Olycksutredning

Brand i ställverk - [redacted]

[redacted]

Upplysningar om olyckan

Larmtid:	Onsdag 2021-12-08 kl. 16.31
Adress:	[redacted] Karlskrona kommun
Förmodad händelse vid larm:	Automatiskt brandlarm
Olyckstyp:	Brand i byggnad
Objektstyp:	Ställverk inne i byggnad
Larm/ärendenummer:	G2021.141206
Dnr:	2022.0227.5.1.1.3

Olycksutredare

Frida Eiman Johansson, Brandingenjör, Räddningstjänsten Östra Blekinge

Övriga referenser

Mattias Strömgren, MSB
Lars Hoffman, elsäkerhetsexpert via MSB
Ingvar Svensson, Elsäkerhetsverket

Innehåll

Bakgrund 4
Syfte 4
Metod 4
Insatsen i stort 5
Brandorsak 8
Diskussion 9
Inkommande ström 9
Bakspänning 9
Brandsläckning 9
Skyddsutrustning 10
Taktik 10
Tillbudet 11
Isolationsmätning av kolsyresläckare 13
Slutsats 14
Åtgärder 14
Referenser 14

Bakgrund

Onsdagen den 8 december 2021 larmades Räddningstjänsten Östra Blekinge till ett automatiskt brandlarm på [redacted] i Karlskrona. Vid framkomst visade det sig vara en brand i ett ställverk/elcentral i källaren. I samband med släckning med kolsyra upplevde en av rökdykarna att han fått ström i sig.

Mot bakgrund av händelsen beslutades att det inträffade skulle anmälas till Arbetsmiljöverket då det utgjort ett allvarligt arbetsmiljötillbud som eventuellt kunde lett till svårare personskada. En arbetsmiljöutredning har genomförts (dnr. 2021.0996.2.8.2) och skickats till Arbetsmiljöverket som granskat ärendet och lagt ner sin undersökning.

Enligt 3 kap 10 § i lagen om skydd mot olyckor (LSO 2003:778) skall kommunen se till att alla olyckor som föranlett räddningsinsats utreds i skälig omfattning. Syftet är att klarlägga orsakerna till olyckan, olycksförloppet samt hur insatsen har genomförts. Fokus i denna utredning har legat på att ta reda på orsakerna kring tillbudet, hur det kunde hända och varför. MSB har varit behjälpliga med att koppla samman Räddningstjänstens olycksutredare med en av deras elsäkerhetsexperter. Även Elsäkerhetsverket och företaget där olyckan inträffat har varit delaktiga i utredningsarbetet.

Syfte

Olycksutredningen syftar främst till att klarlägga orsakerna till det tillbud som inträffade i samband med släckning av anläggningen och vilka lärdomar som kunnat dras av händelsen.

Metod

Insamling av fakta har skett genom intervjuer med inblandad personal, dokumenterade loggar samt bildmaterial. Samverkan har skett med Elsäkerhetsverket, MSB och en elsäkerhetsexpert på området, företaget där branden inträffade samt det brandredskapsföretag som servat/fyllt släckarna som använts vid insatsen. Även litteratursök har genomförts i begränsad omfattning för att undersöka om något liknande rapporterats tidigare. MSBs elsäkerhetsexpert har genomfört mätningar på släckutrustning för att undersöka kolsyresläckares elektriska konduktivitet.

Insatsen i stort

Onsdagen den 8 december 2021 larmades Räddningstjänsten Östra Blekinge till ett automatiskt brandlarm på [redacted] i Karlskrona. Redan i samband med utlarmning ges information från SOS att de ringt från platsen och meddelat att det rör sig om hantverkare som råkat utlösa larmet. Släckenhet 1010 från Karlskrona beger sig till platsen för att kontrollera och återställa brandlarmet. Vid framkomst möts de av personal från [redacted] som berättar att ett rum i källaren, ”någon typ av elcentral”, är rökfyllt. Styrkeledaren på bil 1010 kontaktar insatsledaren om att det trots allt rör sig om en skarp brand och att de troligen behöver förstärkning, varpå släckenhet 2010 från Ronneby larmas ut. Insatsledaren beger sig till platsen.

