

Storskalig oljebrandsläckning

Grundkurs

2001 Räddningsverket, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen
ISBN 91-7253-124-x

Beställningsnummer R40-244/01
2001 års utgåva

Storskalig oljebrandsläckning

Grundkurs

Släckmedelscentralen – SMC AB
Räddningstjänsten Storgöteborg
Räddningstjänsten Sundsvall – Timrå
Malmö Brandkår
Stockholms Brandförsvär

Räddningsverkets kontaktperson:
Ingvar Hansson, enheten för skadebegränsande verksamhet, tfn 054-13 52 67
e-post: ingvar.hansson@kd.srv.se

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	7
2. Utbildningsmål.....	8
Delmål	8
3. Arbetsbeskrivningar	9
Teamchefen skall:.....	9
Brandförman/brandman skall:	9
4. Bakgrund.....	10
Allmänt	10
Utveckling	10
Miljöeffekter	11
Bildandet av Släckmedelscentralen (SMC).....	11
Regionsbaserna.....	12
5. Organisation.....	13
6. Larmrutiner	14
Larmning	15
7. Fasta släcksystem och cisternkonstruktion.....	16
Allmänt	16
Val av fasta släcksystem.....	16
Cisternkonstruktion	17
Cistern med fast tak.....	17
Cistern med yttre flytande tak	18
Cistern med invändigt flytande tak	18
8. Dimensionering av insatsen	20
Allmänt	20
Cisternbrand	20
Procentinblandning skumvätska i släckvattnet.....	21
Polära (vattenblandbara) vätskor	21
9. Cisterner inom region väst	22
Inventering.....	22
Dimensioneringsexempel	22

Största cistern inom landet	22
Brand i invallningen	23
Skumvätskemängder.....	24
10. Hydraulik och vattentransport	25
Allmänt	25
k-värde	26
Begränsningar i systemet.....	26
Tumregel.....	27
Seriekörning av pumparna.....	27
11. Taktik	29
Brandorsaker.....	29
Allmänt	29
Planering.....	30
Logistik.....	30
Taktisk utformning.....	30
”Regler”	31
12. Teknik.....	33
Fullt utvecklad cisternbrand	33
Släckteknik	33
Strålens träffbild/karaktäristik	34
Att träffa rätt.....	35
Kantbranden/brand i tätningen	36
Brand i cistern med kantrat flytande tak.....	37
Tredimensionella bränder.....	37
Placeringen av utrustningen	38
Status på cisterner.....	38
Cirkulationen i cisternen	39
13. Skum	40
Egenskaper och begränsningar	40
Kylning i kombination med skum	40
Aspirerat/oaspirerat skum.....	40
Dräneringstid	42
14. Kylning	43

Allmänt.....	43
Dimensionering kylning av hotad cistern.....	43
Svårigheter i samband med kylinsatser	43
Kylning av brinnande cistern.....	44
15. Säkerhet.....	46
Allmänt.....	46
Reservgrupper/back-up.....	46
Avstånd är bästa skyddet.....	46
Värmepåverkan/strålningsvärme	46
Svavelväte.....	47
Risker höga tryck.....	48
Överkokning.....	48
Skydd mot återtändning.....	49
Statisk elektricitet	50
Sprickor i cisternen.....	50
Skumvätska, påverkan på människokroppen	51
Skumvätska miljöpåverkan	51

1. Inledning

Detta häfte är framtaget som ett hjälpmedel att användas, i kombination med övrig litteratur inom ämnet, vid utbildningarna av teamen för storskaliga insatser vid oljebränder.

Texten beskriver de olika delar som tillsammans med goda grundkunskaper i skumbrandsläckning och räddningstaktik utgör grunden inför uppbyggnaden av de storskaliga enheterna.

Materialet är ett försök att samla delar av den kunskap och teknik som finns tillgänglig idag för att ge teamet en bra förutsättning till att göra ett effektivt släckförsök av en cisternbrand.

I första hand är häftet avsett som ett stöd vid utbildningarna, men delar av det kan också användas som en manual vid insats.

Förhoppningen är dessutom att materialet skapar ett engagemang till en fortsatt utveckling inom området.

Grundkursen ”Storskalig oljebrandsläckning” är framtagen och sammanställt av Erik Isaksson Räddningstjänsten Storgöteborg, tillsammans med Leif Ljung Svenska Petroleum Institutet och de övriga koordinatorena Bengt Malmberg Malmö Brandkår, Börje Stenqvist Sundsvall-Timrå Räddningstjänst och Bengt Johansson Stockholms Brandförsvär

2. Utbildningsmål

Gruppen skall efter genomförd utbildning kunna på ett effektivt och säkert sätt bekämpa en cisternbrand (cisterndiametrar upp till 45 m).

Delmål

Efter avslutad kurs skall eleverna:

- kunna redogöra för bakgrunden till bildandet av SMC och de fyra teamen.
- kunna förstå och beskriva teamets roll i det totala räddningsarbetet.
- ha full kunskap om utrustningen, dess prestanda, begränsningar.
- kunna förstå och beskriva risker som uppstår vid cisternbrandsläckning bl.a. hetzonbildning och statisk elektricitet.
- kunna bygga två vattensystem som garanterar 8000 liter /minut vardera vid varje skumkanon.
- kunna köra de bägge pumpenheterna i serie och vara väl införstådd med vilka begränsningar och risker som uppstår vid seriekörning.
- kunna bygga ett system som garanterar en 3 alternativ 6 % inblandning av skumvätska i släckvattnet.
- kunna beskriva och förstå skillnaderna mellan att använda aspirerat/oaspirerat skum.
- ha kunskap om hur en cistern är byggd, dess svagheter och begränsningar.
- ha kunskap om fasta släcksystem som skydd av cisterner.
- vara orienterade om kylvattenbehovet vid cisternbränder.
- vara väl införstådda med riskerna och kunna utföra insatser/övningar på ett så säkert sätt som möjligt, sett ur arbetsmiljösynpunkt.

3. Arbetsbeskrivningar

Teamchefen skall:

- ha kunskap om uppdraget och SMC.
- vara lägst brandmästarutbildad med påbyggnadsutbildning liknande den som genomförs vid Williams Fire and Hazard Control.
- ha stor kunskap om oljebrandsläckning och med dessa kunskaper utgöra ett stöd till räddningsledaren vid den lokala räddningstjänsten.
- svara för utbildning/övning av det egna laget så att en hög insatsberedskap hålls.
- genomföra minst en (1) större övning för samtlig personal på laget/år.
- vara insatt i planläggningen och de speciella förhållanden som råder på respektive depå inom den egna regionen.
- ha god kännedom om teamets kapacitet och begränsningar.
- kunna leda övningar/insatser på ett sådant säkert sätt att riskerna för persona och utrustning minimeras.

Brandförman/brandman skall:

- ha genomgått grundkurs Storskalig oljebrandsläckning.
- ha stor kunskap om teamets tekniska/materiella förutsättningar och dess begränsningar.
- ha god kunskap om de säkerhetsbestämmelser som gäller vid övning/insats.

4. Bakgrund

Allmänt

Till Sverige importeras varje år stora kvantiteter med olja som raffinerats och lagras inom landet.

Trots den stora mängd som hanteras inträffar större bränder mycket sällan. Visserligen sker ett antal tillbud eller mindre händelser varje år men sedan 1956 har ingen fullt utvecklad brand inträffat på någon av Sveriges oljedepåer.

Hanteringen av den importerade oljan omfattar tre steg:

- transport
- raffinering
- lagring

Scenariot och brandförlopp vid en eventuell olycka varierar stort mellan de olika stegen, detta kräver också olika förslag till lösning.

En händelse i raffinerings- eller transportsteget är landets räddningstjänster och oljeföretag både väl förberedda och utrustade för.

Men utredningar som gjorts visar på att räddningstjänstens traditionella utrustningar inte är tillräckligt lämpade för insatser i lagringssteget, dvs mot bränder i cisternerna inom oljedepåerna. Händelser av sådan typ kommer förmodligen att förorsaka allvarliga logistiska problem för räddningsstyrkorna.

Fram till idag har släckutrustning för att klara en cisternbrand mer eller mindre helt saknats. Visserligen finns en stor chans att släcka en brinnande cistern genom att, så nära brandutbrottet som möjligt, använda ett fast släcksystem. Men då delar av de tankar som finns i landet saknar sådana installationer samt att ett fast system sannolikt slås ut vid ett brandutbrott krävs tillgång till utrustning för en mobil insats.

Utveckling

Internationellt sett ansågs cisternbränder förr lönlösa att försöka släcka. Dels beroende på att utrustning och kunskap för släckning inte var tillräckligt utvecklade och dels ansågs det inte att oljan inte hade ett sådant stort ekonomiskt värde som motiverade enorma släckinsatser. Värdet på oljeprodukterna har ju som bekant ökat markant över åren. Priset på den oraffinerade produkten ligger för närvarande runt 150 - 300 kr/fat råolja, raffinerad betingar den ett pris som är 3 ggr så högt.

Utvecklingen av utrustningar under två decennium i USA

		1976	1995
Skumrör	l/min	2 000 - 4 000	20 000 - 40 000
Brandslang	diam (mm)	76	110 - 250
Pumpar	l/min	4 000	10 000 - 24 000
Cisterner	diam (m)	41 - 50	100 - 115
Skuminblandning	%	6 - 9	3 - 6

Miljöeffekter

Om brand i en cistern med petroleumprodukter skulle bryta ut kommer denna händelse att utgöra ett allvarligt hot mot den omgivande miljön. Att låta en cistern brinna utan att ett släckförsök görs är inte troligt med tanken på att den genomsnittliga avbrinntiden för dessa bränslen är 4 – 6 mm/min, vilket innebär att det tar åtskilliga dagar innan innehållet konsumerats av branden.

Förutom den omedelbara risk som föreligger att människor och egendom i de direkt angränsande omgivningarna skall komma till skada vid en eventuell överkokning av bränslet, måste man också väga in hur luftföroreningarna kommer att påverka människor, djur och växtlivet.

Bildandet av Släckmedelscentralen (SMC)

I Räddningstjänstlagen anges i § 41 och 43 att: ”ägare eller innehavare skall i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom samt att vidta de åtgärder som behövs för att hindra och begränsa skador vid brand på människor, egendom eller miljön.”

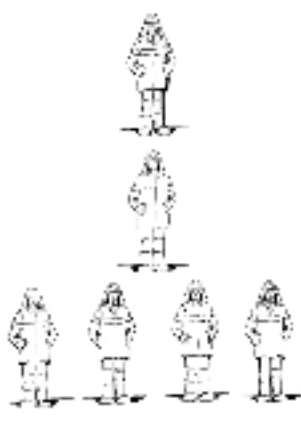
Med utgångspunkt ifrån detta startades en utredning med representanter från Svenska Petroleuminstitutet, Kommunförbundet, Räddningsverket och räddningstjänsterna i Göteborg, Stockholm, Malmö och Sundsvall.

