Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

FORSKNING/STUDIE

Släcksystem för pölbränder

Alternativ till brandskum

Släcksystem för pölbränder: Alternativ till brandskum

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
MSB:s kontaktpersoner:
Bo Andersson, 070-549 60 96

Foto omslag: Mikael Linder
Produktion: Advant

Publikationsnummer: MSB1489 - november 2022
Tidigare utgiven: MSB1489 - mars 2020
ISBN: 978-91-7927-006-3

MSB har beställt och finansierat genom förandet av denna forskningsrapport.
Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll.

Faktaruta

Alternativa släcksystem och metoder istället för användning av brandskum vid brandsläckning.

Uppdrag 2016 (Dnr 2016-1883) och 2017 (Dnr 2017-1610)

Lunds Universitet

Patrick van Hees, Jonathan Wahlqvist

På grund av de miljökonsekvenserna vid användning av olika släckskum behövs det forskning för att ta fram alternativa släcksystem och metoder för pölbränder. Projektet utfördes i 2 olika moment varav det första var en förstudie för att test olika släckkoncept. Det andra moment var en optimeringsserie och en uppskalningsstudie. Resultatet av projektet visar att högtryckvattensystem är mycket lämpligt för att släcka bränsle med hög flampunkt som diesel upp till diameter 5,4 m med ett enda högtrycksystem på 60 l/min och 300 bar. För bränsle med låg flampunkt som heptan krävs vidare optimering av munstycke och taktik men fanns det positiva släckförsök. Tillsatsmedel som t.ex. Xfog har en marginell förbättring för bara släckning av B-bränsle men ökar väsentligt släckning av kombinerade A och B bränder eftersom medlet förhindrar återantändning genom att stanna upp pyrolysen på ytan av A-bränslet (t.ex. trä) och därmed återantändning av B-bränslet. För bränsle av B-bränder med lägre flampunkt som t.ex. heptan finns det även positiva resultat men med mindre diametrar på pölbranden. Det rekommenderas vidare forskning med förbättrade munstyckemunstycke och tillsatsmedel.

Förord

Denna studie är genomförd inom ramen för 2 olika utvecklingsprojektet finansierat av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap. Båda projekt hade fokus på att söka alternativa släckmedel för B-bränder baserad på högtrycksvattensystem. Författare vill tacka de inblandade i projektet, nämligen Tommy Magnusson (Magnusson Fireworks), Krister Palmkvist (RISE), Richard Qvarfell (X-Fire), Ulf Bergh (X-Fire), Berndt Karlsson (Räddningstjänsten Väst), Bo Andersson (MSB), Lennart Hällfors (SÄRF, Guttasjön), Mikael Linder samt de organisationer som SÄRF, RISE Safety och Räddningstjänsten Väst för att ställa upp med resurser underprovningar.

Till slut vill vi tillägna denna rapport till minnet av Prof. Em. Göran Holmstedt som tyvärr gick bort innan rapporten var färdig. Han bidrog med många kloka idéer till projektet eftersom vetenskaplig evidens och kvalitet var högt på hans agenda. Allt detta gjorde han med en oändlig entusiasm trots den slitande sjukdomen. Hans minne kommer alltid att vara kopplat till detta projekt. Tack Göran! Vi kommer att sakna dig.

Patrick van Hees
Jonathan Wahlqvist

Innehåll

1. Bakgrund 8

2. Mål, syfte, och metod 11
2.1 Mål 11
2.2 Syfte 11
2.3 Metod 12

3. Experimentella försök 14
3.1 Första försökserie – orienteringsförsök 14
3.1.1 Provuppställning 14
3.1.2 Instrumentation 15
3.1.3 Provningsprotokoll 15
3.1.4 Provningsresultaten 16
3.1.5 Diskussion och slutsatser av första försöksserien 17
3.2 Andra försöksserien – optimeringsförsök 17
3.2.1 Provuppställning 17
3.2.2 Instrumentation 17
3.2.3 Provningsprotokoll 18
3.2.4 Provningsresultaten 18

4. Slutsatser 22

5. Referenser och litteratur 24

Bilaga 1: Flampunkt av olika vätskor 26

Bilaga 2: Mätresultat 29

Sammanfattning

På grund av de miljökonsekvenserna vid användning av olika släckskum behövs det forskning för att ta fram alternativa släcksystem och metoder för pölbränder. Projektet utfördes i 2 olika moment varav det första var en förstudie för att test olika släckkoncept. Det andra moment var en optimeringsserie och en uppskalningsstudie. Resultatet av projektet visar att högtrycksvattensystem är mycket lämpligt för att släcka bränsle med hög flampunkt som diesel upp till diameter 5,4 m med ett enda högtryckssystem på 60 l/min och 300 bar. För bränsle med låg flampunkt som heptan krävs vidare optimering av munstycke och taktik men fanns det positiva släckförsök. Tillsatsmedel som t.ex. X-fog har en marginell förbättring för bara släckning av B-bränsle men ökar väsentligt släckning av kombinerade A och B bränder eftersom medlet förhindrar återantändning genom att stanna upp pyrolysen på ytan av A-bränslet (t.ex. trä) och därmed återantändning av B-bränslet. För bränsle av B-bränder med lägre flampunkt som t.ex. heptan finns det även positiva resultat men med mindre diametrar. Det rekommenderas vidare forskning med förbättrade munstycke och tillsatsmedel.

Bakgrund

1. Bakgrund

Kunskapen inom MSB och svensk räddningstjänst när det gäller risker för insatspersonal och för miljön är fortfarande inte tillfredsställande. Detta framkommer tydligt i de studier som genomförts tidigare (Lindström et al 2013, Holmstedt 2017).

Användningen av brandskum ökar i samhället, vilket leder till en ökad användning av kemikalier vid brandsläckning och motsvarande ökande exponering för människa och miljö av kemikalier. Vilka kemikalier det handlar om är delvist utrett men det kommer hela tiden nya skummedel, som enligt producenterna kallas miljövänliga, ut på marknaden och marknadsföringen är intensiv. Räddningstjänster och även kommunernas miljökontor har svårt att hänga med. Det behövs mer information om vilka kemikalier som används då det dagligen uppdagas problem med effekterna av bl.a. brandsläckningsskum, vilket har blivit stora samhällsproblem, framför allt kontaminering av dricksvattnet.

En uppskattning gjord av Sveriges dricksvattenproducenter och Svenskt Vatten visar på att 22% av dricksvattnet i landet är påverkat av fluortensider (Holmström m.fl. 2014) som bl.a. läcker ut från brandövningsplatser.

Omsatt i antal dricksvattenkunder ger att var fjärde svensk idag dricker vatten påverkat av fluortensider. Dessutom finns det ett stort, ännu okänt antal förorenade markområden i Sverige som måste saneras.

Samhällskostnaderna går i dagsläget inte att uppskatta. Fluortensider används primärt i skum avsett för vätskebränder (KEMI 2015) men det är inte bara fluorinnehållande skum som är potentiellt hot mot miljö och hälsa. Skum och andra släckmedel är akutskadliga och släckning med skum har visats ge signifikant högre halter av organiska föroreningar, t.ex. dioxiner, i släckvattnet (SP 2005). Släckmedel kan i mer eller mindre grad bidra till att laka ut och transportera giftiga brandrester med risk för irreversibla skador på grundvattnet. Antal insatser per år där potentiella utsläpp kan skada grundvatten eller känslig miljö uppskattas till 10 500, varav 3 500 är bilbränder och 7 000 är husbränder (MSB 2016). Därtill kommer släckövningar som utförs hos räddningstjänster och myndigheter samt mer sällsynta bränder såsom petroleumbränder, industriella bränder och skogsbränder.

Bränder i fibrösa material, t.ex. byggnadsbränder, släcks idag med fluorfria skum, så som vatten eller vattendimma. Det finns många olika tekniker och släckmedel att välja mellan men en samlad bedömning saknas och det finns inga nationella rekommendationer. Industrin sätter standarder för vilka tester som utförs och vilka riktlinjer som ska uppfyllas. Bränder i t.ex. brännbara vätskor släcks med fluorerade skumvätskor. Restriktioner av fluorskum, dock med betydelsefulla undantag, är på förslag av Kemikalieinspektionen och det har initierat en våg av fluorfria släckskum som nu introduceras på marknaden utan tillräcklig miljöbedömning. Vanliga krav som ställs på de nya produkterna är att de ska vara lika effektiva som fluorfria skum och vara kompatibla med befintlig utrustning. Detta leder till att likartade skum introduceras med ingredienser som verkar ytspänningssänkande.

