

Gränssnittsanalys för förare av tankfordon för farligt gods

En förstudie



**RÄDDNINGSS
VERKET**

Gränssnittsanalys för förare av tankfordon för farligt gods

En förstudie

Göran Davidsson, Ingemar Pålsson,
Det Norske Veritas

Håkan Torstensson, SSPA Sweden AB

Anders Wallin, Räddningstjänsten Storgöteborg

Räddningsverkets kontaktperson:

Joakim Agås, Enheten för farligt gods och kemi, telefon 054-10 43 97

Förord

Transport av farligt gods i tankfordon innebär en relativt stor potentiell risk, på grund av de stora volymer som kan frigöras vid en olyckshändelse. Föraren av fordonet har en central roll för säkerheten, inte bara under själva transporten utan vid förberedelser, fyllning, tömning och andra moment. Det kan antas att de många gränssnitt som finns mellan föraren och andra aktörer, teknik, trafik, regler med mera påverkar hans agerande från säkerhetsynpunkt. Denna förstudie syftar till att identifiera sådana gränssnitt och att finna karakteristiska steg i en olycksrelaterad händelsekedja som kan ha samband med dessa.

Förstudien har utförts i samarbete mellan SSPA Maritime Consulting, Det Norske Veritas och Räddningstjänsten i Storgöteborg. Joakim Agås från Räddningsverket har deltagit i projektdiskussionerna. Ett antal transportföretag har välvilligt ställt upp för fallstudier. Till alla berörda riktas ett stort tack för deras medverkan.

Innehållsförteckning

Abstract	7
Sammanfattning	9
1. Tankbilstransport av farligt gods	11
Bakgrund	11
Förutsättningar.....	11
2. Händelsekedjor före och efter en olycka	13
Vad är en olycka?.....	13
Faktorer i händelsekedjan.....	13
3. Felhandlande, ”mänsklig faktor”	19
Inledning.....	19
Teori för mänskligt felhandlande	20
Modeller för trafikolyckor.....	23
Förarbeteende.....	26
4. Förarens olika gränssnitt	33
Organisation.....	34
Regler och procedurer	39
Trafik och miljö.....	41
Teknik	43
Andra aktörer.....	48
5. Praktikfall 1: Transport av natriumhydroxid	53
Avsändare	53
Uttagning fordon.....	54
Lastning.....	56
Transport.....	59
Lossning.....	60
En slutsats av uppföljningen.....	62
6. Praktikfall 2: Transport av gasol	63
Uttagning fordon.....	63
Lastning.....	64
Transport.....	65

Lossning.....	66
7. Gränssnittproblem och deras roll i händelseutvecklingen.....	69
Slutsatser.....	69
Områden för vidare undersökning.....	70
8. Referenser.....	73

Interface analysis for drivers of tank vehicles for dangerous goods

Abstract

An accident is the result of a series of undesirable deviations from the normal operational scheme. Many such deviations can be attributed to human error. In tank transport of dangerous goods the driver of the tank vehicle has a central role in carrying out the transport and the loading and unloading, as well as the interaction with consignors, consignees, surveillance authorities, rescue services etc. It means that there will be a large number of interface relationships for the driver, where potential sources for error are apparent.

Such interfaces can be identified in relation to several factors,

- technology, including the vehicle, equipment and cargo,
- traffic and environment, with other road-users, roads, signs, weather and road conditions,
- other operators, including shippers, consignees, rescue services, supervisory bodies, authorities and inspection bodies,
- organisation, with management, training, quality system, company policy etc.,
- regulations and procedures, including ADR, traffic regulations, and company rules.

The present report describes an initial study aiming at identifying deviations from normal operation, which may be links in the chain of events leading to an accident. It also describes the driver's interfaces with his environment, and attempts to provide a comprehensive view of behaviour and human factors in those interfaces that often are decisive for the course of events.

The critical accidental event has been defined as *loss of control of vehicle or goods*, to facilitate the analysis not only where dangerous substances have leaked out from their confinement, but also when this has not occurred but where there has been a great potential for it.

The interface to the organisation is maybe the most important one. Adequate training and experience, operating procedures, unambiguous roles and tasks, work hours, technical and economical provisions etc. are factors shown to be essential. The driver's expected role as an expert and the importance of regulations are important issues as well.

A further investigation should focus on verification of conclusions from this preliminary study, in a wider contact with drivers, and on further analysis, in particular of the role of the driver as a dangerous goods expert for other parties and of the importance of the regulations in safety work. The work should also comprise the development of a model for the interaction between driver interfaces, human error, and accident-related chains of events, and, with this model as a basis, an investigation of the relative importance of the different factors as a basis for priority counter-measures.

Sammanfattning

En olycka är resultatet av en kedja oönskade avvikelser från normaltillståndet. Åtskilliga sådana avvikelser kan associeras med den mänskliga faktorn. Vid tankbilstransport av farligt gods har föraren en central roll inte bara för transportens genomförande, utan också vid lastning och lossning och vid kontakt med avsändare, mottagare, tillsynsorgan, räddningstjänst med flera. Det innebär att det finns ett stort antal gränssnittsrelationer för föraren, med inneboende potentiella felkällor. Sådana gränssnitt kan identifieras gentemot ett antal faktorer, som i följande exempel:

- *teknik*, med fordon, utrustning och last,
- *trafik och miljö*, med andra trafikanter, vägstandard, skyltning, väder och väglag,
- *andra aktörer*, som avsändare, mottagare, räddningstjänst, myndigheter och kontrollorgan,
- *organisation*, med arbetsledning, utbildning, kvalitetssystem och företagspolicy,
- *regler och procedurer*, med ADR, allmänna och lokala trafikföreskrifter och företagsrutiner.

Föreliggande rapport beskriver en förstudie inriktad på att identifiera avvikelser från normal drift som kan utgöra länkar i en händelsekedja fram till en olycka, att beskriva förarens gränssnitt mot omgivningen och att ge en översiktlig bild av beteende och mänskliga faktorer som i sådana gränssnitt ofta är avgörande för händelseutvecklingen.

Avgörande olyckshändelse har definierats som *förlust av kontroll över fordon eller gods*, för att kunna analysera inte bara när farliga ämnen kommit ut ur sin inneslutning, utan också när detta inte hänt men där potentialen för det varit stor.

Gränssnittet mot organisationen är kanske det viktigaste. Adekvat utbildning och praktisk erfarenhet, rutiner för arbetet, klargjorda roller och arbetsuppgifter, arbetstider, tekniska och ekonomiska förutsättningar med mera är faktorer som undersökningen visar är väsentliga. Förarens förväntade expertroll och regelverkens betydelse är också centrala frågor.

En fortsatt undersökning bör inriktas på att i bredare kontakt med chaufförer verifiera slutsatser från förstudien och vidare analysera speciellt förarens roll som farligt-godsexpert gentemot andra aktörer och regelverkens betydelse i säkerhetsarbetet. Arbetet bör också innefatta utveckling av en modell för växelverkan förargränssnitt – mänskligt felhandlande – olycksrelaterade händelsekedjor och med denna som grund en undersökning av den relativa betydelsen av olika faktorer som underlag för prioriterade insatser.

Nyckelord: transport, säkerhet, risk, tank, farligt gods, förarbeteende.

1. Tankbilstransport av farligt gods

Bakgrund

Transport av farligt gods utgör en potentiell risk för olyckor. Konsekvenserna kan bli svåra särskilt vid transport i tank på grund av de relativt stora kvantiteter farliga ämnen som det är fråga om. Mycket arbete läggs ner på att förebygga skador på olika sätt: tekniskt genom konstruktionsregler, materialrestriktioner, krav på utrustning, operativt genom utbildningskrav och handhavanderegler. Likaså föreligger numera förutsättningar för att begränsa skadeverkningar genom effektivt organiserad räddningstjänst, informationskrav med mera.

Bland annat det tyska Theseus-projektet om tanksäkerhet visar att endast marginella förbättringar kan uppnås genom konstruktionstekniska åtgärder och att kostnads-nyttoförhållandet i dessa fall kan vara för stort. Däremot efterlyses ofta en förbättring i operatörsledet, med stöd bland annat av statistik som anger att 70 – 80 procent av inträffade skador orsakas genom det som ofta beskrivs som ”mänsklig faktor” eller ”bristande säkerhetskultur”.

