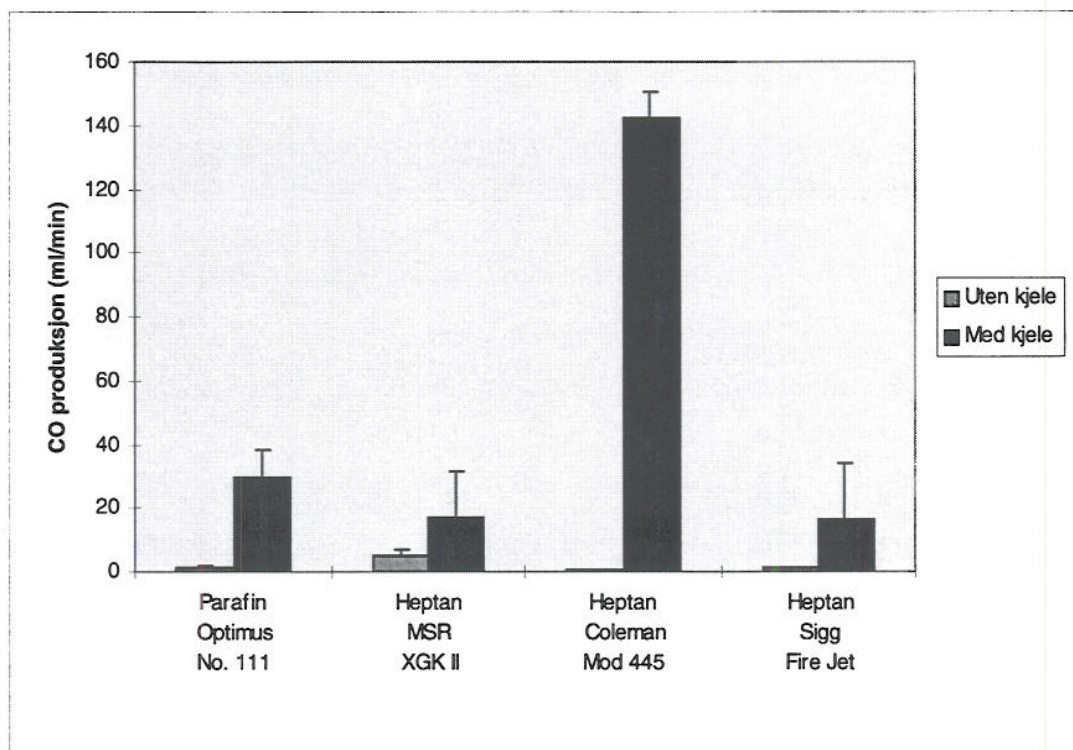
De fleste av målingene er utført på FFI. Nærmere beskrivelse av metode og de enkelte forsøk finnes i teknisk rapport som er under utgivelse ved FFI (Oftedal 1997). Ved målingene utført ved SINTEF er tilnærmet samme metode benyttet. Nærmere beskrivelse av metode og resultater finnes i SINTEF-rapport av Karlsvik (1997).

3.1 Målinger utført med og uten kjele

I forsøkene ble det benyttet kokeapparat av fire forskjellige merker (Opimus, MSR, Coleman og Sigg). Målingene viser at når kokeapparatet står og brenner uten noen kjele på,

vil avgivelsen av CO være svært liten. Med kjele vil imidlertid kokeapparatene øke sin avgivelse av CO betydelig. Grunnen er at flammen avkjøles ved at den treffer en flate, i dette tilfelle bunnen av en kald kjele, og de kjemiske prosessene forandres. Resultatet blir en øket produksjon av CO.

