

Resursutvärdering av insatsmöjligheter

Huvudkulvertssystem vid SSAB EMEA, Luleå

Joakim Bergman

Brandingenjörsexamen
Brandingenjör

Luleå tekniska universitet
Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser

Resursutvärdering av insatsmöjligheter

Huvudkulvertsystem vid SSAB EMEA, Luleå

Joakim Bergman

Förord

Arbetet bakom den här rapporten bygger på mycket samarbete och diskussioner med personal vid SSAB EMEA i Luleå.

Jag vill tacka alla personer som bidragit med information och stöd under arbetets gång. Framförallt personalen vid eldistributionen och den interna räddningstjänsten vid SSAB EMEA i Luleå. Familj och vänner har också utgjort ett stort stöd.

Ett speciellt tack riktas till Ronnie Lindberg, brandingenjör vid räddningstjänsten i Luleå och min handledare vid LTU samt Kurt Löfgren, sektionschef eldistribution, som varit min handledare vid SSAB EMEA i Luleå.

Luleå november 2012

Joakim Bergman

Abstract

SSAB EMEA is one of the world's most prominent industries in the steel manufacturing. In order to ensure continuous production of steel and an otherwise functioning operation some vital features must work. One of those vital features that affect all functions within the organization is the distribution of electrical energy. Below ground at SSAB EMEAs area there are cable culverts where power supply and control cables are located. Power supply cables provides processes and facilities in the area and control cable for controlling the manufacturing process.

A fire in any part of these cable culverts would cause serious consequences from an economic perspective and may also result in serious injury or death.

The work of this report has examined what SSAB EMEAs own organization can do in a fire incident in the cable culvert. It was necessary to find out what the internal emergency service could do in case of a fire incident. The division of electrical distribution at SSAB EMEA also has an important role in case of a fire incident because of their expert skills regarding electrical equipment.

Four main issues were identified and became the basis for the further work.

- **Culvert design and its fire protection?**
- **The proactive safety works in the organization in terms of material and education?**
- **What is the knowledge in terms of safety behaviour in spaces with electrical installations of the staff at the internal fire department?**
- **What procedures are there for the staff of electrical distribution to make the cables current less in a fire scenario?**

The methods used to make this resource assessment of the organization are largely based on site visits and interviews at both the department for distribution and on the internal emergency service.

Initially it was considered important to get better insight in the two different departments. What resources had each department? What was their view of the issue and its problems? Several visits to the culvert system was carried out to see what physical conditions the facility was in terms of fire safety, accessibility, evacuation and similar.

Discussions were held regarding the ability of the personnel at the fire department and an inventory of their equipment was conducted. Discussions and interviews became a foundation for what areas that should be further investigated in literature study. Great importance was considered on security issues and above all personal safety in case of emergency resource in spaces with high voltage installations. This led to an investigation with a number of different extinguishing methods and their advantages and disadvantages when used in high voltage installations.

Regulations regarding BA-group were investigated in the report with respect to the resources of the organisation.

Pre-planning processes is about the prevention of accidents as well as handle them safely and effectively. It all has a basis in the law *lag (2003:778) om skydd mot olyckor*.

The law states that the facility owner or the holder of the business is required to prevent and mitigate such damage. A good pre-planning process is one way in the early stages to prevent and reduce such consequences. Pre-planning process involves many parts, it covers everything from collecting technical information about the object to risk analysis and exercises in action. The work culminates in operational plans with information regarding technical details of the object that serves the emergency service in case of an accident.

Other organisations with cable culverts and even SSAB EMEA in Luleå has generally no set of procedures on how an fire fighting operation should be conducted in their own culvert system. Those responsible for each organisation meant that the way it should be done was entirely dependent on the situation.

The discussion could be concluded that during a fire, it is important to be able to do as many of the cables current less to minimize the risks for rescue workers during an operation in the culvert.

The opinions regarding strategies of fire fighting in the culvert system was based on the literature study as well as the organizations capacity in terms of manpower and equipment. It was confirmed that the strategies was different depending on where the fire would likely begin.

If the fire would start in section T-EH it was considered most effective and safe to extinguish the fire by using the so-called fire-extinguishing grenades. In the sections T-EA and T-EB the recommendation was to make experiments of smoke gas evacuation. This could be done by filling the whole section with cold smoke and by pressurization try to evacuate the smoke gases at the escape route in the middle of the section. A successful evacuation of smoke gases as a result of pressurization could be the only way to make an acceptable environment for the fire fighters to go in to the culvert and extinguishing the fire. To suppress the actual fire it is suggested to use either dry chemical powder or water spray.

Sammanfattning

SSAB EMEA är en av världens mest framstående industrier inom ståltillverkning. För att säkerställa en fortlöpande stålproduktion och en i övrigt fungerande verksamhet måste alla delar i ledet fungera. En mycket vital funktion är en fungerande eldistribution. Under jord på verksamhetsområdet går så kallade kabelkulvertar där kraft- och manöverkabel är förlagda. Dels strömförsörjer kablarna tillverkningsprocesser och anläggningar på området och dels finns manöverkablar för styrning av tillverkningsprocessen.

En brand i någon del av dessa kabelkulvertar skulle innebära svåra konsekvenser ur ett ekonomiskt perspektiv och kan också resultera i allvarliga personskador eller dödsfall.

Arbetet i den här rapporten har utrett vad SSAB EMEA:s egen verksamhet kan göra vid en brand i kabelkulverten. Det blev i stor utsträckning intressant att ta reda på vad den interna räddningstjänsten på verksamheten hade för möjligheter att göra en insats. Avdelningen för eldistribution på verksamheten har också en viktig roll vid en insats då de har expertkompetensen gällande elutrustningen.

Fyra huvudsakliga frågeställningar fastställdes som skulle bli en grund för det vidare arbetet.

- **Kulvertens utformning och dess brandskydd?**
- **Verksamhetens beredskapsresurser vid olyckor i form av materiell och utbildning?**
- **Vilken kompetens finns inom interna räddningstjänsten om starkströmsanläggningar och säkert agerande?**
- **Vad har personalen vid eldistributionen för rutiner att göra kulverten spänningslös vid brand?**

Metoderna som har använts för att göra den här resursutvärderingen av verksamheten bygger till stor del på platsbesök och intervjuer vid dels avdelningen för eldistribution och dels vid den interna räddningstjänsten.

Initialt i arbetet ansågs det viktigt att skapa sig en klar och tydlig bild av de två olika avdelningarna. *Vilka resurser hade respektive avdelning? Hur var deras syn på frågan och dess problematik?* Flertalet besök i kulvertsystemet gjordes för att se vilka fysiska förutsättningar anläggningen hade i fråga om brandskydd, framkomlighet, utrymningsmöjligheter och dylikt.

Diskussioner om kompetens bland beredskapsstyrkan samt resursinventering av brandstationens utrustning genomfördes. Diskussioner och intervjuer satte en grund för vilka områden som skulle utredas vidare i litteraturstudier. Stor vikt lades vid säkerhetsfrågorna och framförallt personsäkerhet i fråga om räddningsinsatser i starkströmsanläggningar.

Det spåret ledde vidare till en utredning av ett antal olika släckmedelsmetoder med för- respektive nackdelar vid användning i starkströmsanläggningar.

Vid en brand är det mycket troligt att en rökdykarinsats kan bli aktuellt. Föreskrifter gällande rökdykning utreddes i rapporten med hänsyn till resurserna på verksamheten.

Insatsplanering handlar om att förhindra uppkomsten av olyckor och dels kunna hantera dem på ett säkert och effektivt sätt. Det hela har sin grund i lag (2003:778) om skydd mot olyckor. I lagen står det att anläggningsägaren eller utövaren vid verksamheten är skyldig att hindra och begränsa sådana skador. En väl utförd insatsplanering är ett sätt att i det tidigaste skedet just hindra och begränsa sådana skador. Insatsplaneringen omfattar många delar, det handlar om allt från insamling av tekniska uppgifter om objektet med riskanalyser till övningar av insatser i anläggningen i fråga. Insatsplaneringen mynnar ut i insatsplaner med information gällande tekniska detaljer om objektet som ska vara ett hjälpmedel för räddningstjänsten vid en olycka.

Andra industrier med kabelkulvertar och även SSAB EMEA i Luleå har generellt sett inte några fasta rutiner på hur en insats skulle genomföras i deras eget kulvertsystem. De ansvariga vid respektive verksamhet menade på att det var helt beroende på situationen om och hur en eventuell insats skulle ske.

I diskussionen kunde det sammanfattas att vid en brand är det viktigt att kunna göra kabelstammarna spänningslösa för att minimera riskerna för räddningspersonalen vid en eventuell inträngning i kabelkulverten.

Insatsstrategierna i kulvertsystemet som ges i rapporten bygger på kunskaper från litteraturstudien samt informationsinhämtningen vid verksamheten. Det blev klart att insatsstrategin i kulverten var olika beroende på var branden skulle tänkas börja. Om branden skulle börja i avsnittet T-EH ansågs det mest effektivt och säkert att släcka branden med hjälp av så kallade släckgranater. För att släcka en brand vid avsnitten T-EA och T-EB blev rekommendationen att med kallrök utföra försök att rökfylla utrymmena. Därefter skulle avsnittet övertrycksättas i syfte att se hur brandgaserna skulle kunna evakueras via utrymningsvägarna i mitten av avsnitten. En lyckad brandgasevakuering som följd av övertrycksättning skulle kunna resultera i en godtagbar miljö för inträngning och släckning av branden med hjälp av antingen pulversläckare eller vatten med spridd stråle.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	2
1.3	MÅL	2
1.4	AVGRÄNSNINGAR	2
1.5	METOD	3
2	FÖRETAGSBESKRIVNING OCH SÄKERHETSORGANISATION	4
2.1	OM SSAB EMEA	4
2.1.1	Beredskapsstyrka	4
2.1.2	Utrustning vid utryckning	5
2.1.3	Larmrutiner	5
2.1.4	Utbildning	6
3	KULVERTSYSTEMET	8
3.1	BRANDSKYDD I KULVERTSYSTEMET	9
3.2	T-EA	12
3.3	T-EB	13
3.4	T-EH	13
4	INSATS – FÖRESKRIFTER, PLANERING OCH STRATEGIER	14
4.1	VAD ÄR INSATSPLANERING?	14
4.1.1	Insatsplan	15
4.2	RÖKDYKNING OCH FÖRMÅGA	16
4.3	SLÄCKMEDEL OCH TAKTIK	17
4.3.1	Pulver	18
4.3.2	Vatten	19
4.3.3	Skum	20
4.3.4	Gasformiga släckmedel	21
4.3.5	Pyrotekniskt genererade aerosoler (PGA)	21
4.4	ANDRA VERKSAMHETER OCH DESS INSATSFÖRMÅGA	23
4.4.1	SSAB EMEA, Oxelösund	23
4.4.2	Smurfit Kappa Kraftliner, Piteå	23
4.4.3	Rönnskärsverken, Skelleftehamn	24
4.4.4	Akzo Nobel, Stockvik	24
4.5	SSAB EMEA, LULEÅ	24
5	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	26
5.1	FÖRSLAG PÅ INSATSALTERNATIV	28
5.1.1	T-EH	28
5.1.2	T-EB	28
5.1.3	T-EA	28
5.2	ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDER	29
6	REFERENSER	30
7	BILAGOR	32
7.1	BILAGA A	32
7.2	BILAGA B	34
7.3	BILAGA C	35
7.4	BILAGA D	36

1 Inledning

1.1 Bakgrund

För att säkerställa en fortlöpande produktion vid SSAB EMEA:s verksamhet i Luleå måste alla delar i ledet fungera och en av dessa är elförsörjningen till ett flertal viktiga processer. Under jord på industriområdet går olika kulvertsystem med kraft- och manöverkabel till olika anläggningar och tillverkningsprocesser inom verksamheten.