Resultatet av denna utredning och slutsatserna i SP:s (Statens Provnings- och Forskningsinstitut) rapport, ”Dimensionering, utrustning och val av taktik är avgörande vid släckning av cistern- och invallningsbränder, SP Rapport 1992:02”, blev bildandet av en gemensam organisation som består av:

- ett av oljebolagen gemensamt bolag, Släckmedelscentralen – SMC AB (SMC) som tillhandahåller utrustning för storskaliga insatser.
- fyra stycken regionbaser med insatsstyrkor från respektive räddningstjänster i Storgöteborg (region Väst), Stockholm (region Ost), Malmö (region Syd) och Sundsvall (region Norr).
- samarbetsavtal mellan räddningstjänsterna på respektive ort som rör beredskap, skötsel, depåövningar och operationella insatser.

Regionsbaserna

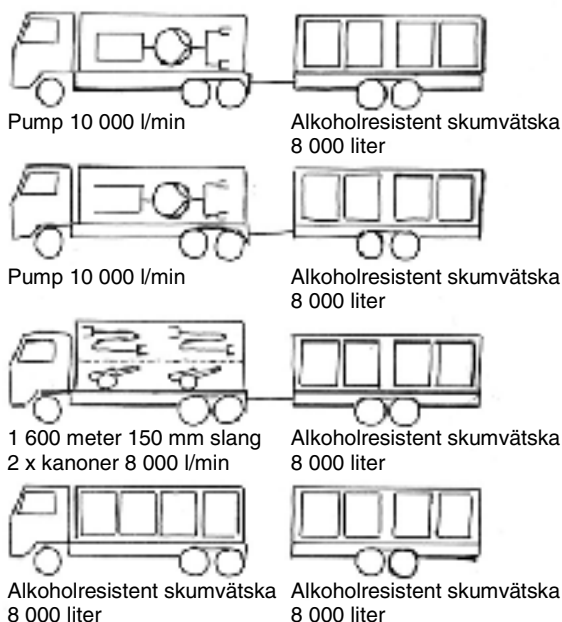
Dessa fyra regionbaser är försedda med mobila släckutrustningar, dimensionerade för att kunna släcka bränder i cisterner upp till ca 45 meters diameter. Utrustningen som ägs av SMC, disponeras fritt av de respektive styrkorna, skall kunna sättas in vid tänkbara händelser i landets oljedepåer.



Brandmästare
TEAMCHEF

Brandförman

Brandman 1: Pumpskötare/Vattentransporter
Brandman 2: Pumpskötare/Vattentransporter
Brandman 3: Ansvarig skum
Brandman 4: Manövrerar kanon



5. Organisation

Med utgångspunkt från den inhämtade informationen och de erfarenheter som gjorts vid händelser över världen ser man tydligt att det är möjligt släcka en cisternbrand om man har tillräckliga teoretiska och praktiska kunskaper. Dessutom är bedömningen den att det krävs en relativt liten personalstyrka för att genomföra det faktiska släckningsarbetet vid en cisternbrand.

Styrkan ligger i att, med rätt dimensionerad utrustning nå stora påföringshastigheter.

Teamet, som tas ur den ordinarie styrkan på respektive räddningstjänst, består av sex personer: Brandmästare, brandförman och fyra brandmän där var och en i gruppen har en särskild funktion:

- **Brandmästare/teamchef**
Ansvarig för själva släckningen och bedömningar av de risker som kan uppstå under arbetet. Tar fram underlag och presenterar förslag på lösningar för den lokala räddningstjänsten
Teamchefen ställs till lokala Räddningsledarens förfogande.
- **Brandförman**
Ansvarar för teamets utrustning totalt sett och fungerar som ”riktare” till den brandman som sköter kanonerna.
Är dessutom arbetsledare och ansvarar för de av teamets personal som befinner sig inom riskområdet.
- **Brandman 1**
Pumpskötare för pump 1 och ansvarig för vattentransporten i slangsystemet.
- **Brandman 2**
Pumpskötare för pump 2 och ansvarig för vattentransporten i slangsystemet.
- **Brandman 3**
Ansvarar för skumkärorna och leveransen av skumvätska in i slangsystemet.
- **Brandman 4**
Manövrerar kanonerna och finjusterar skumpåförningen med hjälp av förmannen.

6. Larmrutiner

En cisternbrand tar stora resurser i anspråk och ställer stora krav på de som medverkar i insatsen, men en väl genomtänkt och planerad insats som genomförs i samarbete mellan den lokala räddningstjänsten, teamet för storskaliga insatser och personal från oljedepån ger stora möjligheter till att nå ett lyckat resultat.

Teamets uppgift är att förstärka den lokala räddningsstyrkan vid händelser där deras resurser inte är tillräckliga. Begäran om hjälp kommer från Räddningsledaren på plats och när teamet larmas ut tas personalen från den ordinarie styrkan på distriktet.

Transporten av utrustningen till platsen kommer att ske med Räddningstjänstens fordon eller med inhyrda bilar från privata åkare. Det troliga är att teamledaren tar sig till platsen med personbil för att i god tid, innan utrustningen finns på plats, kunna rekognosera och bedöma situationen.

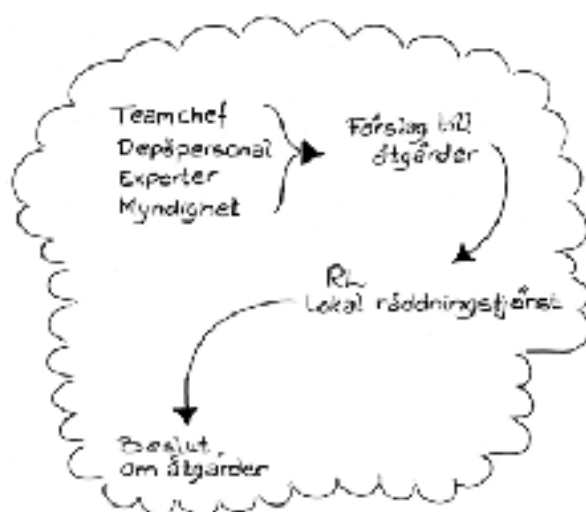
Förman ansvarar för att all utrustning lastas och transporteras till platsen.

Väl framme på plats står teamet till den lokala räddningstjänstens förfogande och Teamchefen kommer då att samarbeta med Räddningsledaren och arbetsledningen på oljedepån.

Räddningsledaren fattar, efter samråd med teamchefen och övriga experter, beslut om lämpliga åtgärder.

Det totala ansvaret för hela räddningsinsatsen vilar på Räddningsledaren.

Teamchefen ansvarar för teamets personal och de åtgärder som teamet utför.



7. Fasta släcksystem och cisternkonstruktion

Allmänt

För att skydda anläggningar som lagrar brandfarliga vätskor används olika typer av mer eller mindre fasta system där skum förs på den brinnande ytan. Rätt dimensionerade fasta system ger stora möjligheter till att klara en begränsad händelse, t.ex. klarar sannolikt skumpåföringar över topp att släcka en kantbrand i en cistern med flytande tak. Vid större bränder kan man dock räkna med att utrustningar för påföring över topp helt eller delvis kommer att förstöras. Man kan med fog antaga att brandbekämpning av fullt utvecklade bränder helt och hållet bygger på ”övertopp” påföring med mobila skumkanoner.

Anordningar för botteninföring av släckmedel däremot är inte lika utsatt vid en brand och kan troligen användas om t.ex. inte taket kollapsat och sjunkit ner i produkten. Vid fullt utbrutna bränder, där den tongivande släckmetoden är att använda den storskaliga utrustningen, kan botteninföring av släckmedel ses som ett *tillskott* i släckförsöken.

Längre ner i texten ges en enkel beskrivning om hur cisternerna är konstruerade och dessutom ges exempel på några olika typer av fasta släckanordningar.

Val av fasta släcksystem

När man konstruerar ett fast system för skydd av cisterner vägs två faktorer in vid valet av vilken typ av utrustning som bör väljas:

- klassificeringen av bränslet som skall lagras (typ av bränsle).
- hur cisternen är konstruerad (t.ex. kan inte skumvätska för vattenblandbara bränslen föras på via botteninföringar).

Rekommenderad påföringshastighet för fasta system är enligt NFPA :

minimum 4 liter/m²/minut.

Värdena ökar om det är en mycket lättflyktig produkt eller om det är en polär vätska.

Cisternkonstruktion

Konstruktionen av de behållare som byggs/byggs i Sverige skulle kunna delas in i tre olika grupper:

- Cistern med fast tak.
- Cistern med yttre flytande tak.
- Täckt cistern med invändigt flytande tak.

Gemensamt för dessa olika typer av cisterner är att de ofta är skyddade med ett fast eller semi-fast släcksystem för antingen **botteninföring** eller **påföring över topp** av blandningen skumvätska/vatten.

Vanligast är s.k. **semi - fasta** system, där rördragningarna är gjorda på plats och skumgeneratorerna sitter fast monterade. Allt som görs vid en brand är att systemet matas med blandningen vatten/skumvätska från en mobil enhet.

Cistern med fast tak

Cisternen är konstruerad så att övergången mellan mantelytan och taket är försedd med en mjuk svetsfog som tryckavlastar och brister vid en eventuell explosion. Detta för att förhindra att mantel rämnar. Problemet som uppstår här är att fläkningen av taket kan resultera i en s.k. "fiskmun", d.v.s. att endast en del av taket öppnar sig. Fördelen med denna typ av bränder är att förloppet är av ett mindre våldsamt förlopp. En svårighet i samband med släckningen kan vara dels problematiken med att "träffa rätt" i och dels att öppningens placering kanske tvingar personalen att göra släckförsöket i motvind.

Värmestrålningen från den efterföljande branden kommer resultera i att mantelytan endast kommer att deformeras ovanför vätskenivån (gäller alla typer av cisterner). Konstruktionen kommer då att "vika" sig inåt branden, detta beror på att bränsleprodukten tar upp värmen och håller cisternen intakt under vätskenivån.

Till skydd av cisterner med fasta tak används vanligtvis utrustning för botteninföring av skumvätskeblandningen (s.k. sub-surface eller semi-sub-surface)

Blandningen skumvätska/vatten trycks via ett rörsystem, som är konstruerat att övervinna baktrycket från produkten, in i cisternen ovan det s.k. bottenvattnet, d.v.s det vattnet som fallit ur produkten och sjunkit till botten i behållaren. Skummet stiger sedan upp genom produkten och bildar ett skumtäck på ytan.

Cistern med yttre flytande tak

Konstruktionen innebär att för täckning av cisternen används ett flytande tak ovanpå produkten.

Taket, som kan liknas vid ett fartyg med ett övre och ett undre däck, följer förändringarna på bränslenivån i tanken. Avrinningen från taket, regnvatten mm, sker via en flexibel slang som följer takets rörelser.

Tätningen mot mantelytan utgörs av anordningar antingen i stål (s.k. Mechanical Shoe Seal) eller i gummi (s.k. Tube eller Rim Seal).

Cisternen skyddas med fasta installationer för påföring av skum över topp.