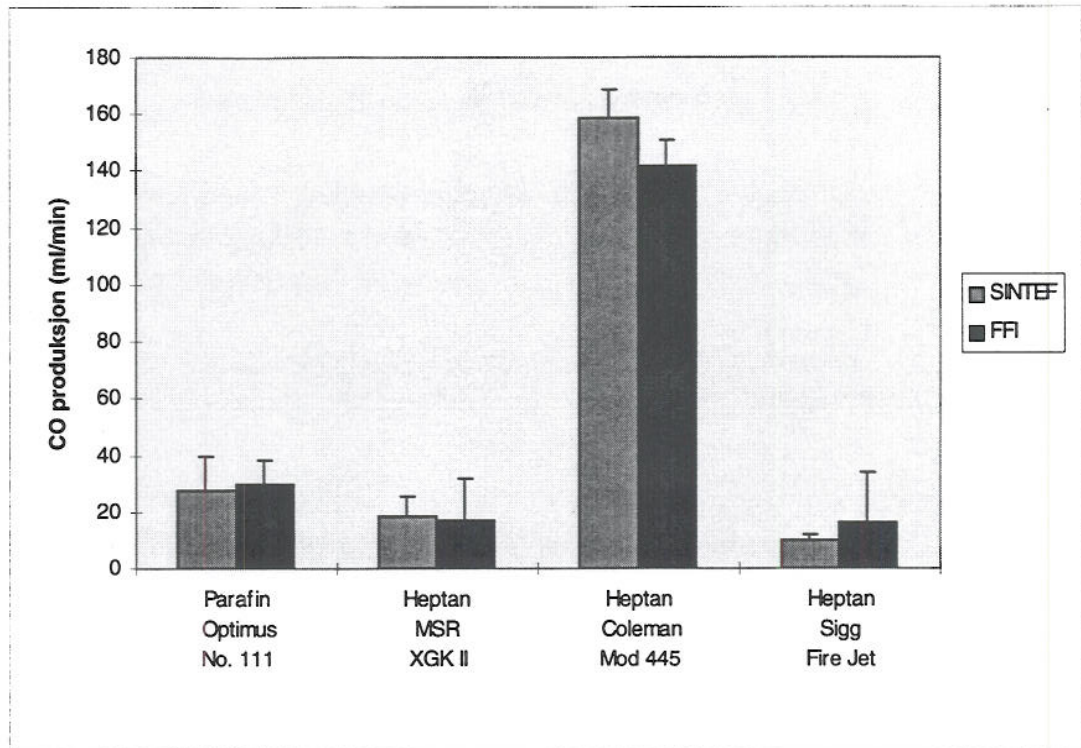
Figur 3.1 illustreres dette forholdet. Uten kjele er utviklingen av kullos fra alle de fire kokesettene svært lav, under 5 ml pr minutt. Med kjele øker utviklingen av kullos dramatisk, for merket Coleman øker den med en faktor på 200. I det følgende vil bare forsøk der koksett med kjele er benyttet, bli presentert.



Figur 3.1 Dannelse av kullos (CO) for fire forskjellige kokesett med og uten kjele. Gjennomsnittsverdi med tilhørende standardavvik er vist. Målinger utført av Forsvarets forskningsinstitutt med et antall forsøk på 2 til 5 ved en effekt på $2,0 \pm 0,6$ kW (gjennomsnittsverdi med standardavvik). De fire forskjellige kokesettene representerer fra venstre merkene Optimus, MSR, Coleman og Sigg. Modellen av merket Optimus kan bare benytte parafin som brensel.

3.2 Målinger utført av to forskningsinstitutter

Det er utført målinger av avgasser både på FFI og på SINTEF fra de samme kokeapparatene. Sammenlignende resultater fra de to forskningsinstituttene for fire