Personer på plats meddelar att de arbetat med ställverket under dagen och att utrymmet kontrollerades en timme innan larmet gick. En av personerna är elektriker och är inkallad som ”expert” på anläggningen. Denne följer med rökdykarna ner och visar var rummet ligger. Med sig har rökdykarna en pulversläckare.

I källaren kan rökdykarna konstatera att ingen rökspridning har skett till korridoren. Elektrikerna har nyckel till rummet, som är märkt ställverk, och låser upp så att rökdykarna kan kontrollera utrymmet med värmekamera. Ställverket är det rum där inkommande ström till byggnaden ansluts. Styrkeledaren påtalar på radion till rökdykarna att använda kolsyresläckare som finns placerade i korridoren, istället för pulver som de tagit med sig från släckbilen.

Rökdykarna ser ingen brand, men en förhöjd temperatur på ett av skåpen, ca 45-50 grader, samt en viss rökutveckling. Elektrikern meddelar att det inte är helt ovanligt med den temperaturen. Rökdykarna kontrollerar kabelrännan under elcentralen och kan i värmekameran se att något varmt droppar under ett av skåpen, som inte elektrikern har någon förklaring till.

Bild 1 Rökdykarna filmar i kabelrännan under elcentralen och kan notera att något varmt droppar ner på golvet (röd ring).

Rökdykarna uppfattar efter vidare kontroll att det brinner i elcentralen. Styrkeledaren påtalar för elektrikern att strömmen måste brytas. De diskuterar hur och var detta kan göras och styrkeledaren får besked om att strömmen kan brytas inne i elcentralen via fyra brytare. Då det råder en viss osäkerhet kring vilka brytare det handlar om tar rökdykarna med sig en telefon in och filmar rummet. Elektrikern kan därefter visa exakt vilka brytare de ska vrida och hur det ska gå till. Styrkeledaren frågar elektrikern flera gånger om det finns risk för strömstötar eller motsvarande att genomföra

denna åtgärd, men det ska det inte finnas. Efter att brytarna vridits av ska anläggningen vara säker. Rökdykarna går in och genomför åtgärden.

Bild 2 Brytarna som rökdykarna slog ifrån.

Efter vidare samtal med elektrikern så vill han att Räddningstjänsten ska öppna ett skåp i elcentralen med hjälp av en specialnyckel för att kunna se vad det är som har hänt och orsakat rökutvecklingen. Styrkeledaren försäkrar sig på nytt att detta kan göras utan risk och får svaret att det kan göras helt säkert då strömmen är bruten. En av rökdykarna påtalar att det står någon varningsskylt om att risk för bakspänning kan uppkomma. Detta avfärdas av elektrikern då strömmen är bruten.

Rökdykarna får specialnyckeln av elektriker och får till uppgift att öppna skåpet i elcentralen, med rökdykledaren sittande i dörren. Med sig har rökdykare 1 (RD1) en kolsyresläckare. Rökdykare 2 (RD2) öppnar skåpet och innanför brinner det med öppna lågor. Instinktivt görs ett kort släckförsök mot de synliga lågorna. Kort därefter riktar RD1 munstycket snett inåt i skåpet och gör ytterligare ett släckförsök mot delen där de har sett förhöjd temperatur tidigare.

