

**SINTEF Energi**

Norges branntekniske laboratorium

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Tiller bru, Tiller
Telefon: 73 59 10 78
Telefax: 73 59 10 44

Foretaksnr: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**ANVENDELSE AV VANNTÅKE TIL
BRANNBKJEMPELSE**

FORFATTER(E)

RAGNAR WIGHUS

OPPDRAAGSGIVER(E)

Kommunal- og arbeidsdepartementet

RAPPORTNR

STF84 A97630

GRADERING

ISBN

82-595-9021-2

OPPDRAAGSGIVERS REF.

Knut Apesland

PROSJEKTNR.

251704

ANTALL SIDER OG BILAG

14

ELEKTRONISK ARKIVKODE

i:\pro\251704\kad\anv97\A97630

PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)

Ragnar Wighus

VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)

Petter Aune

ARKIVKODE

DATO

1997-03-03

GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)

Kjell Schmidt Pedersen

SAMMENDRAG

Vanntåke brukt til brannbekjempelse har blitt aktuelt i det siste, dels fordi Halon-gasser er forbudt å benytte ut ifra miljøhensyn, dels fordi det kan være behov for redusert vannforbruk til faste automatiske slokkesystemer. Rapporten tar for seg ulike anvendelser som er aktuelle for vanntåke, hvilke fordeler og ulemper vanntåke har i de forskjellige situasjonene og hvor langt teknologien er utviklet og dokumentert. Til slutt pekes også på hvilke tiltak og aktiviteter som synes mest formålstjenelige for å få til en riktig anvendelse av vanntåke til brannbekjempelse.

STIKKORD

NORSK

ENGELSK

GRUPPE 1

BRANN

FIRE

GRUPPE 2

SLOKKING

EXTINGUISHING

EGENVALGTE

VANNTÅKE

WATER MIST

TEKNOLOGI

TECHNOLOGY

STATUS

STATUS

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. SAMMENDRAG.....	1
2. BAKGRUNN.....	2
3. VIRKEMÅTE FOR VANNTÅKE SLOKKEANLEGG.....	3
3.1 Generell fysikk.....	3
3.2 Vanntåke som erstatning for Halon/inertgassanlegg	4
3.3 Vanntåke som erstatning for sprinkleranlegg	4
3.4 Testoppsett for vanntåke slokketeknikk	5
3.5 Helse- og miljørisiko ved bruk av vanntåke	5
4. ANVENDELSESOMRÅDER - STANDARD OG INSTALLASJONS BESKRIVELSER	7
4.1 Skip.....	7
4.2 Prosessanlegg på land og sjø.	7
4.3 Bygninger på land.....	8
4.4 Elektriske anlegg	8
4.5 Luftfart	9
4.6 Jernbane/vegtrafikk.....	9
4.7 Tunneler og undergrunnsanlegg	10
4.8 Mobile anlegg	10
5. UTVIKLINGSPOTENSIALE	11
6. REFERANSER.....	12

1. SAMMENDRAG

I den seinere tid har vanntåke brukt til brannbekjempelse fått stor aktualitet, dels fordi Halon-gasser er forbudt å benytte ut ifra miljøhensyn, dels fordi det kan være behov for redusert vannforbruk til faste automatiske slukkesystemer. I denne forbindelsen har en rekke produsenter lansert systemer som kan benyttes, basert på ulike prinsipper for framstilling av vanntåken, det vil si finfordelte vanndråper i luften. I dag eksisterer ingen fulldokumenterte dimensjoneringskriterier eller retningslinjer for installasjon av slike systemer, og vanntåke lanseres både som erstatning for Halonanlegg, som tillegg eller erstatning av inertgassanlegg basert på romfylling, og som erstatning for sprinkleranlegg i anvendelser hvor det er ønskelig å redusere vannforbruket vesentlig. Det har blitt gjennomført en rekke tester av vanntåkeanlegg til spesielle anvendelser, og det er utviklet egne testprosedyrer for anvendelse i passasjerområder på skip, hvor prinsippet er at vanntåkesystemet skal være likeverdig med sprinkleranlegg. Det er også satt opp tester for demonstrasjon av effekten av slukkeanlegg for maskinrom av tre forskjellige størrelser i skip. Begge de siste anvendelsene er beskrevet av International Maritime Organization (IMO). Dessuten har Factory Mutual Research Corporation, USA utarbeidet et sett tester som skal tilfredsstilles dersom de skal godta installasjon av slukkeanlegg istedenfor Halonanlegg i turbinhus. Utover dette eksisterer kun utkast til tester og standarder, og de som ønsker å installere vanntåke brannbekjempelsesesanlegg må derfor kreve at leverandørene kan dokumentere virkningen av systemet i brannscenarier som tilsvarer det som anlegget skal virke i. Dette medfører ofte store og kostbare tester, og det er stor mangel på generelle retningslinjer og dimensjoneringskriterier for slike brannbekjempelsesesanlegg.