Föraren av ett tankfordon har den centrala rollen under transporten. Växelverkan med omgivningen sker på en mångfald sätt, som ibland kan ha konflikthinnehåll, och vars betydelse i ett riskperspektiv är ofullständigt kända.

Förutsättningar

Föreliggande rapport avser en förstudie, där syftet är att översiktligt beskriva och kategorisera gränssnitt mellan föraren och omgivningen i samband med tanktransport av farligt gods. Ett antal händelsekedjor har också analyserats för att om möjligt associera element i dessa med växelverkan i de identifierade gränssnitten. Underlag för beskrivningen har varit erfarenheter från tidigare projekt och litteratur, samt ett par genomförda fallstudier där en transport och förarens synpunkter och agerande följts under hela vägen.

2. Händelsekedjor före och efter en olycka

Vad är en olycka?

En olyckshändelse är nästan alltid följden av en serie händelser och avvikelser från normal drift. Förloppet kan illustreras enligt figur 1, som visar hur ett antal barriärer och kontrollmöjligheter överskrids på vägen mot en kritisk olycka, men där händelseutvecklingen skulle kunnat styrts åt ett annat håll med rätt insatser.

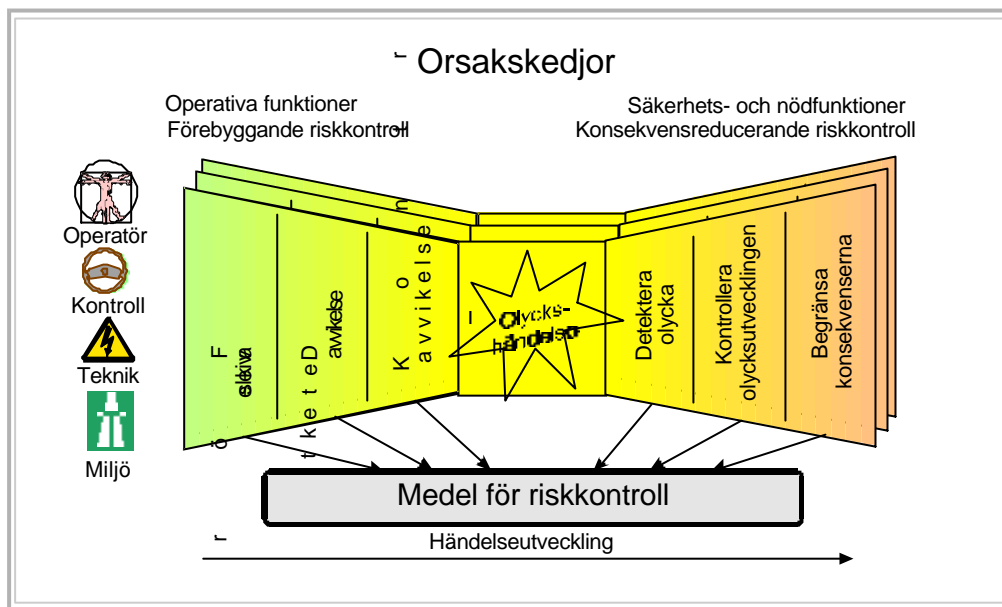


Fig. 1. Orsakskedjor och riskkontroll.

Grundprincipen vid riskanalys är att den kritiska händelsen definieras efter syftet med analysen. Vill man studera olyckor med farligt gods kommer därför utsläpp av farligt gods att utgöra avgörande olyckshändelse. I föreliggande sammanhang, där förarens roll är i fokus, är det ändamålsenligare att betrakta *förlorad kontroll* (över fordon eller gods) som kritisk händelse. På så sätt erhålls ett begränsat antal olyckskategorier att analysera enligt tabell 2.

Faktorer i händelsekedjan

Det finns inom området transport av farligt gods ett mycket stort antal variabler, och följaktligen en mångfald möjliga händelser och avvikelser som kan leda fram till en olycka. Inledningsvis presenteras en katalog över tänkbara sådana avvikelser, kategoriserade efter de olika skedena i transportuppdraget, enligt tabell 1. Sammanställningen baseras på olika källor, främst [8, 21, 23], iakttagelser från de nedan redovisade praktikfallen och erfarenheter från räddningstjänsten.

Tabell 1. Händelser och avvikelser.

Process	Skede	Händelse
Uttag av fordon	Planering av uppdrag	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fordonet ej lämpligt för avsedd transport 2. Otillräcklig tid avsatt för transportens olika moment 3. Felaktig vägbeskrivning 4. Information om väderbetingelser ej tagen 5. Information om vägbetingelserna ej tagen 6. Vägval olämpligt med hänsyn till riskbildden
	Tillsyn före körning	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fordonet saknar föreskriven nödutrustning 2. Reservdäck saknas 3. Funktionsproblem, till exempel dåliga bromsar, noteras ej 4. Tanken ej i fullgott skick, med läckage, eller lösa, slitna och otäta utrustningsdelar 5. Säkerhetsventiler och annan säkerhetsutrustning ej kontrollerade 6. Underhållsprotokoll ej kontrollerade 7. Fordonets skick kontrolleras ej 8. Undermåligt fordon tas medvetet i bruk 9. Däckens lufttryck felaktigt 10. Slitna däck 11. Släpvagnskoppling trasig eller felaktig 12. Ofullständig fastkoppling av släpvagn
Lastning	Ankomst till lastplats	<ol style="list-style-type: none"> 1. Påkörning av vital utrustning (slangar, rörsystem etc.) 2. Fordonet ställs nära värme- eller andra användningskällor

<i>Process</i>	<i>Skede</i>	<i>Händelse</i>
	Förberedelser för lastning	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elsystemet ej avstängt 2. Jordning av fordonet sker ej 3. Tillsyn av lastningsutrustningen (ventiler, nödstopp, rörförbindelser etc.) sker ej 4. Slang förbunden med fel uttag 5. Slang-rörkoppling ej ordentligt fastsatt eller säkrad 6. Slang ej fastsatt till tanken 7. Tankens tryckavlastningsventil ej stängd 8. Utrustning ej lämpad för lastningen (tryck, kemisk beständighet, reaktionsrisk, brandfara etc.) 9. Tändkällor (rökning etc.) ej eliminerade 10. Föreskriven skyddsutrustning används inte
	Start av lastningsprocedur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ventiler öppnas innan anslutning är klar 2. Fyllningstryck på olämplig nivå
	Lastningen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lastningen lämnas obevakad 2. Överfyllnad 3. För högt tryck i tanken 4. För låg fyllnadsgrad (mindre än 80 %)
	Avslut av lastningsprocedur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Domlock ej stängt 2. Ventiler ej stängda
	Nedkoppling	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kvarvarande innehåll i slangar spills ut vid fränkoppling 2. Slangen kopplas inte bort 3. Slangen kopplas bort innan ventil stängs
	Avfärd från lastplats	<ol style="list-style-type: none"> 1. Körning sker innan lastningen är klar 2. Överkörning av slang 3. Påkörning av annat fordon, utrustning, personal 4. Felaktig skyltning av tank 5. Fel transportdokument

<i>Process</i>	<i>Skede</i>	<i>Händelse</i>
Transport på väg	Under färd	<ol style="list-style-type: none"> 1. För hög hastighet i kurvor, korsningar, nedförslut 2. Ej lämnat företräde 3. Olämplig omkörning 4. Ouppmärksamhet i korsningar 5. Vårdslösa körfältsbyten 6. Dikeskörning 7. Kollision med fordon i vägkanten/renen 8. Kollision med fotgängare eller djur 9. Förlorad kontroll i nedförslut
	Paus, parkering	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fordon lämnat utan uppsikt, utsatt för stöld, vandalisering eller brand 2. Handbroms/växel/stoppklots ej anbringad 3. Ingen tillsyn av fordonets och lastens skick
Lossning	Ankomst till lossningsplats	<ol style="list-style-type: none"> 1. Påkörning av vital utrustning (slangar, rörsystem etc.) 2. Fordonet ställs nära värme- eller andra antändningskällor
	Förberedelser för lossning	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elsystemet ej avstängt 2. Jordning av fordonet sker ej 3. Tillsyn av lastningsutrustningen (ventiler, nödstopp, rörförbindelser etc.) sker ej 4. Slang förbunden med fel uttag 5. Slang-rörkoppling ej ordentligt fastsatt eller säkrad 6. Slang ej fastsatt till tanken 7. Utrustning ej lämpad för lossningen (tryck, kemisk beständighet, reaktionsrisk, brandfara etc.) 8. Tändkällor (rökning etc.) ej eliminerade 9. Föreskriven skyddsutrustning används inte