Dessa cisterner finns uteslutande på landets raffinaderier och används till lagring av råolja och bensin.

Cistern med invändigt flytande tak

Cisternen har ett flytande tak och är dessutom överbyggd med ett fast tak.

Skumpåföringen sker på samma sätt som för det flytande taket.

Dessutom förekommer täckta cisterner som har en invändigt flytande folie som består antingen av aluminium eller PVC. Folien har ett dåligt brandmotstånd och kommer sannolikt att förstöras i händelse av en brand.

Det fasta systemet består även här av utrustning för skumpåföring över topp.

Samtliga bensincisterner på oljedepåer i Sverige är cisterner med fast yttertak och invändigt flytande tak.

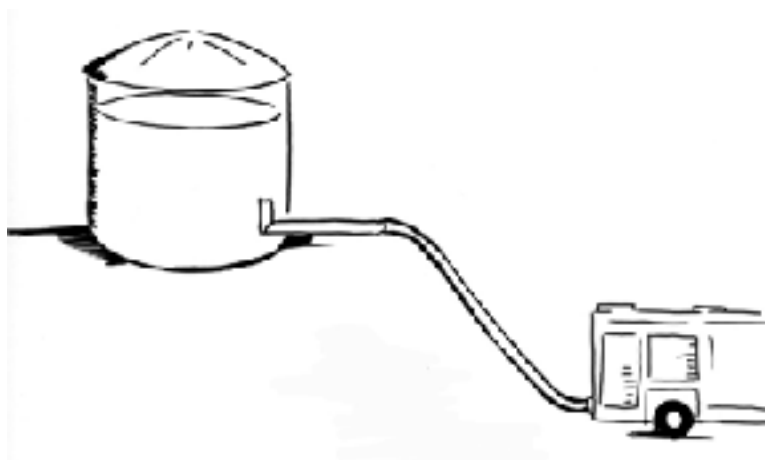


Bild: Botteninföring

8. Dimensionering av insatsen

Allmänt

Möjligheterna till att effektivt bekämpa en vätskebrand bygger på att man med rätt utrustning (kanoner, slang och skumkvalité) klarar att föra på mer skum på ytan än vad som förstörs av branden och bränslet. De viktiga delarna blir:

- vilken produkt finns i tanken?
- hur stor är den brinnande ytan?, (*djup och mängd betyder ingenting vid beräkningarna*).
- hur länge insatsen bör fortgå?

Cisternbrand

För att kunna släcka och förhindra återantändning av en cisternbrand beräknas vad som erfordras av vatten och skumväska enligt formeln:

$$\begin{array}{ccc} \text{Påföringshastighet} & \times & \text{Vätskeytan} & \times & \text{Tid för påföring} \\ \text{l/m}^2/\text{min} & & \text{m}^2 & & \text{min} \end{array}$$

Några svenska normer för dimensionering av släckmedel vid cisternbränder finns inte, utan alla oljebolag, försäkringsbolag, kvalitetsinstitut mm accepterar National Fire Protection Associations (NFPA code nr 11) rekommenderade riktlinjer:

Den rekommenderade påföringshastigheten vid en cisternbrand (petroleumprodukter) är enligt NFPA:
6.5 liter/m²/min

D.v.s. detta är den minsta mängd vatten/skumvätskeblandning som skall nå den brinnande ytan för att man med utrustningen skall kunna skapa det önskade skumtäcknet som både skyddar och dränerar ut den avskiljande filmen.

Men, då en mängd olika faktorer påverkar situationen såsom vind, flammor, varma ytor, termik mm, måste påföringsvolymen ökas med **60 %** för att man skall nå upp till rätt mängd påfört skum.

$$6.5 \text{ liter/min} + (6.5 \text{ liter/m}^2/\text{min} \times 60 \%) = 10.4 \text{ liter/m}^2/\text{min}$$

Som redan nämnts är angivet värde ett *minimivärde*. Erfarenheten visar att om man ökar påföringshastigheten öppnas möjligheter att släcka branden på kortare tid. Vinsten med detta är, förutom att mindre mängder skumvätska förbrukas, att slitaget på både personal och utrustning minskar betydligt. Det innebär att har man en överkapacitet så ska man använda den.

Procentinblandning skumvätska i släckvattnet

Vid bränder i petroleumprodukter blandas skumvätskan in med 3 %, är den brinnande vätskan en polär produkt eller petroleum uppblandat med polära vätskor skall inblandningen ske med 6 % skumvätska i släckvattnet.

Att öka inblandningstalet från 3 till 6 % även vid bränder i petroleumprodukter innebär inte en förhöjning av släckkapaciteten utan snarare att onödigt mycket koncentrerad skumvätska förbrukas.

Man kan dock i ”eftersläckningsskedet” i intervaller producera ett skum med en högre inblandningsprocent för att med detta nå fördelarna med längre dräneringstider för det färdiga skumtacket.

Polära (vattenblandbara) vätskor

Bränder i polära produkter kan komma att kräva ytterligare förhöjda påföringshastigheter. Några exakta värden finns inte som skulle kunna gälla för *alla* typer av vattenblandbara vätskor, men påföringshastigheter upp till 10 - 15 liter/m²/min kan bli en nödvändighet när det gäller extremt skumförstörande vätskor.

Här får man referera till vad skumväsketillverkaren rekommenderar till varje enskild produkt.

Kravet på att skummet får en *mjuk påföring* ökar också när det gäller polära vätskor, detta för att det skall skapas en solid gelsula.

Det går inte, att som vid rena petroleumbränder, rikta strålen med mer eller mindre obearbetat skum rakt ner i vätskan.

9. Cisterner inom region väst

Inventering

En inventering av cisterner inom regionerna har gjorts och inom t.ex. region Västs område finns det klass 1 cisterner på följande orter:
(största cistern angiven)

	volym m ³	yta m ²
Karlstad	15.700	1134
Göteborg	16.000	1020
Visby	5000	452

Klass 1 cisternerna anses dimensionerande för den risk som lagringen av utgör.

Det finns dessutom oljedepåer med cisterner för brandklass 2 och 3 produkter i ytterligare nio kommuner inom regionen.

Dimensioneringsexempel

- Brand i cistern med en diameter av 30 meter.
- Area $\frac{\pi \times D^2}{4} \approx 706 \text{ m}^2$
- Minsta rek. påföringshastighet 7348 liter/min
- Kapacitet på kanonerna 8000 liter/min (vardera)
- 3 % inblandning ger en skumvätskeförbrukning på 240 lit/min.
- Förbrukning skumvätska 60 min: 240 lit/min \times 60 min = 14 400 liter

För att släcka denna cistern åtgår 1 modul. Används bägge kanonerna förkortas släcktiden avsevärt och med detta minskar troligen även den totalt förbrukade mängden skumvätska.

Största cistern inom landet

Räknat på landets oljedepåer finns i Norrköping landets största klass 1 cistern. Denna har en diameter på 48 meter och detta blir således en bottenyta av 1809 m².

En fullt utvecklad brand i denna cistern kräver en påföringshastighet av:

$$1809 \text{ m}^2 \times 10.4 \text{ liter/m}^2/\text{min} = 18.814 \text{ liter/min}$$

Då Region Ost har samma utrustning som de övriga regionerna, klarar de inte att med egna resurser att släcka en brand i denna cistern. Insatsen kommer då att förstärkas upp med en enhet från Region Väst.

Detta är den enda cistern i landet placerad inom en depåanläggning som kommer att kräva att fler än två skumkanoner används vid en ev. släckning.

Brand i invallningen

Runt alla klass 1 cisternerna inom depåerna finns invallningar som har till syfte att ringa in och omsluta ett utsläpp från tanken. Invallningen skall klara volymen av den största cistern som står inom området. Trots att invallningarna kan vara mycket stora till ytan anses inte en brand i invallningen vara dimensionerande för påföringshastigheter eller för införskaffning av utrustning.

NFPA 11 rekommenderar dock att man påför **4.1 liter/m²/min**, detta baserat bl.a. att man anser att släckningen lättare kan göras i olika steg.

Även här gäller att hela mängden släckmedel verkligen når bränsleytan och man måste precis som vid cisternbrandsläckning kompensera de negativa faktorer som påverkar påföringen av släckmedlet (vind, termik, mekaniska hinder mm).

Flera stora invallningar finns inom oljedepåerna i Göteborg med bl.a. VOPAK i Skarvikshamnen med en yta på ca. 7000 m² och den största *gemensamma* invallningen, dvs flera stycken invallningar runt cisterner med klass I produkter inom Region Väst, finns på Statoil's depå i Göteborg.

Invallningen mäter en *total* bruttoyta av 9700 m² och skulle kräva, *om* hela ytan var täckt med produkten, en påföringshastighet av:

$$9700 \text{ m}^2 \times 4.1 \text{ liter/m}^2/\text{min} = 39.770 \text{ liter/min}$$

Detta kommer att ställa stora krav tillgängliga resurser (vattentillgång och tillgången till skumvätska), enbart skumvätskeförbrukningen skulle bli 1200 liter/min. Men man har med förebyggande åtgärder, fått till stånd en uppdelning av invallningen och på så sätt minskat den fria vätskeytans utbredning.

Innan släckförsöket görs bör man tänka på tillskottet av eventuellt kylvatten kommer att bidra till att öka vätskevolymen inom invallningen.

10. Hydraulik och vattentransport

Allmänt

Kravet på att ha tillräckliga mängder med vatten tillgängligt på olycksplatsen (både för släckning och kylning) skall inte underskattas.

Man måste, innan insatsen startar, förvissa sig om att man förfogar över de stora mängder släckvatten som krävs för just denna typ av bränder.

För att nå dessa påföringshastigheter krävs ett vattentransportsystem som klarar att leverera stora mängder vatten. Genom att använda storskalig utrustning (*150 mm slang och pumpar med en kapacitet på 10 000 liter/min*) underlättas logistiken avsevärt. Skulle smalare slangar (76 mm) använts måste varje kanon matas med cirka sju gånger så många ledningar.

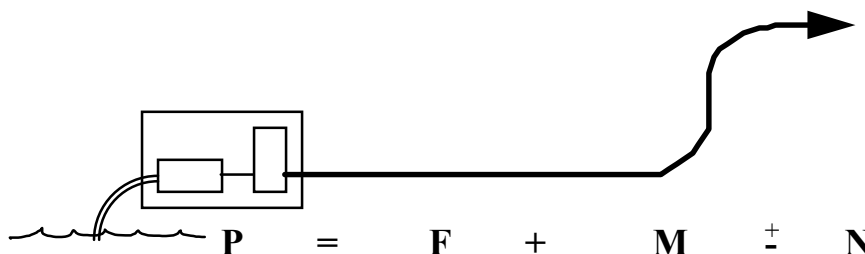
Systemet har till uppgift att på bästa sätt ta tillvara på den energi som pumpen ger.

Huvuddelarna i utrustningen är:

- Pumpen med en kapacitet på 10.000 liter/min.
- Slangar med en diameter av 150 mm.
- Vatten/skumkanoner som levererar 8000 lit/min vid 10 bar.

