



**HOVEDSTADENS
BEREDSKAB**

BEREDSKAB ØST



BRAND I BATTERI I ELBIL

Mini Cooper - Frankrigsgade

Indledning

Den følgende erfaringsopsamling er udarbejdet i et samarbejde mellem Beredskab Øst og Hovedstadens Beredskab. Baggrunden for dette er, at der ved håndtering af indsatsen deltog ressourcer fra begge beredskaber.

Det er vores fælles ønske at dele vores erfaringer fra indsatsen og vores tanker om de udfordringer, der kan være ved en brand i en elbil.

Erfaringsopsamlingen består af en beskrivelse af hændelsesforløbet, men også erfaringer, opmærksomhedspunkter og anbefalinger til den fremtidige håndtering af brand i batteri.

// Martin Brix, Mikkel Bøhm, Henrik Dall og Henrik Tvermose

Sammenfatning

Antallet af brande i elektriske køretøjer er fortsat lavt, og der er ikke opbygget et erfaringsmæssigt grundlag for planlægning af en indsats. Derfor besluttede Beredskab Øst og Hovedstadens Beredskab at udarbejde en fælles erfaringsopsamling, på baggrund af en brand i en elbil i Frankrigsgade. Formålet med erfaringsopsamlingen er at uddrage de forhold, som er væsentlige ved håndtering af en indsats. Det følgende er en kortfattet gennemgang af indsatsen, hvor der er lagt et særligt fokus på erfaringer og på den fremadrettede håndtering.

Hændelsen indtræder mandag den 13. november 2023, hvor Hovedstadens Beredskab alarmeres til brand i bil på Frankrigsgade (placeret i København på den nordlige del af Amager). Med udgangspunkt i erfaringerne fra hændelsen fremhæves følgende faktorer:

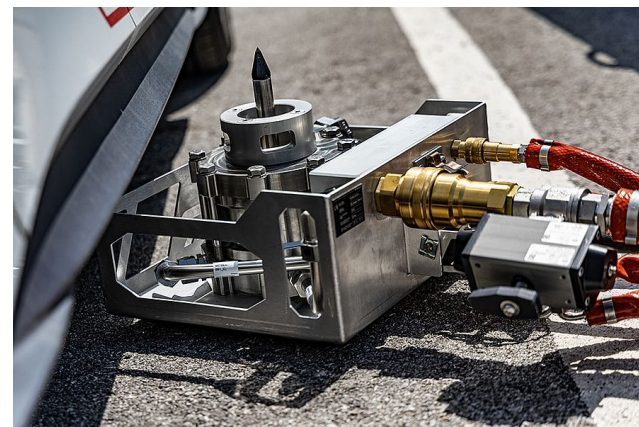
- **Opbygning/indretning** – Det er væsentligt, at der er en tydelig indretning af skadestedet, herunder vurdering og fastlæggelse af risici, samt sikkerhed for indsatsmandskabet.
- **Termografering** – Det kan være ekstremt vanskeligt at måle temperatur på batteriet og få et entydigt billede af brandens placering.
- **Værktøjer** – Det er nødvendigt at have værktøjer udviklet til batteribrandslukning. Uagtet dette, kan det være vanskeligt at "ramme rigtigt" i det brændende batteri.
- **Slukningsvand** – Slukningsvandet fra et brændende batteri kan udgøre en risiko i forhold til indsatsmandskabet og miljøet, og bør derfor ikke udledes til recipient uden forudgående vurdering af miljømyndigheder.



Figur 1 - Indledende slukningsindsats, der ses brand i udsivende gas omkring batteri – Foto: Pressefoto



Figur 2 - Der ses umiddelbar effekt af det indledende slukningsarbejde – Foto: Pressefoto



Figur 3 - Rosenbauer spikemodul – Foto: Rosenbauer GmbH



Figur 4 - Murer batterispyd – Foto: HBR

Situation og indsatsforløb

Hovedstadens Beredskab alarmeres kl. 14:58 til ild i bil i Frankrigsgade (figur 5). Der afsendes med en normaludrykning bestående af 1 sprøjte (1+3) og 1 fleksibel enhed (2), udrykningen suppleres efterfølgende med ressourcer fra Beredskab Øst (BEROS) bestående af sprøjte og slukningscontainer og yderligere ressourcer fra Hovedstadens Beredskab (HBR).