Kommunal- og Arbeidsdepartementet har siden 1993 støttet arbeid med utvikling av teknologi og forståelse av prinsippene for slukking av brann med vanntåke gjennom prosjektet "Vanntåke - slukkemodell" utført av SINTEF ENERGI - Norges branntekniske laboratorium. Denne rapporten er en statusrapport for hvor langt en er kommet i anvendelse av vanntåke som brann-bekjempelsesmetode, og danner grunnlag for beslutning om hvor videre satsing innenfor området bør skje.

2. BAKGRUNN

Vanntåkeanlegg er en betegnelse på en gruppe slukke-brannbekjempelsesanlegg som har fått økt oppmerksomhet og anvendelse i de siste 5-6 år. En utløsende faktor har vært at Halongassene som er brukt i en rekke slukkeanlegg må erstattes av medier som ikke har det samme nedbrytende virkning på ozonlaget i atmosfæren. Halongassene har hatt stor utbredelse, fordi de har gitt en god beskyttelse mot brann og branntilløp, samtidig som mengdene som trengtes ikke er avskrekkende store. Vann er og har vært brukt i stor grad i brannbekjempelse, men da med relativt større dråper enn i det vi betegner vanntåke. Både i stasjonære automatiske slukkeanlegg og i brannmannskapers mobile anlegg er vann det dominerende slökkemedium. Den oppmerksomhet som vanntåke har idag skyldes at det er påvist at finfordelt vann i stor grad kan oppnå tilsvarende effekt som gassformige medier (CO₂ eller Halon) hittil har hatt som spesialitet. I den senere tid er det kommet på markedet en rekke slukkeanlegg basert på vannforstøvning, og det er kommet utkast til standard krav og installasjonsregler for slike anlegg i flere anvendelseskategorier.

3. VIRKEMÅTE FOR VANNTÅKE SLOKKEANLEGG

3.1 Generell fysikk

For å begrense eller stoppe en forbrenningsprosess er det tre mulige områder for innsats. Betingelsene for å kunne opprettholde kjedereaksjonene i forbrenning er tilgang på brennbart materiale, tilgang av oksygen og tilstrekkelig varmeutvikling. Dette er illustrert ved den såkalte branntrekanten. Avhengig av hvilke omstendigheter slökkemidlene tilføres under vil de kunne virke på en eller flere sider av trekanten, og kan en tilstrekkelig reduksjon av en eller flere av sidene i trekanten oppnås vil en brann enten begrenses eller slokkes.

Vann tilført i en sone hvor det brenner kan virke inn på alle tre sider i trekanten. Ved å fukte brennbart materiale eller ved fortynning eller bortspyling av væske kan tilgangen på brennbart materiale reduseres. Ved tilførsel av vann vil en også kunne fjerne varme og dermed redusere temperaturen i sonen hvor forbrenningsreaksjoner og dannelsen av gassformig brensel damp foregår. Den største kjøleeffekten får en dersom vannet fordampes. Ved fordampning utvider vann seg ca 1700 ganger, og vanndamp vil kunne fortynne og fortrenge luft i en forbrenningssone og dermed begrense tilgangen av oksygen.

Vanntåke er forsøksvis definert som forstøvet vann med et antall dråper med en gitt middeldiameter [1]. I denne standarden er vanntåke definert som vanndråper fordelt i luft, hvor volumetrisk 90% middeldråpediameter er mindre enn 1 mm (1000 µm). I den seinere tid er det foreslått å dele området inn i tre klasser vanntåke, klasse 1 med volumetrisk 90% middeldråpediameter mindre enn 0.2 mm (200 µm), klasse 2 mindre enn 0.4 mm (400 µm) og klasse 3 større enn 0.4 mm. Volumetrisk 90% middeldråpediameter (basert på volum eller masse) er definert som en diameter som deler vanninnholdet i en tåke slik at 10% er større og 90% er mindre enn denne diameteren. En vanntåke framstilt ved at vann blir presset ut gjennom en dyse under trykk eller ved ulike forstøvningsprinsipper vil inneholde en fordeling av dråpestørrelser, mer eller mindre spredt omkring middeldråpestørrelsen.

Det har vist seg at vanntåke i noen grad kan ha de egenskaper som en ønsker ved totalbeskyttelse av et rom, men det er visse brann typer og ventilasjonsforhold hvor systemet ikke slokker brannen. Det som karakteriserer vanntåke er at det kreves transport av små dråper til områder hvor det foregår forbrenning, og drivkreftene til denne transporten er delvis utgangshastigheten til vanndråpene, men også i stor grad hvor godt dråpene følger strømmene av luft og gass inn til forbrenningssonen. En kan for enkelhets skyld si at et vanntåkeanlegg har i seg egenskaper fra et sprinkleranlegg og et inertgassanlegg, men det er typen av brann som avgjør om det er den ene eller den andre slökkemetoden det likner mest på.

