



Insatskoncept för tunnlar och stationer- drifttiden

[Titelsida] Georgia 10,5/18

Titel: Insatskoncept för tunnlar och stationer- drifttiden

Uppdragsledare: Oskar Jansson

Projektledare: Roberth Colliander

Bilder & illustrationer:

Dokumentid: 1352-P11-24-00006

Diarienummer: FUT 1511-0219

Utgivningsdatum: 2016-11-01

Tryck: [Klicka här för att ange text.](#)

Distributör: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 225 50, 104 22 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan@sll.se

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Syfte och mål.....	4
1.2	Omfattning.....	4
1.3	Gällande regelverk.....	5
1.4	Förutsättningar.....	6
2	Räddningsinsats generellt.....	7
2.1.1	Grunder	7
2.2	Utlarmning och framkörning.....	7
2.3	Möjligt läge vid framkomst.....	8
3	Räddningsinsats station.....	9
3.1	Generellt	9
3.2	Brandtekniska stödsystem för insats	9
3.3	Identifierade alternativa angreppsvägar.....	10
3.4	Utvärdering av insatsalternativ	11
3.4.1	Via de ordinarie uppgångarnas rulltrappor och hissar.....	12
3.4.2	Via separat trapphus	12
3.4.3	Via räddningshiss	12
3.4.4	Via körbara tunnlar	13
4	Räddningsinsats tunnel.....	14
4.1	Generellt	14
4.1.1	Sammanfattning forskningsrapport.....	14
4.1.2	Möjlig insats i tunnel	17
4.2	Brandtekniska stödsystem för insats	17
4.3	Utvärdering av insatsalternativ	18
4.3.1	Via trapphus.....	18
4.3.2	Via servicetunnel	19
4.3.3	Via parallell spårtunnel	19
5	Andra scenarier	20
5.1	Identifiering av scenarier.....	20
5.2	Behov av kompletterande strategier och åtgärder.....	20
6	Diskussion och slutsatser	22
7	Referenser	23

1 Inledning

1.1 Syfte och mål

Räddningsmanskaps säkerhet ska beaktas vid projektering av det byggnadstekniska brandskyddet i en byggnad eller anläggning. Syftet med denna rapport är att beskriva generella förutsättningar och möjliga generella lösningar för de tre projekten inom utbyggnad av tunnelbanan, samt att utgöra underlag för diskussion, bedömning och beslut kring åtgärder för räddningstjänstens insats. Det innefattar behov av insatsstödjande system och tekniska installationer, samt uthålligheten i systemen.

Målsättningen är att beskriva och analysera ingående delar enligt ovanstående syfte i en sådan omfattning att generella krav kan ställas för projekten, samt redovisa en rekommenderad generell utformning. Målet är också att skapa en förståelse och samsyn mellan förvaltningen, projekten och räddningstjänsten.

1.2 Omfattning

Denna rapport omfattar både tunnlar och stationer. Inga platsspecifika antaganden eller anpassningar görs i dokumentet. Anpassningar till varje plats sker inom projekten utifrån de krav och generella lösningar som tas fram gemensamt. Andra förutsättningar än räddningstjänstens insats berörs ej.

Räddningstjänsten har lämnat yttrande på tidigare utgåva [1] av insatskonceptet. Vid fortsatt framtagande av insatskonceptet kommer avstämningar kontinuerligt göras med räddningstjänsten. Räddningstjänsten har i samma yttrande angett en egen bedömning kring sin generella förmåga och taktik.

Komplettering med principer för skyddsjordning och räddningsfrånkoppling sker i senare revideringar.



1.3 Gällande regelverk

De lagar och regelverk som specificerar krav gällande räddningstjänstens säkerhet och angreppsväg för insats är:

- Plan- och bygglag (SFS 2010:900)
- Plan- och byggförordning (SFS 2011:338)
- BBR 21 (BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. 2014:3)
- BBRAD (BFS 2013:12)

De två sistnämnda gäller inte tunnlar, utan enbart byggnader och är applicerbara på de delar av station som utgör byggnad.

Mål angivet i FUTs Säkerhetskoncept

Räddningsinsatser ska kunna genomföras på station, och utformning ska även stödja räddningsinsatser i tunnel.

Lag om skydd mot olyckor ställer i första hand krav på ägare och nyttjanderättshavare att erhålla skydd mot olyckor under drifttiden. Denna lag är i första hand inte styrande för projekteringen av anläggningen men det ska beaktas att erforderlig säkerhetsnivå ska kunna upprätthållas under anläggningens livstid. Lagen anger också att det är kommunen som ansvarar för räddningstjänsten.

Rök- och kemdykning, AFS 2007:7:

3 § Rökdykning

Inträngande i tät brandrök för att rädda liv eller bekämpa brand eller liknande klädd i brandskyddsdräkt och med andningsapparat på.

Till 3 § Arbetsledaren bedömer när insatsen är att betrakta som rökdykning. Brandrök bör dock alltid uppfattas som hälsofarlig oavsett hur tät röken är.

5 § Riskbedömning

Om riskerna bedöms som stora i förhållande till vad som kan uppnås, ska andra alternativ än rök- och kemdykning väljas. Arbetsledaren ska se till att de risker som rök- och kemdykare utsätts för är rimliga i förhållande till vad som kan uppnås med insatsen.

Till 5 §

Rökdykning är den farligaste arbetsuppgift vi tillåter i Sverige och också ett av de mest fysiskt krävande. Paragrafen bör tolkas så att rökdykning primärt är en livräddande insats.

12 § Säkert vatten

Vid brand eller risk för brand ska rök- och kemdykare för sitt skydd ha säker tillgång till släckvatten.



1.4 Förutsättningar

Den grundläggande principen är att självutrymning ska kunna ske och räddningstjänsten ska inte behöva assistera vid utrymning.

Tåg ska alltid köras till station eller ut i det fria, inga tåg planeras att vid brand stanna i tunneln och utrymmas där.

Mängden brännbart material i tunnel och på plattform ska vara minimalt. Inga verksamheter tillåts som kan medföra en brand > 1 MW, undantaget tåg. Övrigt ska vara brandtekniskt avskilt.

Tågen, C20 och C30, är utformade för att försvåra antändning och fördröja brandutveckling i linje med EN 45545. I detta ingår också åtgärder för att minska risk för stopp i tunnel såsom nödbromsblockering och redundans på vissa kritiska system.