Ved ankomst på skadestedet konstateres det, at der er brand i en Mini Cooper tilsluttet ladestander. Køretøjet udsender hvidlig røg, og har spontane antændelser bagerst fra undervognen.

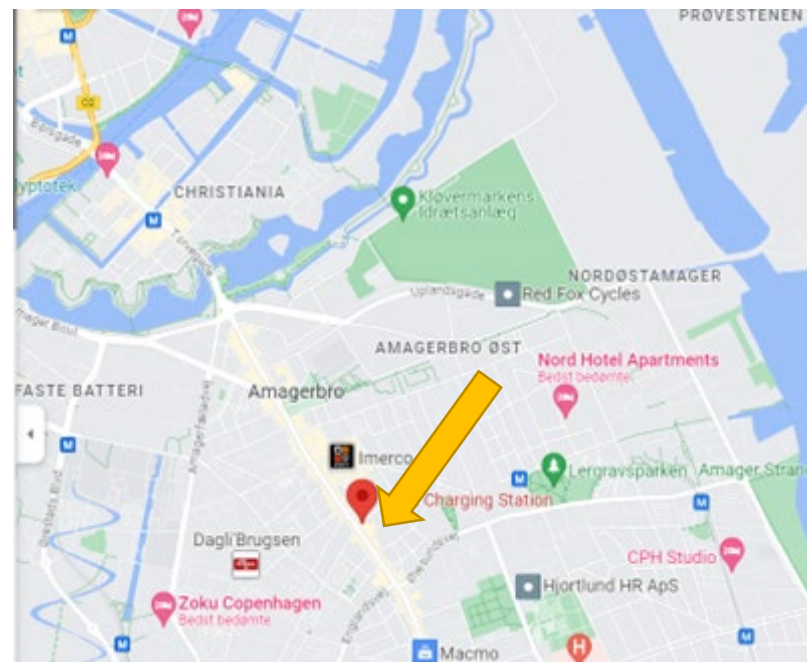
Holdleder indsætter mandskabet med to 2 HT-angreb for slukning/køling af køretøj. Ladningen af køretøjet afbrydes, da ladekablet umiddelbart kan fjernes fra køretøjet uden brug af værktøj.

Det erkendes hurtigt, at der er brand i en elbil, og at batteriet sandsynligvis også er i brand. Der gives tilbagemelding til operationscenteret, og de beslutter, at udrykningen opgraderes, så indsatsen suppleres med indsatsleder samt sprøjte og fleksibel enhed med særligt værktøj til slukning af brand i batteri. Der afsendes yderligere ressourcer fra Beredskab Øst med slukningscontainer og sprøjte.

Ved fremmøde på skadestedet, med enheder som har særlige slukningsværktøjer, ændres indsatstaktikken fra at være primært defensiv til en offensiv indsats, hvor branden i batteriet forsøges slukket. Der anvendes særlige slukningsværktøjer, der kan penetrere batteripakken og køle den indvendigt med vand. Disse værktøjer er hhv. Rosenbauers RFC Battery extinguishing system¹ (spikemodul) og MURER Feuerschutz E-Löschlanze² (batterispyd). Køling/slukning opretholdes, indtil det vurderes at have haft den ønskede effekt.

¹https://www.rosenbauer.com/fileadmin/sharepoint/products/components/bes/docs/RFC_battery_extinguishing_system_CE-Version_PC481 RFC-battery-extinguishing-system_DB_EN_220221.pdf,

Efter endt slukningsindsats blev den brandskadede bil løftet op i slukningscontainer, for at kunne transporteres væk fra skadestedet. I forbindelse med dette indtræder der en spontan antændelse af batteriet, hvorefter bilen bryder i brand igen. Mandskabet der var i gang med at fastgøre elbilen for transport, forlader omgående containeren. Slukningssystemet på containeren aktiveres, og containeren fyldes med vand.