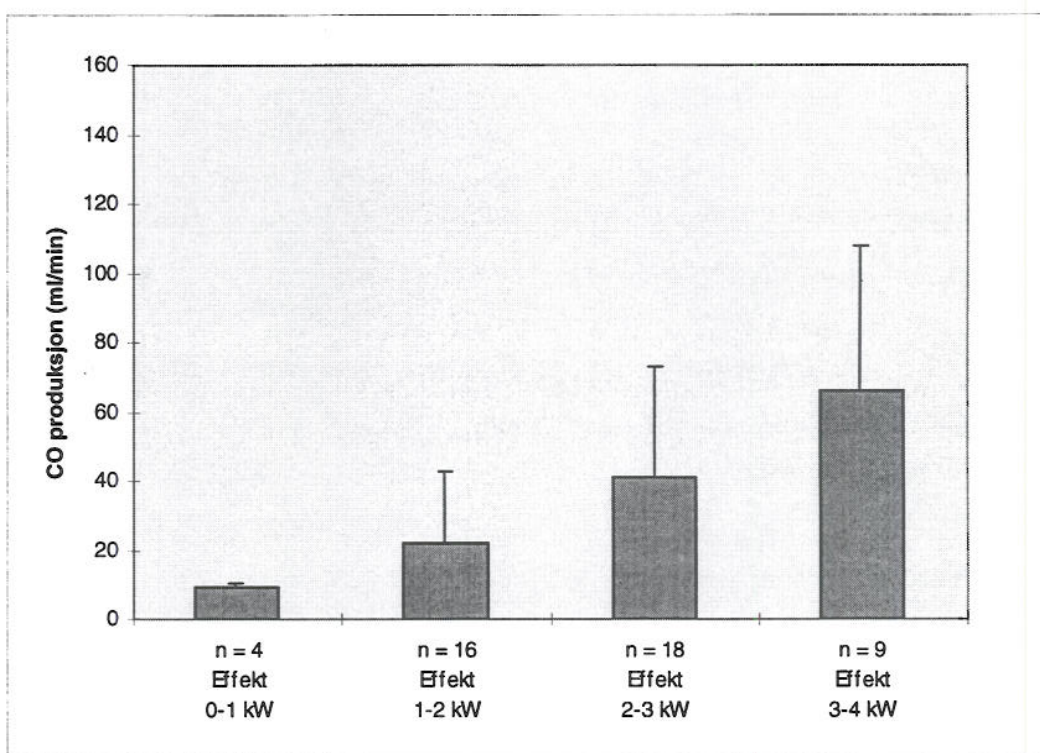
Figur 3.2 Dannelse av kullos (CO) for fire forskjellige kokesett med kjele. Gjennomsnittsverdi med tilhørende standardavvik er vist. Målinger ble utført av SINTEF Energi og Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) med et antall forsøk på henholdsvis 4 til 5 og 2 til 5 ved en effekt på henholdsvis $2,3 \pm 0,7$ og $2,0 \pm 0,6$ kW (gjennomsnittsverdi med standardavvik). De fire forskjellige kokesettene representerer fra venstre merkene Optimus, MSR, Coleman og Sigg. Modellene av merket Optimus kan bare benytte parafin som brensel.

kokeapparat med kjele, ett fra hvert av de fire merkene, er vist i figur 3.2. Målingene viser svært god overensstemmelse mellom resultatene fra de to forskningsinstituttene SINTEF Energi og FFI.

3.3 Effektens betydning for kullosproduksjonen for de fire merkene

3.3.1 Kokeapparat av merket Optimus

Det er gjennomført 46 forsøk på 11 forskjellige kokeapparat av merket Optimus. De fleste av disse forsøkene (35 forsøk) er gjennomført på modellen "Optimus 111" som benyttes i Forsvaret, men modellene "Optimus Explorer", "Optimus 111C Hiker" og "Optimus Ranger" er også undersøkt.