<i>Process</i>	<i>Skede</i>	<i>Händelse</i>
	Start av lossningsprocedur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ventiler öppnas innan anslutning är klar 2. Tömningstryck på olämplig nivå 3. Tömning till fel tank 4. Rester av andra ämnen finns i utrustningen
	Lossningen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lossningen lämnas obevakad 2. Överfyllnad av mottagarbehållare
	Avslut av lossningsprocedur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ventiler ej stängda
	Nedkoppling	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kvarvarande innehåll i slangar spills ut vid fränkoppling 2. Slangen kopplas inte bort 3. Slangen kopplas bort innan ventil stängs
	Avfärd från platsen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Körning sker innan lossningen är klar 2. Överkörning av slang 3. Påkörning av annat fordon, utrustning, personal
Återställande av fordon	Tillsyn efter körning	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fordonet inspekteras inte 2. Tanken ej rengjord och kontrollerad
	Rapportering av fel och underhållsbehov	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fordon och detaljer som behöver repareras saknar märkning eller hänvisning om detta 2. Förarens rapport saknas eller är ofullständig 3. Oklar ansvarsfördelning mellan förare och servicepersonal

De avvikelser som listats i denna tabell kan i ogynnsamma fall, ensamma eller i sekvens av flera, leda till en kritisk olyckshändelse. Sådana kritiska händelser innebär förlorad kontroll över fordonet och godset och i många fall utflöde av farligt gods. Tabell 2 visar de resulterande kritiska händelserna.

Tabell 2. Kritiska händelser vid tanktransport av farligt gods.

<i>Kritisk händelse</i>	<i>Kommentar</i>
Läckage av farligt ämne	Utan läckage blir det ingen egentlig farligt-godsolycka.
Överfyllning	Ökar risken för tanksprängning eller läckage.
Kollision	Såväl kollision som vältning innebär en mycket stor potentiell risk för farligt-godsolycka genom läckage och eventuellt brand.
Vältning	
Brand i fordon	Förutsätter närvaro av både tändkälla (exempelvis överhettade bromsar eller lager) och brännbart ämne, vilket kan vara läckande farligt gods eller bränsle.
Brand i gods	Farligt gods kan antändas genom självantändning, heta fordonsdetaljer, elektrostatisk gnistbildning eller kollision.
Felaktigt farligt gods	Tank, utrustning eller fordon, och kanske dokumentation och skyltning, är inte anpassade till godset, vilket ökar risken för olycka och försvårar nödinsatser.

3. Felhandlande, ”mänsklig faktor”

Inledning

Mänskligt felhandlande i samband med transport, även av farligt gods, visar sig i regel orsaka 70 till 90 procent av alla olyckor. Svåra olyckor i samband med transport av farligt gods kan som för andra komplexa system karakteriseras av låg sannolikhet och hög konsekvens. Haverier i komplexa system är vanligtvis en konsekvens av en serie mycket komplexa sammanträffanden. En utredning om fartygssäkerhet [20] fann att mänskliga fel visserligen direkt orsakar 96 procent av olyckorna, men det är sällan möjligt (3 procent) att finna något fall, där ett enstaka mänskligt fel var orsaken. Tvärtom återfanns olyckor orsakade av en eller flera personer som begår två eller flera fel i kvarvarande 93 procent.

Många definitioner av mänskligt felhandlande återfinns i litteraturen. En övergripande definition betecknar det som en icke tolererad handling, vars gränser definieras av den speciella situationen eller det aktuella systemet [11]. Misstag, vårdslöshet och regelöverträdelser inordnas i så fall under samma begrepp.

En bättre förståelse av de underliggande orsakerna till mänskliga fel skulle kunna förhindra ett antal av dessa olyckor. Många försök och teorier har formulerats, men det finns ingen enkel enhetlig teori eller modell för att förutsäga uppkomsten av mänskliga fel. Eftersom sådana fel inte kan helt förebyggas [11], behöver tekniken utvecklas för att klara av människans benägenhet att göra fel.

Teoretiker anmärker emellertid ofta på det motstånd som förekommer mot praktisk tillämpning av teori för mänskliga fel. Johnson [5] förklarar att orsakerna till att analys av mänskliga fel inte används mycket i modern säkerhetsanalys beror på förekomsten av vitt spridda men felaktiga föreställningar och myter. En del sådana föreställningar, betraktade som hinder för en praktiskt tillämpad analys, motsägs av nedanstående argument:

- ”Mänskliga misstag är oundvikliga.” Nyare forskningsarbete om olycksorsaker i ledningsfunktion och organisation pekar på att denna ståndpunkt i sig själv bidrar till latent skador.
- ”Mänskliga misstag kan inte förutsägas.” Det är möjligt att förutsäga och avlägsna många av de lokala faktorer som bidrar till ouppmärksamhet och trötthet, vilka i sin tur äventyrar säkerheten på många sätt.
- ”Det är dyrt att skydda mot mänskliga fel.” Detta skäl vederläggs av kostnaden för stora katastrofer. Tjernobyl, Bhopal och Estonia är välkända exempel.

Teori för mänskligt felhandlande

Reason [14] indelar fel i aktiva och latent. Aktiva fel har omedelbar effekt på systemet och har samband med operatörens uppträdande. De kan i sin tur kategoriseras efter syftet (ouppsåtligt eller uppsåtligt) med åtgärden. När en operatör avsiktligt gör en proceduröverträdelse, kan väsentligen två skäl finnas. Antingen sker det i illasinnat syfte, närmast som sabotage, eller också finns det från operatörens synpunkt ett vällovligt syfte, till exempel att spara tid. Dessa överträdelser kan vara antingen rutinmässiga eller undantagsvisa. Rutinmässiga överträdelser sker avsiktligt, som en oskriven regel, medan undantagsvisa överträdelser vanligtvis uppstår under någon speciell förutsättning, exempelvis ett nödläge, och anses då som oundvikliga.

Latenta fel är fel som begåtts någon tid före olyckan. Effekten av dessa fel uttrycks som en ökad sannolikhet för mänskligt felhandlande, ett mer sårbart system, en ökning av konsekvenserna, eller ett system mer benäget till överträdelser. Latenta fel är resultatet av dålig praxis i konstruktion, ledning och organisation [14].

Latenta fel resulterar i felskapande förutsättningar, vilka påverkar de sätt människor behandlar information i komplexa och krävande situationer [22]. Några felskapande förutsättningar listas i tabell 3. Dessa förutsättningar ökar risken för mänskligt felhandlande med den faktor som anges för var och en.

Tabell 3. Effekter av felskapande förutsättningar [15].

<i>Felskapande förutsättning</i>	<i>Maximal effektiv ändring av nominell felfrekvens</i>
Obekanta förhållanden	x 17
Tidsbrist	x 11
Signal-brusförhållande	x 10
Lätthet att undertrycka information	x 9
Funktions- och rumsinformation	x 8
Dålig anpassning mellan operatörer och konstruktion	x 8
Inga sätt att reversera händelser	x 8
Överbelastning med ickeredundant information	x 6

Steinbrink [18] beräknar den andel mänskliga fel, där felen i första hand orsakas av en specifik situation (och därför möjliga att förebygga) och inte är en direkt följd av mänskligt beteende, till mellan 80 och 85 procent. Dessa felskapande förutsättningar kan sammanfattas i följande punkter:

- bristfälliga rutiner,
- dålig kommunikation,
- otillräcklig utbildning,
- intressekonflikter (mellan ledning och personal),
- missledande instrumentering,
- dålig konstruktion.

Noyes [11] hänför även mänskliga fel till ett antal latent fel, vilka kombi-
neras och leder till en otänkbar olycka, och tänkbara latent fel fås som till-
lägg till föregående lista:

- olämplig arbetsplatsutformning,
- olämpligt människa-maskingränssnitt,
- informationsöverbelastning,
- underhåll,
- att sätta lönsamheten främst,
- organisationskultur,
- selektion av personal,
- myndigheter,
- ledning,
- beslutsfattande.

Reason [14] identifierar en uppsättning systemfaktorer, vilka tillåter misstag
och överträdelser. De primära felkedjorna för överträdelser synes vara sys-
temmål oförenliga med säkerhet, dåliga rutiner, otillräcklig utbildning och
betingelser som uppmuntrar till att begå fel och överträdelser. Reason påstår
att rutinöverträdelser sker på grund av en likgiltig omgivning (i vilken led-
ningen inte belönar ansvarstagande för säkerhetsrutiner) eller för att de ger
minst ansträngning för operatören.