Driftsäkerheten är viktig då tunnelbanan är en samhällsviktig verksamhet. Möjlighet till en effektiv räddningsinsats kan minimera skador och avbrott, vilket är positivt. Vid brand ska tågen köras till station. Möjligheter för räddningstjänsten att släcka en brand i ett tunnelbanetåg på station är därför en ambition för FUT.

I tunnlar ska inga trafikanter finnas annat än ombord på tåg, och dessa ska inte stoppas i tunneln. Nyttan av en räddningsinsats och sannolikheten för en räddningsinsats är lägre, samt komplexiteten att utföra en räddningsinsats är betydligt större. Ambitionsnivån för FUT är att möjliggöra en räddningsinsats ändå. Dock är FUT medvetna om att förväntningarna på räddningsinsatsens effekt inte kan ställas särskilt högt.

Med hänsyn till att den mest välorienterade (närmaste) brandstyrkan kan vara på annat larm, så kan det variera vilken brandstyrka som anländer först. Därför är det av stor vikt att erhålla ett enhetligt koncept i så stor utsträckning som möjligt för att få en effektiv insats.



2 Räddningsinsats generellt

Utifrån räddningstjänstens nuvarande rutiner för insats i tunnelbanan beskrivs här en möjlig insats för en utbyggd tunnelbanas stationer och tunnlar

2.1.1 Grunder

Insats i en miljö som inte är rökfylld är naturligtvis att föredra, men kan endast undantagsvis skapas i undermarksanläggningar.

Förutsättningen för att räddningsinsats ska kunna genomföras i rökfylld miljö är en säker baspunkt där miljön inte kräver rökskydd/andningsapparater, tillgång till vatten för brandsläckning samt fungerande radiokommunikation. En genomtänkt utformning av dessa åtgärder samt ytterligare kompletterande åtgärder påverkar förmågan positivt.

Begränsning av förmågan utgörs bland annat av tillgång till personal/resurser och insatsens längd i rökfylld miljö. Det förstnämnda är ett resurs- och logistikproblem och där anläggningens utformning kan påverka förmågan. Insatsens längd i rökfylld miljö begränsas av fysisk förmåga att använda andningsapparater och dra med sig slang med vatten för brandsläckning. Se vidare avsnitt 4.

Prioritering av inriktningen på räddningsinsatsen bestäms utifrån det aktuella läget, men kan i princip sägas vara inriktat på livräddning i första hand. Det kan ske genom att undanröja eller minska hotet, eller rädda personer på annat sätt.

2.2 Utlarmning och framkörning

Larmplanen för brand i tunnelbana under mark är idag enligt räddningstjänsten; 3 brandstationer, 2 ledningsenheter, rökskyddsdepå och ledningsförstärkning.

Vid bekräftad brand på station utlarmas normalt enligt följande:

- Närmaste brandstyrka åker till berörd tunnelbanestation
- Näst närmaste brandstyrka som åker till annan nedgång till berörd tunnelbanestation, eller annan plats
- Ytterligare en brandstyrka utgör taktisk reserv
- Ledningsenheter åker till ledningsplats
- Rökskyddsdepå

Vid bekräftad brand i tunnel mellan stationer utlarmas normalt enligt följande:

- Närmaste brandstyrka åker till en av de närmaste tunnelbanestationerna
- Näst närmaste brandstyrka åker till den andra av de närmaste tunnelbanestationerna.
- Ytterligare en brandstyrka utgör taktisk reserv
- Ledningsenheter åker till ledningsplats
- Rökskyddsdepå



Vid olycka på en station är räddningstjänsten normalt på plats inom ca 10 minuter. Andra larm och den allmänna trafiksituationen kan dock påverka framkörningen.

Den första brandstyrkan som anländer försöker normalt få en uppfattning av läget för att rapportera till ledningen, överväga sin insats och behov av ytterligare resurser. En trolig första insats är en rekognosering av området där det brinner. För detta behöver räddningstjänsten veta var branden är, hur de säkert och snabbt kan ta sig så nära branden som möjligt. Information om situationen, samt utformning och förläggning av angreppsväg är här väsentligt.

2.3 Möjligt läge vid framkomst

Vid brand är det sannolikt att den är mindre än 2 MW under de första 30 minuterna. Det ger att rekognoseringen troligen efter 15-20 minuter kan övergå i en släckinsats om branden är lätt åtkomlig.

Stationer utformas så att självutrymning är möjlig. Rulltrappor och, till viss del, hissar utformas på ett sådant sätt att de kan användas för utrymning. Utrymningen från plattformen kan antas vara avslutad inom 10 minuter från att en brand har startat, och station tömd på utrymmande efter 10-20 minuter beroende på antal utrymmande personer.

Normalt ska tågen kunna köras till station för utrymning, men tunnlar utformas så att självutrymning är möjlig om stopp i tunneln ändå sker. Utrymning i tunnel sker via hårdgjord gångyta längs tunneln till servicetunnel, plattform, trapphus eller motsvarande. Utrymningen från spårtunneln kan antas vara avslutad inom 30-45 minuter. Personer i servicetunneln kan förekomma en längre tid.



3 Räddningsinsats station

I detta avsnitt redogörs generellt för räddningsinsats, några möjliga alternativ som finns för räddningstjänstens angreppsvägar och utvärdering av dessa alternativ samt förslag till utformning för räddningstjänstens insats på station. Insatsen avser i första hand brand i tåg då detta är dimensionerande.

3.1 Generellt

På stationer i tunnelbanans utbyggnad planeras att baspunkt ska kunna utgöras av utrymme i plattformsnivå för att effektivisera insats. Det troliga är då att räddningstjänsten omgående kan skicka räddningspersonal för rekognoscering av plattform från säker plats i plattformsnivå. Denna styrka kan utgöras av 3-4 personer.

En stor del av plattformen kommer med hjälp av brandgasventilationen vara relativt rökgasfri. Det underlättar lokaliseringen av branden.

En släckinsats kan sedan ske från den mest lämpliga angreppsvägen, och rökdykning behöver då maximalt ske 75 meter från baspunkt. En normal tunnelbanevagn med brandstorlek upp till minst 15 MW bedöms då kunna släckas av räddningstjänsten.