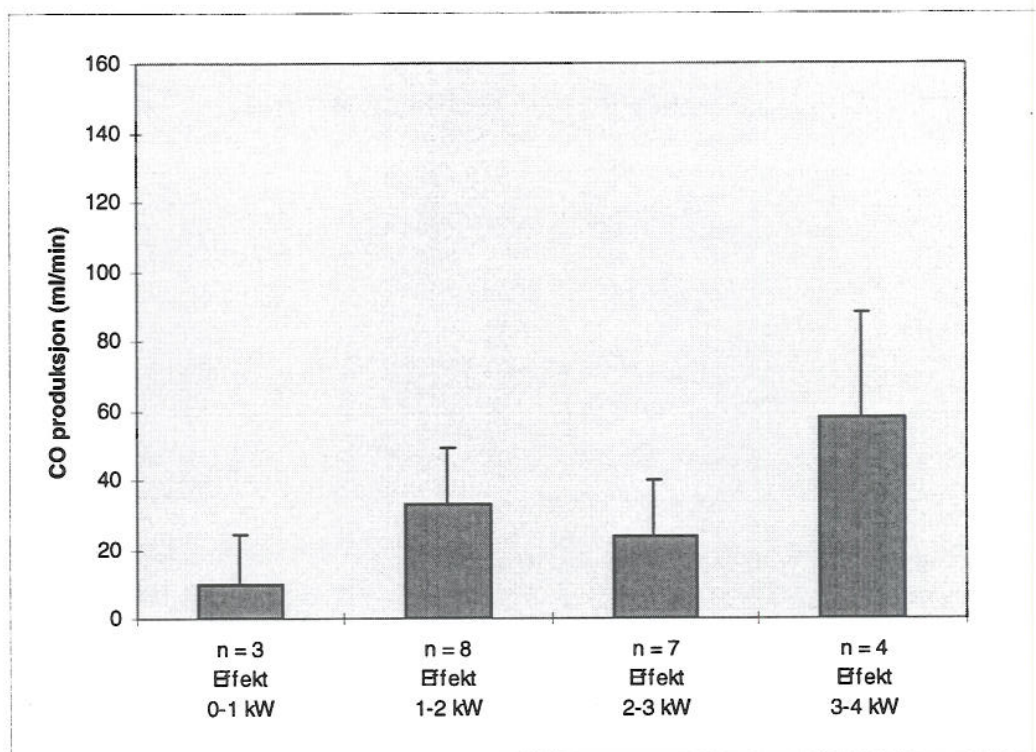


Figur 3.3 Dannelse av kullos (CO) ved fire forskjellige effektområder for kokesett med kjele av merket Optimus. Gjennomsnittsverdi med tilhørende standardavvik og antall forsøk (n) er vist. Målinger utført av SINTEF Energi (n=12) og Forsvarets forskningsinstitutt (n=34).

Figur 3.3 viser at produksjonen av kullos er forholdsvis lav når kokeapparatet brenner ved lave effekter, mens den øker når effekten øker. Effekter over 3 kW kan imidlertid bli vanskelig å oppnå. Maksimal effekt er avhengig av trykket i drivstofftanken som økes ved en håndpumpe, og det er grenser for hvor mye trykket i tanken kan økes med denne pumpen. Forsøk med effekter over 3 kW, gjengitt her, er gjennomført med trykk fra en gassflaske som er koblet til drivstofftanken.

3.3.2 Kokeapparat av merket MSR.

Det er gjennomført 22 forsøk på 5 forskjellige kokeapparat av merket MSR. Forsøkene er fordelt på de to modellene "XGK II" og "Wisperlite 600" med henholdsvis 14 og 8 forsøk.

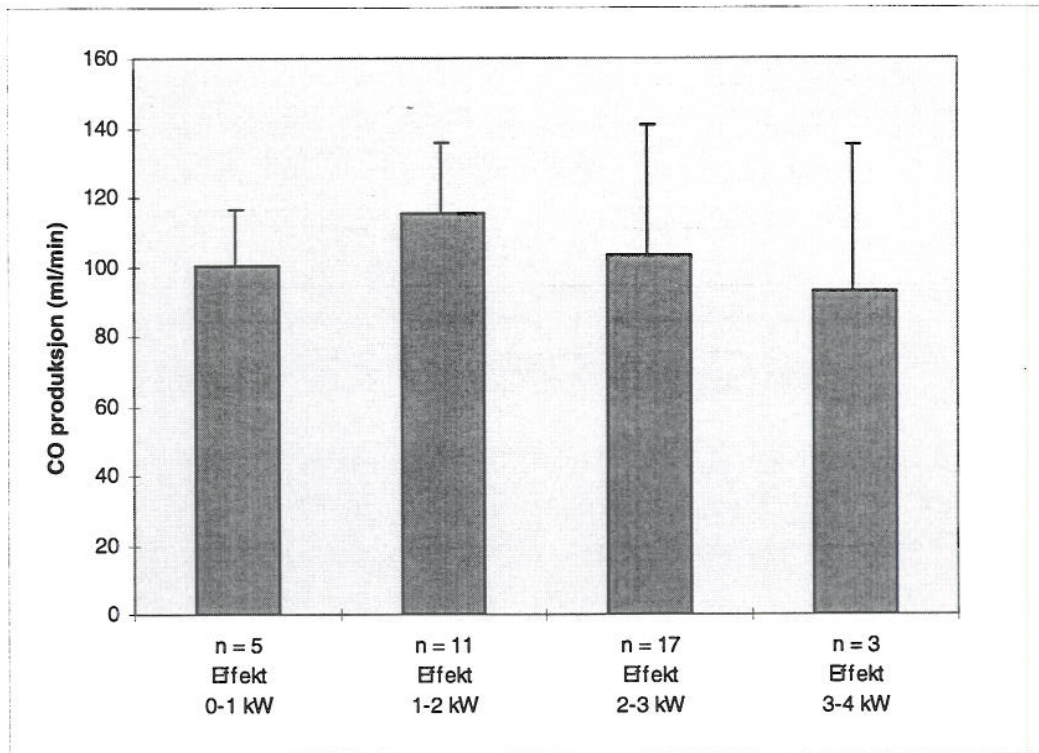


Figur 3.4 *Dannelse av kullos (CO) ved fire forskjellige effektområder for kokesett med kjele av merket MSR. Gjennomsnittsverdi med tilhørende standardavvik og antall forsøk (n) er vist. Målinger utført av SINTEF Energi (n=10) og Forsvarets forskningsinstitutt (n=12).*