Figur 5 - Kortudsnit med angivelse af skadested – Kort: Google-Maps

² (https://www.murer-feuerschutz.de/_pdf/e-loeschlanze/E-Loeschlanze_EN_20211026_WEB.pdf?m=1643720727&)



Figur 6 – indretning af skadested Foto: HBR



Figur 7 – Arbejde med slukningsværktøjer Foto: HBR



Figur 8 – Læsning af elbil med kraftig afgasning fra batteriet. Foto: BEROS

Observationer under indsats

Det følgende er en sammenfatning af de væsentligste observationer under indsatsen. De er baseret på tilbagemeldinger fra deltagende mandskab og teknisk ledelse, samt analyse/vurdering af video og foto fra skadestedet.

Frakobling fra ladestander

Det blev under indsatsen hurtigt afklaret, at der var tale om en elbil, da denne var tilsluttet ladestander. Frakoblingen af ladekablet foregik uproblematisk, da ladekablet ikke var låst i ladeporten og derfor umiddelbart kunne trækkes ud.

Slukningsværktøjer

Initialt blev det forsøgt at foretage slukning ved brug af spikemodulet, men det blev hurtigt vurderet vanskeligt at anvende og placere modulet korrekt i forhold til batteripakkens opbygning, og hvor branden var internt i batteriet

Idet der var ressourcer til stede fra både Beredskab Øst og Hovedstadens Beredskab besluttede HBR's tekniske ledelse på skadestedet at indsætte/foretage slukning med to slukningsspyd samtidigt.

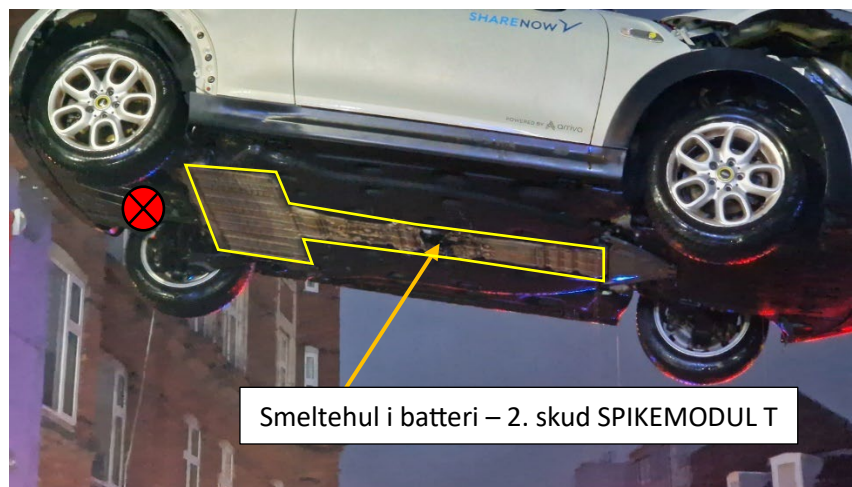


Det skal bemærkes, at det er vigtigt, at alle på skadestedet er bevidste om reaktionen, når slukningsspyddet penetrerer (gennembryder) batteriet – der vil blive skabt en lysbue og kortslutning, dette kan resultere i en kortvarigt opblusning af branden.

Ved brug af slukningsspyd er der en risiko for, at spyddet slås igennem batteripakken, hvorved vandet løber igennem, fremfor at køle batteriet. Ved indsatsen blev spyddet banket igennem batteripakken. En erfaring er, at det derfor er vigtigt at være opmærksom på placering af spyd og efterfølgende observere, om der opnås den ønskede effekt.



Figur 9 – Batteriplacering (GUL) Foto: HBR



Figur 10 – Batteripakke layout (GUL) – Spikemodul første skud (Rød X) og 2. skud. Foto: HBR



Figur 11 – Termisk billede af undervogn. Det ses, at der måles en temperatur på ca. 56 grader på det varmeste punkt



Figur 12 – Læsning af elbil. Foto: BEROS

Slukning af brand

Branden i batteriet resulterer i en afgasning fra batteriet, herunder bl.a. frigivelse af elektrolyt fra varmepåvirkede battericeller, samt frigivelse af brandbare og energirige gasser fra celler, som er brudt i brand. Disse gasser er let antændelige og kan tænde både i og udenfor bilen. Særligt, hvis gasserne tændes inde i bilen, kan dette udgøre en stor fare, hvor branden kan opleves "eksplosionsagtig".