Tillsats av skum- och ytspänningsnedsättande medel till vatten, som båda minskar ytspänningen ökar lösligheten av bl.a. polyaromater som bildas vid brand i porösa material och kan därigenom bidra till en ökad förorening av släckvattnet än om endast vatten använts (Pablo m.fl. 2011). Pulver för porösa bränder kyler brandgaserna snabbast av alla släckmedel men har ett sämre återantändningsskydd. Det vanligaste pulvret för fibrösa material består av ammoniumvätefosfat dvs. av ett gödningsmedel (SP 1999). När det bryts ned vid kontakt med flammor och varma ytor bildas olika typer av fosforsyror som på ytorna ger ett visst återantändningsskydd.

Internationellt är bilden splittrad och det saknas underbyggda rekommendationer när och om man får använda olika skum för rums- och bilbränder och vilka miljöskador de förorsakar (LTH 2015).

Enskilda släckprodukters toxicitet har rapporterats i litteraturen liksom effekter på främst den akvatiska miljön. Emissioner vid brand av olika material är också kända men det saknas koppling till släckteknik och på vilket sätt brandgaserna kyls. Det behövs en syntes av släckteknikens effektivitet att släcka, hur släckförloppet påverkar bildning och emissioner av biprodukter, samt vilken effekt släckmedlet och släckvattnet ger i den terrestriska och akvatiska miljön kortsiktigt och på medellång tid.

Vid brand bildas ofrånkomligt olika ämnen varav vissa klassas som cancerogena och som återfinns i rök, på sotpartiklar, eller i släckvattnet. Hypotesen är att både bildningen av ämnen vid brand liksom urlakning av ämnen med släckvattnet skiljer sig mellan olika tekniker.

En kontinuerlig kartläggning av de olika skumvätskor som finns på marknaden är nödvändig för att klarlägga riskbilden. Med anledning av rapporter om skador på miljön, orsakat av bland annat av brandsläckningsskum bör räddningstjänsterna och andra användare redan nu undvika att använda skum. Användning bör endast ske vid de tillfällen då skum är det enda fungerande släckmedlet för tillfället, exempelvis cisternbränder med brandfarlig vara.

MSB avser också att påskynda utvecklingen av nya släckmetoder som kan ersätta dagens skummedel med släckmedel som inte negativt påverkar människa och miljö. Kontamineringen av dricksvatten med högfluorerade ämnen från brandskum visar att brandskum kan vara ett hot mot vår vattenförsörjning. Ett högfluorerat ämne (PFOS) som är förbjudet fortsätter att ställa till problem. Kemikalieinspektionen (KemI) är bekymrad över att det möjligen kan finns alternativa högfluorerade brandskumskemikalier med lika dåliga egenskaper (persistens) och som skulle kunna leda till motsvarande problem i framtiden. Är de nu i rask takt nykomponerade skummedlen båda B och A klass verkligen fria från miljöfarliga kemikalier? Detta är en viktig fråga för samtliga berörda myndigheter att få svar på. Den sammanlagda inriktningen från de berörda statliga myndigheterna är att få bort kemikalier som negativt påverkar vår miljö och då inte minst vårt dricksvatten.

Mål, syfte och metod

2. Mål, syfte, och metod

2.1 Mål

Målet av projektet är:

- Att genom vetenskapliga tester och försök få fram kunskap och släckförmåga hos alternativa miljöneutrala metoder/släcksystem för att så långt som möjligt ersätta användningen av brandsläckningsskum vid släckning av brand i brandfarlig vätska, s k B-bränder.
- Att fortsätta att kartlägga risker utifrån vetenskapliga studier och omsätta detta i praktiken för att minska skador på människa och miljö.

2.2 Syfte

Övergripande syftet med projektet är att:

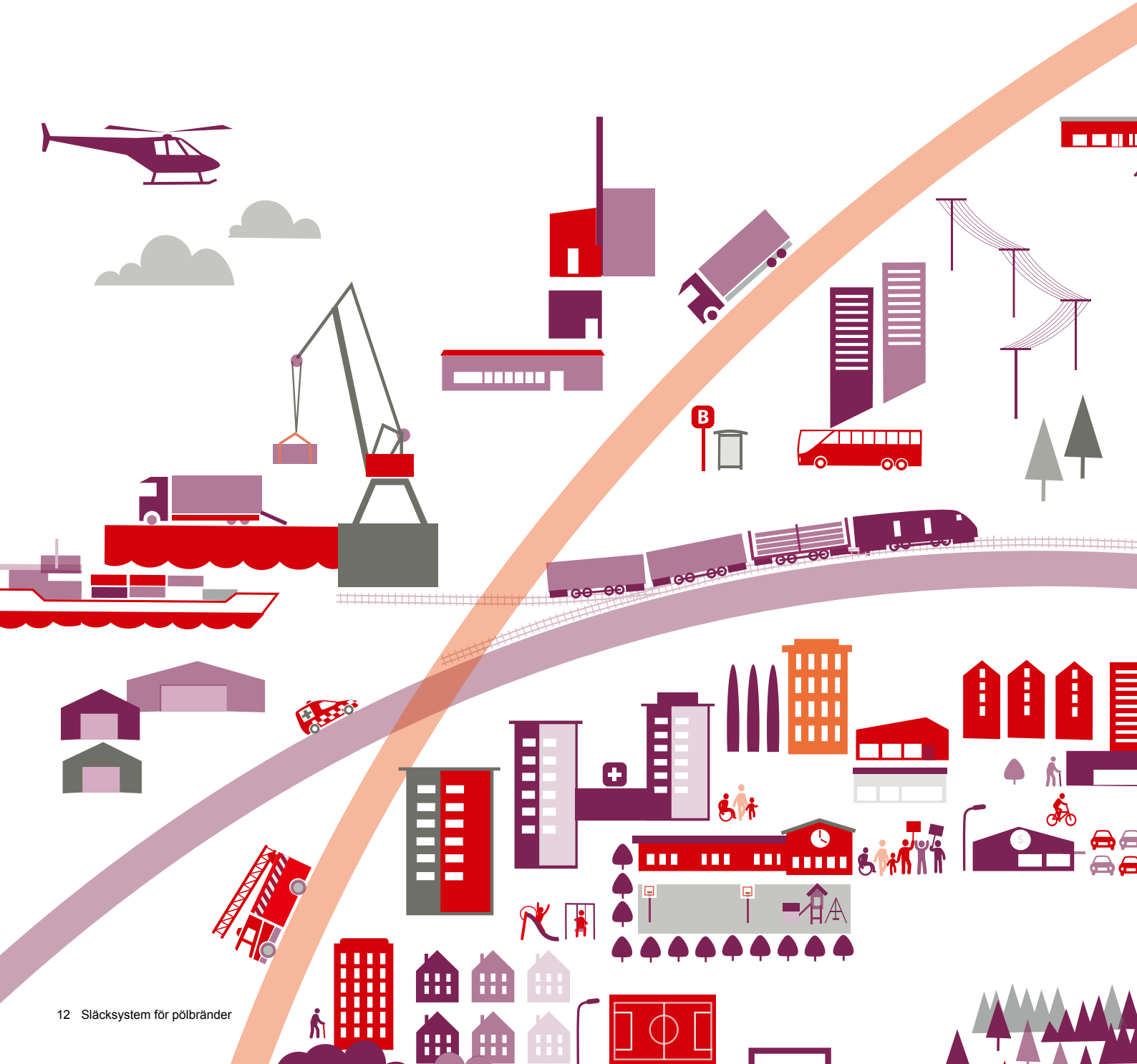
- Mindre skador på människa och miljö beroende på att arbetet genomförs miljöanpassat.
- Kraftigt reducera den mängd vatten som idag används vid brandsläckning.
- Den negativa påverkan på våra dricksvattentäkter från brandsläckningsskum och släckvatten har minimerats.
- Ha friskare brandmän samt minimering av skadorna på miljön i samband med brandsläckning och övning.
- Ha förändrad syn på hur insatser skall genomföras både effektivare och säkrare. Vid släckning av byggnads- och fordonsbränder har skumanvändningen helt ersatts av miljöneutrala och effektiva metoder.
- Kunskap finns framtagen och detta sprids till brukarna för att minimera dagens skumanvändning vid brand i brandfarlig vara.

2.3 Metod

För att uppnå mål och syfte av denna studien användes i stort sätt olika brandförsök och genomfördes studien i 2 moment.