Systemet skall övervinna alla förluster och kunna klara att leverera den önskade vattenmängden vid kanonen.

Dessutom krävs att det finns tillgång på den önskade vattenmängden. Det enda troliga är att man får helt och hållet för lita till öppet vatten då några brandvatten - ledningar som klarar att leverera erforderligt både släck- och kylvatten endast i undantagsfall finns inom depåområdena.



Bild

k-värde

För att kunna beräkna det tryckfall som uppstår i ett slangsystem finns det ett fastställt motståndstal (k-värde) för varje slangtyp. Detta värde är uppmätt över 100 meter av slangen vid ett flöde av 100 liter/min.

- k-värdet för 150 mm slang är ca. **0.005**

k-värdet för 76 mm slang är **0.25** och samma värde för 110 mm slang är **0.03**

Detta innebär att slangförlusten är nära nog 50 ggr mindre om samma flöde rinner genom en 150 mm slang i stället för en 76 mm ($0.25 : 0.005 \approx 50$) och ca. 6 ggr mindre om vattenmängden transporteras i 150 mm slang i stället för 110 mm slang ($0.03 : 0.005 = 6$)

Begränsningar i systemet

Den vattenmängd som levereras till kanonen ger upphov till en tryckförlust av 30 mvp (3 bar) i slangsystemet.

$$F = k \times \left(\frac{q}{100} \right)^2 \times \frac{L}{100} \times \frac{1}{4}$$

För att beräkna detta värde används formeln ovan

- k-värdet 0.005.
- $q = 8000$ liter/min.
- längd på hela slangmodulen är 400 meter.

(talet multipliceras med $\frac{1}{4}$ då slangarna till kanonerna är dubblerade, detta leder till att slangmotståndet sjunker till fjärdedelen)

$$F = 0.005 \times 6400 \times 4 \times \frac{1}{4} \approx 32$$

Varje slang är 50 meter och detta innebär att tryckförlusten per varje dubblerad 50 meterslängd blir ca. 4 mvp (0.4 bar)

$$32 \text{ mvp} : 8 \text{ längder} = 4 \text{ mvp}$$

Tumregel

Grovt uppskattat innebär detta att varje slanglängd ökar förlusterna i systemet med ca. ett halvt bar

Skumkanonen kräver 8 bar för att leverera 8000 liter/min. Lägg 400 meter ut måste pumpen köras till 12 bar och ökar sträckan med slang till 500 meter skall pumpen köras på 13 bar.

Seriekörning av pumparna

Skulle slanglängderna öka ytterligare måste man, för att kompensera förlusterna, istället serieköra de bägge pumparna.

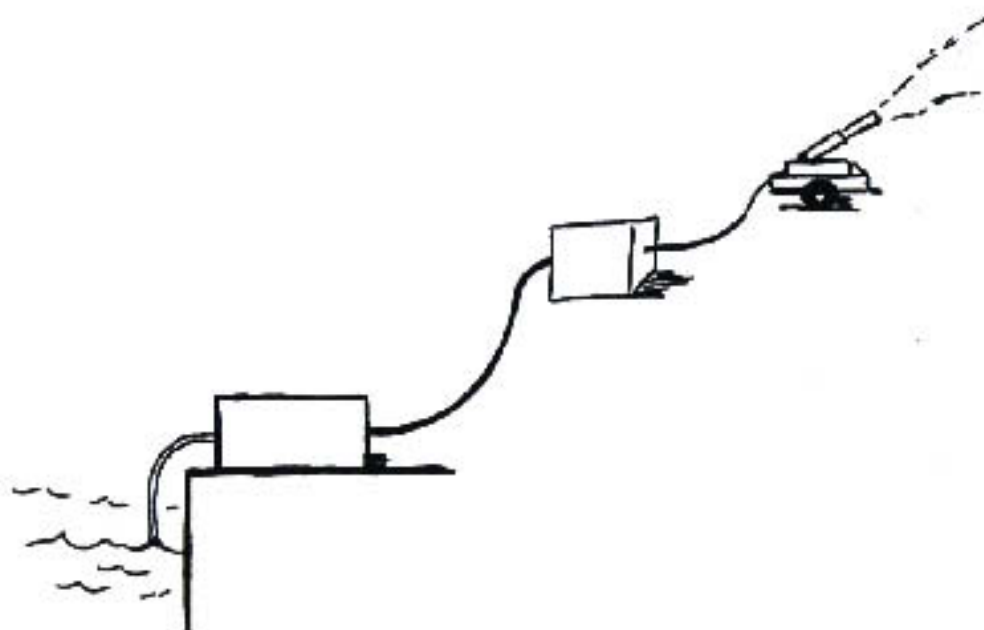


Bild: Seriekörning av pumparna

11. Taktik

Brandorsaker

Som tidigare nämnts inträffar ett antal mindre händelser eller incidenter varje år runt om på landets oljedepåer. Andelen större händelser är mycket få och senast en fullt utvecklad cisternbrand inträffade var i Nynäshamn 1956. En explosion inträffade och innehållet (råolja) rann ut, dels i invallningen och dels ut över anläggningen i övrigt, och antändes.

Andra orsaker till tillbud och faktiska händelser sker som i oljedepåerna kan bero på flera olika faktorer, exempel på detta är:

- Slarv, misstag gjorda vid fyllning/tömning eller vid arbeten som görs på anläggningen.
- Naturkrafter, en stor andel av inträffade cisternbränder, (företrädesvis i andra delar av världen) orsakas av kraftiga åskväder med blixtnedslag.
- Statisk elektricitet, när man rör om eller pumpar petroleumprodukter kan elektrostatiska uppladdningar ske.

Allmänt

Bränder i cisterner är händelser som är utdragna över en lång tidsperiod, förutom själva släckningen kan man också räkna med långa insatstider. Anspänningstiden är betydligt längre än vad som är normalt och transportsträckan för teamet med utrustning kan vara upp till 600 km. Dessutom tar själva etableringen på skadeplatsen mycket tid i anspråk.

Tiden medger då att teamet, i samarbete med räddningsledningen och berörda experter, får en möjlighet att:

- diskutera det rådande läget med dess många varianter och kritiska faktorer,
- väga in vad en utbredning av skadan kan medföra,
- värdera de tillgängliga alternativ som finns och
- besluta om vilka åtgärder som kan ge det bästa resultatet.

Expertis inom området råder beslutsfattarna vid dessa situationer att diskutera problemen utom ”synhåll” från branden. Detta för att inte låta sig påverkas av vad som hänt/händer och istället ”gå förbi” händelsen, och med detta skapa den framförhållning som behövs.

Man angriper problemen vid en cisternbrand på samma sätt som vid övrig räddningstjänst, d.v.s. det gäller att man utvecklar en taktik som skall komma att gälla för insatsen.

**Att släcka en brinnande cistern är till 95 %
planering och förberedelser**

Planering

I strategin ingår *planeringen* som har sin tonvikt i de fyra funktionerna:

- Vattentillgång
tillräckligt flöde och tryck.
- Resurser
att utrustningen och tillgången av skumvätska är tillräcklig.
- Logistiken
d.v.s. samordningen av beslutsfattandet och de tillgängliga resurserna i form av material och personal.
- Taktiken vid insatsen.

Med en vettig planering skapas möjligheter till att kunna göra ett lyckat släckförsök. I planeringen ligger också detaljer som måste lösas långt innan en ev. insats ens har startats t.ex. att vattentillgången och framkomligheten är löst inom depåområdet.

Logistik

Logistik är samlingsordet för det totala material- och resursflödet inom insatsen. Att organisera och prioritera resurserna på plats vid en insats är i sig självt ett komplext arbete. Skumvätskedepåerna måste organiseras så att arbetet kan fortgå utan avbrott, personalstyrkorna skall länkas samman så att alla arbetar med ett gemensamt och tydligt mål för insatsen, reservgrupper/schema för avlösningar skall sättas ihop mm.

Risken är att logistiska problem och brist på flexibilitet kan leda till att släckförsöket misslyckas och att personalen som deltar utsätts för stora risker.

Taktisk utformning

Olika förutsättningar skapar olika behov och den tillämpade taktiken, d.v.s. hur arbetet utformas i varje konkret situation, bygger på vilken grundinriktning som väljs.

Målsättningen är ju att släcka branden i ett så tidigt skede som möjligt, men innan ett ev. släckförsök görs måste tillräckliga resurser finnas på plats. Att starta en insats för att sedan tvingas avbryta, innan släckningen är helt avslutad, innebär att den redan påförda mängden skum kommer att konsumeras av branden.

Med detta hamnar man mycket snabbt i utgångsläget igen och har dessutom förbrukat stora mängder skumvätska utan att ha uppnått något resultat.

När detta sker har man också, utan att lyckas släcka branden, även hårt belastat sina personella resurser och utsatt insatspersonalen för en onödig risk.

Innan insatsen sätts igång måste resurserna vara tillräckliga för kontinuerlig skumgivning i minst 60 minuter.

”Regler”

När styrkan nått olycksplatsen startar arbetet med att utforma insatsen och sätta upp en målsättning för arbetet. Till grund för detta kan man använda ett antal enkla ”regler” för att undvika kaos och oreda:

- ”Läs” branden och definiera problemet
 - vilken typ av produkt?
 - hur stor fyllnadsgrad?
 - cisternens status och placering i förhållande till övriga cisterner.
- Utveckla och iscensätt en taktik
 - (där den gjorda förplaneringen ingår).
- Ange taktisk inriktning och mål med insatsen.
- Placera ut utrustningen och starta insatsen.
- Skapa en uppföljningsplan för ev. händelser som stör utvecklingen: t.ex.
 - vad händer om en slang skulle brista?
 - kommer skumgivningen att kunna fortlöpa utan avbrott?
 - vad händer om produkten svämmer över och sprider sig till invallningen eller avloppssystemet?
 - kan kylvattnet ställa till problem? Hur dränerar man lättast bort kylvattnet?
 - kommer vädret att förändras och vad kommer detta att i så fall betyda för händelseutvecklingen?
 - förbered för att länsa in hamnområdet och förhindra en skadeutbredning (släckvatten och skum).

När all utrustning och personal finns på plats startar släckförsöket med att nå en så samlad träffbild som möjligt. Tiden till att något resultat visar sig kan vara upp till 20 - 30 minuter.

Får inte skumgivningen någon synbar effekt efter 30 -35 minuter bör släckförsöket avbrytas och situationen bör analyseras än en gång.

Anteckningar

12. Teknik

Då det kan vara svårt att ge något enkelt och rakt svar på hur man tekniskt angriper en brinnande cistern, kan man börja med att dela upp tänkta händelser i fyra olika fall eller scenario.

Detta skall ses som en grov förenkling, gjord bara för att kunna belysa de problem som kan komma att uppstå och som ett försök till att ge förslag till lösningar.

- Fullt utvecklad brand över hela ytan i cisternen.
- Kantbranden/brand i tätningen.
- Brand i cistern med kantrat flytande tak.
- Tredimensionella bränder d.v.s. bränder där bränslet finns i tre olika dimensioner (*spill* , *utflöde* och *flöde under tryck*).