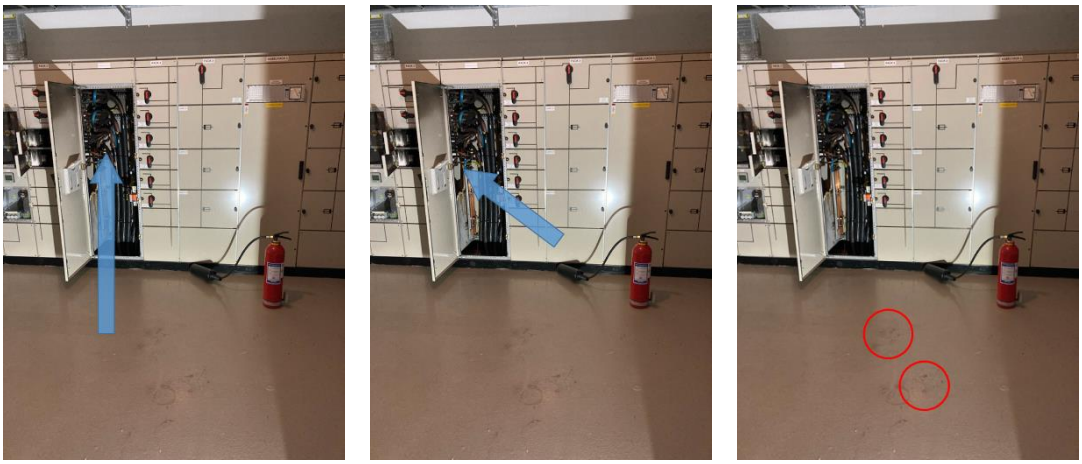


Bild 3 Första respektive andra påföringen av kolsyra. I samband med det andra släckförsöket upplever rökdykare 1 ström. De röda markeringarna visar sotiga fotavtryck där rökdykaren stått.

I samband med det andra släckförsöket uppfattar RD1 att han får ström i sig från golvet som kryper upp i kroppen. Blir till viss del stel, men lyckas släppa handtaget till släckaren och kastar sig ut. RD2

och rökdykledaren lämnar genast rummet och stänger dörren. Beslut tas därefter att ingen får gå in i rummet då det är oklart om vad som inträffat.

Styrkeledaren pratar med RD1 och skickar upp honom med chauffören för att hålla koll på honom. Insatsledaren rapporterar till SOS vad som hänt, som larmar ambulans. Insatsledaren ber även att räddningschef i beredskap (RCB) ska larmas. RCB ringer upp insatsledaren och stämmer av vad som inträffat och ringer därefter upp Affärsverkens jour för att de ska bege sig till platsen och vara behjälpliga om inkommande ström till fastigheten måste brytas. RCB beger sig till platsen.

Samtal med elektrikern förs om vad som kan ha hänt och hur, men han vet inte. RD2 säger sig ha sett en huvudströmbrytare i rummet, som satt cirka en meter till vänster om brytarna som tidigare slogs ifrån. På grund av osäkerhet kring vad som orsakat tillbudet väljer man att fortsatt inte beträda rummet.

RCB kommer till platsen och tar över som räddningsledare. Röken ventileras bort och temperaturerna i rummet går ner. En ny riskbedömning kring huruvida det är säkert att gå in i rummet görs och elektrikern tillsammans med RD2 tillåts gå in och slå av huvudströmbrytaren. Räddningstjänsten avslutas och anläggningen lämnas över till verksamheten.

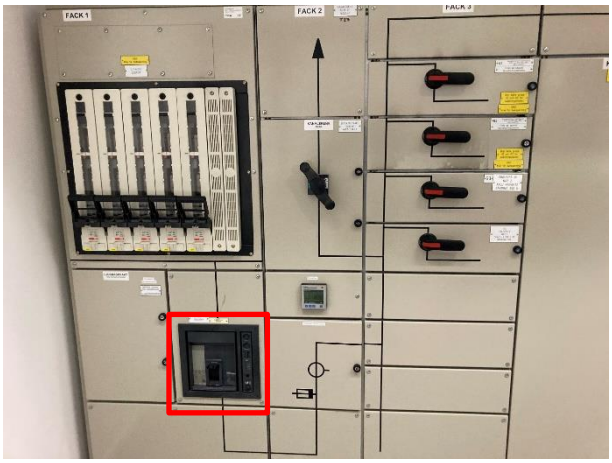


Bild 4 Huvudströmbrytaren.

Brandorsak

Branden har troligtvis startat i kablarna i ringtransformatorn för spänningsmätning. Två timmar innan branden i ställverket hade företaget installerat en ny UPS[1] i rummet mittemot. Denna hade i samband med detta kortslutits, varpå den snabbt fick kopplas ur igen. De kablarna som brann var kopplade till denna UPS. Företaget har dock inte kunnat redovisa någon närmare förklaring till varför branden skulle uppstått, men att det borde finnas ett samband.

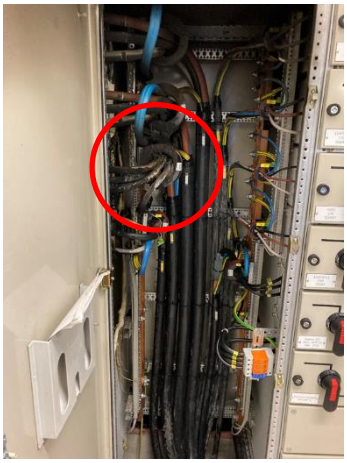


Bild 5 Ringtransformator för strömningsmätning runt brandskadade kablar.