I det första momentet genomfördes orienterade försök med olika storlek och geometrier av pölbränder, olika bränsle, olika taktik av högtryckvattensystem (HTS, skärsläckare), olika munstycke till högtryckvattensystem (HTS), olika matningstryck till HTS och olika tillsatsmedelskoncentrationer.

I det andra momentet genomfördes optimeringsförsök för taktik samt ökning av storlek på pölbranden för 2 olika bränsle. Fokus var att öka storlek av pölbranden för ett bränsle med hög flampunkt (diesel) och försöka hitta rätt taktik för ett bränsle med en låg flampunkt (heptan).



Experimentella försök

3. Experimentella försök

3.1 Första försökserie – orienteringsförsök

3.1.1 Provuppställning

För att undersöka möjligheter att använda högtryckvattensystem (HTS) som ett alternativ till t.ex. skum genomfördes först en serie där man gjordes observationer med olika storlek och geometrier på en pölbränd, olika bränsle, olika taktik av högtryckvattensystem (HTS, skärsläckare), olika munstycke till högtryckvattensystem (HTS), olika matningstryck till HTS och olika tillsatsmedelskoncentrationer. Alla försök genomfördes på övningsplatsen vid Guttasjön i Borås.

Följande parametrar undersöktes:

1. Geometrin av pölbrand:
   a. Ett fyrkantig bål av stål upphöjd ungefär 30 cm från marken och med dimensioner 1.4 x 1.4 m.

Figur 1. Bild av fyrkantig bål.

b. En cirkulär pölbrand med ökande lutning från mitten av cirkel på övningsplattan gjord av betong vid Guttasjön (Borås) där diametern ändras med hjälpen av höjden av vattennivån. På sådant sätt kan diameter av pölbranden ändras flexibel och enkelt genom mängden av vatten. Den maximala diametern av plattan är ungefär 25 m.

Figur 2. Bild av övningsplattan med cirkulär betongplatta och ökande lutning.

2. Olika Högtryckvattensystem (skärsläckare)
   a. Coldcut™ cobra system (HTS1)
   b. Cristanini™ skärsläckare (HTS2)
3. Olika munstycke av skärsläckare (endast Christanini)
   a. Skärande munstycke
   b. Spridande munstycke
4. Olika bränsle
   a. Heptan (H)
   b. Biodiesel (Ecopar) (DE)

3.1.2 Instrumentation

I de första försök med en fyrkantig bål användes ingen instrumentation. Vid de försöken på övningsplattan monterades 2 platt-termometrar i mitten av pölbranden och 2 Gunnars strålningsmätare vid sidan av plattan (ungefär 7 m från centrum av pölbranden). På grund av mätsvårigheter med platt-termometrar vid släckning togs dessa bort under de sista försöken.

Under försöken gjordes även olika videoinspelning nära pölbranden, på distans och via en drönare. Dessutom gjordes mätningar och inspelningar med värmekameror.

3.1.3 Provningsprotokoll

Som generellt provningsprotokoll användes en förbränningstid av 1 minut för att stabilisera pölbranden. Efter en minut startade släckningen tills dess att pölbranden slocknade. Efter släckning gjordes återantändningsförsök med hjälp av en gasol-flamma. Detta för att försäkra sig om att bränsle fortfarande var närvarande vilket indikerade framgångsrik släckning i kontrast till självsläckning.

3.1.4 Provningsresultaten

Totalt genomfördes 14 försök och Tabell 1 visar provningsresultaten. Vid vissa försök gjordes flera släckningar där man ändrade på taktik för att få information inför andra försöksserien.

Tabell 1. Översikt av provningar i den första försökserien.

Test nr	Pölarea (m2)	Dimensioner (m)	Typ bränsle[1]	Släck-system	Start släckning (s)	Släck-ning	Återantänd-ning efter släckning[2]
1	2	1,4x1,4 fyrkantigt	H	HTS2 skärande	60	Nej	Nej
2	2	1,4x1,4 fyrkantigt	H	HTS2 spridande	60	Nej	Nej
3	2	1,4x1,4 fyrkantigt	H	HTS2 spridande	60	Nej	Nej
4	2	1,4x1,4 Fyrkantigt	H	HTS2 spridande	60	Nej	Nej
5	2	1,4x1,4 Fyrkantigt	H	HTS1 skärande	60	Nej	Nej
6	2	1,4x1,4 fyrkantigt	H	HTS1 och HTS 2 skärande	60	Nej	Nej
7	2	1,4x1,4 fyrkantigt	H	HTS2 skärande XFOG 6%	60	Nej	Nej
8	2	1,4x1,4 fyrkantigt	H	HTS2 spridande XFOG 6%	60	Nej	Nej
9	2	1,4x1,4 fyrkantigt	H	HTS1 skärande XFOG 6%	60	Nej	Nej
10	2	1,4x1,4 fyrkantigt	DE	HTS1 skärande XFOG 6%	60	Ja	Ja
11	3,14	2 m diameter	DE	HTS1 skärande XFOG 6%	60	Ja	Ja
12	10	3,5 m diameter	DE	HTS2 spridande XFOG 6%	60	Ja	Ja
13	3,14	2 m diameter	H	HTS2 spridande XFOG 6%	60	Nej	Nej
14	3,14	2 m diameter	H	HTS2 spridande XFOG 6%	60	Nej	Nej

1. Mängden beräknades för att få ungefär 2 cm bränsledjupet. Bränslet hälldes ut på en vattenyta med 2 cm djup.

2. Nej betyder att bränslet var slut.

3.1.5 Diskussion och slutsatser av första försöksserien

Första fasen innehåll många försök med heptan i ett fyrkantigt kärl, vilket visade sig vara svårt att släcka på grund av uppställningen som ledde till att det uppvärmda stålkärlet återantände ångarna från heptan. Försök med biodiesel Ecopar som bränsle gick dock bättre att släcka varpå det beslutades att Guttasjöns övningsplatta skulle användas istället för de fyrkantiga kärlen. Även dessa försök visade att försök med biodiesel var mer framgångsrika och uppnådde släckning av 10 m^2 biodiesel, dock hela tiden med tillsats. För heptan lyckades släckning nästan för en mindre pöl på 3 m^2. Det visade sig att det var svårare att applicera det skärande munstycke i s f det spridande munstycket eftersom det skärande munstycket sprider bränslet snabbt. Taktiken som visades sig vara bäst innehöll att lägga ett vattendimmetäcke ovanför bränsleytan utan att träffa bränsleytan och skvätta upp bränslet och ångarna.

3.2 Andra försöksserien – optimeringsförsök

3.2.1 Provuppställning

I dessa försök användes övningsplattan som beskrevs ovan och försök genomfördes med båda med diesel och med heptan. Målet med denna försökserie var att:

- Undersöka uppskalning av släckning av en dieselpöl (motsvarande klass 3 bränsle, flampunkt högre än 55 °C) med högtrycksystem (spridande munstycke) med och utan tillsatsmedel.
- Undersöka möjligheten att släcka en heptanpöl (motsvarande klass 1 bränsle, flampunkt lägre än 21 °C) med högtrycksystem (spridande munstycke) HTS med och utan tillsatsmedel eller introduktion av pulver. Vid lyckat försök kommer man även här skala upp.
- Undersöka gränserna för ett och två system för båda bränslen.

I alla försök användes ett eller två Cristanini HTS med ett spridande munstycke och med eller utan tillsatsmedel. Tabellen med provningsresultat ger specifika data för de olika tester. Som bränsle användes vanlig diesel och heptan.

3.2.2 Instrumentation

I dessa försök användes enbart 2 Gunnars strålningsmätare vid sidan av plattan på olika distanser. Avstånden var ungefär på 6 och 7 m från centrumet av pölbranden för de första provningar (dag 1) och 7 och 9 m från centrumet för de senare försöken (dag 2). På grund av mätsvårigheter med platt-termometrar vid släckning togs dessa bort under dessa försöken.