Hovedforskjellen mellom vanntåke og tradisjonelt anvendt vann til sløkking og brannbegrensning er at de minste dråpene i vanntåken fordampes lettere og raskere i kontakt med flammer, varme gasser og overflater. Dermed kan en utnytte vannets fordampningsvarme til kjøling, og det dannes vanndamp som fortrenge og fortynner oksygentilførselen til forbrenningssonen. I motsetning til vanlig sløkevann, tilført gjennom sprinkler eller spraydyser, eller fra slangemunnstykker, er rekkevidden eller kastelengden til vanntåke kortere. I utgangspunktet vil derfor vanntåke som slökkemiddel ha sin største effekt i lukkede rom, hvor vanndampen ikke unnslipper til omgivelsene. Dette vil si at *vanntåke egner seg som erstatning for inertgass-anlegg*, det vil i hovedsak si CO₂ og Halon.

3.2 Vanntåke som erstatning for Halon/inertgassanlegg

Det er et viktig skille mellom vanlige inertgassanlegg og vanntåke. Vanntåke er ikke en inert gass før vanndråpene er varmet opp og fordampet. Det vil si at branner som utvikler lite varme, eller skjulte branner hvor vanndråpene ikke når fram til brannsonen direkte, er vanskelige å slokke. Dersom varmeutviklingen øker, vil muligheten til å slokke disse brannen også øke. En kan derfor si at vanntåke som erstatning for inertgassanlegg slokker branner over en viss størrelse, og kontrollerer de mindre brannene. (*Kontroll* betyr at brannen ikke øker i størrelse over tid). Vanntåke som tilføres i et område med lav temperatur vil over tid nå en metningsgrad, det vil si at antallet små vanndråper som kan eksistere fritt svevende i luften er begrenset. Dels vil dråper kolliderer og slå seg sammen til større dråper, dels vil dråpene felles ut av luftstrømmen på grunn av større impuls og settes av på vegger og hindringer. Prosessen med reduksjon av antallet vanndråper per volumenhet øker med økende dråpetetthet, og etter en stund vil derfor en nå et stabilt nivå. I et rom med vanlig omgivelsestemperatur er det ikke påvist at tilgjengelige systemer for generering av vanntåke kan oppnå nødvendig slokkekonsentrasjon overalt. Dette gjør at sammenlikning med et inertgassanlegg ikke er mulig helt direkte.

3.3 Vanntåke som erstatning for sprinkleranlegg

Men vanntåken har ikke bare et potensiale som erstatning for inertanlegg. I en rekke tilfeller er det også dokumentert at vanntåke kan erstatte sprinkleranlegg. Vanntåke er også benyttet i mobile systemer hvor et slangemunnstykke utstyrt med forstøvningsdyse er mer effektiv i slokking av rombranner enn samlet stråle. I praksis har det vært vanlig å betrakte sprinkleranlegg som en slokkemetode hvor vann skal nå fram til det brennende objektet, kjøle dette og fukte den delen av materialet som ikke ennå deltar i brannen for å hindre brannspredning. Nyutvikling innen sprinkleranlegg har også gått mot store dråper med evne til å trenge igjennom tykke sjikt av flammer og røyk uten å bli revet med og uten å fordampe, slik at basis for brannen kan fuktes mest mulig effektivt.

Sprinkleranlegg er dimensjonert for å gi en viss vannmengde per arealenhet med et minimum antall dyser utløst. Tilførselsrør er derfor dimensjonert for å gi et leveringstrykk for en rekke dyser i drift, slik at om bare en eller to dyser løses ut vil trykket i et slikt tilfelle være høyere enn dimensjonerende trykk. Dette medfører at dråpene som strømmer fra en eller to utløste sprinklerhoder er mindre i middeldiameter enn om det maksimale antall sprinklerhoder er utløst. Dette vil si at det i normale sprinkleranlegg (hvor minste åpning i dyser og passasjer er 8 mm) også finnes en andel av små dråper som også finnes i spekteret av dråper som kommer fra vanntåkedyser. Derfor vil antakeligvis også et normalt dimensjonert sprinkleranlegg medføre en viss mengde vann som fordamper og danner inertgassen vanndamp, selv om dette ikke normalt er tenkt som en primær slokkemetode. I en del nyere anvendelser har derfor vanntåke blitt benyttet som en erstatning for sprinkleranlegg, og prinsippet for anvendelsen har vært at den som installerer et slikt anlegg må dokumentere at vanntåkeanlegget er *likeverdig med et sprinkleranlegg*.

For å demonstrere at anlegget var likeverdig med sprinkleranlegg måtte en først finne ut hva en skulle sammenlikne med. Sprinkleranlegg med tilhørende hoder (dyser med en utløsningsmekanisme som reagerer på varme) er dimensjonert ut ifra standard, det vil si at det ikke kreves egen utprøving av slokkeeffekten dersom de gitte krav ellers er oppfylt. En kom da fram til at en først måtte dokumentere hvordan et korrekt installert sprinkleranlegg virket i

et eller flere brannscenarier, og deretter vise hvordan et vanntåkeanlegg virket i samme oppsett.