[1] Uninterupted Power Supply, reservkraftsaggregat/batteri

Diskussion

Anledningen till att rökdykaren fick ström i sig var oklar efter insatsen. Frågeställningar kring inkommande ström, bakspänningar, släckningsförfarandet, utrustningen och vald taktik har lyfts upp under utredningens gång. Omständigheterna som framkommit redovisas nedan.

Inkommande ström

Inkommande ström bröts aldrig till fastigheten eller till aktuellt ställverk/elcentral. De brytare som rökdykarna slog av stängde strömmen till den del av anläggningen där de brinnande kablarna fanns. Räddningstjänsten fick därefter klartecken att strömmen var bruten och det var den, men endast efter brytarna. Inkommande ström låg fortfarande på med 400 V/1000 A. Inne i skåpet i elcentralen var skenorna oskyddade i facket bredvid brytarskåpet. Mellanväggen inuti ställverket som skiljde det kabelrack som brann och skenorna för inkommande ström hade delvis smält ner på grund av branden, det var denna plast som rökdykarna kunde se med värmekameran droppandes ner i kabelrännan under elcentralen.

Bakspänning

Bredvid brytarna på elcentralen satt varningsskyltar för bakspänning. Företaget har efter olyckan bekräftat att det inte fanns någon risk för detta i aktuellt fall. Det fanns inte heller några kondensatorer som kunde vara uppladdade i elcentralen och därmed utgjort någon risk.

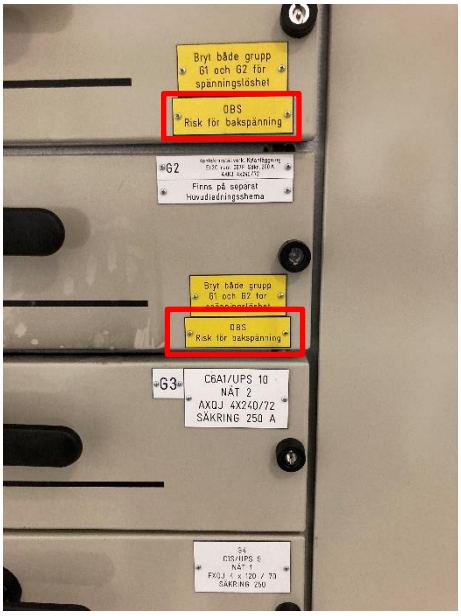


Bild 6 Varningsskyltar för bakspänning.

Brandsläckning

Rökdykarna hade med sig en kolsyresläckare in i rummet när luckan till kabelskåpet skulle öppnas. Då det brann med öppna lågor innanför luckan i kablarna gjorde RD 1 ett släckförsök med kolsyran. Först rakt in i skåpet mot kablarna och flyttade sig sedan i sidled för att komma åt baksidan av panelen där de tidigare kunnat se brand genom springorna, där kablarna var inkopplade. Det var under denna

panel som mellanväggen smält ner så att skenorna för inkommande ström i nästa fack var frilagda. RD 1 upplevde ström när det andra släckförsöket genomfördes då kolsyran riktades mot skenorna för inkommande ström. Avståndet till skenorna uppskattas till 1,5 meter. Rökdykaren hade handbrandsläckaren på golvet och höll i munstycket med handskbeklädd hand. Han rörde aldrig vid skåpet och ingen ljusbåge kunde uppfattas i rummet. Kolsyra/koldioxid leder ej ström.

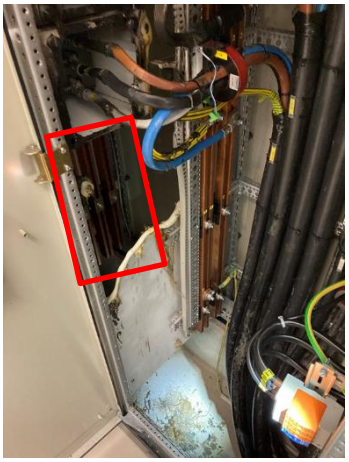


Bild 7 Oskyddade skenor för inkommande ström, bakom den mellanvägg i plast som smält ner pga branden.