Gemensamt för de olika typfallen är att, som vid all brandsläckning:

Man måste föra på mer mängd släckmedel på branden än den mängden som bryts ner och förstörs.

Fullt utvecklad cisternbrand

Den samlade expertisen är helt överens om att man skall, i inledningsskedet av släckningen, föra på så mycket skum som möjligt på en och samma punkt på den brinnande ytan (s.k. förtätad påföring). Detta kommer att leda till att lokalt sänks temperaturen, vilket ger en något minskad avgasning från produkten, vilket i sin tur minskar intensiteten från branden.

På så sätt skapas det ”fotfäste” som är nödvändigt för att skumtäckets skall kunna breda ut sig över produkten.

Släckteknik

Rutinen skulle kunna bli att vid en kombinerad fullt utbruten cisternbrand och invallningsbrand använda sig av följande teknik:

- Rikta kanonen mot mantelytan, där skummet bearbetas och rinner ner och släcker branden i invallningen.
därefter
- släcks branden i cisternen. ”Spillet” från kanonerna kommer att underhålla/fortsätta släckningen av invallningen.
- släck/underhåll resterande brandhårdar.

Strålens träffbild/karaktäristik

Släckmedlet som läggs på med hjälp av kanonen kommer att bilda ett ”avtryck” på nedslagsplatsen i produkten. Någon exakt karaktäristik av skumstrålen från de kanoner som ingår i SMC's utrustning finns inte tillgänglig i dagsläget. Men om man utgår ifrån de resultat som Williams Fire and Hazard Control redovisar i sitt utbildningsmaterial skulle träffbilderna med vår utrustning ungefärligt anta en elliptisk form med måtten 15 meters bredd och 30 meters längd.

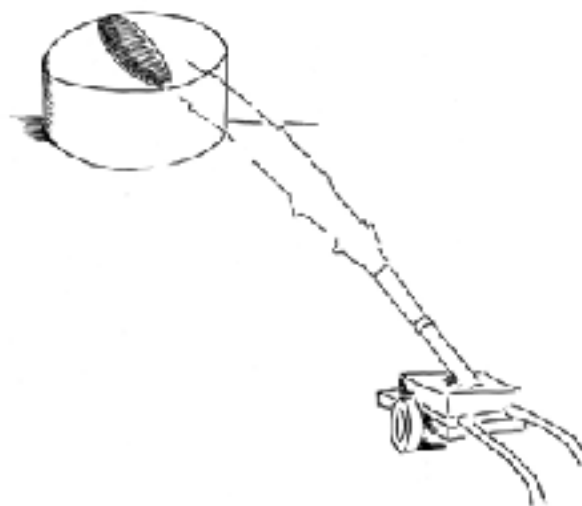
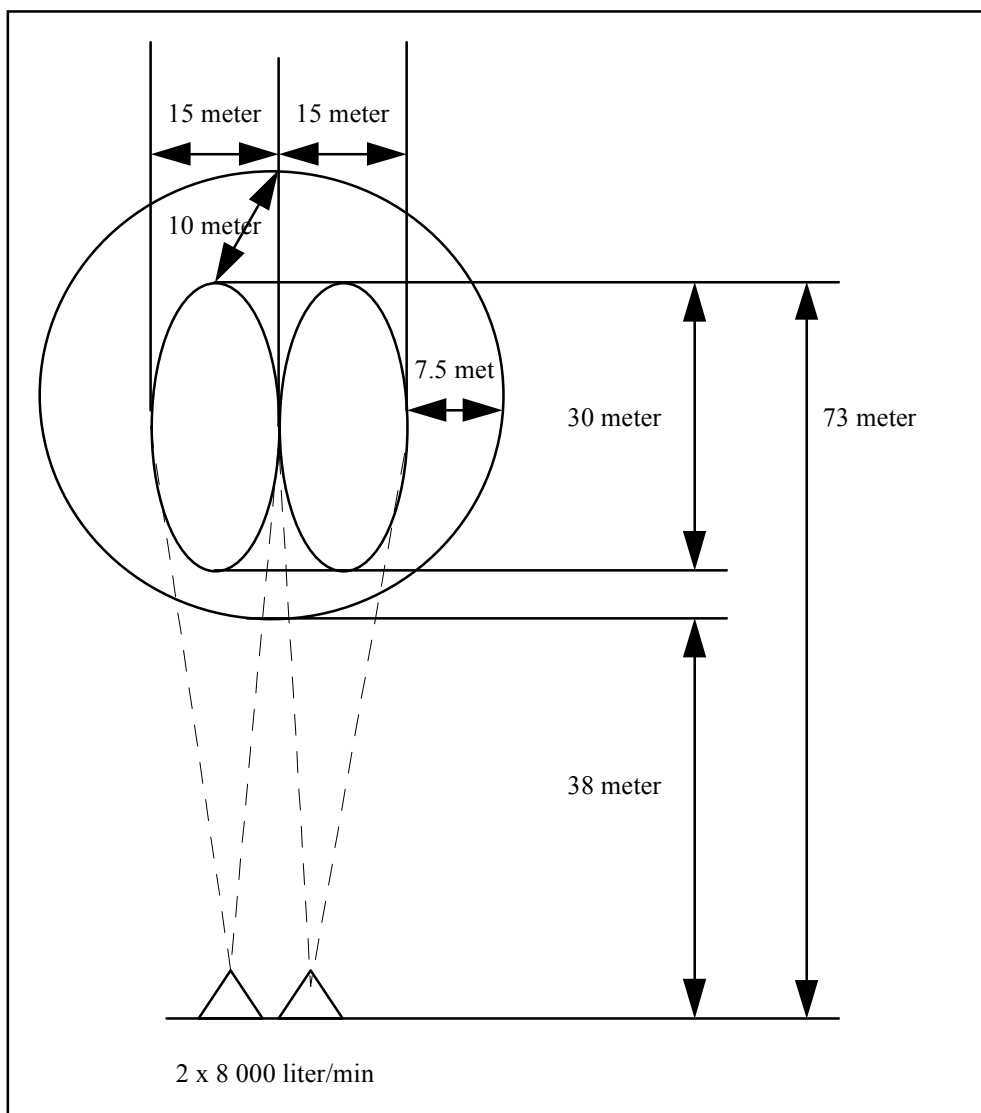


Bild: Skumstrålens träffbild/karaktäristik

Innan släckinsats görs måste beräkningar göras för att fastställa om:

- utrustningen är placerad på ”rätt” avstånd från cisternen.
- skumstrålens beräknade bana innebär att släckmedlet verkligen når den tänkta punkten.
- kanonens/-ernas fotavtryck teoretiskt klarar att täcka hela cisternytan.

På nästa uppslag visas träffbilderna för två stycken skumkanoner med en kapacitet på vardera 8 000 liter/min. Bilden gör *inte* anspråk på att vara helt skalenlig utan skall endast hjälpa till att beskriva vissa viktiga delar i de beräkningarna som görs för att fastställa om skumtacket verkligen klarar att täcka hela cisternen.



Uppgifterna tagna från:

"Footprints/maximum foam run" Williams Fire and Hazard Control

Cisternens diameter	45 meter
Ytan	15 900 m ²
Påföringshastighet	10.4 lit/m ² /min
Flöde	16 000 liter/min
Inblandningsprocent	3 %
Förbrukning skumvätska 60 min	29 000 liter
Maximal sträcka skummet skall flyta	10 meter

Att träffa rätt

Värmen, röken och produkten i sig själv kommer att bryta ned och förstöra skumtäckets. Dessutom blir ytan på fullt utvecklade bränder svåra att nå med släckmedlet på grund av att andra yttre faktorer som påverkar situationen, exempel på detta är vind och uppåtgående luftströmmar (*den uppåtgående varma luften kan nå hastigheter på 30 meter/sek*).

Det kan uppstå stora svårigheter att som strålförare vara helt säker på att så stora mängder släckmedel som möjligt träffar ”rätt”, så den förväntade effekten uppstår. Man måste vara medveten om alla de delar som inverkar vid påföringen (både negativt och positivt), och dessutom känna till vilken ungefärlig räckvidd och tänkt bana som strålen får vid olika grader av projektion på kanonen.

Det är av stor hjälp att placera ut en s.k. ”riktkarl”, som har till uppgift att dirigera in strålen på den brinnande ytan. Strålen skall träffa i det s.k. ”fönster” som uppstår på vindsidan. Detta är det ställe där flammornas intensitet minskar något p.g.a. att den stora mängd luft som suges in i branden och där naturligtvis inga s.k. ”uppvindar” påverkar.

Man kan också, om tillräckliga resurser finns på plats, avdela en kanon till att enbart föra på vatten något ovanför ”fönstret”, där det förångade vattnet dämpar termiken och värmen från lågorna.

Kantbranden/brand i tätningen

En brand i tätningen mellan det flytande taket och mantelytan kan betraktas som en relativt okomplicerad händelse. Är cisternen skyddad med ett fast system så klarar detta sannolikt att släcka en sådan brand. Saknas fasta system eller om utrustningen av en eller annan anledning inte fungerar kan man inte som vid en fullt utvecklad brand vräka på stora mängder vatten/skumvätska ($2 \times 8\,000$ liter/min = 16 ton vatten/min).

Risken är mycket stor att det yttre flytande taket sjunker helt eller kantrar av den enorma vikten. Följden av detta blir att den fria vätskeytan ökar och läget kommer i och med detta att förvärras avsevärt.

I stället finns två alternativa lösningar:

- **Pulver / handhållen utrustning**
Personal i skyddsutrustning, utrustade med tillräckliga mängder pulver gör släckningen från cisternens kant (*observera att insatsen måste göras under stor försiktighet då situationen kan komma att förändras mycket snabbt. Luft kan läcka in under taket och skapa en brännbar blandning tillsammans med gasmassorna som finns där*).
- **Skumspö/begjutningsrör**
En teknik som används av Williams Fire and Hazard Control är att med hjälp av lyftkranar placera s.k. skumspö hängandes över kanten som får samma funktion som ett fast system

Brand i cistern med kantrat flytande tak

En betydligt besvärligare situation uppstår om en explosion eller ett släckförsök resulterar i att det flytande taket kantrar. Då skapas dolda utrymmen för fria vätskeytor som kanske inte går att nå med hjälp av kanonerna.

Lösningen på detta problem kan bli en kombinationsinsats av:

- påföring över topp med kanoner.
- botteninföring av skum.
- användandet av skumspö.

För att överbygga alla problem som uppstår krävs en stor portion av kunskap, uppfinningsrikedom och fantasi. T.ex. saknas sannolikt botteninföringar (då konstruktionen är ett flytande tak), men man kan med hjälp av depåpersonalen konvertera produktledningarna till att fungera som sub-surface införingar.

En varning utfärdas också att det kantrade taket kan, p.g.a. skiftningarna i temperaturen vid släckningen, släppa från sin fastkilade position inuti cisternen och falla fritt ner i produkten. Skulle detta inträffa kan stora mängder bränsle pressas ur cisternen och antändas.