3.2 Brandtekniska stödsystem för insats

Stationerna förses med mekanisk brandgasventilation av plattformar och brandventilation av teknikutrymmen i källarplan samt eventuella butiker i de övre planen. Kapaciteten dimensioneras normalt för vad som krävs under utrymning, men drifttiden säkerställs även för räddningsinsats.

Övertryckssättning sker av angreppsvägarna. Såväl kapacitet som drifttid anpassas för räddningsinsats.

Uttag för vatten för brandsläckning anordnas vid baspunkt i angreppsväg. Preliminärt anordnas en tomrörsledning från gatuentré, som trycksätts och vattenfylls av räddningstjänsten. Placering av in- och uttag ska ske i samråd med räddningstjänsten vid deras naturliga angreppsväg. Markering och utformning ska medge snabb och enkel insats.

Informationstablå eller motsvarande med information för räddningstjänsten anordnas i angreppsväg på lämplig plats i samråd med räddningstjänsten.

Radiokommunikation för räddningstjänsten anordnas i hela stationen.

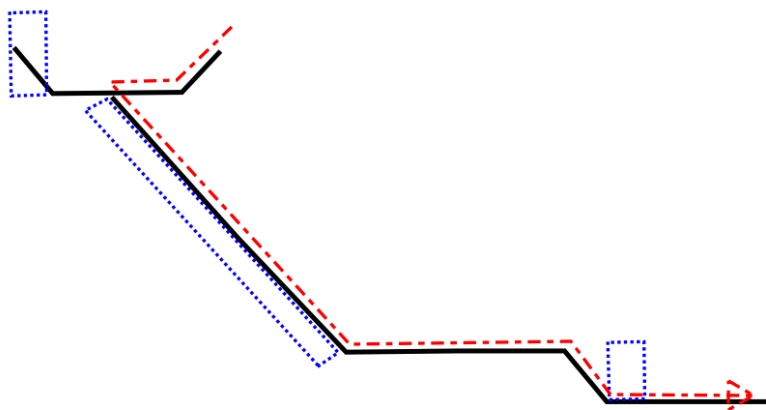


3.3 Identifierade alternativa angreppsvägar

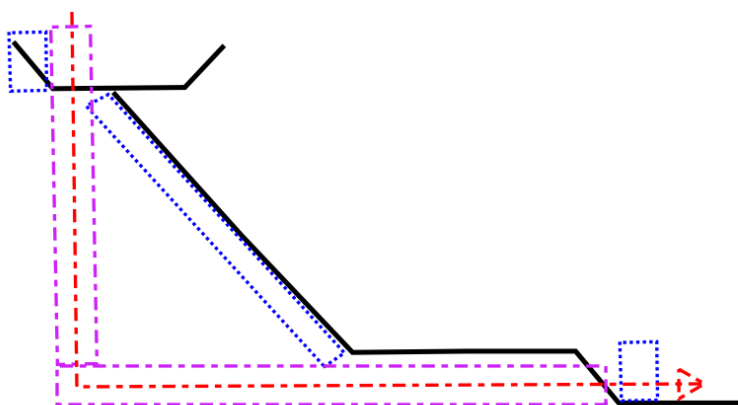
För aktuella stationer inom tunnelbanans utbyggnad utvärderas följande alternativ för angreppsväg till plattform:

1. Via de ordinarie uppgångarnas rulltrappor och hissar.
2. Via separat trapphus.
3. Via räddningshiss från det fria.
4. Via körbara tunnlar i form av arbetstunnlar/servicetunnel.

Ovanstående alternativ förtydligas även nedan i figur 1-4, där de röda streckade linjerna indikerar insatsvägen, blå fyrkanter hissar (vertikala eller snedbanehissar), röd fyrkant räddningshiss och lila fyrkant avskilt trapphus. Plattformen illustreras längst ned i bildens högerkant och de sneda lyften indikerar trappor/hissar medan de horisontella linjerna visar på mellanplan samt biljetthall.

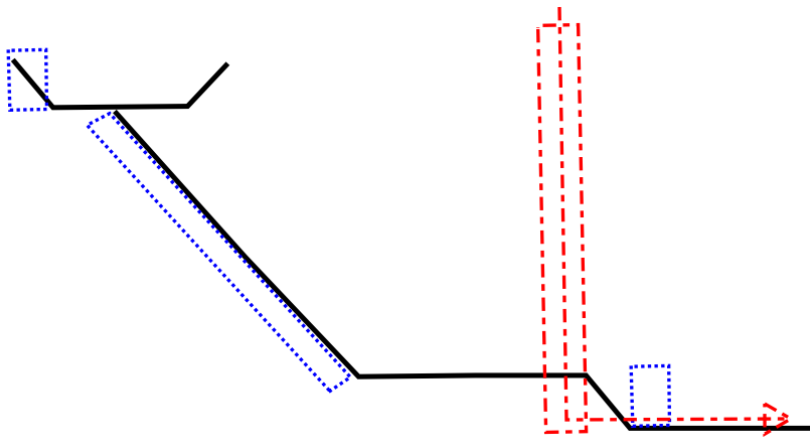


Figur 1. Insats via ordinarie uppgångarnas rulltrappor och hissar

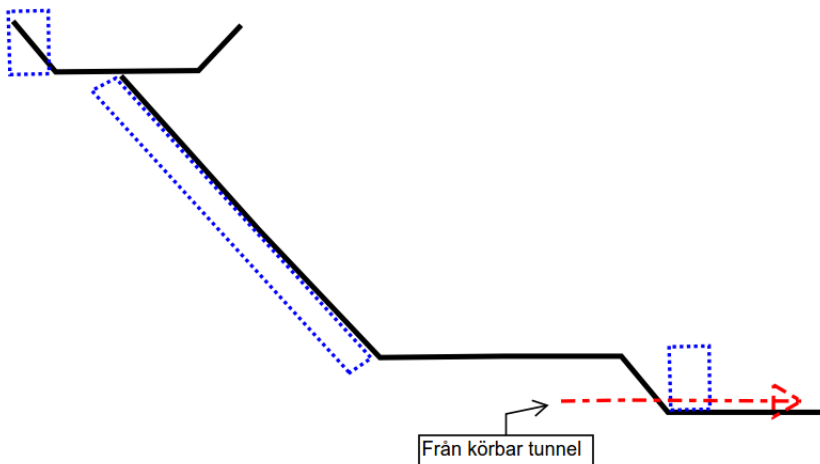


Figur 2. Insats via separat trapphus





Figur 3. Insats via räddningshiss



Figur 4. Insats via körbar tunnel

3.4 Utvärdering av insatsalternativ

I detta avsnitt redovisas utvärdering av de möjliga insatsalternativ som finns för stationerna inom tunnelbanans utbyggnad. Det är en kvalitativ utvärdering av identifierade alternativ med avseende på de möjligheter och risker som föreligger för räddningstjänstens insats på stationerna.

