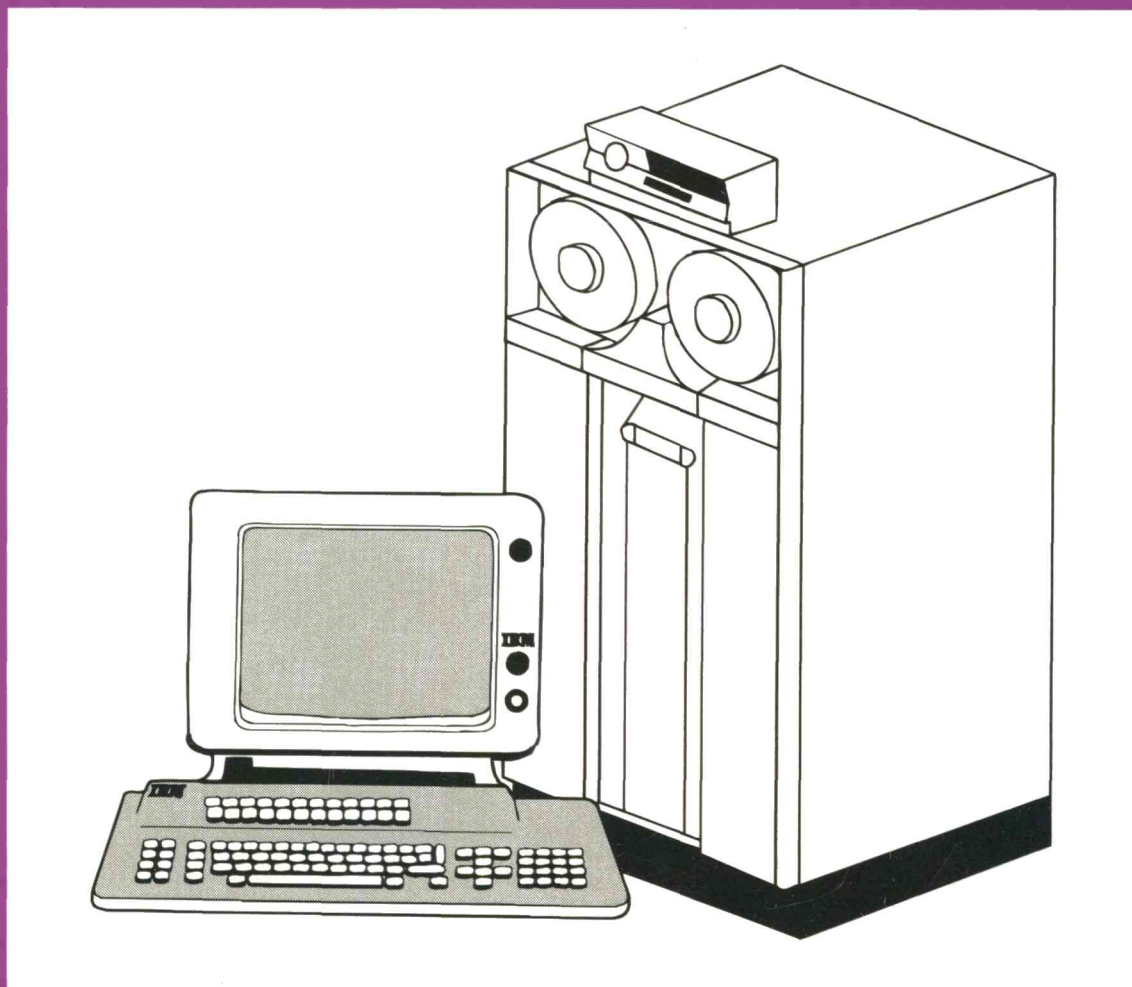


Databaser om olyckor och risker



**RÄDDNINGSG
VERKET**



1999 Räddningsverket, Karlstad
Risk- och miljöavdelningen

Beställningsnummer P21-273/99
ISBN 91-88891-95-X
1999 års utgåva

Databaser om olyckor och olycksrisker

Författare:

Göran Davidsson

Liane Haeffler

James Hannah

Per Anders Akersten

Det Norske Veritas AB, Göteborg

Räddningsverkets kontaktperson:

Jan Schyllander, Riskenheten, 054 – 10 41 41

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Abstract	7
Inledning	9
Projektets målsättning	10
Omfattning.....	11
Arbetsmetod och rapportstruktur.....	14
Referenser.....	16
Behov och bruk av erfarenhetsdatabaser.....	17
Inledning.....	17
Bruk av erfarenhetsdata relaterat till kategori av säkerhetsstyrning	17
Bruk av erfarenhetsdatabaser i riskanalys	19
Referenser.....	29
Krav på olycksdatabaser för riskanalys.....	30
Inledning.....	30
Krav på olycksdatabaser.....	32
Referenser.....	33
Databaser.....	34
Inledning.....	34
Internationella databaser.....	34
Svenska myndigheter och organisationer.....	35
Referenser.....	41
Fallstudie.....	42
Inledning.....	42
Presentation av fallstudien.....	42
Användning av databaser och andra referenser för fallstudien	43
Rekommendationer avseende områden för fortsatt arbete.....	45
Inledning.....	45
Rekommendationer avseende områden för fortsatt arbete	45
Referenser.....	51
Bilaga A: Översikt över databaser och andra referenser.....	52
Inledning.....	52
Olycksdatabaser.....	52
Tillförlitlighetsdata.....	58
Exempel på löpande publikationer	61
Lees: ”Loss Prevention in the Process Industries”	62
Referenser	63

Bilaga B: Detaljerad beskrivning av valda databaser	66
Inledning.....	66
Olycksdatabaser.....	66
Databasdistributörer	75
Sökningar via Internet	75
Adressreferenser	76
Referenser.....	78
Bilaga C: Felfrekvensdatabaser.....	79
Inledning.....	79
Konstruktion av felfrekvensdatabaser	79
Hantering av felfrekvensdatabaser	80
Insamling av data.....	80
OREDA	81
Referenser.....	84
Bilaga D: Fallstudie	85
Inledning.....	85
Identifiering av historiska olyckor	85
Sjötransport av ammoniak till Stenungsund.....	86
Lossning, lagring och distribution av ammoniak	91
Konsekvensanalys	95
Värdering av resultat	96
Identifiering av skadeförebyggande åtgärder	96

Sammanfattning

Föreliggande rapport ger en redovisning av arbete som utförts med inriktning mot beskrivning av databaser relaterade till olyckor och olycksrisker i olika sammanhang. Syftet med arbetet har varit att dels främja och underlätta ett ökat bruk av erfarenhetsdatabaser, dels identifiera mest angelägna områden för vidare insatser.

I rapporten har fokuserats på källor för sammanställning av information om olyckor, som resulterat i eller kunde resultera i insats av kommunal räddningstjänst eller motsvarande. Informationskällor med ensidig inriktning mot någon av följande typer av händelser har dock utelämnats:

- arbetsolyckor
- "olyckor", som inneburit kronisk påverkan snarare än plötsliga händelser
- tillbud, som inte inneburit skada eller olägenhet för människor, miljö eller egendom
- information om händelser, som endast haft påverkan på driftsäkerheten hos anläggningar eller andra system

Vidare har ett antal verksamhetsområden avsiktligt utelämnats på grund av att inom dessa finns särskilt uppbyggda system för inrapportering och analys av inträffade händelser. Dessa områden är

- Drift och underhåll av kärnkraftanläggningar
- Flygtrafik, såväl kommersiell som icke kommersiell
- Offshore-verksamhet

Olika användningsområden för databaser inom riskanalyser diskuteras, med utgångspunkt från de i en riskanalys vanligen förekommande arbetsmomenten. En sammanställning görs av olika krav på databaser, även här relaterade till olika moment i riskanalysprocessen.

En kartläggning av databaser redovisas. Vid denna kartläggning har medtagits såväl såväl nationella som internationella händesedatabaser. Utöver utnyttjande av den av ESReDA framtagna översikten "Directory of Accident Databases" har omfattande informationssökningar företagits och kontakter tagits med olika personer inom industri, försäkring, myndigheter, branschorgan, kommunal räddningstjänst och forskningsinstitutioner.

Användningen av olika händesedatabaser exemplifieras med hjälp av en fallstudie, en kvantitativ riskanalys som tidigare genomförts för en ny ammoniakterminal vid AKZO NOBEL i Stenungsund.

Bland de rekommendationer som ges beträffande fortsatt arbete inom området kan nämnas

- etablering av system för störnings- och tillbudsrapportering
- kartläggning av grundläggande orsaker och mönster beträffande inträffade olyckor
- redovisning av faktiska kostnader för olyckor såväl som förlustpotentialer
- samordning av olycksrapportering och etablering av en nationell olycksdatabas
- förädling av den information som insamlas via räddningstjänstens insatsrapporter
- studium av olyckors förekomstfrekvenser och framtagning av underlag för sannolikhetsbedömningar
- metoder för insamling och bearbetning av information relaterad till sabotagehandlingar, såväl framförda hot som utförda handlingar

I bilaga A ges en omfattande översikt över databaser och referenser inom området.

I bilaga B beskrivs mer i detalj ett urval internationella händelsedatabaser

- MHIDAS
- FACTS
- The Accident Database
- MARS
- Lloyds Casualty Archive
- CCPS Process Safety Incident Database

samt informationsdatabasen

- HSELINE.

Information om de olika databasernas tillgänglighet samt kontaktadresser tillhandahålls.

I bilaga C behandlas en del speciella problem, som är förknippade med fel-frekvensdatabaser.

I bilaga D redovisas relativt ingående de olika datakällor, som har kommit till användning i den tidigare nämnda fallstudien.

Nyckelord: olyckor, incidenter, riskanalys, databaser, fallstudie

Abstract

This report gives a presentation of the work carried out to give an accessible description of databases containing information on accidents and incidents that have occurred under various circumstances. The aim of the study has in part been to promote the use of such databases and to simplify access to and data acquisition from experience databases and in part to identify areas which are in need of a more thorough study.

In the report focus is set on suitable data sources for compiling information on accidents that have resulted in action or could have required action by local rescue services or parties with similar responsibilities, although information sources with singular bias for any of the following occurrences have been omitted:

- Work related accidents that have not resulted in damage to, or inconvenience for humans, environment or property.
- Information on incidents that only have had effect on system or plant availability

Moreover a number of activity areas have intentionally been omitted as there within these areas already exists especially dedicated systems for reporting and analysis of reported incidents. These areas include:

- Operation and maintenance of nuclear power plants.
- Civil and private aviation
- Offshore industry

Various application areas of databases for performing risk analysis are discussed with reference to the normal steps found in the risk analysis methodology. A summary is also made of requirements for databases that are to be used in the various steps of a risk analysis.

Databases are presented in a synopsis that includes both national and international incident databases. Except for extracting information from the Directory of Accident Databases compiled by ESReDA a number of in depth information gathering exercises have taken place including interviews with various key personnel within industry, insurance, local and national authorities, trade associations and research establishments.

The usage of different incident databases for performing risk analysis is presented by means of a case study. This case study is based on an actual QRA performed for Akzo Nobel in Stenungsund, Sweden.

Among the stated recommendations concerning the requirement for further work within this area the following points should be especially noted:

- The need for establishing systems for the reporting of incidents and irregularities.
- Mapping of basic causes and identification of patterns for the occurrence of accidents.
- Presentation of actual costs of accidents as well as the potential for loss.
- The need for the co-ordination of accident reporting systems and establishing a national accident database.
- Refinement of information gathered through the use of the rescue services response reports.
- Study of accident occurrence frequencies and development of a foundation for probability assessment.
- Method for the compilation and processing of information related to assumed sabotage threats as well as actual sabotage actions.

A comprehensive summary of databases is found in appendix A together with references.

A more detailed description of the following international incident databases can be found in appendix B:

- MHIDAS
- FACTS
- The Accident Database
- MARS
- Lloyds Casualty Archive
- CCPS Process Safety Incident Database

And the bibliographic database

- HSELINE.

Information concerning the various databases availability as well as contact addresses and telephone numbers is also presented.

Appendix C covers specific problems related to the use of failure rate databases.

Appendix D gives a fairly detailed description of various data sources that have been referenced in the aforementioned case study.

Key words: accidents, risk analysis, databases, case study

Inledning

Varje år inträffar i arbetslivet och i samhället i övrigt olyckor, som medför att ett stort antal människor omkommer eller skadas allvarligt. Förutom den mänskliga aspekten, så innebär dessa olyckor stora kostnader för företag och samhälle.

Arbetet för att i så stor utsträckning som möjligt förhindra att olyckor inträffar och för att reducera konsekvenser av olyckor innefattar en mängd aktiviteter på olika plan, i olika tidsskeden och av olika organisationer. En viktig del av detta arbete är att ta tillvara de erfarenheter som finns av tidigare inträffade olyckor och incidenter, såväl inom den egna som inom andra organisationer. Insamling och analys av relevanta erfarenheter bör ingå i det löpande säkerhetsarbetet och bör vara en obligatorisk del av varje riskanalys. Några *exempel* på bruk av erfarenheter relaterat till riskanalys av industriell verksamhet är:

Riskidentifiering

Identifiering av vilka risker en viss verksamhet innebär är en av de väsentligaste delarna av en riskanalys. Endast de risker som är identifierade kan på ett fullgott sätt värderas och hanteras. Här är en systematiskt insamlad information från egen verksamhet, annan verksamhet inom samma bransch och kanske också andra branscher av stort värde.

Frekvensanalys

För att på ett någorlunda korrekt sätt kunna bedöma hur sannolikt det är att en viss typ av olycka kan förväntas uppträda, är som regel information från tidigare händelser helt nödvändig.

Konsekvensanalys

För många typer av olyckshändelser, t ex brand, explosion och utflöde av toxisk gas, är det möjligt att beräkna vilka konsekvenser som kan förväntas uppkomma. Jämförelser med tidigare inträffade händelser är här viktiga för validering av beräkningsresultat.

I alla dessa sammanhang (och många fler) är det av stort värde att på ett effektivt sätt kunna utnyttja tillgänglig erfarenhet och kunskap. Detta är väl känt och ett antal databaser, med beskrivningar av inträffade olyckor, statistik över inträffade olyckor, statistik över komponentfel m m, finns framtagna. Emellertid är kunskapen om vilka databaser som finns, vad de kan användas till, hur de är tillgängliga och inom vilka områden de är relevanta i nuläget inte så god.

En bidragande orsak till detta är att gemensamma strukturer för uppbyggnad och spridning av databaser i stor utsträckning saknas. Detta innebär att floran av databaser är vildvuxen och svåröverskådlig.

Problemet har bl a uppmärksammat i Hot och Riskutredningen /Ref. 2.2/. Under "Säkerhetskrav i samhällsplaneringen" (avsnitt 7.7.5 Kunskapsunderlag) efterlyses program för att bl a förbättra kunskapen "om internationella databaser med erfarenheter och statistik om större olyckor och deras orsaker".

I projektet "Riskhänsyn i fysisk planering" som genomförts av Göteborgs Universitet, på uppdrag av SRV /Ref. 2.1/, har ett antal intervjuer genomförts med personer engagerade i den fysiska planeringen av samhället. Av dessa intervjuer framkommer att bristande dataunderlag anses som ett stort problem. Härav följer att man anser att det är svårt att fatta beslut utifrån resultat av analyser (riskanalyser och kostnads-nytta värderingar) som baseras på denna typ av underlag.

Nu har det även när det gäller att sammanställa och värdera databaser publicerats en del material. Ett par exempel på detta är följande:

- Sammanställningar av europeiska databaser relaterade till *inträffade olyckor* har genomförts av ett projekt inom ESReDA (European Safety and Reliability Data Association) där olycksdatabaser i Europa har kartlagts /Ref. 2.3/. Fortsatta projekt för att skapa förutsättningar och struktur för etablering, drift och underhåll av databaser planeras.
- I Lees "Loss Prevention in Process Industries" /Ref. 2.4/ identifieras ett stort antal datakällor. Bland de viktigare när det gäller *olycksdatabaser* nämns:
 - Major Hazard Incidents Data Service (MHIDAS)
 - Explosion Incidents Data Service (EIDAS)
 - Environmental Incidents Data Service (EnvIDAS, administrerad av SRD)
 - Failure and Accident Technical Information System (FACTS, administrerad av TNO)
 - Major Accident Reporting System (MARS, administrerad av CEC)
 - World Offshore Accident Database (WOAD, administrerad av DNV)

Projektets målsättning

Projektet har två huvudsakliga målsättningar.

1. Att främja och underlätta ökat bruk av erfarenhetsdatabaser

Det finns i dagsläget en i stor utsträckning outnyttjad potential till förbättrad säkerhet genom att på ett effektivare sätt utnyttja tillgängliga erfarenheter. Genom att på ett lättillgängligt sätt sammanställa arbeten inom området och ge exempel på tillämpningar skall projektet främja och underlätta ett ökat bruk av erfarenhetsdatabaser.

2. Att identifiera mest angelägna behov för vidare arbete

Arbete med att upprätta nya och förbättra hanteringen av existerande databaser pågår på flera håll inom branschorgan, högskolor och myndigheter. Projektet skall, utifrån en samlad översyn av existerande erfarenhetsdatabaser och pågående arbeten samt utifrån de erfarenheter som i övrigt görs, identifiera de områden där vidare arbete bedöms som mest angeläget.

Förväntade nyttjare av projektets resultat är alla parter som aktivt arbetar med säkerhetsfrågor och riskanalyser. Detta innefattar såväl myndigheter, kommuner (räddningstjänst, planeringsorgan m fl), som företag och konsulter.

Omfattning

Sammanställning av erfarenhetsdata sker i en mängd sammanhang av olika myndigheter och organisationer. En avgränsning av projektets omfattning är därför nödvändig.

Utgångspunkten är att projektet skall fokusera på:

- *olyckor som kan resultera i insats av kommunala räddningstjänsten.*

Baserat på detta har följande avgränsningar gjorts inom ett antal områden.

Arbetsolyckor

Utgående från att fokus ligger på olyckor som resulterar i insats av kommunal räddningstjänst har erfarenhetsdatabaser relaterade till *arbetsolyckor* exkluderats från studien (även om många sådana givetvis kan beröra räddningstjänsten). System för rapportering av arbetsolyckor och statistisk presentation av dessa finns etablerat (ISA, /Ref. 2.6/). Aktuell myndighet för dessa frågor är Arbetarskyddsstyrelsen.

Olyckor / kronisk påverkan

Kopplingen till den kommunala räddningstjänsten innebär att projektet omfattar erfarenhetsdatabaser relaterade till *olyckor*. Härmed avses oavsiktliga och tidsmässigt oförutsägbara händelser typ utflöde av toxisk gas, brand, explosion eller mekanisk påverkan, som utvecklas under kort tidsrymd och som kan medföra skada på människor, miljö eller egendom. Projektet omfattar därmed inte erfarenhetsdatabaser relaterade till *kronisk påverkan*, såsom radonrisker i bostadshus, långvarig exponering för hälsofarliga kemikalier, etc.

Olyckor / Tillbud

Fokus i studien ligger på erfarenhetsdatabaser relaterade till *inträffade olyckor*, varmed här avses händelser som resulterat i någon form av skada eller förlust avseende människa, miljö eller ekonomi. Emellertid har någon tydlig avgränsning gentemot erfarenhetsdatabaser över *tillbud*, varmed här avses händelser som under andra omständigheter kunde resulterat i en förlust, inte gjorts. Anledningar till detta är dels att flera databaser behandlar

såväl olyckor som tillbud och framför allt att tillvaratagande av erfarenheter av tillbud är en mycket väsentlig del av, och ofta en förutsättning för, ett framgångsrikt säkerhetsarbete.

Olycksdata / tillförlitlighetsdata

Databaser för bedömning av komponent- och systemtillförlitlighet faller strikt sett utanför ramen för den aktuella studien men eftersom det i många fall är svårt att göra en klar avgränsning har en översiktlig identifiering av sådana databaser genomförts.

Verksamhetsområden

Vissa verksamhetsområden har exkluderats från studien:

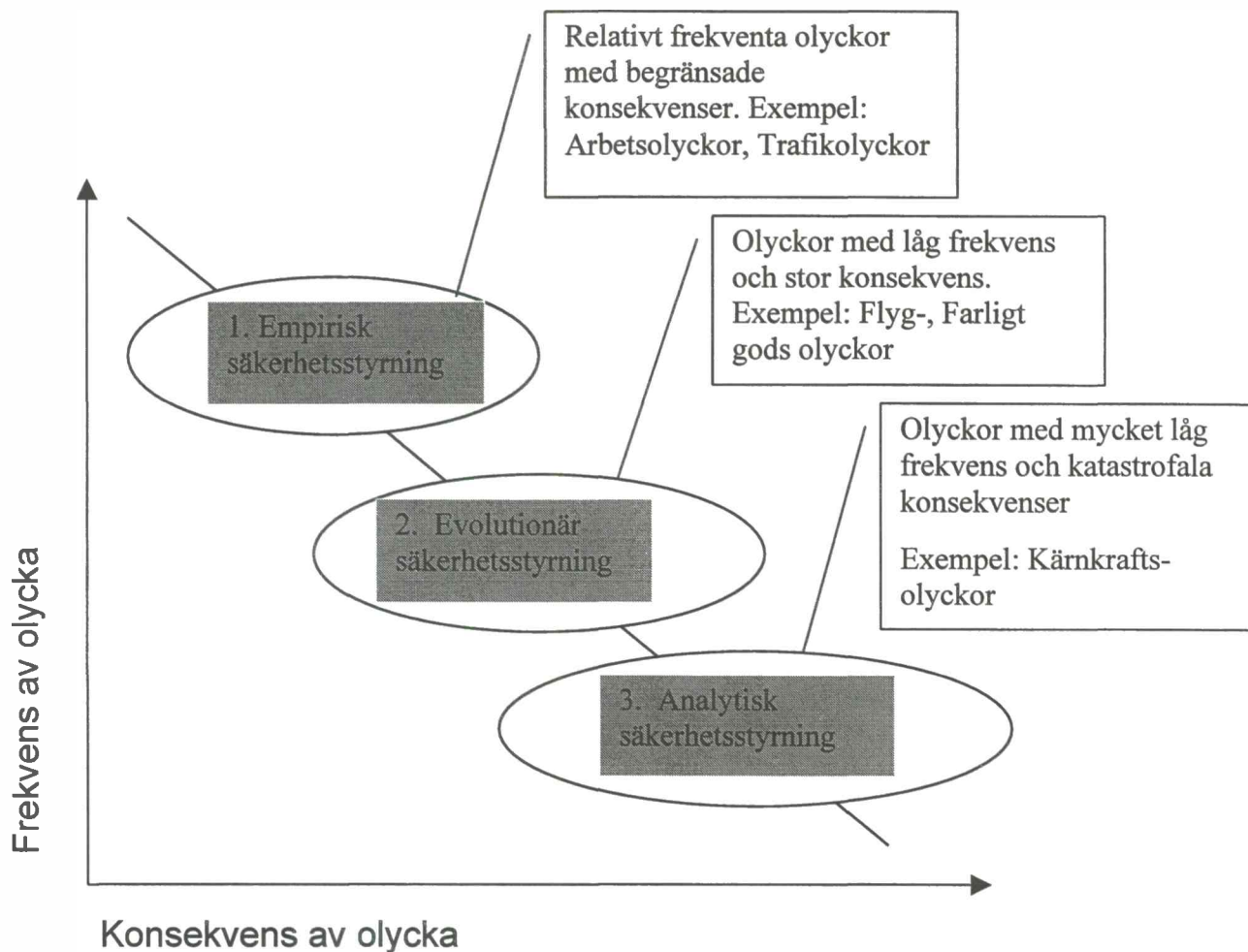
Kärnkraft: Denna bransch har ”egna” väl utvecklade system för erfarenhetsåterföring. Det har, inom ramen för detta projekt, inte ansetts möjligt att ge något signifikant bidrag inom denna bransch. Aktuell myndighet för dessa frågor är SKI.