3.4 Testoppsett for vanntåke sløkketeknikk

Slik er det nok også når en vil erstatte andre sløkkeanlegg med vanntåke; det finnes ikke spesifiserte testoppsett som gjør det mulig med direkte sammenlikning. Når det gjelder Halon-erstaning er det for eksempel et helt konsekvent krav at alle åpninger inn til rommet som skal beskyttes skal stenges, ventilasjon skal slås av og det er også krav til at naturlige lekkasjer skal være mindre enn et visst minstekrav. Deretter dimensjoneres så Halonanlegg slik at en viss mengde sløkkemedium skal tilføres rommet, og at konsentrasjonen skal opprettholdes den spesifiserte holdetid.

Det er i forbindelse med forslag til standard eller installasjonsregler blitt lansert en rekke testscenarier, med ulike formål. Som en illustrasjon på hvilke krav som settes til et vanntåkeanlegg kan en ta utgangspunkt i erstatning av Halon i turbinhus. Turbinhus finnes både på land og på offshore installasjoner, og inneholder en gass- eller oljedrevet turbin, som igjen driver en elektrisk generator. I drift blir turbinen varm, og det er nødvendig å ventilere huset godt for å holde temperaturen nede. Dersom det oppstår en lekkasje av smøreolje kan denne sprute på varme overflater, og den kan antennes. Ved lekkasje av drivstoff, olje eller gass, kan det oppstå umiddelbar brann og eksplosjonsfare. Ved slike forhold må turbinen stoppes, noe som skjer ved stenging av brenseltilførselen. Turbinen har høy omdreiningshastighet, og det tar tid før den slutter å rotere. Smøreoljetilførselen må opprettholdes inntil turbinen er stanset, ellers ødelegges lagrene. Ved smøreoljelekkasje må derfor tilførselen forsette, selv om det brenner. En brann vil påføre turbinen en belastning som i verste fall kan få materialet i turbinmantelen til å sprekke. For rask nedkjøling, for eksempel ved tilførsel av store vanndråper eller kald CO_2 , kan føre til at mantelen enter sprekker eller trekker seg sammen slik at turbinbladene kolliderer med veggen og ødelegges. Rundt noen deler av turbinmantelen er det ofte isolasjon for å minske varmetapet fra turbinen. Denne isolasjonen kan i noen tilfeller suge opp olje, og det er fare for gjenantennelse i isolasjonsbelegget etter lang tid dersom en tilfører luft til turbinhuset.

Spesifikasjonen av et sløkkeanlegg som skal kunne benyttes til beskyttelse av turbinhus blir derfor meget omfattende, både med hensyn til reaksjonstid, nedkjølingshastighet for turbinmantel, sløkkeevne og virketid. Når noen brukere av turbinhus krever at sløkkeanlegget også skal virke dersom noen lar være å lukke døra til huset, og at en feilutløsning av anlegget ikke skal føre til fare for mennesker eller materiell, og helst ikke til nedstengning av turbinen, ser en at det er store krav som stilles til et alternativ til Halon. I mange tilfeller stilles det mye større krav til et vanntåkeanlegg enn det ble stilt til et Halonanlegg.

Poenget med denne illustrasjonen er at kravene som stilles til et sløkkeanlegg ofte kan være urealistiske, og samtidig er det ikke sikkert at det anlegget en tenker å erstatte ville greie kravene dersom de ble prøvet under like vanskelige forhold.

3.5 Helse- og miljørisiko ved bruk av vanntåke

Av de sløkkemidler som er lansert som erstatning for Halon er vanntåke det som har klassifisering som ikke giftig, uten oson-nedbrytende virkning eller virkning som såkalt drivhusgass. Denne vurderingen er utført av amerikanske myndigheter, EPA, /2 /. Det vil i

praksis si at det ikke er helseskadelig å oppholde seg i et rom hvor vanntåke utløses. Derimot vil det ved enhver brann forbrukes oksygen, det vil dannes irriterende og giftige stoffer og det er derfor ikke noen garanti mot helseskade dersom folk oppholder seg i rom hvor det brenner. Imidlertid vil risikoen for skade eller dødsfall reduseres vesentlig dersom vanntåke utløses. Effekten og sikkerhetstiltakene kan sammenliknes med det som gjelder for sprinkleranlegg.

4. ANVENDELSESOMRÅDER - STANDARD OG INSTALLASJONSBEKRIVELSER

I det følgende er anvendelsesområdene for vanntåke kort beskrevet, med vekt på hvor langt en er kommet når det gjelder spesifisering og dokumentasjon av anleggene.