Tredimensionella bränder

Ett ytterligare scenario som kan uppstå är den s.k. tredimensionell branden, d.v.s. förutom att branden fortgår i bränslet som läckt, brinner även produkten som kommer ut under tryck.

Exempel på detta är flänsbränder eller brand i cisternens ventilationsluckor.

Skum fungerar vanligtvis dåligt på denna typ av brand, här behövs ett släckmedel som klarar att avbryta brandens kedjereaktion.

Det effektivaste sättet är att använda en kombination av pulver och skum. Skummet kommer då att kyla konstruktionen och avskilja den mängd bränsle som kommit ut. Pulvret svarar för släckningen av de brännbara gaserna.

De bensincisterner som finns i Sverige är utrustade med ett flytande innertak. Man måste vara medveten om att en brand i ventilationshuvorna är en hanterbar situation som kan förvärras genom att starta en tömning av cisternen. Sänks bränsleytan inuti tanken kommer lågorna att tillsammans med luften utifrån att sugas in i den redan gasrika miljön.

Placeringen av utrustningen

Själva uppställningen av utrustningen, främst kanonerna, är viktig och bör göras med så stor noggrannhet som möjligt. Då det är viktigt att ett minimum av både personal och utrustning finns inom riskområdet (300 m) skall alla resurser samlas på betryggande avstånd. Längderna på slangarna medger att man ställer pumpar, skumvätskeförråd mm tillräckligt långt ifrån tankparken.

Svårigheten ligger i att få kanonerna placerade, dels att personalen kan få dom på plats utan att utsätta sig för onödiga risker och dels att uppställningsplatsen blir där man uppnår optimal effekt. Det kan vara lämpligt att börja med att ställa upp kanonerna för att sedan ”negativt” dra slangarna till pumparna.

Status på cisterner

Innan släckförsöket startar måste statusen på cisternen och dess innehåll fastställas.

- Produkt
vilken typ av produkt lagras i behållaren? Är det en hetzonsbildande produkt (tjocka eldningsolja, råolja)? Hetzonen börjar att bildas redan efter 30 minuter och breder sedan ut sig med ca. 75 cm/timma.
- Nivån på produkten i cisternen
försök att göra beräkningar om så exakt nivå av produkten som möjligt. För att släckmedlet skall klara att släcka branden måste det först och främst nå bränslet.

Skummet måste alltså få plats och möjlighet att flyta ut över produkten. Det är viktigt att ett ”fribord” finns i behållaren för att ge detta utrymme. Skummet är ju vätska som expanderat mellan cirka 4 och 8 gånger.

Här kan man t.o.m. överväga att ev. pumpa över delar av innehållet för att skapa detta. Man bör dock vara medveten om att det *kan* uppstå problem om ventilerna inte går att stänga efter det att överpumpningen har startat.

Har branden pågått en tid kan man också räkna med att delar av bränslet brunnit bort. Avbrinningshastighet i en råolja- eller bensincistern är mellan **4 – 6 mm/min**.

Viktigt är också att notera:

Ju lägre nivå, desto kortare väg har en ev. hetzon att vandra innan den når bottenvattnet

13. Skum

Egenskaper och begränsningar

För att få den önskade släckeffekten måste skummet spridas ut över hela den fria ytan, skumbildningen är en förutsättning för att släckmedlet skall kunna klara detta. Skummet ”bär” den avskiljande filmen och skyddar den från värmepåverkan från branden och ett bra skumtäckes ”förser” hela tiden bränsleytan med denna film.

Skummets förmåga att flyta ut och täta begränsas av två faktorer:

- Skummet har en maximal utbredningsförmåga, det klarar endast att *flyta ut* cirka 30 meter över produkten.
- Ju högre temperatur bränslet har, desto svårare blir det att få en bra släckeffekt. Med temperaturen stiger produktens ångtryck och detta blir avgörande för hur bra skummet kommer att flyta ut. Värmen, som både strålar från flammorna och leds via konstruktionen ner i produkten, kommer att höja yttemperaturen avsevärt. Då detta sker kommer skumtäckets att få mycket svårt att stå emot och täta.

Kylning i kombination med skum

Skummet har svårast att flyta ut och sluta tätt mot den främre delen av mantelytan. Man kan, för att underlätta skummets utbredning, kyla framkanten av konstruktionen (*d.v.s i höjd med vätskeytan*) i samband med att man lägger skumtäckets.

Aspirerat/oaspirerat skum

Skummet som framställs måste påföras på ett sådant sätt att ett högkvalitativt skumtäckes erhålls.

När det gäller filmbildande och alkoholresistenta skumvätskor, liknande de som SMC förfogar över, har påförningsmetoden avgörande betydelse för det slutgiltiga resultatet. Inblandningsutrustningen blandar vattnet och den koncentrerade skumvätskan. För att sedan erhålla färdigt skum måste en viss mängd luft blandas i.

Detta görs antingen med:

- en aspirerande utrustning. Luften blandas in i skumröret och vätskeblandningen expanderar mellan 4-8 ggr. Dessutom bearbetas skummet under ”luftfärden” och vid nedslaget.

eller

- en icke-aspirerande utrustning*. Ingen inblandning av luft sker i strålröret utan all bearbetning sker vid transporten genom luften eller vid nedslaget. Resultatet blir ett skum med ungefärligt expansionstal 4.

Helt klart är att det finns inte någon helt tillfredsställande metod att föra på skummet som ger maximal utdelning i alla delar: - skum-/expansionstal, - dräneringstid, och kastlängd.

Det gäller att optimera en del och kanske offra en annan del. En fördel kan vara att ett icke-aspirerat skum sprider sig snabbt över en yta, men har däremot en mycket kortare dräneringstid, vilket gör att själva skumtacket som skall skydda den avskiljande filmen förstörs fortare av lågornas värme.

Nackdelen med det luftinblandade (aspirerade) skummet är att kastlängden försämras något (jmf. att försöka kasta en papperstuss och en nyckelknippa med samma kraft), men genom att använda utrustningen i medvind bör man ändå nå fullt tillräckliga kastlängder.

Men, observera att vinden, oavsett om den kommer från sidan eller rakt framifrån kommer att påverka strålens s.k. träffbild och man bör naturligtvis sträva efter att använda utrustningen i medvind.

Vår utrustning, som den ser ut idag, klarar att generera både aspirerat och icke - aspirerat skum.

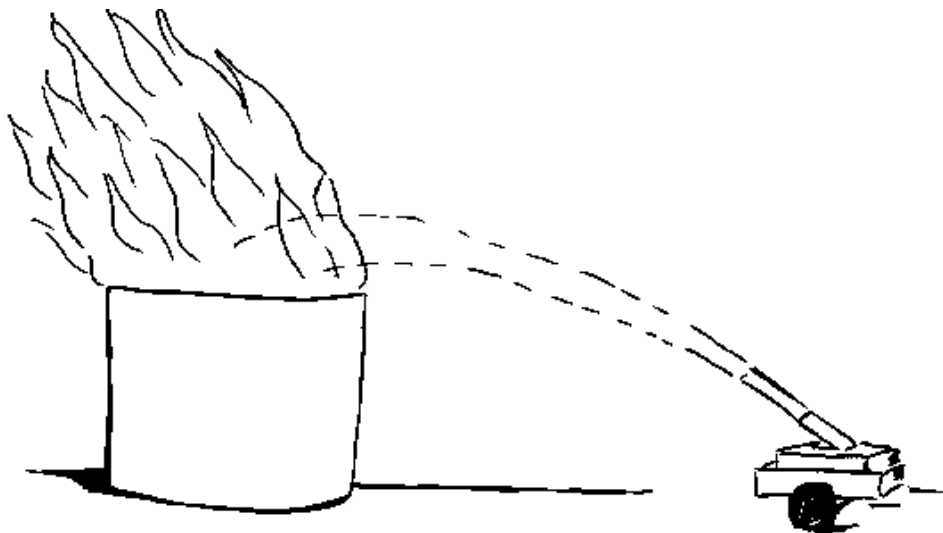


Bild: Uppställning av utrustningen för att utnyttja medvinden

**Endast filmbildande skumvätska kan användas om man väljer att använda en icke-aspirerande utrustning.*

Dräneringstid

Det som är viktigt är att skapa ett skum där dräneringstiden, d.v.s. måttet på skummets motståndskraft och förmåga att dränera ut vatten blir så lång som möjligt. En allt för kort dräneringstid resulterar i att pre-mixen dräneras ut ur skummet och sjunker till botten utan att tillräcklig effekt uppnåts. Är dessutom temperaturen på bränsleytan över 100 °C kommer vattendelen (94 – 97 %) från ett skum med allt för kort dräneringstid börja koka på sin väg genom produkten. Detta leder till att bränslet ”kokar över”.

Kravet på ett väl bearbetat skum som har en lång dräneringstid är mycket större vid bränder i polära vätskor, och att använda skum som är genererat med en icke-aspirerande utrustning rekommenderas inte. Direkt påföring ner i dessa vätskor kan betraktas som mer eller mindre meningslöst då skummet kommer att sjunka genom bränslet.

För att kompensera dräneringstiden måste man tillföra skum, på redan släckta bränsleytor med jämna mellanrum, i intervaller mellan 30 till 60 minuter.

Anteckningar

14. Kylning

Allmänt

Den stora värme som utvecklas vid en cisternbrand utgör naturligtvis, förutom påverkan på personal och utrustning, ett stort hot mot angränsande anläggningar.

Klarar man inte att helt eliminera den värme som påverkar intilliggande cisterner, d.v.s. att släcka initialbranden, måste en effektiv kylning påbörjas.

Redan efter en kort tid av värmepåverkan kan man misstänka att en eventuell gasblandning ovan ett invändigt flytande tak kan antändas alternativt explodera.

Men då insatstiden för teamet *kan* uppgå till ett antal timmar måste den lokala räddningstjänsten och säkerhetspersonalen på depån väga in vad tidsaspekten kommer att ha för inverkan på ev. hotade cisterner och rörgator. Här kan det vara viktigt att tänka på att en fylld cistern utgör ett mindre hot då vätskan i sig är kylande och att om man låter flödet fortgå i hotade rörgator nås en viss kylande effekt med detta.

Teamet har som *huvuduppgift* att sköta utrustningen som gör själva släckförsöket på den brinnande cisternen och har ingen egentlig del i arbete med att kyla angränsande delar. Denna uppgift ligger på den lokala räddningstjänsten.

Dimensionering kylning av hotad cistern

Teoretiska beräkningar som gjorts visar bl.a. att en fullt utvecklad brand i en större cistern (ca. 50 meter i diameter) innehållande en lättflyktig produkt (nafta) hotar att antända en angränsande cistern (avstånd 25 meter) på ca. 90 minuter om inga kylinsatser görs.

Ett kylvattenflöde på den hotade cisternen av 2 liter/m²/min exponerad yta (på ca 1/4 av cisternens mantelyta och 40 % av takytan) anses vara ett väl tilltaget mått för att leda bort inkommande strålningsvärme.