Flyg: Inom flygindustrin finns etablerade system för rapportering av olyckor och incidenter relaterade till flygsäkerhet. Det har, inom ramen för detta projekt, inte ansetts möjligt att ge något signifikant bidrag inom denna bransch. Aktuell myndighet för dessa frågor är LfV.

Offshore: Offshoreverksamheten är ett område där stora ansträngningar för att etablera och driva erfarenhetsdatabaser har gjorts. Eftersom denna verksamhet inte ansetts beröra svensk räddningstjänst har sådana databaser beaktats endast i den omfattning de bedömts vara av värde för andra områden.

Riskens karaktär – frekvens / konsekvens av olyckor

Olika verksamheter uppvisar olika karaktär med avseende på frekvens – konsekvens av olyckor. Ett vanlig sätt att åskådliggöra detta är att särskilja tre grupper av verksamheter enligt figur 2.1 nedan (källa: *Riskhantering i ett systemperspektiv*, /Ref. 2.5/).



Figur 2.1 Strategier för säkerhetsstyrning inom olika kategorier av olyckor

Uppbyggnad och utnyttjande av erfarenhetsdatabaser skiljer sig markant mellan dessa tre kategorier. Detta behandlas vidare i kapitel 3 "Behov och bruk av erfarenhetsdatabaser". I utgångsläget beaktas samtliga dessa tre kategorier i projektet, dock med tillämpande av nedanstående avgränsningar (dessa anges i kursiv stil)

- Kategori 1. Denna kategori omfattar verksamheter där riskbilden domineras av "vardagsolyckor". Exempel på olyckor inom denna kategori, som resulterar i insats av räddningstjänsten, är trafikolyckor och lägenhetsbränder. Erfarenhetsdatabaser inom dessa områden identifieras inom ramen för projektet. Arbetet har begränsats till erfarenheter inom Sverige.
 - *erfarenhetsdatabaser relaterade till arbetsolyckor ingår ej*

- Kategori 2. Denna kategori omfattar verksamheter där allvarliga olyckor kan förekomma, t ex järnvägstrafik och processtekniska anläggningar. Detta är verksamheter som ofta är av stor betydelse i den fysiska planeringen av samhället och som kan ställa stora krav på räddningstjänstens förmåga att hantera olyckor. Svenska och internationella erfarenhetsdatabaser, framförallt beträffande inträffade olyckor, inom dessa verksamhetsområden ägnas stor uppmärksamhet i projektet.
- Kategori 3. Denna kategori omfattar verksamheter där olyckor med katastrofala konsekvenser kan förekomma, t ex kärnkraft. Antalet inträffade olyckor av denna kategori är litet och dessa är som regel väl kända. Erfarenhetsdatabaser är här väsentliga, bl a för att bedöma tillförlitligheten hos enskilda komponenter och system (detta gäller även för flera verksamheter inom kategori 2).
 - *Databaser för bedömning av komponent- och systemtillförlitlighet behandlas översiktligt*
 - *Databaser specifikt relaterade till kärnkraft, flyg och offshore ingår ej*

Övrigt

- Sabotage: Risker relaterade till sabotage/vandalism har ej specifikt behandlats i projektet men berörs dock indirekt, t ex genom att anlagd brand är en betydande riskfaktor i många sammanhang.
- Hot: Problematiken avseende direkta hot, t ex bombhot, har ej behandlats.

Arbetsmetod och rapportstruktur

Arbetet har innefattat följande huvudmoment:

Beskrivning av användningsområden och krav på databaser

Som ytligt berörts ovan finns det ett stort antal användningsområden för databaser. En mera systematisk identifiering och beskrivning av dessa områden har varit en viktig del av arbetet. Detta dels för att belysa olika användningsområden och därigenom främja ett ökat bruk av erfarenhetsdatabaser men också för att de olika användningsområdena ställer helt olika krav på databaserna, t ex:

- Databaser för olycksidentifiering kräver en utförlig beskrivning av inledande händelser och villkor och vilka orsakssammanhang som ledde fram till olyckan. Även ofullständiga databaser kan användas med gott utbyte.

- Databaser för att bestämma frekvens av olyckor ställer stora krav på att materialet är komplett och att det går att relatera antalet identifierade händelser till en relevant exponeringstid, t ex drifttid.

Användningsområden och krav på databaser behandlas i kapitel 3 "Behov och bruk av erfarenhetsdatabaser" och kapitel 4 "Krav på olycksdatabaser för riskanalys".

Inledande kartläggning av databaser

Kartläggningen av tillgängliga databaser har tagit utgångspunkt i de arbeten som tidigare genomförts inom t ex ESReDA /Ref. 2.3/. Ytterligare information har inhämtats genom retrospektiva litteratursökningar, internetsökningar, studier av facklitteratur och rapporter samt genom kontakter med personer inom industri, försäkring, myndigheter, branschorgan, kommunal räddningstjänst och forskningsinstitutioner. Förutom inhämtande av information rörande tillgängliga databaser har dessa kontakter syftat till att ge information om vilka behov och utvecklingsmöjligheter som finns.

Resultat av detta arbete redovisas i kapitel 5 och Bilaga A.

Identifiering och närmare beskrivning av vissa internationella databaser

Utgående från identifierade användningsområden och de krav dessa ställer har några av de databaser, som bedömts som mycket användbara, beskrivits mer detaljerat. Förutom "teknisk relevans" har här tillgänglighet och språk vägts in. Av beskrivningen framgår bl a vilka verksamhetsområden databasen behandlar, omfattning, insamling av data, sökmöjligheter, kontaktpersoner/organisationer, mm.

Den mer detaljerade beskrivningen av olycksdatabaser redovisas i Bilaga B.

I Bilaga C diskuteras felfrekvensdatabaser och ett exempel ges på uppbyggnad av *en* specifik sådan.

Redovisning av fallstudie

För att mer konkret visa på hur erfarenhetsdatabaser kan användas har ett riskanalysprojekt redovisats. Här ges en detaljerad redovisning av vilka databaser som har använts inom de olika momenten i en detaljerad kvantitativ riskanalys.

En översiktlig beskrivning ges i kapitel 6 medan den detaljerade beskrivningen återfinns i Bilaga D.

Upprättande av rekommendationer

Utifrån de erfarenheter som vunnits inom projektet diskuteras i kapitel 7 möjligheter för vidare arbete.

Referenser

1. *Riskhänsyn i översiktlig fysisk planering*. SRV och Kulturgeografiska institutionen vid Handelshögskolan Göteborgs Universitet.
2. - (1995). *Ett säkrare samhälle - Huvudbetänkande av Hot- och riskutredningen*, Statens offentliga utredningar 1995:19 , Stockholm: Fritze.
3. Pineau, J.-P. & Raffoux, J.-F. E. (1997). *Directory of Accident Databases, ESReDA Safety Series*. European Safety Reliability and Data Association (ESReDA).
4. Lees, F. P. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries, 2nd ed. Vol. 1-3*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
5. Svedung, I. & Rasmussen, J. (1997). *Riskhantering i ett systemperspektiv, FoU rapport P21-195/97*. Karlstad: Räddningsverket.
6. *ISA- Det svenska informationssystemet om arbetsskador*, Enheten för arbetsskadestatistik, Arbetarskyddsstyrelsen, Stockholm.
<http://www.arbsky.se/isa/isa.htm> (1998-11-18).

Behov och bruk av erfarenhetsdatabaser

Inledning

Som konstaterats inledningsvis finns det flera olika användningsområden för erfarenhetsdatabaser i säkerhetsarbetet. Användningsområdena varierar mellan olika verksamhetsområden, bl a beroende på vilka kategorier av risker som verksamheten genererar. I detta kapitel ges en översikt över tillämpningsområden för erfarenhetsdatabaser med fokus på tillämpningar vid genomförande av riskanalyser.

- I avsnitt 3.2 ges exempel på bruk av erfarenhetsdatabaser relaterat till olika kategorier av säkerhetsstyrning
- I avsnitt 3.3 diskuteras bruk av erfarenhetsdatabaser vid genomförande av riskanalyser

Bruk av erfarenhetsdata relaterat till kategori av säkerhetsstyrning

I kapitel 2 beskrevs tre olika kategorier av säkerhetsstyrning baserat på karaktären av verksamhetens risk. Nedan ges några exempel på bruk av erfarenhetsdatabaser inom dessa kategorier (till stor del baserat på ”Riskhantering i ett systemperspektiv”, /Ref. 3.2/).

- *Kategori 1. Empirisk säkerhetsstyrning*

Exempel: Arbets säkerhet

Kännetecken: Komplex uppsättning olyckskällor, många olika typer av olyckor från olika aktiviteter med varierande, delvis svår förutsägbara, olycksförlopp. Konsekvenser av olycka som regel av begränsad natur.

Exempel på bruk av erfarenhetsdatabaser:

- Mäta/verifiera säkerhetsnivån genom att mäta antal inträffade olyckor, analys av trender
- Identifiera olyckskällor
- Mäta/verifiera effektivitet av olika åtgärder när det gäller att reducera frekvens och / eller konsekvens av olyckor

- *Kategori 2. Evolutionär säkerhetsstyrning*

Exempel: Säkerhet hos transportsystem och processtekniska system

Kännetecken: Olycksfrekvensen är låg, men stora konsekvenser kan uppstå. Olyckskällorna är ofta väl kända. Kontroll av olycksrisk kan innefatta bruk av barriärer för att förhindra att olyckor inträffar och/eller för att kontrollera olycksförlopp efter inträffad olycka. Risker av denna karaktär är ofta föremål för kvantitativa riskanalyser. Erfarenheter från inträffade olyckor är en viktig drivkraft i det olycksförebyggande arbetet.

Exempel på bruk av erfarenhetsdatabaser:

- Identifiera olyckskällor och orsakskedjor
- Bedöma sannolikhet för att viss typ av olycka skall inträffa
- Stöd vid bedömning av möjliga konsekvenser av en viss olycka
- Stöd vid bedömning av effektivitet av skadeförebyggande och skadebegränsande åtgärder

- *Kategori 3. Analytisk säkerhetsstyrning*

Exempel: Säkerhet hos kärnkraftsanläggningar och speciella delar av transportsystem och processtekniska system

Kännetecken: Olycksfrekvensen måste hållas på en mycket låg nivå eftersom ytterst allvarliga konsekvenser kan uppstå. Olyckskällorna är väl kända. Erfarenheter av inträffade olyckor är få. Kontroll av olycksrisk bygger i hög utsträckning på barriärer för att förhindra att olyckor inträffar och/eller för att kontrollera olycksförlopp efter inträffad olycka. Kontroll av dessa barriärers tillförlitlighet och effektivitet är en central del i det olycksförebyggande arbetet. Probabilistiska säkerhetsanalyser används ofta för att analysera och verifiera systemets säkerhet.

Exempel på bruk av erfarenhetsdatabaser:

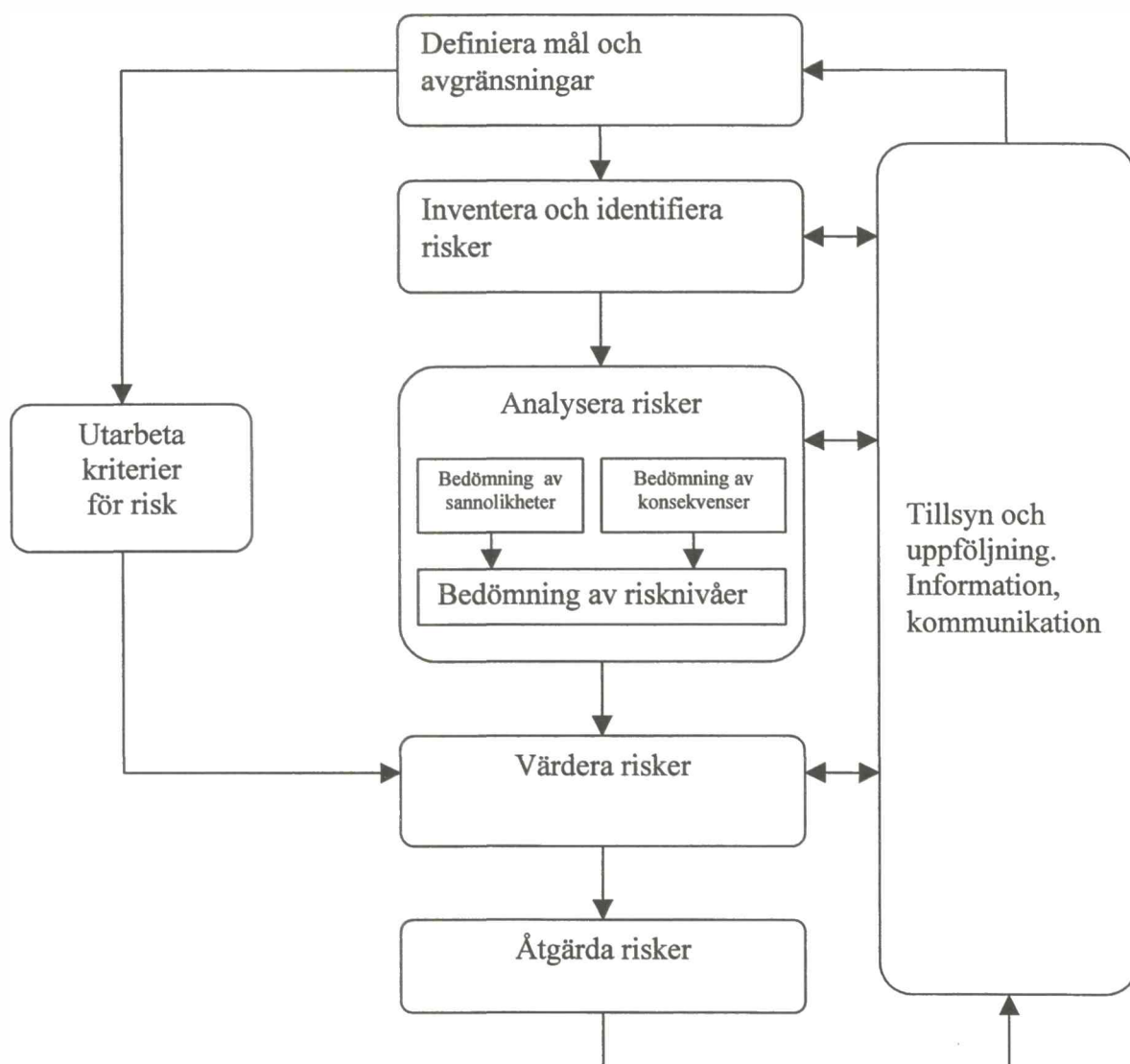
- Analys av sannolikhet för "inledande händelser" t ex rörbrott, axelbrott, etc.
- Analys av tillförlitlighet hos i barriärer ingående delar. Detta kan innefatta komponenter, system och operatörer.

Bruk av erfarenhetsdatabaser i riskanalys

I detta avsnitt diskuteras bruk av erfarenhetsdatabaser vid genomförande av riskanalyser. Materialet har till stor del baserats på "Application of Experience Data in Risk Analysis" /Ref. 3.1/. För läsare som inte tidigare arbetat med riskanalys ges inledningsvis en kort översikt över principen för genomförande av en riskanalys.

Allmänt om riskhantering och riskanalys

Målsättningen med riskanalyser är att belysa var och hur olyckor, tillbud och störningar kan inträffa, hur ofta detta kan tänkas ske och vilka konsekvenser som kan uppstå. Dessa kunskaper utgör underlag för värdering av riskerna och beslut om riskreducerande åtgärder. En översiktlig bild över riskhanteringsprocessen ges i fig 3.1 nedan.



Figur 3.1 Schematisk bild av element inom riskhantering (baserad på /Ref. 3.7/)

Ovanstående figur beskriver riskhanteringsprocessen. Riskanalysen utgör en del av denna process och anses ofta (t ex definition enligt EN 1050 Safety of Machinery - Principles for Risk Assessment, /Ref. 3.3/) omfatta följande delar:

- Definiera mål och avgränsningar
- Inventera och identifiera risker
- Analysera risker, innefattande bedömning av sannolikhet och konsekvens

Några kommentarer till dessa punkter ges nedan. I texten används begreppen *kvantitativ*- respektive *kvalitativ* - riskanalys. I den kvantitativa analysen bedöms frekvenser för identifierade olyckshändelser och konsekvenser av dessa. Frekvenser och konsekvenser uttrycks i tal, t ex förväntat antal händelser och förväntat antal skadade personer under en viss tidsperiod. I den kvalitativa analysen görs erfarenhetsbaserade bedömningar. Frekvens och konsekvens uttrycks ofta i relativa termer som hög – låg – mycket låg, etc.

Det är värt att notera att begreppen riskanalys, riskvärdering, riskuppskattning och -riskbedömning i många sammanhang används ganska ostrukturellt. Andra tolkningar än de ovanstående förekommer.

Definiera mål och avgränsningar

En korrekt definition av systemgränser är en mycket viktig del av allt riskanalysarbete.

I detta innefattas:

- Fysiska gränser och gränssnitt mot användare och anslutande system
- Användningsgränser. Hur skall systemet användas och vilka typer av felanvändning kan förutses?
- Tidsgränser. Alla faser av systemets livstid, innefattande bl a installation, drift och underhåll skall beaktas.
- Användare. Vilka personer kommer att använda systemet?

Misstag när det gäller definition av system som skall granskas innebär möjlighet att vissa allvarliga risker förbises.

Vidare skall målsättning med analysen beskrivas. Detta är av betydelse bl a för att erforderlig detaljeringsgrad ska kunna bestämmas.

Inventera och identifiera risker

Identifiering av riskkällor är ett centralt moment i riskanalysen. Risker som inte är identifierade är (ofta) inte beaktade. Vid identifiering av riskkällor skall hänsyn bl a tas till:

- hanterade ämnens egenskaper
- tekniska fel som kan uppträda på systemet eller dess kringutrustning
- yttre faktorer, yttre påverkan
- operatörsfel, avvikelser från instruktioner

I en kvalitativ riskanalys begränsas ofta riskidentifieringen till att omfatta de allvarligare riskkällorna. I en kvantitativ riskanalys, där sannolikheter och konsekvenser åsätts numeriska värden, erfordras en fullständig, systematisk identifiering av riskkällor.

Bedömning av sannolikhet

En väsentlig del av riskbegreppet är relaterad till hur ofta den aktuella händelsen eller olyckan förväntas inträffa. Denna frekvens, eller sannolikhet, kan beräknas eller uppskattas på olika sätt. I de fall empiriska data föreligger, utgör de en säker grund för sannolikhetsbestämningen. I andra fall kan analytiska metoder komma till användning, t ex i form av felträdsanalys, där den aktuella händelsens eller olyckans orsaker och orsakssamband identifieras och deras sannolikheter bedöms var för sig.

I många fall måste expertbedömningar användas, antingen som komplement till andra sannolikhetsbestämningar eller som enda relevanta underlag. I kvalitativa analyser används huvudsakligen erfarenhetsbaserade expertbedömningar, varvid sannolikheterna klassas, t ex enligt någon 5-gradig (eller annan) skala.

Bedömning av konsekvens

Konsekvenser kan omfatta skada på:

- människa
- miljö
- ekonomiska värden

I en kvantitativ analys beräknas olyckseffekter (t ex spridning av toxisk gas, brandbelastning) och konsekvenser av dessa. Konsekvenser uttrycks i kvantitativa tal, t ex förväntat antal skadade personer eller förväntad ekonomisk skada. I många fall måste ett stort antal scenarier, med hänsyn till olika vindriktningar, vindhastigheter, etc beaktas. I en kvalitativ analys görs en erfarenhetsbaserad bedömning, ibland klassad i en 5-gradig (eller annan) skala.

Bedömning av risknivå

I en kvantitativ analys beräknas risknivåer utgående från frekvens och konsekvensanalys. Dessa kan, när det gäller risk för liv, presenteras som förväntat antal omkomna under en viss tid (PLL; Potential Loss of Life), riskkonturer och FN-kurvor. I en kvalitativ analys presenteras ofta resultatet i form av en riskmatris utgående från sannolikhets- och konsekvensklassningen.

I efterföljande avsnitt (avsnitt 3.3.2 – 3.3.5) diskuteras och exemplifieras bruk av erfarenhetsdatabaser som stöd vid:

- Riskidentifiering
- Bedömning av sannolikhet / frekvens
- Bedömning av konsekvenser
- Bedömning av påverkan på omgivning

I dessa avsnitt refereras till vissa databaser, som här endast ska ses som exempel. Tillgängliga databaser inom olika områden behandlas i detalj längre fram i rapporten.

Riskidentifiering

Identifiering av risker är ett av de viktigaste momenten vid genomförande av en riskanalys eftersom man här, i realiteten, bestämmer analysens innehåll. Risker som inte är identifierade blir inte heller analyserade. Detta i sin tur innebär att riskerna med den aktuella verksamheten och behovet av säkerhetshöjande åtgärder underskattas. Eventuellt kan viktiga säkerhetsåtgärder helt förbises.

Målsättningar med riskidentifieringen kan beskrivas av följande punkter.

Primära målsättningar

- Fullständighet: Alla risker skall identifieras.
- Kunskapsbaserad: Tidigare erfarenheter (olyckor/incidenter/analyser) skall beaktas.
- Multi – disciplinär: Erfarenheter från olika områden skall tagas tillvara.

Sekundära målsättningar

- Granskningsbar: Processen skall kunna följas, vara väl dokumenterad.
- Strukturerad: Processen skall vara strukturerad (för att ge fullständighet).
- Effektiv: Processen skall fokusera på viktiga problem.

Några olika typer av olyckshändelser och motsvarande målsättning med riskidentifieringen kan beskrivas enligt följande:

1. Händelser som har inträffat inom egen eller annan liknande verksamhet
2. Uppenbara händelser med tanke på verksamhetens karaktär
3. Händelser som kan härledas utgående från punkt 1 och 2 ovan
4. Enkla kombinationer av separata händelser

Dessa typer av händelser skall identifieras under riskidentifieringen.

5. Komplexa kombinationer av händelser som tidigare *ej* inträffat
6. Identifierade händelser som förhindras av system, operationella rutiner eller underhåll
7. Potentiella händelser, identifierade genom systematiskt ifrågasättande av systemets användning och funktionskrav.

Dessa typer av händelser bör identifieras under riskidentifieringen.

En strävan måste alltså vara att erhålla en riskidentifiering som är så komplett som möjligt. Detta kan åstadkommas på två principiellt olika sätt:

- Riskidentifiering genom personlig kunskap och erfarenhet
- Riskidentifiering genom ”kreativ tankeprocess”

Som regel försöker man utnyttja båda dessa metoder, t ex vid genomförande av HAZOP (Hazard and Operability) – analys:

1. Man förlitar sig inte på en persons erfarenheter utan breddar erfarenhetsbasen genom att upprätta en grupp med bred erfarenhet av aktuella frågor.
2. Den kreativa tankeprocessen understöds genom användande av ”ledord” (mer, mindre, inget alls, etc).