4.1 Skip

På skip er en kommet lengst når det gjelder å ta i bruk vanntåkeanlegg. International Maritime Organization (IMO) har vedtatt resolusjon /3/ som omhandler krav til sløkkeanlegg i passasjerområder og i maskinrom av ulike størrelser. For beskyttelse av passasjerområder, det vil si lugarer, korridorer, restauranter, butikkområder o. l. ombord i ferger, er det krevet en demonstrasjon av at sløkkesystemet kan erstatte sprinkleranlegg. En rekke tester er utført, og flere anlegg har passert kravet til installasjonen. I tillegg til å kunne slukke en brann i skumplastmadrasser, i sofaer og i en spesifisert brannkilde som består av pappkartonger fylt med plast drikkebegere, er det krav til røropplegg, eventuelle pumper, oppheng o.l. omlag som for sprinkleranlegg.

For beskyttelse av maskinrom og pumperom er det utviklet egne tester som gjelder for rom av ulik størrelse, /4/. Det minste rommet har maximum volum 500 m³ (klasse 1), neste inntil 3000 m³ (klasse 2) og det største over 3000 m³ (klasse 3). Typiske rom av klasse 1 er små hovedmotorrom, hjelpemotorrom og oljeseparasjonsrom. Klasse 2 et typisk maskinrom i mellomstore skip som ferger, og klasse 3 er hovedmotorrom i store skip slik som oljetankere og containerskip. Flere vanntåkeanlegg har passert testene og er godtatt av klaseselskaper og flere lands sjøfartsmyndigheter. Såvidt vites har ennå ingen anlegg blitt godtatt for de største rommene uten avvik fra testkriteriene. Testene har også gjennomgått forandring siden de ble vedtatt av IMO første gang. Det er en tendens til at vanntåke tas i bruk som tillegg til et totalsløkkeanlegg, som regel et CO₂-anlegg. Hovedargumentet for å innføre vanntåke er at dette kan løses ut raskt, uten hensyn til om mennesker befinner seg i rommet. Likeså er funksjonstiden for et vanntåkeanlegg som regel lang i forhold til et inertanlegg, og det er derfor ikke så stort behov for å sikre at luker og spjeld er lukket før anlegget utløses. For inertanlegg i maskinrom er det i dag som regel så mange forholdsregler en må ta før en kan utløse anlegget at brannskadene kan bli omfattende før det utløses. Dessuten er mengden inertgass som finnes ombord som regel tilpasset bare en utløsning samt noe etterfylling for å opprettholde konsentrasjonen, slik at en feilutløsning medfører redusert sikkerhet. Et vanntåkeanlegg har som regel reservoar stort nok til kontinuerlig tilføsel over lengere tid, og det er større mulighet for etterfylling etter en eventuell feilutløsning.

4.2 Prosessanlegg på land og sjø.

For turbinhus, som er nevnt i kap 3, er det gjennomført grundige undersøkelser av virkemåten til vanntåkeanlegg. Et turbinhus er karakterisert ved relativt stort potensiale for gass- eller væskebrann, og med muligheter for å lukke tilluftsåpninger. Factory Mutual Research Corporation (FMRC) i USA har på bakgrunn av forsøk utført av SINTEF og i egne laboratorier utferdiget en "test protocol", et sett av tester som skal dokumentere at vanntåkeanlegg slukker og kontrollerer branner i turbinhus, med simulert turbin av stålplater, /5/. Dette gjelder

turbinhus både på land og sjø. Dette er den eneste fullt utviklede testprosedyre for anlegg utenom skip, og er anvendelig også for andre typer rom hvor det kan forventes brann i gasser og væsker. Dette kan være rom for behandling av hydrokarboner, som separatorrom, kompressorrom, boreslambehandlingsrom, mest relevant for offshore anlegg. For industrianlegg på land kan også mange rom i oljeraffinerier, lagre for oljeprodukter og laboratorier være eksempler på rom hvor vanntåke kan egne seg som slokkeanlegg.

4.3 Bygninger på land

I bygninger på land hvor det kreves automatiske slokkeanlegg er sprinkleranlegg i dag omtrent enerådende. Det er ulike klasser av sprinklerbeskyttelse, avhengig av brannpotensiale (hvor mye brennbart materiale bygningen inneholder) og hvilken personrisiko en brann kan medføre. I noen tilfeller hvor vanntilførselen er begrenset eller hvor utløsning av et sprinkleranlegg kan føre til like store vannskader som brannen (noen norske stavkirker med uerstattelige veggmalerier som ødelegges ved vannsøl, samlinger, bibliotek etc) er det installert vanntåkeanlegg. For stavkirkene er det utført spesielle tester i full skala /6/ hvor en del tenkte branntilfeller er simulert. Vanntåkeanlegget gav tilstrekkelig beskyttelse og så lite vannskader at dette ble valgt framfor andre slokkemetoder. Problemet med installasjon av vanntåkeanlegg som erstatning for sprinkleranlegg er at det ikke eksisterer et fullt utviklet regelverk eller noen veldokumenterte spesifikasjoner som anleggene kan dimensjoneres etter.