Grabowski m fl [2] identifierar mänskliga fel som medverkan i organisato-
risk och samhällsliga processer som i sista hand resulterar i misstag. Yttre
och inre taktik, strategier och beslut kan ha oavsiktliga konsekvenser på
operationell nivå. Det som bestämmer den totala systemsäkerheten är
struktur, beslutsfattande, kommunikation, kultur och människa-maskin-
gränssnitt. Därför kan organisationen bli säkrare, om dessa faktorer är väl-
skötta. Dessutom markerar de betydelsen av att tänka över inte bara fakto-
rerna i sig, utan också gränssnitten och växelverkan mellan dem, eftersom
olyckor uppstår ur de negativa sambanden mellan många olika ursprungso-
rsaker.

De viktigaste faktorerna som har att göra med mänskliga fel anges i [30].
Kombinationen av strukturella riskfaktorer, plus det som kallas stressorer
(illa definierade uppgifter, dålig ergonomi, tvetydig dokumentation, övertro
på minnet, med mera) skapar möjligheter för mänskliga misstag. Några av
de viktigaste strukturella riskfaktorerna visas i tabell 4.

Fastän det inte finns någon brett accepterad modell för att förebygga
mänskliga misstag, existerar flera metoder som underlättar analys av olyck-

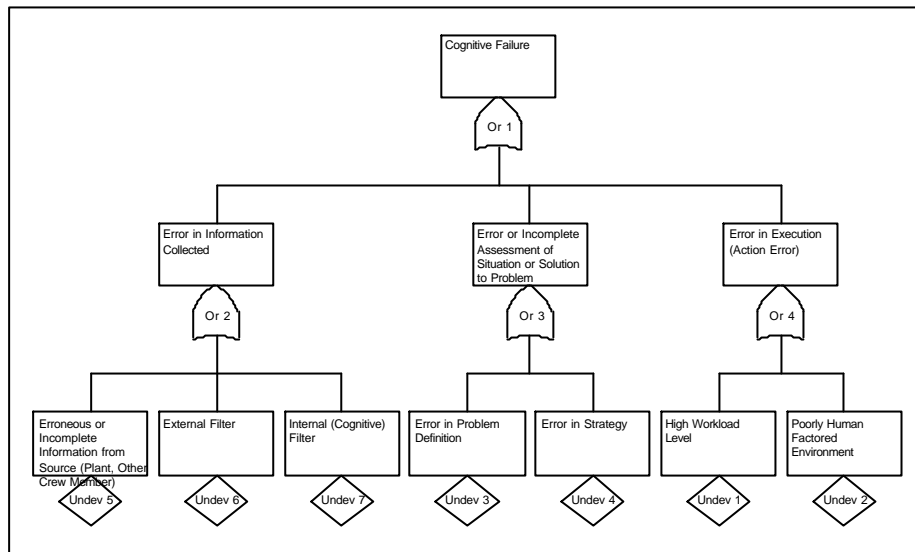
or i syfte att ta reda på orsaker för mänskligt felhandlande och förhindra framtida upprepning.

Tabell 4. Strukturella riskfaktorer [30].

Individuella	Inre		Yttre		
	Uppgift	Inter-personella	Infrastruktur	Organisation	Oberoende
syn	procedur	gruppstorlek	lokal-planering	struktur	marknader
hörsel	arbetsplats-utformning	mix av färdigheter	faciliteter	kultur/stil	finansklimat
uppmärksamhetsområde	dokumentation	klarhet i roller	omflyttning	urvalspolicy	politiskt klimat
minne	belysning	klarhet hos målsättning	placering	utbildningspolicy	lagstiftning
erfarenhet	akustik	beslutsmodeller	offentliga tjänster	kvalitetspolicy	socialt klimat
personlighet	ergonomi	kommunikation	telesystem	säkerhetspolicy	väder
språkförmåga	utrymme	närhet	IT-nätverk	prioriteter	teknik
kön	tidsåtgång	språk	anskaffning	ekonomiska spärrar	plats
spatial förmåga	gränssnitt	protokoll	materialhantering	kommunikationer	biologisk risk
motivation	informationsmängd	antaganden	transport		
utbildning	minnesbelastning	perspektiv	underhåll		
ålder	stämning	prioriteter			

IDA-(Information-Decision-Action)-modellen [17] syftar till att förklara grundorsakerna för mänskliga kunskapsrelaterade misstag. Modellen anger tre huvudsakliga orsaksfaktorer för uppkomsten av en felaktig händelse. Dessa orsaker relateras till de delar som ingår i den mänskliga kognitiva processen, vilka är informationsinsamling, beslutsfattande och verkställande av handlingen. Detta kan visas i ett felträdsdiagram (se figur 2). Kausala faktorer på högsta nivån är påverkade av varandra såväl som av så kallade influensfaktorer (placerade på lägsta nivån, ej visad i figur 2), vilka innefattar faktorer såsom ergonomi, arbetsbelastning, och så vidare.

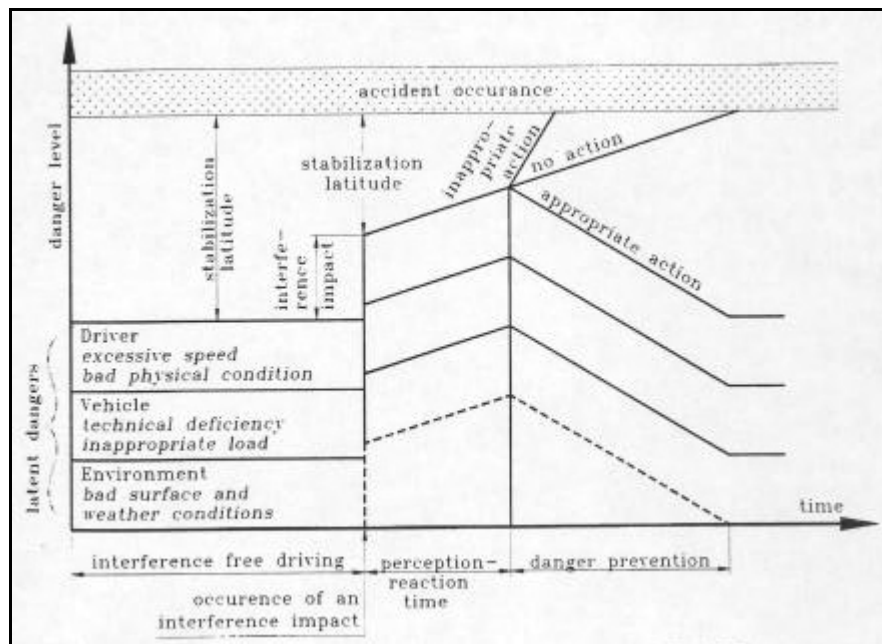
Denna metodik är tillämplig på en styrd miljö där beteendet är märkbart påverkat av hög utbildningsnivå och uttryckliga krav att följa skrivna rutiner (som vid lastnings- och lossningsoperationer).



Figur 2. Felträd för mänskliga kunskapsrelaterade fel. (Ofullständigt, se [17] för mer information).

Modeller för trafikolyckor

Ett flödesdiagram över en kritisk förarmanöver förklarar orsakssambandet för en trafikolycka (se figur 3). Om en viss faronivå uppnås händer en olycka. Systemet, som består av förare, fordon och miljö har i sig självt en viss latent risknivå, vilken i kombination med olämpliga åtgärder kan



Figur 3. Flödesdiagram över en kritisk förarmanöver [9].