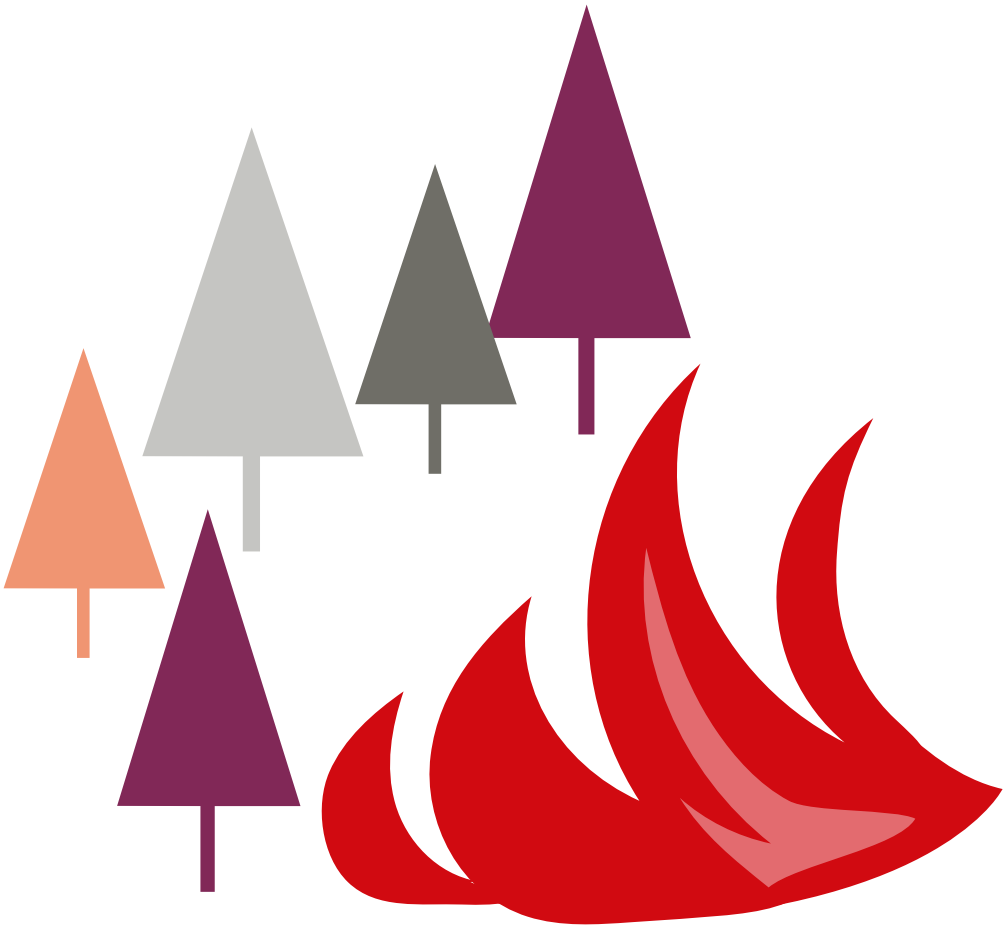
Under försöken gjordes även olika videoinspelning nära pölbranden, på distans och via en drönare. Dessutom gjordes mätningar och inspelningar med värmekameror.

3.2.3 Provningsprotokoll

Som generellt provningsprotokoll användes en förbränningstid av 30–60 sekunder för att stabilisera pölbranden. Denna tiden anpassades för att få mer bränsle kvar vid start av släckningen. Efter denna tid startade släckningen till dess att pölbranden slocknade. Efter släckning gjordes återantändningsförsök med hjälp av en gasol-flamma. Detta för att försäkra sig om bränsle fortfarande fanns kvar vilket indikerade framgångsrik släckning.

3.2.4 Provningsresultaten

Total genomfördes 19 försök och Tabell 2 ger en översikt av resultaten. Försöken 18 och 19 utfördes i utvecklingssyfte.



Tabell 2. Översikt av provningar i den andra försökserien.

Test nr	Pölarea (m2)	Diameter (m)	Mängd bränsle (liter)	Typ bränsle	Släcksystem (60l/min, 300 bar)	Start släckning (s)	Släckning	Släcktid från start av släckning	Återantändning efter släckning[3]	Antal[4]
1	2	1,6	15	D	HTS 2 spridande	90	Ja	13	Ja	3
2	5	2,5	30	D	HTS 2 spridande	90	Ja	16	Ja	3
3	10	3,6	75	D	HTS 2 spridande	60	Ja	47	Ja	3
4	10	3,6	50	D	HTS 2 spridande	60	Ja	40	Ja	3
5	15–20	4,4/5	125	D	HTS 2 spridande	60	Ja	47	Ja	3
6	15–20	4,5/5	125	D	HTS 2 spridande XFOG 3%	60	Ja	46	Ja	3
7	25	5,4	150	D	HTS 2 spridande	60	Ja	62	Ja	2
8	25	5,4	150	D	2 HTS 2 spridande	60	Ja	104	Ja	2
9	25	5,4	150	D	2 HTS 2 spridande XFOG 6%	60	Ja	56	Ja	2
10	2	1,6	40	H	HTS 2 spridande	60	Ja/Nej	60	Nej	Slut bränsle

3. Ja, betyder att det fanns bränsle kvar och att släckförsök var framgångsrikt.

4. Antal betyder antal återantändingsförsök som betyder att man genomförde flera släckförsök efter att pölbranden släcktes första gång. Slut på bränsle betyder att det fanns inget bränsle kvar efter släckning och att branden slocknades på grund av att det fanns inget bränsle kvar.

Test nr	Pölarea (m2)	Diameter (m)	Mängd bränsle (liter)	Typ bränsle	Släcksystem (60l/min, 300 bar)	Start släckning (s)	Släckning	Släcktid från start av släckning	Återantändning efter släckning[3]	Antal[4]
11	2	1,6	40	H	HTS 2 spridande	30	Ja	40	Ja	1
12	2	1,6	40	H	HTS 2 spridande XFOG 6%	30	Ja/Nej	60	Nej	Slut bränsle
13	2	1,6	40	H	HTS 2 spridande XFOG 6% Liggande stråle	30	Ja	81	Ja	1
14	2	1,6	40	H	2 HTS 2 spridande XFOG 6%	30	Ja/Nej	57	Nej	Slut bränsle
15	2	1,6	40	H	2 HTS 2 spridande XFOG 6%	30	Ja/Nej	55	Nej	Slut bränsle
16	2	1,6	40	H	2 HTS 2 spridande XFOG 6%	30	Ja	41	Ja	1
17	5	2,5	90	H	2 HTS 2 spridande XFOG 6%	30	Ja/Nej	81[5]	Nej	Slut bränsle
18	5	2,5	90	H	HTS 2 spridande + pulver (1st 6kg)	20	Ja	60[6]	Ja	1
19	5	2,5	90	H	HTS spridande + aerosol	30	Nej	Ej	Nej	Slut bränsle

5. Tiden bestämd från den långsamma videon.
6. Tiden bestämd från den långsamma videon.

Slutsats

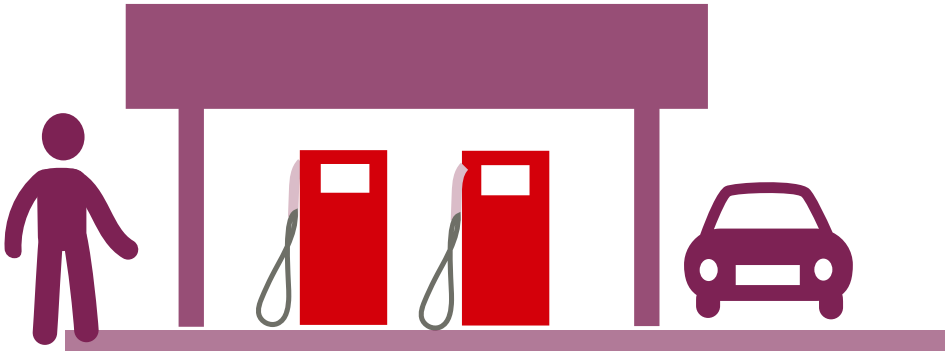
4. Slutsatser

Resultatet av projektet visar att högtryckvattensystem är mycket lämpligt för att släcka icke polära bränsle med hög flampunkt så som diesel upp till diameter 5,4 m (20 m^2) med ett enda högtrycksystem på 60 l/min vid 300 bar. För bränsle med låg flampunkt som heptan krävs vidare optimering av munstycke och taktik men fanns det positiva släckförsök. Tillsatsmedlet X- fog har en marginell förbättring för släckning av B-bränsle vid mindre diameter men är av betydande värde vid större diametrar. Vid dessa försök användes även 2 aggregat men här behövs vidare förfining för att optimera släcktaktik. Dock finns det möjligheter att vidare skala upp storleken av pölbranden med optimerad taktik. En uppskattning av REMP-värden gjordes och visade på ett REMP-värde av 0,63 för diesel (försök 7) och ett värde av 4 för heptan (försök 11). På grund av den storskaliga karaktären av försöken anses dessa framräknade värden endast vara lämpliga som en indikation av släckverkan.