På grund av anläggningens komplexitet kan följande problematik vid insats uppstå:

- Långa angreppsvägar med stor höjdskillnad vilket kan leda till fysisk utmattning och långa insatstider,
- I det fall personer behöver livräddas eller på annat sätt få assistans är vägarna ut långa med höjdskillnad.
- Stort antal personer som ska utrymma vilket kan generera stora motriktade personflöden till dess att anläggningen är utrymd,
- En brand under mark kan vara svår att lokalisera.

Nedanstående kapitel utvärderar identifierade alternativ med avseende på de förutsättningar varje alternativ innefattar och ovan nämnda risker.



3.4.1 Via de ordinarie uppgångarnas rulltrappor och hissar.

Om insats sker via de ordinarie uppgångarnas rulltrappor och hissar innebär detta att räddningstjänsten ska utföra insats nedför 1 meter breda rulltrappor, alternativt använda brandkårskörning av hissar. Storleken på en brandman och medtagen utrustning kan ge problem om de möter stora mängder utrymmande. I dessa fall bör hissar utgöra ett bättre alternativ.

När behov finns att hämta material, genomföra personalavbyte eller andra transportbehov så bör hiss eller uppåtgående rulltrappa finnas tillgänglig på grund av höjdskillnaden.

Fördelen med denna angreppsväg är att den är känd, mynnar direkt vid plattform, strategin används på befintliga stationer idag och ger snabbt en god överblick av situationen.

Med hänsyn till ovanstående så bör de ordinarie uppgångarnas rulltrappor och hissar tillsammans kunna utgöra en möjlig angreppsväg. Det förutsätter att funktionen säkerställs med kraftmatning etc.

3.4.2 Via separat trapphus

Ett separat trapphus möjliggör en insats där räddningstjänsten inte behöver möta utrymmande personer.

Om enbart trapphus finns att tillgå för insats på aktuella stationer ska räddningstjänsten transportera sig ned till ett djupt plattformsläge, samt förflytta sig horisontellt mellan varje vertikal förflyttning. Lång vertikal och horisontell förflyttning inom anläggningen medför obefintlig orienteringsförmåga, och ingen överblick av situationen under transporten ner.

Ett separat trapphus kan inte alltid placeras vid ordinarie entré, vilket kan göra att det tar längre tid att lokalisera.

Nere i plattformsnivå kan separata trapphus inte mynna direkt mot plattform, utan passage krävs från bakre utrymmen. Ett beslut måste tas om rökdykning ska inledas, vilket försenar rekognoseringen.

Vid transport upp till markytan är det inte troligt att det separata trapphuset används, och om det gör så är det en flaskhals i logistiken för insatsen.

Det har vid samråd med räddningstjänsten 2015-02-26 framkommit att separata trapphus som finns i befintliga anläggningar ofta inte används vid insats. Vid samråd med räddningstjänsten 2015-09-02 framkom att de inte rekommenderar detta alternativ.

Med hänsyn till ovanstående anses det att insats via separat trapphus inte bör utgöra ett rekommenderat alternativ för räddningstjänstens angreppsväg.

3.4.3 Via räddningshiss

Det finns krav, enligt BBR, på räddningshiss för en byggnad över 10 våningsplan för att underlätta räddningstjänstens insats. Räddningshissen utgörs då normalt av en ordinarie hiss som också uppfyller säkerhetskraven för räddningshiss.

Vid utbyggnad av tunnelbanan kan det för vissa djupt liggande stationer bli aktuellt att ha hissar som normal huvudsaklig transport för trafikanter.

En räddningshiss ger snabb transport vertikalt, men ger också ofta ett läge på räddningshiss/angreppsväg som är skilt från normala entrén, det kan innebära logistikproblem vid beslut om var brandstyrkor ska sättas in för insats.

En räddningshiss som inte används för ordinarie verksamhet innebär ofta en lägre drifttillgänglighet. Det krävs troligen ett parallellt trapphus för att klara kraven för hissar med stannplan cirka var 10 meter.

Hisstransport direkt från markytan skilt från entrén medför obefintlig orienteringsförmåga, och ingen överblick av situationen under transporten ner.

Nere i plattformsnivå kan räddningshiss inte mynna direkt mot plattform, utan passage krävs från bakre utrymmen. Ett beslut måste tas om rökdykning ska inledas, vilket försenar rekognoseringen. Vid samråd med räddningstjänsten 2015-09-02 framkom att de inte rekommenderar detta alternativ för normala stationer.

Med avseende på ovanstående är räddningshiss möjligen ett bra alternativ för de stationer som är så djupt förlagda att hissar utgör normal huvudsaklig transport för trafikanter. I andra fall föreslås istället ordinarie hissar säkerställas för räddningstjänstens nyttjande enligt 4.2.1.

3.4.4 Via körbara tunnlar

Ett alternativ är ett utförande med körbar servicetunnel. Tunneln ska då ha koppling till station, uppställningsplats samt mötesmöjligheter.

Insats via körbara tunnlar säkerställer att räddningstjänsten vid insats inte behöver möta utrymmande personer, samt underlättar insatsen då angreppsväg inte omfattar vertikal förflyttning i trappor.

En körbar tunnel ger ett läge som är skilt från normala entrén. Det kan innebära logistikproblem vid beslut om var brandstyrkor ska sättas in för insats. Om servicetunnel används för insats vid brand i tunnel kan det istället vara en fördel att alltid skicka en brandstyrka till servicetunneln oavsett om branden är på station eller i tunnel.

Körväg från markytan skilt från entrén medför obefintlig orienteringsförmåga, och ingen överblick av situationen under transporten ner.

