

Vad vi inte lärt oss av tragedin i Waverly

Den 24 februari 1978 exploderade en järnvägstankvagn med flytande petroleumgas (LPG) och spårade ur vid den lilla staden Waverly i västra Tennessee. I det massiva eldhavet som följde vid tankolyckan dödades 16 personer, inklusive stadens brandchef, polischef och specialisten för farligt gods i Tennessee Emergency Management.

Att vi inte lär oss av denna tragedi är nästan lika ledsamt som skadorna och förlusten av liv som inträffade. Företag för personlig säkerhet har misslyckats med att studera denna farligt gods-katastrof och därför bidrar många faktorer till att olyckans omfattning kan komma att upprepas och förfölja oss vid liknande omständigheter. Denna artikel belyser vad som händer, utan att ge någon skulden, när "state of the art" missbedömer att det som hände i Waverly kan inträffa var som helst idag.

OLYCKAN

Ett 92-car (L&N) godståg var på väg västerut mot Memphis utanför Nashville på natten till 22 februari när ett hjul till en godsvagn gick sönder cirka 6 miles öster om Waverly. Det trasiga hjulet förorsakade urspårning av godsvagnen med 22 axlar. Den släpades efter tåget som körde för fullt. Denna typ av fel är inte ovanlig, och kan knappast heller upptäckas av tågpersonalen, eftersom det inte ändrar något i tågets eller lokets prestation. En sidoväxling mitt i Waverly fångade upp vagnen men förorsakade en stor urspårning av hela tåget, varvid 24 bilar föll ner på spåret 10.38 onsdag natt.

Temperaturen i västra Tennessee hade varit under fryspunkten några dagar innan urspårningen och lätt snö föll när olyckan inträffade. Ett antal godsvagnar hamnade ovanpå två DOT 112 tankvagnar, var och en lastade med 28,000 gallons LPG. Tankvagnarna hade lastats i Nashville och temperaturen på innehållet uppskattades till nära genomsnittet för omgivande lufttemperatur föregående dagar, cirka 40° F.

L&N:s tjänstemän svarade genast angående urspårningen. Det gjorde även vicepresident NN, en pensionerad överste. Överste NN, en tid chef för järnvägen, antog befälet över järnvägsarbetet på platsen, vilket innebar att ta hand om vraket och öppna spåret igen.

Fastän polis och brandbefäl tog hand om urspårningen från början, vilken inträffade endast några kvarter från centralstationen, såg man inte detta som något stort problem förrän nästa dag när de allvarligt skadade LPG-tankvagnarna låg otäckta i spillror. Kl 08,06 på torsdag morgon evakuerades 50 invånare inom en kvarts miles avstånd i 8 timmar, eftersom situationen bedömdes sådan. Järnvägstjänstemän och säkerhetsansvariga undersökte de två LPG-tankvagnarna och då de inte upptäckte några läckor avbröt de evakueringen och fortsatte med att få ordning på vrakspillrorna.

Man använde en metod, som fortfarande används, för att flytta de två skadade vagnarna. Dessa låg tvärs över det förstörda spåret. En stor kran säkrade en stålkabelstropp runt ena änden på vagnen, lyfte den flera feet från marken, svängde den åt sidan och vred den till motsatt ände på marken. På detta sätt ställdes båda vagnarna längs den allmänna vägen och spåret reparerades.

På torsdagen sändes åtskilliga tomma LPG långtradare till platsen följande dag från Liquid Transporters Inc i Louisville så att innehållet i de skadade tankarna kunde transporteras vidare. Dessa tankbilar har inga pumpar eller annan nödvändig utrustning för att tömmas.

På torsdag eftermiddag var platsen rensad från vrakdelarna. På torsdag kväll var spåret reparerat och ett godståg passerade genom staden på det nya spåret. De tankvagnar som låg längs spåret innehöll fortfarande LPG men man ansåg inte detta vara någon särskild risk.

En ändring av förhållandena

På fredag morgon skedde en för årstiden ovanlig förändring av vädret med klar himmel och utmärkande värmeökning med temperaturer som steg upp till omkring 55° F på eftermiddagen. För att förbereda lossningen av LPG evakuerades delvis närliggande byggnader, evakueringen lyckades inte bra. Några karlar befann sig i en bar i en källarvåning mindre än 50 feet därifrån, och två arbetare lossade en lastbil med byggnadsmaterial vid en skräpgård 100 feet bort.

Evakueringsordern hindrade inte en pensionerad brandman och en tonåring som bodde i närheten att gå in på området för att titta. Omkring kl 12 hade man förberett lossning av propanen. Brandchefen hade en av sina motorer på plats. Polisen, som var god vän med brandchefen, talade just med honom när en mängd saker inträffade.