Skyddsutrustning

Rökdykarna hade larmställ, andningsapparat, handskar och gummistövlar. Samtlig utrustning klassad och godkänd för rökdykning. Inga brister i skyddsutrustningen har identifierats.

Bild 8 Gummistövlarna är klassade och godkända för rökdykning.

Taktik

Vid framkomst fick styrkan information om att det inte alls rörde sig om ett onödigt larm som orsakats av hantverkare, som de blivit meddelade av SOS, utan om en faktisk brand i ett ställverk. Riskerna kring inkommande ström var uppenbara och uttalades både på radio och på plats. För att

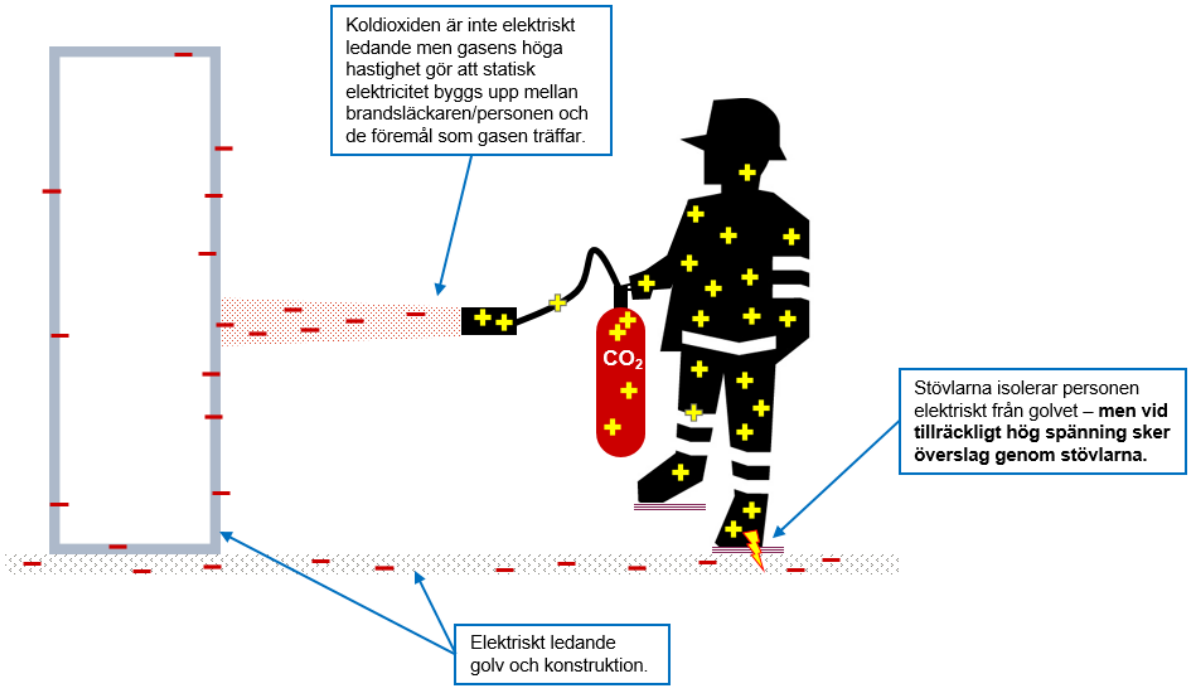
skapa sig en bild av läget gjordes en kontroll av rummet. Rökdykarna använde sig av värmekamera och sedan även telefon för fotografering och filmning. Till styrkeledarens hjälp fanns en elektriker på plats som var ”expert” på anläggningen som kunde svara på frågor och även guida styrkan i anläggningen. Målet var att stänga strömmen och på så vis stoppa branden. Strömmen bröts och därefter skulle en mer defensiv inriktning kunnat väljas där rummet stängdes till och man avvaktade för att se om branden slocknade av sig själv. Istället valdes en mer offensiv inriktning, när anläggningen var säkrad, det vill säga ”strömlös”. Elektrikern ville få mer information om vad som inträffat och ville få en lucka i centralen öppnad för att kunna se där det brunnit för att få en uppfattning av skadorna. Rökdykarna fick till uppgift att öppna luckan, men upptäckte att det fortfarande brann i kablarna och släckte med kolsyra.