Den personliga erfarenheten är emellertid begränsad, även hos en grupp, och den kreativa tankeprocessen erbjuder inte någon absolut säkerhet. Detta innebär att det alltid finns en kvarstående osäkerhet: Har alla risker identifierats?

Erfarenhetsdatabaser erbjuder här en ackumulerad kunskap om inträffade olyckor som dels utökar de direkta kunskaperna om olyckor som har inträffat, dels bidrar till den kreativa tankeprocessen.

I en riskanalys skall ofta händelser med mycket låg sannolikhet men hög konsekvens hanteras. Det finns här ofta, särskilt i en kvalitativ riskanalys, en fara i att ett visst scenario bedöms som alltför orealistiskt för att behöva beaktas. Om man genom att studera andras erfarenheter kan konstatera att händelsen i sig, eller liknande händelser, har inträffat tidigare kan detta vara en indikation på att scenariot bör studeras vidare.

Den första utgångspunkten bör vara att ta tillvara erfarenheter inom den egna verksamheten. Kunskaper om inträffade incidenter och olyckor samt dessas tekniska och operationella orsaker ger värdefull information. När det gäller allvarliga olyckor, med låg sannolikhet för att inträffa, är emellertid direkta erfarenheter inom den egna verksamheten oftast otillräckliga. Här måste erfarenheter från flera länder, hela den aktuella branschen och kanske även andra branscher studeras.

Exempel: Explosion efter utsläpp av ammoniak

Den primära risken för personal i händelse av utsläpp av ammoniak är relaterad till ammoniakens toxiska effekt. En, i många sammanhang, diskuterad fråga är om man behöver ta hänsyn till risken för explosion. När det gäller eventuella risker för allmänheten är som regel den toxiska effekten helt dimensionerande men ur insatssynpunkt kan bedömning av explosionsrisk vara betydelsefull. Finns det exempel på inträffade explosioner och i så fall under vilka förhållanden har dessa inträffat?

I Texas, USA inträffade 1983 ett läckage av vattenfri ammoniak, 20 minuter efter att läckaget startat inträffade en explosion. Slutsatsen av undersökningen var att ammoniak läckt ut från en kompressor och antänts.

Källa: HSE Line

Sammanfattningsvis kan konstateras beträffande riskidentifiering:

Erfarenhetsdatabaser är värdefulla, för att inte säga nödvändiga, för att:

- så långt möjligt säkerställa att kända olycksrisker (händelser som har inträffat) beaktas
- bidra till en kreativ process för att identifiera nya olycksrisker

Bruk av erfarenhetsdatabaser förknippas ofta med genomförande av kvantitativa riskanalyser där sannolikheter för olyckor eller felfrekvenser för komponenter eller system erfordras. Som konstaterat ovan är emellertid *identifi-eringen av risker* det kanske viktigaste momentet i en riskanalys, detta oavsett om man genomför en kvantitativ eller kvalitativ analys. Utnyttjande av erfarenhetsdatabaser vid denna process är ett av de viktigaste tillämpningsområdena för dessa.

Bedömning av sannolikhet / frekvens

Riskidentifieringen resulterar i en lista över händelser som skall studeras vidare. Frågan som ställs är då: "Hur ofta kan händelserna tänkas inträffa?" Det ligger då nära till hands att fråga sig hur ofta dessa händelser har inträffat tidigare, dvs använda kunskapen om frekvensen av liknande händelser i det förflutna. Även här bör i första hand verksamhetsspecifika erfarenheter tas tillvara. Dessa kan ofta, speciellt när det gäller mer osannolika fel eller händelser, vara otillräckliga och branschgemensamma data får då tillgripas.

Felfrekvens och sannolikhet för olika sluthändelser

Sannolikheter kan analyseras efter två alternativa huvudprinciper.

1. Vi kan inhämta statistik som direkt ger information om frekvensen för skadehändelser av det slag vi är intresserade av. Användbar olycksstatistik finns framförallt för frekventa olyckskategorier, exempelvis kollisioner inom transportsektorn och bränder i industri och samhälle. Med hjälp av jämförelser mellan den population som ligger till grund för statistiken och den egna verksamheten kan vi uppskatta den förväntade frekvensen.
2. En annan möjlighet är att vi kartlägger de orsaker som tillsammans eller var för sig kan leda till händelsen, och sedan beräkna sannolikheten för skadehändelsen med hjälp av sannolikhetsdata för var och en av de ingående delhändelserna.

Med tillämpande av den första principen beaktas "alla" orsaker som leder fram till den aktuella sluthändelsen (t ex brand i en industri). Detta kan innefatta såväl tekniska fel som mänsklig felhandling och kombinationer av dessa.

Vid tillämpande av den andra principen tar man som regel utgångspunkt i den utrustning som används och de fel som kan uppträda med denna utrustning. Felfrekvenser modelleras ofta som funktion av:

- tid som utrustning är i drift
- antal operationer och varaktighet av de operationer där utrustningen används
- eventuellt annan exponeringstid

Nedan exemplifieras dessa metoder för uppskattning av sannolikhet för brand i raffinaderi.

Exempel: Uppskattning av sannolikhet för brand i raffinaderi

Vid utströmning av brandfarlig gas till följd av läckage från flänsar, rörledningar, etc kan generiska (omfattar en kategori i sin helhet) data inhämtas. Dessa data anger hur ofta läckage inträffar per tidsenhet och också fördelningen mellan små och stora läckage. En sammanställning av data och datakällor när det gäller läckage från processutrustning finns bl a i Lee's *Loss Prevention in the Process Industries* /Ref. 3.4/. Efter en bedömning av till-

förlitligheten hos data och relevansen för vårt aktuella fall, kan vi eventuellt inhämta kompletterande data eller skatta en korrektionsfaktor.

För att bedöma risken för större olyckshändelser kan sannolikheten att säkerhetssystem, som exempelvis automatiska nödavstängningsventiler, felar behöva beräknas. I *OREDA (Offshore Reliability Database, /Ref. 3.5/)* listas ett antal felmoder för sådana ventiler: -stänger ej, -öppnar ej, -internt läckage, -externt läckage, -etc. Sett till förmåga att förhindra ett stort läckage är felmodernerna: -stänger ej och -internt läckage relevanta.

Sannolikheten för antändning kan beräknas med hjälp av resultat från spridningsberäkningar och information om förekomsten av antändningskällor, tillsammans med generiska sannolikhetsdata för antändning. Sammanställning av statistik och bedömningar beträffande sannolikhet för antändning finns t ex i *Classification of Hazardous Locations* av Cox, Lees & Ang, /Ref. 3.6/.

Sannolikheten för brand kan också uppskattas direkt baserat på information om inträffade bränder. I *Reported Fire Losses in the Petroleum Industry (API)* kan antal rapporterade bränder uppdelat på storlek (skadekostnad) i Amerikanska raffinaderier utläsas. Baserat på uppgift om antal raffinaderier (t ex från *International Petroleum Encyclopedia*) kan sannolikhet för brand vid ett enskilt raffinaderi bedömas.

Observera att vid allt bruk av generiska data måste relevansen för den aktuella anläggningen värderas.

Mänskligt felhandlande

Mänskligt felhandlande är ett mycket stort område som berör samspelet ”Människa – Teknik – Organisation”. Beträffande uppskattning av felfrekvenser innefattar detta bl a bedömningar av hur Teknik (t ex teknisk utformning av arbetsplats) och Organisation (t ex utbildningsnivå) påverkar sannolikhet för olika felhandlingar. Dessa faktorerers betydelse är idag allmänt erkänd.

Det är oftast inte möjligt att direkt finna data från erfarenhetsdatabaser beträffande sannolikheter för mänskligt felhandlande. Däremot finns det ett flertal metoder för att uppskatta sannolikheter för mänskligt felhandlande och för att granska och värdera organisatoriska förhållanden.

Underlåtenhet att beakta mänskligt felhandlande kan leda till att:

- felmöjligheter förbises eller bedöms som alltför osannolika för att beaktas
- frekvens av fel missbedöms
- konsekvenser av fel missbedöms

Fortsatt arbete för att på ett bättre sätt än i nuläget ta hänsyn till dessa faktorer i tekniska riskanalyser är en viktig uppgift. Utan att gå närmare in på detta skall här enbart pekas på betydelsen av att ta hänsyn till de sätt (däribland mänskligt felhandlande) som vissa typer av fel kan uppkomma på.

I det exempel som återges nedan avseende utsläpp på grund av ventilfel kan en helt komponentinriktad syn (utan hänsyn till mänsklig felhandling som orsak till fel) ge felaktiga uppfattningar såväl beträffande sannolikhet och storlek av utsläpp som konsekvens av detta.

Exempel: Mänskligt felhandlande ledande till utsläpp från ventil

I en tidig version av *HCLIP (The E&P Forum Leak and Ignition Project)* återfanns 23 registrerade externa läckage för en viss typ av processventiler. Vid en närmare granskning av dessa finner man att fem av dessa har inträffat på grund av mänskligt felhandlande av typ:

- Öppnat dränageventil på utrustning under tryck
- Glömt stänga ventil innan uppstart efter utfört underhåll

Denna typ av fel skiljer sig på flera punkter från fel orsakade av ett direkt utrustningsfel:

1. Alla fem felen innebar att utsläppsdiametern var lika med rördiametern, till skillnad från förhållandet vid utrustningsfel då en majoritet av felen ofta innebär små läckage.
2. Utsläppen var som regel av kort varaktighet eftersom personal var närvarande och kunde stänga ventilen.
3. Närvaron av personal innebar ökad risk för skada på personal till följd av utsläppet.
4. Frekvensen av dessa händelser är inte direkt en funktion av antalet ventiler och drifttid utan snarare beroende av antalet underhållsoperationer och rutiner för kontroll före och efter underhåll.

Bedömning av konsekvenser

Med konsekvensbedömning avses här förutsägandet av vilka effekter som kan uppstå om en viss kritisk händelse eller olycka inträffar, t ex:

- Vilken värmestrålning uppstår vid en viss brand?
- Vilka gaskoncentrationer uppstår vid ett visst kemikalieutsläpp?
- Vilken skada uppstår på en konstruktion vid en viss belastning?

Bedömning av de skador som dessa olyckseffekter kan orsaka, t ex uttryckt i antal omkomna människor, behandlas i nedanstående avsnitt "Bedömning av påverkan på omgivning".

Vid konsekvensbedömningen används i stor utsträckning teoretiskt och/eller empiriskt framtagna beräkningsmodeller. I vissa fall är dessa baserade på en grundlig teoretisk bas. I andra fall kan den teoretiska förståelsen, eller möjligheten att modellera förloppen, vara mer begränsade. I de senare fallen är erfarenheter av inträffade händelser av stort intresse för att bedöma troliga och möjliga olycksscenarier. Exempel på händelser där detta kan vara fallet är kollisioner (fartyg, järnväg, andra fordon) och explosioner.

Exempel: Kollision med gasfartyg i hamnområde

I oktober 1988 inträffade en kollision mellan ett 13000 dwt LPG fartyg och ett tankfartyg. Tankfartyget var uppankrat i hamninloppet. Dimma rådde vid kollisionssögonblicket. LPG fartyget var lastat med 9500 ton ammoniak. Ett hål med en bredd av 2 m och en höjd av 10m som sträckte sig 3,5 m ner i vattnet uppstod i en av babords tankar. Den skadade tanken innehöll 3500 ton ammoniak. Hela tankinnehållet släpptes ut. Ammoniaken förgasades och en del av den släpptes ut i havet. Inga personskador rapporterades.

Källa: Lloyds Casualty Reports

Bedömning av påverkan på omgivning

Utgående från beräknade konsekvenser skall, i riskanalysen, de skador som kan uppstå i omgivningen bedömas. Beroende på analysens inriktning kan detta arbete omfatta bedömningar av skada på människa / miljö / ekonomi. Medan den fysiska konsekvensen, som konstaterats ovan, i många fall kan beräknas med god noggrannhet så är påverkan på omgivningen beroende av ett stort antal parametrar som ofta är svåra att modellera.

Som exempel kan nämnas påverkan på människa i händelse av utsläpp av toxisk gas. I konsekvensanalysen beräknas vilka koncentrationer som kan uppstå och varaktigheten av dessa. Utgående från data om gasens toxiska effekter och vilka doser eller annan påverkan som exponerad personal eller allmänhet bedöms utsättas för, kan en teoretisk uppskattning av antal omkomna eller skadade göras. Utgången beror emellertid bland annat på vilka åtgärder utsatta personer vidtar för att skydda sig, vilket är svårt att förutsäga i en teoretisk modell. Ofta kan de teoretiska beräkningarna ge mycket konservativa resultat i sådana sammanhang. Erfarenheter från inträffade

olyckor kan här bidra till att ge mer realistiska bedömningar och också uppmärksamma vilka faktorer som varit av betydelse för den slutliga utgången av olyckan.

Exempel: Gasmolnsexplosion

I USA inträffade i stadsområdet East St. Louis under 1972 en olycka där järnvägsvagnar kolliderade under en växlingsoperation. Händelsen resulterade i ett utsläpp av över 50 ton propylen som spreds i ett gasmoln över en yta av 20 000m³. Molnet exploderade med en bedömd explosionsenergi (0,5 % effektivitet) av 2500 kg TNT.

Händelsen resulterade inte i några omkomna, däremot ett stort antal skadade, huvudsakligen på grund av glassplitter från fönster i närliggande byggnader.

Källa: MHIDAS

Referenser

1. Kristoffersen, T. J., Funnemark, E. & Fotland, K. (1994). Application of Experience Data in Risk Analysis, *ESREDA Accident Analysis Seminar 13-14 Oct. 1994*. ESReDA.
2. Svedung, I. & Rasmussen, J. (1997). Riskhantering i ett systemperspektiv, *FoU rapport P21-195/97*. Karlstad: Räddningsverket.
3. *EN 1050 Safety of Machinery - Principles for Risk Assessment*
4. Lees, F. P. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries, 2nd ed. Vol. 1-3*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
5. - (1992). *OREDA-92. Offshore Reliability Data Handbok. Second edition*, Hövik: OREDA.
6. Cox, A. W., Lees, F. P., & Ang, M. L. (1990). *Classification of Hazardous Location*, Rugby: Institution of Chemical Engineers.
7. *Vårt arbete med riskfrågor*. Karlstad: Räddningsverket

Krav på olycksdatabaser för riskanalys

Inledning

Erfarenhetsmässigt vet man att riskanalysernas kvalitet och korrekthet med stor sannolikhet kommer att öka ju fler historiska data som utvärderas under analysen. Framförallt är resultatet av kvantitativa riskanalyser beroende av indatas kvalitet, vilket leder till att analys av tidigare händelser och statistik är en nödvändighet.

Kraven på databaser som ska användas i en riskanalys varierar beroende på typ av uppgift. För vissa steg behövs mycket detaljerade uppgifter, för andra är det av värde att ha stora övergripande erfarenhetsdatabaser till förfogande. Detta leder till att det är svårt att finna en databas som samtidigt fyller alla behov. Det finns dock vissa grundläggande krav som är gemensamma för allt bruk av olycksdatabaser:

- Tillgänglighet
- Användarvänlighet
- Tillförlitlighet, dvs spårbarhet av datakällor.
- Relevans (t ex avseende verksamhetsområde)
- Täckningsgrad / Fullständighet
- Regelbunden uppdatering

En kvantitativ analys av erfarenhetsdata behövs i riskanalysen för beräkning av felfrekvenser, konsekvenser och omgivningspåverkan. Vill man analysera data från en viss databas är det mycket viktigt att veta varför dessa data finns med i databasen, dvs att ha information om kriterierna för deras registrering. Det är bra om man dessutom kan få information om eventuellt negligering av rapportering av en viss datatyp, t ex. av skadehändelser vars konsekvenser anses som försumbara eller under en viss nivå.

Framförallt frekvensanalysen är mycket beroende av en noggrann beskrivning (beräkning) av ett antal parametrar som kan påverka frekvensen av en skadehändelse, såsom antalet enheter/system i drift, totala antalet driftår, totala antalet händelser, etc.

Stora olyckor inträffar sällan. Detta betyder att ett företag ofta bara har begränsad information om möjliga stora olyckor. För att reducera osäkerheterna i riskanalysen behöver därför oftast data samlas in från ett större område än enbart den egna verksamheten, t ex från hela branschen, nationellt och/eller internationellt. Detta bekräftas av resultaten från en studie som beskrivs i *"An analysis of the database coverage of industrial accidents involving hazardous materials in Europe /Ref. 4.1/*.

I denna studie jämförs sju stora olycksdatabaser: MARS, FACTS, MHIDAS, CHEMAX, ZEMA, France and OECD. För dessa databaser har en sökning genomförts på industriella olyckor med farligt gods. Det visade sig att 70 % av alla registrerade olyckor och 54 % av alla registrerade dödsfall enbart var registrerade i en av dessa databaser.

Olycksbeskrivningarna skiljer sig mycket från varandra, både i kvalitet och i kvantitet. Studien visade också att olyckor med dödsfall som konsekvens generellt registreras oftare i förhållande till skadehändelser med andra konsekvenser och att transportolyckor registreras i mindre omfattning än skadehändelser vid fasta anläggningar. Det konstaterades att den huvudsakliga trenden är att en olycka – och detsamma gäller även dödsolyckor – med stor sannolikhet kommer att registreras enbart i en, eller möjligen ingen, olycksdatabas.

Krav på olycksdatabaser

Följande tabell sammanfattar några krav på databaser relaterat till olika moment i riskanalysprocessen (delvis baserat på /Ref. 4.2/).

Område i riskanalys	Krav på databas	Vilka typer av databaser kan användas?
Riskidentifiering	God beskrivning av orsakerna till olyckshändelsen och efterföljande händelser. Detta innebär att databaser som innehåller fria textfält ofta ger den bästa informationen.	Intern databas. Nationella och internationella databaser från liknande verksamheter och andra branscher.
Frekvensuppskattning	Förutom identifiering av inträffade olyckor eller fel måste databasen även innehålla information om de parametrar som påverkar felfrekvensen (t ex antalet enheter / system / komponenter i drift, totala antalet driftår, totala antalet händelser). För bruk av erfarenhetsdata i tillförlitlighetsanalyser tillkommer krav på information om felmoder, funktion, reparationstider, etc.	Intern databas. Nationella och internationella databaser från liknande verksamheter som jämförelse till den egna databasen och källa för frekvensbedömning av mer ovanliga skadehändelser. Det är bäst om dessa data kommer från samma bransch. Vid analys av data från annan bransch är det mycket viktigt att värdera relevans med hänsyn till omgivningsfaktorer, underhåll, kvalitet, etc.
Konsekvensanalys	Detaljerad (och objektiv) beskrivning av de olyckseffekter som uppstått vid händelsen. Även information beträffande efterföljande händelser kan vara till hjälp.	Intern databas. Nationella och internationella databaser från liknande verksamheter och andra branscher är nödvändiga för att få tillräckligt med relevant information.
Omgivningspåverkan	God (och objektiv) beskrivning av den skada som olyckan orsakade samt skademekanism. Även information beträffande efterföljande händelser kan vara till hjälp.	Intern databas. Nationella och internationella databaser från liknande verksamheter och andra branscher är nödvändiga för att få tillräckligt med relevant information.

Tabell 4.1 Några krav på erfarenhetsdatabaser relaterat till moment i riskanalysprocessen

Referenser

1. Hastrup, P., & Rømer, H. (1995). An analysis of the database coverage of industrial accidents involving hazardous materials in Europe. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 8, 79-86.
2. Kristoffersen, T. J., Funnemark, E., & Fotland, K. (1994). Application of Experience Data in Risk Analysis, *ESREDA Accident Analysis Seminar 13-14 Oct. 1994*. ESReDA.

Databaser

Inledning

Nedan redovisas resultatet av det arbete som utförts avseende identifiering och beskrivning av erfarenhetsdatabaser.

- I avsnitt 5.2 (med tillhörande Bilagor A, B och C) redovisas arbete avseende internationella databaser.
- I avsnitt 5.3 redovisas arbete avseende svenska myndigheters databaser.

Drift av befintliga och uppbyggnad av nya databaser relaterade till olyckor och olycksrisker engagerar många organisationer och myndigheter, internationellt och i Sverige. På många håll pågår ett utvecklingsarbete avseende bl a omfattning, struktur, standard för insamling av data och, inte minst, distributionsformer. Detta innebär att förändringar av betydelse kan ha skett under arbetets gång. Nedanstående beskrivningar kan därför ej göra ej anspråk på att i alla avseende vara helt komplett eller helt uppdaterat.

Internationella databaser

Inledande kartläggning av databaser

Kartläggningen av internationella databaser har tagit utgångspunkt i de arbeten som tidigare genomförts inom t ex ESReDA /Ref. 5.1/. Vidare information har inhämtats genom retrospektiva litteratursökningar, internetökningar, studier av facklitteratur och rapporter samt genom kontakter med personer inom industri, försäkring, myndigheter, branschorgan, kommunal räddningstjänst och forskningsinstitutioner. Utifrån denna mycket breda ansats har en första gallring utförts med avseende på:

- Användningsområde; Endast de databaser som svarar mot de kriterier som redovisats i avsnitt 2.3 "Omfattning" har inkluderats.
- Språk; Endast databaser tillgängliga på språk som förutsatts vara rimligt kända i Sverige (i huvudsak skandinaviska, engelska, tyska, franska) har inkluderats.

Resultatet av detta arbete redovisas i Bilaga A under rubrikerna:

- olycksdatabaser
- tillförlitlighetsdatabaser
- löpande publikationer

Det bör noteras att denna sammanställning inkluderar flera databaser som inte är offentligt tillgängliga.

Utgående från identifierade användningsområden och de krav dessa ställer har några av de databaser som bedömts som mycket användbara (bl a avseende tillgänglighet och sökbarhet) beskrivits mer detaljerat. Av beskriv-

ningen framgår bl a vilka verksamhetsområden databasen behandlar, omfattning, insamling av data, sökmöjligheter, kontaktpersoner/organisationer, m m. Den mer detaljerade beskrivningen av olycksdatabaser redovisas i Bilaga B.

I Bilaga C diskuteras felfrekvensdatabaser och ett exempel på uppbyggnad av *en* sådan ges.

Svenska myndigheter och organisationer

Insamling av rapporter om olyckor och utredning av olyckor genomförs av ett antal svenska myndigheter. I detta avsnitt ges en sammanfattning av vilka myndigheter som bedriver sådant arbete och hur rapporter och utredningar sammanställs och görs tillgängliga. Informationen har sammanställts genom kontakter med personer inom industri, försäkring, myndigheter, branschorgan och kommunal räddningstjänst.