Figur 3.4 viser at produksjonen av kullos er forholdsvis lav, selv ved effekter opp mot 3 kW. Ved effekter over denne verdien øker kullosproduksjonen imidlertid noe, med dette er forholdsvis urealistiske verdier av samme årsak som nevnt under pkt 3.3.1.

3.3.3 Kokeapparat av merket Coleman

Det er gjennomført 36 forsøk på 6 forskjellige kokeapparat av merket Coleman. Forsøkene fordeler seg mellom de tre modellene "Mod. 445-Apex II", "Mod. 442-Feather" og "Mod. 550-Multifuel" med henholdsvis 17, 16 og 3.

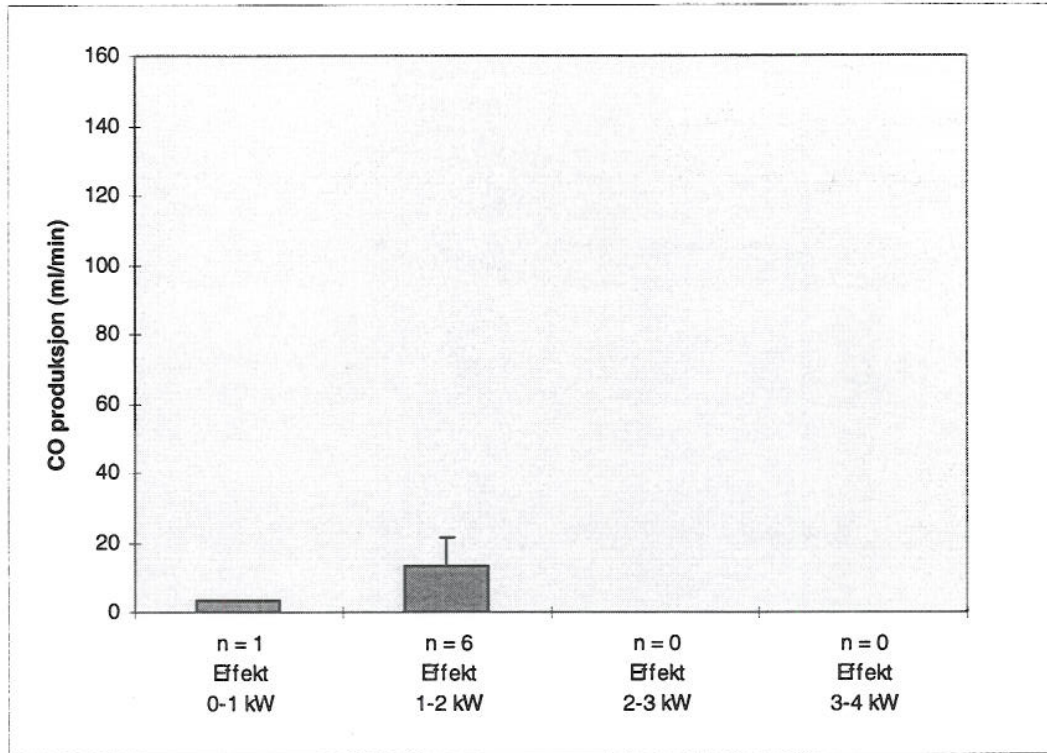


Figur 3.5 Dannelse av kullos (CO) ved fire forskjellige effektområder for kokesett med kjele av merket Coleman. Gjennomsnittsverdi med tilhørende standardavvik og antall forsøk (n) er vist. Målinger utført av SINTEF Energi (n=8) og Forsvarets forskningsinstitutt (n=28).

Figur 3.5 viser at produksjonen av kullos er høy over hele effektområdet også ved lave effekter. Denne tendensen finner vi ikke igjen for de andre merkene, der avtar kullosproduksjonen når effekten avtar.

