

**STATENS FORSKNINGSENTER FOR ARBEIDSMEDISIN OG YRKESHYGIENE**

Postadresse: P.b. 8149 Dep. 0033 Oslo 1 - Kontoradresse: Gydas vei 8 - Tlf. 02-46 68 50 - Bankgiro 0629.05.81247 - Postgiro 2 00 02 14

Tittel: Helseproblemer som følge av eksponering for branngasser

Forfatter(e): Bjarne Karth Johnsen

Prosjektansvarlig:

Prosjektmedarbeidere:

Utgiver (institutt):

Dato:

18.1.1988

Antall sider:

9

ISSN:

0801-7794

**Serie:**

HD 975/88 FOU

Sammendrag:

Publikasjonen omhandler sammensetning og helserisiko ved eksponering for branngasser som oppstår ved varmespalting av forskjellige kjemikalier og produkter.

Stikkord:

Branngass  
Eksponering  
Helserisiko

Key words:

Fire smoke  
Exposure  
Health hazard

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. GENERELL BAKGRUNN	1
2. SAMMENSETNING OG FYSIOLOGISK VIRKNING AV BRANNGASSER	3
2.1 Akutte skader	4
2.2 Senskader	5
3. SPESIELLE KOMPONENTER I BRANNGASS	5
3.1 Karbonmonoksyd (kullos)	6
3.2 Karbondioksyd (kullsyre)	6
3.3 Svoveldioksyd	6
3.4 Hydrogencyanid	6
3.5 Hydrogenklorid (saltsyre- gass) og Hydrogenfluorid	7
3.6 Nitrogendioksyd	7
3.7 Ammoniakk	8
3.8 PCB-spaltestoffer	8
3.9 Andre giftige komponenter i branngass	8
4. KONKLUSJON	8

## HELSEPROBLEMER SOM FØLGE AV EKSPONERING FOR BRANNGASSER

### 1. GENERELL BAKGRUNN

Den betydning som de giftige branngassene<sup>x)</sup> spiller for helseskade eller sykdom ved bekjempelse av brann har stort sett kun vært gjenstand for generelle betraktninger. Det kan derfor synes påkrevet å se nærmere på de foreliggende branngassene i en aktuell situasjon.

Å forutsi sammensetningen til en branngass er meget komplisert når en tenker på at det ved pyrolyse eller forbrenning dannes en rekke stoffer hvis sammensetning og mengde er avhengig av den tilførte energi (varme) og den tilgjengelige oksygenmengden. Før vi kommer inn på denne problematikken vil jeg først komme med noen synspunkter på de såkalte administrative normer som brukes for å vurdere eventuell helsefare ved innhalering av luftforurensninger.

For i størst mulig grad å unngå helseskade ved innhalering av helseskadelige stoffer spiller de administrative normene (1) en sentral rolle. Den administrative normen til en luftforurensning er definert som den konsentrasjonen de aller fleste yrkesaktive kan utsettes for hver arbeidsdag uten at det oppstår påviselig helseskade. Da normene er satt ut fra tekniske, økonomiske og medisinske vurderinger, foreligger det imidlertid en mulighet for at noen få arbeidsutøvere som kanskje er spesielt disponerte allikevel kan bli påført helseskade eller sykdom, sogar ved konsentrasjoner som ligger under normen. Normen angir følgelig ikke noen skarp grense mellom farlig og ikke-farlig konsentrasjon.

<sup>x)</sup> For enkelhets skyld benyttes betegnelsen branngass som i realiteten er en blanding av gasser og røyk - sistnevnte er meget finfordelte, faste partikler.

De administrative normene er stort sett fastlagt ut fra virkningen på organismen, nemlig virkning etter henholdsvis kort - lang tids eksponering. Det vi imidlertid ikke uten videre kan forutsette er at et stoff med akutt virkning og med en norm basert på dette, etter mange års eksponering ikke også kan fremkalle en kronisk virkning. Dette gjelder kanskje fremfor alt relativt nyutviklede stoffer som har funnet innpass i industrien.