Transport

Spårtrafik

En sammanställning av tillgänglig svensk och nordisk statistik över olyckor och tillbud finns i den av Järnvägsinspektionen utgivna rapporten ”Statistik över olyckor och tillbud i spårtrafik” /Ref. 5.2/. Bland svensk statistik nämns:

- ”Sveriges Järnvägar” är Sveriges officiella statistik inom järnvägsområdet. Statistiken produceras sedan 1994 av SIKÄ (Statens Institut för Kommunikationsanalys). Statistiken omfattar statliga och enskilda järnvägar, ej tunnelbana och spårvagn. Statistiken innehåller produktions- och olycksstatistik.
- ”HÄR” är en statistik som sammanställs av Järnvägsinspektionen för internt bruk. Av statistiken framgår antal dödade och allvarligt skadade personer vid järnväg, spårväg och tunnelbana. uppdelat på trafikslag, företag och olyckstyp.
- ”JAS” (Järnvägsinspektionens Administrativa System) innehåller uppgifter om antal dödade och allvarligt skadade personer uppdelat på trafikslag, företag och olyckstyp.
- ”Trafiksäkerheten”, sammanställs årligen av SJ. I denna statistik redovisas bl a olyckor som sammanstötningar, urspårningar, fordonsbränder och plankorsningsolyckor uppdelat i olika, för olyckorna relevanta, kategorier. Vidare redovisas antal skadade och omkomna.
- Övrigt: Olycksstatistik över den egna verksamheten sammanställs bl a av Göteborgs SpårvägarAB, Spårvägen Norrköping, Storstockholms Lokaltrafik

Vägtrafik

Statistik över inträffade vägtrafikolyckor sammanställs i Vägverkets regionala olycksdatabaser. Utgående från dessa hålls en uppdaterad central databas. Statistiken omfattar alla polisrapporterade olyckor.

Hanteringen av statistiken beror på om olyckan inträffat på det statliga, kommunala eller enskilda vägnätet. Olyckor som inträffar på det statliga vägnätet kopplas till vägdatan som har en mycket god sökbarhet. Ur vägdatan kan uppgifter om antal olyckor på viss vägsträcka, viss vägtyp, etc sammanställas. Olyckor som innefattar farligt gods kan särskiljas. Olyckor som inträffar på det kommunala eller enskilda vägnätet rapporteras till olycksdatabasen och lägesbestäms genom gatunamn eller liknande. Arbete med att utveckla en nationell vägdatan omfattande även det kommunala och enskilda vägnätet pågår.

Fartygstrafik

Information om sjöolyckor sammanställs av Sjöfartsinspektionen. Det primära underlaget är olycks- och tillbudsrapporter från svenskflaggade fartyg i svenska och internationella vatten. Andra informationskällor kan vara rapporter från lotsar, inspektörer eller annan information. Vid händelser som berört utländska fartyg kan man gå vidare till respektive flaggstat för att få mer information. Utländska fartyg är ej rapporteringspliktiga till Sjöfartsverket

Information samlas i "SOS" (SjöOlycksSystemet), som är kopplat till fartygssystemet så att fartygsinformation som gäller vid olyckstillfället kan kopplas till olycksrapporten. SOS är sökbar, t ex med avseende på geografiskt område och fartygstyp.

Årlig sammanställning över statistik ges ut i "Sjöfartsverkets meddelande". Denna omfattar ej utländska fartyg. Vidare skickas en årlig sammanställning till Sjöfartsdirektoratet i Norge för sammanställning av Nordiska olyckor i DAMA.

Flygtrafik

Olyckor inom flygtrafik rapporteras till Luftfartsinspektionen. Luftfartsverket rapporterar vidare till en gemensam haveridatabank för de nordiska länderna (NORAIDS) och till en internationell haveridatabank.

Haverikommissionen utreder varje år ett stort antal händelser inom civil luftfart (se vidare under "Utredning av olyckor" nedan).

Industri /Hamnar/ Rörledningar

Information om olyckor inom industrin avseende kemikalierelaterad brand eller explosion sammanställs av Sprängämnesinspektionen (SÄI). Inspektionens årsrapport innehåller en sammanfattning av de olyckor som under året rapporterats till myndigheten. Dessa rapporter kan vara direkt från företag där SÄI är tillsynsmyndighet eller via räddningstjänsten. Rapporterna är tillgängliga i SÄI's arkiv, Fr o m 1990 är dessa lagrade elektroniskt.

Inom SÄI har under 1997 ett nytt rapporteringssystem med tillhörande databas på försök startats upp i samarbete med ett antal industrier inom explosivämnesindustrin.

Händelser som innebär insats av räddningstjänsten resulterar i en insatsrapport från räddningstjänsten som samlas upp i Räddningsverkets årliga sammanställning, /Ref. 5.4/.

Underjordsanläggningar

Enstaka allvarligare händelser och händelsetyper beskrivs i olika rapporter. Någon samlad informationsdatabas har projektets arbetsgrupp ej kunnat finna.

Bostad / Kontor / mm

Händelser som innebär insats av räddningstjänsten resulterar i en insatsrapport från räddningstjänsten som samlas upp i Räddningsverkets årliga sammanställning, /Ref. 5.4/.

Försäkringsförbundet sammanställer och ger ut statistik över antal anmälda skador. De skadearter som särredovisas är brand, inbrott och vattenskador. Det finns även möjlighet att få branschuppdelad information. Statistiska sammanställningar publiceras dessutom bl a av Svenska Brandförsvarsförbundet

Dammanläggningar

Enstaka allvarligare händelser och händelsetyper beskrivs i olika rapporter. Någon samlad informationsdatabas har projektets arbetsgrupp ej kunnat finna.

Naturolyckor

Enstaka allvarligare händelser och händelsetyper beskrivs i olika rapporter. Någon samlad informationsdatabas har projektets arbetsgrupp ej kunnat finna.

Övrigt / allmänt

Händelser som innebär insats av räddningstjänsten resulterar i en insatsrapport från räddningstjänsten som samlas upp i Räddningsverkets årliga sammanställning, /Ref. 5.4/.

Vissa större olyckor redovisas i utredningar, administrerade av Räddningsverket.

Inom enskilda kommuner har företagits särskilda utredningar. Här kan som exempel nämnas den forskningsrapport som baseras på information om insatser som Linköpings polis och räddningstjänst utfört i samband med bränder /Ref. 5.8/.

Utredning av olyckor

Utredning av olyckor skall i vissa fall företas. Detta regleras bland annat av

- Lag (1990:712) om undersökning av olyckor
- Förordning (1990:717) om undersökning av olyckor
- Föreskrifter (t ex Järnvägsinspektionen) om undersökning av olyckor

Myndigheter med skyldighet att utreda olyckor är:

- Försvarsmakten, när det gäller händelser som berör den militära sjö- eller luftfarten
- Sjöfartsverket, när det gäller händelser som berör annan sjöfart än militär sjöfart.
- Luftfartsverket, när det gäller händelser som berör annan luftfart än militär luftfart
- Banverket, när det gäller händelser som berör trafiken med järnväg, tunnelbana eller spårväg.

Statens Haverikommissionen skall utreda allt som inte direkt faller under Försvarsmakten, Sjöfartsverket, Luftfartsverket eller Banverket. Desutom kan kommissionen själva besluta att utreda vissa olyckor. I genomsnitt företas enligt SHK varje år utredningar av 50-100 flygolyckor samt 10-25 olyckor av annat slag.

Sammanställning

I tabell 5.1 nedan ges en sammanställning av informationskällor hos svenska myndigheter.

OMRÅDE			DATABASER / INFORMATIONSKÄLLOR
Transport	Spårtrafik	Allmänt	<p>♦ ♠ ♣</p> <p>SIKA: "Sveriges Järnvägar" (produktions och olycksstatistik)</p> <p>Järnv.insp.: "HÄR"</p> <p>Järnv.Insp.: "JAS"</p> <p>SJ: "Trafiksäkerheten"</p> <p>Övrigt: Olycksstatistik från Göteborgs Spårvägar AB, Spårvägen Norrköping, Storstockholms Lokaltrafik</p>
		Farligt Gods	<p>♦ ♠</p> <p>Ingen specifik statistik</p>
	Vägtrafik	Allmänt	<p>♦ ♠ ♣</p> <p>Vägdatanbasen</p>
		Farligt Gods	<p>♦ ♠</p> <p>Vägdatanbasen</p>
	Fartygs- trafik	Allmänt	<p>♦ ♠ ♣</p> <p>SOS (SjöOlycksSystemet)</p> <p>Sjöfartsverkets meddelande (årlig sammanställning)</p> <p>DAMA (nordisk sammanställning)</p>
		Farligt gods	<p>♦ ♠</p> <p>SOS (SjöOlycksSystemet)</p>
	Flygtrafik	Haveri	<p>♦ ♠ ♣</p> <p>NORAIDS (nordisk sammanställning)</p>

OMRÅDE		DATABASER / INFORMATIONSKÄLLOR	
Industri/ Hamnar/ Rörledning.		Brand – Allmänt	◆ ♠ Sveriges Försäkringsförbund: Kvartals/års-statistik SBF: Årsstatistik
		Brand/ Explosion- kemikalierelaterad	◆ ♠ SÄI årsrapport / SÄI arkiv SÄI ny databas för explosivindustri (OTEX)
		Kemikalieutflöde	◆ ♠
		Annat	◆ ♠
Under- jordanl.		Ras	◆ ♠
		Brand/explosion	◆ ♠
		Annat	◆ ♠
Bostad/ kontor/ mm		Brand	◆ ♠ Sveriges Försäkringsförbund: Kvartals/års-statistik SBF: Årsstatistik
Damm- anlägg.		Haverier	◆ ♠
Natur- olyckor		Skred / Ras	◆ ♠
		Översvämning	◆ ♠
		Jordbävning	◆ ♠
		Skogsbrand	◆ ♠
		Storm/snö	◆ ♠
		Blixt	◆ ♠ ♣

OMRÅDE		DATABASER / INFORMATIONSKÄLLOR	
Andra ”individ- olyckor”		Drunkning El, Fall Kemikalie, etc	♦ ♠ ♣ Ej behandlat

Tabell 5.1 Databaser / Informationskällor – Svenska myndigheter, m m

- ♦ Alla händelser som föranlett insats av Räddningstjänst rapporteras via insatsrapport till SRV. Statistik över insatser återfinns i RIB (Räddningsverkets informationsbank) samt i Räddningsverkets årliga rapport (”Räddningstjänsten i siffror”)
- ♠ Alla händelser som resulterar i ”arbetskadearmälan” till försäkringskassan registreras i ISA, Informationssystemet om arbetsskador /Ref. 5.6/, ASS/SCB
- ♣ Antal omkomna redovisas av SCB i Statistisk årsbok /Ref. 5.5/ - Dödsfallsorsak
- * Rapportmottagare

Referenser

1. Pineau, J.-P., & Raffoux, J.-F. E. (1997). Directory of Accident Databases, *ESReDA Safety Series: European Safety Reliability and Data Association (ESReDA)*.
2. - (1996). *Statistik över olyckor och tillbud i spårtrafik: Järnvägsinspektionen*.
3. Kecklund, L., Lindberg, E., & Pettersson, H.-E. (1996). Tillbudsrapportering - farligt gods : förstudie för Räddningsverket, *FoU rapport P21-152/96*. Karlstad: Räddningsverket.
4. - (1998). Räddningstjänst i siffror 1997, *Rapport 199-064/98*, Karlstad: Räddningsverket.
5. - (1998). *Statistisk Årsbok för Sverige, Årg. 84*, Stockholm: SCB.
6. *ISA- Det svenska informationssystemet om arbetsskador*, Enheten för arbetsskadestatistik, Arbetarskyddsstyrelsen, Stockholm, <http://www.arbsky.se/isa/isa.htm> (1998-11-18).
7. - (1995). Statistikförsörjningsprogram 96: Räddningstjänst, *Rapport P21-102/95*, Karlstad/Örebro: Räddningsverket/SCB.
8. Hanning, R., Dagerstig, H.-O. & Andersson, M. (1994). Brandorsaksundersökningar och brandstatistik. *FoU rapport P21-089/94*. Karlstad: Räddningsverket.

Fallstudie

Inledning

För att på ett mer konkret sätt belysa nyttan och bruket av olycksdatabaser och andra referenskällor i risk- och säkerhetsanalyser redovisas i detta kapitel ett konkret exempel. Som lämpligt objekt för denna fallstudie har den kvantitativa riskanalys som genomfördes för en ny ammoniakterminal hos AKZO NOBEL i Stenungsund valts. Det arbete som beskrivs är dokumenterat i två företagsinterna rapporter:

- Pettitt, G., Mett, L.: *Kvantitativ riskanalys av ny ammoniakterminal vid AKZO NOBEL i Stenungsund*. Det Norske Veritas. Rapport nr 76371. 1997-03-05.
- Dahle, E.; Hauso, M.; Nedrum, P.: *Skipstransport av ammoniakk til Stenungsund*. Det Norske Veritas. Rapport nr 96-3639. 1996-11-29.

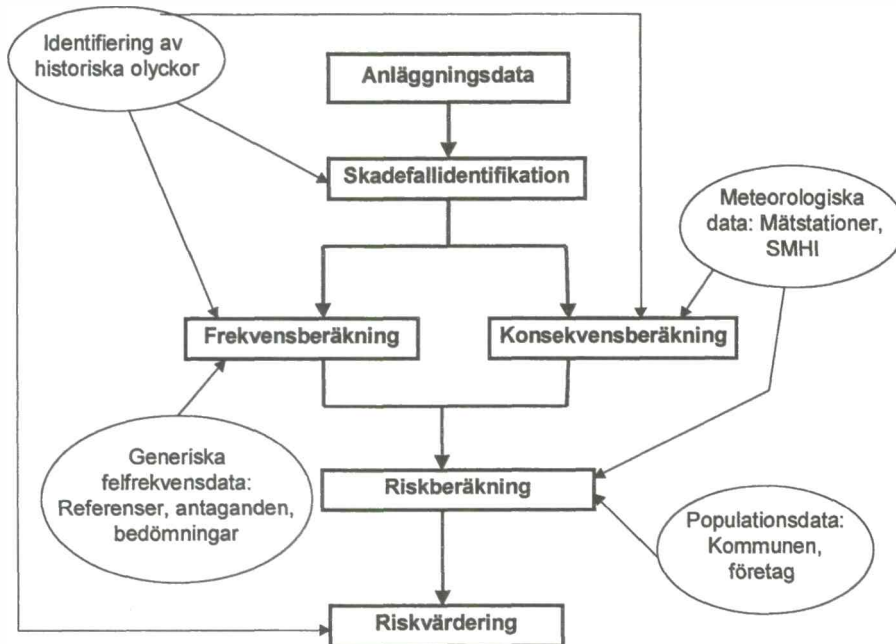
I avsnitten nedan ges en kort presentation av bakgrunden och hur erfarenhetsdatabaser utnyttjats i arbetet. I Bilaga D beskrivs mer i detalj vilka datakällor som använts.

Presentation av fallstudien

För en del av sin produktion i Stenungsund använder AKZO NOBEL ammoniak. Denna har tidigare transporterats via järnväg till anläggningen och lagrats i två mindre, trycksatta lagertankar.

För att öka kapaciteten och höja säkerheten beslöts att övergå till ett ej trycksatt, kylt lager och även ändra transportvägen för ammoniak genom att låta leveranserna ske sjövägen. En kvantitativ riskanalys skulle i detta samband genomföras för att undersöka och kontrollera möjliga risker.

Analysen omfattade risker för utsläpp av ammoniak i samband med fartygstransport, lossning, lagring och distribution, inklusive värdering av dessa risker för anställda och allmänheten samt en bedömning av riskerna för miljön. Följande schema visar de arbetssteg som genomfördes i analysen.



Figur 6.1 Väsentliga steg som genomfördes i den kvantitativa riskanalysen för AKZO NOBEL

Användning av databaser och andra referenser för fallstudien

Olycksdatabaser och andra referenskällor användes för fallstudien vid följande steg:

- Identifiering av historiska olyckor*

En allmän sammanställning av olyckshändelser, som medfört utsläpp av ammoniak, gjordes som ett första steg i fallstudien. Syftet med detta var att skaffa en första överblick och att få en utgångspunkt för analysen. Sökningar genomfördes för maritim gastransport samt för hantering och lagring av ammoniak. Flera internationella databaser och litteraturkällor konsulterades.
- Identifiering av möjliga skadefall i samband med sjötransport av ammoniak till Stenungsund*

Ett av de första stegen i varje riskanalys är identifieringen av potentiella och relevanta skadehändelser. I studien identifierades skadehändelser, som skulle kunna resultera i utsläpp av ammoniak i samband med sjötransport till Stenungsund. Som relevanta händelser identifierades grundstötning, kollision och kontaktskador vid stöt mot kaj.

- *Bedömning av frekvenser för identifierade skadefall i samband med sjötransport av ammoniak till Stenungsund*
Skadefallsfrekvenserna bedömdes med utgångspunkt från teoretiska modeller. Ett antal externa data- och litteraturkällor och även DNVs interna källor användes. Statistiska data utvärderades, som t ex till Sjöfartsverket rapporterade grundstötningar och kollisioner i farleden till Stenungsund och andra relevanta identifierade historiska olyckor. Dessutom genomfördes felträdsanalyser där frekvenserna för de enskilda bashändelserna baserades på historiska olyckor.
- *Identifiering av möjliga skadefall i samband med lossning, lagring och distribution av ammoniak*
Potentiella olyckshändelser, som skulle kunna resultera i ett utsläpp av ammoniak i samband med lossning, lagring och distribution, identifierades genom en systematisk undersökning av alla anläggningsdelar och rörledning. Representativa skadefall definierades för fel som är förknippade med mekaniska komponenter och fel som orsakas av specifika driftförhållanden. Som underlag användes bl a de i första steget identifierade historiska olyckorna.
- *Bedömning av frekvenser för identifierade skadefall i samband med lossning, lagring och distribution av ammoniak*
För bedömning av skadefallsfrekvenserna användes bl a DNVs standardiserade felfrekvensdatabas samt ett antal internationella databaser och litteraturkällor.
- *Konsekvensanalys*
Ammoniak är både toxisk och brännbar. I den aktuella fallstudien undersöktes dock enbart risker för dödsfall p.g.a. toxiska effekter. Denna ansats gav de mest konservativa resultaten, speciellt med hänsyn tagen till risken utanför anläggningen (risk för tredje person). Bedömningen baserades på att alla i steg 1 identifierade historiska olyckor hade resulterat i för tredje person små konsekvenser ur brand och explosionssynpunkt
- *Värdering av resultat*
Förutom att DNVs interna kriterier för individ- och samhällsrisk kom till användning vid den slutliga värderingen av studiens resultat, jämfördes resultaten även med konsekvenserna av de i det första steget identifierade historiska olyckorna.
- *Identifiering av skadeförebyggande åtgärder*
Baserat på erfarenheter från tidigare studier samt i steg 1 identifierade historiska olyckor och de åtgärder som därur identifierades kunde ett antal rekommendationer för säkerhetshöjande åtgärder lämnas för sjötransport samt lossning, hantering och lagring av ammoniak.

Rekommendationer avseende områden för fortsatt arbete

Inledning

Baserat på genomfört arbete och de synpunkter som framkommit vid kontakter med personer inom industri, försäkring, myndigheter, branschorgan, kommunal räddningstjänst och forskningsinstitutioner har ett antal problemområden när det gäller rapportering av olyckor, rapporteringsformat samt insamling, hantering och utnyttjande av dessa uppgifter identifierats. Dessa problemområden redovisas nedan. I vissa fall har, utgående från dessa problemområden, förslag till fortsatt arbete upprättats. Någon prioriteringsordning av dessa har ej angivits. Förslagen fokuserar på arbete som kan genomföras på nationell basis.

Rekommendationer avseende områden för fortsatt arbete

Störnings- och tillbudsrapportering

Det är ett välkänt faktum, som har beskrivits i många sammanhang, att tillvaratagande av erfarenheter från störningar och tillbud är ett av de mer effektiva sätten att undvika allvarligare olyckor. Rapportering och analys av tillbud är ett av de viktigare inslagen i ett effektivt säkerhetsstyrningsprogram.

I dagsläget finns mycket stora skillnader mellan olika branscher när det gäller hur väl sådana system fungerar. Exempel på områden där man arbetat länge med dessa frågor är flyg och kärnkraft. Inom andra områden saknas i princip tradition av detta arbetssätt helt och inom de flesta områdena finns det en stor förbättringspotential.

Inom flera områden pågår projekt för att få till stånd förbättringar t ex inom explosivämnesindustrin tillsammans med SÄI / KTH /Ref. 7.1/ och inom rederibranschen där ett projekt startats i samverkan mellan Sjöfartsverket och Svenska Redarföreningen.

När det gäller transporter av farligt gods har frågan om tillbudsrapportering aktualiserats i och med införandet av direktivet avseende säkerhetsrådgivare. En av frågorna där gäller huruvida tillbud skall rapporteras till myndighet eller enbart inom företaget. En undersökning av olika rapporteringssystem inom farligt gods och andra branscher har tidigare genomförts av Räddningsverket /Ref. 7.3/.

Ett antal programvaror har under senare år utvecklats för att effektivisera rapportering och analys av tillbud och olyckor, t ex INCIDENT (KTH) och SYNERGI (PRIDE AS).

Varför fungerar inte tillbudsrapportering? Några av anledningarna är:

- att det upplevs som krångligt, tidskrävande, kostsamt
- att man inte ser nyttan för den egna verksamheten
- att den säkerhetskultur som erfordras för att t ex en anställd skall rapportera en händelse som, helt eller delvis, beror på ett eget misstag saknas

Arbete för att stödja en effektiviserad tillbudsrapportering bedöms som angeläget. Aktuella områden kan vara att:

- på ett konkret sätt visa på nytta
- utvärdera olika system och rutiner för tillbudsrapportering
- utvärdera varför tillbudsrapportering fungerar inom vissa branscher eller företag men inte inom andra
- finna och marknadsföra goda exempel
- värdera för- och nackdelar med tillbudsrapportering på olika nivåer – enskilt företag / branschorgan / myndighet

Olyckor – grundläggande orsaker och mönster

Av de olycksrapporter som finns tillgängliga framgår ofta enbart den direkta orsaken till att olyckan inträffade. Denna kan t ex vara ett komponenthaveri eller ett felhandlande i samband med drift eller underhåll av en anläggning. För att nå varaktiga förbättringar av säkerhetsnivån krävs emellertid att mer grundläggande orsaker värderas. Dessa kan handla om bristande utbildning, bruk av felaktigt material, etc och i sista hand handlar dessa frågor ofta om bristande styrning av verksamheten.

En effektiv värdering och rapportering av sådana bakomliggande orsaker till inträffade tillbud och olyckor ger möjligheter att se mönster, t ex återkommande tillbud orsakade av bristande rutiner för inköp, utbildning, etc och därmed möjligheter att genom förändring nå bestående förbättringar.

Även i de utredningar av tillbud och olyckor som utförs av myndigheter kan det ibland vara svårt att se dessa bakomliggande orsaker och speciellt att se återkommande mönster. Detta kan bl a bero på att utredningar genomförs med olika metodik och att samma saker uttrycks på olika sätt.

Det bedöms som intressant att undersöka vilka utredningsmetoder som finns tillgängliga och vilka som idag tillämpas, av företag och av de myndigheter som det åligger att utreda olyckor. Andra områden att värdera är:

- hur information om olycksutredningsmetodik kan föras ut på ett bättre sätt än idag
- hur resultat av sådana utredningar på ett enhetligt sätt kan inkorporeras i rapportering och statistik avseende olyckor och tillbud

Ovanstående problemområde har en klar koppling till det arbete som presenteras i rapporten ”Riskhantering i ett systemperspektiv” /Ref. 7.5/.