Kulvertsystemen är uppförda från mitten av 1950-talet och framåt till mitten av 1970-talet. Dåtidens brandskydd är i dagens mått mätt betydligt sämre och brister finns i de byggnadstekniska detaljerna. Det pågår idag ett internt arbete vid eldistributionen som utreder vilka konsekvenser som kan tänkas uppstå vid brand i olika avsnitt i kulvertsystemet. Det handlar om vilka processer och anläggningar som vid en brand skulle förlora elförsörjningen och vilka konsekvenserna blir till följd av det här i fråga om förlorad tid och ekonomiska konsekvenser. Internutredningen gav upphov till frågan om vilka möjligheter till insatser som kunde utföras vid en brand nere i kulverten?

En brand oavsett omfattning i någon del kulverten kan innebära stora konsekvenser för såväl tillverkningsprocessen som för övriga anläggningar och byggnader. De flesta utfallen vid en brand skulle innebära stora förluster för produktionen och restaurering av kabelstammar i kulverten. Ett värsta scenario skulle vara att personer vistas nere i kulverten när en brand bryter ut. Problematiken vid en insats i ett objekt som det här beror på de stora risker som finns i och med att högspänningskablar är förlagda i trånga utrymmen under jord med få inträngningsvägar. Ett felaktigt agerande vid insats kan innebära livsfara för räddningspersonalen.

1.2 Syfte

Rapporten utgör ett underlag för en resursutvärdering av insatsförmågan vid verksamheten i Luleå. Examensarbetet utförs åt avdelningen för eldistribution i kontakt med den interna räddningstjänsten på verksamhetsområdet. Arbetet har till syfte att studera hur verksamheten med dess funktioner kan hantera en brand i kulvertsystemet. Vilka komplikationer kan komma att stötas på och hur ska dessa behandlas för att göra en lyckad och säker insats?

Det ansågs nödvändigt att dela upp problemet i delfrågor. Dessa delfrågor skulle således svara på vilka resurser som ger möjlighet till en säker och effektiv insats samt möjliga barriärer som å andra sidan kan hindra eller försvåra en insats. Fyra frågeställningar blev aktuella och nödvändiga att utreda:

- **Kulvertens utformning och dess brandskydd?**
- **Verksamhetens beredskapsresurser vid olyckor i form av materiell och utbildning?**
- **Vilken kompetens finns inom interna räddningstjänsten om starkströmsanläggningar och säkert agerande?**
- **Vad har personalen vid eldistributionen för rutiner att göra kulverten spänningslös vid brand?**

1.3 Mål

Målet med det här examensarbetet är att utreda vilka möjligheter till säkra insatser eller andra akuta åtgärder som kan utföras för att hindra eller begränsa omfattningen av en eventuell händelse av brand i kulvertsystemet.

1.4 Avgränsningar

Rapporten redogör främst för vilka akuta åtgärder som kan tänkas vara relevanta vid en brand i kulvertsystemet vid SSAB EMEA:s verksamhet i Luleå. I första hand riktar sig rapporten specifikt till SSAB EMEA i Luleå och dess olika funktioner inom verksamheten. Med funktioner menas till exempel interna räddningstjänsten, anläggningsansvarig vid objektet samt andra interna funktioner som kan komma att bli berörda vid händelse av brand.

Inom verksamhetens område finns ett flertal kulvertgångar men rapporten koncentrerar sig på ett specifikt kulvertsystem för att kunna ge mer riktade åtgärdsaktioner. Några av förslagen kan även tillämpas på andra liknande kulvertar på området.

I arbetet ingår inte att se över de ställverk som finns i anslutning till kulvertsystemet.

Rapporten behandlar inte några ekonomiska aspekter vare sig det gäller konsekvenser av brand eller resurskostnader vid insats.

1.5 Metod

Initialt ansågs det viktigt att gemensamt med Kurt Löfgren, sektionschef eldistribution, och andra berörda diskutera avsikten med arbetet och målet med den slutgiltiga rapporten. När uppgiften var fastställd inleddes till en början informella möten med personal från eldistributionen samt vid den interna brandstationen. Mötena hade för avsikt att kartlägga de grundläggande problemen samt att bilda sig en uppfattning om hur personalen såg på problematiken i frågan.

Mer formella möten följdes upp för att erhålla konkret information om objektet och tillhörande rutiner. Med den interna räddningstjänsten diskuterades även hur de skulle hantera olika brandscenarion i dagsläget.

Objektet besöktes ett flertal gånger, dels för att inhämta information om sträckor, geometrier, brandskyddsåtgärder, nödutgångar med mera och dels för att skapa sig en egen uppfattning om problematiken vid en insats på grund av brand.

Intervjuerna och diskussionerna gav upphov till flertalet frågeställningar och framförallt blev frågan om elsäkerhet en viktig aspekt. Med det som grund genomfördes en litteraturstudie där fokus låg på elsäkerhet. Det handlade dels om hur människan påverkas av att bli utsatt för elektrisk ström och dels om hur olika släckmetoder ska tillämpas i en riskfylld miljö med högspänningsutrustning.

Vidare ansågs det intressant att studera arbetet med insatsplanering samt hur en insatsplan bör vara upprättad för att ge erforderlig information för räddningspersonalen att göra en säker och effektiv insats.

2 Företagsbeskrivning och säkerhetsorganisation

2.1 Om SSAB EMEA

SSAB EMEA är ett av världens mest framstående stålproducerande företag av höghållfast stål. Verksamheterna i Sverige har en kapacitet om 6 miljoner ton råstål. Luleå är en av städerna i Sverige som har stålproducerande verksamhet. Den produktion som sker i Luleå framställer årligen 2,5 miljoner ton specialanpassat stål för olika ändamål och med kundens krav på materialegenskaper. Koncernen har produktionsanläggningar i Sverige, USA samt i Kina där bearbetning och färdigställning av stålsorterna sker.

Verksamheten vid SSAB EMEA i Luleå går under lagstiftningen lag (2003:778) om skydd mot olyckor och 2 kap. 4 § I den paragrafen står det följande [1]:

4 § Vid en anläggning där verksamheten innebär fara för att en olycka ska orsaka allvarliga skador på människor eller miljön, är anläggningens ägare eller den som utövar verksamheten på anläggningen skyldig att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta nödvändiga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador.

Det betyder att verksamheten har ett ansvar att i skälig omfattning stå för resurser för att hindra och begränsa olyckor. SSAB EMEA i Luleå har därför en egen brandstation med personal och resurser för att hantera bränder och andra olyckor i viss omfattning. Vid större olyckshändelser blir den kommunala räddningstjänsten även larmad.

2.1.1 Beredskapsstyrka

Verksamheten har en brandstation med en dagtidsgående brandskyddsorganisation som verkar över hela området med primär uppgift att sköta det systematiska brandskyddet. Den här organisationen består av en brandskyddsledare samt tre brandskyddskontrollanter som finns tillgänglig dagtid.

Brandstationen är alltid bemannad under dagtid alla vardagar med minst en person som ska kunna ta emot larmsamtal och hantera larmcentralen som täcker detektorerna över området. Vid ett brand- eller ambulanslarm omstruktureras brandskyddspersonalen till en beredskapsstyrka med befattningarna, brandskyddsledare samt tre brandmän enligt resurstypen 1+3.

SSAB EMEA har även en väktarstyrka som finns tillgängliga dygnet runt året om. Vid varje skift finns två stycken väktare varav en som är ronderande på området samt en som är positionerad vid huvudentrén så kallade "västra vakten". Väktaren vid västra vakten har som huvudsaklig uppgift att ta hand om in- och utpassering vid grinden samt sköta övervakning av larmcentraler. Vid larm skall denne agera efter specificerade rutiner beroende på händelsetyp.

Information om agerande finns att tillgå i en pärm vid vakten. Dagtid finns ytterligare en väktare som tar över uppgiften att sköta in- och utpassering vid västra vakten.

Utöver den interna räddningstjänsten samt väktarna finns även andra resurser att tillgå dygnet runt som har möjlighet att; larmidentifiera, göra avstängningar av el och gasledning, utföra första hjälpen, vara vägvisare samt spärra av olycksplats. Dessa uppgifter har gaskontrollanter och elektriker. Vid en större olycka är det de som gör en bedömning om händelsen är av den omfattningen att kommunal räddningstjänst måste tillkallas.

2.1.2 Utrustning vid utryckning

Till sitt förfogande har samtliga brandskyddskontrollanter varsin servicebil som dagligen används i det systematiska brandskyddsarbetet på hela området.

Vid utryckning finns två stycken större brandfordon att tillgå. Det finns en släckbil med andningspaket, sjukvårdsmaterial, radioapparater, diverse handverktyg, motorsågar, elverk, pulversläckare, skumsläckare, kolsyresläckare och en stor uppsättning av grov- och smalslang med strålrör. Bilen rymmer cirka tre kubikmeter vatten.

Det andra utryckningsfordonet är en tankbil med kapaciteten 6 kubikmeter vatten. Tankbilen är utrustad med vattenkanon, skumtank, första hjälpen material, radioapparater, mindre uppsättning av verktyg samt grov- och smalslang.

Annan utrustning som finns på stationen är en katastrofvagn, motorspruta och ett flertal flyktmasker och andningspaket. På brandstationen finns även ett nyckelskåp med nycklar till samtliga byggnader och utrymmen.

2.1.3 Larmrutiner

Vid en olycka ska personalen på plats ringa det interna larmnumret 0920 - 921 11 och inte till SOS 112. Det interna numret går till västra vakten och syftet är att så tidigt som möjligt kunna initiera den interna räddningstjänsten. Väktaren kontaktar då brandskyddsledaren och de tillsammans gör bedömningen om behov finns att larma den kommunala räddningstjänsten utöver den interna styrkan. Vidare informerar väktaren om händelsen, dess omfattning och vilken angreppsväg som ska användas. Larmutsändning sker även till samtliga i räddningsstyrkan via personsökare samt till mobiltelefoner. Meddelandet som erhålls via personsökare eller som sms till telefon informerar enbart om det är ett brand- eller ambulanslarm. Det bör tilläggas att det här är rutinen för larm under dagtid.

SSAB EMEA:s brandstyrka har en anspänningstid¹ på 90 sekunder i normala fall. Anspänningstiden är mer av en riktlinje om samtliga brandskyddskontrollanter befinner sig på stationen.

Tiden kan dock avsevärt förlängas om personal från brandstyrkan är på andra uppdrag som också ingår i det förebyggande arbetet som brandskyddskontrollant.

Som tidigare beskrivet finns det emellertid alltid minst en person på brandstationen för att ta emot larmsamtal samt kunna avläsa inkomna larm vid brandlarmscentralen.

På brandstationen och i utryckningsfordonen finns insatspärmor för samtliga anläggningar inom området. Dessa pärmor är upprättade med en översiktlig karta över berört område. Vidare finns mer ingående information om brandlarmssektioner, detektorer, släckanläggningar, brandpostnät, handbrandsläckare, farliga ämnen et cetera.

Anvisningar finns även för angreppsvägar till aktuell sektion eller utrymme. Vid larm tas aktuell pärm fram för att kunna erhålla väsentlig information som kan komma att behövas vid en eventuell insats. Dessa insatspärmor har även tillhandahållits till den kommunala räddningstjänsten för att även de så snabbt som möjligt ska bli varse om förutsättningarna vid en insats.

Västra vakten informerar även andra anställda som kan komma att beröras av det inkomna larmet. I de riktlinjer som finns ska driftledaren vid händelseplatsen efter överenskommelse möta upp räddningspersonal och avrapportera om situationen och eventuellt om sin anläggning och vilka risker som finns. Denne ska även ansvara för ut- eller inrymning till en säker återsamlingsplats. Driftledaren ska även spärra av det drabbade området vid behov.

Om den kommunala räddningstjänsten har blivit larmade ska en väktare invänta styrkan/styrkorna vid västra vakten för att sedan guida dem till berört område.