I praksis viste det sig vanskeligt at lokalisere, hvilken del af batteripakken, der er mest varmepåvirket. Årsagen hertil er generelt, at batteripakken er kollisionssikret, beskyttet mod temperaturudsving og i øvrigt er indbygget i bilen, hvor der er mulig plads til placering af batterier. Det var derfor vanskeligt at få et billede af temperaturen i selve batteriet (i den del, hvor thermal runaway forløb).

Under indsatsen var det vanskeligt at få et tydeligt billede af den/de varmeste dele af batteriet, så længe bilen stod på jorden. Det skyldes, at der i kabinen er mange dele som skærmer batteriet (interiør, sæder mv.). I kabinen blev der målt varme langs yderkant af sæde op mod dør, hvorfor man troede, at dette var det varmeste område i batteriet.

Da bilen blev løftet op i luften for borttransport, kunne det konstateres, at det varmeste punkt var ca. midt i batteriet (se figur 11). Der blev samtidigt målt en temperatur på 57 °C på overfladen af batteriet.



Ca. 5 minutter efter billedet er taget, sker der uden yderligere forvarsel en spontan afgasning fra batteripakken, samt en efterfølgende antændelse af gassen. Dette sker, imens indsatsmandskab er ved at fastgøre bilen i containeren.

Indsatsmandskabet forlader hurtigt containeren og aktiverer containerens slukningssystem (dyser). På baggrund af hændelsen er den operative procedure i forbindelse med pålæsning og fastgørelse af køretøjet ændret.

Dyserne dækker hele bilens underside med vand, men har ingen effekt på afgasningen og begrænsning af branden. Branden slukkes først, når containeren er fyldt med vand, og vandet når op til dørhåndtagene. Dette skyldes, at batterier generelt er indkapslet og sikret mod ydre påvirkninger, og at det derfor kan være vanskeligt at få en kølende effekt af slukningsvand. Altså at store mængder slukningsvand ikke nødvendigvis har den ønskede effekt, fordi det er nødvendigt, at vandet kommer ind og køler det brændende batteri for at stoppe varmespredningen (probergering).

Sikkerhed for indsatsmandskabet

Erfaringerne fra skadestedet viser et tydeligt behov for, at alt indsatsmandskab, som arbejder i umiddelbar nærhed af en brændende eller brandskadede elbil, bør anvende fuld åndedrætsbeskyttelse. Baggrunden for dette er, at afgasning og genantændelsen af røggasser sker spontant og uden forudgående varsel. Det er derfor væsentligt, at der opsættes et tydeligt fareområde, og at dette indeholder en vurdering af alle risici, f.eks. udslyngning af fragmenter fra det brændende køretøj. Selvom hovedafbryderen på en elbil aktiveres, afbryder den ikke nødvendigvis køretøjets 12-volt system. Det betyder, at viskersystem, lys, horn og alarm fortsat er fungerende. Ved indsatsen i Frankrigsgade blev alle dele af 12-volt systemet aktiveret, hvilket kan vanskeliggøre arbejdsmiljø, særligt når bilen fastspændes i slukningscontainer. Derfor bør 12-volt systemet ligeledes frakobles for at sikre et bedre arbejdsmiljø.



Indikatorer på brand

Med udgangspunkt i erfaringerne fra hændelsen i Frankrigsgade, samt erfaringer fra andre indsatser i både udlandet og Danmark, opstilles følgende "særlige forhold" ved brand i batteri/elektrisk køretøj. Ud over de særlige faktorer, bør der også planlægges for en længerevarende indsats, da brandforløbet ved brand i et batteri er "anderledes" og kan være langvarigt (+ 3 timer). Ligeledes at brandrøgen er meget energirig, og at der kan være risiko for, at der indtræder en "eksplosion", hvis brandrøgen ikke ventileres væk.

Indikatorer på brand i batteri	Risici/særlige farer
<ul style="list-style-type: none">• Hvidlig røg omkring køretøj• Udstrømmende røg fra bilen (aggressiv eller pulserende udstrømning)• Kemisk/besk lugt i området omkring bilen• Pulserende/kraftigt opblussende brand /antændelse af røggasser	<ul style="list-style-type: none">• Eksplosion• Giftig røg (kan betyde forkortet indsatstid)• Anderledes/langvarigt brandforløb

Figur 12 – Særlige indikatorer ved brand i batteri, samt særlige farer.