3.3.4 Kokeapparat av merket Sigg

Det er gjennomført 7 forsøk på ett kokeapparat modell "Fire Jet" av merket Sigg. Figur 3.6 viser lave verdier for kullos-produksjonen. Det er ikke gjennomført forsøk med effekter over 2 kW fordi apparatet er beregnet på en maksimaleffekt på ca 1,5 kW.



Figur 3.6 Dannelsen av kullos (CO) ved to forskjellige effektområder for kokesett med kjele av merke Sigg. Maksimalt effektområde er 1,5 kW derfor er det ingen verdier for de høye effektområdene. Gjennomsnittsverdi med tilhørende standardavvik og antall forsøk (n) er vist. Målinger utført av SINTEF Energi (n=5) og Forsvarets forskningsinstitutt (n=2).

4 VURDERING AV FAREN FOR KULLOSFORGIFTNING

Om det er fare for kullosforgiftning eller ikke er avhengig av konsentrasjonen vedkommende blir eksponert for, lengden på eksponeringen og hvilken arbeidsbelastning vedkommende har under eksponeringen. Denne sammenhengen er illustrert i figur 2.1.

Når det gjelder grenseverdi for akutt eksponering henviser Wabeke (1996) til en verdi på 1500 ppm som er anbefalt av "National Institute for Occupational Safety and Health" i USA. Ved slike høye konsentrasjoner av kullos vurderer de at det er umiddelbar fare for liv og helse.

Arbeidstilsynet har i sin "Administrativ norm for forurensning i arbeidsatmosfæren" satt en grense for CO på 25 ppm (5). Det vil si at gjennomsnittskonsentrasjonen av CO over et 8-timers skift anbefales å være under 25 ppm. I tillegg står det at kortvarige eksponeringer ikke bør overstige 100 ppm. Hvis dette kan forekomme, skal det utarbeides skriftlig instruks for arbeid i CO-atmosfære

4.1 Opplysninger gitt av produsenten/importøren om kullosfaren

I bruksanvisningen til kokeapparat av merket Coleman står det i sikkerhetsreglene at apparatet "kun er til utendørs bruk", dessuten at "kokeapparatet forbruker luft (oksygen) og skal kun brukes på godt ventilerte steder". I samme bruksanvisning står det også "Påfylling av brensel samt opptenning skal alltid skje utendørs (utenfor telt)". Det siste kan tolkes slik at apparatet kan benyttes i telt etter opptenningen.

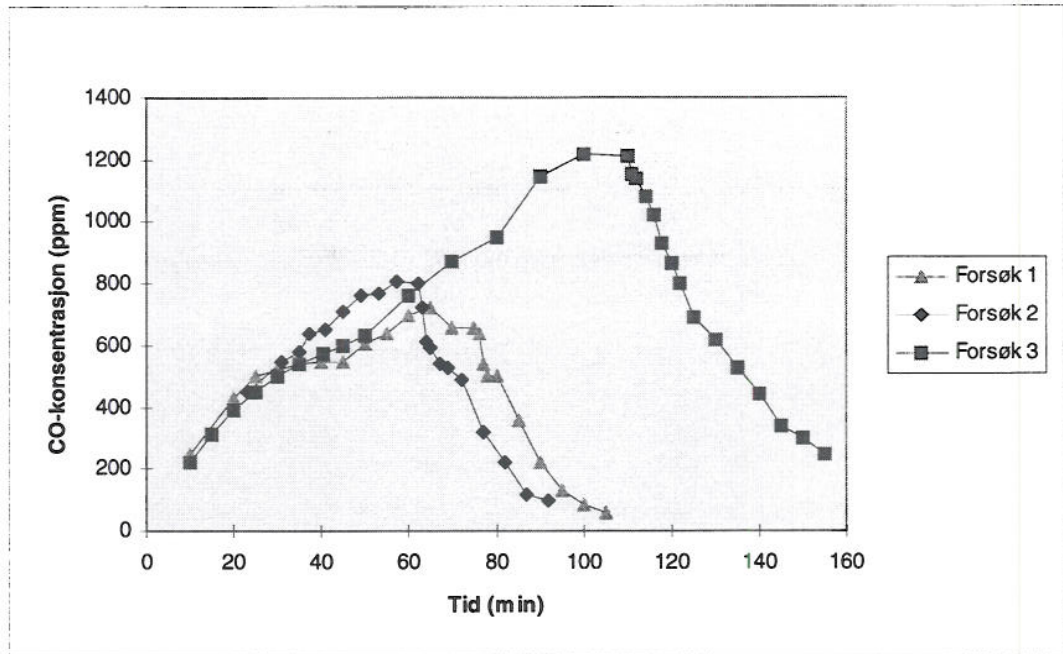
I bruksanvisningen til merket MSR finnes en tilsvarende informasjon, i dette tilfelle på engelsk: "Do not use stove without adequate ventilation. Liquid fuel stoves produce hazardous by-products of combustion and will consume available oxygen within an enclosed area." Gassen kullos (CO) er imidlertid ikke nevnt i bruksanvisningen til noen av disse to merkene.