2.1.4 Utbildning

Samtliga som arbetar vid verksamheten får en grundläggande utbildning inom brandskydd och systematiskt brandskyddsarbete. I den här utbildningen ingår att de anställda ska bli medvetna om vilka regelverk och föreskrifter som är gällande i avseende på brand och säkerhet. Personalen får grundläggande utbildning i brandteori med brandorsaker, risker och följder. Här ingår även en praktisk del med övningar som brand i kläder där personalen får öva att släcka en brinnande docka med hjälp av en brandfilt. Prova släcka en eld med hjälp av en handbrandsläckare samt demonstrationer av brandeffekter av farliga ämnen.

¹ Tid från larm tills första räddningsfordonet är bemannat och lämnar stationen.

Den kanske viktigaste delen i utbildningen är hur personalen ska agera vid en olycka, det vill säga vilka rutiner som ska följas.

För de anställda brandskyddskontrollanterna/brandmännen på brandstationen på verksamheten har följande kompetenskrav satts upp från företaget:

Tabell 1. Kompetenskrav för brandskyddskontrollanter på SSAB EMEA brandstation i Luleå.

Kompetenskrav för brandskyddskontrollanter
Gymnasial utbildning med teknisk inriktning
Teoretisk och praktisk industribrandmannautbildning eller motsvarande
Kunskap om lagar och föreskrifter inom område brandskydd och brandfarlig vara
Föreståndare brandfarlig vara
Genomgången utbildning till brandskyddskontrollant
Teoretisk och praktisk anläggningskötarutbildning
Kunskap om funktionen på verksamheternas automatiska brandlarm samt släckanläggningar med halotron, kolsyra och vattensprinkler
IVPA – I Väntan På Ambulans – Första hjälpen i samband med olycka
Gasskyddsutbildning
God verkskänedom
Körkort klass C

Kompetenskraven för brandskyddsledaren innefattar Tabell 1 samt kraven i Tabell 2.

Tabell 2. Kompetenskrav för brandskyddsledare på SSAB EMEA brandstation i Luleå.

Kompetenskrav för brandskyddsledare
Dokumenterad kompetens i förebyggande brandskydd
Utbildning enligt CFPA Europe certifierad brandskyddsledarutbildning eller motsvarande
Godkänd räddningsledarutbildning

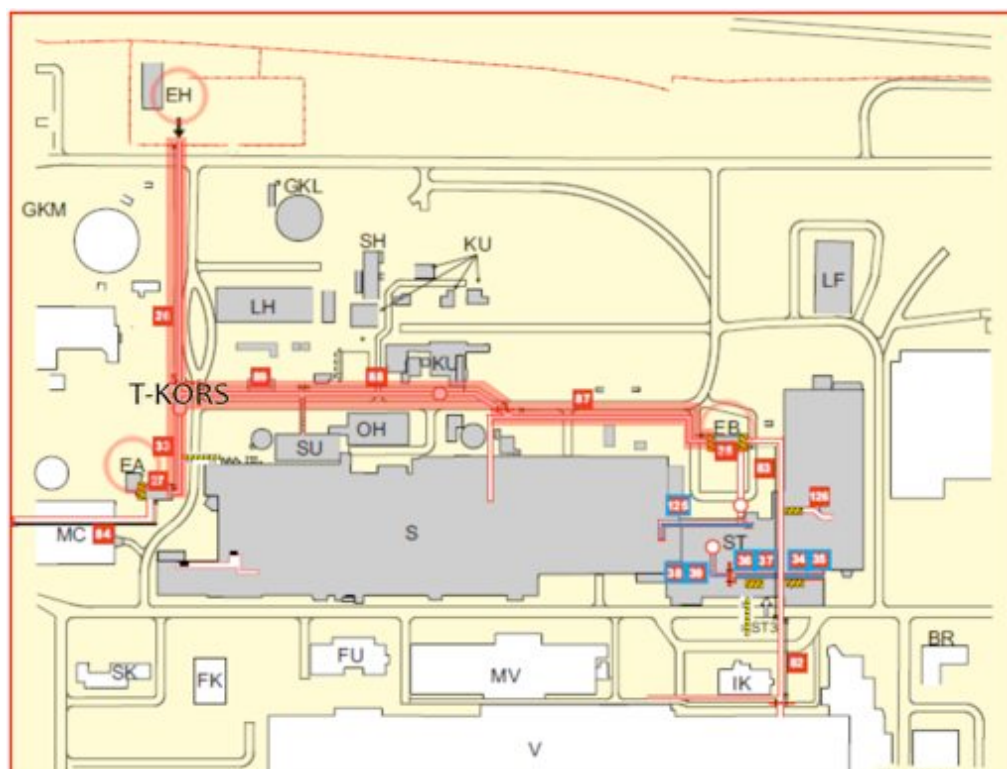
Vid ett tidigare tillfälle har brandstyrkan även gått en grundutbildning som gav behörighet att vistas i högspänningsanläggningar², såsom ställverk och kabelkulvertar på SSAB EMEA:s område. Den här utbildningen är inte återkommande [2].

Väktarnas kompetenser utöver en väktarutbildning är även kunskaper om larmdator, brandlarmscentralerna och passagekontrollsystem.

² Högspänning är definitionen av spänningsnivåer över 1000 volt växelspanning eller 1500 volt likspänning.

3 Kulvertsystemet

Inom SSAB EMEA:s verksamhetsområde finns det flera kulvertgångar. Dessa kulvertar är installerade med manöver- och kraftkablar som styr- och strömförsörjer processer, byggnader och andra anläggningar inom hela verksamhetsområdet. Ett av dessa kulvertsystem som kan ses i Figur 1 har funktioner som är vitala för en kontinuerlig drift av tillverkning och strömförsörjning av belysning och andra funktioner.



Figur 1. Bild över kulvertsystem på SSAB EMEA, Luleå.

Kulvertsystemet som det här arbetet berör består av tre gångar med olika geometrier och längder. Dessa förbinds i ett T-kors (Figur 1). De tre kulvertgångarna mynnar ut till tre olika ställverk i ändarna benämnda EA, EB och EH. För enkelhetens skull kommer gångarna att benämnas T-EA, T-EB och T-EH vidare i rapporten. Respektive benämning beskriver sträckan mellan sammanstrålningspunkten, det vill säga T-korset, och respektive ställverk; EA, EB och EH.

Kulvertsystemet är förlagd på ett djup av cirka 0,6 meter till övre delen av kulvertgången.

Anläggningsansvarig har ett ansvar att ge personal erforderlig utbildning för att få vistas i starkströmsutrymmen på området. Personalen får en utbildning inom vilka risker som finns vid beträdande.

Det framkommer dock att personal på området som vanligen inte har uppdrag i kulverten har nyckel för att ta sig ner i den. Det här beror på ett "flexibelt" nyckelsystem [3].

Vid tillträde till kabelkulverten finns två krav utöver utbildning. Dels måste en gasvarnare bäras på grund av gasrisken dels måste man vara minst två personer om något skulle hända.

På frågan om rutiner finns för att göra delar av anläggningen spänningslös finns det i dagsläget enklare frånkopplingsrutiner. För att göra en del av kulverten spänningslös så uppskattar personalen vid eldistributionen att det under dagtid skulle ta cirka 15 minuter dagtid samt övrig tid cirka 30 minuter. I det här fallet avses de matarkablarna som har spänningen 130kV. Personalen ser till att kabelstammen blir strömlös, frånskiljs samt skyddsjordas [3]. Övriga kablar med spänningsnivåer upp till 10kV kan dock fortfarande vara i drift.

Det pågår internt en omfattande riskinventering av konsekvenser vid brand i olika snitt i kulvertsystemet. Målsättningen är att ta fram ett skriftligt dokument över driftsåtgärder vid olika händelser och om det finns behov av ytterligare brandskyddstekniska åtgärder i form av brandcellsindelningar, släcksystem och dylikt.

Vid diskussion om uppförandet av kulvertsystemet och vilka kabeltyper som finns så är det oklarheter om vissa av de äldre kablarna fortfarande är i bruk.

I de olika snitten i kulverten finns ett antal kabelskarvar. Det finns möjligheter att göra så kallad termografering av kabelskarvar. En termografering kan påvisa om kabelskarven är i gott skick eller om värme bildas i kontakten på grund av glappkontakt. Termografering sker idag inte i kulvertsystemet [3].

Nyligen skedde en olycka på området där en så kallad torpedo³ med flytande järn tippade i närheten av en nödutgång från kulverten. Alldeles i närheten av den vertikala nödutgången som är placerad i sektionen EA finns en tågräls där dessa torpedos transporteras [3]. Det hade kunnat resultera i att flytande stål runnit ner i kulverten och orsakat en omfattande brand.

3.1 Brandskydd i kulvertsystemet

Långa kulvertar utan någon brandteknisk sektionering i form av brandceller⁴ kan innebära att stora utrymmen snabbt blir brandpåverkade. Det här påverkar inte minst utrymningen men även en eventuell insats då rökdykare måste arbeta sig fram genom en svår och farlig miljö under en längre sträcka och tid. Finns brandteknisk sektionering skulle kulverten klara av att stå emot en brand under en viss tid och begränsa brandutsatt område till en mindre del.

³ Torpedo är en stor behållare som transporterar flytande järn mellan olika processer i ståltillverkningen.

⁴ En brandtekniskt avskiljd del.

Det här gör också att rökdykare kan spara på andningsluften då en rökdykarinsats kan påbörjas precis innan den brandutsatta delen. Det skulle resultera i en längre och framförallt säkrare arbetstid för rökdykarna då en nära reträtt finns till säkert utrymme.

En brandcellsindelning gör också att man begränsar brandbelastningen vilket också påverkar en rökdykarinsats och dess utfall positivt. Stora brandbelastningar kan resultera i att strålningsvärmens och rökutvecklingen blir för svår att hantera för räddningspersonalen och en rökdykarinsats blir således inte möjlig.

Till sist kan det vara ekonomiskt försvarbart för en verksamhet att göra brandcellsindelning av en kulvert med avseende på de ekonomiska konsekvenser som uppkommer efter en brand. En mindre brandcell som blivit brandutsatt kan därför bli billigare att återuppbygga samt att det kan ske på en kortare tid, vilket även innebär kortare produktionsbortfall och mindre förluster.

Sträckan mellan ställverket EH och T-korset är det enda avsnittet i hela kulvertsystemet som har brandtekniska sektioneringar över sträckan. Var 50:e meter är sektionerad med ett brandskydd på EI60⁵. Det här innebär att varje sektion i sig ska stå emot en brand gällande röktäthet samt skydd mot för höga temperaturer på motstående sida i minst 60 minuter.

Kabelstammarna har vid varje sektionering blivit försedda med brandskyddsfärg cirka en halv meter på vardera sida om brandcellsgränsen. I de icke sektionerade gångarna T-EA och T-EB har kortare sträckor om ungefär tre meter av kabelstammarna blivit brandskyddsmålade i olika intervall.



Figur 2. Brandskyddsmålade kablar.

⁵ Brandskyddsförmåga i byggnadsdel mot flammor, rök samt temperatur i 60 minuter.

I varje brandcell⁶ i kulvertsektionen T-EH finns tre stycken rök- och värmedetektorer som är kopplade mot ett överordnat brandlarmssystem där var och en av detektorerna är adresserbara. Även i de två övriga kulvertsektionerna T-EA och T-EB finns detektorer installerade.

Detektorerna i anläggningen är sammankopplade till två stycken brandlarmscentraler. En är placerad vid västra vakten och den andra finns på den interna brandstationen.

Vid en kabelbrand utvecklas stora mängder brandgaser, i kombination med trånga utrymmen som i en kulvert resulterar det i att utrymningsmöjligheter och brandbekämpning snabbt begränsas. Kulverten har inte försetts med varken komfortventilation eller brandgasventilationssystem. Det finns heller inte några rökluckor installerade.