Enligt National Transport Safety Boards rapport om olyckan hade en av LPG-tankarna fått en liten spricka vid urspårningen, troligen uppkommen när hela vagnen gled över till toppen av vraket med hjul och axlar. Detta åstadkom "hjulbrand" som bucklade till trycktanken och orsakade att stålet "arbetade kallt" och åstadkom sprickan.

(Järnvägsvagnar är mer förtrogna med denna form av däckbrand som inträffar när en bil faller rakt ner och orsakar en djup, halvcirkelformad urholkning. Denna spricka var lång och relativt grund.) Sprickan hade blivit större när kranen lyfte bort vagnen från järnvägen.

Det för årstiden varma vädret hettade upp innehållet i tankvagnen, varvid trycket inuti ökade. Det höga inre trycket gjorde att sprickan blev större och utbredde sig några feet först längs vagnens axel. När sprickan ökade i hastighet började den gå lodrätt mot vagnens långa axel. Detta gjorde att vagnen kom av spåret och LPG-innehållet tömdes.

Det massiva frigörande av LPG-gasen bildade ett snabbt växande moln av flammande gas. Gasen nådde en källa vid urspårningsplatsen, som omedelbart förvandlades till ett enormt eldhav på flera hundra feets diameter. Fyra personer dog direkt på platsen.

Brandchefen och polischefen var illa brända och dog till följd av sina skador på Nashville-sjukhuset några dagar senare. En brandman fick omfattande brännskador och måste genomgå ett dussintal operationer under flera år.

NN, direktör vid Hamphries County Ambulance, hade besökt platsen några minuter innan olyckan. Han försökte tala med polisen och brandchefen för att evakuera området totalt. När han misslyckades med sin övertalning for han tillbaka till sitt huvudkontor två miles bort. Där kallade han in alla ambulansförare som inte var i tjänst. Han samlade ett lager ambulanser till den tragedi som han ansåg oundviklig.

När tanken exploderade, fick NN höra det på "emergency" radio och anropade alla tillgängliga ambulanser i västra Tennessee att ställa upp eftersom han visste alltför väl vad omfattande brännskador kunde innebära. Tack vare ansträngningarna från hans styrka och en bra fungerande katastrofplan som omedelbart fullföljdes vid Waverly Nautilus Hospital blev evakueringen och behandlingen av skadade en modell av effektivitet där 49 ambulanser och sju sjukvårdshelikoptrar var inblandade - någon ända bort från Fort Campbell, Kentucky.

Dussintals delar av brandmateriel rekvirerades från städer så långt bort som Nashville, och mot kvällen hade man branden under kontroll på olycksområdet. Tennesseees guvernör, Mr NN, liksom general NN, chef för Tennessee National guard, som hör till Emergency Management Agency, kom snabbt till platsen.

Räddningsarbetet var omfattande och effektivt. Mitt bland förfrågningar från officiella organ om att ökade säkerhetsregler var nödvändiga och rop efter undersökningar återgick allt sakta till det normala.

ANALYSER

Man hänvisar ofta till Waverly som en kall "BLEVE" men den benämningen är vilseledande eftersom den typiska bibetydelsen av en kokande vätska expanderar gas explosionen involverar tankolyckan genom att upphetta det yttre skalet med eld vilket påskyndar att stålet blir svagt på grund av eldslågan. Det är därför inte riktigt att beskriva Waverly-missödet med traditionella termer för en helt annan mekanism för missödet med trycktanken.

NTSB:s omfattande undersökning i vilken metallurgisk analys av den drabbade tanken utnyttjades är tämligen slutgiltig. Vagnen från Waverly havererade på grund av en spricka orsakad av "kallarbete" av stålet under urspårningen.

Det fanns ingen eldslåga som påverkat höljet och LPG:n i tanken kokade inte vid tidpunkten för haveriet. Det stora eldsklotet, som också uppträder vid BLEVE, är typiskt för en antändning av ett massivt brännbart gasmoln.

Under åren efter tragedin cirkulerade historier som gjorde gällande att det hela missköts och att olyckan därför uppstått. En av dessa felaktiga historier fastslog att räddningstjänsten hade använt kraftig vattenbegjutning av de havererade vagnarna timmarna innan tankvagnen brast. Intervjuer med vice chefen NN och många överlevande brandmän som var närvarande hela tiden vittnar om att det inte skett.

Utrustning för kraftig vattenbegjutning är tydlig på fotografier av olyckans konsekvenser och utrustningen användes enbart för att spola vatten på den andra fyllda LPG-vagnen dagen därpå då man befarade att den också skulle haverera. Bedömning med hjälp av foton tagna innan tanken gick sönder visar att den tankvagn som klarade sig tycks vara mer skadad än den havererade. Den intakta vagnen utsattes för stor påverkan och allvarlig buckla i ena änden vilket inte var urskiljbart alls på den havererade vagnen.