I merket Optimus sin bruksanvisning står det under overskriften sikkerhet, men først som punkt 8 følgende: "Bruk aldri turkokeapparatet innendørs (f.eks. i telt) idet åpen ild kan medføre brann- og kullosfare".

Dette viser at produsenten har sikret seg mot faren for kullosforgiftning ved å opplyse om at apparatet bare skal benyttes utendørs. Spørsmålet er om det kunne informeres mer spesifikt om kullosfaren. Dessuten er det uklart om utendørs bruk innbefatter bruk i telt eller ikke, spesielt gjelder dette bruksanvisningen til merket Coleman.

4.2 Kokeapparat benyttet i telt

I friluft vil produksjonen av kullos fra kokeapparatene ikke være noe problem. Benyttes kokeapparatet i en form for avlukke hvor ventilasjonen er begrenset, vil konsentrasjonen av kullos som en person i nærheten blir eksponert for, øke. Derfor skal ikke disse kokeapparatene benyttes innendørs. Det er også advart mot dette i bruksanvisningen til de forskjellige kokeapparatene dvs det påpekes at kokeapparatene bare må brukes utendørs. Som tidligere nevnt er det uklart om begrepet utendørs også innbefatter telt, men i noen av bruksanvisningene er det også advart mot bruk i telt. Imidlertid er det en kjennsgjerning at flere av disse kokeapparatene nettopp benyttes i telt både til koking og oppvarming. Forsvaret har i lang tid benyttes sin primus (Optimus) til oppvarming i telt uten rapporterte problemer med avgasser.



Figur 4.1 Oppbygning og utlufting av kullos i lukket telt ved bruk av kokeapparat med kjele. Forsøk 1, 2 og 3 er utført på FFI utendørs og apparatene er slått av etter 70, 60 og 100 minutter. Det er benyttet kokeapparat av merket Coleman modell 445 i effektområdet 1-2 kW.

Konsentrasjonen av kullos i et telt vil være avhengig av hvor stor ventilasjonen er og hvor mye CO-gass kokeapparatet gir fra seg. I et telt kan ventilasjonen variere svært mye avhengig av værforholdene, hvor og hvordan teltet er slått opp, teltets konstruksjon og hvilke av teltets ventilasjonsmuligheter som er benyttet. Vind og nedbør vil ha betydning for ventilasjonen, for eksempel kan underkjølt regn legge seg som et ispanser på teltduken slik at den blir svært tett. Dette vil redusere ventilasjonen i teltet.

Tre forsøk er utført utendørs på FFI der et kokeapparat av merket Coleman med kjele brenner med en effekt på 1-2 kW i et telt. Et vanlig 3-manns fjelltelt med vanntett ytterduk av polyuretan-belagt nylon er benyttet. Figur 4.1 viser økningen i CO-konsentrasjonen ca 1 meter fra kokeapparatet i det lukkede teltet. Det var snø rundt teltet, lite vind (>3m/s) og temperaturen lå på mellom -2 til +4 °C.

Det er bekymringsfullt høye CO konsentrasjoner som er målt. Dessuten kan vi på bakgrunn av samtidige målinger av CO₂ fastslå at produksjonen av kullos øker etter ca 40 minutter. Årsaken til denne økningen kjenner vi ikke, men den forårsaker ekstra høye konsentrasjoner av kullos inne i teltet. I forsøk 3 faller kokeapparatets effekt etter ca 60 minutter. Dette forhindrer imidlertid ikke at CO-konsentrasjonen øker ytterligere.