Det ligger i anläggningsägarens intresse att förhindra att en brand uppstår. Om en brand trots allt bryter ut är tiden till släckning starkt avgörande gällande utfallet. Ett installerat släcksystem kan vara skillnaden mellan en hanterbar eller en alldeles för omfattande brand som kan vara omöjlig att bekämpa. Det finns varken ett manuellt eller automatiskt släcksystem installerat i kulverten, ej heller utplacerade handbrandsläckare.

Närmaste brandposter i anslutning till kulverten finns dels utanför kontoret vid EA vilket är en markbrandpost. Dels en längdmässigt sett vid mitten av kulvertsektionen T-EB ungefär beläget vid den vertikala utrymningsvägen som finns från kulvertsektionen. Även den här brandposten är en markbrandpost.

En viktig funktion i samtliga byggnadsobjekt är möjligheten till säker utrymning. Enligt nuvarande byggnadsregler [4] vid uppförande av byggnader är det skrivet:

”Byggnader ska utformas så att tillfredsställande utrymning kan ske vid brand. Risken för att personer skadas av nedfallande byggnadsdelar eller genom fall eller trängsel, samt risken för att personer blir instängda i nischer eller återvändsgångar ska särskilt beaktas.”

Det är viktigt att de som vistas nere i kulverten snabbt blir varse om var närmaste utrymningsväg finns. Därför bör nödbelysning i kulvertsystem finnas vid sektionsgenomgångar samt i gången. I kulvertarna vid SSAB är samtliga sektioner till största del helt raka. Enligt SBF:s rekommendationer bör det finnas nödbelysning var 15:e meter om det är raka kulvertar som är längre än 30 meter. Belysningen bör även vara placerad på en höjd av max 0,5 meter från golvet [5]

De utrymningsvägar som finns tillgängliga i kulvertsystemet är i anslutning till respektive ände samt två vertikala utrymningsvägar i avsnitten T-EA och T-EB.

⁶ Avgränsad del i en byggnad inom vilken en brand under en föreskriven minsta tid kan utvecklas utan att sprida sig till andra delar av byggnaden.

3.2 T-EA

T-EA är det kortaste avsnittet i kulverten på cirka 115 meter. Vid ställverket EA finns en nedgång till kulvertgången. Det är även i anslutning till det här ställverket som kontoret för eldistributionen finns. Där sitter ansvarig personal och de som har den största kunskapen om anläggningen. Det är ett fåtal personer som har tillträdesbehörighet till kulverten, däribland räddningspersonalen och personal som tillhör funktionen för eldistribution på verksamheten.

För att komma ner till kulverten går man via en mindre byggnad där personal på avdelningen eldistribution sitter. I byggnaden finns även ställverket EA.

Den första delen av T-EA-sektionen har en rektangulär utformning med måtten 2,0 x 2,2 meter. På vardera sida om mittgången löper kabelstegar, skenstråk⁷ samt en tryckluftsmatning bestående av ett grövre stålrör. Skenstråket är omgivet av en ram med ett skyddsnet så det inte går att vidröra.

Efter cirka 60 meter ändras tunnelgeometrin till ett cirkulärt tvärsnitt med en diameter på 1,99 meter. Strax innan tunneln övergår till att bli cirkulär finns en betongkonstruktion som förhindrar personer att passera normalt gående. Vid den här passagen måste man huka sig under för att komma förbi. Direkt därefter finns en nödutgång ut till det fria (Figur 3). Den finns på ett avstånd av 65 meter från början av kulverten. Den här vertikala nödutgången har placerats bakom stråket av kablar som löper längs väggen. Uppgången består av en cirkulärt formad betongtrumma med en enkel stege som leder ut till det fria. På utsidan är den konstruerad med en viss upphöjning ovan marknivå med en enkel plåtlucka som fälls upp. Uppgången är den enda utrymningsväg som finns i sektionen som totalt är 115 meter.



Figur 3. Nödutgång vid T-EA

⁷ Strömreservsledning i form av kopparskenor.

3.3 T-EB

T-EB sträcker sig cirka 475 meter och är den längsta sektionen i kulverten. Även den här sektionen har ett rektangulärt tvärsnitt om 2,0 x 2,2 meter. På den ena sidan av kulverten löper reservmatningskabel som är försedd med en omgivande perforerad plåt som förhindrar att man kommer för nära ledningarna. Motstående vägg har fyra stycken kabelstegar med kraft- och manöverledningar.

På ett ungefärligt avstånd av 250 meter från T-korset finns den enda möjligheten till utrymning via samma konstruktion som beskrivet tidigare på sträckan T-EA (Figur 4). Det vill säga att det är en vertikal utrymning med en lucka som fälls upp ovan mark. Utrymningen vid T-EB är beläget i mitten av stålverksområdet vid kalkugnen där stor aktivitet av fordonstrafik råder som oftast. Kulverten går vidare och vid sträckan 475 meter finns ett slutet rum som har en trappuppgång till markplan där ställverket EB finns.



Figur 4. Nödutgång vid T-EB.

3.4 T-EH

Den sista kulvertsektionen är cirka 200 meter lång. Enbart den här delen i hela kulvertssystemet har en brandteknisk sektionering vilket beskrevs under rubriken *brandskydd i kabelkulvertssystem*.

Kulvertens utformning är cirkulär med diametern 1,99 meter. Sträckan T-EH har inte som de andra sektionerna T-EA och T-EB en utrymningsväg till det fria via en vertikal uppgång. Den här sektionen har enbart utgång vid ställverket EH.

4 Insats – Föreskrifter, planering och strategier

4.1 Vad är insatsplanering?

En räddningsinsats är inte den andra lik och för att tillgodose det behov som finns för att hantera en olycka säger lag (2003:778) om skydd mot olyckor [1] följande:

”4 § Vid en anläggning där verksamheten innebär fara för att en olycka ska orsaka allvarliga skador på människor eller miljön, är anläggningens ägare eller den som utövar verksamheten på anläggningen skyldig att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta nödvändiga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador.”

Det ligger alltså i anläggningsägarens eller nyttjanderättshavarens ansvar att vidta åtgärder som kan begränsa skador vid en olycka. En bra genomförd insatsplanering är således grunden till en effektiv och säker räddningsinsats.

Det råder delade meningar om definitionen insatsplanering och vad den egentligen innefattar. En rapport gjord av Birger Lennmalm [6] beskriver insatsplaneringen som ett arbete utgörande av flera moment. Här innefattas insamling av uppgifter, analys av riskobjektet, samråd mellan anläggningsägaren och räddningstjänsten, övningar med mera. En insatsplanering är med andra ord, för anläggningsägaren, ett olycksförebyggande arbete samt för räddningstjänsten ett sätt att lära känna objektet och på så vis kunna utföra en eventuell räddningsinsats på ett säkert och effektivt sätt. En bra genomförd insatsplanering skapar trygghet och förståelse hos anläggningsägaren samt ger räddningstjänsten möjlighet att utföra insatser på ett säkert och effektivt sätt.

Enligt MSB i samråd med Svenska Kraftnät finns brister i rutiner för säkra släckningsinsatser av kraftledningsgator [7]. MSB ansåg att de två begreppen frånskiljning och frånkoppling var viktiga för räddningspersonal att förstå innebörden av. Liknande problematik av brister i kommunikation framkommer också från en rapport av SKI [8]. I det här fallet gällde det en brand i ett ställverk som skedde vid Forsmarks kärnkraftverk år 2005 där olika terminologi mellan driftpersonal och räddningstjänst användes och kunde därmed misstolkas.

MSB fick efter en förfrågan till Elsäkerhetsverket svar den 19/8-11.
Citat från Elsäkerhetsverkets svar (Bilaga D):

”Då det handlar om säkerhet vid arbete så är det Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2006-1 som reglerar detta. Dessa föreskrifter hänvisar till svensk standard som ett sätt att uppfylla föreskrifternas krav på säkerhet. Den standard som avses i detta fall är SS-EN 50110-1, ”Skötsel av elektriska anläggningar”. Det är SEK svensk el-standard som ger ut standarder.”

Följande definitioner av frånskiljning och frånkoppling är ett utdrag från förfrågan som MSB gjorde till Elsäkerhetsverket. I förfrågan refereras definitionerna till SEK handbok 417 utgåva 2 2005 (Bilaga D)

Frånskiljning (isolation)

”Åtgärd avsedd att av säkerhetsskäl avskilja en installation, eller del därav, från matning från alla elektriska strömkällor. ELSÄK-FS 1999:5”

Frånkoppling för mekaniskt underhållsarbete

”Åtgärd avsedd att bryta strömmen till elektriskt matad utrustning i avsikt att förhindra fara av annan orsak än elektrisk chock eller ljusbåge, under icke elektriskt underhållsarbete på denna utrustning. ELSÄK-FS 1999:5”

Insatsplanering har till syfte att skydda tre huvudsakliga riskområden; liv/hälsa, egendom och miljö. Det här betyder att objektet bör ha ett tillfredställande brandskydd som vid brand skyddar vistande personer från skador orsakade av rök, värme och strålning från flammor. Egendomsskador berör anläggningsägaren då det är i dennes intresse att begränsa en eventuell brand till minsta utbredning och skada. Vid en brand är det viktigt att inte miljön blir påverkad negativt. Det vill säga att utsläpp av farliga ämnen till luft, mark och grundvatten måste undvikas i största möjliga mån.

4.1.1 Insatsplan

Insatsplanen är det samlade materialet om objektets utformning och annan väsentlig information som utgör underlaget för taktiska beslut vid en insats. Informationen samlas vanligtvis i en pärm med A3-format och i vissa fall finns även en elektronisk utgåva som exempelvis används av räddningstjänsten som redan vid framkörning kan få tillgång till uppgifterna.

I B. Lennmalms rapport, *Räddningstjänstens insatsplaner* [6], framkommer att enligt dåvarande Räddningsverket, idag MSB⁸, bör en insatsplan finnas för ett objekt som har komplicerad utformning, förhållanden som kan försvåra en insats eller om objektet innehåller särskilda risker.

Ett alternativ till en insatsplan är en så kallad insatsbild. Det här är en förenklad version som kan tillämpas på enklare objekt med automatiskt brandlarm. Insatsbilden visar till exempel utformningen av objektet, körvägar, placering av centralapparat, brandposter [6].

⁸ Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap

Exakt hur en insatsplan ser ut varierar från fall till fall. En mycket viktig funktion med insatsplanen är att den förmedlar rätt information vid rätt tidpunkt. Det optimala är om utryckningsfordonen under framkörningen kan erhålla nödvändig information om till exempel körväg, centralapparatens placering, angreppsväg, tillgång till brandpost et cetera.

Först när räddningsenheten/enheterna anlant till olycksplatsen kan en mer ingående information om objektet samt insats- och riskinformation erhållas.

En mycket viktig aspekt gällande utformningen av insatsplaner är anpassningen mot användaren. Under de situationer som insatsplanen används råder oftast markant sämre förhållanden. Till att börja med är användaren, oftast räddningsledaren, under en press att snarast möjligt påbörja åtgärdande handlingar. Ett alldeles för ingående och gediget material försämrar användarens förmåga att tillgodose sig nödvändig information och kan i och med en stressfylld situation påverka beslutsprocessen negativt.

4.2 Rökdykning och förmåga

Enligt arbetsmiljöverkets författningssamling gällande rök- och kemdykning [9] vid insatser ska arbetsledaren, göra en riskbedömning huruvida en rökdykning ska påbörjas eller inte. Arbetsledaren måste bedöma om det finns andra möjligheter att begränsa och eller åtgärda branden utan att rökdyka i första hand.

Författningssamlingen för rök- och kemdykning är upprättad för att förebygga ohälsa och olycksfall i arbete med rök- och kemdykning.