Det finnes noe dokumentasjon som er utarbeidet forut for utarbeidelsen av IMO- reglene til bruk i lugarer og andre publikumsområder på skip, /3/. Blant annet har det finske brannlaboratoriet ved VTT gjennomført sammenlikningsstudier mellom sprinkleranlegg og vanntåkeanlegg, /7/.

4.4 Elektriske anlegg

Det er to aspekter ved bruk av vanntåke for bekjempelse av branner i elektriske anlegg som er nødvendig å ta i betraktning. Først er det en generell motstand mot å bruke vann som slokkemiddel mot branner i elektriske apparater og installasjoner, av frykt for fare for elektrisk støt. Dette faremomentet er betraktelig overdrevet, og bør være helt fraværende ved automatiske slokkesystemer og ved spenning som brukes i vanlig strømmett. Først ved høyspentanlegg vil et overslag mellom ledere, frambragt av vann, kunne føre til så store "smell" at det er fare for skade på mennesker.

Det andre aspektet som er meget relevant, er at branner i elektriske apparater og utstyr oftest starter som meget små branner, og også ofte inne i kabinett, i vegger eller i områder hvor slokkemiddel i dråpeform har vanskelig for å nå fram. Et inertgassanlegg eller Halonanlegg vil ha den egenskap at slokkemiddelet i gassform kan fylle slike områder effektivt, og etter en stund vil inert atmosfære oppnås selv i vanskelig tilgjengelige områder. Vanndråper vil i slike tilfeller avsettes på hindringer eller slå seg sammen til større dråper som faller ut av "tåken" og ikke nå fram til brannsonen, og siden varmeutviklingen også i de fleste tilfellene er liten vil lite vann fordampe. Den eneste muligheten til beskyttelse av elektriske komponenter og anlegg med vanntåke er ved direkte treff på brannfarlige områder, noe som i praksis medfører et stort antall dyser. Fordelen ved vanntåke i elektriske anlegg vil være at følgeskadene av et utløst slokkeanlegg ikke er store, verken ved feilutløsning eller ved branntilløp. Dersom en brann

med elektrisk årsak utvikler seg til en større brann vil et vanntåkeanlegg kunne begrense og til dels slokke en slik brann. Vanntåke er installert i telefonsentraler og til dels i datarom, /8/.

4.5 Luftfart

Vanntåke er under vurdering til beskyttelse av fly, siden Halon skal erstattes. Formålet ved vanntåke i en slik anvendelse er at vann i seg selv har et stort kjølepotensiale, og virker inertiserende ved større branner i lukkede rom. Et fly består av meget avgrensede rom med kontrollert lufttilførsel, og inertgassanlegg kan i utgangspunktet egne seg godt. Dette gjelder i motorrom (rundt jetmotorer), delvis i lasterom men i passasjerrom er inertgassanlegg betenkelig på grunn av oksygenmangelen som oppstår ved de fleste inertgassanlegg. En skal altså ivareta personsikkerheten samtidig som en skal ha en begrenset mengde slokkemiddel medbragt. Hver kilo slokkemiddel må jo bringes opp i lufta ved hver avgang, noe som medfører økte drivstoffkostnader. Formålet med slokkeanlegg i motorene er å hindre sammenbrudd av bærestruktur, og helst gi mulighet for ny start av motorene etter at brannen er slokket. I lasterom er formålet å hindre at bærestrukturen ødelegges ved at brannen kontrolleres inntil flyet har landet, det vil i noen tilfeller si mange timer. Dernest er det en forutsetning at røykgassene ikke infiltrerer friskluftanlegget til passasjerrom. Det er satt igang et stort forskningsprosjekt delfinansiert av EU-kommisjonen hvor en undersøker om vanntåke kan beskytte lasterom på fly. SINTEF NBL deltar aktivt i dette prosjektet, som også har deltakere fra britisk industri og luftfartsmyndigheter, fransk industri, et tysk laboratorium for luft-og romfart, samt universitetsmiljø i England og Hellas, /9/.

Resultatene fra dette forskningsprosjektet vil dels være generelle bergningsmodeller og regnemaskinprogrammer for virkningen av vanntåke, dels spesifikk kunnskap og dokumentasjon av virkningen av vanntåkeanlegg brukt mot brann i lasterom på fly. SINTEF NBL har utført en serie forsøk i løpet av 1996. Resultatene vil ha begrenset offentlighet i prosjektperioden, det vil si ut 1998, men vil seinere kunne anvendes av SINTEF NBL.

For beskyttelse av passasjerrommet på fly er det gjort en rekke tester hvor vanntåke ble installert og utløst i en flykropp hvor det brant i drivstoff på utsiden av flyet. Dette førte til en bedret mulighet for sikker evakuering, noe som har vist seg å være kritisk ved nødlanding eller brann før avgang.