De administrative normene er også beheftet med en rekke andre usikkerhetsmomenter. I mange situasjoner som eksempelvis brannbekjempelse, vil branngassene bestå av en blanding av mange stoffer. Vi kjenner stort sett til virkningen til de enkelte stoffene. Foreligger de i blanding kan virkningen forsterkes eller endres. Dette kjenner vi mindre til. Et annet problem kan være at normen for et kronisk virkende stoff er satt på gale premisser. Et eksempel er vinylklorid, råstoffet til PVC. Man var inntil for relativt få år siden, av den oppfatning at eksponering over lengre tid bare kunne føre til visse fysiologiske forandringer uten vesentlige helsemessige konsekvenser. Da epidemiologiske undersøkelser viste at langvarig eksponering for vinylklorid kunne føre til en sjelden form for leverkreft, ble normen drastisk redusert. Disse eksemplene omtales for å illustrere svakhetene med de administrative normene, og den varsomhet man må bruke ved anvendelsen av dem for vurderingen av en gitt eksponering.

Men det er flere momenter vi må ta hensyn til. Vi må huske at vurderingen ved bruk av normene bare omfatter organismens opptak gjennom lungene. Mange stoffer kan også tas opp gjennom huden eller fordøyelsessystemet. En annen meget viktig faktor som ikke er tatt med ved fastsettelse av normene, er den mengde luft som passerer lungene. Dette vil selvsagt variere innen vide grenser, fra ca. 7 liter/minutt ved stillesittende arbeid, til opptil 100 liter/minutt ved

meget tungt og krevende arbeid. Normen tar heller ikke hensyn til helse- og ernærings-situasjonen til den enkelte yrkesutøver, hans personlige vaner utenom arbeidet og hans arvelige faktorer som f.eks. medfødt sykdom.

Vi skal til slutt summere opp de kompliserende faktorer som ikke er tatt med ved fastsettelsen av normene:

1. Blandingseksponering (meget vanlig)
2. Andre opptak enn innhalering
3. Arbeidets tyngde
4. Personlige vaner
5. Varierende helsetilstand
6. Arvelige faktorer

Skulle vi ta hensyn til alle disse momentene ved fastleggelse av normene ville dette i virkeligheten bety forskjellige verdier for de forskjellige stoffene for hver enkelt arbeidsutøver, noe som i praksis er en umulighet.

## 2. SAMMENSETNING OG FYSIOLOGISK VIRKNING AV BRANNGASSER

Forbrenning av faste brennbare stoffer følger et annet mønster enn forbrenning av brennbare flyktige væsker hvor det ikke er væsken som brenner, men dets damper i blanding med luft henholdsvis oksygen. Forbrenning av faste stoffer starter imidlertid på overflaten, som oftest med utvikling av meget kompliserte komponenter i branngassen.

Total forbrenning fører til dannelselse av karbondioksyd (kullsyre), vann samt, avhengig av de elementer som er til stede, nitrogen, nitrogenoksyder, svoveldioksyd, hydrogenklorid m.m. Ved en brann vil imidlertid en total forbrenning meget sjeldent finne sted fordi oksygentilførselen er utilstrekkelig. Vi får det vi kaller en pyrolyse. Dette medfører i første rekke dannelselse av store mengder karbonmonoksyd (kullos = luktfri), og en kompleks gruppe av pyrolyseprodukter som er meget vanskelig å analysere og som forårsaker den typiske branntlukten.

Undersøkelser synes å vise at karbonmonoksyd utgjør den største helserisiko, især under brannens første fase.

Vi har for tiden ikke det nødvendige materiale for å kunne gi et overblikk over alle faktorene som har betydning for sammensetningen til branngassene og den fysiologiske virkningen. I det følgende vil en imidlertid forsøke å gi en noe forenklet oversikt over vår nåværende viten.

De viktigste helsemessige aspektene ved eksponering (dvs. den mengde stoff man blir utsatt for) ved brann er:

1. Akutte skader
2. Senskader

#### 1) Akutte skader

Ved de fleste branner vil det kunne oppstå oksygenmangel. Ved totalt fravær av oksygen inntreer døden i løpet av meget kort tid. Meget lave oksygenkonsentrasjoner, selv over bare kort tid, kan føre til varig hjerneskade. Ved større konsentrasjoner, men lavere enn normalt, inntreer reversible forandringer av nervecellene som kan føre til nedsatt vurderingsevne, som igjen kan resultere i alvorlige ulykker. Følgende tabell angir symptomene ved oksygenmangel:

<u>Oksygenkonsentrasjon (vol %)</u>	<u>Reaksjon</u>
21	Ingen
17	Forstyrrelse av muskelkoordinasjon, øket åndedrett
12	Svimmelhet, hodepine, utmattelse
9	Lammelse, bevisstløshet innen få minutter
6	Død innen 6-8 minutter

Den akutte virkningen som følge av eksponering for brann-  
gass, kan ytre seg på forskjellige måter:

- Forurensningen kan gi en primær irritasjons-  
effekt og skade på hud, slimhinner og lunger.
- Stoffet kan komme inn i blodbanen og medføre  
helseskade i andre organer.
- Stoffet kan bli absorbert i kroppen i meget små  
mengder som ikke gir spesifikke forgiftningstegn,  
men som kan påvirke de mentale funksjoner og der-  
med vurderingsevnen.