Enligt § 7 ska en bemanning bestå utav minst, en arbetsledare, en rökdykarledare samt två rökdykare. I § 19 står det citat [9]:

"Den som anlitas för rök- eller kemdykning ska ha genomgått särskild teoretisk och praktisk utbildning som minst motsvarar utbildningsnivån som anges i bilaga 1. Färdigheten ska upprätthållas genom minst fyra övningar per år, varav minst två med värmetillsats. Övningstillfällena ska fördelas över året.

Utbildning och övning ska anpassas till riskerna inom räddningstjänstens insatsområde och till de resurser beträffande personal och materiel som finns. Även andra verksamheter som omfattas av dessa föreskrifter ska anpassa sin utbildning och övning till riskerna och resurserna.

Rök- och kemdykare ska ges tillfälle till fysisk träning i erforderlig omfattning."

Utifrån paragrafen ovan måste SSAB EMEA göra en bedömning av utbildningsnivå i förhållande till vilka rökdykarinsatser som är möjliga för den interna styrkan. Det står dock i kommentarer till enskilda paragrafer och bilagor att [9]:

”Exempel på verksamheter där inte föreskrifterna gäller är industriräddningsorganisation, eller liknande verksamhet, som endast är avsedda för insatser med måttlig fysisk ansträngning och belastning.”

Det är framförallt insatser med välbekanta arbetsmoment som avstängning av ventiler eller kortare inledande insatser som undantaget gäller. Sen är det viktigt att tydliggöra begreppet rökdykning då det kan misstolkas. Rökdykning är enligt arbetsmiljöverkets författningssamling inträngande i tät brandrök för att rädda liv, bekämpa brand eller liknande iklädd brandskyddsdräkt med andningsapparat på. Det vill säga om det råder bra sikt i brandrummet är det inte per definition rökdykning.

4.3 Släckmedel och taktik

Vid olika bränder används olika släckmedel för brandbekämpning. Det ena alternativet kan i en situation vara överlägset medan samma alternativ i en annan situation vara helt ineffektivt. Vidare är resultatet av en insats helt beroende på vilket mål med insats och taktik man har. I många fall handlar det om att skapa förutsättningar för en säker och effektiv inträngning. Det kan till exempel handla om att övertrycksätta utrymmet för att säkerställa en god sikt. En annan huvudsaklig taktik kan vara att man inte gör någon inträngning alls utan arbetar med bekämpningen utifrån. Det här blir ofta aktuellt då riskerna är för höga att räddningspersonal kan fara illa vid rökdykning.

I starkströmsanläggningar finns risker för allvarliga elolyckor om man inte har god kunskap vid agerande med avseende på risk- och säkerhetsavstånd. Om ström passerar genom människokroppen är det mycket farligt redan vid låga spänningar och kan i värsta fall innebära ett dödligt utfall. Tabell 3 anger vilka skadeverkningar olika strömstyrkor kan orsaka. Vilken skada som orsakas av elektricitet är helt beroende av tiden som den elektriska strömmen får passera genom kroppen .

Tabell 3. Skadeverkningar orsakad av olika strömstyrkor [10]

Strömstyrka	Skadeverkningar
<3mA	Anses ofarliga
3-10mA	Oangenämt
10-20mA	Anses muskelkramp uppstå
20-50mA	Anses hälsovådligt
50-100mA	Undre gräns för verkningar med dödlig utgång

Med hjälp av Ohms lag kan nivåerna på dessa strömstyrkor åskådliggöras och kopplas mot verkliga fall.

$$U/R = i$$

Ekvation 1. Ohms lag

En människa har ett visst motstånd på och i huden som kan vara från 1000 Ohm till tiotusentals Ohm. Desto högre fuktighet desto lägre motstånd. Om strömmen tar sig genom huden och in i kroppen är motståndet cirka 700 Ohm [10].

En person som är något svettig om huden har ett motstånd som är ungefär 1000 Ohm. Om denne blir utsatt för en spänningsnivå på 230 Volt bidrar det till en strömstyrka på 230 milliampere [10]. Strömstyrkor på dessa nivåer är av dödlig karaktär. Skadan är dock helt beroende av tiden som strömmen får passera kroppen som nämnts tidigare i rapporten.

$$230V / 1000\Omega = 230mA$$

Ekvation 2. Strömstyrka vid 230 Volt och 1000 Ohms motstånd.

Om risk finns för att utrustning fortfarande är spänningssatt bör vissa risk- och säkerhetsavstånd följas för att inte utsätta sig för fara. Riskavstånd är det avstånd till spänningsförande utrustning som varken kroppsdel eller annat materiell aldrig under några omständigheter får underskridas, inte ens vid livräddning [11].

Säkerhetsavståndet anger det minsta avståndet på vilket en släckinsats får ske. Avståndet är beroende av släckmedel samt utförandet till exempel sluten- eller spridd stråle i fråga om vatten.

Tabell 4. Riskavstånd till spänningsförande del som ej får underskridas [11].

Spänning	Riskavstånd
Upp till 50 kV	0,5 meter
70 kV	0,75 meter
130 kV	1,1 meter
220 kV	1,6 meter
400 kV	2,5 meter

4.3.1 Pulver

Pulver har den största släckkapaciteten bland de olika släckmedelsalternativen. Vanligtvis finns släckanordningar med pulver i två olika utföranden. Antingen i handbrandsläckare om några kilogram, vanligen 6 kilogram, eller i större tryckkärl som kan rymma upp till några hundra kilogram.

De mellanstora tryckkärlen är oftast monterade på någon form av kärra anpassade för att en person ska kunna förflytta den. De större tryckkärlen är monterade på en släpkärra för påkoppling på ett fordon. Det här släckmedelsalternativet har till sin fördel ett högt frostskydd som möjliggör att behållare kan placeras utomhus även vintertid med full funktion. En tumregel för dess funktionstemperaturer är att den fungerar i alla temperaturer som handhavaren klarar av [12]. Pulver är ett släckmedel som i vanliga fall används vid brandens initiala skede, ett snabbt ingripande med en handbrandsläckare kan räcka för att slå ner branden.

Det bör dock tilläggas att aktionstiden för en vanlig handbrandsläckare är mellan en halv till en minut och kompletterande släckningsresurser kan komma att behövas.

Pulver är inte elektriskt ledande och kan med fördel användas vid bränder i elektriska utrustningar. Kortaste avstånd för släckning är satt till 1,5 meter för spänningar upp till 50 kV då det fortfarande finns en beröringsrisk. Det som bör hållas i åtanke är nedsmutsningen den orsakar som medför omfattande sanering.

4.3.2 Vatten

Vatten är det vanligast förekommande släckmedlet som används vid bränder på grund av dess goda egenskaper samt att det finns i obegränsade mängder. För att förångas ett kilogram, eller en liter hundra gradigt vatten från flytande fas till gasfas krävs energimängden 2,26 Megajoule [13]. Med andra ord skulle det teoretiskt krävas mindre än en liter vatten för att släcka en brinnande soffa som har en effektutveckling på 1-2 Megajoule [13]. Det här förutsätter dock att vattnet är så pass finfördelat att hela mängden förångas. I verkligheten går det här teoretiska värdet inte att uppnå helt.

Släckning med manöverslang⁹ och strålrör¹⁰ är den vanliga släckningsutrustningen räddningstjänsten använder sig av vid mellanstora och större bränder. Flödet på en manöverslang är beroende på vilket tryck som pumpen matar ut samt storlek på strålrörets munstycke. Ett vanligt flöde är dock runt 300 liter/minut.

Det finns andra verktyg än strålrör att tillämpa, till exempel dimspikar. Dimspikar är ett sätt att dämpa en brand då dessa, som namnet antyder, skapar en vattendimma. Det här verktyget används vid brand i ett relativt slutet utrymme. Först tas ett hål med dimspikens storlek där den därpå skjuts in och skapar en vattendimma i utrymmet. En dimspik har ett ungefärligt flöde på 70-100 liter/min beroende på vilken typ av dimspik som används.

Det kan vara förenat med stora risker att använda sig av vatten i elektriska anläggningar om inte risk- och säkerhetsavstånd följs med respekt. En sluten vattenstråle leder ström mycket bättre än en spridd stråle. En spridd stråle gör att vattnet bryts upp och luft tränger in mellan dropparna vilket gör att ledningsförmågan avtar.

Vid påföring av vatten med strålrör är det viktigt att rätt utrustning väljs. Vissa typer av strålrör har fördelen med en lång kastlängd men dålig spridning. Andra har kort kastlängd men finfördelar det utgående vattnet i små droppar och ger en bred strålbild.

⁹ Brandslang för brandmän vid släckning.

¹⁰ Vattenmunstycke

I fallet med en elektrisk anläggning bör ett strålrör med hög spridning användas i och med att ledningsförmågan avtar och riskerna minimeras att bli skadad av ström. Det är även mycket viktigt att rätt strålbild är inställd innan påföring av vatten sker på branden.

I allra största grad bör släckningsarbeten undvikas på spänningsförande utrustning då risken för personskador är stor. Om släckarbeten ändå måste påbörjas i ett tidigare skede vid spänningsatt utrustning på grund av rådande situation visar Tabell 6 minsta avstånd med olika släckmetoder.

Tabell 5. Säkerhetsavstånd till spänningsförande del vid släckning [11].

Släckmedel	Spänning	Säkerhetsavstånd
Vatten (spridd stråle)	Upp till 130 kilovolt, gäller även lågspänning	3 meter
Vatten (spridd stråle)	Över 130 kilovolt	5 meter
Vatten (sluten stråle)	Upp till 400 kilovolt, gäller även lågspänning	10 meter

4.3.3 Skum

Skumsläckning kan användas när inträngning bedöms vara för riskfyllda för rökdykarna. Andra tillämpningsområden är vid vätskebränder eller när cisterner brinner. Det finns olika skumsorter med olika användningsområden. Generellt kan man säga att det finns tre grupper: tungskum, mellanskum och lättskum. Vad som skiljer dessa olika skumsorter åt är skumtalet som anger luftinblandningen. Skumtalet är ett förhållande mellan skumflödet och vätskeflödet. Tungskum har i det här avseendet vid påföring längsta kastlängd på upp till ett tiotal meter medan lättskum knappt har någon kastlängd alls och mellanskum någonstans däri mellan. Det är värt och påpeka att lättskum är så lätt att det påverkas av vinden vid utomhusbruk.

Funktionen hos skum bygger på att sänka ytspänningen i vattnet. Det här gör att vattnet kan tränga in i fibrösa material och hämma brandutvecklingen. När det gäller vätskebränder utgör den minskade ytspänningen att den brännbara vätskan blir täckt av en tunn film som hämmar syretillförsel och på så vis kväver branden. Vid användning av lättskum kan ett utrymme totalt fyllas med skum och således tränga undan tillgängligt syre och därmed kväva branden.

Användning av lättskum skulle kunna användas som släckmedel vid brand i kabelkultvertar eller kabelschakt [11].

4.3.4 Gasformiga släckmedel

Definitionen *gasformigt släckmedel* innebär att ämnets kokpunkt vid atmosfärstryck är under rumstemperatur. Några av de vanligaste ämnena som har sådana egenskaper är kväve, koldioxid och argon samt ett antal halogenerade kolväten. Dessa gaser förvaras i gasflaskor i ett tryckkomprimerat tillstånd. Den vanligaste tillämpningen med gaser som släckmedel är ofta i fasta släcksystem, det finns dock handbrandsläckare med koldioxid.

Släckmedelsverkan i den här kategorin är låg i förhållande till exempelvis pulver då gasen enbart sänker flammans temperatur men kyler inte bränslet direkt. För att erhålla en god släckverkan ska syretillförseln vara låg vilket gör att den här metoden lämpar sig bäst i slutna utrymmen.

En annan nackdel är den toxiska inverkan på människan i och med dess förmåga att tränga undan syret i luften eller att gaserna på olika sätt påverkar kroppens funktioner. De flesta av dessa gaser har framförallt den förmågan att tränga undan syret i luften och kan på så sätt utgöra livsfara för vinstandes i utrymmet. Under sommaren 2011 skedde dödsfall vid en industri där två män avled på grund av läckage av argongas vilket ledde till att syret undanträngdes och de två männen kvävdes [14].