Vid koppling till station kan angreppsvägen svårligen mynna direkt mot plattform, utan passage krävs via bakre utrymmen. Ett beslut måste tas om rökdykning ska inledas, vilket kan försena rekognoseringen.

Räddningstjänsten kan i detta fall ta vatten från servicetunneln och tryckförhöja i fordonen för att sedan koppla till tomrörssystem till baspunkt vid plattform.

Med avseende på ovanstående bedöms detta vara ett bra alternativ om koppling till servicetunnel kan anordnas utan för stora problem, och om servicetunnel används som angreppsväg även för tunnel.



4 Räddningsinsats tunnel

I detta avsnitt redogörs generellt för räddningsinsats, några möjliga alternativ som finns för räddningstjänstens angreppsvägar och utvärdering av dessa alternativ samt förslag till utformning för räddningstjänstens insats i tunnel. Insatsen avser i första hand brand i tåg då detta är dimensionerande.

4.1 Generellt

Möjligheten till räddningsinsats i tunnel är omdiskuterad. Utgångspunkten för resonemanget i detta kapitel är främst den senaste forskningen med praktiska försök som nyligen genomförts i Sverige [2].

4.1.1 Sammanfattning forskningsrapport

Detta avsnitt är en sammanfattning av rapporten för att ge en inblick i resultaten;

Det övergripande syftet med fullskaleförsöken var att skapa bättre förståelse för räddningstjänstens förmåga och begränsningar i anläggningar under mark. Avsikten med försöken var att mäta effektiviteten på olika brandsläckningsmoment i undermarksmiljö och med målet att få data och dokumentation i sådan omfattning att en konkret utvärdering avseende metodval och utrustning kunde göras. Fullskaleförsöken skulle också utgöra underlag för den beräkningsmodell gällande räddningstjänstens förflyttning och räckvidd som parallellt vidareutvecklats inom ramen för samma projekt.

Avståndet från tunnelns mynning till den främre änden på försökscontainern var ca 180 m och till den bakre avspärrningen ca 200 m. Tunnelns borte del utgjordes av en öppning i bergssidan med måtten ca 4 m x 5 m lokaliserad ca 75 m från containerns nedre ände. Brandobjektet i försöken bestod av två ihopsatta 20 ft-containrar, med en total längd om 12 meter. Containern förseddes med öppningar som i storlek och höjd över mark efterliknade den pendeltågsvagn som tidigare använts i METRO-försöken. Den teoretiska brandeffekten beräknades till 18 MW.

För att undvika osäkerheter vilken parameter som påverkat utfallet av ett försök, bestämdes ett antal parametrar som i möjligaste mån skulle hållas konstanta. Dessa var; förflyttningssträcka (startsträcka 50 m inklusive avstånd mellan släckbil och tunnelmynning plus 150 m), brandeffekt (18 MW), brandens placering, försöksobjektets utformning och sikten i tunneln (1–2 m utom direkt vid tunnelmynning och fläkt).

Räddningsinsatser och brandsläckning i dessa komplexa anläggningar ställer stora krav på räddningstjänsten, som med dagens metoder och regelverk har svårt att genomföra insatser längre in än 200–300 m i rökfylld miljö.

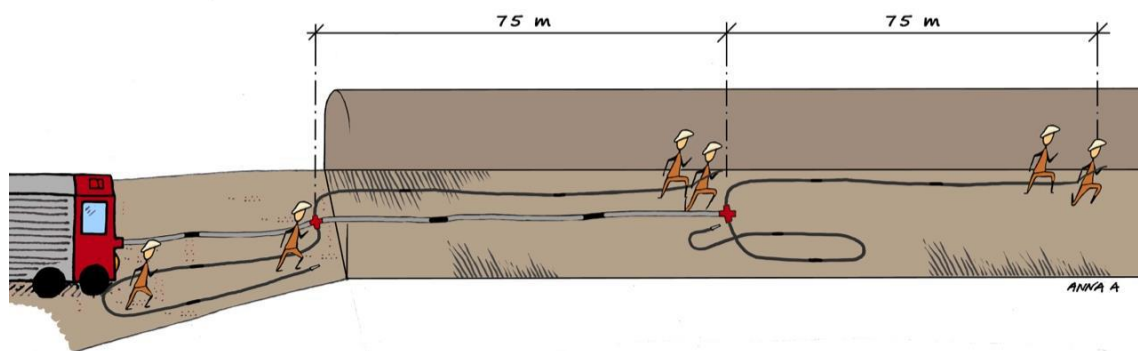
I en tunnel, med två öppningar, finns inte risken för övertändning bortsett från lokalt inne i ett brinnande fordon. Detta beror dels på att det normalt finns ett grundflöde genom tunneln som beror på yttre väder- och vindförhållanden eller på termiska strömningar, dels på att det omgivande berget snabbt kyler brandgaserna.

Vid rökdykning i miljöer där brand, eller risk för brand finns, krävs enligt arbetsmiljöföreskrifterna tillgång på säkert släckvatten. Detta krav är framtaget för att rökdykarna skall kunna utföra ett säkert återtag i händelse av att brännbara ytskikt antänds i deras reträttväg.

Uppbyggnaden av ett slangsystem med dubbel försörjning av vatten tar lång tid i anspråk. Den

begränsande faktorn har vid de tidigare försöken varit rökdykarnas tillgång på andningsluft. Eftersom räddningsinsatser i tunnlar ofta är förenligt med långa inträngningsvägar, som i sin tur kräver omfattande slangdragning om kravet på säkert vatten ska kunna uppfyllas, kommer till sist rökdykarna att ha förbrukat så mycket luft vid arbetet på väg in till brandplatsen att de inte längre kan föra räddningsinsatsens front framåt. Istället behöver de påbörja återtåget så snart de når frontplatsen för att med säkerhet nå tillbaka till tunnelmynningen och en säker plats ute i det fria.