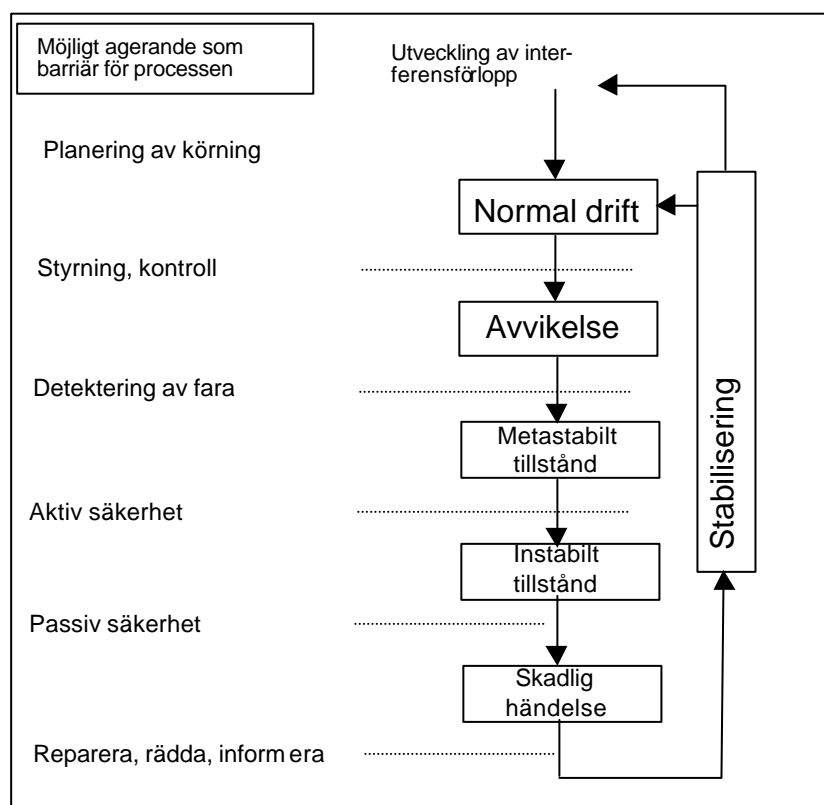
sluta med en olycka. Därför beror framgången med att förebygga olyckor till stor del på nivån av latent risk och på rätt ingripande av föraren [9].

En lista på primära och sekundära (latenta risk-) faktorer som bidrar till trafikolyckor följer i tabell 6. Faktorerna är ordnade enligt deras andel av verkliga trafikolyckor.

Tabell 6. Primära och sekundära faktorer i trafikolycksorsaker [9].

Primära faktorer	Sekundära faktorer
Misstolkning av trafiksituationen	Obekant med trafiksituationen
Ouppmärksamhet	Tidspress
Rutin	Känslobetingat tillstånd
Ej förväntad situation	Ingen körvana
Misstolkning av trafiksituationens utveckling	Tillfälligt funktionshinder, såsom osäkerhet eller långsam reaktion
Situationens krav i konflikt med mänskligt beteende	Önskan att briljera eller aggressivitet
Fysiska problem	Avsaknad av körskicklighet
	Otillräcklig kunskap om trafikregler
	Permanent funktionshinder (leda eller trötthet)

Klassiska olycksmodeller har inte med föraren som en del av systemet, mer än som ren kontrollant (se figur 4). Modellen förklarar i grund och botten att

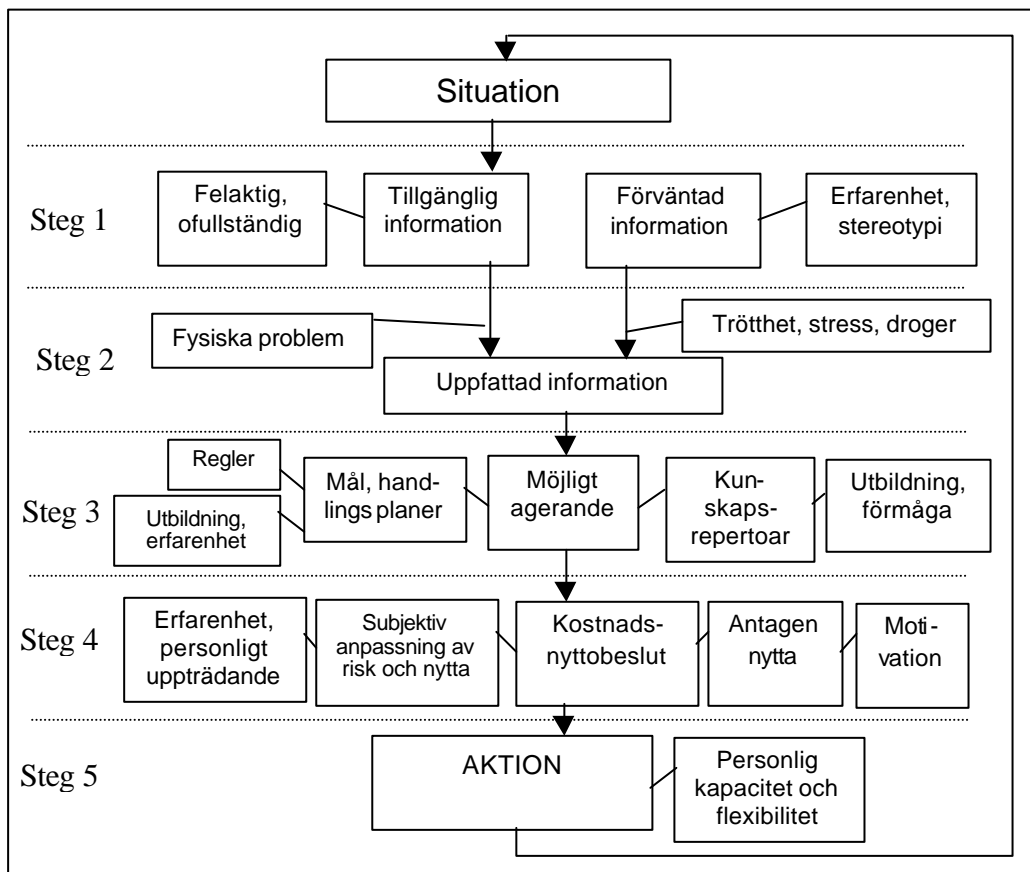


Figur 4. Flödesschema över den klassiska olycksmodellen [9].

störningar gör att systemet avviker från sitt normala tillstånd och förarens uppgift är att stabilisera systemet.

Andra modeller inkluderar föraren som del av systemet (se figur 5). En olycka händer om föraren är förhindrad att framgångsrikt hantera en situation. Modellen förklarar hur situationer översätts till åtgärder där mänskliga faktorer i större utsträckning beaktas. Åtgärderna kan vara felaktiga, beroende på negativa effekter i processen från de första skedena fram till åtgärden:

- informationsinsamling av tillgänglig och förväntad information, vilken kan vara ofullständig och felaktig,
- uppfattad information, vilken kan bli deformerad av fysiska men eller droger,
- möjliga åtgärder, vilka bestäms av utbildning, färdigheter, erfarenhet, med mera,
- beslut, som påverkas av kostnads-nyttöverbväganden, vilka samtidigt kan vara oriktiga på grund av motivation, risktagande beteende med mera,
- vidtagande av åtgärd, som bestäms av tidigare steg samt av förarens förmåga.



Figur 5. Modell av olycksuppkomst [9].

En undersökning [27] som syftar till att förstå förmåga och begränsningar hos tågförare, som nyckeln till att förebygga olyckor, fann att de huvudsakliga bidragande orsakerna till en olycka var:

- trötthet, sömnbrist och stress,
- redovisning av kommunikation och information som utelämnar kritiska säkerhetsdata eller presenterar dem på ett sådant sätt att de kan missuppfattas,
- regler och rutiner för handhavande som kan vara förbryllande,
- miljöfaktorer (som påverkar anställdas hälsa och försvårar ovannämnda faktorer).

Historiskt har motåtgärder som typiskt använts i trafiksäkerhetsarbete huvudsakligen inriktats på två metoder [9]:

- hålla borta från trafiken sådana personer som inte kan klara av kritiska situationer (alkoholister, individer med hög frekvens av trafikförseelser, med flera),
- påverka och utbilda.

Förarbeteende

Trötthet

Uttröttning hos föraren är ett högprioriterat tema i frågor som rör yrkesmässigt trafiksäkerhet. Yrkesförarens risk att bli indragen i en trötthetsbetingad krock är större än hos andra förare, i motsats till olyckor som kan relateras till alkohol, hastighetsöverträdelse eller olämpligt körsätt, vilka är mindre vanliga i kollisioner med yrkesförare inblandade [24]. Yrkesförare representerar 4 procent av alla förare involverade i kända trötthetsrelaterade kollisioner, men räknat per kilometer är frekvensen inte större än hos andra [26].

På de flesta håll finns regler som begränsar antalet på varandra följande körtimmar och föreskriver ett antal timmars körfri period. Dessa regler kan variera från land till land, till exempel i Canada begränsas tiden till 13 timmar och i USA till 10 timmar. Sådana regler syftar naturligtvis till att minimera antalet trötthetsrelaterade olyckor och att motverka vad som uppfattas som riskabel körschemaläggning.