Tillbudet

Räddningstjänsten har haft ett nära samarbete med företaget och deras underleverantörer av el/IT-lösningar för att utreda orsaken till branden och hur rökdykaren kunnat få ström i sig. En av frågorna har varit om det kunnat komma ström från anläggningen annat än från skenorna för inkommande ström i form av uppladdade kondensatorer, bakspänningar från UPS osv. Det har kunnat uteslutas.

Då kvarstår frågan om strömmen gått från skenorna till brandmannen och i så fall hur eller om det finns en annan förklaring. För att få stöd i frågan kontaktades Elsäkerhetsverket och MSB. De hade ingen kännedom om att något liknande skett tidigare. MSB tog kontakt med en av deras elsäkerhetsexperter som de använt i andra utredningar och kopplade samman honom med Räddningstjänstens utredare. Efter en föredragning av det inträffade kunde experten med stor säkerhet utesluta att strömmen kommit från skenorna då det inte fanns förutsättningar för en sluten krets. Kolsyran leder inte ström, inte heller luften. Eftersom rökdykaren aldrig varit i närkontakt med skenorna kunde inte heller tillbudet förklaras med att det skett en ljusbåge eller motsvarande.

Anledningen till tillbudet var enligt experten att kolsyran orsakat statisk elektricitet vid släckningsförfarandet. Allt i ställverket var jordat utom rökdykaren som ”alstrar” elektricitet och på så sätt bygger upp en potentialskillnad mellan sig själv och omgivningen. När skillnaden blir för stor ”slår” spänningen igenom stöveln ner i golvet, som agerar jord, och då upplevs det som att strömmen kommer från golvet och upp i kroppen, se figur 1 på nästa sida. Elstöten var så kraftig att brandmannen fick ligga kvar på sjukhus över natten för observation efter provsvar som visat organpåverkan. Dagen efter var värdena återställda och det ska inte ha blivit något bestående skada.



Figur 1 Schematiskt bild över orsaken bakom tillbudet. (Bild framtagen av Mattias Strömgren, MSB)

MSB var behjälpliga med att koppla ihop Räddningstjänsten med en av deras experter på elsäkerhet. Han menar att när gasen strömmar ut från kolsyresläckaren blir munstycket laddat av statisk elektricitet och kan få en potentialskillnad på upp till 50 000 volt. Det är samma effekt som en bandgenerator. Är då individen, som i detta fall, utrustad med starkt isolerande skydd så kan ett statiskt fält uppstå. Vid tillräckligt hög spänning sker ett överslag genom stövlarna och det är då brandmannen känner strömmen. Det hade alltså, enligt experten, ingen betydelse huruvida strömmen till elcentralen var bruten eller ej, utan det faktum att rummet var väljordat och kolsyran alstrar statisk elektricitet som övergår till brandmannen som i sin tur inte är i kontakt med jord utan laddas upp tills det blir ett överslag. Detta hade följaktligen även kunnat hända utan brandtillbud vid utlösning av kolsyresläckare i detta utrymme.

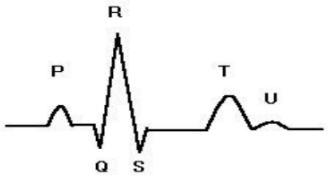
De rekommendationer som finns kring hantering och släckning av elbränder är att släcka med kolsyra. Varken Elsäkerhetsverket eller MSB har i statistik kunnat finna eller hört talas om något liknande fall. Enligt statistik från händelserapporterna mellan år 2018-2020 använder svensk räddningstjänst kolsyresläckare ca 100 gånger per år vid skarpa insatser. I Brandskyddsföreningens bok ”Elsäkerhet vid räddningsinsats” (Eriksson, 2011) nämns inget om statisk elektricitet utan endast riskerna vid beröring. I Räddningsverkets bok ”Vatten och andra släckmedel” (Särdqvist, 2002) finns beskrivet en urladdningstråd i snöröret som skulle förhindra uppbyggnaden av statisk elektricitet, men denna tråd finns inte i dagens släckare.