En viktigt poäng med tillsatsmedlet är att det väsentligt ökar släckning av kombinerade A och B bränder eftersom medlet förhindrar återantändning genom att stanna upp pyrolysen på ytan av A-bränslet (t.ex. trä) och därmed återantändning av B-bränslet. För bränsle av B-bränsle rekommenderas vidare forskning med förbättrade munstycke och tillsatsmedel.

För icke polära bränsle av B-bränder med lägre flampunkt som t.ex. heptan finns det även positiva resultat men med mindre diametrar. Det rekommenderas vidare forskning med förbättrade munstycke och tillsatsmedel.

Inget försök gjordes med polära vätskor.



Referenser och litteratur

5. Referenser och litteratur

Cutting Extinguishing Concept – practical and operational use – MSB report 2010 – EU Project FIREFIGHT II, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.

Försth, M., Ochoterena, R., Lindström, J. Spray characterization of the cutting extinguisher, SP, Arbetsrapport 2012:14, 2012.

Holmstedt G., Bedömning av försök utförda för att jämföra släckverkan mot A-brand med A-skum, vatten och vatten med tillsats av ytspänningsnedsättande medel, LTH Report 3203, ISRN: LUTVDG/TVBB--3203—SE, Lund 2017.

Holmstedt, G., Johansson, N., Särdqvist, S., Vylund, L., Ingason, H., Lindström, J., Palmkvist, K., Nystrand, B., Storskadeproblematiken - Brand i byggnad, MSB rapport: MSB827, Myndigheten för Samhällskydd och Beredskap, 2015.

Hox, K., Sæter Bøe, A., Slokkemetoder med lite vann, SPFR-rapport A17 20099-01:1, RISE Fire Research AS, 2017.

Ingason, H., Fallberg, R., Palmkvist, K., Edholm, U., Övertrycksventilation kombinerad med skärsläckare, SP Rapport 2012:63. 2012.

Lindström, J., Appel, G., Palmkvist, K., Bialas, K.O., Förmåga och begränsningar av förekommande släcksystem vid brand i byggnad – fokus på miljöarbete, MSB rapport MSB618, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2013.

SÄRF och SP, Skärsläckarkonceptets operativa användande. MSB 0167-10, 2010.

Bilaga 1

Bilaga 1: Flampunkt av olika vätskor

Tabell 3. Polära vätskor (blandbara med vatten).

Ämne	Formel	Renhet vol %	Flampunkt C	Kokpunkt C	Självant. temp C
Metanol	CH3OH	100	10–11.1	64.9	385–455
Formsyra	HCOOH	100	52		
		90	62		
		80	72		
Etanol	C2H5OH	99.5	10	78.4	365
		96	13.5		
		90	17.5		
		80	19.5		
		70	21.5		
		60	22.5		
		50	24		
		40	27		
		30	31.5		
		20	39		
		10	50.5		
		5	68		
Acetaldehyd	CH3CHO	100	-37.8	21.1	175
Ättiksyra	CH3COOH	100	39.5	118.1	427
		95	44.5		
		90	51		
		85	54		
		80	59		

Ämne	Formel	Renhet vol %	Flampunkt C	Kokpunkt C	Självant. temp C
Aceton	CH3(CO) CH3	100	-23.5	56	465
		90	-21		
		80	-19.5		
		60	-15		
		50	-12.5		
		40	-9.5		
		30	-5		
		20	3		
		10	16		
		5	29.5		
Isopropanol	C3H7OH	100	12	82.3	455

Tabell 4. Opolära vätskor.

Ämne	Formel	Renhet vol %	Flampunkt	Kokpunkt	Självanttemp C
Bensin			-40		400
Diesel (2D)			62		256
Biodiesel HVO			Större än 100		Större än 200
Jet bränsle (A/A1)			Större än 38	Större än 200	Större än 210
Kerosen			37–63		220
Fotogen			38–72		220
Eldningsolja 1			60–70		
Eldningsolja 5			Min 56, 110		

Bilaga 2

Bilaga 2: Mätresultat

Nedan följer ett antal grafer av Gunnarsmätare under provningar vid andra försökserien.

Diagram 1. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2,test 1.

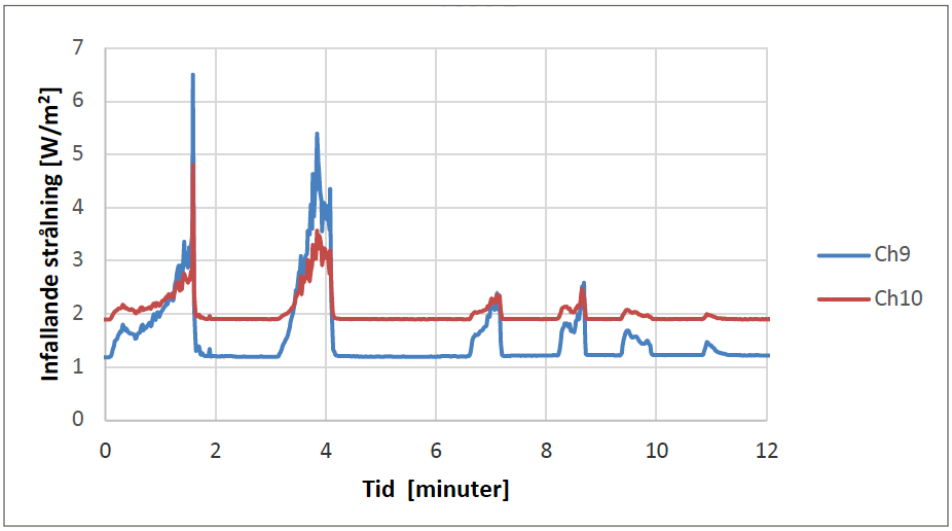


Diagram 2. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 2.

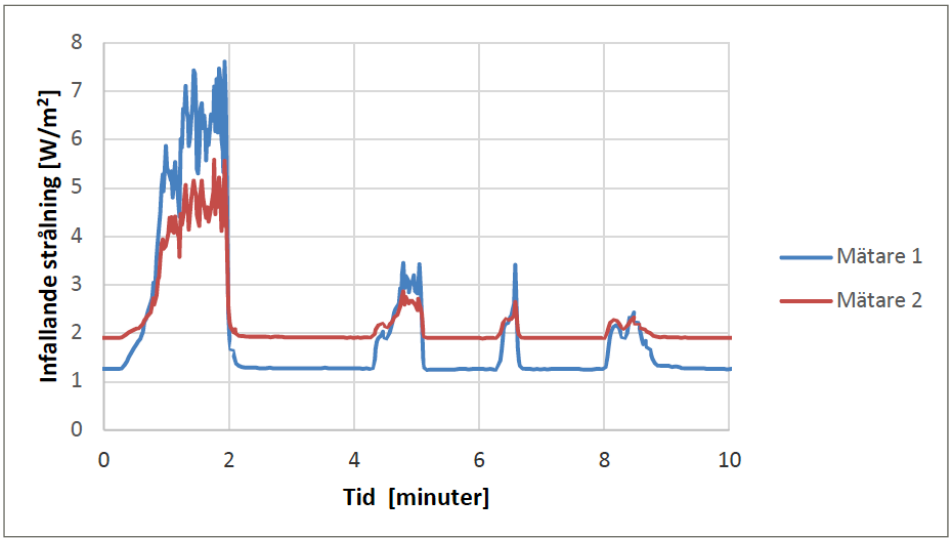


Diagram 3. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 3.

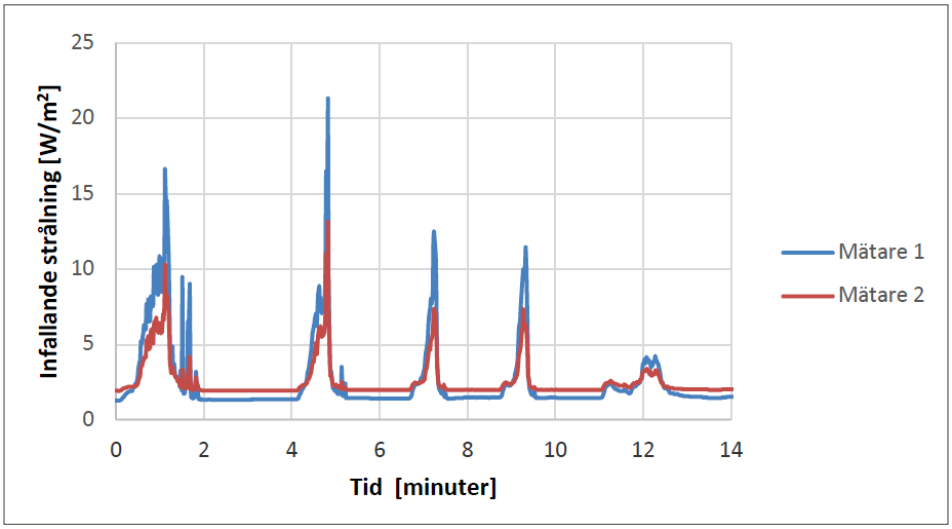


Diagram 4. Infallande strålning som funktion av tid – serie 1, test 4.