Den största fördelen med den här metoden är renligheten då släckgasen förångas efter släckning. En handbrandsläckare med koldioxid kan rekommenderas vid släckning av bränder i elektrisk utrustning då den inte leder ström. Säkerhetsavståndet för släckning med koldioxid är samma som för pulver, det vill säga 1,5 meter för spänningar upp till 50 kV på grund av beröringsrisk.

4.3.5 Pyrotekniskt genererade aerosoler (PGA)

Aerosoler är små fasta eller vätskeformiga partiklar som är fördelade i en gas.

Det finns två metoder som kan generera aerosoler. Den ena kallas kondensationsmetoden och den andra kallas dispersionsmetoden och fungerar i stort sett som en vanlig pulversläckare. Det är en behållare som är fylld med ett mycket finmalet pulver som är trycksatt med en inert gas. I den här rapporten kommer fokus att ligga på kondensationsmetoden.

Kondensationsmetoden fungerar som rubriken i det här stycket antyder genom pyroteknik. Själva genereringen sker genom att en fast substans antänds och bildar ånga. Ångan som bildas kyls sedan ner då den passerar genom ett kemiskt kylmedel och kondenserar således. Vid kondensationen bildas då dessa aerosoler som hämmar brandförloppet. Den dimma av aerosoler som bildas består av 40 % aerosoler och 60 % inert gas. Ett PGA-system har den fördelen att inga rörsystem eller trycksatta behållare används.

Släckverkan i ett system med aerosoler utgörs dels genom att partiklarna kyler flaman och dels av att aerosolerna hämmar den kemiska reaktion som sker vid förbränningsreaktionen. Ytterligare släckeffekt har även den inerta gas som aerosolerna transporteras i.

Det framkommer i rapporten, *Pyrotekniskt genererade aerosoler* [15] att aerosolerna påverkar fenomenet med överslagsspänning. I de försök som gjordes kunde en genomgående sänkning av minsta spänning för överslag göras. Det krävdes således en lägre spänning för att överslag skulle ske efter att aerosolerna hade utlösts jämfört med i ren luft. Vid ett av försöken blev minskningen av minsta erforderlig spänning för överslag 43 %. I de tester som utfördes var spänningsnivåerna mellan 5-7 kV och avstånden mellan ledarna 1-2,5 mm.

I samma rapport [15] visar sig även att siktbarheten efter utlösning av aerosoler försämras avsevärt under en längre tid.

Mätningar gällande påverkan på människan visar det sig att värdena för CO samt CO₂ inte överstiger IDLH¹¹. Värdet på NH₃¹² hamnar dock på det dubbla IDLH-värdet och är en aspekt att ta hänsyn till gällande utrymme som användning av släckmedlet kommer att ske.

Det är viktigt att sanering sker efter användning med aerosoler. Ett utlöst system med PGA binder snabbt till sig fukt och bildar en klabbig pasta. Det här kan ha negativ påverkan på elektriska apparater och dylikt [15].

Pyrotekniskt genererade aerosoler har på senare tid fått större uppmärksamhet och ny utrustning som använder sig av metoden utvecklas ständigt. En av de senare nyheterna på marknaden är så kallade släckgranater. Släckgranater finns i olika utföranden för olika storlek på utrymmena som den ska verka i. Likt en traditionell granat dras en sprint ut och därefter kastas den in i det brandutsatta utrymmet. Efter en kortare tid aktiveras genereringen av aerosolerna som då dämpar branden. För en effektivare verkan bör det brandutsatta utrymmet vara något så när tillslutet.

¹¹ IDLH är ett riktvärde för exponering (Immediately Dangerous to Life or Health)

¹² Ammoniak (NH₃)

4.4 Andra verksamheter och dess insatsförmåga

Frågan om hur en eventuell insats i en kabelkylvert ska ske är väldigt svårbedömd på grund av den riskbild som finns. Mycket är beroende på objektet, dess utformning och inte minst vilka resurser som finns att tillgå på verksamheten. Ett antal andra industriverksamheter blev kontaktade i syfte att se deras förutsättningar och rutiner för att hantera en liknande händelse. Det är viktigt och påpeka att följande verksamheter kan ha helt andra förutsättningar vid eventuella insatser. Det intressanta är hur de resonerar kring insatsmöjligheterna vid en brand i deras kylvertssystem och om det finns lärdomar som kan dras sinsemellan.

4.4.1 SSAB EMEA, Oxelösund

SSAB EMEA i Oxelösund har samma typ av industri som vid verksamheten i Luleå. I Oxelösund sker även en vidareförädling av stålämnen till grovplåt.

Brandskyddsledaren vid verksamheten berättade att samtliga kylvertssystem är installerade med vattensprinkler. Det här har skett över tid men från 80-talet och framåt är installationen utförd. Tillträdet till den här kylverten sker via luckor som finns i taket. Det är även installerat ett ventilationssystem som återcirkulerar luften för att bibehålla värme i kylverten året om. Kylvertarna är även brandtekniskt sektionerade. Verksamheten har en beredskapsorganisation enligt begreppet 1 + 4, det vill säga att de har ett befäl med fyra brandmän. Styrkan har kompetens att rökdyka enligt AFS 2007:7¹³ Den här beredskapen finns tillgänglig dygnet runt. Brandskyddsledaren vid verksamheten berättar att det inte finns några fastställda rutiner för hur en eventuell insats skulle ske utan taktiken blir först aktuell vid olycksplatsen beroende på förutsättningarna [16].

4.4.2 Smurfit Kappa Kraftliner, Piteå

Smurfit Kappa Kraftliner är en industri som tillverkar ett baspapper vid namn Kraftliner. Baspappret används för tillverkning av wellpapp.

Stor del av kablarna är förlagda i större rum ovan jord, enbart en sträcka på 20 meter med kabel är förlagd under jord. Den här kylverten är utrustad med rökdetektorer samt ett vattensprinklersystem. Verksamheten har en beredskap som består av en brandskyddsledare och två brandskyddstekniker som vid brand agerar enligt resurstypen 1+2 under dagtid. Det vill säga ett brandbefäl samt två stycken brandmän. Övrig tid finns en person i driftberedskap dygnet runt. Det pågår en total översyn av el- och instrumentavdelningen på verksamheten med avseende på säkerhet. Översynen har till syfte att utreda om de befintliga automatiska släcksystemen är nog eller om det behövs utökas. Smurfit Kappa Kraftliner har inga specifika rutiner för att göra en första insats

¹³ Arbetsverkets föreskrifter om rök- och kemdykning samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna 2007:7

med de interna resurserna, det blir en bedömningsfråga vid olycksplatsen. Ansvarig vid verksamheten påpekade dock att ingen utan behörighet får beträda rum som ställverk eller dylikt utan att en elektriker följer med. Det gäller även om en brand utbryter och kommunala räddningstjänsten kommer [17].

4.4.3 Rönnskärsverken, Skelleftehamn

På Rönnskärsverken sker utvinning av bas- och ädelmetaller ur råmaterial från Bolidens gruvor. Andra produkter som framställs är zinkklinker, svavelsyra och svaveldioxid.

I kabelkulvertsystemen finns inte något släcksystem installerat. Rönnskärs smältverk har ett samarbete tillsammans med kommunen gällande den beredskapsorganisation som finns tillgänglig. På verksamhetsområdet finns det förlagt en kommunal deltidsbrandkår med förmågan 1 + 4 med kompetens att utföra rökdykning enligt AFS 2007:7. Ansvariga vid avdelningen berättar att det inte finns några fastställda rutiner vid brand i kabelkulverten. Det blir aktuellt först när räddningstjänsten kommer fram på olycksplatsen. De påpekar att omfattningen av branden påverkar beslut om det går att sätta in rökdykare och att den bedömningen tas i samråd med skiftarbetsledare [18].

4.4.4 Akzo Nobel, Stockvik

I Stockvik har Akzo Nobel ett av sina verksamhetsområden. Industrin är världsledande inom färgindustrin och är även ledande inom specialkemikalier.

På industriområdet finns det en kulvert som sträcker sig cirka 100 meter i en hel sektion. Det finns inte installerat något släcksystem. Verksamheterna har ett samarbete med kommunens räddningstjänst med en styrka på 1 + 4 som har kompetens att rökdyka enligt AFS 2007:7. Det pågår ett arbete vid verksamheten som ska utreda konsekvenserna vid en brand i kabelkulverten. Det finns idag inte några fasta rutiner för hur en eventuell brand skulle bekämpas i kulverten. Brandskyddsfrågor gällande kulverten på verksamheten har dock tagits upp och utreds i ett examensarbete [19].

4.5 SSAB EMEA, Luleå

Vid ett möte som ägde rum den 12/10-11 vid brandstationen på SSAB EMEA i Luleå [2] diskuterades insatsfrågan i kulvertsystemet. Tomas Högström, brandskyddsledare, med brandstyrkan konstaterade att om en brand skulle utbryta nere i kulverten skulle enbart kortare och okomplicerade insatser kunna genomföras av den interna räddningstjänsten. Han påpekar dock att det här är en bedömningsfråga som måste ses över på olycksplatsen. Vid frågeställningen om olycksscenarioet var en mindre brand samt att en medvetlös person skulle kunna befinna sig nere i kulverten vid branden blev svaret att livräddning självklart måste övervägas. Dock får inte insatspersonal själva utsätta sig för en överhängande risk att skadas. Återigen betonar Tomas Högström att det är en bedömningsfråga som räddningsledaren måste göra vid olycksplatsen.

Rutinen vid ett larm i en högspänningsanläggning idag är att ronderande elektriker blir informerad via personsökare. Elektrikern kontaktar sedan räddningsledaren för att bistå med hjälp.

Under mötet med interna styrkan berättade brandmannen, Tord Larsson, om en övning som skedde i samarbete med kommunala räddningstjänsten. Övningen var vid koksverkets¹⁴ kulvertsystem och uppgiften var lång inträngning på 50 meter i kulvertsystemet.

I en förstudie [20] som företaget WSP gjorde på uppdrag av SSAB EMEA framkommer det att även den kommunala räddningstjänsten ser problematik i att göra en eventuell insats i kulvertsystemet. Det beror på svårigheter vid inträngning på grund av de långa sträckorna, att det är i en svår arbetsmiljö och att det är förenat med stora risker. Det fastställdes att den kommunala räddningstjänsten inte kommer att genomföra en rökdykarinsats i kulvertsystemet i fråga om räddning av egendom. Räddningstjänsten i Luleå uppskattade att först efter en timme skulle en insats kunna påbörjas då assisterande styrkor anlant med det resursbehov som skulle behövas.

Den interna räddningstjänsten har i dagsläget inte inövande rutiner eller någon taktisk plan över hur en insats skulle kunna ske. Det kunde summeras att vid en brand i kulvertsystemet var insatsfrågan något som måste bedömas vid olycksplatsen då många faktorer spelar in.

¹⁴ Ett område inom SSAB som producerar koks.

5 Diskussion och slutsatser

Brand i en kabelkulvert kan bli en väldigt kostsam händelse för den berörda verksamheten. Det kan handla om stora belopp som går förlorade i materialvärde men troligen förlorar verksamheten ännu större belopp i form av produktionsbortfall. Det kan också leda till allvarliga personskador eller i värsta fall att personer omkommer.

Det har under arbetes gång fastställts att väldigt lite litteratur finns gällande brand i kulvert eller liknande objekt. Det finns enligt min mening ett behov av en vidare utredning av insatsmöjligheter som generellt kan tillämpas på underjordiska objekt.

Hur SSAB EMEA i Luleå ska lösa problematiken vid en eventuell brand går inte att sätta fingret på exakt då frågan är väldigt komplex. Vidareutredning inom ämnet rekommenderas. Resultatet i den här rapporten kan dock ge förslag på olika förfaranden vid insatser.