I USA gjordes 1996 en studie av yrkesförarens trötthet och vakenhet [24]. Den syftade till att identifiera de faktorer som har att göra med uppkomsten av trötthet, förlust av alerthet och nedsatt funktion. Fem faktorer studerades:

- tid på dagen när körningen ägde rum,
- faktisk körtid,
- antalet på varandra följande kördagar,
- antalet timmar sömn,
- regelbundenhet i schemat.

Tiden på dygnet när körningen ägde rum var den påtagligaste och mest konsekventa faktorn som hade inverkan på trötthet och alerthet. Dåsigheten var markant större under nattkörning. Högsta graden av dåsighet uppstod under de åtta timmarna från sen kväll till gryningen. Nattkörning förknippades

med sämre prestation efter en rad olika kriterier. Detta visade sig vara en mycket bättre prediktor för försämrad förarfunktion än den totala körtiden och antalet på varandra följande kördagar.

Den faktiska körtiden var inte en lika viktig eller konsekvent prediktor för observerad trötthet. Förarna kan emellertid få en känsla av ökad trötthet med ökande tidsåtgång för uppgiften, även om det inte uppträder några kraftiga prestandaförsämringar. Studien utvärderade tröttheten för körperioder om 10 timmar i följd, respektive för 13 timmar.

Antalet på varandra följande kördagar visade att så kallad kumulativ trötthet inte var någon vare sig stark eller konsekvent prediktor för trötthet.

Antalet timmar i sammanhängande sömnperioder är omvänt relaterade till dåsighet, mätt som styrförmåga, vilken blir mer okontrollerad, och körfältsplacering, vilken blir sämre. Långa skift som börjat nattetid medförde mycket få sömntimmar (vanligtvis mindre än 4) och då under dagtid. Orsaken till detta är de otillräckliga möjligheter förarna har att sova, och att förarna inte lägger tillräcklig vikt vid att få tillräckligt med sömn. Tupplurar och raster under körningen antas förbättrar prestationen, även om studien inte gjorde något försök att visa detta. Andra studier har dock visat att ”sova middag” har en positiv effekt på vakenheten vid efterföljande kvälls- och nattkörning.

Regelbundenhet i schemat. Ändring av scheman visade ingen märkbar skillnad i observerad dåsighet.

Personliga faktorer. Fjorton procent av förarna stod för 54 procent av dåsighetsepisoderna. Dessutom identifierades två sömnepisoder (2,5 procent av samtliga förare, 0,6 procent av alla körningar) under körning. Det verkar som om några förare kan ha starkare benägenhet till dåsighet än andra, när förhållandena inte är gynnsamma (till exempel nattkörning). Studien kunde inte visa om sådana personliga faktorer var beroende av förarens egenskaper (långfristiga) eller förarens förhållanden (kortfristiga). Man fann även att trötthet inte var beroende av ålder. Inte heller var föraregenskaperna hos två personer som hade sömnapné statistiskt annorlunda än de andras.

Det finns andra studier [26] med syftet att avgöra vilka faktorer som påverkar förarens trötthet:

Transportens längd befanns ha den tydligaste effekten på andelen fatala olyckor som var trötthetsrelaterade. Korta transporter har mindre olycksfrekvens.

Effekter av lastning och lossning. Förarna övervakar ofta bara lastnings- och lossningsarbetet. Mer klagomål har noterats om långa perioder av väntan än om aktiviteterna i sig. Lastning/lossning har en uppiggande effekt tidigt under arbetsdagen, men senare kan det ha en tröttande inverkan.

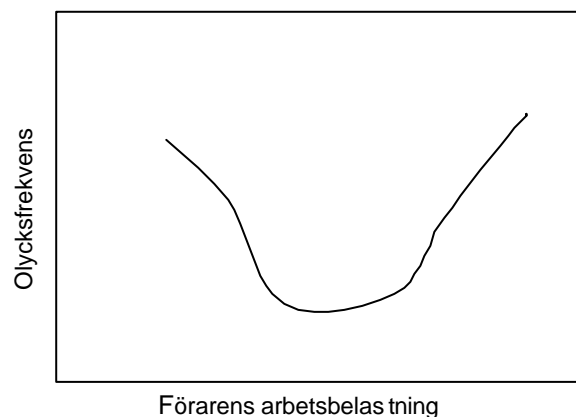
Möjliga motåtgärder föreslagna i [24], [26] och [27] ingriper i flera av de förargränssnitt, vilka diskuteras i denna rapport. Existerande åtgärder för att förhindra trötthetsrelaterade kollisioner inkluderar till exempel räfflad kantmarkering. Andra föreslagna motåtgärder är automatiska anordningar

för att upptäcka trötthet. Studierna fann att variationer i styrförmåga och körfältsplacering var betingade av trötthet. Därför kan dessa parametrar användas för att övervaka förarens trötthet och initiera motåtgärder om så krävs. Forskning och utveckling i USA koncentreras till viss del på fordonsbaserad trötthetsavkänning av föraren och tillhörande varningssystem. Test av lämpligheten för arbetet har också angetts som en möjlighet för att bedöma förarens trötthet. Anordningar för att varsko om förarnas trötthetsgrad genom tester kan installeras i terminaler eller i förarhytter. Andra lösningar kan innefatta mätning av ögonrörelser för att förutsäga trötthet. Denna metod har visat sig vara en mycket bra indikator och kan upptäcka överhängande farliga nivåer av trötthet. En åtgärd kan också vara förläggning av transporter till dagtid. Det är inte säkert att det skulle leda till en minskning av olyckor eftersom det innebär fler tunga fordon på väg under dagtid. Inte desto mindre skulle upptäckten av stora individuella skillnader i känslighet för trötthet under körning kunna leda till att mer hänsyn tas till detta i schemalagningen. Vissa förare är mycket bättre än andra på att hålla sig vakna vid nattkörning, vilket kan vara en möjlig grund för förarval och delegering av körningar. Mer förutsägbara scheman anses vara den bästa åtgärden mot trötthet och påfrestning, efterföljt av vila vid rätt tillfällen under körningarna (sömn under tjänstgöring), bättre sömnmöjligheter och livsföringsrelaterad träning. Förarna måste överhuvudtaget ges tillfälle att sova. Att utbilda förarna i hur man kan få mer sömn, speciellt om de skall köra nattskift, kan förbättra situationen markant. Vidare har övningar visat sig bekämpa trötthet, minska stress, öka koncentrationen och förbättra sömnen.

Problemet med trötthet anses kunna få en tillfredsställande lösning endast om alla aktörer som svarar för den operativa miljön samarbetar för en förbättring, inklusive myndigheter, industri, förare, säkerhetsansvariga, forskare och transportörer.

Arbetsbelastning, stress

"Hög arbetsbelastning" eller "dåligt situationsmedvetande" är tvetydiga termer. Olika faktorer bidrar till hög arbetsbelastning, och problemet kan i sig självt anta många olika former [29].



Figur 6. Hypotetiskt samband mellan arbetsbelastning och olycksfrekvens [9].

Väl fungerande system kontrollerade av människor bör inte i fråga om mental arbetsbelastning avvika från operatörernas hanteringskapacitet (se figur 6). Om den hamnar mycket under denna, försämras koncentrationen på uppgiften. En plötslig ökning i arbetsbelastning associeras med ökad risk för olycka. Man har sett att förarna tenderar att utveckla ett oönskat beteende för att hålla sin arbetsbelastning inom ett optimalt spann, en process som ibland kallas homeostasi.

Arbetsbelastning kan mätas på olika sätt [9]:

Subjektivt mått, genom att ha försökspersoner att värdera sin upplevda arbetsbelastning (på en given skala). Dessa mått är lätta att få och har hög direkt giltighet.

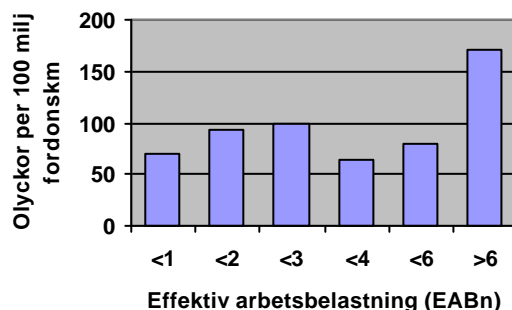
Indirekta bevis på nervös anpassning. Använder indikatorer såsom hudkonduktansreaktion, vilken har visat sig vara mycket pålitlig, hjärtslagsfrekvens med mera.