Problemidentifiering

Det kanske största tragiska arvet från Waverly är vår oförmåga att studera olyckan och förstå den så att vi kan ta lärdom och utveckla vår förmåga. Denna läxa är bäst undervärderad av ett uttalande av en räddningstjänstrepresentant, som några år efter olyckan uttalade sig om vad

som skulle göras med en urspårad LPG-tankvagn i en liknande situation: "Spruta på så mycket vatten du kan få fram. Ställ fram dina vattenkanoner i position..."

Släckvattenförsörjningen i staden Waverly sker från floden Tennessee River, som flyter 12 miles västerut från staden. Vid tidpunkten för urspårningen och hela efterföljande dag uppskattades flodens vattentemperatur vara ett par grader varmare än omgivande lufttemperatur. Om detta vatten hade sprutats på den spruckna tankvagnen efter att den flyttats, menar någon som analyserat olyckan, skulle haveriet skett 24 timmar tidigare än det skedde - och av exakt samma skäl: ökat inre tryck p.g.a. uppvärmning av innehållet med hjälp av en yttre värmekälla, i detta fallet vatten, försakat av den för årstiden onormalt varma temperaturen som då rådde på fedagen.

Den exakta fördelningen på tankhaveriet av den initiala urspårningsförorsakade sprickan, utvidgningen som kranlyftet bidrog med, och slutligen den inre tryckökningen kan aldrig bestämmas. Vad som är klart är emellertid att räddningsledare måste identifiera när liknande fall kan leda till samma tragiska händelse. Därför är en första regel som kan ställas upp efter Waverly-erfarenheterna baserad på både vad som hände och en NTSB-slutsats från en helt skild studie: Den mest kunniga expertisen måste tas till olycksplatsen för att analysera alla signifikanta skador på LPG-tryckkärl vid urspårningar.

Nu lär AAR ut vid Pueblo Transport Test Center att när ett tryckkärl har fått bucklor av en viss storleksordning eller typen av "kallbearbetning" från en "hjulbrand" liknande det som hände i Waverly, kan man vänta sig möjligt överhängande missöde. Oturligt nog är antalet personer som genomgått kurser vid anläggningen eller som någonsin sett en kritisk "hjulbrand" uppgår till det antal personer som behövs vid urspårningssituationer.

Den andra NTSB-studien, Special Investigation Report: Tank Car Structural Integrity After Derailment (NTSB-SIR-80-1, Oct. 16, 1980), nämnd ovan omfattade några test med en vid urspårning skadad trycksatt vattenfylld tankvagn. Expertis ombads att avgöra om den skulle haverera vid testet och alla svarade att det skulle den inte.

I själva verket havererade den vid ett extremt lågt tryck. Bland de viktigaste slutsatserna vid denna belysande studie finner man följande:

- * Ingen exakt metod för att uppskatta den återstående styrkan hos den urspårade tankvagnen på olycksplatsen finns för närvarande.
- * Nuvarande metoder för uppskattning av skadade tankars strukturella tillstånd under bärgningsoperationer har härletts empiriskt och kan ge underskattning av rådande fara.
- * Existerande kunskaper om skadade tankvagnar ger inte säkra förutsägelser om sådana vagnars beteende i ett urspårningsområde.
- * Små ytsprickor i värmepåverkade zonerna i svetsfogarna kan utvidgas till brott om den skadade tankens form ändras av förhöjt inre tryck.

Dessa oroväckande testresultat ledde logiskt till många funderingar. Förhoppningsvis inkluderas i framtida studier om transport av farligt gods-olyckor ytterligare synpunkter om säkraste metoderna att flytta och hantera skadade fyllda tryckkärl. Tydligen behöver vi bättre förståelse om allvaret med olika skadetyper på tryckkärl.

Förutom NTSB-studien från 1980 nämnd ovan, finns det ingen systematisk studie om bedömning av strukturella tillståndet hos skadade tryckkärl.

Lärda läxor

Bland de många tydliga lärdomar från Waverly-tragedin kan följande nämnas:

* Det är bättre att vara för försiktig i samband med beslut och upprätthålla evakuering än att hoppas att "det ordnar sig".

* Endast ett minimum av personal och arbetare får finnas innanför avspärningen.

* Svårt skadade fyllda tryckkärl skall tömmas innan de flyttas.

Två andra "lärda läxor" som logiskt kan härledas från Waverly-erfarenheten ger säkerligen kontrovers hos järnvägstransportföretag på grund av den än allmänt praktiserade metoden att vrida fyllda tankar om dess ena ände. Men jag reagerade på en urspårning för många år sedan i vilken en allvarligt skadad LPG-tankvagn ingick. Erfarna järnvägstjänstemän och en nationellt erkänd auktoritet kunde inte garantera att den metoden inte skulle leda till tragedier som i Waverly och vagnen flyttades inte innan den tömts.

