

# Brandslukningsmidler og følgeskader

Af AREPA Firenew A/S



Copyright 2003 AREPA Firenew A/S

Gennem mangeårigt arbejde med vurdering og reno-  
vering af teknisk udstyr efter skader, har vi hos AREPA  
opnået en omfattende viden om brandslukningsmidlers  
virkninger i følgeskademæssig sammenhæng.

Når vi udgiver dette hæfte er det ikke for at udsætte  
noget på specielle slukningsmidler eller tale imod  
anvendelsen af dem, for det primære i forbindelse  
med brand vil altid være, hurtigst muligt, at få den  
slukket.

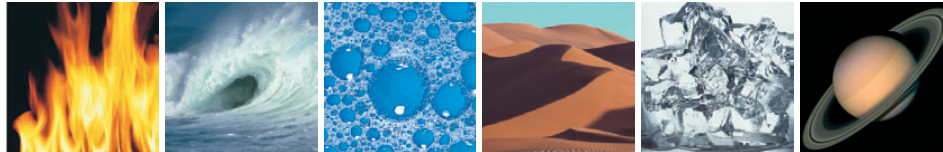
Der opstår dog som regel efterfølgende et behov for  
at vurdere skadernes omfang og i denne forbindelse  
skal virkningerne fra slukningsmidlerne også regnes  
med.

Som oplæg til emnet indledes med en kort omtale af  
brandens forudsætninger og slukningens principper.

Med venlig hilsen  
**AREPA Firenew A/S**

# Indholdsfortegnelse

Brand .....	4
Vand .....	6
Skum .....	8
Pulver .....	9
CO <sub>2</sub> .....	12
Andre gasser.....	14





# Brand

For at en brand kan forløbe, skal tre forudsætninger være opfyldt: Der skal være noget, der kan brænde, der skal være tilstrækkeligt med ilt, og der skal være en tilstrækkelig høj temperatur.

Disse forudsætninger udgør siderne i brandtrekanten. Hvis en af de tre faktorer i trekanten fjernes, vil branden slukkes. Slukning kan derfor ske enten ved at fjerne det brændbare materiale, ved at begrænse adgang for ilt eller ved at nedsætte temperaturen. Med hensyn til varme gælder, at alle stoffer har en antændelsestemperatur. Det er den temperatur, stoffet

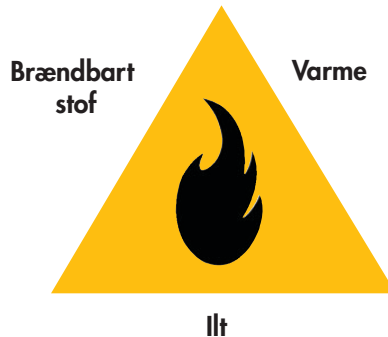
skal opvarmes til, før det bryder i brand. Ved antændelsestemperaturen afgiver stoffet brændbare gasser, og branden sker nu som en kemisk reaktion imellem de brændbare gasser og ilt i luften. En flammes fortsatte beståen skyldes en uafbrudt kædereaktion.

Forbrændingen vil bidrage til at hæve temperaturen yderligere og således har branden en selvforstærkende effekt. Ved nedsættelse af temperaturen til under antændelsestemperaturen forhindres afgivelsen af brandbare gasser. Dette vil derfor slukke branden.

Iltadgangen er også afgørende for brandens beståen. De fleste brande vil slukkes når, iltprocenten kommer under 13,8% (normal iltprocent i atmosfæren er 21%).

Fjernelse eller isolering af det brændbare stof vil være den sidste mulighed med hensyn til brandtrekanten.

Uden for brandtrekanten er der dog en fjerde mulighed for brandslukning. Dette er den direkte indgriben i forbrændingsprocessen, også kaldet flamme-



standsning. Denne metode anvendes i slukningsmidlet Halon.

## Brandklassificering

Brande klassificeres i en europæisk standard DS/EN 2 i følgende klasser:

### Klasse A:

Brande i faste, normalt organiske materialer, hvor forbrændingen sker under dannelse af gløder. F.eks. træ, papir, tekstiler og mange plasttyper.

### Klasse B:

Brande i væsker eller faste materialer, der kan antage væskeform. F.eks. olie, benzin og nogle plasttyper.

### Klasse C:

Brande i gasarter.

### Klasse D:

Brande i metaller.