4.6 Jernbane/vegtrafikk

For vegtrafikk/jernbane kan medbragt slokkemiddel tenkes brukt ved transport av farlig gods i containere, i lasterom på bil eller tog eller i passasjerrom på buss eller tog. Det er i dag sjelden automatiske slokkeanlegg ved slike transportere, og beredskap ved brann er ivaretatt ved transportable pulveranlegg. Egnetheten av vanntåkeanlegg må vurderes for hvert scenario, men igjen er det generelle utgangspunktet at dersom en kan begrense lufttilgangen til brannområdet og har plass og kapasitet til å medbringe tilstrekkelig mengde slokkemedium er det mulig å anvende vanntåke. Forsøkene som er utført ved SINTEF med brann i lasterom på fly er relevante for branner i containere og lasterom på bil og tog. Det kan også tenkes at beskyttelse av motorrom/maskinrom på biler/busser/tog kan skje ved vanntåke.

4.7 Tunneler og undergrunnsanlegg

Slike anlegg karakteriseres ved at de er områder med begrenset lufttilførsel, men varierer mye i volum og utstrekning. Stasjonære slokkeanlegg i tunneler kan gi god lokal beskyttelse siden lufttilgangen er begrenset til lengderetningen, men det kreves lange tilførselsrør eller hyppige stasjoner med reservoar av slokkemiddel. I store haller i fjell eller under jorden er det store mengder oksygen tilgjengelig for forbrenning, og slokking eller brannkontroll må stort sett skje ved direkte påføring av slokkemiddel, som for sprinkleranlegg. Fordelen ved å benytte vanntåke i slike anlegg må i tilfelle ligge i begrenset vanntilførsel eller hensynet til personsikkerhet. Problemet når det gjelder bruk av vanntåke i slike anlegg er først og fremst størrelsen, idet det ofte er så stor tilgang på luft at inertiseringseffekten er neglisjerbar. I slike tilfeller må en sørge for tilstrekkelig tilførselsrate av vanntåke slik at lokal konsentrasjon av vann er over nødvendig slokkekonsentrasjon til enhver tid. I mindre volum av tunneler og undergrunnsanlegg bør vanntåke ha et stort potensiale som slokkemetode. Tilsvarende bør vanntåke ha et potensiale på bildekk i ferger og i parkeringsanlegg som brannbegrensende tiltak.

4.8 Mobile anlegg

Tåkedyse på slanger som brukes av brannvesen og beredskapsstyrker, eller på husbrannslanger og stasjonære slangetromler kan være et mulig utvidet anvendelsesområde for vanntåke. Ved såkalt offensiv slokking, det vil si at en røykdykker nærmer seg brannsonen med et strålerør som kan gi små dråper og slokker/kontrollerer brannen ved å utnytte at vannet skal i størst mulig grad fordampe, er det foreløpig anbefalt å benytte vanntåke med middeldråpestørrelse 0.2 - 0.3 mm, /10/. Det er foreløpig ikke gjennomført systematiske tester av strålerør eller munnstykker til husslanger som dokumenterer slokkeeffekt og operasjonelle begrensninger for slikt utstyr. Det er imidlertid mulig at en optimalisering av vannspray med hensyn til god slokkeeffekt og god beskyttelse av operatøren vil vise at dette er en forbedringsmulighet for eksisterende utstyr. I slike tilfeller vil slangedimensjoner ofte være en begrensende faktor når det gjelder hvor stor vannmengde som kan leveres. Det finnes per idag ingen testmetode for slike slokkeinnretninger, men metoder som brukes for håndbrannsløkkere kunne være en mulighet. Disse utprøves både mot væskebranner og mot trebål.

En helt spesiell anvendelse av vanntåke ble vist ved slokking av brann fra oljebrønner etter krigen i Kuwait. Store jetmotorer ble montert på terrengkjøretøy, og i jetstrømmen ble det injisert finfordelt vann. Dette vannet fordampet delvis, og kjølte ellers ned gassene fra jetmotoren. Avgassene hadde også redusert innhold av oksygen i forhold til omgivelsesluften, siden oksygenet var forbrent til CO₂ og vanndamp. Ved å rette jetstrømmen mot basis av brannen fikk en inertisert og kjølt ned reaksjonssonen slik at forbrenning ikke lenger kunne underholdes. Når brannen først var slokket fortsatte nedkjølingen til det ikke var antennelseskilder igjen (varme metalldele o.l.) og oljebrannen var varig slokket.

5. UTVIKLINGSPOTENSIALE

Vanntåke slokketeknikk har et potensiale både som erstatning for Halon, for andre inertgassanlegg og som erstatning for sprinkleranlegg. En må i alle tilfeller vurdere anvendelsen i forhold til de brannscenarier som en ønsker å beskytte seg mot. I noen tilfeller er vanntåke ikke egnet som erstatning for noen av anleggstypene som eksisterer i dag. Dette gjelder først og fremst som erstatning for sprinkleranlegg eller vannspray i områder hvor en primært vil kjøle ned omgivelsene til brannen og fukte områdene omkring brannsonen for å hindre spredning. De mest optimale dråpestørrelser er i slike tilfeller diktert av hvor effektivt en kan transportere vannet fram til brannsonen uten at det fordamper. Dette favoriserer større dråper.