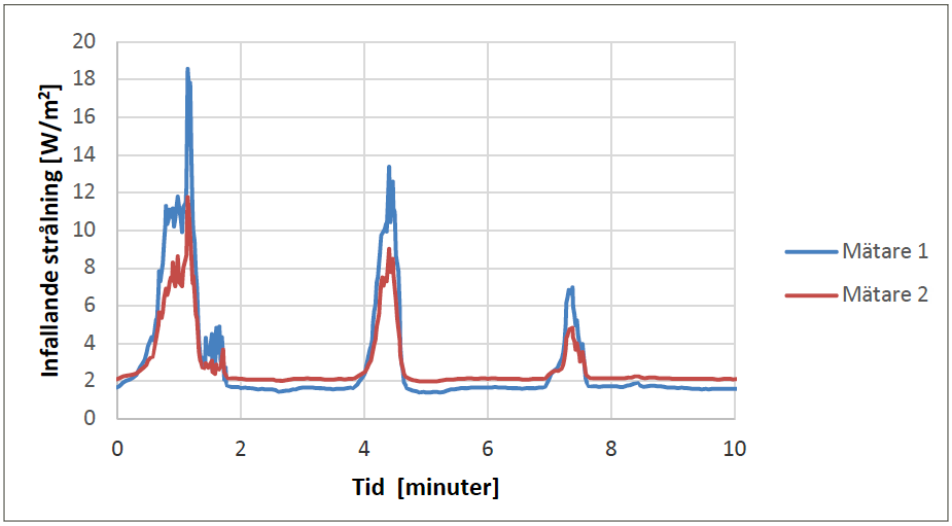


Diagram 5. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 5.

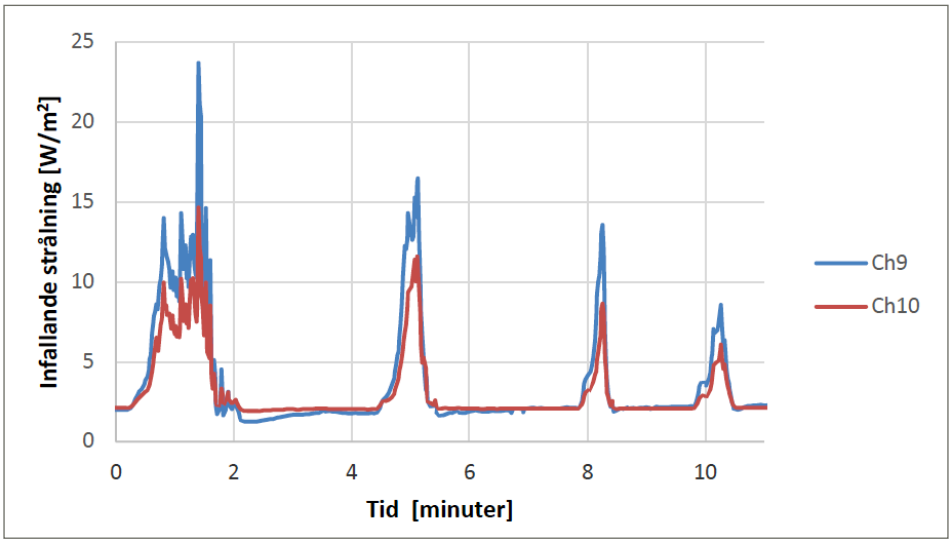


Diagram 6. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 6.

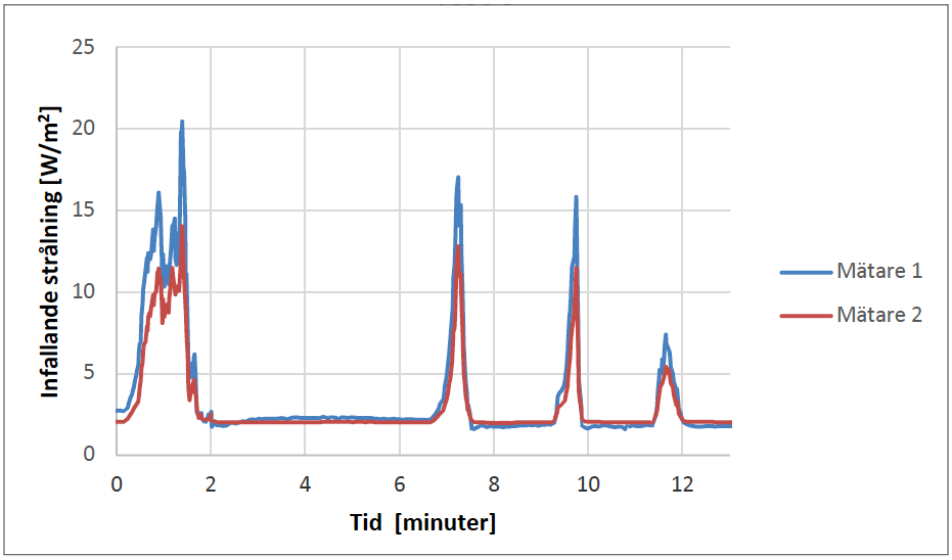


Diagram 7. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 7.

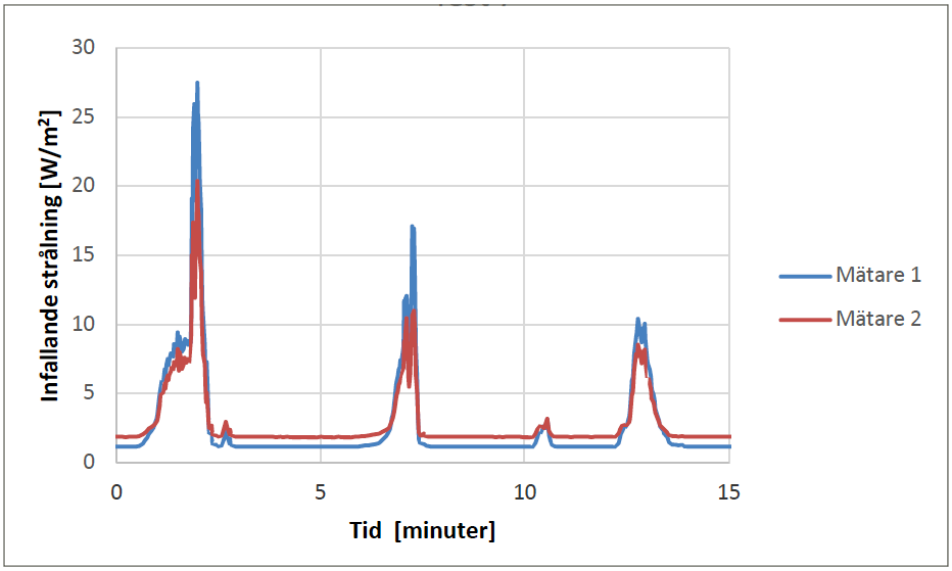


Diagram 8. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 8.