### »Klasse E«:

Denne klasse ligger udenfor den almindelige standard, men anvendes alligevel til at betegne brande i elektriske installationer. Grunden til at klassen anvendes er, at slukning kræver specielle forholdsregler.

## Brandslukning

Der findes fire principper for slukning af en brand:

1. Køling
2. Kvælning
3. Forsegling af det brændbare materiale
4. Flammestandsning

Hvilket princip der anvendes, afhænger af, hvilken type brand der er tale om, og hvilket slukningsmiddel der er til rådighed.

I det følgende skal de mest almindelige slukningsmidler gennemgås, og sideløbende hermed omtales de mest almindelige skader, som de forvolder.



# Vand

Vand er det mest anvendte brandslukningsmiddel. Det overgås ikke af noget andet middel i sin evne til at optage og binde varme og dermed afkøle et brandsted.

For at kunne udnytte denne evne fuldt ud skal vandet i forbindelse med slukningen bringes til at fordampe.

Fordampning er en uhyre energikrævende proces. Fordampningen og dermed afkølingen, sikres ved, at vand sprøjtes imod det brændende materiale – ikke imod flammerne. Samtidig kan man ved at minimere vanddråbernes størrelse sikre, at denne fordampning sker hurtigt.

Der kræves ca. seks gange så meget energi for at fordampe en liter vand, som der kræves for at hæve temperaturen fra 10° til 100° C i samme mængde vand.

Vand har endvidere den virkning, at der ved fordampning af 1 liter vand udvikles 1680 liter damp. Denne damp vil lokalt reducere iltindholdet i luften og derved kvæle branden. Vand virker således både kølende og kvælende.

Vand er det foretrukne slukningsmiddel, når det gælder slukning af klasse A brande – brande hvori der dannes gløder. Med specielle teknikker kan vand også bruges imod brand i væsker.

## Vandtåge

En nyere anvendelse af vand ses i vandtågesystemerne, som ofte installeres til beskyttelse af tekniske installationer – herunder specielt på skibe.

I disse systemer forstøves vandet til en fin tåge igennem specielle dyser. Det forstøvede vand har, pga. den forøgede overflade, en meget hurtig optagelse af varme fra branden og dermed en effektiv afkøling af brandstedet.

## Følgeskader efter vand

De vigtigste årsager til vands skadelige virkninger ligger i to forhold:

- Vands evne til sammen med ilt i luften at oxidere metaller som eksempelvis jern og danne rust.

- Vandets evne til, afhængig af dets saltindhold, at lede strøm.

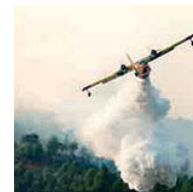
De fleste har prøvet at efterlade et stykke værktøj udendørs en nat over og oplevet, at værktøjet næste morgen er rødt af rust. Fænomenet skyldes, at vand i samspil med ilt i luften er i stand til at oxidere jern. En brandslukning med vand vil normalt medføre, at der tilføres vand til udstyr og konstruktioner, som ikke tåler vand og som derfor eventuelt kan ruste.

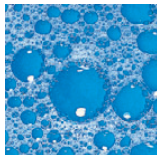
Den anden skadevirkning ligger i saltindholdet. Langt det meste vand, lige bortset fra destilleret vand, indeholder salte i varierende mængder. Tilstedeværelsen af salte betyder, at vandet bliver elektrisk ledende. Når ledningsevnen i vandet stiger, vil potentialet for rustdannelse også stige. Tænk blot på vore biler på de saltede, vintervåde veje! Når vand, der er elektrisk ledende, tilføres udstyr, som er under spænding, er der risiko for dannelse af galvaniske tæring og fejl i form af krybestrømme og kortslutninger.

Begrænsning af skader efter vand vil i de fleste tilfælde ske ved udtørring af det skadede. I tilfælde hvor skaden skyldes saltvand, vil man dog ofte tilstræbe at fjerne saltene inden udtørringen.

Vurdering af skader på elektrisk og elektronisk udstyr efter vandskader er ofte meget vanskelig, idet skaderne først fuldt ud kan kortlægges, når udstyret atter sættes under spænding.

Sammenfattende er vand, og specielt destilleret vand, et slukningsmiddel, som nok giver skader, men som alligevel kan anbefales til teknisk udstyr. Det er dog vigtigt hurtigt at afbryde alle spændingskilder, herunder fjerne batterier, og hurtigt iværksætte effektiv udtørring straks efter slukningen.