Försök utförda inom ramen för tidigare forskningsprojekt visar att detta i realiteten begränsar rökdykarnas aktionssträcka till mellan 200 och 300 meter, givet dagens föreskrifter, utrustning och metodik vid förflyttning i rökfylld miljö. Vid försöken har generellt förflyttningssträckan 150 meter valts, med skyddsgrupp på 75 meter. Traditionellt sett, vid brand i byggnad, används ofta som praxis skyddsgupp varje 25 meter. Valet att använda 25 meter baserades på slanglängderna – det var helt enkelt lätt att märka när klockopplingen fastnade i tröskeln och gruppen avancerat in den aktuella sträckan – istället för på en utförd riskbedömning. Sträckan 25 meter finns inte reglerad i föreskrifterna, utan rökdykarledarens ansvar är enbart att se till att skyddsgrupp finns på ett acceptabelt avstånd och att säkerheten för rökdykarna bibehålls över tid. Redan i det tidigare forskningsprojektet om räddningsinsatser i vägtunnlar övergavs sträckan 25 meter, då personalåtgången skulle bli för omfattande, både för försöksserierna och i händelse av en verklig brand. Baserat på resultaten från det senaste decenniets forskningsprojekt och erfarenheterna från verkliga händelser använder idag många svenska räddningstjänster skyddsgrupper varje 75 meter vid sin insatsplanering i tunnelmiljö. Vid tidigare försök har dubbling av slangsystemet valts bort, se figur nedan.



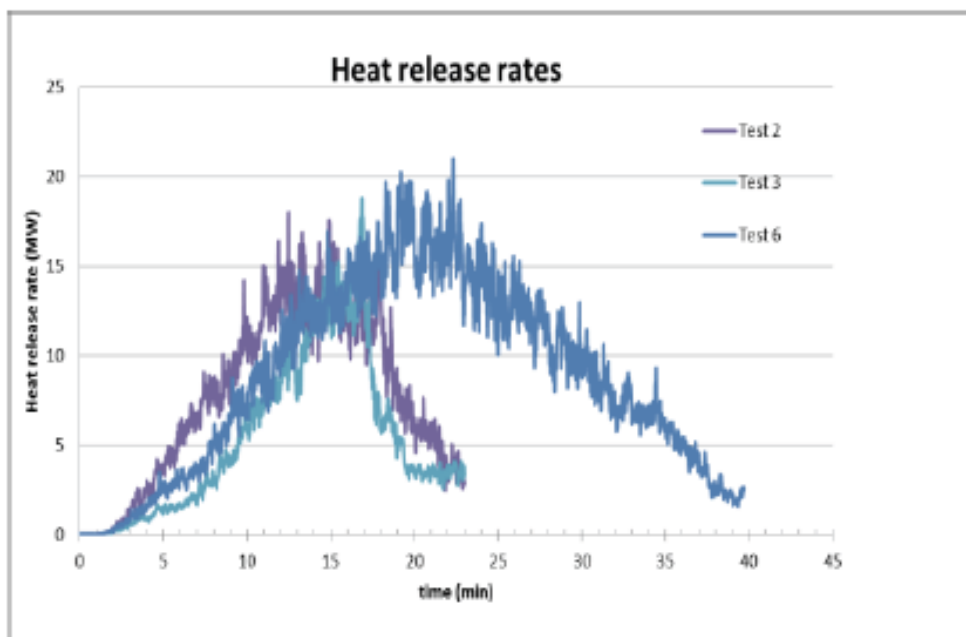
Figur 5 Slangutläggning vid insats

Rökdykarna måste hela tiden vara i kontakt med varandra, skyddsgruppen och rökdykarledaren. I tunnelmiljön kan förutsättningarna för radiosamband vara dåliga och begränsa insatsen och vid användandet av mobila fläktar kan ljudet i fläktens närhet omöjliggöra kommunikation. Vid tunnlar i drift är fasta åtgärder för att säkerställa kommunikationsförmågan, exempelvis läckande kabel, av stor vikt.

Många parametrar påverkar resultatet av räddningsinsatsen där taktik och metodval baseras på olyckans karaktär och skede, tunnelns förutsättningar, vad som är möjligt att genomföra med tillgängliga resurser samt den samlade kompetensen hos den räddningstjänst som genomför insatsen.

Några siffermässiga jämförelser av intresse redovisas också. Brandens effektutveckling utan räddningsinsats redovisas för test 6 nedan, medan brandens effektutveckling vid släckinsats visas för test 2 och 3.





Figur 6 Brandens effektveckling vid tester

Tiden för att nå fram 180 meter till branden var 12-18 minuter och med den konventionella släckmetoden med strålrör användes 200-750 l/min i snittförbrukning för en 15 MW brand. Siffrorna kan naturligtvis inte direkt översättas till utbyggnaden av tunnelbanan, men ger en indikation.

I dagens arbetsmiljöregelverk finns regler för säker vattenförsörjning. I tunnelmiljö begränsar detta regelverk möjligheterna till effektiva insatser. Naturligtvis finns tillfällen där konventionell slanguppbyggnad är att föredra eller rent av är nödvändig. Baserat på de risker som normalt finns i tunneln, behöver skyddet för personalen vara relevant sett till riskerna. De huvudsakliga riskerna i tunneln kan till exempel vara att få luftstopp, att tappa orienteringen och därmed få slut på luft eller att i en tunnel under byggnation stöta på okända och farliga miljöer. I en tunnel med ett luftflöde mellan öppningarna och omgivande kallt berg inträffar inte övertändning, definierat som antändning av de varma brandgaserna och där övriga ytskikt och brännbara material bidrar till brandförloppet.

För att upprätthålla säkerheten samtidigt som förmågan att snabbare vara på plats inne i tunneln ökar, kan och måste de kompenserande åtgärderna anpassas till riskerna. Både i de tidigare gånghastighetsförsöken och i de skarpa fullskaleförsöken har exempelvis visats att tillgången till lyslinor kan upp till fördubbla gånghastigheten för efterföljande personal samtidigt som den säkrar återtåget för frontrökdykargruppen. En ensam åtgärd kan, lika lite som säkert vatten ensamt, utgöra ett fullgott skydd vid långa inträngningsvägar i rökfylld miljö. Varken brandförlopp eller räddningsinsats i en tunnel går att jämföra med brandförloppet eller räddningsinsatsen vid en rumsbrand. Detta innebär logiskt sett att inte heller skyddsåtgärderna bör, utan vidare eftertanke, vara desamma. För att kunna kombinera en hög säkerhet med förmågan att nå branden krävs ett utvecklat beslutsstöd som komplement till befintlig rådtext i regelverket.