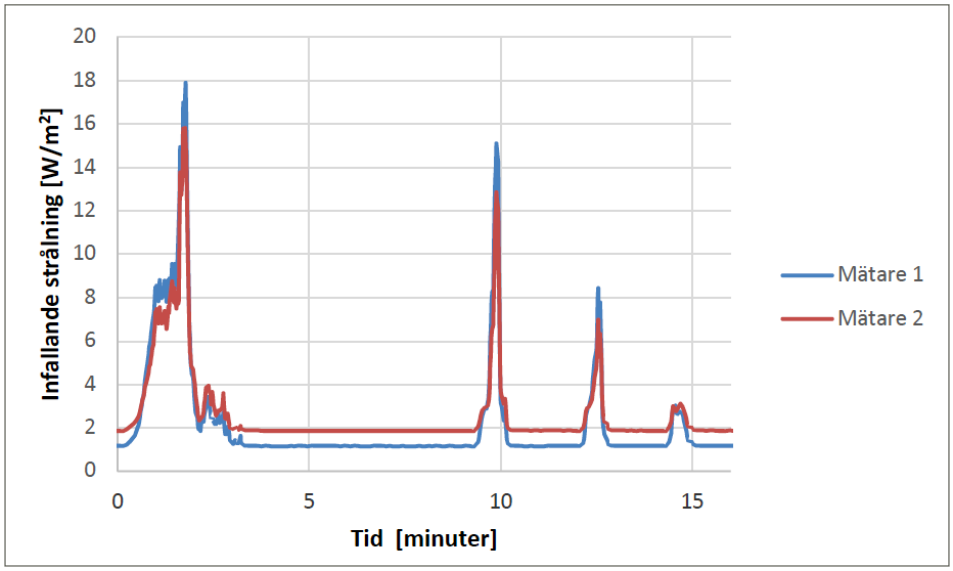


Diagram 9. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 9.

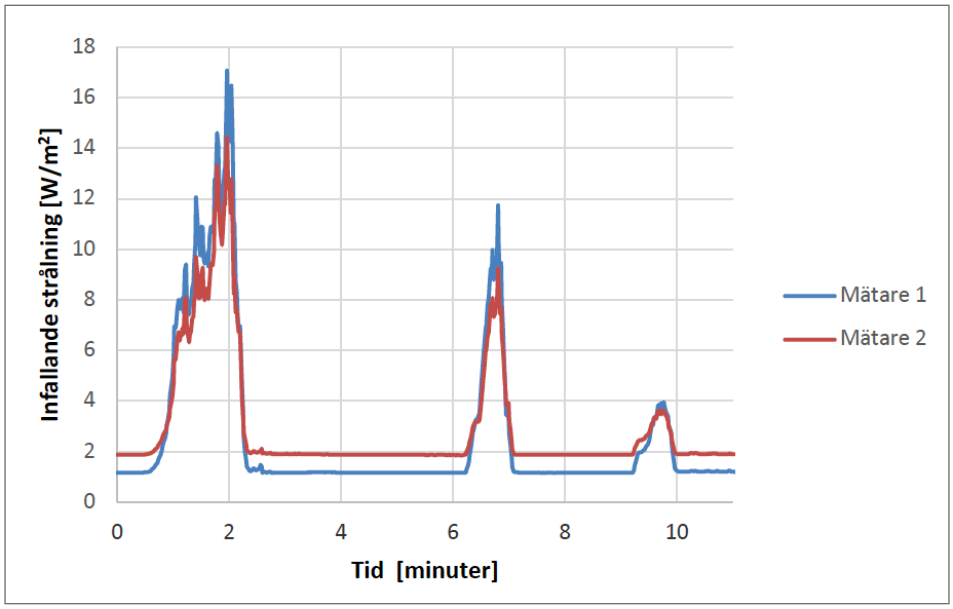


Diagram 10. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 10.

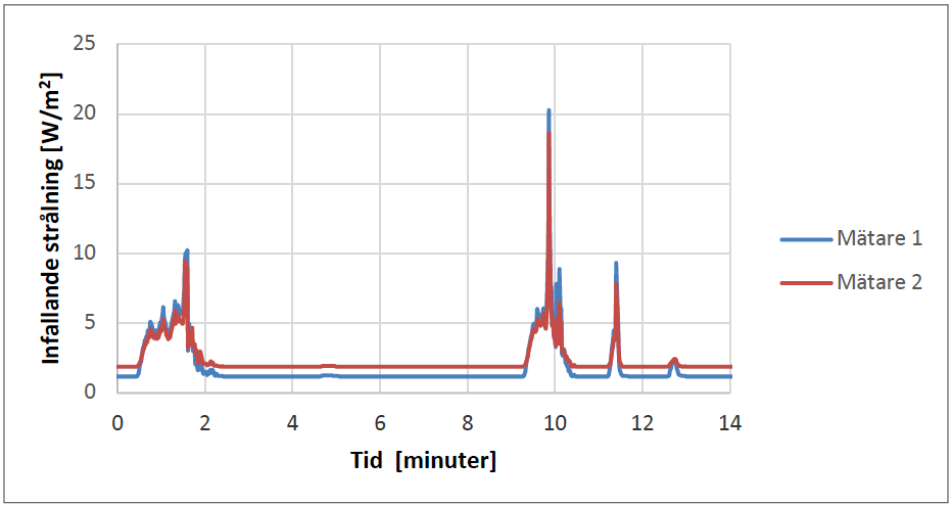


Diagram 11. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 11.

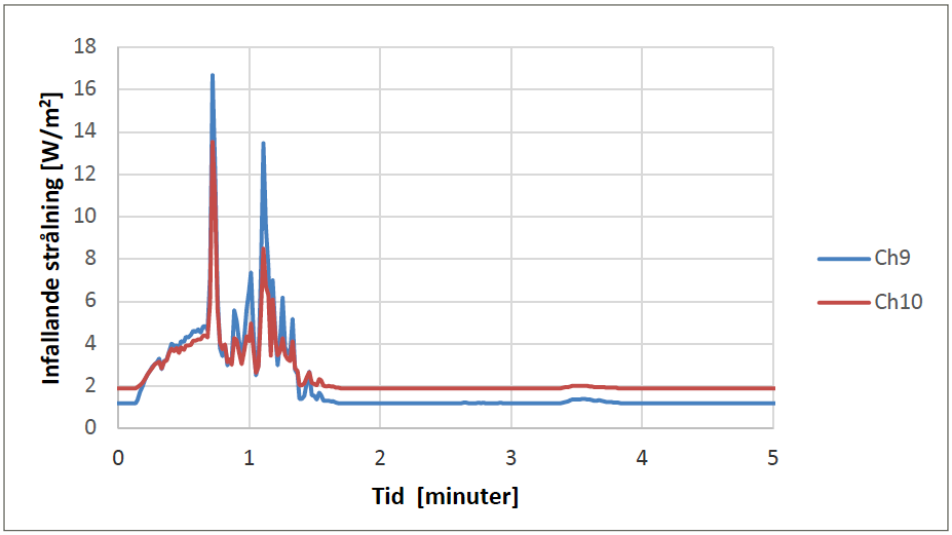


Diagram 12. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 12

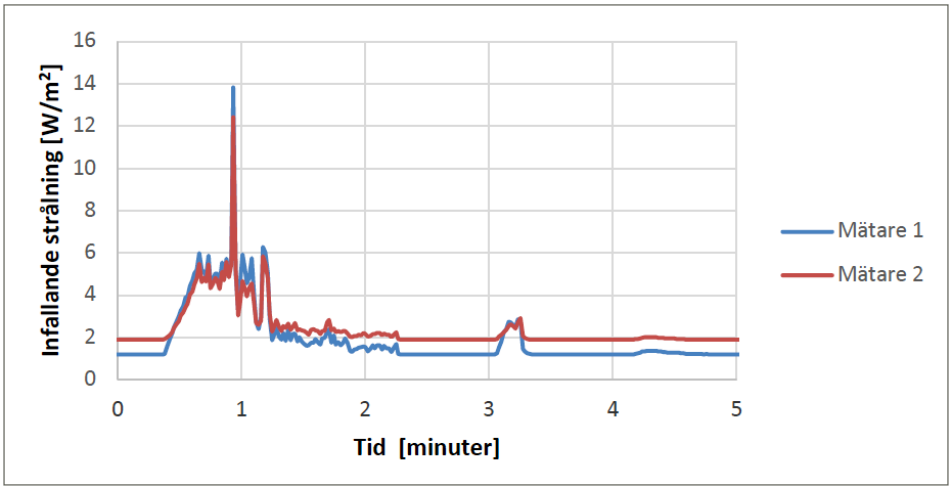


Diagram 13. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 13.