# Skum

Slukningsvirkningen i skum ligger først og fremmest i dets kvælende effekt. Skummet kan forsegle det brændende og dermed hindre iltens adgang. Skummet består af vand, skumvæske og luft. Der findes en del forskellige skumvæsker. Den mest anvendte er en syntetisk skumvæske, der kan sammenlignes med sæbe.

Et andet skummiddel er AFFF, som ved tilsætning til vand og anvendelse på brændende væsker danner en én-molekylær hinde, som hindrer frigivelse af brændbare dampe som f.eks. benzindampe. Tilsætning af AFFF nedbryder tillige vandets overfladespænding og sikrer en effektiv indtrængning af vand i brændende emner.

Skum foretrækkes som slukningsmiddel i forbindelse med brand i væsker (klasse B), idet skummets vægtykke er lavere end væskernes, og det er derved i stand til at flyde ud over væskens overflade. Skum anvendes dog også til brande i faste materialer (klasse A) pga. den forseglende virkning.

Skum kan blandes i forskellige densiteter: let, mellem og tung skum. Let skum bruges ofte indendøre i større haller eller fabrikslokaler. Med denne skumtype kan man fylde et lokale eller mindre hulrum fuldstændigt med skum i løbet af kort tid.

Mellem og tung skum anvendes primært til slukning af væskebrande inden for f.eks. petrokemisk industri.





## Følgeskader efter skum

Anvender man skum til slukning, skal man regne med, at der opstår vandskader.

# Pulver

Brandslukningspulver er et emne, som rejser mange spørgsmål. Umiddelbart virker pulveret harmløst og uskadeligt og derfor håndteres skader, som involverer pulver, ofte forkert. Det viser sig dog, at undervurdering af risiko for skader som følge af pulver i teknisk udstyr kan blive dyr.

Der findes grundlæggende to typer pulver til brandslukning:

- BC-pulver: Natrium-hydrogen-karbonat typen
- ABC-pulver: Ammonium-salt typen

Bogstaverne i pulvertypen henviser til de typer brande, som pulveret kan anvendes imod. De to typer pulver omtales hver for sig, idet deres virkninger er meget forskellige. Derfor er det vigtigt at vide, hvilken type pulver der er tale om, når risiko for følgeskader af pulver skal vurderes.



## BC-pulver

BC-pulver benyttes som navnet siger til Klasse B og C brande. Dermed er slukningsvirkningen af denne type pulver begrænset.

Pulveret i BC-slukkeren er natrium-hydrogen-karbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Stoffet er det samme som bagepulver og kaldes også natrium-bikarbonat. Ved opvarmning spaltes pulveret i natrium-karbonat, vand og kuldioxid. Vanddamp og  $\text{CO}_2$  fortrænger ilten fra brandstedet og kvæler dermed branden.

BC-pulver har kornstørrelser på sædvanligvis 0,01-0,02 mm. Pulveret er behandlet med silikone, som fordamper når pulveret bruges mod varme objekter. De dannede silikone-dampe kan danne fedtede belægninger på nærtstående overflader.

BC-slukkeren er stort set ikke i anvendelse i industrien men bruges dog stadig i private hjem.

## Følgeskader af BC-pulver

Skadevirkningerne fra pulvere opdeles i to hovedtyper:

- **Direkte virkninger**

- kemiske
- mekaniske

- **Indirekte virkninger**

- hygroskopisk effekt

De direkte virkninger af BC-pulver ligger primært på den mekaniske side. Kemisk er pulveret relativt inaktivt.

Den mekaniske effekt ligger i pulverets slibende virkning. Pulver i teknisk udstyr med bevægelige dele vil kunne forårsage svære skader på f.eks. lejer, relæer, brydere, stempler og pakninger. Der er ikke nogle betydelige indirekte virkninger fra BC-pulver.

## ABC-pulver

ABC-pulver er den mest udbredte pulvertype. Den er lidt dyrere end BC-pulver, men den er til gengæld også mere anvendelig.

Pulveret indeholder bl.a. stofferne ammonium-fosfat  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  og ammonium-sulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

ABC-pulver er en pulvertype, som er fremstillet til slukning af Klasse A, B og C brande. Pulveret virker både ved forsegling og flammeslukning, og det specielle ved dette pulver er, at det kan slukke gløder.

Virkingen opnås ved, at pulveret klumper og bliver tykt i forbindelse med fugtighed. Herved dannes en belægning, som forsegler det brændende. Herudover har pulveret en betydelig antikatalytisk effekt, dvs. negativ virkning på brandens kemi.