Det må påpekes at teltåpningene i dette tilfelle var lukket, men luftelukene var åpne. Dessuten ble kokeapparatet plassert inne i hovedteltet og ikke i forteltet som vanligvis benyttes i slike tilfeller. I tillegg lå det snø rundt teltet slik at det var ingen åpning mellom ytterteltet og bakken. Alt dette sammen med værforholdene bidro til å redusere ventilasjonen i teltet. Forsøksbetingelsene er imidlertid realistiske.

4.3 Kokeapparat ved lav effekt

De kokeapparatene som er undersøkt her og som benyttes til turbruk vil vanskelig kunne brukes til koking på høy effekt over lang tid. Årsaken til dette er problemer med å opprettholde trykket i tanken. Trykket må vedlikeholdes ved at tanken manuelt pumpes opp med jevne mellomrom. Dessuten er det stor sjanse for at dysen blir sotet igjen når apparatets står å brenner over lang tid. I tillegg vil det som er i kjelen forholdsvis raskt enten begynne å fosskoke eller bli brent og dette vil sjelden gå upåaktet hen av de som er i nærheten. Derfor er faren for at et av disse kokeapparatene kan stå å brenne med en kjele over lang tid ved høy effekt, forholdsvis liten.

Blir for eksempel kokeapparatet glemt vil sannsynligvis effekten gradvis avta etter som trykket i tanken avtar. Kokeapparatet kan på denne måten stå å koke ved lav effekt over lang tid uten at det oppdages. På denne bakgrunn er det bekymringsfullt at kokeapparat av merket Coleman produserer så mye CO ved lav effekt.

5 KONKLUSJON

Dersom kokeapparatet benyttes utelukkende til oppvarming (dvs at ingen gjenstander plasseres på kokeapparatet slik at flammen avkjøles,) vil avgivelsen av kullos være svært liten. Det er først når noe plasseres på kokeapparatet at kullosproduksjonen blir av en størrelsesorden som det må tas hensyn til. Vi kan imidlertid ikke se bort fra at også andre forhold enn det å plassere en kald kjele på kokeapparatet, kan føre til en tilsvarende stor økning i dannelsen av CO.

I friluft vil ikke kullosproduksjonen være noe problem. Derimot kan kullos bli et problem i "avlukker" med mindre ventilasjon enn i friluft, for eksempel i telt. For de fleste av apparatene er det påpekt at de kun skal brukes utendørs og for enkelte apparat er det advart mot bruk innendørs, for eksempel i telt. Imidlertid er praksis, blant annet i Forsvaret, å bruke dem i telt. Våre målinger gir grunn til å advare mot bruk av kokeapparat i telt til koking uten god ventilasjon. Særlig kokingen over lenger tid er uheldig. Derfor bør bruk av kokeapparat inne i telt til tidkrevende smelting av is og snø i store kjeler unngås.

På bakgrunn av resultatene fra denne undersøkelsen er det grunn til spesielt å rette oppmerksomheten mot risikoen ved bruk av kokeapparat av merket Coleman (modell 445 og 442) til koking i telt eller lignende ved ellers ordinære bruksbetingelser. Det spesielle med kokeapparat av dette merket er at CO-produksjonen ikke avtar når effekten avtar, det ser tvert imot ut til at den av og til kan øke (jmf figur 4.1). Ved å benytte Coleman-apparat til koking ved lav effekt (0 -1 kW) vil produksjonen av CO ligge ca 10 ganger høyere enn for de andre merkene.

Forsvaret bør være oppmerksom på at norsk praksis ved bruk av Forsvarets kokeapparat av typen primus i telt, både kan overføres til andre nasjoner via NATO-samarbeid og til sivilt friluftsliv via soldater til førstegangstjeneste. Dette kan være en praksis som kan være forbundet med fare, dersom andre typer kokeapparat benyttes på tilsvarende måte.

Litteratur

- (1) Ganong W F (1977): Review of medical physiology, Lange Medical Publications, Los Altos, 516.
- (2) Oftedal T A (1997): Måling av CO-gassen fra forskjellige kokeapparat, Teknisk rapport FFI/NOTAT- (under utarbeidelse) Forsvarets forskningsinstitutt.
- (3) Karlsvik E (1997): Målinger på brennere, SINTEF Prosjektnr. 844050.01.
- (4) Wabeke R L (1996): Carbon monoxide analysis. In: Carbon monoxide (Ed D G Penny), CRS Press, New York, 1-23.
- (5) Veiledning til arbeidsmiljøloven (1996): Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfæren 1996, Arbeidstilsynet, best. nr. 361.