Jag anser att personalen vid den interna räddningstjänsten inte har tillräcklig kunskap om elsäkerhet och den terminologi som kan förekomma för att på ett säkert sätt kunna göra en insats vid kabelkulverten eller andra starkströmsanläggningar. Vid ett tidigare tillfälle har en kortare genomgång av elsäkerhet hållits för den interna räddningstjänstens personal men för att upprätthålla den kompetensen måste utbildning ske kontinuerligt.

Till hjälp vid en insats har både den kommunala och interna räddningstjänsten tillgång till insatsplaner över verksamhetsområdet. Det kan vara en fördel att se över insatsplanen för området där kulvertsystemet finns. Ger insatsplanen i dagsläget bra och tillräcklig information till räddningspersonalen för att kunna utföra en insats?

Ett komplement till insatsplanen är att vid varje ingång till kulverten sätta upp en insatsbild som kan ge objektspecifika uppgifter om det berörda kulvertavsnittet. Det kan handla om särskilda risker eller objektets utformning. I avsnittet T-EA finns en passage där det krävde att man hukade sig för att komma under ett betong fundament. Sådan information kan vara helt avgörande för om en insatsstrategi går att genomföra eller ej.

Det nyckelsystem som finns idag gör att även vissa obehöriga personer på området kan komma ner i kulvertsystemet. För att undvika det här bör man se över problemet med det "flexibla nyckelsystemet".

Jag anser även att när någon beträder anläggningen så bör det finnas skriftligt vid eldistributionens kontor. Det kan handla om en whiteboardtavla med namn och kontaktuppgifter. Vid en brand är det viktigt att veta om det vistas personer nere i kulverten, det kan vara helt avgörande för hur, alternativt om, en insats ska ske.

Kulvertens utformning på verksamhetsområdet skiljer sig mycket mellan de olika avsnitten. Att kunna tillämpa en och samma metod ur ett insatsperspektiv är därför inte aktuellt. Den stora frågan vid en brand i kulverten är huruvida personal ska gå ner i kulverten överhuvudtaget oavsett om kabelstammarna gjorts spänningslösa. Vid diskussion med personal från avdelningen för eldistributionen blev det klart att de kablar med en spänningsnivå på 130 kV kan göras spänningslösa inom cirka 15 minuter under dagtid på vardagar, och inom cirka 30 minuter övrig tid. Dock återstår spänningsnivåer upp till 10 kV som ligger aktiva på vissa kabelstammar. Att de aktiva spänningsnivåerna sjunker från 130 kV till 10 kV möjliggör helt andra förutsättningar för brandbekämpning med olika släckmedelsalternativ men stora risker kvarstår ändå vid inträning. Här efterfrågas, från personal på eldistributionen en diskussion med ansvariga inom brand och säkerhet. Om en sektion i kulverten fränkopplas och blir spänningslös skulle det här resultera i att andra anläggningar inom området också blir spänningslösa. Konsekvensen blir ett produktionsstopp men också att personsäkerheten äventyras. Det kan vara personer som fastnar i hissar eller att all belysning försvinner i kombination med att nödbelysning kanske inte är i erforderlig utsträckning för en säker utrymning. Ett produktionsstopp i fel läge kan också medföra stora risker för personalen om rutiner inte finns vid strömavbrott.

Man bör se över de nödutgångar i marknivå som i dagsläget enbart har ett enkelt metallock som skiljer kulverten mot omgivningen. Det här kan påverka en säker utrymning eller inträngning av räddningspersonal på exempelvis vintertid då stora mängder snö kan begränsa dess tillgänglighet.

I nära anslutning till en av dessa nödutgångar inträffade en olycka där en så kallad torpedo med flytande järn tippade. I det här fallet gick det bra men ett scenario där flytande stål runnit ner i kulverten hade kunnat ske och följderna är uppenbara. För att undvika det här bör en lösning hittas för att skydda dessa på bästa sätt mot yttre omständigheter.

Det är få insatser i liknande objekt där en utredning har utförts gällande insatsen. I fallet med Akalla-branden kan dock en viktig observation göras. Det framkom i slutrapporten att kraftig rökutveckling inträffade vid det första inträngningsförsöket vilket gjorde att rökdykarstyrkan backade tillbaka för att upprätta mer resurser för lång inträngning. En kraftig rökevakuering fläkt rekvirerades från Arlanda vilket gjorde stor skillnad i förhållandena för rökdykarna. Mitt förslag är att utföra försök med brandgasevakuering via de vertikala utrymningsvägarna som finns. Det här skulle kunna gå att göra med hjälp av kallrök¹⁵ och rökfylla de olika avsnitten för att sedan använda fläktar och trycksätta kulvertarna i syfte att utreda effektiviteten av brandgasevakuering via de vertikala utrymningsvägarna. Det här kan vara helt avgörande om en invändig insats och släckning av brandhärden är möjlig.

¹⁵ Kallrök är en ofarlig rök som generas av en rökmaskin.

5.1 Förslag på insatsalternativ

5.1.1 T-EH

Avsnittet är brandtekniskt avskiljt och stänger därför inne branden under en tid av 60 minuter i teorin. I det här fallet anser jag att en släckgranat är det bästa alternativet. Den största fördelen är säkerhetsaspekten när räddningspersonalen inte behöver tränga in i det brandutsatta rummet utan kastar bara in släckgranaten/-granaterna och stänger dörren till brandcellen. De genererade aerosolerna dämpar och förhoppningsvis släcker branden utan att personal behöver utsätta sig för fara. Andra fördelar är släckgranaternas storlek som gör att själva insatsen går snabbt och smidigt att utföra. Den här metoden bör i teorin dämpa branden effektivt då utrymmet är väldigt tätt vilket är en grundförutsättning.

5.1.2 T-EB

Det här är det längsta avsnittet i kulvertsystemet på ca 475 meter och kanske det mest komplicerade sett ur insatsperspektiv. Var branden bryter ut i kulverten avgör helt vilket förfarande som kan tillämpas vid insatsen. Vid en större brand kommer kulverten ganska snabbt att rökfyllas och en inträngning är därmed inte aktuell på grund av riskerna och den dåliga miljön. Alternativet är att trycksätta avsnittet från varsitt håll och få brandgaserna att evakuera via den vertikala nödutgången på mitten av avsnittet. Om det är tillämpligt i situationen kan det skapa en betydligt bättre sikt för räddningspersonal som då kan närma sig brandplatsen och släcka av branden. Det släckmedel som rekommenderas är också beroende på omfattningen av branden men på ett säkert avstånd kan brandmännen påföra vatten med en spridd stråle. En mindre brand kan kanske bekämpas med pulversläckare som möjliggör att de kan komma närmare utan att agera på ett osäkert sätt.

Ett annat alternativ som hade kunnat användas är tillförsel av kvävgas. Vid en tidigare brand på SSAB EMEA i Luleå användes kvävgas för att inertera ett brandutsatt objekt vilket gav goda resultat. Finns möjlighet att få fram kvävgas till den vertikala nödutgången på mitten av sträckan alternativt till ingången via ställverket EB kan den här metoden kväva branden. Det som talar emot alternativet är de stora mängder kvävgas som kan komma att krävas för att fylla hela volymen som avsnittet T-EB utgör.

5.1.3 T-EA

Det här avsnittet har visserligen den kortaste sträckan men utformningen med en trång passage samt att gången ändrar i riktning kan förhindra en effektiv och säker insats. I det här avsnittet rekommenderas samma förfarande som i avsnittet T-EB. Det vill säga att genom försök med kallrök bedöma om det finns möjlighet att evakuera brandgaser via den vertikala nödutgången som finns i mitten av sektionen. Ger en trycksättning enligt beskrivningen god effekt kan möjligheten finnas att göra en invändig insats och släcka branden med vatten alternativt med en pulversläckare beroende på omfattningen av branden.

I jämförelse med branden i Akalla som hade pågått en längre tid gav pulver dålig verkan. Det var först när vattenbegjutning påbörjades som branden började avta och så småningom släcktes.

I den här sektionen ges också förslaget om att fylla utrymmet med kvävgas för att kväva branden. Jämfört med avsnittet T-EB är det här avsnittet betydligt kortare och därmed skulle en mindre volym behöva fyllas med kvävgasen.

5.2 Övergripande åtgärder

Samtliga avsnitt i kulvertsystemet bör ha utplacerade handbrandsläckare med pulver som kan användas av personal initialt vid branden. Det rekommenderas att använda 6 kg:s pulverläckare i och med dess släckverkan och säkerhet vid användning på elutrustning.

Att få ner brandmaterieell för en insats kan medföra komplikationer eller åtminstone vara tidskrävande och påverka utfallet av branden. Ett förslag är att ta fram en specialkonstruerad vagn för varje sektion. Vagnen ska vara utrustad med verktyg, slang, luftpaket och annat materieell som kan komma till användning vid en brand. De bör vara placerade strategiskt och lättillgängligt för att påbörja en insats så fort som möjligt. Vad exakt som ska vara på den här vagnen bör beslutas efter att en strategi för brandbekämpning finns.

En viktig lärdom från branden i Akalla är den tid det tog innan räddningstjänsten fick bekräftelse att kablarna var spänningslösa samt skyddsjordade. I det här fallet åtgick 4 timmar innan en inträning kunde ske. Liknande scenario kan avhjälpas om det tas fram fler fastställda rutiner för frånkoppling och skyddsjordning av de förlagda kablarna.

6 Referenser

- [1] <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20030778.htm>
- [2] Möte, SSAB Brandstation 12/10-11., Medverkande: Tomas Högström, Tord Larsson, Lars Sjöström, Ola Nordqvist och Joakim Bergman.
- [3] Möte, SSAB EMEA, kontoret för eldistribution 20/12-11., Medverkande: Kurt Löfgren, Jan Bäcklund, Robert Eitzenberger, Göran Gahm och Joakim Bergman.
- [4] Boverket, boverkets byggregler, Karlskrona, 2011 BFS 2011:26 BBR 19
- [5] Svenska Brandförsvarsföreningen., *SBF:s rekommendationer 11:1 Brandförsvar i kabelkulvertar*, 1979, ISBN 91-7144-162-x
- [6] Lennmalm, B., *Räddningstjänstens insatsplaner BRANDFORST projekt nr 419-935*, 2001
- [7] <https://www.msb.se/sv/Start1/Nyheter-fran-MSB/Nyheter/Elrisker-och-elsakerhet-vid-raddningsinsatser/> (Länk: *Elsäkerhetsverkets definition av frånkoppling och frånskiljning*)
- [8] Magnusson T, Ottosson J, Lindskog B, Söderquist Bende E, Eriksson F, Haffing S., - *Bränder i driftrum*, SKI Rapport 2006:29, Stockholm, 2006
- [9] Arbetsmiljöverkets föreskrifter om rök- och kemdykning samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna., *Rök- och kemdykning.*, ISBN 978-91-7930-484-2
- [10] <https://www.msb.se/sv/Start1/Nyheter-fran-MSB/Nyheter/Elrisker-och-elsakerhet-vid-raddningsinsatser/> (Länk: *Grundläggande risker med el*)
- [11] Eriksson, Reijo., *Elsäkerhet vid räddningsinsats.*, Brandskyddsföreningen, 2011, ISBN 978-91-7144-404-2
- [12] Särndqvist, S., *Vatten och andra släckmedel*, Räddningsverket, 2006, ISBN 91-7253-314-5
- [13] Karlsson, B., G. Quintiere, J., *Enclosure Fire Dynamics*, 2000, ISBN 0-8493-1300-7

- [14] <http://gd.se/nyheter/sandviken/1.3516182-lackande-gas-blev-tva-mans-dod>
- [15] Ekström, J., Nilsson, B., Holmstedt, G., Van Hees, P., Åqvist, J., Gudmundsson, A., (2008) *Pyrotekniskt genererade aerosoler*. LTH, rapport 3145
- [16] Telefonsamtal, 9/5-12., Lennart Jonasson.
- [17] Jonsson, P (2012). Insatsförmåga, kabelkulvert [e-post]. <Per.Jonsson@smurfitkappa.se>.
- [18] Lindmark, C. (2012). Insatsförmåga, kabelkulvert [e-post]. <cecilia.lindmark@boliden.com>.
- [19] Möte, 2/5-12., Medverkande: Anton Hörnqvist (examensarbetare vid Akzo Nobel) och Joakim Bergman.
- [20] Vestin, A., *Rapport – Förstudie brandskyddsåtgärder kabelkulvert huvudsystem kabelkulvert*, WSP, 2010
- [21] *Kraftkabelhandboken*, Kraftkabeldivisionen Ericsson Cables
- [22] Widlund, D., *Elektricitet och bränder - med inriktning på branduntredning*, MSB, 2009, ISBN 978-91-7383-041-6
- [23] McIntyre, C., (Colin.McIntyre@msb.se), Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2/6-2011
- [24] Statens energimyndighet., *Elavbrott i Akalla – Kista*, 2005, ER2005:14, ISSN 1403-1892
- [25] Göransson, K., (2002). *Kabelbrand i Akallatunneln 29 Maj 2002 – Haveriutredningens utlåtande. Slutrapport*. Stockholm: Birka Nät AB.