Isolationsmätning av kolsyresläckare

För att kontrollera huruvida snöröret i kolsyresläckare leder ström genomförde Lars Hoffman, elsäkerhetsexpert, en isolationsmätning av en motsvarande kolsyresläckare som den som användes vid tillbudet. En av frågeställningarna var om urladdningstråden, även kallad jordfläta, ersatts av halvledande plast och hur bra den i så fall var.

Isolationsmätningen utfördes med en METRISO 5000A av märket MetraHit. Mätningen genomfördes med dels 1000 och 5000 V för att säkerställa om mätvärden förändras med spänning, vilket det inte gjorde. Kolsyresläckaren var av märke Tempus och saknade urladdningstråd i snöröret.

Mätning mellan flaska och hela gummislangens längd visade en resistans på 100 MΩ. Detta ger en förhållandevis god ledningsförmåga för att leda bort eventuell uppbyggnad av statisk spänning. Vid 400 V leder slangen endast 4 µA. Skadligt för mänsklig vävnad enligt ISO 60479-1 är ström över 10 mA, se tabell nedan.

Risk	Ström (AC)	Effekt
Normalt ofarligt	< 0,5 mA 1-8 mA	Under känseltröskeln Kännbar stöt, det går att släppa taget
Farligt  	8-15 mA 15-20 mA 50-100 mA 100-200 mA > 200 mA	Smärtsam stöt, det går att släppa taget. Smärtsam stöt, det går inte att släppa taget. Hjärtkammarflimmer kan inträffa, kvävningsrisk. Hjärtkammarflimmer inträffar. Brännskador, svåra kramper – bröstmusklerna stoppar hjärtat.

Mätning mellan flaska och snörör visade på oändlig resistans, det vill säga att snöröret inte leder ström. Det finns alltså möjlighet att bygga upp en högstatisk spänning mellan snörör och flaska/slang. Vid en ponerad statisk spänning om ca 30 kV så leder slangen till flaskan ca 0,3 mA.

Slutsatsen är att hade plasten i snöröret varit av ett svagt ledande material i likhet med gummislangen, alternativt varit försett med urladdningstråd, så hade troligen problemet med uppbyggnaden av statisk elektricitet minimerats och aktuellt tillbud inte skett.

Slutsats

Orsaken bakom tillbudet är statisk elektricitet som uppkommit vid utlösning av kolsyresläckaren. Brandmannen har byggt upp ett elektriskt fält mellan sig själv/släckaren och omgivningen. När potentialskillnaden blev för stor skedde ett överslag mellan golvet och fötterna. Hade plasten i snöröret varit av ett svagt ledande material eller varit försedd med en urladdningstråd hade detta troligen inte skett. Omständigheterna i övrigt, med välisolerade skyddskläder, en jordad miljö och torr luft bidrar till att stöten blir så kraftig.

Åtgärder

När Räddningstjänsten, efter tillbudet, varit i kontakt med företag som laddar handbrandsläckare känner de väl igen problemet med statisk elektricitet vid utlösning av kolsyresläckare. De säger sig uppleva stort obehag av de ”stötar” som de får i samband med tömning av kolsyresläckare. Räddningstjänsten anar därför att detta är ett större och mer utbrett problem som borde utredas vidare av Elsäkerhetsverket, Arbetsmiljöverket och MSB. En översyn av riktlinjer kring hantering av släckare och information om riskerna kring statisk elektricitet, i synnerhet i väljordade utrymmen, bör genomföras av de centrala myndigheterna. Tillverkare av kolsyresläckare bör, enligt Räddningstjänsten, undersöka möjligheterna till en vidareutveckling av snörrörets utformning för att kunna omhänderta den statiska elektricitet som byggs upp vid utlösning av släckare.

Information om att kolsyresläckare kan generera så mycket statisk elektricitet att potentialskillnaden kan ge kraftiga stötar bör förmedlas internt till operativa avdelningen samt utbildningsansvariga.

Insatstaktiskt bör räddningsledaren ha en relativt defensiv hållning till användande av släckmedel i väljordade utrymmen såsom ställverk som inte utgörs av fasta släcksystem.

Referenser

Eriksson, R. (2011). *Elsäkerhet vid räddningsinsats.* Stockholm: Brandskyddsföreningen.
Särdqvist, S. (2002). *Vatten och andra släckmedel.* Borås: Räddningsverket.