Förlustpotential / Kostnad för olyckor

Ett av de viktigare områdena, när det gäller att motivera säkerhetshöjande åtgärder, är att kunna redovisa de verkliga kostnaderna för olyckor och, när det gäller tillbud, vilka kostnader som kunde uppstått vid ett annorlunda händelseförlopp (förlustpotentialen). Under åren har ett antal utredningar inom detta område genomförts i Sverige och internationellt (t ex "Samhällets kostnader för olyckor" /Ref. 7.4/). Det finns emellertid fortfarande stora skillnader mellan hur kostnader för olyckor värderas i olika sammanhang.

Angelägna områden bedöms vara:

- att utveckla och kommunicera enkelt tillämpningsbara metoder för att ge en så realistisk bild som möjligt av kostnader för olyckor, såväl ur samhälls- som företagsperspektiv
- att förbättra system för rapportering av olyckskostnader
- att förbättra system för rapportering av potentiella kostnader vid inträffade tillbud

Rapportering av olyckor / Nationell olycksdatabas

Inträffade olyckor skall rapporteras till ett antal myndigheter enligt att antal olika föreskrifter. För en processindustri kan t ex följande föreskrifter vara tillämpliga:

- Arbetskyddsstyrelsen:
AFS 1989:6 Storskalig kemikaliehantering
- Statens naturvårdsverk
SNFS 1994:1 Kungörelse med föreskrifter om skydd av den yttre miljön vid storolyckor vid industriell kemikaliehantering
- Räddningsverket:
Räddningstjänstlagen (1986:1102) (RäL) 38, 43 §§
Räddningstjänstförordningen (1986:1107) (RäF) 70 §
- Sprängämnesinspektionen
Förordning (1988:1145) om brandfarliga och explosiva varor 19 §

Nuvarande problem:

Myndighetsgemensamma strategier saknas (gäller ofta även inom resp. myndighet) i stor utsträckning med avseende på:

- Varför samlar man in uppgifter om olyckor? Vad är nyttan? Vad skall informationen användas till?
- Vilken återföring och nytta upplever rapportören? Detta är en avgörande faktor för att få till stånd ett fungerande rapporteringssystem.
- Företagen upplever ofta en osäkerhet avseende *vart, vad och hur* man skall rapportera.

- Vad gör mottagaren med rapporten? Vilken respons får rapportören. Detta har förmodligen stor betydelse för viljan att rapportera.
- Vad finns det som knyter ihop information kring en olycka med beaktande av att viss information kan komma fram ganska långt efter att olyckan inträffat? En och samma olycka kan generera flera dokument t ex en eller flera av följande:
 - Insatsrapport från räddningstjänsten
 - Rapport från företaget
 - Utredning av YI.
 - Utredning av SÄI.
 - Utredning av haverikommissionen
 - Utredning av SRV
- Händelser kan hamna utanför statistiken. De händelser som rapporteras med viss automatik är:
 - De som resulterar i insats av räddningstjänsten / insatsrapport
 - De som resulterar i anmälan till försäkringskassan / arbetsskadeanmälan
 - De som resulterar i försäkringsärende

Även om dessa händelser rapporteras så är mottagaren olika i de olika fallen och informationen används på olika sätt. Andra händelser än de ovan listade är i stor utsträckning upp till verksamheten att rapportera. Rapporteringssystem för verksamheter som är rapporteringspliktiga t ex enligt §43 RåF eller "Seveso-direktivet" fungerar i nuläget inte så bra. Händelser som rapporteras till Länsstyrelsernas miljöenhet stannar som regel hos dessa och kommer inte till vidare kännedom.

Områden där vidare arbete bör värderas:

- Utrymme för förenklingar och förbättringar när det gäller företagens rapportering!
- Möjlighet / fördelar med standardiserad rapporteringsblankett?
- Nationell olycksdatabas gemensam för alla eller vissa myndigheter (de som tar emot rapporter från samma företag).
- Möjligheter att knyta alla dokument till en olycksdatabas.
- SRV kan i RIB inkludera ett avsnitt om nationella och internationella olycksdatabaser, t ex valda delar av denna rapport. En rapport av denna typ föråldras relativt snabbt, varför kontinuerlig uppdatering, eventuellt tillgänglighet via Internet vore bra. Här kan man också ge länkar till relevanta områden.

- Miljö-databas som innehåller information om vilka miljökonsekvenser som har uppstått vid utsläpp är intressant. Se ovan ang. koppling av senare rapporter till olycka (t ex analys av miljökonsekvenser en tid efter att en viss olycka inträffat – hur kan detta kopplas till olyckan?)

Angående räddningstjänstens insatsrapporter och räddningstjänststatistiken

I samband med de diskussioner som förts med Räddningstjänster och andra som haft anledning att intressera sig för räddningstjänststatistiken så har ett antal frågor och problem identifierats.

Två grundläggande frågor när det gäller räddningstjänststatistiken är :

- Vad skall den användas till?
- Hur väl förmår den uppfylla de krav som de önskade användningsområdena kräver?

Detta är inga nya frågor, men fortsatt arbete för att finna svaren förefaller behövas.

Ett annat väl känt problem är att man inom olika räddningstjänster gör varierande bedömningar när det gäller sättet att fylla i insatsrapporter. Likartade typer av händelser klassas olika i olika kommuner. Detta är ett ganska naturligt fenomen med tanke på att det är ett nytt system. Fortsatt arbete och utbildning för att undanröja sådana avvikelser erfordras.

Erfarenhet och kompetens när det gäller att utvärdera och dra slutsatser ur den typ av information som presenteras i räddningstjänststatistiken varierar starkt. Ett förslag som framförts från räddningstjänsten är att Räddningsverket bör värdera om det är möjligt att utarbeta råd för analys och tolkning av statistiken – vilka slutsatser kan dras av ett visst material på kommunal nivå respektive riksnivå?

En möjlighet till utvecklat användande av insatsrapporten som bör värderas kan vara att ge en viss erfarenhetsåterföring till den som varit direkt berörd av insatsen. Detta kan ske genom att insatsrapporten returneras till den direkt berörde, kompletterad med t ex:

- förslag till åtgärder för att förhindra och/eller begränsa liknande olycka
- positivt erkännande av sådana system och åtgärder som fungerat bra
- förslag till korrigerande av sådant som inte fungerat så bra som det borde

Detta kan vara ett led i en förbättrad erfarenhetsåterföring mellan företag och räddningstjänsten.

Sannolikhet / Frekvens av olyckor och haverier

Databaser som skall användas för att bedöma förväntade frekvenser av olyckor och system- eller komponentfel ställer stora krav på insamling av data, strukturerad uppbyggnad av rapporteringssystem och databaser samt

tillgång till exponeringsdata. I vissa branscher finns sådana system i drift, jfr Bilaga C där en redovisning av databasen OREDA (Offshore REliability DATA) ges. Andra exempel på sådana databaser finns inom bl a inom kärnkraftsindustrin.

Vid de intervjuer som genomförts har framkommit ett intresse för denna typ av frågor inom flera industrier, bl a inom branscherna petrokemi och stål. Primärt härrör detta intresse från sådana industrier som mer systematiskt har börjat använda risk- och tillförlitlighetsanalytiska metoder i sin verksamhet. Man upplever då att tillgången på relevant data innebär en begränsning i det vidare arbetet. I nuläget hanteras frågan ofta genom att data från andra branscher (t ex offshore, kärnkraft) tillämpas eller att information hämtas från olika utredningar (jfr Bilaga A, avsnitt 3).

På grund av de stora ansträngningar som är förknippade med att skapa denna typ av informationsdatabas måste en noggrannare värdering, än vad som nu varit möjlig, genomföras innan några fasta rekommendationer kan lämnas. Detta bör bl a omfatta:

- bedömning av vilken den förväntade nyttan kommer att vara
- identifiering av vilka branscher som kan vara intressanta
- identifiering av vilka organisationer som kan medverka
- bedömning av lämplig ambitionsnivå
- bedömning av resursbehov

Hot och sabotage

Undersökning av eventuella erfarenhetsdatabaser relaterade till direkt framförda hot (t ex bombhot) och sabotage har ej legat inom ramen för detta arbete. Från bl a räddningstjänsten har detta framförts som ett område där man skulle önska ökad kunskap.

Ett möjligt arbetsområde kan vara att undersöka vad som finns, nationellt och internationellt, och att utifrån detta, i samverkan med berörda myndigheter, värdera möjligheter att gå vidare.

Referenser

1. Sjökvist, S., & Wennersten, R. (1996). *Utveckling av databassystem för återvinning av erfarenheter från störningar, tillbud och olyckor*, Slutrapport 20 oktober 1996. Dnr 94-0157 : Bofors Explosives/KTH.
2. SYNERGI, Pride AS
<http://www.synergi.no/> (1998-11-24).
3. Kecklund, L., Lindberg, E., & Pettersson, H.-E. (1996). Tillbudsrapportering - farligt gods : förstudie för Räddningsverket, *FoU rapport P21-152/96*. Karlstad: Räddningsverket.
4. Sund, B. (1997). Samhällets kostnader för olyckor, *FoU rapport P21-204/97*. Karlstad: Räddningsverket.
5. Svedung, I. & Rasmussen, J. (1997). Riskhantering i ett systemperspektiv, *FoU rapport P21-195/97*. Karlstad: Räddningsverket.

Bilaga A: Översikt över databaser och andra referenser

Inledning

I denna bilaga ges en översiktlig sammanfattning av de olycks- och tillförlighetsdatabaser som ansetts relevanta. Dessutom redovisas ett antal löpande publikationer inom området. Referenser till de olika databaserna och deras användning identifierades via litteratursökningar och granskning av facklitteratur, rapporter etc. Vidare företogs sökningar på Internet. Den översiktliga förteckningen *Directory of Accident Databases* /Ref. 3/, som framtagits av ESReDA (European Safety and Reliability Data Association) har varit till stor hjälp.

Valet av databaser som redovisas har baserats på följande kriterier:

- Tillgänglighet
(Exempelvis har databaser, exklusivt framtagna för ett företags interna användning, ej tagits med.)
- Användningsområde
(Se kraven på olycksdatabaser, diskuterade i denna rapports Kapitel 4.)
- Språk
(En begränsning har skett till databaser som är tillgängliga på något av de skandinaviska språken, alternativt engelska, tyska eller franska.)

Avsnitt 2 och 3 i denna bilaga sammanfattar olycks- respektive frekvensdatabaser. I avsnitt 4 t o m 6 ges en översikt över relevant litteratur samt ett antal andra referenser.

Olycksdatabaser

Detta avsnitt ger en översiktlig sammanställning av olycksdatabaser. De databaser, som bedömts som mest relevanta och användbara beskrivs mer i detalj i bilaga B.

Namn	Användningsområden	Språk	Kontakt	Ref.
Accidents Database	Gruvolyckor	Eng	Health & Safety Executive, UK	6
AHE – Acute Hazardous Events Database	Katalog (databas) med händelser som innefattat utsläpp av akut toxiska substanser	Eng	US Environmental Protection Agency, USA	6

ARIA – Analyse Recherche Information sur les Accidents	Kemi, raffinaderi, landtransport, jordbruk, m.m. – incidenter med kemikalier inblandade	Fra	Ministère de l'Environnement DPPR-SEI / Bureau d'analyses des risques et des pollutions industrielles (BARPI), Frankrike	3
CADA – Casualty Database System	Händelser med större antal olycksoffer från <i>Lloyds List</i> samt även information från <i>Institute of London Underwriters</i>	Eng	Det Norske Veritas Classification (DNVC), Høvik, Norge	6
CAS – Vessel Casualty Event File	Olyckor och incidenter med alla US registrerade fartyg samt alla fartyg i US farvatten	Eng	United States Coast Guard, USA	6
CHEMAX – Chemical Accident Database	Olyckor med farliga ämnen [JRC intern databas, som ej är fullständig. Information om databasen är svårtillgänglig.]	Eng	Joint Research Center (JRC), European Commission	6
CISDOC	Hälsa och säkerhet	Eng	International Occupational Safety & Health Information Centre of the International Labour Organisation, USA / SilverPlatter Information, UK	10
Collection of Transport Accidents Involving Dangerous Goods	Rapport med korta beskrivningar av transportolyckor med farligt gods	Eng	Commission of the European Communities - Joint Research Centre, Ispra, Italien	6
CSNB – Chemical Safety News Base	Kemiska incidenter	Eng	The Royal Society of Chemistry, UK	3

DAMA – Databank til sikring av maritime operasjoner	Marina olyckor med norsk registrerade fartyg samt fartyg i norska farvattnet	Nor	Det Norske Veritas Classification (DNVC), Høvik, Norge NMD, Norwegian Maritime Directorate.	6
DGOD – Dangerous Goods Occurrence Database	Flyg – incidenter med farligt gods inblandat, där läckage eller skador uppstått	Eng	Civil Aviation Authority, UK	3
EIDAS – Explosives Incidents Database Advisory Service	Olyckor i samband med tillverkning, lagring och transport av sprängämnen	Eng	AEA Technology for HSE and MOD, UK	3, 6
FACTS – Failure and Accident Technical Information System	Olyckor i samband med hantering av farliga ämnen: kemi, raffinaderi, marin/fartygstransport, landtransport, offshore, m.m.	Eng	TNO (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research), Holland	2, 3, 6
Fatal Hazardous Accidents Database	Större industriolyckor med utsläpp av farliga ämnen från (fasta) anläggningar eller under transport	Eng	Resources for the Future, USA	6
Fire Statistics	Bränder – offshore, kärnkraft, raffinaderi, kemi, marin/fartygstransport, landtransport	Eng	Home Office, UK	3
FIRERECS-Fire Records	Bränder	Eng	Fire Protection Association / Loss Prevention Council, UK	3
GAS Ship	Gasfartygsolyckor	Eng	F S Harris & Associates, UK	3
GUNDI – Gefährgut-Unfall-Datenbank im Internet	Olyckor i samband med transport, lossning och lagring av farligt gods (framför allt olyckor i Tyskland)	Ty	Storck-Verlag, Tyskland	31

HARIS – Hazards and Reliability Information System	Större olyckor inom kärnkrafts-, kemiska och offshore-anläggningar	Eng	R M Consultants Ltd, UK	6
HMRI – Accidents Database	Landtransport, järnvägsolyckor	Eng	Health & Safety Executive / HM Railway Inspectorate, UK	3, 6
HSELINE	Olyckor inom jordbruk, konstruktion, elektroteknik, elektronik, explosioner, sprängämnen, farliga ämnen, processindustri, gruvarbete, kärnkraft, arbetsmiljö, arbetarskydd, offshore, järnväg	Eng	HSE (Health & Safety Executive) Information Service el. SilverPlatter Information, UK	11
Hydrocarbon releases	Olyckor rapporterade enligt brittisk lagstiftning	Eng	Health & Safety Executive, UK	6
ICHEME Safety & Environmental Index	Processsäkerhet och förluststyrningsinformation.	Eng	ICHEME Safety, Health & Environment Department, UK	6
Large property Damage Losses in the Hydrocarbon – Chemical Industries – A thirty year review	Årsrapport (databas) med analys av större skador i produktion av kolväten och kemisk industri, incidenter huvudsakligen på raffinaderier och petrokemiska anläggningar, fokus på finansiella förluster	Eng	M&M Protection Consultants, USA	6
LIMADAG – List of Marine Accidents Involving Dangerous Goods	Olyckor med farligt gods inblandat i samband med marin transport	Eng	Joint Research Center (JRC), Ispra, Italien / European Commission	6
Lloyds Casualty Reports	Olycksfall	Eng	Lloyds, UK	12
Major Chemical Hazards	Textbok med beskrivningar av större kemiska olyckor	Eng	Simon & Schuster International Group, UK	6
MAQUIS	Olyckor i samband med gruvarbete	Eng	Mines Inspectorate / Health & Safety Executive, UK	3

MARCODE	Alla olyckor undersökta av HSE	Eng	Health & Safety Executive, UK	6
MARS – Major Accident Reporting System	Olyckor rapporterade enligt krav framställda i Sevesodirektivet	Eng	Joint Research Center (JRC), Ispra /Italien, European Commission	3, 7, 13
Meldepflichtige Ereignisse nach 11. Störfallverordnung, Jahresbericht der Störfall-Melde-stelle ZEMA im Umweltbundesamt	Olyckor i anläggningar som har rapporteringsskyldighet enligt §11 i den tyska förordningen beträffande farliga incidenter [Årsrapport]	Ty	Umweltbundesamt, Tyskland	8
MHIDAS – Major Hazard Incidents Data Service	Olyckor, innefattande farliga ämnen i processindustri, transport eller lagring	Eng	AEA Technology / HSE (Health & Safety Executive), el. SilverPlatter Information, UK	1
MIDS – Marine Incident Database System	Incidenter på fartyg under UK flagg el. på UK territorium (marin/fartygstransport)	Eng	Marine Accident Investigation Branch Department of Transport	3
NIOSHTIC	Hälsa och säkerhet	Eng	National Institute for Occupational Safety and Health, US Dept. of Health and Human Services / SilverPlatter Information, UK	14
NORDAIDS – Nordic Accident /Incident Data System	Flygolyckor och allvarliga flygincidenter	Eng	Samarbetsprojekt mellan Sverige, Norge, Finland och Island	6
Norsk Hydro Ulykkesdatabase	Olyckor och händelser på alla Norsk Hydro anläggningar	Nor	Norsk Hydro Research Centre, Norge	6

Pipeline spillage database	Landtransport, oljepipelines (läckage)	Eng	CONCAWE, Belgien	3
Process Safety Incident Database	Incidenter i processindustrin, samarbetsprojekt av flera nationella och internationella bolag	Eng	AICheE / CCPS, USA	15
RACHEL – Repertoire d'Analyse du Comportement Human En Ligne	Flygolyckor där mänskligt felhandlande spelade betydande roll	Fr	Aerospatiale Protection Systems, Frankrike	6
Räddningstjänststatistik	Alla räddningstjänstsinsatser	Sv	Räddningsverket, Sverige	3
SID – Shipping Information Database	Offshore, marin/fartygstransport – olyckor som troligen medför försäkringskrav	Eng	Lloyd's of London Press Ltd., UK	3
SISCA – Casualty Database	Olyckor inom marin transport och offshore, inkl. olyckor med farliga ämnen	Eng	Lloyd's of London, UK	3
SPRINT	Alla incidenter och skador för alla fartyg som är registrerade av DNV Classification	Eng	Det Norske Veritas Classification (DNVC), Høvik, Norge	6
The Accident Database / The Index	Olyckor, huvudsakligen inom processindustri, men även inom transport (säkerhet och miljö)	Eng	IchemE, UK	3
VARO – Failure and Accident Register	Kemiska olyckor, onshore-industri och transport	Fin	Turvatekniikan keskus (TUKES), Finland	3
WIMS (Incidents) – Water Information Management System – Incident Logging	Olyckor och incidenter inom offshore, raffinaderi, kemi, marin/fartygstransport, landtransport	Eng	Environment Agency. South Western region, UK	3

Tabell A.1 Sammanställning av olycksdatabaser.

Förutom dessa databaser bör även nämnas boken ”Loss Prevention in the Process Industry” /Ref. 2/ som innehåller ett antal mycket detaljerade beskrivningar av stora olyckor inom processindustrin och referenser till olycksdatabaser (innehåll beskrivs närmare i avsnitt 5 nedan).

Tillförlitlighetsdata

Detta avsnitt redovisar ett urval av sökresultat beträffande databaser och publikationer med tillförlitlighetsdata. Förutom databaser nämns även litteratur som ger relevant information.

Bilaga C innehåller en allmän beskrivning beträffande felfrekvensdatabaser samt en detaljerad presentation av databasen OREDA.

Namn	Användningsområden	Språk	Kontakt	Ref.
CEDB – Component Event Data Bank	Felfrekvenser och reparationsdata för komponenter i kärnkraft- och konventionella kraftverk	Eng	Joint Research Centre, Ispra, Italien	6
CREDO	Tillförlitlighets-, tillgänglighets- och underhållsdata för komponenter i kärnkraftverk	Eng	Elsevier Science Publishers	2, 18
CONCAWE: Western European cross-country oil pipelines – 25-year performance statistics	Läckage från rörledningar	Eng	CONCAWE	30
EIREDA – The European Reliability Industry Data Bank Handbook	Tillförlitlighetsdata, baserade på EDFs uppföljning av franska kärnkraftverk, dock generellt användbar.	Eng	EUROPSTAT, SFER, Frankrike	6, 21
ERDS - European Reliability Data System	Framförallt kärnkraft	Eng	Joint Research Center (JRC), Ispra /Italien	2
FUELS	Numerisk databas med experimentella och realistiska data för skumsläckingsystem	Eng	TECSA	6

Guidelines for process equipment reliability data, with data tables	Tillförlitlighetsdata för kemisk processindustri [handbok]	Eng	AICHe / CCPS, USA	17
Houston Databook	Läckagefrekvenser för onshore- och offshore-pipelines samt processutrustning, metod för modifiering av läckagefrekvenser av rörledningar [databok]	Eng	DNV Technica Inc, USA	6
IEEE Std 500-1984	Tillförlitlighetsdata för elektriska, elektroniska samt mekaniska utrustningar inom kärnenergianläggningar [handbok]	Eng	The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, New York, USA	20
Lees – Loss Prevention in the Process Industries (se även kap. 5 i denna bilaga)	Felfrekvensdata för ett antal komponenter / utrustningar samt även beskrivning av många historiska olyckor inom processindustrin [bok]	Eng	F.P. Lees / Butterworths & Co, UK	2, 6
Mechanical Valve Reliability Databank	Tillförlitlighetsdata	Eng	R M Consultants Ltd, UK	6
NCSR Databook	Kärnkraft, flygtrafik, elektronik, olja, kemi, m.m.	Eng	National Center for Systems Reliability (NCSR)	2, 9
NPRD-3 – Non-Electronic Parts Reliability Data	Tillförlitlighetsdata [rapport] (Ytterligare databaser finns tillgängliga inom RAC - Reliability Analysis Center)	Eng	IIT Research Institute, Reliability Analysis Center	9, 34
OREDA	Huvudsakligen offshoreverksamhet, men även annan, som t.ex. processindustri, kärnkraft (För närmare beskrivning se bilaga C).	Eng	Det Norske Veritas (DNV), Høvik/Norge	2, 5, 6

Performance of Oil Industry Cross Country Pipelines in Western Europe	Årsöversikt av pipelinefunktion, inklusive analys av rapporterade läckager [rapport]	Eng	CONCAWE, Belgien	6
Pipe and Vessel Failure Probability	Tillförlitlighetsdata [Redovisade i tidskriftsartikel]	Eng	Thomas, H.M. i <i>Reliability Engineering</i> , 2 (1981).	9, 35
Process Equipment Reliability Database	Tillförlitlighetsdata från kolvätes- och kemisk processindustri som kan användas för tillgänglighetsanalys, tillförlitlighets- och konstruktionsförbättring, utveckling av underhållsstrategi, kvantitativ riskanalys och livscykelanalys Samarbetsprojekt av flera nationella och internationella bolag (under uppbyggnad)	Eng	AICHeE / CCPS, USA	16
RELDAT – AEA Reliability Databank	Maskinteknisk utrustning och tillförlitlighetsdata för komponenter	Eng	SRD Association, UK	6
Reliability Data Bank for the Natural Gas Distribution Industry	Tillförlitlighetsdata	Eng	Scarrone, M.; Piccini, N.; Massobrio, C.	9, 2
SRDF – Systeme de Recueil de Donnees de Fiabilite	Alla fel hos de känsligaste komponenterna i kärnkraftverk, vid drift eller underhåll	Fra	Electricite de France (EdF), Frankrike	6
T-boken	Tillförlitlighetsdata för komponenter i nordiska kärnkraftanläggningar	Sve	TUD-kansliet, Vällingby	19
US Pipeline Data	Data beträffande olyckor i samband med olje- och gaspipelines	Eng	US Dep of Transportation Research and Special Programs Admin., USA	6

Tabell A.2 Sammanställning av källor med tillförlitlighetsdata.