Under de skarpa försöken har också ett antal händelser och fenomen iakttagits, där organisatoriska förändringar skulle göra att räddningsinsatsens effektivitet skulle förbättras.

AFS:en avseende rökdykning bör enligt forskningsrapporten ses över, så att föreskriftstexten inte blir begränsande vid räddningsinsatser i tunnlar.

4.1.2 Möjlig insats i tunnel

I tunnelbanans utbyggnad planeras att baspunkt ska kunna utgöras av utrymme i tunnelnivå för att effektivisera insats. Det troliga är då att räddningstjänsten omgående kan skicka räddningspersonal, normalt med räddningsfordon i servicetunnel, för rekognoscering från säker plats i tunnelnivå. Denna styrka kan utgöras av 5-10 personer.

Avståndet mellan angreppsvägarna till spårtunneln är detsamma som behovet för utrymning, dvs maximalt 300 meters avstånd. Spårtunnlarna kan förväntas vara helt eller delvis fyllda med brandgaser över en längre sträcka. För bedömning av situationen med utrymmande i en rökfylld tunnel och för lokalisering av branden kan utöver tunnelns kamerasytem (ej beslutat) och spårledning även medhavd IR-kamera vara aktuell.

En första insats kan sedan ske från den mest lämpliga angreppsvägen. Insatsens inriktning bestäms av räddningsledaren utifrån den uppkomna situationen. En räddningsinsats med rökdykning behöver då maximalt ske 150 meter från baspunkt. En normal tunnelbanevagn med brandstorlek upp till minst 2 MW bedöms möjlig att släcka för räddningstjänsten. Tunneln ska konstrueras att ge erforderligt brandskydd för bränder där ingen räddningsinsats sker. Räddningstjänstens förmåga i tunnelmiljö kan inte garanteras, och FUTs bedömning baseras främst på ovan nämnda rapport.

4.2 Brandtekniska stödsystem för insats

Övertrycksättning sker av servicetunneln och övriga angreppsvägarna via impulsfläkt eller annan teknisk lösning. Såväl kapacitet som drifttid anpassas för räddningsinsats.

Uttag för vatten för brandsläckning anordnas vid baspunkt i angreppsväg. Preliminärt anordnas en brandpost i servicetunnel vid angreppsväg och en tomrørsledning genom brandsluss mot spårtunnel. Angreppsväg via station och trapphus förses med tomrørsledning från markplan, som trycksätts och vattenfylls av räddningstjänsten.

Informationstablå eller motsvarande med information för räddningstjänsten anordnas i tillfartstunnel/trapphus på lämplig plats i samråd med räddningstjänsten.

Allmänventilation och stationernas brandgasventilation kan, om räddningstjänsten så önskar, användas för viss styrning av brandgaserna i tunnlar.

Radiokommunikation för räddningstjänsten anordnas i alla tunnlar.



4.3 Utvärdering av insatsalternativ

Inom tunnelbanans utbyggnad utvärderas följande alternativ som angreppsvägar till tunnlarna:

1. Via trapphus.
2. Via servicetunnel.
3. Via parallell spårtunnel

I samtliga fall utgör stationernas angreppsvägar ett komplement. Avstånd mellan angreppsvägar redovisas i eget avsnitt. Brandtekniska stödsystem för insats redovisas också i eget avsnitt.

4.3.1 Via trapphus

För separata trapphus behöver räddningstjänsten transportera sig ned, samt oftast förflytta sig horisontellt till spårtunnel. Vertikal och horisontell förflyttning inom anläggningen medför dålig möjlighet till orientering av position, och ingen överblick av situationen under transporten ner.

Flera separata trapphus längs tunnelsträckningen kan göra att det tar längre tid att lokalisera rätt nedgång och eventuell omlokalisering blir ofta tidskrävande.

Ett trapphus innebär en insats där räddningstjänsten kan få svårigheter vid möte med utrymmande personer. Evakuering av skadade och personer som har svårt att ta sig ut tar lång tid. Utformning måste ta hänsyn till detta med vilplan, trappbredd >1,75 meter etc.

Vid transport upp till markytan är höjdskillnaden av stor betydelse, och troligen en flaskhals i kapacitet och logistik för insatsen. Detta innebär också en viss risk vid insats.

Det har vid samråd med räddningstjänsten 2015-02-26 framkommit att separata trapphus som finns i befintliga anläggningar ofta inte används vid insats. Vid samråd med räddningstjänsten 2015-09-02 framkom att de inte rekommenderar detta alternativ.

Med hänsyn till ovanstående anses inte att insats via trapphus bör utgöra det rekommenderade alternativet för räddningstjänstens angreppsväg. I undantagsfall kan det godtas med rätt utformning.



4.3.2 Via servicetunnel

Ett alternativt är att körbara servicetunnlar utförs. Tunnlarna ska då ha uppställningsplatser, vändplatser samt mötesmöjligheter. De bör om möjligt vara genomkörbara dvs ha en infart i vardera änden.

Insats via körbara tunnlar innebär att räddningstjänsten vid insats kan möta utrymmande personer och utformning måste beakta det. Insatsen underlättas då angreppsväg inte omfattar vertikal förflyttning i trappor. Både personal och utrustning kan enkelt transporteras till spårtunnelplanet.

En körbar servicetunnel ger enkel princip med ett fåtal infarter, som också bör vara bättre synliga än trapphus. Om servicetunnel används för insats vid brand i station kan det vara en fördel att alltid skicka en brandstyrka till servicetunneln oavsett om branden är på station eller i tunnel.

Körväg från markytan innebär problem med orienteringsförmåga, och ingen överblick av situationen under transporten ner. Väl nere i en längsgående servicetunnel kan rätt position för angrepp lättare justeras än för punktvisa angreppsvägar t ex trappschakt.

Möjlighet att använda brandfordon för tryckstegring av vatten för brandsläckning gör att normal taktik kan användas.

Med avseende på ovanstående bedöms detta vara det bästa alternativet.

4.3.3 Via parallell spårtunnel

Insats via parallell spårtunnel innebär att ett av tunnelrören kan betraktas som säker plats. Det kräver att spårtunnlarna är brandtekniskt avskilda, och att det vid stationer, växelpartier etc säkerställs att spridning av brand och brandgaser inte kan ske till den säkra spårtunneln.