Indretning af skadested

Ved brand i et elektrisk køretøj, bør skadestedet indrettes med henblik på at sikre optimale indsatsforhold og under hensyntagen til de særlige udfordringer, der kan være forbundet med slukningsarbejdet.

Tilrettelæggelse af indsats

Som holdleder kan indsatsen planlægges og indledningsvis håndteres med udgangspunkt i nedenstående opmærksomhedspunkter.

Information

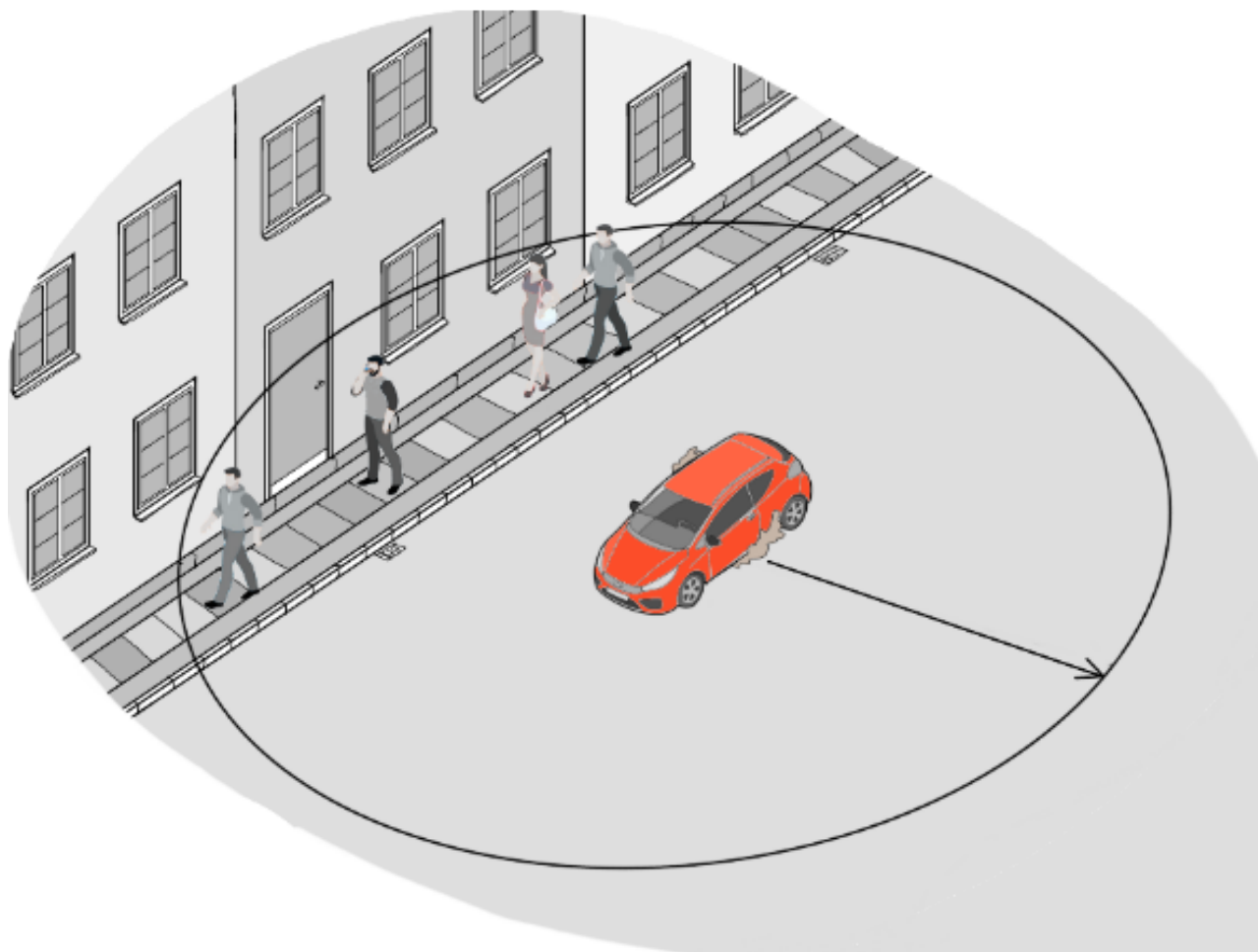
- Info om køretøj indhentes via CRS eller tilsvarende opslagsværk, dette kan bl.a. vise placering af batterier, højspændingskabler og nødafbrydere mv.