## 2) Senskader

Med senskader menes helseskade som oppstår lang tid etter eksponeringen. Senskaden oppstår ofte etter langvarig og lavgradig eksponering. Den kan imidlertid også oppstå etter kortvarig eksponering for høye konsentrasjoner av forurensningen. Eksempel på slik senskade er skader på nervesystemet som følge av redusert oksygenopptak på grunn av meget lave oksygenkonsentrasjoner, eller lavt oksygenopptak som følge av eksponering for høye konsentrasjoner av karbonmonoksyd. Et annet eksempel på senskade er utvikling av spesielle kreftformer som følge av relativt kortvarig eksponering for høye konsentrasjoner av asbest.

Fremkalling av allergi som følge av eksponering for brann-  
gass, og som kan melde seg tildels lenge etter eksponer-  
ingen, er lite undersøkt, men bør i alle fall ikke bli  
oversett.

## 3. SPESIELLE KOMPONENTER I BRANNGASS

Som allerede nevnt er det vanskelig å forutsi sammensetningen til branngassen i en gitt situasjon. En rekke komponenter må vi imidlertid kunne anta å foreligge. En kort beskrivelse av de viktigste, hvor vi kan forvente at de vil forefinnes, samt fysiologiske virkning synes påkrevet.

### 1) Karbonmonoksyd (kullos)

Ved de aller fleste typer branner vil vi kunne forvente relativt store mengder karbonmonoksyd i branngass. Ved innånding bindes gassen til hemoglobinet i blodet og fortrenger dermed det livsnødvendige oksygenet. Gassen betegnes derfor som en kjemisk kvelende gass. Undersøkelser har vist at flertallet av dødsfall ved eksponering for branngass skyldes karbonmonoksyd.

### 2) Karbondioksyd (kullsyre)

Også denne gassen vil vi kunne forvente i relativt store mengder ved de fleste branner. Gassen må kunne betegnes som lite giftig. Hovedrisikoen ved innånding av større mengder skyldes det forhold at lungeventilasjonen øker, dvs. pusterytmen øker, slik at også innånding av andre, mer helseskadelige stoffer i luften øker.

### 3) Svoveldioksyd

En vil kunne forvente at svoveldioksyd vil kunne dannes i større mengder ved brann i industrier som bruker svovel eller svovelholdige produkter, eksempelvis ved vulkanisering av gummi, farmasøytisk industri, plastproduksjon, garverier m.m. Gassen, som er meget tung og med stikkende lukt, virker sterkt irriterende på øynene, slimhinner og lunger.

### 4) Hydrogencyanid (blåsyre)

Hydrogencyanid vil kunne dannes ved varmespalting av diverse plastmaterialer (melamin, nylon 6, polyacrylnitril, ureaharpiks m.m.). Også ved brann i kjøttbearbeidende industri vil det kunne dannes hydrogencyanid. I galvanisk industri som anvender cyanider, vil det ved brann og utvikling av store mengder karbondioksyd, kunne dannes betydelige mengder hydrogencyanid. Det er bl.a. rapportert om masse-evakuering (2) i en japansk by som følge av brann i et lager for cyanider og frykt for utvikling av dødelige mengder hydrogencyanid.



Gassen som er svært giftig, blokkerer cellenes evne til forbrenning og derved forbruk av oksygen. Den betegnes i likhet med karbonmonoksyd, som en kjemisk kvelende gass

Varmespalting av polyuretanskum som brukes i store mengder i møbelindustrien, gir foruten store mengder karbonmonoksyd, også betydelige mengder hydrogencyanid og dannelsen av isocyanater. Sistnevnte er svært slimhinneirriterende på luftveiene og kan føre til sensibilisering (allergi). Isocyanater kan gi varig helseskade. En rekke dødsfall (3), blant disse flere brannmenn, som følge av innånding av branngasser fra polyuretanskum, har i Storbritannia ført til krav om at produktet bør forbys i møbelindustrien.