Exempel på löpande publikationer

Förutom databaser, handböcker och kompendier finns ett antal facktidsskrifter och löpande publikationer. Nedan ges en kortfattad beskrivning av vissa av dessa som ansetts intressanta i sammanhanget.

- **Lloyds Casualty reports /ref.22/**
innehåller detaljerad och verifierad information beträffande ett stort antal marina och icke-marina olyckor över hela världen.
- **Journal of Hazardous Materials /ref.23/**
behandlar alla aspekter i samband med kemiska eller fysikaliska egenskaper av farligt gods. Bland annat presenteras fallstudier av olyckor som innebär risk för anställda eller allmänhet.
- **Reliability Engineering & System Safety /Ref.24/**
är en internationell tidskrift som ägnar sig åt utveckling och tillämpning av metoder för att öka säkerhet och tillförlitlighet av komplexa tekniska system såsom kärnkraftverk, kemiska anläggningar och rymdsystem. Teoretisk material blandas med praktiska tillämpningar.
- **Safety Science /Ref.25/**
är en internationell tidskrift med tonvikten på säkerhetsrisker. Bland annat presenteras beskrivningar av olyckor och katastrofer.
- **Structural Safety /Ref.26/**
är en internationell tidskrift som handlar om integrerad riskvärdering för konstruktioner såsom byggnader, broar, dammar, offshore, markkonstruktioner, etc. Tidningen ska hjälpa att utveckla kommunikationen beträffande risk och tillförlitlighet bland de tekniska disciplinerna som är involverade i design och konstruktion samt öka användandet av riskmanagement. Alla aspekter som handlar om kvantitativ säkerhetsvärdering är av intresse.
- **Journal of Loss Prevention in the Process Industries /Ref.27/**
analyserar och värderar bl a risker, olyckor och skador inom processindustrin.
- **Loss Prevention Bulletin /Ref.28/**
innehåller bl a fallbeskrivningar och tekniska artiklar beträffande säkerheten inom processindustrin. Fallstudierna demonstrerar och förklarar riskerna i samband med processanläggningar och produktionsprocesser. Studierna värderas beträffande noggrannhet och relevans av oberoende specialister.
- **Hazardous Cargo Bulletin /Ref.29/**
ges ut en gång per månad och summerar bl a större olyckor inom olje-, gas- och kemisk industri över hela världen. Den innehåller även uppföljningsrapporter till olyckorna.

- **Quality and Reliability Engineering International /Ref. 32/**
är en internationell tidskrift med inriktning mot tillförlitlighetsteknik och kvalitetsteknik.
- **IEEE Transactions on Reliability /Ref. 33/**
är ännu en internationell tidskrift med inriktning mot teoretisk och tillämpad tillförlitlighetsteknik.

Lees: "Loss Prevention in the Process Industries"

"Loss Prevention in the Process Industries" /Ref. 2/ är en utmärkt och mycket omfattande läro- och fackbok inom området säkerhet och tillförlitlighet. Hela spektrumet från person- till anläggningssäkerhet tas upp. Boken vänder sig till studenter, företagsledare, ingenjörer och säkerhetsansvariga i industri och hos myndigheter. I huvudsak behandlas skadeförebyggande inom den kemiska, petrokemiska och råoljeindustrin, men mycket av ämnet är relevant även för annan processindustri såsom produktion av energi (konventionell och kärnkraft), stål, gas, cement, papper och livsmedel. Boken är skriven med utgångspunkt i Storbritannien, men förutom kapitlet som handlar om lagstiftningen är innehållet av internationell relevans.

Ett stort antal procedurer och tekniker förklaras och beskrivs i boken med hjälp av 900 illustrationer, 62 färgbilder och en stor bibliografi på sammanlagt cirka 25.000 referenser inom området. Bokens innehåll sammanfattas i nedanstående tabell.

Kap.	Innehåll	App.	Innehåll
1	Introduktion, Historisk bakgrund	1	Fallbeskrivningar
2	Risk, olycka och skada	2	Flixborough
3	Lagstiftning	3	Seveso
4	Kontroll av större risker	4	Mexico City
5	Aspekter kring ekonomi och försäkring	5	Bhopal
6	Styrning och styrsystem	6	Pasadena
7	Tillförlitlighetsteknik och dess tillämpning	7	Canvey rapporter
8	Riskidentifiering	8	Rijmond rapport
9	Riskvärdering	9	Laboratorier
10	Placering och planering av anläggningar	10	Pilotanläggningar
11	Processdesign	11	Säkerhet, hälsa och miljö
12	Konstruktion av trycksystem	12	Buller
13	Konstruktion av instrument- och styrsystem	13	Säkerhetsfaktorer för avlastningssystem
14	Mänskliga faktorn vid processtyrning	14	Feldata
15	Emission och dispersion	15	Jordbävningar
16	Brand	16	San Carlos de la Rapita
17	Explosion	17	ACDS rapport om transportrisker

Kap.	Innehåll	App.	Innehåll
18	Toxicitet och toxiskt utsläpp	18	Offshore
19	Inspektion av anläggningar	19	Piper Alpha
20	Drift av anläggningar	20	Kärnkraft
21	Underhåll och modifikation av anläggningar	21	Three Mile Island
22	Lagring	22	Chernobyl
23	Transport (väg, järnväg, rörledning)	23	Rasmussen rapport
24	Beredskapsplanering	24	ACMH modell-tillståndsvillkor
25	Säkerhet och hälsa för personal	25	HSE riktlinjer beträffande utbyggnad i närheten av större riskkällor
26	Forskning beträffande olyckor	26	Offentliga planeringsförfrågningar
27	Återkoppling av information	27	Standards och regler
28	Säkerhetssystem, inkl. Säkerhetsansvarig	28	Publikationer av institutioner
29	Datorhjälpmedel	29	Informationskällor
30	Artificiell intelligens och expertsystem	30	Enheter och omräkningar

Tabell A.1 Innehåll i boken ”Loss Prevention in the Process Industries”.

Tabellen visar mångsidigheten av denna bok som kan rekommenderas för alla som vill bekanta sig med, utbilda eller fördjupa sig inom området.

Referenser

1. *MHIDAS*,
<http://www.open.gov.uk/hse/mhidas.htm> (1998-03-16).
2. Lees, F. P. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries, 2nd ed. Vol. 1-3*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
3. Pineau, J.-P., & Raffoux, J.-F. E. (1997). *Directory of Accident Databases, ESReDA Safety Series: European Safety Reliability and Data Association (ESReDA)*.
4. Bøe, S. M. (1997). *New edition of the OREDA handbook*, Det Norske Veritas, DN560. Høvik, Norge, E-mail till J. H. Lövaas, DNV RWB. (1997-11-18).
5. - (1992). *OREDA-92. Offshore Reliability Data Handbok. Second edition*, Høvik: OREDA.
6. Bergemo, B. I., Funnemark, E. & Kristoffersen, T. (1994). *Overview of Experience databases. Intern DNV databas, Report No. 94-3655*. Høvik: DNV Technica. Det Norske Veritas Industry AS.
7. Kirchsteiger, C. *Information beträffande MARS*, E-mail till J. Hannah, DNV (1998-01-30).

8. *ZEMA-Jahresbericht*,
<http://umweltbundesamt.de/uba-info-presse-e/ pressemitteilungen-e/p-98-4-e.htm> (1998-07-22).
9. - (1998). Onshore failure frequency handbook, *Internal document*.
ARF Technical Library, T14. Revision 1: Det Norske Veritas Technica.
10. *CISDOC*, International Labour Organisation. Central Library and Documentation Bureau,
<http://www.ilo.org/public/english/190bibl/index.htm> (1998-07-17).
11. *HSELINE*,
<http://www.open.gov.uk/hse/jscan1.htm> (1998-04-03).
12. *Lloyds Casualty List*,
<http://www.llplimited.com/aboutar.htm> (1998-05-10).
13. *MARS*,
<http://mtrls1.jrc.it/mahb/Activities-WhatIsMARS.html>. (1998-06-18).
14. *NIOSH TIC*,
<http://www.cdc.gov/niosh/nioshtic.html> (1998-07-17).
15. *American Institute of Chemical Engineers. Center for Chemical Process Safety*,
<http://www.aiche.org/docs/ccps/lldb.htm> (1998-07-17).
16. *CCPS*, American Institute of Chemical Engineers. Center for Chemical Process Safety,
<http://www.aiche.org/docs/ccps/perd.htm> (1998-07-17).
17. *CCPS*. American Institute of Chemical Engineers. Center for Chemical Process Safety,
<http://www.aiche.org/docs/ccps/pubdtl1.asp?PubCat=27> (1998-07-17).
18. Knee, H. D. (1991). CREDO: The Centralized Reliability Data Organization - An Advanced Reactor Reliability, Availability, and Maintainability Data Bank and Data Analysis System. In A. G. Cannon, & A. Bendell (Eds.), *Reliability Databanks*. Barking: Elsevier Science Publishers.
19. - (1994). *T-boken. Tillförlitlighetsdata för komponenter i nordiska kraftreaktorer*, Vällingby: TUD-kansliet.
20. - (1984). *Guide to the collection and presentation of electrical, electronic, sensing component, and mechanical equipment reliability data for nuclear-power generating stations. IEEE Std 500-1984, 2nd ed.*, New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
21. Procaccia, H., Aufort, P., & Arsenis, S. P. (1998). *European Industry Reliability Data Bank: EIREDA. 3rd Edition*, Iraklion: Crete University Press.
22. *Lloyds Casualty Reports*,
<http://www.llplimited.com/cashome.htm> (1998-07-21).

23. *Journal of Hazardous Materials*, ISSN 0304-3894,
<http://www.elsevier.com/inca/publications/store/5/0/2/6/9/1/> (1998-07-20).
24. *Reliability Engineering & System safety*, ISSN 0951-8320,
<http://www.elsevier.com/inca/publications/store/4/0/5/9/0/8/> (1998-07-20).
25. *Safety Science*, ISSN 0925-7535,
<http://www.elsevier.com/inca/publications/store/5/0/5/6/5/7/505657.pub.htm> (1998-07-20).
26. *Structural Safety*, ISSN 0167-4730,
<http://www.elsevier.com/inca/publications/store/5/0/5/6/6/4/> (1998-07-20).
27. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, ISSN 0950-4230,
<http://www.elsevier.nl/inca/publications/store/3/0/4/4/4/> (1998-07-20).
28. *Loss Prevention Bulletin*, ISSN 0260-9576,
<http://www.icheme.org/she/lpb.htm> (1998-07-20).
29. *Hazardous Cargo Bulletin*, ISSN 0143-6864,
<http://www.hazardouscargo.com/hcb.htm> (1998-07-20).
30. *CONCAWE*,
<http://www.concawe.be/HTML/VOLUME7/Publicat.htm> (1998-07-20).
31. *GUNDI*,
<http://www.storck-verlag.de/gunintro.htm> (1998-07-22).
32. *Quality and Reliability Engineering International*, ISSN 0748-8017
<http://www.interscience.wiley.com/jpages/0748-8017> (1998-11-23).
33. *IEEE Transactions on Reliability*, ISSN: 0018-9529
Piscataway, N.J.: The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc.
<http://www.ewh.ieee.org/soc/rs/transactions.htm>
34. *Reliability Analysis Center*,
<http://rac.iitri.org/>
35. Thomas, H.M. (1981). Pipe and vessel failure probability, *Reliability Engineering*, **2**, 83-124.

Bilaga B: Detaljerad beskrivning av valda databaser

Inledning

Nedan ges en detaljerad beskrivning av utvalda databaser, som ansetts vara av god kvalitet samt i de flesta fall är relativt lättillgängliga via till exempel Internet. För databaserna ges en sammanfattning om historik och innehåll samt information om dess tillgänglighet. I denna bilaga finns även information om kontaktpersoner och adresser till databasoperatörer och distributörer.

Olycksdatabaser

MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service)

/Ref. 1, 2, 3, 4, 10, 11/

Allmän beskrivning

The Major Hazard Incidents Data Service (MHIDAS), /Ref.1/ är en databas som underhålls av AEA Technology för HSE's (Health & Safety Executive, Storbritannien) räkning.

Databasen innehåller cirka 7000 incidenter där farliga ämnen i processindustrin, vid transport eller lagring har resulterat i, eller kunde ha resulterat i, påverkan av omgivningen. I denna definition innefattas sådana händelser som har medfört dödsfall eller personskada, krävt evakuering av egen personal eller tredje person samt medfört skada på miljö eller egendom. Även händelser, som under andra omständigheter kunde ha medfört något av det ovanstående, ingår i databasen. Vissa särskilda typer av incidenter, såsom incidenter med radioaktivt material, har uteslutits ur databasen.

Alla uppgifter i MHIDAS har hämtats från allmänt tillgängliga informationskällor, däribland ett 30-tal tekniskt-vetenskapliga tidskrifter samt dagstidningar och uppgifter lämnade från de företag som varit inblandade i den aktuella händelsen. Av de cirka 7000 händelserna i databasen har de flesta hämtats från Storbritannien eller USA

Databasen innehåller information från 1964 och framåt och uppdateras en gång per kvartal. Händelser läggs i allmänhet inte in i databasen förrän ett år efter inträffandet, eftersom man vill inhämta så mycket information som möjligt från olika datakällor. Det ligger i sakens natur att information som publiceras i rapporter strax efter en händelse kan vara ofullständig och vid större incidenter kan olikheter förekomma mellan olika källor eftersom exakt antal dödade eller skadade inte är känt. Det är därför viktigt att information hämtas från så många källor som möjligt.

Tillgänglighet

Tillgång till MHIDAS kan erhållas på ett antal sätt:

En anpassad service kan fås på avgiftsbasis från AEA Technology. Databasen finns även på OSH-ROM, en CD som ges ut av SilverPlatter Information Ltd eller som en Internetservice från European Information Network Services (EINS) /Ref. 11/.

FACTS (Failure and Accident Technical Information System)

/Ref. 2, 3, 4, 14/

Allmän beskrivning

FACTS – Failure and Accident Technical Information System – är en olycksdatabas som drivs av den holländska forskningsorganisationen TNO. Databasen har varit i drift sedan 1980 och innehåller information om cirka 16 000 industriella olyckor och tillbud, ungefär 700 nya händelser läggs till per år och omkring existerande 500 händelser uppdateras.

Följande källor används för insamling av information till databasen:

- Monografier och andra publikationer såsom årsrapporter, proceedings från symposier, etc.
- Periodiska skrifter, t ex tidskrifter, inom ämnesområdena industriell säkerhet, riskhantering och förluststyrning
- Nyheter i dagstidningar, som används som signal för att inhämta mer bakgrundsinformation rörande olyckor och tillbud
- Företag, som levererar data med förbehåll om strikt anonymitet
- Myndigheter
- Organisationer med interna rapporteringssystem, såsom brandkår, polis, etc; även här med förbehåll om strikt anonymitet vad gäller levererade data
- FACTS agenturer i andra länder, som utvärderar nyhetsrapporter med hänsyn tagen till anonymitet

Databasen innehåller en förteckning över skadefall och skadekostnader samt en hierarkisk nyckelordsstruktur . Dessutom finns en klassificering av skadefallsorsaker

Sökresultat presenteras med kodad information om:

- Typ av aktivitet
- Orsak
- Geografisk placering
- Händelse
- Utrustning
- Mänskliga orsaker

Tillgänglighet

En sammanställning av information om databasen FACTS, inklusive tillgängligheten, finns i följande översikt, baserad på /Ref. 2, 3, 4/.

Namn: FACTS - Failure and Accident Technical Information Systems	
Operatör: TNO Netherlands Organisation for Applied Scientific ResearchProjektet	Refererad tidsperiod: 1900 - idag FACTS etablerades för ca 14 år sedan
Beskrivning: Olycksdatabasen drivs och underhålls av forskningsorganisationen TNO. Databasen uppdateras regelbundet. Följande källor finns för insamling av information till databasen: <ul style="list-style-type: none">• Litteratur• Företag• Myndigheter• Brandkår, polis och andra organisationer• FACTS agenturer i olika länder I databasen finns sökbara fält, text och händelser. Sökning och analys är möjliga.	
Datatyp: <ul style="list-style-type: none">• Kodade data• Fritext, sökbar• Nyckelord• Numeriska data• Enstaka händelser• Bakgrundsmaterial Registreringen görs i olika steg, där data och skadefallsinformation delas upp i ett antal grupper.	Kriterier för att inkludera olyckor till databasen: <ul style="list-style-type: none">• Förekomst av kemikalier• Miljöskador (luft, mark, vatten)• Akuta personskador och/eller egendomsskador• Berörda verksamheter: produktion, transport, lagring, industriell användning, avfallsbehandling• Tillbud Karakteristika: dödsfall/skador, brand, explosion, utsläpp av toxisk eller kvävande material, gas eller vätska, flyktaktioner, dominoeffekter, etc
Täckning av industriella områden/aktiviteter/datatyper: <ul style="list-style-type: none">• Kemi• Raffinaderier• Transport, fartyg• Transport, land• Offshoreverksamhet	Refererat geografisk område: Inga begränsningar

• Övrig	
Antal händelser: Ca 20 000	Antal nya händelser per år: Cirka 500
Språk: Engelska	Tillämpningsområde(n): Allmänna
Tillgång: Öppen tillgång, inga restriktioner	
Distributionsformat: • Diskett • CD-ROM • Pappersformat	On-line access¹⁾: Fri tillgång till index, dock ej till själva databasen (front end index, Friends diskette)
Kostnader: 2) databas  USD 500 b) On-line access ¹⁾ Ännu ej tillgänglig c) typisk databassökning USD 500 - 1000 beroende på sökomfånget	Kontaktperson/adress: P C van Beek TNO Division of Technology for Society Laan van Westenenk PO Box 342 7300 AH Apeldoorn The Netherlands Tel.: +31 55 549 38 10 Fax: +31 55 549 33 90 e-mail: FACTS@MEP.TNO.NL
Dokumentation: • Användarhandbok (engelska) • Tesaurus/Kodningsmanual (engelska)	Demoversion: Demodiskett finns
Kommentarer: • Databasen innehåller inga populations-, komponent- eller driftdata som tillåter beräkning av skadefallsfrekvenser • On-line access via Internet är under utveckling • TNO kan leverera kopior av den bakgrundsinformation som används för sammanställning av händelseinformationen i databasen • PC-FACTS är en olycksdatabas med sökverktyg, utskriftsmöjligheter, olycksanalys och grafisk presentation av data	

¹⁾ On-line access innebär att man med hjälp av modem och Internet eller datalänk får tillgång till databasen utan att ta annan kontakt med leverantören.

The Accident Database (IchemE)

/Ref. 7/

Allmän information

The Accident Database sammanställs och ges ut av IChemE (Institute of Chemical Engineers). Indata till databasen har tillhandahållits av företag, som hanterar farliga ämnen eller processer.

I databasen ingår över 8000 olyckor och tillbud. 3000 av händelserna består av interna företagsrapporter som inte tidigare har varit allmänt tillgängliga. Till 2000 av händelserna finns en beskrivning av erfarenheter från händelsen vilket ger en detaljerad bild av vilka rekommendationer och slutsatser som händelsen har resulterat i.

De 8000 händelserna är indexerade enligt formaliserade regler. Detta innebär att man inte behöver ange exakta sökord för att hitta relevant information. Sökningen baseras på nyckelord som täcker fem breda områden:

Aktivitet, Orsaker, Konsekvenser, Utrustning och Ämne.

Databasen ges ut på CD-ROM tillsammans med en effektiv och lättanvänd sökmotor. Databasen är specifikt konstruerad för att ge så fullständig information som möjligt om händelsen och därför krävs i allmänhet lite eller ingen ytterligare inhämtning av information.

Tillgänglighet

Databasen ges för närvarande endast ut på CD-ROM och beställs direkt från IChemE. Tillgänglighet via Internet planeras att vara tillgänglig under år 2000.

MARS (Major Accident Reporting System)

/Ref. 2, 3, 4, 13/

Allmän information

MARS är en EU-databas, som har upprättats för att hantera information om större olyckor som inrapporterats från EU's medlemsstater enligt Seveso-direktivet. MARS uppdateras och underhålls av MAHB (Major Accident and Hazards Bureau). Den har varit i drift sedan 1984 och innehåller för närvarande något över 300 olyckor.

Information som lämnas till MARS kan, då så krävs av nationell lagstiftning, hållas konfidentiell om t.ex. allmänhetens säkerhet, personlig integritet, handels- eller industrihemligheter etc äventyras.

Förutsatt att erforderlig sekretess inte äventyras skall MARS vara tillgänglig för medlemsstaternas verk, industrier, fackföreningar, icke statliga organisationer som är verksamma inom miljöskydd samt andra internationella organisationer eller forskningsorganisationer som är verksamma inom dessa fält.

Två rapporteringsformat används, en 'kort rapport' som används för omedelbar anmälan av en olycka och en 'lång rapport' som används när olyckan är fullständigt utredd, och orsaker, händelseförlopp och konsekvenser är kartlagda.

Det korta rapportformatet ger viktig information om olyckan i fritextformat under följande rubriker:

- Olyckstyp
- Ämnen som är direkt inblandade
- Direkta orsaker
- Direkta effekter
- Nödlägesåtgärder
- Direkta lärdomar

I det långa rapportformatet definieras olyckan med hjälp av koder vilket ger möjlighet att söka i MARS med nästan 200 olika variabler.

Exempel på dessa variabler är:

- Typ av olycka
- Industrin där olyckan skedde
- Aktiviteter då olyckan skedde
- Direkt inblandade kemiska ämnen
- Orsaksfaktorer
- Nödlägesinsatser

Dessa variabler används för att utföra dataanalyser som ger information om signifikanta samband och mönster i datamängden.

Tillgänglighet

Sökningar i MARS kan utföras av respektive EU-lands ansvariga myndighet. Om man t.ex. önskar göra en utvärdering av data i MARS kan man ta direktkontakt med MAHB för att diskutera behov och önskemål.

Tillgång till rapporter i kortformat kan nås via MAHB's hemsida på Internet på <http://mtrls1.jrc.it/mahb/shortreports/>. Dock finns inget sökvertyg tillgängligt för närvarande.

Sökningarna är gratis för respektive EU-lands ansvariga myndighet men dessa har endast tillgång till ett enklare sökvertyg. Sökningar som kräver mer avancerade sökvertyg kan beställas av MAHB.

Lloyd's Casualty Archive

/Ref. 3, 4, 8/

Allmän information

Lloyd's Casualty Archive, LCA, innehåller samtliga rapporter om olyckor som har publicerats i Lloyd's List sedan 1991. Databasen innehåller mer än 80.000 olycksrapporter och ökar med cirka 1000 per månad.