Undantaget är behållare för kondenserade gaser (gasol mm) som måste kylas så att man förhindrar att säkerhetsventilerna öppnar och släpper ut delar av innehållet.

Svårigheter i samband med kylinsatser

När arbetet pågår med att kyla delar av anläggningen måste man tänka på att i invallningen fylls av överblivet släckvatten/kylvatten. Runt i anläggningen

finns dräneringar som skall klara att leda bort överskottet av kylsläckvattnet, men dessa blir mycket lätt överbelastade och fylls med slam och annat. Risken finns då att man får en spridning till området utanför invallningen

Kylning av brinnande cistern

Kylning av den brinnande cisternen anses vara slöseri med resurser, undantaget kylningen av konstruktionens framkant för att underlätta för skummets utbredning och möjligheter att täta.

I en prioriteringssituation kan man, om tillräckliga resurser finns, även starta en kylinsats mot den brinnande cisternen. I första hand då mot cisternens framkant och i andra hand runt om.

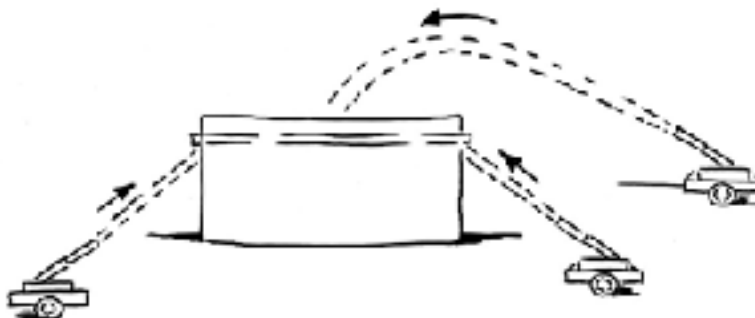


Bild: Kylning av brinnande cistern för att underlätta skummet utbredning

15. Säkerhet

Allmänt

Varje olycka är en för mycket
Alla måste, oavsett roll i organisationen,
bidra till att förhindra olyckor

Insatser, (och även övningar) mot cisterner kräver som allt annat arbete vid räddningstjänst en stor portion ordning, reda och säkerhetstänkande.

Arbetsmiljölagen som gäller vid allt arbete strävar efter att förebygga och förhindra olyckor. Ett antal faktorer komplicerar dock arbetsmiljön på en skadeplats.

Då insats mot en brinnande cistern är att betrakta som räddning av egendom eller miljö och inte faller under räddningstjänstens primära mål; räddning av människoliv måste riskerna för personalen minimeras. Arbetet på plats måste organiseras så att det kan genomföras, sett ur arbetsmiljösynpunkt, så säkert som möjligt.

Här nedan ges *exempel* på enskilda delar som påverkar/kan underlätta säkerheten på plats och därför bör uppmärksammas särskilt:

Reservgrupper/back-up

Det är av stor vikt att det finns reservgrupper utrustade med flyttbar utrustningar/slang som har till uppgift att undsätta personalen som arbetar intill cisternen.

Avstånd är bästa skyddet

Det bästa tillgängliga skyddet vid arbetet vid riskområdet är: **avstånd**.

Storskaligheten i utrustningen, (kastlängd och flöde) bidrar till att man kan utföra arbetet på relativt långa avstånd från cisternen. Strävan skall vara att minimera personalstyrkan som exponeras framme vid branden.

Säkerhetsavståndet för de som inte deltar i det direkta släckningsarbetet, (uppställningen av kanonerna mm) är satt till **300 meter**.

Värmepåverkan/strålningsvärme

Den värme som utvecklas av branden ställer till stora problem, då inte minst för personalen som skall jobba i cisternens absoluta närhet. Flamhöjden vid

en petroleumbrand beräknas vara 1.5 ggr cirkelytans diameter. Dessa flammor utvecklar en enorm hetta som är som mest intensivast för personal som befinner sig på marknivå vid ca. 40° vinkel räknat från cisternens överkant.

Mäter man från cisternens nederkant och rakt ut hamnar denna punkt på ett 10 - 15 % kortare mått än cisternens höjdmått.

Hettan från en värmestrålningskälla avtar med kvadraten på avståndsökningen, och man kan som en enkel regel säga att strålningsvärmen halveras för varje 6 meters intervall man förflyttar sig från cisternen.

Diameter (m)	Flamhöjd Bensin (m)	Flamhöjd Olja (m)	Säkerhetsavst.* Bensin (m)	Säkerhetsavst.* Olja (m)
20	33	28	39 - 71	33 - 66
25	38	33	47 - 86	44 - 80
28	41	35	52 - 95	48 - 88
30	43	36	55 - 101	50 - 92
40	50	43	69 - 125	64 - 116

* Säkerhetsavstånd = där ligger strålningsnivåer på mellan 2 - 5 kW/m² **

Tabell: Säkerhetsavstånd för cisterner på marknivå

** 2 kW = Strålningen brännande, nästan omöjligt för en oskyddad person att vistas inom ett område med sådana strålningsnivåer

5 kW = Smärtor på huden och inom kort allvarliga brännskador

Svavelväte

De flesta petroleumprodukter och bränslen avger hälsovådliga ämnen som påverkar människokroppen, kortsiktigt eller långsiktigt. Detta är ämnen som finns i de ångor som kommer från ett ev. spill eller i de gaser som bildas när produkten värms upp.

Bl.a. utvecklar råolja, hanteras uteslutande på raffinaderierna, som hettats upp till ca. 70 °C svavelväte (vätesulfid H₂S), en gas som är mycket giftig och brännbar. Gasen som är något tyngre än luft breder ut sig över lägre belägna delar.

Dessa risker kvarstår även efter det att branden är släckt genom att upphettade delar i konstruktionen fortfarande värmer bränslet med gasutveckling till följd.

Överväg noga att utrusta personalen med andningsskydd, som skall bäras under hela insatsen.

Risker höga tryck

Vid transporter av stora vattenmängder (8 000 lit/min) under höga tryck (10-12 bar) måste man särskilt uppmärksamma de risker som finns förknippade med detta.

Skulle en slangledning brista eller lossa från sin anslutning kommer den fria strålen, när den träffar någon/något att ställa till stor skada. Alla som rör sig vid eller runt slangsystemet måste vara mycket observant på dessa risker. Två enkla regler kan sägas att gälla för att förhindra att någon skadas vid ett slangbrott:

- området framför pumpen (dvs den sidan där utgående ledningarna är) skall spärras av (6x6 meter). **Ingen** personal skall vistas innanför avspärningen.
- stå aldrig gränsle över slangledningar som är satta under tryck.

Överkokning

Vid en cisternbrand kommer petroleumprodukten att konsumeras och brinna av med en ungefärlig hastighet av 4 mm/min. Yttemperaturen på en raffinerad produkt med bestämd kokpunkt kommer aldrig att överstiga detta ämnes kokpunkt, oavsett hur intensiv branden är. Avgasningen från bränslet gör att vätskan kyls, desto högre värme från flammorna, ju fortare övergår ämnet i gasform vilket leder till en intensivare brand.

Tyngre oljor, råolja och bara delvis raffinerade produkter är bränslen som innehåller *flera olika* komponenter, både lättare och tyngre delar med olika kokpunkt.

Detta får till följd att en brand i de lättare komponenterna på ytan kommer att värma upp de underliggande delarna med en högre kokpunkt, denna värme sprids sedan ner i produkten.

Den värme som bildas kan utveckla sig till en **hetzon**, som når en högre temperatur än vattnets kokpunkt (100 °C). Hetzonen kan bildas redan efter ca. 30 min. och breder sedan ut sig med en hastighet av 75 centimeter/timma.

I botten på cisternerna kan det finnas en viss mängd vatten. Detta vatten kommer att expandera när det träffas av värmen, antingen som en:

- **slop - over**, d.v.s. när bränslet börjar att sjuda över cisternkanten. Detta kan också inträffa när tungt skum, som har ett stort vatteninnehåll, förs på den brinnande ytan. (temperaturen på ytan av brinnande råolja kan uppgå till mellan 600 - 800 °C). Vattnet som dräneras ur skummet börjar att koka i det övre skiktet av bränslet.

eller som en

- **boil - over**, den inträffar när värmezonen, som kan ha nått en temperatur av 600 °C, möter en större mängd vatten som förångas ögonblickligen. Vid övergången från flytande form till gasform expanderar vattnet 1700 ggr.

Följden blir att innehållet i cisternen kastas upp i luften och antänds. Väl nere på marken kommer den brinnande oljan att breda ut sig över ett område som är mellan 3 till 5 gånger cisternens diameter.

För att förhindra att skadan förvärras eller att personal skadas bör man placera ut utrustning för släckning av eventuell markbränder när överkokning befaras.

Man kan i ett tidigt skede av branden, (inom 1 timma), förhindra utbredningen av hetzonen genom omrörning av produkten eller inblåsning av luft. På detta sätt blandar sig det uppvärmda skiktet med det kallare bränslet. I ett senare skede, när värmezonen är helt utvecklad, bidrar omrörningen endast till att sprida värmen vidare.

Skydd mot återtändning

Skumvätskeresurserna måste vara dimensionerade så att en fortsatt skumgivning kan vara möjlig även efter det att branden är släckt. Dels måste skumtacket underhållas eftersom det bryts ner kontinuerligt och dels måste möjligheter finnas att kunna släcka en ev. återantändning.

Vid bränder i petroleumprodukter bildas koks som en slaggprodukt. Dessa glödande avlagringar sätter sig på cisternens insida och tak och utgör ett stort problem. Om *möjligt* måste avlagringarna tas bort; man *kan* ”spola” bort kokset med skumvätskestrålar.

Observera att de nedfallande avlagringarna kommer att förstöra skumtacket

Underhållet av skumtacket måste, som tidigare nämnts, pågå hela tiden under insatsen för att man skall nå ett så bra skydd som möjligt för återantändning.

Riktlinjerna för att hålla skumtacket intakt på **bensin** är:

- 1:a timman: 15 min skumgivning-10 min uppehåll-15 min skumgivning o.s.v.
- 2:a timman: 10 min skumgivning-15 min uppehåll-10 min skumgivning o.s.v.

- 3:e timman: 15 min skumgivning-30 min uppehåll-15 min skumgivning o.s.v.
- därefter bör skumläggningen kunna avslutas.

Riktlinjer för *råolja* är att underhålla skumtäcknet så det är intakt i **6 timmar**.

Statisk elektricitet

Elektrostatisk uppladdning är ett fenomen som uppstår när en fördelning av elektroner sker mellan olika ämnen. Detta kan t.ex. uppstå när man pumpar eller rör om i petroleumprodukter.

Sker övergången till balans mellan elektronerna för hastigt (genom urladdning) kan tillräckligt med energi alstras som klarar att antända produkten.