## Følgeskader af ABC-pulver

ABC-pulver er den mest skadelige af pulvertyperne, men også det mest effektive slukningsmiddel.

De skadelige virkninger af ABC-pulver ligger primært omkring de kemiske effekter – både på den direkte og indirekte side.

Pulveret er stærkt hygroskopisk og binder derved store mængder af fugt. Sammen med fugten reagerer pulveret svagt surt og bliver herved i stand til at forårsage korrosion i metaldele. Dette er specielt kritisk i maskiner. Pulver i elektronik vil ved tiltrækning af fugt kunne danne belægninger, der er elektrisk ledende, og dermed forårsage krybe strømme og eventuelt kortslutninger.

Når ABC-pulver opvarmes, kan der frigives ammoniak. Denne ammoniak vil også være skadelig over for specielt dele af kobber – f.eks. i kontaktorer. Denne risiko er dog begrænset.

Generelt må det konkluderes, at ABC-pulver egentlig ikke burde forefindes på steder, hvor der er følsomt, teknisk udstyr. Her burde slukning i stedet baseres på destilleret vand eller inaktive luftarter.



## CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> (kuldioxid) er ca. 50% tungere end atmosfærisk luft, hvilket betyder, at kuldioxid, når den anvendes som slukningsmiddel, kortvarigt fortrænger den atmosfæriske luft fra brandstedet og kvæler branden. Kulsyreslukkerens væsentligste slukningsvirkning er derfor kvælning.

Når CO<sub>2</sub> frigives fra en trykflaske, sker der et kraftigt trykfald. Dette trykfald medfører et temperaturfald som betyder, at en del af CO<sub>2</sub>'en omdannes til is. Denne såkaldte "kulsyresne" har en temperatur på ca.  $\pm 80^{\circ}$  C. Man kunne tro, at denne is ville virke kølende på branden, men energioptagelsen i fordampningen af isen er så ringe, at dette ikke har nogen praktisk betydning.

På grund af den meget lave temperatur må en kulsyreslukker aldrig bruges imod personer.

CO<sub>2</sub>-gassen er ikke i stand til at slukke en glød, og derfor kan den ikke benyttes i klasse A brande, hvori der indgår træ, papir eller tekstiler, som stort set altid er tilstede. I værste fald kan kulsyreslukkeren i sådanne

tilfælde være med til at sprede branden. Derfor kan kulsyreslukkeren kun bruges i klasse B og C brande. Desuden kan den kun anvendes indendøre, idet vind udendørs vil fjerne CO<sub>2</sub> fra brandstedet.

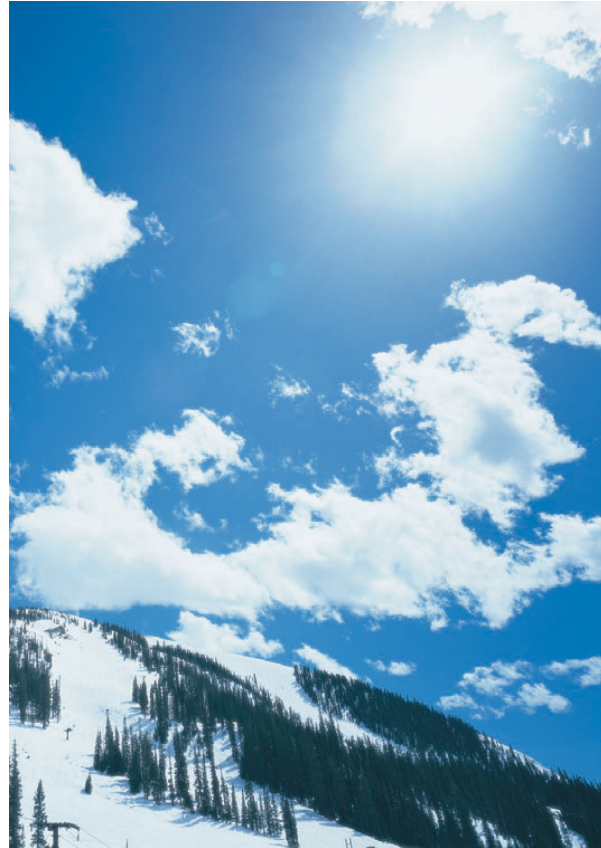
Idet CO<sub>2</sub> ikke er elektrisk ledende anbefales dette slukkemiddel af mange rådgivere til slukning i el-tavler og teknikrum. CO<sub>2</sub> er desuden meget udbredt på skibe.