I Lloyd's List, som publiceras 5 dagar i veckan, ges bland annat kortfattade rapporter om olyckshändelser i världen. Denna olycksrapportering gäller i huvudsak marina händelser men innehåller även uppgifter om bland annat industriolyckor, civil oro, naturkatastrofer etc.

Artiklarna i databasen är av allmän natur och ger endast information om att olyckan har hänt samt, där sådan information är tillgänglig, en sammanfattande beskrivning av antalet skadade eller dödade och eventuella ekonomiska eller miljökador. Man behandlar däremot inte olyckornas bakomliggande orsaker eller följer upp långsiktiga konsekvenser av olyckan.

Dock innehåller databasen ett så stort antal händelser att den utgör en bra startplats för att sälla fram intressanta händelser som sedan kan undersökas närmare via andra källor.

Tillgänglighet

Databasen är tillgänglig via Internet, f.n. på <http://www.llplimited.com/cashome.htm> och kostar £650 per år och användare.

Prenumeranter kan välja att bläddra sig genom olycksrapporterna eller att utföra sökningar i databasen med en särskilt anpassad sökmotor. Med hjälp av länkar kan man för en särskild händelse eller olycka enkelt söka sig till den ursprungliga rapporten.

CCPS Process Safety Incident Database

/Ref. 9/

Allmän information

The Center for Chemical Process Safety (CCPS) är en industridriven, icke vinstgivande professionell organisation, ansluten till American Institute of Chemical Engineers (AIChE). Dess syfte är att utveckla ledningssystem och tekniska metoder för att förhindra eller mildra stora kemikalieolyckor, som kan påverka människor och miljö.

Databasens syfte är att samla erfarenhet från olyckor och tillbud bland medverkande företag för att ge möjlighet att lära av andras erfarenheter. Databasen innehåller processrelaterade händelser som kunde ha eller har resulterat i brand, explosion, dödsfall, personskada eller utsläpp av större kvantiteter farliga ämnen.

Åtkomst till databasen sker genom Windowsbaserad programvara men är begränsad till de företag som delger sina egna tillbud och olyckshändelser.

Antal händelser som skall rapporteras kommer att baseras på företagets försäljning. Som exempel skall ett företag som säljer för över \$ 100.000.000 per år rapportera minst 5 händelser per år, medan de som säljer för mindre än \$ 100.000.000 per år behöver rapportera minst 1 händelse per år.

Företagens anonymitet tillgodoses genom att all information om företaget samt datum för händelsen avlägsnas innan informationen läggs in i databasen.

Databasstruktur

Databasstrukturen baseras på Incident Reporting and Analysis System (IRAS), utvecklad av Exxon Research men strukturen har anpassats efter de medverkande företagens behov.

Följande information krävs för inmatning i databasen:

- Kort beskrivning av händelsen.
- Fullständig beskrivning av händelsen
- Erfarenheter
- Utförda ändringar
- Land
- Inblandade ämnen
- Kostnad för händelsen
- Typ av anläggning
- Processteg
- Ursprunglig händelse
- Typ av händelse
- Inblandad utrustning

Medverkande företag

AKZO

Amoco Corporation

Caltex

The Dow Chemical Company

Exxon Research and Engineering Company

The Lubrizol Corporation

Mobil Technology Company

Monsanto

Nova Chemicals

Oxychem

Rhone Poulenc

Rohm and Haas

Shell

Syncrude Canada

Texaco

Union Carbide Corporation

Tillgänglighet

Tillgång till databasen är för närvarande begränsad till de företag som medverkar till att tillföra data till databasen.

HSELINE

/Ref. 2, 6, 10,11/

Allmän information

HSELINE är en databas över bibliografiska referenser med anknytning till material som har publicerats om hälsa och säkerhet i arbetslivet. Den sammanställs av HSE's (Health and safety executive) Information Service. Även om denna databas inte är en renodlad olycksdatabas så har den inkluderats, eftersom den bland mycket annat innehåller värdefulla referenser till tidigare olyckor.

Sedan starten 1977 har HSELINE växt till sin nuvarande storlek på över 150.000 referenser. Varje år läggs ytterligare 12.500 referenser till databasen.

Följande områden är särskilt väl representerade:

- arbetarskydd
- arbetshälsa
- byggnads
- el och elektronik
- explosioner
- farliga ämnen
- gruvarbete
- industriell säkerhet
- jordbruk
- järnvägssäkerhet
- kärnkraft
- offshore-säkerhet
- sprängämnen.

I databasen finns referenser till HSC/HCE publikationer tillsammans med världsomspännande information från tidskrifter, böcker, rapporter, lagstiftning, standarder och konferenser. I de bibliografiska referenserna anges bl.a. författare, titel, utgivare, utgivningsdatum, ISBN, nyckelord och sammanfattning.

HSE samarbetar internationellt med andra liknande internationella organisationer och får regelbundet in information från dessa. Exempel på sådana organisationer är National Institute of Occupational Safety and Health (USA), Occupational Health and Safety Administration (USA), The Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Canadian Ministry of Labour, Swedish National Board for Occupational Safety and Health, Finland Institute of Occupational Health och The International Labour Office.

Källor i HSELINE

HSE prenumererar på 1800 tidskrifter varav cirka 250 identifierats som särskilt intressanta för HSE's verksamhet.

Referenserna i HSELINE innehåller engelsk och utländsk titel, författare, utgivare, utgivningsdatum och antal sidor. Nyckelord i sammanfattningen ger användaren tillräckligt med information för att kunna bedöma om originaldokumentet behöver beställas.

De flesta publikationerna är tillgängliga via British Library och kan även beställas via allmänna bibliotek, universitets- eller företagsbibliotek.

Tillgänglighet

HSELINE är tillgänglig på OSH-ROM som ges ut av SilverPlatter Information Ltd eller som en Internetservice från European Information Network Services (EINS) /Ref. 11/.

Databasdistributörer

European Information Network Services (EINS)

Från och med den 1 januari 1998 kommer EINS /Ref 11/ att ge tillgång till vetenskaplig och teknisk information för Europa via ett antal sammankopplade informationsserverar. EINS-konsortiet utgörs av existerande online databaser, däribland MHIDAS, och ett nätverk av nationella servicecentra som tillhandahåller lokalt stöd.

Silverplatter

OSH-ROM är en CD-ROM som innehåller fyra fullständiga bibliografiska databaser som täcker internationell hälso- och säkerhetsinformation.

NIOSHTIC, från National Institute for Occupational Safety and Health (U.S.A) innehåller arbetshygien- och arbetarskyddsinformation från U.S.A.

HSELINE, från Health and Safety Executive (U.K.), innehåller arbetshygien- och arbetarskyddsinformation från Storbritannien.^(*)

CISDOC, från International Labour Organisation, innehåller internationell arbetshygien- och arbetarskyddsinformation.

MHIDAS, från United Kingdom Atomic Energy Authority är en databas över större olyckor inom i huvudsak industrin.^(*)

Databaser markerade med ^(*) finns beskrivna i denna bilaga

Sökningar via Internet

Många användbara databaser kan nås via Internet. Databaser som tillhandahålls av distributörer av Silverplatter kan oftast ordnas med uppkoppling via en hemsida. Denna typ av uppkoppling kräver ingen förinstallation av användaren och tillhandahåller ofta även literatursökningstjänster.

European Information Network Services (EINS) tillhandahåller bland annat direktuppkoppling och sökvertyg för MHIDAS och HSE-LINE.

Adresser och kontaktpersoner återges i adressreferenserna nedan.

Adressreferenser

OSH-ROM (Silverplatter)

Wennergren-Williams Informationsservice AB ,
Box 1305, 171 25 Solna
Telefon: + 08-7059750, Fax: 08-270071, E-post: mail@wwi.se

CD-ROM Teknik AB
Soft Center
372 25 Ronneby
Tel. 0457-718 75, Fax. 0457-174 60, E-post: info@cdromteknik.se

Info Nordic AB
Kenneth Alfelt
Box 4.
S-544 21 Hjo
Telefon +46 (0)503 13580, E-post: KennethA@infonordic.se

MN Infocenter AB
Box 8013
104 20 Stockholm
Telefon: 08-652 85 30, E-post: mn@mninfocenter.se

European Information Network Services (EINS) (Nätverksåtkomst till MHIDAS, HSELINE och NIOSHTIC)

Mr A. Nord, IDC-KTHB
Valhallavaegen 81
S-10044 STOCKHOLM
Tel. (08) 790 8970, Fax: (08) 790 8954, E-post: idc@lib.kth.se

MHIDAS

Andrew Lelland
AEA Technology plc
Thomson House
Risley, Warrington
Cheshire WA3 6AT
ENGLAND
E-post: mhidas@aeat.co.uk

TNO

TNO Environmental and Energy Research,
Department of Industrial Safety
P.O. Box 342
7300 AH Apeldoorn,
Netherlands

MARS

Dr. Christian Kirchsteiger
European Commission
JRC - TP 670,
21020 Ispra (Va), Italy
Tel.: +39.332.78.9391, Fax: +39.332.78.9007
E-post: christian.kirchsteiger@jrc.it

LLP (tidigare Lloyd's of London Press)

Head Office and Intelligence gathering
LLP Limited
Sheepen Place
Colchester
Essex CO3 3LP
UK
Tel: +44 (0) 1206 772113, Fax: +44 (0) 1206 772771

CCPS

AIChE headquarters
3 Park Avenue
New York
NY 10016-590
E-post: ccps@aiiche.org

Litteratursökningstjänster

The British Library

Science Reference and Information Service
25 Southampton Buildings
Chancery Lane
London WC2A 1AW
Tel: 0171 323 7951/7946, Telex: 266959, Fax: 0171 323 7954

ILO - International Labour Organisation

Central Library and Documentation Bureau (BIBL)
Tel: 41-22-799-8675, Fax: 41-22-799-6516
E-post: bibl@ilo.org

Referenser

1. *MHIDAS*,
<http://www.open.gov.uk/hse/mhidas.htm> (1998-03-16).
2. Lees, F. P. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries, 2nd ed. Vol. 1-3*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
3. Pineau, J.-P., & Raffoux, J.-F. E. (1997). *Directory of Accident Databases, ESReDA Safety Series: European Safety Reliability and Data Association (ESReDA)*.
4. Bergemo, B. I., Funnemark, E., & Kristoffersen, T. (1994). *Overview of Experience databases. Intern DNV databas, Report No. 94-3655*. Hövik: DNV Technica. Det Norske Veritas Industry AS.
5. *CISDOC*, International Labour Organisation. Central Library and Documentation Bureau,
<http://www.ilo.org/public/english/190bibl/index.htm> (1998-07-17).
6. *HSELINE*,
<http://www.open.gov.uk/hse/jscan1.htm>, (1998-04-03)
7. *The accident database*, IChemE,
<http://www.environment97.org/framed/icheme/ichememain5.htm>
8. *Lloyd's Casualty List*,
<http://www.llplimited.com/aboutar.htm>, (1998-05-10)
9. *CCPS*, American Institute of Chemical Engineers, Center for Chemical Process Safety,
<http://www.aiche.org/docs/ccps/lldb.htm>, (1998-05-10)
10. *OSH ROM*, Silverplatter,
<http://www.silverplatter.com/>
11. European Information Network Services (EINS)
<http://www.eins.org> (1998-05-31)
12. *LLP* (tidigare Lloyd's of London Press),
<http://www.llplimited.com> (1998-06-03)
13. *MARS*,
<http://mtrls1.jrc.it/mahb/Activities-WhatIsMARS.html> (1998-07-18)
14. *TNO Environmental and Energy Research*, Department of Industrial Safety
<http://www.mep.tno.nl/main.htm>

Bilaga C: Felfrekvensdatabaser

Inledning

Olycksdatabaser kan delas in i två huvudgrupper:

- Händelsedatabaser
- Felfrekvensdatabaser

Händelsedatabaser fokuserar på att beskriva orsaker till och förloppet av skadehändelser och tillbud.

Även felfrekvensdatabaser dokumenterar skadehändelser, men på ett sätt som ger möjlighet till statistisk bearbetning, t.ex. beräkning av tillförlitlighetsmått av typen felbenägenhet, funktionssannolikhet och tillgänglighet. Detta är det primära syftet med felfrekvensdatabaser.

Det finns felfrekvensdatabaser som utvecklats och vidmakthålls av enskilda personer, företag eller särskilda organisationer. Att skapa en väl fungerande och tillfredsställande databas är ett omfattande, tidskrävande arbete. Det är viktigt att indatas kvalitet kan garanteras och att databasen uppdateras och kompletteras kontinuerligt. En tydlig definition av vilka data som ska matas in, hur de ska bearbetas och syftet med deras användning är nödvändig.

De flesta seriösa felfrekvensdatabaser hanteras av organisationer som arbetar mycket med tillförlitlighets- och säkerhetsfrågor. De använder sina databaser själva, vilket ofta medför att organisationen strävar efter att skapa en användarvänlig profil åt databasen.

Konstruktion av felfrekvensdatabaser

En felfrekvensdatabas innehåller information om förekomst av händelser, relaterade till olika enheter. Dessa enheter kan vara av olika omfattning, från enskild diskret komponent via delsystem till stora komplexa system. I det följande används den neutrala benämningen enheter. Beträffande information om enheter finns vanligen två huvudkategorier i felfrekvensdatabaser:

- Enhetsinventarium
som innehåller en beskrivning av varje registrerad enhet,
- Enhetshistorik
som innehåller detaljerad fel- och underhållsinformation om varje registrerad enhet

För enhetsinventariet är det av betydelse att enhetsgränserna är definierade dvs. att det har bestämts vilka delar som tillhör en viss enhet. Dessutom är det nödvändigt att enhetsattribut finns specificerade. Detta betyder att beslut måste tas om graden av finindelning, dvs. till vilken grad likartade enheter får sammanfattas till en grupp. Överdriven finindelning resulterar i för små grupper av enheter, medan överdriven sammanfattning kan leda till att

information sammanfattas för en grupp av enheter, som egentligen är signifikant olika.

För enhetshistoriken är information beträffande enheternas felmoder och felorsaker av betydelse. Vid för överdriven finindelning kan det uppstå problem genom att det skapas extra många kategorier för felmoder och felorsaker, som eventuellt inte kan hållas isär senare. Problemet förvärras dessutom om för många personer medverkar i hanteringen av databasen.

Det är önskvärt att felmoder finns beskrivna på ett enkelt, men tydligt sätt, inte för detaljerat, men inte heller med för lite information. Det är fördelaktigt om det finns möjlighet att mata in fri text, som då ger utrymme för förklaringar.

Av stor nytta är det att spara data i sina ursprungliga format. Att ge dessa data ett mer abstrakt utseende kan leda till förlust av information.

Hantering av felfrekvensdatabaser

Operatören av en felfrekvensdatabas har som uppgift att samla in tillräckligt med data av dataleverantörerna och samtidigt tillfredsställa användarna av dessa data på ett kostnadseffektivt sätt.

Att ha tillgång till aktuella data är en absolut nödvändig förutsättning för att man ska kunna använda databasen på rätt sätt. Idealt är det om man kan härleda fördelningar för fel- och reparationstider. Detta är dock oftast inte möjligt. Det är mycket vanligare att fel- och underhållsfrekvenser beräknas, baserat på antagandet att felbenägenheterna är konstanta över tiden.

Databasoperatören har ofta som uppgift att skapa en balans mellan å ena sidan kundens önskemål respektive krav i samband med dataleveransen och å andra sidan ekonomiska krav.

Insamling av data

Information om enhetsinventariet finns ofta i anläggningsdokumentationen i form av komponentförteckningar, ritningar och flödesschemor. Datainsamlingen kompliceras om dessa källor inte är fullständiga eller felaktiga.

Utöver detta är det inte ovanligt att modifieringar inte noteras. Det kan uppstå vilseledande identifikationer av enheter som har flera olika kodnummer samtidigt eller motsägelser mellan enheternas designparametrar och de installerade (realistiska) parametrarna.

En möjlig källa för uppgifter om enhetsfel och -underhåll är enhetsarbetskort, t ex maskinkort. Journaler, utdelade arbetstillstånd och lagerbeställningar är i allmänhet bra informationskällor. För att kunna brukas i praktiken bör denna vara utformad på ett sätt som tillåter beräkning av medelvärden och även bestämning av felfördelning.

Några data måste tolkas eller filtreras innan de används. Ett vanligt problem, som kan leda till en felaktig bild, är uppträdandet av ett antal skadefall inom en kort tidsperiod p.g.a. olika, dock av varandra beroende orsaker. Dåliga

reparationer producerar ofta automatiskt nya fel. En annan orsak kan vara reparationer som utförs i flera steg, t.ex.: först tätas ventilen, sedan byts hela packningen och slutligen byts hela ventilen. En annan situation kan vara bortfall av enheter på grund av samma orsak, s.k. common cause failures.

I det följande avsnittet ska databasen OREDA beskrivas som är ett mycket bra exempel på tillförlitlighetsdatabaser. Flera exempel finns kortfattat beskrivna i Bilaga A.

OREDA

OREDA - Offshore Reliability Data – är ett samverkansprojekt mellan flera verksamheter med uppstart 1980 i Norge. OREDA deltagarna levererar fel- och underhållsdata för ett stort antal enheter som används inom offshore, olje- och gasindustrin, framförallt i Storbritannien och den norska sektorn av Nordsjön. OREDA data kan användas inte enbart för dessa områden, utan även för processindustrin etc. där det finns liknande enheter.

Stora ansträngningar gjordes för att tydlig markera och avgränsa enheterna och deras omgivning för att kunna garantera högkvalitativa och statistiskt meningsfulla data. Den tydliga avgränsningen ska underlätta för projektdeltagarna att få samma uppfattning om vilka fel som tillhör vilken enhet eller del av enhet.

OREDA innehåller data för processsystem, säkerhetssystem, elektriska system, hjälpsystem, lyftsystem och borrsystem.

För varje enhet som ingår i dessa system finns ett datablad med dels en kvalitativ beskrivning och dels en tabell med tillförlitlighetsdata.

Den kvalitativa delen omfattar information om själva enheten (kort beskrivning), funktion och tillämpning, driftstillstånd (kontinuerlig drift eller stand-by), intern miljö (hanterade vätskor, driftstemperatur, arbetstryck, föroreningar, etc.) extern miljö (inomhus/utomhus, öppen/skyddad, ventilation), test och underhåll, felorsaker, felmoder samt avgränsning av enheten, inklusive skiss.

Tabellen med tillförlitlighetsdata ger information beträffande det totala antalet enheter som beräkningarna baseras på, antal anläggningar som levererar data, antal behovstillfällen. Fel delas upp i tre övergripande kategorier:

- Kritiska
- Mindre kritiska
- Inledande

Var och en av dessa kategorier kan innehålla ett antal felmoder. Fel- och underhållsdata för varje felmod samt för enheten totalt omfattar antalet fel, felbenägenhet uppdelad i medelvärde, nedre och övre gräns, aktiv reparationstid, reparationstid uppdelad i medelvärde, minimal och maximal tid. Den aktiva reparationstiden är den genomsnittliga tiden som behövs för att analysera och reparera felet. Reparationstid är antalet mantimmar som

behövs för reparationen. OREDA ger ingen information beträffande tider mellan fel.

Alla i projektet ingående data behandlas anonymt. Projektdeltagarna samlar in sina data enligt den beskrivna tabellstrukturen från följande företags-interna källor:

- Underhållsrapportering
- Inspektions-/provningsrapporter
- Arbetsorder
- Enhetshistorik
- Dagliga borrh-rapporter
- I vissa (få) fall intervjuer med erfarna anställda

Varje projektdeltagare värderar och verifierar sina data. Datainsamlingen har pågått i fyra faser innan 1997 fas V uppstartades. Efter avslutning av fas II initierades en kvalitets- och fullständighetskontroll av hela databasen. Följande förbättringar och ändringar genomfördes i de senaste projektfaserna:

- Nya projektdeltagare
- Komplettering av databasen med ett antal subsea-data
- Fler underhållsdata
- Fler data för säkerhets- och reglerutrustning
- Förbättrad kvalitet av data
- Uppstart av samarbete med enheternas leverantörer

Hittills har tre offentligt tillgängliga handböcker publicerats, baserade på de första tre datainsamlingarna. En sammanställning av information gällande OREDA finns i följande översikt.

Namn: OREDA – Offshore Reliability Data	
Operatör: OREDA Projektet	Refererad tidsperiod: 1983 – idag
Beskrivning: Olycksdatabasen ägs av OREDA projektet. Data samlas in av de olika projektdeltagarna: <ul style="list-style-type: none"> • BP Exploration Operating Company Ltd. • Elf Petroleum Norge A/S • Esso Norge a.s • Agip S.P.A. • Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V. • Norsk Hydro ASA • Phillips Petroleum Company Norway • Den norske stats oljeselskap a.s • Saga Petroleum ASA • Total S.A. Databasen uppdateras regelbundet. Den innehåller sökbara fält och händelser. Sintef administrerar databasen på uppdrag av OREDA projektet.	
Datotyp: <ul style="list-style-type: none"> • Felmoder • Frekvenser • Avstängningstider • Datatabeller 	Kriterier för att inkludera olyckor till databasen: <ul style="list-style-type: none"> • Fysiska fel på utrustning som leder till att denna inte längre kan utföra sin tilltänkta funktion
Täckning av industriella områden/aktiviteter/datatyper: Offshore, Subsea: <ul style="list-style-type: none"> • Processystem • Säkerhetssystem • Elektriska system • Hjälpssystem • Lyftsystem • Borrssystem Under dessa huvudgrupper ligger till de systemet tillhörande komponenterna.	Refererat geografisk område: Nordsjön Adriatiska havet
Språk: Engelska	Tillämpningsområde(n): Huvudsakligen Offshore, men även andra som t.ex. processindustri, kärnkraft, etc.

Tillgång: <ul style="list-style-type: none"> • Öppen tillgång till handboken • Tillgång till databasen enbart för deltagarna i OREDA projektet 	
Distributionsformat: <ul style="list-style-type: none"> • Databas • Handbok 	On-line access¹⁾: Finns inte.
Kostnader: a) databas – b) On-line access ¹⁾ – c) typisk databassökning/analys rapport – a) handbok 3.000 NOK (390 US \$), exklusive expeditionssavgifter + porto Försäljningen administreras av Det Norske Veritas, Høvik, Norge.	Kontaktperson/adress: Signe Marit Bøe alt. Henrik Kortner Det Norske Veritas Section 560 Veritasveien 1 N-1322 Høvik tel. + 47 67 57 83 91 fax + 47 67 57 74 74 e-mail: OREDA@DNV.COM
Dokumentation: Handbok (engelska)	Demoversion: –

¹⁾ On-line access innebär att man med hjälp av modem och Internet eller datalänk får tillgång till databasen utan att ta annan kontakt med leverantören.

Referenser

1. Lees, F. P. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries, 2nd ed. Vol. 1-3*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
2. Pineau, J.-P., & Raffoux, J.-F. E. (1997). *Directory of Accident Databases, ESReDA Safety Series: European Safety Reliability and Data Association (ESReDA)*.
3. - (1992). *OREDA-92. Offshore Reliability Data Handbok. Second edition*, Høvik: OREDA.