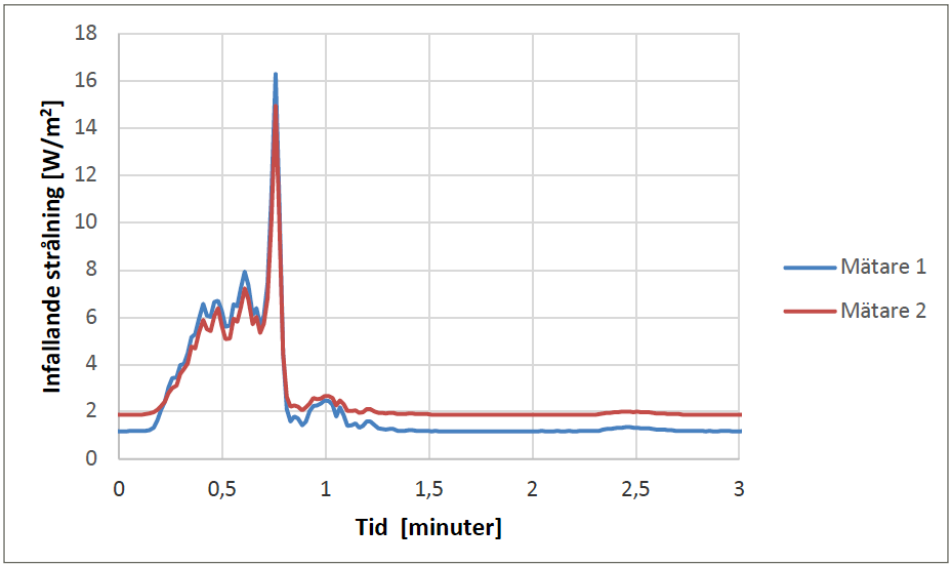


Diagram 14. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 14.

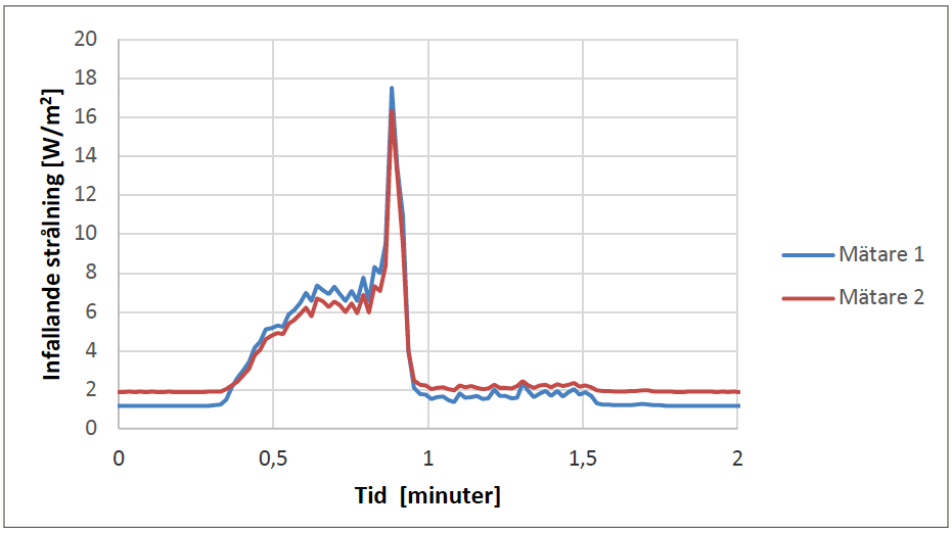


Diagram 15. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 15.

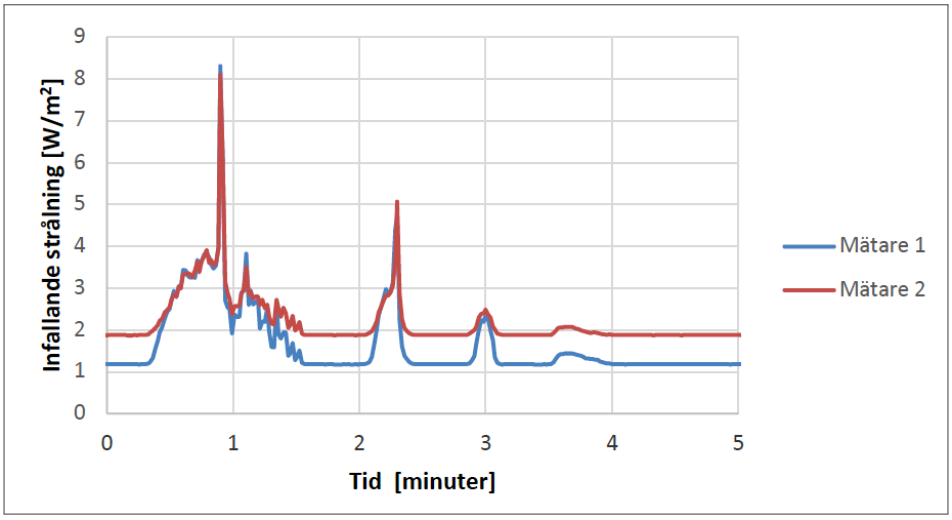


Diagram 16. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 16.

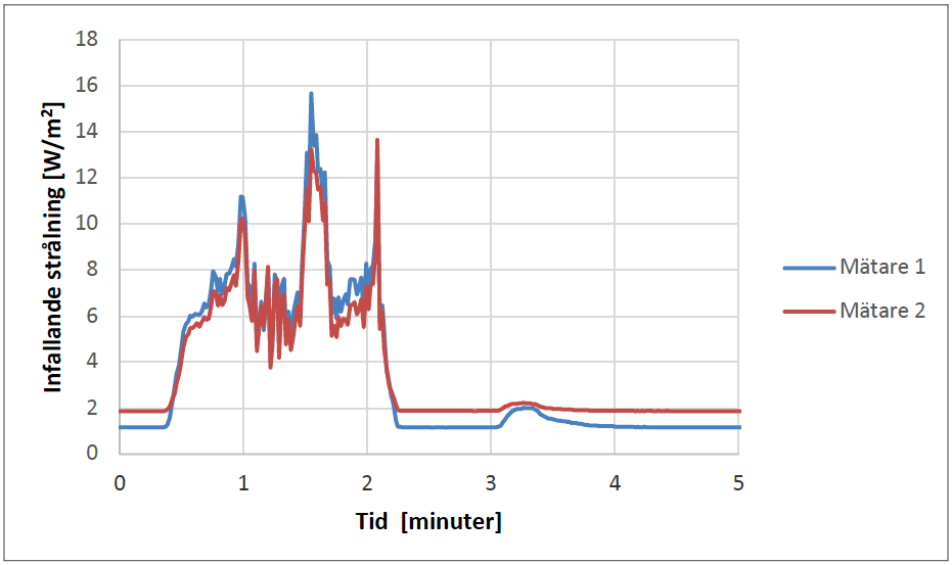
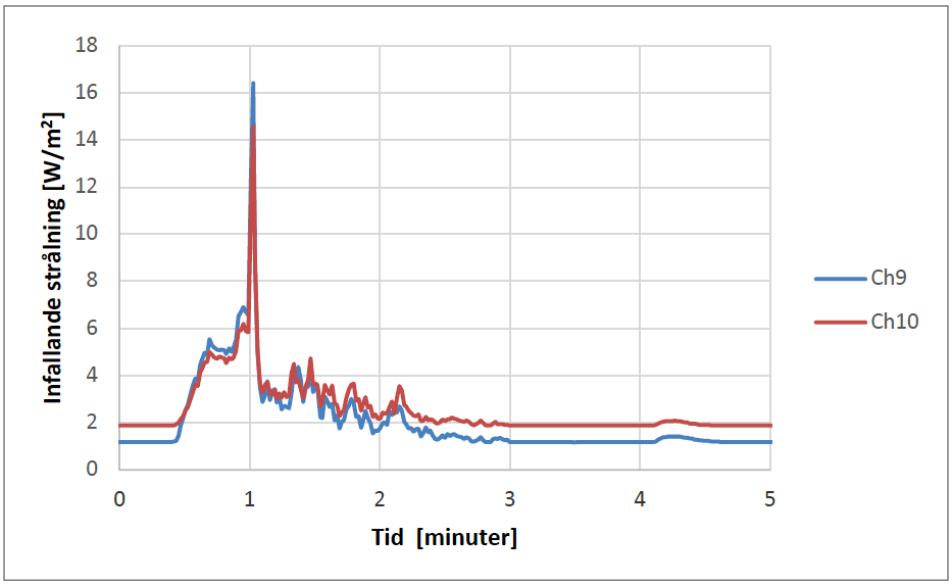


Diagram 17. Infallande strålning som funktion av tid – serie 2, test 17.



Ett samarbete mellan:

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

LUNDS UNIVERSITET

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 **www.msb.se**
Publ.nr MSB1489 - november 2022 ISBN 978-91-7927-006-3