Foreløpige resultater av tester viser også at vanntåke kan undertrykke gløde- og ulmebranner, selv om en ikke greier å slokke dem fullstendig. I lukkede områder med kontrollert lufttilførsel vil vanntåke enten slokke eller redusere brannstørrelsen betraktelig. Dette vil føre til lavere temperatur i brannrommet og til reduserte skader.

Det som er utfordringen i dag er å finne fram til dimensjoneringskriterier for vanntåkeanlegg, både generelle og spesielle for ulike anvendelser. I forslaget til NFPA standard 750, /1/, er det inntil videre opp til produsenten av anlegget å angi hvordan det skal installeres. Følgende karakteristiske "brannklasser" er antydnet i forslaget: *Store underventilerte branner* og *Små godt ventilerte branner*. De underventilerte brannene er karakterisert ved at oksygenkonsentrasjonene i brannrommet faller betraktelig, det vil si med flere prosent i løpet av de første få minuttene av brannen, mens de små, godt ventilerte brannene er karakterisert ved at de ikke påvirker den midlere oksygenkonsentrasjonen i rommet vesentlig. De store underventilerte brannene er lettere å slokke enn de små godt ventilerte brannene. Disse "brannklassene" er ikke direkte karakterisert på samme måte som dagen brannklasser, hvor mengden brennbart materiale dividert på grunnflaten i rommet er utgangspunktet. I dagens kriterier for dimensjonering av sprinkleranlegg trenger en ikke kunnskap om brannforløp, og bygningenes "ventilasjonsgrad" i forhold til brannpotensialet er ikke tatt med som dimensjonerende for slokkeanlegg.

Det er et uttalt behov for å utarbeide retningslinjer og dimensjoneringskriterier for installasjon av vanntåkeanlegg, spesielt i konvensjonelle bygninger på land. Dette arbeidet er igang i USA gjennom NFPA, og det er mulig at en komite i det europeiske standardiseringsorganisasjonen (CEN TC 191, WG5) kan få med slike retningslinjer i utkast til ny europeisk standard for Water Spraying Systems. Dette arbeidet er i startgropa, og arbeidsgruppen (WG5) avholder sitt første møte om temaet i april 1997. Om dette arbeidet vil munne ut i en standard for vanntåkeanlegg anvendt i konvensjonelle bygninger på land avhenger av hvor godt dokumentert slike anvendelser er. SINTEF ENERGI - NBL har med en deltaker i denne arbeidsgruppen.

6. REFERANSER

1. National Fire Protection Association (NFPA) Proposed Draft Standard 750.
2. Rubenstein, Reva: HALON ALTERNATIVES HEALTH EFFECTS ASSESSMENT. HALON OPTIONS TECHNICAL WORKING CONFERENCE 8-9 mai 1995, Albuquerque, New Mexico, USA.
3. IMO Resolution A.800(19) Revised Guidelines for approval of Sprinkler Systems Equivalent to that Referred to in SOLAS Regulation II/2/12, 14. desember 1995.
4. IMO Maritime Safety Committee Circ 668, Alternative arrangements for Halon fire-extinguishing systems in machinery spaces and pump-rooms. 30 desember 1994.
5. Ural, Erdem A. and Bill, Robert G.: Fire Suppression Performance Testing of Water Mist Systems for Combustion Turbine Enclosures. HALON OPTIONS TECHNICAL WORKING CONFERENCE 8-9 mai 1995, Albuquerque, New Mexico, USA.
6. Meland, Øystein J., Jensen, Geir og Helseth, Sjur: Water Mist to protect Wooden Historic Structures, Second International Symposium on FIRE PROTECTION OF ANCIENT MONUMENTS, Krakow, Polen, 17 - 21 oktober 1994.
7. Maarit Tuomisaari: Fire Suppression Tests of Fire Retardant and Non-fire Retardant Polyether Foams. Research Report No. RTE3318/94, Technical Research Centre of Finland (VTT), november 1994.
8. Hill, Andrew T. et al :WATER MIST PROTECTION SYSTEMS FOR TELE-COMMUNICATION SWITCH GEAR AND OTHER ELECTRONIC FACILITIES, Presentert ved WATER MIST FIRE SUPPRESSION WORKSHOP, NISTIR 5207, 1 - 2 mars 1993, NIST, USA.
9. FIRE DETECTION AND SUPPRESSION SIMULATION –FIREDASS. Contract No. BRPR-CT95-0040, European Commission, Brite/EuRam Programme.
10. Liebe, Guttorm: Brannfysikk - fra teori til praksis. Norsk Brannvern Forening og Norges Brannskole 1995, ISBN 82-7485-024-6.