7 Bilagor

7.1 Bilaga A

Brand i kabel

Hur brand i kablar yttrar sig är svårt att konkret kartlägga då många faktorer spelar in. Den huvudsakliga faktorn för hur en brand fortlöper i en kabel beror på materialet i isoleringen och manteln¹⁶. I dagens kablar består isolations- och mantelmaterialet huvudsakligen av plast- och gummimaterial vilket kan ses som en stor fördel jämfört med äldre kablar som hade impregnerad pappers- och textilmaterial. Dessa kablar är sällsynta idag men återfinns i äldre anläggningar. Vanliga kabeltyper idag består bland annat utav PVC¹⁷, PE¹⁸ och PEX¹⁹ [21].

De brandgaser som utvecklas från de olika kablarna har en stor betydelse för hur en eventuell insats kan påverkas. I PVC-kablar finns kemiskt bundet klor som redan vid lägre temperaturer runt +100 grader Celsius kan börja avge väteklorid. Det här är visserligen en nackdel men klorret har också en hämmande effekt då syretillförseln minskar och därmed dämpas brandutvecklingen. Vid kontakt med vatten bildar väteklorid, saltsyra, som är starkt frätande. Brandgaserna från ett PVC-material avger en gråaktig rök [21].

Kablar som består utav Polyeten, PE, finns i olika utföranden som PE-LD, PE-MD, PE-HD och PEX. LD står för low density, MD för medium density och HD för high density. Ju högre densitet polyetenkabeln har ju mer stryktålig är den mot deformationer och klarar högre drifttemperaturer. I brandperspektiv underhåller polyeten förbränningen och även den här skapar en gråaktig rök [21].

Brandorsaker

I många utredningar som har gjorts gällande kabelbränder, har det varit svårt att fastställa den egentliga brandorsaken [21]. Det här beror på de otaliga faktorer som kan spela in. Yttre påverkan är enligt Kraftkabelhandboken [21] mer trolig brandorsak än att kabeln i sig är startkällan. Till yttre omständigheter hör reparationsarbeten där en yttre ”brand”, till exempel slipning, skärning eller dylikt kan vara brandstiftare.

Dock kan skador ligga latenta i en kabel efter förläggningen från första början om det har skett på fel sätt. Exempelvis kan förläggning ske med för tvära böjradier

¹⁶ Isolerande material som omsluter kabeln ytterst.

¹⁷ Polyvinylklorid

¹⁸ Polyeten

¹⁹ Tvärbunden polyeten

som är snävare än tillverkarens föreskrifter. Vid förläggning av kabel bör man vara försiktig så att inte isolationsmaterialet skadas t.ex. mot skarpa kanter.

Felaktig förläggning av kablar mot skarpa kanter kan medföra så kallad kallflytning av mantel- och isolationsmaterialet. Det här uppstår när ett material utsätts för ett högt kontinuerligt tryck. När det gäller kablar så flyter isolations- och mantelmaterialet ut från punktbelastningen och tjockleken minskar således vilket kan leda till att ledningskorden exponeras. Finns det brister i förläggningen som är beskrivet ovan kan det bidra till att en ljusbåge uppstår. Ljusbåge är en elektrisk urladdning som sker i luften mellan två ledare med en enorm värmeutveckling av flera tusen grader [22].

Skarvar kan vara utförda på ett undermåligt sätt som med tiden kan utgöra fara i och med bristande kontakt med varmgång och så småningom potentiell brand till följd.

Om kulverten är dåligt underhållen kan stora mängder damm och smuts lägga sig som en hinna på kabelstammarna och försämra värmeavledningen. Otätheter i kulverten kan bidra till att frätande eller upplösande ämnen kan tränga in i sprickor och droppa ner på kabelstammarna. En hög luftfuktighet i utrymmet kan med tiden orsaka korrosion i kopplingar om otätheter finns i skarvar och på så sätt försämra ledningsförmågan. Det här gör att värmeutvecklingen ökar och kan i värsta fall leda till överhettning i kabeln.

Utöver yttre påverkan på kablar finns det även risk för brand på grund av exempelvis överledning och överbelastning. Ett exempel på överledning i folkmun kan vara en kortslutning. Överbelastning som innebär en överström resulterar i en förkortad livslängd på kabeln. Det kan också ge upphov till en alldeles för hög ledartemperatur som kan skada kabelisoleringen, manteln eller närliggande kablar [22].

7.2 Bilaga B

Statistik

Uppgifter från myndigheten för samhällskydd och beredskap, MSB²⁰, har sammanställts och resultaten visar på kabelrelaterade bränder i kulvertar mellan åren 2005-2010. Det som bör tilläggas att det inte finns fullständiga uppgifter dokumenterade från dessa bränder utan det som står i tabellen är den information som dokumenterats [23].

Tabell 6. Kabelrelaterade bränder i Sverige. Källa: MSB [23]

Händelseplats och datum	Beskrivning av händelsen
Norrköping 20050321	Rök från kabel i tunnel (kulvert, ej vägtunnel)
Stockholm 20070312	Överslag i kabelskarv 200kV, endast rökutveckling vid ankomst
Stockholm 20070601	Elkabel i fortums tunnel brunnit av, endast rökutveckling vid ankomst
Stockholm 20071019	Kortslutning i bristfälligt reparerad matarkabel 200kV vid driftsättning, släckt vid ankomst
Göteborg 20091013	Brand i stor matarkabel i kulvertsystem utanför sjukhus, slocknat vid Rtj:s framkomst
Stor Göteborg	Lite rök i tunnel ägd av energibolag

I två av ovanstående fall är felet kopplat till kabelskarvarna. Vad orsaken är i de andra fallen är oklart.

Det visade sig även vid händelsen i Akallatunneln 2001-03-11 att ett fel på en skarv gav upphov till branden. Vid återställande efter den branden gjordes nya skarvar vilka också visade sig vara bristfälligt utförda och utgjorde sannolikt orsaken till branden som uppstod året därpå 2002-05-29 i samma anläggning och utrymme [24].

Det bör tilläggas att det ibland kan ske spontana smällar i kablar. Dessa fenomen är svåra att utreda och klargöra dess orsak. Precis det här hände vid SSAB EMEA:s anläggning i Luleå under sommaren 2011 där en högspänningskabel spontant exploderade.

Det utbröt dock aldrig någon brand men kabeln blev rejält förstörd och funktionsoduglig i och med att mantel- och isolationsmaterialet samt ett par centimeter av ledarmaterialet fullständigt hade försvunnit.

²⁰ Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.

7.3 Bilaga C

Branden i Akallatunneln

Under året 2001 skedde en omfattande störning i en kabelkulvert i Akallatunneln i stockholmsområdet. Det uppstod brand i en kabelskarv i en av 33 kV-kabel på grund av ett elfel. Den här branden resulterade i ett långt strömavbrott för innevanarna och det tog flera dygn att åtgärda. Året därpå uppstod ytterligare en brand i en av de bristfälligt utförda skarvarna efter den första branden.

Stycket nedan är citat ur en slutrapport om branden i Akallatunneln år 2002 [24]

"Kista brandstation får larm om inringt automatiskt brandlarm med adress Hanstavägen 51. Räddningstjänsten har inga nycklar till dörren där centralapparaten sitter. Därför kan de ej komma in och avläsa varifrån brandlarmet kommer. Efter cirka 15 minuter kommer en väktare med nycklar varvid man avläser detektor 5:11 vilket är samma som för 14 månader sedan. Brandmästaren som nu var på plats var densamma som vid branden för 14 månader sedan därför visste han till vilken plats de skulle köra. Brandförsvaret (Kista och Vällingby brandstationer) var på plats vid tunnelpåslaget c:a 16.40, dvs. c:a 40 minuter efter brandlarmet, och påbörjade rekognosering.

Inträngning skedde fram till stigschaktet där kablar går upp till Tp Hägerstalund. Kraftig rök konstaterades i tunneln vid denna punkt. Då osäkerhet om kablarnas status och spänningssättning rådde, backade brandförsvaret tillbaka för att bygga upp resurser för släckinsats. Man byggde upp rökdykarinsats för lång inträngningsväg vilket innebär etablering av ett antal skyddsgrupper efter var 75:e meter. Man rekvirerar även en kraftfull rökevakueringssläkt från Arlanda vilken underlättar rökdykarinsatserna väsentligt. Detta tog c:a 4 timmar.

Klockan 20:40 efter att man hade fått kvittens på att anläggningen var strömlös och skyddsjordad påbörjades inträngning för insats. Klockan 21:00 görs släckinsats med pulver- och kolsyresläckare men då materialet var så upphettat återantänder det hela tiden. 21:10 fattas beslut om släckinsats med vatten. 21:35 ger vattenbegjutningen effekt. 23:30 är räddningstjänsten avslutad."

7.4 Bilaga D

Definition fränkoppling/fränskiljning



 **ELSÄKERHETSVERKET** 1(1)

Lars Melchert
Avdelningen för elanläggning
0550-85174

2011-08-19

Dnr 11EV2851

MSB
Ingvar Hansson
ingvar.hansson@msb.se
651 81 Karlstad

DEFINITION FRÄNKOPPLING - FRÄNSKILJNING

Ni har önskat Elsäkerhetsverkets synpunkter och definition av fränkoppling och fränskiljning.

I Elsäkerhetsverkets föreskrifter finns inga definitioner för dessa begrepp. Då det handlar om säkerhet vid arbete så är det Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2006-1 som reglerar detta. Dessa föreskrifter hänvisar till svensk standard som ett sätt att uppfylla föreskriftens krav på säkerhet. Den standard som avses i detta fall är SS-EN 50110-1, "Skötsel av elektriska anläggningar". Det är SEK svensk standard som ger ut standarder.

I bifogad fil finns definitioner ur SEK handbok 417 "ordlista" samt ur SEK handbok 444 "SS 436 40 00 Elinstallationsreglerna"

"Fränkoppling" (SEK Handbok 417) - åtgärd före att erhålla erforderlig fränskiljningssträcka (säkert brytavstånd).

"Fränkoppling för mekaniskt underhållsarbete" - för mekaniskt arbete på elektriskt driven utrustning.

"Fränskiljning" - avskilja en installation, från matning från alla elektriska strömkällor.

Det finns även andra säkerhetsanvisningar för olika branscher typ ESA samt SSG.


Lars Melchert
Elinspektör

ELSÄKERHETSVERKET
REDOCKSADRESS: Södra Torget 3
POSTADRESS: Box 4, 601 21 Kyrkslätt
TEL: 0550-851100
FAX: 0550-851101
E-POST: registrator@elsakerhetsverket.se
WEBB: www.elsakerhetsverket.se
ORG_NR: 202100-4466