Direkt mätning av den primära uppgiften, genom utvärdering av vägens utformning (eller någon specifik process), som medför en viss arbetsbelastning för föraren. Värden har tagits fram av sakkunniga, som beräknar arbetsbelastningen i samband med en viss vägutformning som

$$AB_n = U \times F \times S \times R + C \times AB_{n-1}$$

där AB_n är värdet på förarens arbetsbelastning för den aktuella situationen, U är en faktor relaterad till hur känd eller okänd situationen är, F är en faktor för förväntan på situationen, S är en faktor för siktavståndet, R är den geometriska graderingsfaktorn, C är en överföringsfaktor, och AB_{n-1} är arbetsbelastningens värde för en tidigare situation.

Om arbetsbelastningens värde blir större än 6, kan situationen innebära problem för förarna och därför leda till ett högt olyckstal (se figur 7). Dessutom introducerar ansatsen för arbetsbelastning en annan faktor kallad förarbetsbelastningsspann, som definieras som skillnaden mellan den faktiska arbetsbelastningen i tillämpningen och flytande medelvärdet för arbetsbelastningen. Ett högt spann kommer att ge högre olycksstatistik, eftersom förväntningar inte uppfylls (se figur 7).



Figur 7. Utvärdering av effektiv arbetsbelastning [9].

Överbelastning kan orsaka irrationellt beteende hos föraren och kan också orsaka att han missar viktig information för att kunna hantera fordonet säkert. Komplexa beslut tar längre tid att behandla, vilket kan försvåra problemet [9]. En viss klassifikation av trafikolyckor indelar helt enkelt orsakerna i mental överbelastning och mental understimulans. Faktorer som bidrar till mental överbelastning är följande:

- krav på mycket snabb informationsbehandling,
- komplexa informationskällor,
- höga arbetsbelastningskrav,
- större uppsättning informationskällor [9].

Understimulans kan medföra bristande uppmärksamhet [9] vid körning. Faktorer som bidrar till understimulans är:

- låg arbetsbelastning,
- yttre störningar,
- inre störningar,
- ouppmärksamhet [9].

Det har visats att långtgående automatisering kan försämra operatörens prestationer avsevärt [11] i vilket slags process som helst (till exempel lastnings-/lossningsoperationer), genom att skapa understimulans.

Personliga faktorer

Operatörens mentala tillstånd påverkar hans prestation. Uppdragsrelaterade faktorer (stress, arbetsmiljö, m fl) och icke uppdragsrelaterade faktorer (psykologiskt tillstånd, hälsotillstånd, m fl) påverkar det mentala tillståndet.

Fysiologiska och biomekaniska faktorer påverkar operatörens eller förarens relation med gränssnittet människa-maskin. Storleken hos kroppen och olika kroppsdelar, räckvidd, styrka, biomekanik och kroppsbyggnad (skelett och mjukdelar) ingår i denna kategori.

Uppfattningsförmåga, syn, hörsel, informationsbehandling, beslutsfattande och motorik påverkas av förmåga, upplevelse och uppgiftens art. De sinnen som används mest av förare när de kör är syn, kinestetisk återkoppling (styr muskelrörelser vid bromsning med mera), balanssinne och hörsel.

Kunskapsrelaterade och sociala faktorer som stress, trötthet, förhållande till organisationen (perception), synpunkter på uppgiften, motivation och personlighet kommer också att påverka säkerheten [9].

Varseblivnings- och reaktionstider varierar från mindre än 0,5 sekunder till mer än 3 sekunder. Tiden beror på flera faktorer, däribland individ (skiljer sig betydligt mellan olika personer med liknande egenskaper), tidpunkt (en person kan ha olika reaktionstider från gång till gång), ålder (barn och äldre är långsammare), styrkan hos stimuliintryck, stimulanskomplexitet, fysisk kondition och distraktioner (gäller alla reaktioner utom reflexer). Reak-

tionstiden beror även på det sinne som stimuleras (från kortare reaktionstid till längre: känsel, hörsel, syn, muskelkänslighet, balans och position). Reaktions tiden och antalet begångna misstag ökar med komplexiteten av stimuleringen. Droger påverkar reaktionstiden liksom det fysiska och psykiska tillståndet. Rekommenderad utgångspunkt för åtgärder är att räkna med 2,5 sekunders reaktionstid [28].

Förväntningar

Förväntningar formas av förarens erfarenhet och utbildning. Förväntningar kan indelas i å-priori- och ad-hoc-förväntningar. Å-priori-förväntningar är förvärvade genom tidigare upplevelser och erfarenhet. Ad-hoc-förväntningar är kortfristiga och specifika för en viss plats och en viss tidpunkt. Om systemet stämmer med förväntningarna utförs uppgiften. Felslagna förväntningar leder till längre reaktionstid, förvirring, irrelevanta reaktioner och misstag. Förväntningar påverkar tre nivåer av körningen (styrning, instruktioner och orientering). Utformning av gränssnitt i enlighet med de vanligaste förväntningarna är ett av de viktigaste sätten att förbättra prestationer. Ovanlig eller icke standardmässig utformning bör undvikas [9].

“Riskhomeostasi”

När nya säkerhetsåtgärder introduceras händer det ofta efter en lång period av normalt trafikbeteende att säkerhetsvinsten blir mindre än förväntat eller är helt borta, därför att förarna anpassar sitt körsätt till de nya väg- och miljöförutsättningarna. Beteendemässig anpassning kan karakteriseras som förarens reaktion på ändringar i trafiksystemet, vilket kan antingen öka eller minska säkerheten. Exempel på vad som har inverkan på sådan anpassning hos förarna är [9]:

- möjligheten till växelverkan med effekter av säkerhetsåtgärder,
- upplevelsen av omedelbart gensvar,
- möjligheter att vidga egna begränsningar,
- höjning av den subjektiva säkerhetsnivån,
- upplevelsen av prestation och nöje.

Det finns ingen entydig vedertagen teori som förklarar riskabelt beteende. Beteendemodeller har dock utvecklats för att försöka förklara varför förarna tar risker [9]:

- en modell utgår från att varje specifikt vägavsnitt har en viss objektiv säkerhet, vilken föraren uppfattar subjektivt (subjektiv säkerhet). Om den objektiva säkerheten är mindre än den subjektiva så inträffar olyckor på det vägavsnittet,
- andra modeller antar att förarna väljer en riskacceptansnivå, som sedan återspeglas i olycksfrekvensen,

- ytterligare en annan teori antar att förarens riskacceptans är noll, men att avsaknad av kunskap om de faktiska riskerna ändå leder till riskabelt förarbete.

Alkohol och droger

Effekterna av alkohol och droger på bilförare är välkända. Fordonsförare får inte nyttja alkohol före eller under körning. Alkoholhalter i blodet på upp till 0,5 promille har ringa inverkan på olycksfrekvensen. Några undersökningar hävdar till och med att det kan uppstå en viss förbättring i förarbeteendet, beroende på den lugnande effekten [28]. Från 0,5 till 1,0 promille har alkohol en stimulerande effekt, vilken leder föraren till att visa aggressivitet, bli talför och hyperaktiv. Vid dessa nivåer blir inte den elementära köruppgiften märkbart påverkad, men däremot påverkas förmågan att hantera speciella situationer allvarligt. Nivåer över 1,0 promille ökar sannolikheten för olycka kraftigt, så att den stiger exponentiellt från den nivån. Det innebär i sig en relativ risk på 6,25. Droger som marijuana har en liknande effekt: höga nivåer är mycket skadliga, medan låga nivåer kan till och med medföra en bättre prestation, beroende på den lugnande effekten [28].

4. Förarens olika gränssnitt

Föraren har en central roll för genomförandet av en transport. Det är inte begränsat till körningen, utan han förväntas ha kompetens att utföra eller medverka vid lastning, lossning, fordonstillsyn med mera. Växelverkan med olika intressenter, teknik och miljö kan sägas ske genom ett antal *gränssnitt*. Förmågan att hantera sådana gränssnitt varierar med en rad parametrar, vilka analyseras i denna studie.

En ändamålsenlig struktur för sådana gränssnitt beskrivs i tabell 7.