#### 5) Hydrogenklorid (saltsyregass) og Hydrogenfluorid

Ved brann i f.eks. ventilasjonskanaler av PVC-plast, vil en kunne regne med utvikling av store mengder hydrogenklorid som er meget lungeirriterende. Også ved brann i elektriske kabler isolert med PVC, fremfor alt ved store kabelansamlinger i kabelbroer, kan det oppstå store mengder. Blant andre klorholdige giftige gasser som kan mistenkes å bli dannet er fosgen den giftigste. Den kan ved innånding føre til kjemisk lungebetennelse og lungeødem ("vann i lungene"), selv ved lave konsentrasjoner. Brann i kjøleanlegg hvor freon (frigen) brukes som kjølemiddel, vil ved lekkasjer også føre til dannelsen av fluorholdige spaltningsprodukter, deriblant hydrogenfluorid, som er en meget sterk lungegift. En annen gass som er påvist, dikloracetylen, er en nervegift som kan føre til lammelse av ansiktsnerven.

#### 6) Nitrogendioksyd

Nitrogendioksyd er en meget sterk lungegift og kan, som bl.a. fosgen, føre til kjemisk lungebetennelse og lungeødem. Gassen utvikles ved f.eks. varmespalting av kunstgjødsel på nitratbasis. Det er beskrevet et tilfelle (4) hvor fire brannmenn fikk akutte symptomer på forgiftning med nitrogendioksyd. To av disse fikk varig nedsatt lungekapasitet.

### 7) Ammoniakk

Ammoniakk, som er en meget lungeirriterende gass, dannes ved varmespalting av urea (urinstoff) som er et viktig råstoff i plastindustrien og til produksjon av lim. Dessuten benyttes store mengder som kunstgjødsel i landbruket.

### 8) PCB-spaltestoffer

PCB (polyklorerte bifenyler) anvendes som kjøle- og isolasjonsvæske i bl.a. transformatorer. Ved brann, lekkasjer og varmespalting av PCB dannes bl.a. dioksin som er en såkalt ultragift, en av de sterkeste man kjenner. Den opp-tas gjennom huden, noe som fører til alvorlige hudskader. Det foreligger også mistanke om kreftrisiko. Fagpressen (5) gjør derfor oppmerksom på risikoen for forgiftning i forbindelse med brann i transformatorer og kondensatorer som inneholder PCB.

### 9) Andre giftige komponenter i branngass

I tillegg til de giftige komponentene i branngass som blir dannet ved varmespalting, kan branngassen også bli tilført helseskadelige stoffer. En rekke kunststoffer inneholder tildels betydelige mengder tilsetningsstoffer, fortrinnsvis av uorganisk natur, som f.eks. blysalter, kadmiumsalter og bariumsal-ter. Ved brann vil vi kunne finne disse saltene som giftige oksyder i branngassen. Ved brann og sammenrasing av konstruksjoner som inneholder asbest, kan vi heller ikke se bort fra at branngassen også kan inneholde asbest.

## 4. KONKLUSJON

Som nevnt innledningsvis er det som regel meget vanskelig å kunne forutsi sammensetningen til branngassen i en aktuell situasjon. Denne oversikten er et forsøk på å spre opplysning om en del helseskadelige komponenter som vi ofte

vil kunne finne i branngasser. Den er videre ment å forsøke å motivere de forskjellige industrivern til å overveie hvordan sammensetningen til branngassen i en aktuell situasjon sansynligvis vil være, og hvilke sikkerhetstiltak som er nødvendig for å unngå helseskade eller sykdom.

#### LITTERATURHENVISNINGER

1. Direktoratet for arbeidstilsynet: Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære, best.nr. 361.
2. Ken'ichi Ikeda: Warning of disaster and evacuation behaviour in a Japanese chemical fire. Journal of Hazardous Materials, 7 (1982) 51-62
3. Occupational Safety and Health, October 1979, 21-23, 37.
4. Rose L.Tse, Albert A. Bockman: Nitrogen Dioksyd Toxicity, Report of Four Cases in Firemen. JAMA, 212 (1970) 1341-1344.
5. Förgiftningsfaran i samband med elskador, Industriförsäkring, 4 (1982) 23.