* Om skadade fyllda tryckkärl måste flyttas används flera kranar eller lyftpunkter i båda ändarna för att utjämna spänningar som uppstår.

* Om vatten måste sprutas på det skadade tryckkärlet så beakta dess temperatur och den effekt den kan ha på inre trycket eller termisk chock på höljet.

Det sägs att de som inte lär något från historien är dömda att upprepa den. Genom att studera de tragiska händelserna som ledde till 16 döda och mer än 200 skadade 1978 i Waverly, Tennessee, hoppas vi kunna undvika att upprepa tidigare misstag.

LETTERS TO THE EDITOR

What we have learned about BLEVE

Utgivarens anteckning: "What we didn't learn from the Waverly tragedy," i februari-numret 1992 i FIRE ENGINEERING har lett till några intressanta diskussioner om BLEVE. I det följande anger artikelförfattaren några källor som fångar kärnan i en diskussionen.

Ett användbart brev som reaktion på artikeln som jag skrev "What we didn't learn from the Waverly tragedy" kom från New York Fire Department Deputy Chief NN i vilket noteras att "... många räddningstjänstpersoner inte förstår den verkliga mekanismen bakom en BLEVE. (NN var författaren av 1977 WYNF-magasin artikeln "The BLEVE".) Här skall vi kortfattat redovisa BLEVE-fenomenet.

NN fastslår, "En av orsakerna att få personer förstår den exakta naturen bakom BLEVE är att de flesta räddningstjänstpublikationer belyser BLEVE som inträffar med LPG och aldrig nämner att BLEVE kan inträffa med andra vätskor, även icke brännbara såsom vatten.

NFPA's Soc. of Fire Protection Engineers Handbook of Fire Protection Engineering förklarar: "En kokande vätska(s) expanderande ångexplosion (BLEVE) är den våldsamma bristningen av ett tryckkärl som innehåller en mättad vätska/gas vid en temperatur ordentligt ovan dess normala (NTP) kokpunkt. Den resulterande våldsamma förångningen av en stor del av vätskan ger ett stort gasmoln. Om molnet är brännbart och om en tändkälla finns på platsen för tankrämningen brinner gasmolnet som ett stort uppåtstigande eldklot."

I "Quantity BLEVE Hazards" i februari numret 1991 av CHEMICAL ENGINEERING PROGRESS, NN observerar, "Det plötsliga tryckfallet resulterar i en explosiv förgasning av en del av vätskan och ett gasmoln och dimma med åtföljande språngeffekter... vilken kondenserad gas som helst - brännbar eller icke-brännbar - kan leda till en BLEVE:"

NN fortsätter "Historiskt omfattas de flesta BLEVE av brännbara gaser, och de flesta BLEVE-utsläppen tänds av någon tändkälla och resulterar i ett eldklot. Helt klart är de vanligaste orsakerna till BLEVE en brand. Det vanligaste olycksscenarioet är en brand kring en tank som innehåller en vätska och värmen får vätskan att koka.

" Om BLEVE förorsakad av mekanisk skada såsom i Waverly NN anför: "En annan viktig orsak till BLEVE är en skada på vätskegastanken. Tankrämning kan orsakas av ... mekanisk skada som hände vid förflyttningen av tankvagnen i Waverly...(i vilken) tankvagnen rämnade explosionsartat...och innehållet antändes nästan omedelbart och brann som ett eldklot."

NN fortsätter "Den expansionen av vätska till gas frigör en enorm mängd energi. Det är den energin vid expansionen som orsakar att tanken slits sönder i flera delar som slungas långa sträckor. Om vätskan är brännbar kan den resulterande gasluftblandningen antändas i det klassiska eldklotet om en tändkälla finns tillgänglig. Om vätskan var vatten eller en annan icke brännbar vätska skulle resultatet bli tankexplosion och kringflygande delar från tanken."

Beskrivningen av en "explosion av ett kärl som innehåller en kall vätska" anmärker NN vidare "Rämmandet av ett vätskefyllt kärl i vilket vätskan har en temperatur under atmosfärstryckskokpunkten ger språngeffekt som är flera gånger mindre än motsvarande för gasfyllda kärl. Rämningen av ett kärl utsatt för ett hydrostatiskt test illustrerar denna typ av explosion."

Handbook of Fire Protection Engineering beskriver en massiv LPG BLEVE i "Reports of BLEVE in the San Juan Izhuatpec (Mexico City) 1984 disaster included at least one involving a 420,000-gallon capacity LPG sphere approximately one-half full at the time of the incident" och anger det observerade eldklotets diameter till 1200 fot(360 m).

"I verkligheten är BLEVE en fysikalisk reaktion och inte en kemisk reaktion eller brand. En brand kan uppstå från en BLEVE men det är inte nödvändigtvis orsaken av den" förklarar NN.