Bilaga D: Fallstudie

Inledning

I denna bilaga beskrivs mer i detalj vilka datakällor och referenser som användes i den riskanalys som kortfattat beskrivits i kapitel 6 "Fallstudie". Det bör noteras att vissa av de referenser som anges nedan är rapporter framtagna på uppdrag av enskilda företag eller organisationer och därmed inte allmänt tillgängliga.

Identifiering av historiska olyckor

En allmän sammanställning av olyckshändelser som medfört utsläpp av ammoniak gjordes som ett första steg i fallstudien. Syftet med detta steg var att skaffa sig en första översikt och få en utgångspunkt för analysen. Sökningar genomfördes för gastransport till sjöss samt för hantering och lagring av ammoniak. Flera internationella databaser och litteraturkällor konsulterades.

Sökningar beträffande gastransporter till sjöss

Sökningar gjordes för alla fartygstransport av gas, alltså inte enbart för fartygstransport av ammoniak, eftersom det kan finnas värdefull information som är relevant för gastransport i allmänhet och inte specifikt beroende av det transporterade ämnet. Följande källor gav sökresultat:

- *MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service)*. AEA Technology. UK. Databas för rapportering av olyckor.
- *Hazardous Cargo Bulletin: Incident log – A monthly round-up of hazardous materials transport and storage incidents* – tidskriftssammanställning av flera källor för olycksrapportering som t.ex. "Lloyd's list, Tradewinds, Reuter, UPI, BBC, Itar-Tass, etc.
- *Lloyd's casualty reports*.
- Lakey, R.J.; Thomas, W.D.: *The LNG/LPG Fleet Record*. GASTECH 82.
- *BP Refineries Quarterly Safety Bulletins*. April - June 1987.
- *The Freeman*. 25 March 1983.
- *Fire International* 29.
- Hooke, N.: *Modern Shipping Disasters 1989*.
- HSE/MAIB report on "Havkong" Incident 1994.
- *Hydrocarbons 90*. MHIDAS, IChemE database, HCB.

- HSE/MAIB report (1994). MHIDAS.
- *Liquefied Gas Ship Safety : Analysis of the Record 1964 – 81*. Poten & Partners, 1982.
- Romer, H.: *LIMADAG – List of Marine Accidents Involving Dangerous Goods*. JRC Ispra. 1992.
- Brockhoff, L.H.: *Collection of Transport Accidents Involving Dangerous Goods*. JRC Ispra. 1992.
- Av DNV tidigare utförda studier beträffande lagring och sjötransport av ammoniak och i dessa samband identifierade tidigare olyckor.

Sökningar beträffande hantering och lagring av ammoniak

Sökning genomfördes för att hitta olyckor där ammoniak släpptes ut från processanläggningar och/eller lagringsfaciliteter. Följande källa undersöktes och gav sökresultat:

- *MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service)*. AEA Technology. UK. Databas för rapportering av olyckor.

Sjötransport av ammoniak till Stenungsund

Identifiering av möjliga skadefall

Ett av de första stegen i varje riskanalys är identifieringen av potentiella och relevanta skadehändelser. För fallstudien skulle sådana skadehändelser identifieras som kan resultera i ett utsläpp av ammoniak i samband med sjötransporten till Stenungsund. I riskanalysen identifierades följande relevanta skadehändelser:

- Grundstötning
- Kollision
- Kontaktskador vid stöt mot kaj

Bedömning av frekvenser för identifierade skadefall

Skadefallsfrekvenserna beräknades medelst teoretiska modeller och statistisk utvärdering av data. Dessutom genomfördes en del felträdsanalyser. Ett antal externa data- och litteraturkällor och även DNV interna källor användes.

Framtagning av kollisions- och grundstötningsfrekvenser

Kollisions- och grundstötningsfrekvenser beräknades utifrån teoretiska modeller. För detta kunde till stor del följande av DNV tidigare utförda analyser beträffande risker för fartygsolyckor vid insegling till Stenungsund utnyttjas:

- Heimly, T.; Karlsen, J., Moseby, H.: *Sikkerhetsstudie av sjötransport av LPG og Nafta til Stenungsund*. Det Norske Veritas. Rapport nr 83-0178. 1983-04-26.
- Dahle, E.; Nedrum, P.: *Vurdering av havnanlegget for Statoil Petrokemi AB, Stenungsund*. DNV. Rapport nr. 91-0047.

Frekvenserna modifierades med hänsyn tagen till riskreducerande åtgärder och uppdaterades med data beträffande dagens trafiksituation i farleden.

Skador p.g.a. brand/explosion eller materialfel ansågs som försumbara för analysen i förhållande till de andra skadefallen och undersöktes därför inte närmare.

Utvärdering av historiska olyckor i samband med fartygstransport av farligt gods

En genomgång av grundstötningar och kollisioner i farleden till Stenungsund som har rapporterats till Sjöfartsverket har gjorts i:

- Heimly, T.; Karlsen, J., Moseby, H.: *Sikkerhetsstudie av sjötransport av LPG og Nafta til Stenungsund*. Det Norske Veritas. Rapport nr 83-0178. 1983-04-26.

Följande andra referenser undersöktes i denna rapport:

- *Risikoanalyse av skipstrafik i Grenlandsområdet*. DNV. Rapport nr. 78-154 och 79-0670.
- *Analysis of Marine Accidents in Ports and Harbours 1976*. National Ports Council. England. 1976.
- *Statistical Analysis of LNG-Carrier Accident Risk in the Approaches and Entrance to Europort/New Rotterdam Waterway*. Netherland Maritime Institute. Report no. R-05 NMI, Nederländerna, Aug. 1975.
- Fujii, Y.: *The Degree of Damage caused by Collision*. The journal of Navigation, No. 1, 1978.
- *Tanker Casualty Bulletin*. International Chamber of Shipping. Kvartalsrapport från ICS. England.
- *Statistical Tables*. Lloyd's Register of Shipping. Årsrapport från LR. England.
- *Liquefied Gas Ship Safety: The Historical Record 1964-1979* (och 1964-1981). Poten and Partners Inc., New York.

- Card, J.C.; et al: *Tankship Accidents and Resulting Oil Outflows, 1969-1973*. NTIS PB 244457, Congress of USA. 1975.
- *Veritas databank for skipsulykker*. Baserad på "Casualty Returns" från Liverpool Universities' Association. England.
- Solem, R.: *Probability Models of Groundings and Collisions*. ASSOPO '80. Trondheim. 1980.

Frekvenserna för kollision och grundstötning beräknades medelst teoretiska beräkningsmodeller och statistisk utvärdering av identifierade relevanta olyckor.

Grundstötningsfrekvens

Grundstötning kan orsakas p.g.a.

- Mänskligt felhandlande
- Tekniskt fel

Sannolikheten för mänskligt felhandlande beräknades i fallstudien medelst felträdsanalys Frekvenser för enskilda bashädelser baserades på:

- *Collision Risk for Offshore Platforms. Risk Assessment of Buoyancy Loss*. Technica. London. 1987.
- Fujii, Y.; Yamanouchi, H.: *The Probability of Stranding*. Inst. of Navigation Journal.27, 2, 1974.
- Solem, R.M.: *Probability Models of Grounding and Collisions*. Proceedings from Automation for Safety in Shipping and Offshore Petroleum Operations. A.B. Aune and J. Vlietstra (edt.). North-Holland Publ. Company. 1980.
- Fujii, Y.; Yamanouchi, H.; Matui, T.: *Survey of Traffic Management Systems and Brief Introduction to Marine Traffic Studies*. Electronic Navigation Research Institute. Paper no. 45. Japan. 1984.
- *MSC66/7/12, Safety of Navigation. Officer of the Navigational Watch Acting as the Sole Look-out in Periods of Darkness*. Note by Denmark, based upon DNV report no. 96-3884, rev. 5. 29 March 1996.
- Paté-Cornell, M.; Bea, R.G.: *Management Errors and System Reliability. A Probabilistic Approach and Application to Offshore Platforms. Risk Analysis*. Vol. 12, no. 1, 1992.
- *Reactor Safety Study WASH-1400 (app. III, table III 6-1)*. U.S. Nuclear Regulatory Commission. Washington. 1975.

Frekvensen för grundstötning p.g.a. mekaniskt haveri bedömdes utifrån interna DNV källor.

Sannolikhet för tankhaveri vid kollision eller grundstötning för LPG-tankfartyg bedömdes från rapporten:

- Heimly, T.; Karlsen, J., Moseby, H.: *Sikkerhetsstudie av sjötransport av LPG og Nafta til Stenungsund*. Det Norske Veritas. Rapport nr 83-0178. 1983-04-26.

Beräkningen genomfördes medelst teoretiska modeller, baserat på data och beräkningar i följande källor:

- *Risikoanalyse av skipstrafik i Grenlandsområdet*. DNV rapport nr. 78-154 och 79-0670.
- Fujii, Y.; et al: *The Behaviour of Ships in Limited Waters*. 24th International Navigational Congress. Leningrad. 1977.
- *Oljesöl i norske farvann*. Veritas rapport nr. 79-1030.
- Kinkead, A.N.: *A Method for Analysing Cargo Protection Afforded by Ship Structures in Collision and its Application to a LNG Carrier*. UK AEA. 1978.
- Böckenhauer, M.: *Some Considerations on Gas Carrier Safety*. GASTECH. 1979.
- *Statfjord Transportation System Project: Risk Analysis of LPG-Ships in Hjelteffjorden*. Veritas rapport nr. 78-512.
- *LNG Terminal Approaches: Navigational Hazards and Public Risk*. Veritas rapport nr. 79-0494.

Dessutom gjordes en genomgång av de ovan beskrivna källorna m.a.p. historiska olyckor p.g.a. tankhaveri vid kollision eller grundstötning.

Kollisionsfrekvens

Kollisionsfrekvensen beräknades för två olika fall:

- Kollision mellan ammoniakfartyget och andra fartyg som möts i farleden
- Kollision mellan trafik i Stenungsunds hamnområde och ammoniakfartyget som ligger vid kaj

Kollisionsfrekvensen för ammoniakfartyget med mötande fartyg baseras på en teoretisk beräkningsmodell. För detta behövdes sannolikheten för mänskligt felhandlande som är beskrivet ovan samt antalet kollisionsskurser som baseras på en metodik beskriven i:

- Solem, R.M.: *Probability models of grounding and collisions*. Proceedings from Automation for Safety in Shipping and Offshore Petroleum Operations. A.B. Aune and J. Vlietstra (edt.). North-Holland Publ. Company. 1980.

Som redan beskrivet ovan ges sannolikhet för tankhaveri vid kollision eller grundstötning för LPG-tankfartyg i:

- Heimly, T.; Karlsen, J., Moseby, H.: *Sikkerhetsstudie av sjötransport av LPG og Nafta til Stenungsund*. Det Norske Veritas. Rapport nr 83-0178. 1983-04-26.

Frekvensen för kollision mellan trafik i Stenungsunds hamnområde och ammoniakfartyget som ligger vid kaj beräknades utifrån interna DNV källor samt:

- Amdahl, J.; Kavlie, D.: *Design of Tankers against Grounding and Collision*.

Framtagning av frekvenser beträffande kontaktskador vid stöt mot kaj

Frekvensen för skador vid stöt mot kaj baseras på statistiska data. Sannolikheten för utsläpp p.g.a. kontaktskador vid stöt mot kaj hämtades från:

- Heimly, T.; Karlsen, J., Moseby, H.: *Sikkerhetsstudie av sjötransport av LPG og Nafta til Stenungsund*. Det Norske Veritas. Rapport nr 83-0178. 1983-04-26.
- Fowler, T.; Jones, A.H.; Vinnem, M.D.: *Risk Analysis of Oil Spills from Tankers in UK Waters*. DNV Technica. Report no. DNV-T\c4323. May 1994.

En genomgång av historiska data gjordes i:

- Heimly, T.; Karlsen, J., Moseby, H.: *Sikkerhetsstudie av sjötransport av LPG og Nafta til Stenungsund*. Det Norske Veritas. Rapport nr 83-0178. 1983-04-26.

För LPG-tankfartyg baserades de på:

- *Liquefied Gas Ship Safety: The Historical Record 1964-1979* (och 1964-1981). Poten and Partners Inc., New York.
- Rolfsen, P.: *Uhell under lasting/lossning*. NIF kurs: Sikkerhetsproblemer ved behandling av farlige flytende skipslaster, 11th-12th November 1976.
- *LNG Terminal Approaches: Navigational Hazards and Public Risk*. Veritas rapport nr. 79-0494.
- *Fire Safety of LPG in Marine Transportation*. US Department of Energy. NTIS DOE/EV/06020-T4.

Sannolikheten för utsläpp beräknades sedan med hjälp av felträdsanalys, utvärdering av olycksstatistik samt teoretiska modeller.

Lossning, lagring och distribution av ammoniak

Identifiering av möjliga skadefall

Potentiella olyckshändelser som kan resultera i ett utsläpp av ammoniak i samband med lossning, lagring och distribution identifierades genom en systematisk undersökning av alla anläggningsdelar och rörledningar. Representerativa skadefall definierades för följande felkategorier:

- A. Fel som är associerade med mekaniska komponenter. Dessa är generiska fel och kan orsakas av sådana mekanismer som korrosion, vibration eller extern påverkan. För identifikation av skadefall är en fullständig identifiering av varje viktig mekanisk komponent som kan fela samt dess driftvillkor, volymer och innehåll av betydelse. Skalan av möjliga utsläpp är stor – från ett litet läckage till ett totalhaveri. Det är både tidskrävande och onödigt att ta hänsyn till varje del av denna skala; istället genereras representativa skadefall. För en given komponent skall detta representera både skalan av möjliga utsläpp och deras totala frekvens. Vanligtvis beaktas följande typer av skadefall:

För kärl: Totalhaveri
Stort läckage - 100 mm ekvivalent diameter
Medelstort och litet läckage - 25 resp. 5 mm ekvivalent diameter

För rörledningar: Brott
Läckage med diameter 100, 25 och 5 mm

Fel på andra komponenter behandlas på liknande sätt.

- B. Fel som orsakas av specifika driftförhållanden som t.ex. mänskliga fel, okontrollerbara reaktioner eller möjlighet för antändning av läckande gaser i samband med hetarbeten.

Identifikation av sådana fel baseras på en mer formell genomgång av möjliga felmoder under användning av erfarenhet, medvetenhet om specifika felmoder och kunskap om processen som ska granskas.

Alla fel som nämnts i kategori A omfattas av generiska feldata samt även några i kategori B. Vissa felmoder behövs inte tas hänsyn till p.g.a. försumbara felfrekvenser eller för att de inte är tillämpliga.

Som underlag för identifieringen av möjliga skadefall, som är associerade med den nya ammoniakterminalen, användes bl.a. de i steg ett identifierade historiska olyckorna (se avsnitt 2). En specifik bedömning av möjliga mänskliga felhandlingar har inte varit möjlig inom ramen för fallstudien, men det kan konstateras att mänskliga felhandlingar i stor utsträckning beaktas indirekt genom användande av generiska data.

Framtagning av frekvenserna för identifierade skadefall

Skadefallsfrekvenserna har tagits fram bl.a. medelst en av DNV utvecklad standardiserad felfrekvensdatabas. Denna databas har granskats av flera multinationella bolag samt myndigheter och uppdateras regelbundet när relevant information ställs till förfogande. Dessutom konsulterades ett antal internationella databaser och litteraturkällor.

Skadefallsfrekvenser för rörledningar

Felfrekvenser från följande källor jämfördes:

- *UK Gas Transmission Lines, 1969-77*. From the British Gas Corporation as published by: *A Safety Evaluation of the Proposed St Fergus to Mossmorran Natural Gas Liquids and St Fergus to Boddam Gas Pipelines*. Report by Health and Safety Executive (HSE). 1978.
- *UK Cross Country Pipelines, 1963-76*. Also from the HSE report mentioned above.
- *Annual Reports of Oil Pipeline and Product Line Failures in Europe, 1976-1984*. CONCAWE.
- *Gas Transmission Line Data, 1970-1980*. U.S. Department of Transportation. Informationssystem för skadefallrapportering, hanteras och lagras som databas.
- *Oil Pipeline Data, 1970-1980*. U.S. Department of Transportation. Insamling och hantering av data som för gasledningsdatabasen (se ovan).

Den bästa källan visade sig vara USAs gasledningsdatabas, som var mest detaljerad och hanterbar för vidare analys.

Skadefallsfrekvenser för processrörledningssystem

För svetsade rörledningssystem kunde generella läckagefrekvenser för ledningar fås från en konfidentiell DNV Technica källa (TEDARES reference (1980) LO56, 1980, opublicerade data från ett större kemiföretag). Detta visade sig vara den bästa källan för rapporterade fel på rörledningar och beräkning av felfrekvenserna.

Skadefallsfrekvenser för tryckkärl

Många datakällor kunde konsulteras, men som mest lämplig visade sig:

- Smith, T.A.; Warwick, R.G.: *A Survey of Defects in Pressure Vessels in the U.K. for the Period 1962-78, and its Relevance to Nuclear Primary Circuits*. UK AEA. Safety and Reliability Directorate. Report SRD R203. 1981.

Skadefallsfrekvenser för kylda lagringstankar

Flera datakällor konsulterades angående felfrekvenser för kylda lagringstankar:

- DNV Technicas konfidentiella datakälla: *TEDARES reference LO56 (1982)* som refererar till en artikel av Batstone och Tomi (1978).
- *Skadefallsbeskrivning av totalhaveri av kyld lagringstank för propan*. M&M Protection Consultants. 1996.
- *ARF Technical Library*. Volume III, T14. DNV Technica. 1994. Inga felfrekvenser för kylda lagringstankar.
- *Onshore Process Risk Assessment*. DNV Technica Report no. C4300. 1994.
- *A Risk Analysis of 6 Potentially Hazardous Industrial Objects in the Rijnmond Area - A Pilot Study*. (COVO study). D. Reidel Pub. Co., Dordrecht. Rijnmond Public Authority. 1982.

Skadefallsfrekvenser för centrifugalpumpar

Den mest detaljerade datakällan för pumpläckage visade sig vara:

- *Nuclear Plant Reliability Data System: Annual Report*. NPRDS. 1981. US Nuclear Regulatory Commission. NUREG/CR-2232.

som till viss del även baseras på information från:

- Lees, F.P.: *Loss Prevention in the Process Industries*. London. Butterworths. 1980.

Skadefallsfrekvenser för centrifugalkompressorer

Data för centrifugalkompressorer baseras på:

- *ARF Technical Library*. Volume III, T14. DNV Technica. 1994. (Intern DNV dokument.)

Skadefallsfrekvenser för värmeväxlare, läckage på skalsidan

Inga historiska data fanns till förfogande. Skalsidan av en värmeväxlare liknar dock i huvudsak tryckkärl och därför ansågs det som lämpligt att använda felfrekvenser för tryckkärl.

Skadefallsfrekvenser för värmeväxlare, läckage på tubsidan

Data från följande källor analyserades angående felfrekvenser för läckage på värmeväxlarnas tubsida:

- DNV Technicas konfidentiella datakälla: TEDARES reference LO56 (1982).
- *Component Failure and Repair Data for Coal-Fired Power Units*. Electrical Power Research Institute (EPRI). 1981.
- *Offshore Reliability Data Handbook*. OREDA. Hovik, Norway. 1992.
- Arulanantham, D.C.; Lees, F.P.: *Some Data on the Reliability of Pressure Equipment in the Chemical Plant Environment*. Int. J. Pres. Ves. Piping, p.327-338. 1981.

Skadefallsfrekvenser för reglerventiler

Frekvenser för läckage av reglerventiler fanns i:

- DNV Technicas konfidentiella datakälla: TEDARES reference STD297 (1982).
- *Offshore Reliability Data Handbook*. OREDA. Hovik, Norway. 1992.

Dessa frekvenser analyserades sedan vidare för att få felfrekvenser för specifika läckagestorlekar.

Skadefallsfrekvenser för avstängningsventiler

Följande datakällor konsulterades:

- DNV Technicas konfidentiella datakälla: TEDARES reference STD297 (1982). Inga läckagefrekvenser.
- *Offshore Reliability Data Handbook*. OREDA. Høvik, Norway. 1992.

Frekvenserna analyserades sedan vidare för att få felfrekvenser för specifika läckagestorlekar.

Skadefallsfrekvenser för flänsar

Följande datakällor konsulterades:

- DNV Technicas konfidentiella datakälla: TEDARES reference LO56 (1982).
- Whittle, K.: *LPG Installation Design and General Risk Assessment Methodology Employed by the Gas Standards Office*. Conference on Risk and Safety Management in the Gas Industry, Hong Kong. 1993.
- Sooby, W.: *Technical Failure Rate Data*. Memo to Pitblado, R.M., 30 November 1992.

Skadefallsfrekvenser för fel vid lossning av fartyget

Förutom källorna som konsulterades för identifieringen av de historiska olyckorna (se avsnitt 2) såsom:

- *MHIDAS*
- *IChemE database*
- *Hazardous Cargo Bulletin (December '86 - January '95)*

undersöktes även:

- *HSE ports study*. DNV Technica. 1990.

Fartygsolyckor i brittiska hamnar som medför utsläpp av farligt gods rapporterades mellan 810101 och 860331 till Storbritanniens "Health and Safety Executive" (HSE) till "Notification of Accidents and Dangerous Occurrences Regulations" (NADOR) och sedan 860401 till "Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations" (RIDDOR).

I *HSE ports study* finns även några uppskattningar för utsläpp under transport som baseras på teoretiska analyser av:

- *Canvey Study*. HSE. 1981.
- Sellars; et al: *Felträdsanalys av sjöfartsterminal*. 1984.

Konsekvensanalys

Ammoniak är både toxisk och brännbar. För fallstudien undersöktes dock enbart risker för dödsfall p.g.a. toxiska effekter. Denna ansats gav de mest konservativa resultaten, speciellt med hänsyn tagen till risken utanför anläggningen (risk för allmänheten, tredje person). Bedömningen baserades på att alla i steg ett identifierade historiska olyckor hade resulterat i försumbara effekter m.a.p. brand / explosion.

Värdering av resultat

Förutom att DNVs interna kriterier för individ- och samhällsrisk kom till användning vid den slutliga värderingen av studiens resultat jämfördes resultaten även mot konsekvenserna av de i steg ett identifierade historiska olyckorna (se även avsnitt 2).

Identifiering av skadeförebyggande åtgärder

Baserat på erfarenheter från tidigare DNV studier samt i steg ett identifierade historiska olyckor (se även avsnitt 2) kunde ett antal rekommendationer ges.

Rekommendationer beträffande sjötransporten av ammoniak baserade till stor del på erfarenheter från:

- Dahle, E.; Nedrum, P.: *Vurdering av havnanlegget for Statoil Petrokemi AB, Stenungsund*. DNV. Rapport nr. 91-0047.

De i steg ett identifierade historiska olyckorna och även en icke offentlig DNV rapport (DNV Technica: *Confidential report*. 1995.) gav anledning till ett antal rekommendationer framförallt beträffande lossning av ammoniak.



Räddningsverkets bibliotek
Karlstad



26152004963

Räddningsverket, 651 80 Karlstad
000, telefax 054-10 28 89. Internet <http://www.raedningsverket.se>
P21-273/99. Telefon 054-10 42 86, telefax 054-10 42 87
ISBN 91-88891-95-X



RÄDDNINGSS
VERKET

Pu

*Databaser
om olyckor...*