Angreppsvägen blir först från markytan till den säkra spårtunneln och sedan i denna fram till dörrförbindelse mot branddrabbad spårtunnel. Möjligheter att komma från markytan till säker spårtunnel kan ske vid station, via arbetstunnel, via tunnelmynningar eller via trapphus. För att kunna transportera personal och utrustning en längre sträcka i säker spårtunnel krävs hjälpmedel, t.ex. spårgående fordon/trolley.

Insats via parallell spårtunnel i denna komplicerade anläggning innebär stora logistikutmaningar, och troligen en mindre effektiv insats. Detta oavsett utformning av angreppsvägen. Insats via parallell spårtunnel medför också dålig orienteringsförmåga.

Flera olika infarter/ingångar längs tunnelsträckningen kan göra att det tar lång tid att lokalisera rätt nedgång. Vid spårtransport måste hänsyn tas till växlar och att det finns kompetens att framföra rälsgående fordon. Redan föreslagna lutningar på 5% gör att manuella fordon är svårhanterliga eller omöjliga. Detta tillsammans med långa reträttvägar innebär också en viss risk vid insats.

Med avseende på ovanstående är insats via parallell spårtunnel ett sämre alternativ än servicetunnel. Beroende på omständigheterna kan det vara bättre eller sämre än trapphus.



5 Andra scenarier

5.1 Identifiering av scenarier

- Brand i teknikrum/bakre utrymmen
- Brand i butik/biljetthall
- Röklukt
- Rökbomber
- Ursparning
- Personpåkörning
- Olyckor med farliga ämnen
- Översvämning
- Strömavbrott
- Kollision
- Elolycka
- Ras och skred
- Personer fast i hiss

5.2 Behov av kompletterande strategier och åtgärder

Brand i teknikrum/bakre utrymmen samt brand i butik/biljetthall bedöms likartat brand i källarplan i byggnad. Strategin är att evakuera passagerare andra vägar genom att snabbt stänga uppgången, och sedan hantera branden likartat brand i källarplan i byggnad. Det innebär också behov av åtgärder motsvarande källarplan i byggnad.

Röklukt kan betraktas som misstänkt brand, och bedöms inte medföra ytterligare behov.

Rökbomber kan ge viss annan problematik exempelvis i rulltrappsschakt, och kanske en annan strategi. Det bedöms dock inte medföra behov av kompletterande åtgärder.

Ursparning i tunnel ger behov för annan strategi t ex avseende transport av skadade i tunnel och losstagnation av skadade. Bedömning av kompletterande åtgärder sätter främst transportfrågan för personer och material i fokus.

Personpåkörning ger samma behov som ursparning, men rör enstaka person. Det är dock en av de mer frekventa händelserna i tunnelbanan.

Olyckor med farliga ämnen kan inträffa med främst diesel. Det bedöms kunna medföras kompletterande åtgärder avseende uppsamling och omhändertagande av diesel.

Översvämning som avser omfattande hastig vatteninströmning bedöms svår för räddningstjänsten att hantera och där sannolikheten får vägas mot behov av åtgärder. Gäller främst eventuella passager under vatten. Mindre översvämningar, t.ex. pga störtregn, hanteras utan behov av kompletterande strategier eller åtgärder. Tunnelbanan förses med pumpar för hantering av inläckage, släckvatten mm.

Strömavbrott av mer omfattande art ger behov för kompletterande strategi för att tömma tunnelsystemet på personer. Åtgärder i form av reservkraft etc ska ta hänsyn till detta, men assistans kan behövas och den bör komma från SL då räddningstjänsten högst troligt har andra mer prioriterade insatser vid ett mer omfattande strömavbrott i Stockholm.

Hissar behöver projekteras på ett sådant sätt så att det är enkelt att hjälpa personer ut ur hissar. Detta gäller särskilt vid djupa hisschakt. Hissar planeras generellt för att evakuering kan ske till stannplan eller till annan hiss.



6 Diskussion och slutsatser

Insatskonceptet har efter bästa förmåga beaktat den forskning som genomförts och räddningstjänsternas yttrande över det första utkastet av dokumentet. Avvägningen mellan risk, dvs sannolikhet och konsekvens, och kravet på kostnadseffektivitet för att möjliggöra utbyggnad av tunnelbanan är komplex. Lagar och föreskrifter är heller inte tydliga avseende vilken förmåga som förväntas av räddningstjänsten och vilka krav som ställs vid uppförande av byggnadsverk för att möjliggöra räddningsinsatser. Projektet har satt upp som mål i säkerhetskonceptet att:

Räddningsinsatser ska kunna genomföras på station, och utformning ska även stödja räddningsinsatser i tunnel.

För tunnlar anges även funktionskravet:

Räddningstjänsten ska ges möjlighet att med tillfredställande säkerhet genomföra en livräddande insats och genomföra släckinsats av en mindre brand.

Detta ger naturligt att skillnader föreligger mellan räddningstjänsternas önskemål om att optimera mot en effektiv insats och projektens önskemål att också beakta kostnadsperspektivet. Det i dokumentet förslagna insatskonceptet försöker väga in detta, men bedömer det troligt att mindre justeringar kan behöva ske framöver utifrån att hitta balansen mellan de båda perspektiven.

Det kan också konstateras att det finns flera faktorer utanför projektens rådighet som påverkar möjligheten till en effektiv insats. Flera av dessa faktorer avser räddningstjänstens egen utrustning exempelvis IR-kamera och lyslina, men även faktorer som taktik för insats och begränsningar i dagens regelverk bestäms utanför projektets ramar. De beskrivs mer utförligt i refererad forskningsrapport.

De brandtekniska stödsystemens exakta krav är utlämnade då de anges i projektets kravdokument, och det är olämpligt att ha de angivna i flera parallella dokument.



7 Referenser

1. Synpunkter på Utkast Insatskoncept tunnlar och stationer – drifttiden. Diskussionsunderlag 2015-04-19, Brev från Räddningstjänsterna Storstockholm, Södertörn och Attunda 2015-05-29
2. RÄDDNINGSSINSATS I TUNNELMILJÖ, Fullskaleförsök i Tistbrottet Sala, Mia Kumm, Anders Palm, Krister Palmkvist, Anders Lönnermark & Haukur Ingason, Mälardalens Högskola 2014:1