Runt om i världen pågår en diskussion om hur stor risk statisk urladdning utgör när man skumbelägger icke redan antända vätskor. Williams Fire and Hazard Control är av den uppfattningen att användningsrisken vid skumbeläggningen är ett mindre hot jämfört med det hotet mot personalen som det dunstande gaserna utgör. Andra företrädare i branschen är av en motsatt uppfattning och anser bl.a. att statisk elektricitet var brandorsaken när man skumbelade ett sjunket flytande tak i en cistern med nafta (Singapore Refining Company 1988). Dessa rekommenderar att man inte rutinmässigt skumbegjuter icke antända vätskor.

Bedömningen av vilket som är lämpligt får göras från fall till fall där man väger in de olika delar som påverkar situationen t.ex. sådana saker som ev. tändkällor och rådande väderlek och temperatur.

Teoretiskt är det bevisat att produkter med låg ledningsförmåga (bensin) och djup över 1 meter är *troliga* att kunna skapa tillräcklig laddning under skumbegjutning. Och motsatt, produkter med hög ledningsförmåga (råolja) och grunda invallningar/spill är inte i riskzonen att antända vid skumbeläggning (de klarar att leda bort de bildade laddningarna).

Rekommendationen är att **om** skum måste användas, att man riktar skumstrålen mot cisternens innervägg i stället för rätt ner i vätskan. Man bör heller inte starta skumgivningen förrän färdigt skum kommer ur strålröret.

Dessutom *misstänks* att nedbrutet skum (premix) *kan* under sin färd genom bränslet (hög fallhöjd) orsaka ytterligare problem med statisk urladdning.

Sprickor i cisternen

Konstruktionen av cisternen är sådan att den skall klara alla de stora påfrestningar den kan tänkas utsättas för.

Dessvärre har det inträffat större läckage på cisterner då dom:

- träffats av blixtnedslag.
- då heta ytor kylts mycket häftig med sprickbildning som följd.

Man måste, trots att det inte är särskilt troligt, ta med vad konsekvenserna blir av att cisternen rämnar i den totala riskbedömningen. Följden av ett haveri blir ju troligen att produkten kommer att svämma över invallningarna och sprida sig över hela depåområdet.

Skumvätska, påverkan på människokroppen

Skumvätska är en kemiskt stabil vätska som innehåller bl.a. tensider, glykoler och polysackarider mm. Tensidern är ett ytspänningsnedsättande ämne som dels skapar blåsorna och dels gör det lättare för vätskan att tränga in i ett material. Som regel är inte tensider hälsofarlig med den kan ha en irriterade verkan. Vissa s.k. korta glykoletrar misstänks ge reproduktionsstörningar och fosterskador på människan. Detta gäller metyldiglykol, etyldiglykol, dietylglykol samt motsvarande acetater. Andra glykoletrar ger eller misstänks ge skador på blod och immunförsvaret, detta gäller t.ex. butylglykol som förekommer i vissa skumvätskor

Skumvätskan anses alltså vara måttligt skadlig för hälsan, det som kan påverkas direkt är:

- **huden** (vätskan är svagt avfettande),
- **ögonen** (ger irritation vid stänk) och
- **andningsorganen** (ger lunginflammation eller ödem om blåsorna aspireras eller förstärks).

Skyddsutrustning lämplig att bära vid risk för stänk: ***Skyddsglasögon***

Skyddsutrustning lämplig att bära vid risk för uttorkning: ***Skyddshandskar***

Skumvätska miljöpåverkan

Miljöproblem i vattenmiljön på grund av skumvätskor förorsakas främst av:

- syreätande effekter
- akut giftpåverkan
- eller långsiktig giftpåverkan

Kemiska ämnen som är lättnedbrytbara t.ex. proteiner eller tensider förbrukar syre i vattnet när de bryts ned. Om stora mängder kommer ut i ett vattensystem med dålig syretillförsel (t.ex. på grund av låg vattenomsättning) kan den biologiska nedbrytningen av ämnena ge upphov till en tillfällig syrebrist i vattnet med fiskdöd som följd. Särskilt stor är risken under den varma årstiden då nedbrytningen går snabbare och vattnet löser mindre syre.

Samtidigt är det ett önskemål att kemikalier som kan komma ut i miljön skal vara biologiskt lättnedbrytbara. Detta gäller särskilt ämnen som har någon form av giftverkan. Tensider är som regel skadliga för vattenorganismen. Den akuta giftpåverkan beror på typ av tensid och koncentration i vattnet. Av samma skäl kan skumvätskor som hamnar i avloppsreningsverk störa verkets funktion genom giftpåverkan på mikroorganismen i reningsverkets aktiva slam.

Många skumvätskor innehåller miljöfarliga fluortensider som är giftiga och svårnedbrytbara. Detta betyder att de kan orsaka skadliga långtidseffekter i miljön. Samtidigt är fluortensiderna viktiga för att skummet skall sprida sig över bränslet, tyvärr finns idag inga mindre miljöfarliga alternativ. Fluortensider i de filmbildande skumvätskorna kan ge mer varaktiga effekter vilka bedöms allvarligare än de lokala skadorna som uppstår på grund av syrebrist.

Alkoholresistenta skumvätskor innehåller vattenlösliga polymerer. Det är inte känt exakt vilken typ av ämne som används. Ibland används polysackarider eller olika stärkelsederivat som antas vara relativt harmlösa för miljön.

Vanliga tillsatser är glykoletrar eller glykoler som tillsätts för att öka skumbildningen och förhindra frysning. Dessa bedöms ha en liten inverkan på miljön men vissa glykoler och glykoletrar misstänks vara skadliga för människan (se ovan).

Proteinbaserade och syntetbaserade skumvätskor har båda syreätande effekter. De tensidbaserade vätskorna har båda syreätande effekter. De syntetbaserade vätskorna har på grund av tensidinnehållet en högre giftighet än de proteinbaserade. De proteinbaserade innehåller emellertid konserveringsmedel som dels har en viss giftighet på vattenorganismer och dels kan framkalla allergier.

De skumvätskor SMC hanterar är miljöanpassade

Arbetsuppgift:

Fundera över andra faktorer som kan komma att påverka säkerheten.
Diskutera igenom vad man bör tänka på ytterligare för att hålla en hög säkerhet

Bilaga:

Lathund till hjälp att samla in information under och efter en cisternbrand

<u>Önskad information</u>	<u>Inhämtas direkt</u>	<u>Inhämtas senare</u>
<i>Vid brandstart</i>		
Tid när branden först observerades	x	
Pågår fyllning/tömning?	x	
Takets kondition och andra faktorer som påverkar	x	
Vindhastighet och vindriktning (även prognos)	x	x
Cisterndiameter (för beräkningar av vatten o skumvätska)	x Beräkn.	
Produktnivå (för beräkningar om tömning behövs)	x Beräkn.	
Vatteninnehåll i produkten?	x Beräkn.	
Information om brandorsak/tändkälla		x
Vem såg brandstarten och varifrån sågs den?		x
Hördes några karakteristiska ljud?		x
Väderleksförhållande (och prognos)	x	x
Tid när larmet ringdes in		x
<i>Brandbekämpning</i>		
Vilka åtgärder gjorde depåpersonalen innan räddningsarbetet startade?		x
När anlände depåns ansvariga personal? Experter?	x	
När anlände lokal räddningstjänst?	x	
Vilka resurser hade den lokala räddningstjänsten?	x	
Var är deras utrustning uppställd? (gör en skiss)	x	
<i>Utpumpning av produkt (om det gjorts)</i>		
När startade utpumpningen?	x Beräkn.	
Med vilket flöde sker utpumpningen?	x Beräkn.	
När stoppades utpumpningen och varför?	x Beräkn.	
Vilken är nivån efter utpumpningen?	x Beräkn.	
<i>Fortsatt brandbekämpning (gör en skiss om nödvändigt)</i>		
När och var startade kylningen?	x	
Antal kanoner/strålar	x	
Storlek på kanonerna och uppskattat flöde	x	x Beräkn.
<i>Skumgivning</i>		
Hur stora resurser finns på plats	x	
Varifrån kommer utrustningen?	x	

Var ställs utrustningen upp? (gör en skiss)	x	
När användes skum första gången?	x	
Förbrinntid?	x	
Typ av skumvätska?	x	
Tryck och flöde på varje skumkanon?	x	Beräkn.
Påföringshastighet?	x	Beräkn.
Noterade förändringar i brandens karaktär	x	
Tillgänglig skumvätska på plats	x	Beräkn.
Tillgängliga vattentillgångar på plats	x	
Hur lång tid tar det till skumvätskan är slut?	x	Beräkn.
Tidpunkt när branden var under kontroll	x	
Tidpunkt när skumgivningen stoppades	x	
Tidpunkt när branden var helt släckt?	x	
Vilka skumvätskeflöden ?		x Beräkn.
Förbrukad skumvätskemängd?		x Beräkn.
Kylvattenflöden under branden?		x Beräkn

Endast vid hetzonsbildande produkter

Produktnivå vid brandutbrottet	x	
Vatteninnehåll i produkten? bottenvatten?	x	
Har utbredningen av hetzonen varit synlig på manteln?	x	
Beräkna hetzonens utbredning	x	Beräkn.
Beräkna tiden till första överkokning	x	Beräkn.
”Storlek”/intensitet på redan inträffade överkokningar?	x	

Dokumenteringen efter släckningen

I vilken kronologisk ordning sattes resurserna in?		x
Produkt nivå efter det att branden släckts?		x
Hur mycket av produkten brann av?		x
Utvärdering av hela insatsen		x

Källor/litteraturförteckning för dig som vill veta mer:

Dimensionering, utrustning och val av taktik är avgörande vid släckning av cistern- och invallningsbränder, SP Rapport 1992:02

Räddningstjänstlagen 1986:1102

Storskalig släckutrustning
R 640 - 1053 / 93 Cirkulär från SRV

Utbildningsmaterial: Storskalig släckutrustning
Stockholms Brandförsvär 1996

Brandfarlig vätska ovan jord - planering för insats
Teknisk rapport Dec - 81 SBN

Produktblad från Angus Fire Armour Ltd.

Produktblad från Wilhelm Rudberg, Sibbhult

Produktblad från Total Walther/Förenade Brandredskap

Att släcka med skum SRV Förlag

Brandvattenförsörjning SRV Förlag

Hetzonsbildning vid brand i oljor SRV Cirkulär 4/88 R

National Fire Protection Association
Standard for Low Expansion Foam and Combined Systems

Dokument från Mats Rossander Helsingborgs Brandförsvär

Utbildningsmaterial från Williams Fire and Hazard Control USA

Arbetsmiljölagen i räddningstjänsten
Kent Holmberg SRV

Electrostatic Hazards of Foam Blanketing
Fire Engineers Journal juni - 94

Skum 1989 SBF Förlag
Lars Eriksson

Bra kemval, handbok för inköpare
Bo Svärd Miljöförvaltningen Göteborg

Räddningsverket, 651 80 Karlstad
Telefon 054-13 50 00, telefax 054-13 56 00. Internet www.srv.se

Beställningsnummer R40-244/01. Fax 054-13 56 05
ISBN 91-7253-124-x