Sammenfattende er kulsyreslukkeren så begrænset i sin virkning at den, i en generel betragtning, må anses for at være et svagt slukningsmiddel med begrænsede anvendelsesmuligheder.

### Følgeskader af CO<sub>2</sub>

Kulsyre er, i en følgeskadesammenhæng, et anbefalelsesværdigt slukningsmiddel. Det er helt rent og er ikke elektrisk ledende. De eneste skadelige virkninger ligger omkring de lave temperaturer.

Der kan ske ødelæggelse af f.eks. plastdele og der vil ske kondensering af fugt ved udløsning. Kondensatet vil dog være at sammenligne med destilleret vand, og de skadelige virkninger vil være minimale.





# Andre gasser

## Halon

Slukningsmidlet Halon blev forbudt ved en international aftale pr. 1. januar 1999. Forbuddet skyldes Halons skadelige virkning på ozonlaget. For fuldstændighedens skyld skal det dog omtales alligevel.

Ordet "halon" kommer ved sammensætning af begyndelses- og endebogstaverne i det engelske udtryk "**hal**ogenated hydrocarbon".

Halon virker ved flammestandsning og kun i lukkede rum. Slukningsvirkningen er kemisk, idet slukningsmidlet bryder reaktionskæden i forbrændingsprocessen i selve flammen.

Haloner er kemiske forbindelser bestående af kulstof og en eller flere af halogenerne fluor, klor og brom. Haloner er altid forsynet med en fire-cifret kode, der angiver sammensætningen af stoffet. De to mest almindelige typer er Halon 1211 og Halon 1301.

1211 betyder at molekylet indeholder 1 kulstof, 2 fluor-, 1 klor- og 1 brom-atom.

1301 betyder tilsvarende 1 kulstof-, 3 fluor-, 0 klor- og 1 brom-atom.

Hverken Halon 1211 eller 1301 angriber almindeligt forekommende metaller eller andre materialer. Derimod vil spaltningsprodukterne, især klor-brinte og brom-brinte, i forbindelse med vanddamp, som udvikles ved branden, kunne give anledning til syrenedslag og korrosionsangreb på metaldele.

Forbuddet imod Halon stammer fra Danmarks tiltrædelse af den såkaldte Montreal-konvention. Forbuddet gælder således i lande, der har tiltrådt konventionen. Enkelte lande har dog opnået lempeligere regler for deres afvikling, herunder bl.a. Kina.

Som erstatning for Halon er der kommet flere forskellige produkter på markedet. I det følgende skal to af dem omtales.

## Argonite ®

Navnet Argonite er et registreret varemærke. Det er udviklet som en mulig erstatning for Halon.

Argonite består af en blanding af 50% kvælstof (N) og 50% Argon (Ar). Ingen af disse luftarter forvolder skader på teknisk udstyr.

Slukningsvirkningen er kvælning, idet gasserne, som ikke kan brænde, vil fortrænge ilten fra et brandsted. Gasblandingen reducerer ifølge producenten iltindholdet i luften fra 21% til 12,5% og kvæler derved branden.

Idet iltindholdet i luften holdes på de 12,5% vil Argonite-anlæg kunne anbefales, også til installationer, hvori der færdes mennesker. Det vil ifølge producenten være muligt at opholde sig i Argonite fyldte lokaler i kortere tid.

Argonite anbefales til alle typer installationer, hvor brug af vand, skum og pulver ikke kan accepteres.

Dette er f.eks. EDB-maskinrum, telekommunikationsanlæg, kontrolcentre og arkiver.

## Inergen ®

Inergen er også et registreret varemærke og er ligeledes et Halon-alternativ.

Inergen består af 52% kvælstof (N), 40% argon (Ar) og 8% CO<sub>2</sub>.

Slukningsvirkningen er som for Argonite kvælning i det Inergen også, ifølge producenten, vil reducere iltindholdet i luften til ca. 12,5%.

Inergen anbefales ligeledes til alle typer installationer hvor brug af vand, skum og pulver ikke kan accepteres.



**AREPA Firenew A/S**

Mads Clausens Vej 12 • 8600 Silkeborg  
Tlf. 86 81 10 55 • Fax 86 80 12 27  
E-mail [firenew@arepa.dk](mailto:firenew@arepa.dk) • [www.arepa.com](http://www.arepa.com)