Tiltag

- Fastlæg et passende fareområde med det formål at sikre plads til indsats og sikre personer. Det kan efterfølgende evt. reduceres, når relevante risici er håndteret, men det bør "kun" ske som en bevidst handling.
- Døre og vinduer på brandskadede bil åbnes/brydes for at sikre ventilation af køretøjskabine (for at minimere risiko for eksplosion)
- Brand slukkes/dæmpes for at begrænse varmepåvirkning af batteriet, og for at beskytte omgivelserne
- Det kan overvejes at sikre bedre muligheder for slukningsarbejde (f.eks. ved at trække den brændende bil væk/ud i det fri, eller fjerne biler ved siden af)
- Der kan benyttes OTV til at styre røgfane

Vandforsyning

- Man kan med fordel ved denne type indsatser planlægge for et højere vandforbrug end ved "normale" bilbrande. Hvis det ikke er muligt at udlægge fast vandforsyning til brandhane, så kan en tommelfingerregel være min. en vandtankvogn ved en bilbrand, og to vandtankvogne ved brand i lastbil eller bus.



Indretning af skadested

- Hold god afstand til køretøjet
- Risiko for personer, der er i nærheden af røgfanen
- Røgspredning til bygninger/omgivelser
- Brandspredning til omgivelser
- Skab plads til indsats
- Særlig opmærksomhed på miljø

Figur 13 – illustration af skadested, og de elementer som bør indgå i risikovurderingen



Figur 14 – underside af elbil efter endt slukningsindsats. Branden ses at have været koncentreret ca. midt i bilen

Udfordringer og risici ved slukning af brand i batterier

Ud over de udfordringer, der kan være forbundet med at slukke en brand i et batteri, kan der også være udfordringer forbundet med håndtering af slukningsvand og den tilbageværende energi i batterierne (stranded energy).

Slukningsvand

Kan slukningsvandet udgøre en risiko? Beredskab Øst har fået foretaget en række analyser af slukningsvand fra brande i elbiler. Slukningsvandet er blevet indsamlet under/efter indsats og analyseret af Kemisk Beredskab³. Slukningsvandet er indsamlet ved at tage prøver af vandet i slukningscontaineren. Ved to af hændelserne har bilens batteripakke været involveret i branden, og der blev målt et pH-niveau på 10-14 (basisk). I den sidste prøve, hvor batteripakken sandsynligvis ikke har været involveret i branden, blev der målt et pH-niveau på 6. Slukningsvandet kan udgøre en sikkerhedsmæssig risiko for indsatsmandskabet grundet det høje pH-niveau og ved den efterfølgende håndtering. Analyserne viser, at der er en række kemiske processer, som vi ikke nødvendigvis kan gennemskue, og at der bør være et særligt fokus på dette ved håndteringen af slukningsvandet. Det må derfor understreges, at selvom tømningen af en container foregår i en ikke-akut fase, så bør der anvendes de samme værnemidler som ved håndtering af tilsvarende væske med højt pH-niveau. Det er vigtigt, at slukningsvandet enten opsamles og bortskaffes, eller kun udledes på et sted, hvor miljømyndighederne kan/vil godkende dette, det kan f.eks. være på et lokalt rensningsanlæg.

³ Kemisk beredskab, Beredskabsstyrelsen analyserapport nr. 2020/000823 – 2022/004130 – 2023/06407

Stranded energy

Selvom slukningsarbejdet er afsluttet, kan batteriet i køretøjet fortsat indeholde store mængder energi. Det kan være vanskeligt at vurdere, om batteriets energi er fuldstændig tømt, og det vil i praksis kun kunne vurderes af en tekniker. Derfor bør batterier altid håndteres med passende værnemidler, og man bør være opmærksom på, at de potentielt kan udgøre en risiko. Det betyder også, at det er vigtigt at afmærke og overbringe relevant viden til skadeservice eller vejhjælp, som efterfølgende skal håndtere køretøjet.



Figur 15. Brandslukningscontaineren indeholdende bil på spildevands- og rensningsanlægget (Mølleåværket A/S). Dette giver sikker mulighed for udledning af slukningsvand.