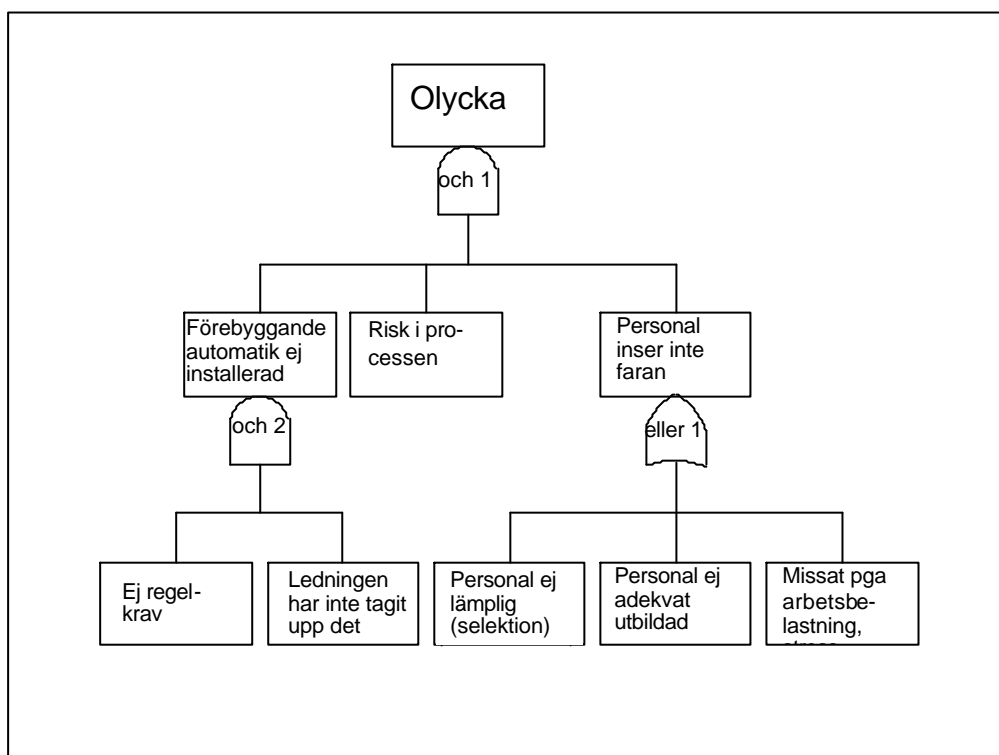
Tabell 7. Chaufförens gränssnitt mot påverkande faktorer.

<i>Huvudområde</i>	<i>Delområden</i>
A. Organisation	Arbetsledning Utbildning Företagspolicy, kvalitetssystem
B. Regler och procedurer	ADR Vägtrafikregler Lokala trafikföreskrifter Företagsrutiner
C. Trafik och miljö	Medtrafikanter Skyltning Vägstandard Väder, väglag, miljö
D. Teknik	Fordon, körning Fordon och utrustning, tillsyn Gods
E. Andra aktörer	Avsändare Mottagare Räddningstjänst Tillsynsmyndigheter Föreskrivande/rådgivande myndighet Kontrollorgan

En analys med stöd av en litteraturgenomgång av mänskliga faktorer i gränssnitten redovisas nedan. Det antogs inledningsvis att gränssnittsfaktorer kunde relateras på ett entydigt sätt till element i händelsekedjor som kan leda till en olycka. Relativt snart framgick det att det inte är möjligt att upp-rätta så enkla samband. Antagandet är ändå i sig relevant, eftersom gränss-nitten *är* avgörande för händelseutvecklingen, men sambanden har en avse-värd komplexitetsnivå.

Organisation

Många av de faktorer som bidrar till mänskligt felhandlande kan relateras till gränssnittet mellan föraren och den organisation han tillhör. Förutom direkta konflikter som kan uppstå och inverka menligt på hans arbetsituation kan säkerhetskultur, utbildningspolicy, direkt arbetsledning, förutsättningar för kommunikation, utbildningsnivå med mera, ha stor betydelse. Personer som beskylls för felhandlande (exempelvis vid kontroll av utrustning) hamnar ofta i farliga situationer genom större ledningsrelaterade eller regelbetingade fel [29], vilka inte bara skapar nödvändiga förutsättningar (latenta brister) för mänskligt felhandlande [6], utan också kan förvärra konsekvenserna av det. Felträäd (se figur 8) kan hjälpa till att visualisera detta.



Figur 8. Felträäd för organisatoriska fel, baserat på [6].

Som exempel kan nämnas en tågolycka i USA [6] i vilken elva personer omkom och som skylldes på felhandlande. Den direkt orsaken till olyckan var ett tåg, som i hög hastighet kolliderade med ett annat, som hade stannat. Signalsystemet anvisade föraren att sakta ner långt före kollisionen, men föraren glömde det och kunde därför inte undvika kollisionen. Johnson [6] anger emellertid att den verkliga orsaken till olyckan var "organisatoriska faktorer som medverkade till att skapa ett system, som förlitade sig på besättningens minne av en signal, som de hade sett åtskilliga minuter innan ett oplanerat stopp". Enligt honom misslyckades ledningen genom att

- inte ha infört signalsystem i förarhytten,
- inte ha infört ett aktivt tågsepareringssystem.

Dessutom fanns felaktigheter i bestämmelserna:

- det krävdes ingen analys av mänskliga faktorer när en förbindelse uppgraderades, vilket ledde till att fel beslut fattades i ledningen,
- det krävdes ingen analys av säkerheten efter olyckan.

Andra faktorer i vilka felaktigheter kan förekomma på grund av organisatoriska fel är utbildning, selektering av personal och organisationskultur. Psykologiska och fysiologiska influenser är beroende av underliggande svagheter i organisationen och i regelverken [6]. Exempel är:

- sammanblandning av funktioner,
- situationsmedvetande,
- arbetsbelastning,
- ljud,
- vibrationer,
- inställning till risktagande.

Reason [15] identifierar tre olika typer av organisationer enligt deras förhållande till säkerhet:

- *generativa organisationer*, som är de bästa organisationerna med avseende på säkerhet. De tenderar att gå längre än reglerna kräver och har säkerhet med inom alla nivåer av en organisation (konstruktion, underhåll, tillverkning och drift),
- *beräknande organisationer*, som strikt följer säkerhetsregler och inte gör något ytterligare säkerhetsarbete,
- *patogena organisationer*, som ser säkerhetsregler som ett hinder för ekonomisk effektivitet, och som därför är de mest riskfyllda organisationerna.

Olyckligtvis visar nyheter om olyckor (Estonia, Herald of Free Enterprise och många andra exempel) att patogena organisationer inte är ovanliga. Deras risktagande påverkas ofta av kohandel mellan säkerhet och ekonomisk effektivitet [2].

Säkerhetskultur

Grabowski m fl [2] lägger stor vikt vid organisationens kultur för att förklara skillnader mellan säkra och riskabla organisationer: "Konstant uppmärksamhet på säkerhet kräver en stark kultur. En säkerhetskultur erfordrar att procedurer, policy och belöningsystem som ökar säkerheten värdesätts".

Att inte ta tillräcklig hänsyn till och prioritera säkerhet på alla nivåer kan leda till överksamhet. Bra kulturyttringar är enligt [1]:

- ovillighet att acceptera någon som helst fara som inte är tillräckligt kontrollerad,
- att införa administrativa kontroller bara då ingen teknisk lösning står att finna,
- att erkänna möjliga potentiella felkällor och skapa rutiner för att hantera och korrigera fel.

Andra studier bekräftar betydelsen av organisationskulturen med avseende på säkerhet. Till exempel i [27] föreslås det att det största hindret mot att följa regelverk är att organisationskulturen uppmuntrar till brott mot reglerna.

Andra fall där ledningen för transporter av farligt gods har en stor andel i att skapa latent fel är bland annat följande:

Avsändarens inblandning i körtidsöverträdelser – Lastnings- och leveranskrav från avsändare leder också till överträdelser. Alla parter (mottagare, avsändare, speditörer, transportledning, transportplanerare och förare) bidrar till problemet. Därför har alla parter också en roll i att lösa det, men i synnerhet de som svarar för schemalagningen [26].

Förarens ersättningssätt och säkerhet – Förarens lönenivåer och ersättningsprinciper (per timme eller per mil) kan påverka säkerheten [26].

Avsändarorsakade säkerhetsöverträdelser – Avsändare och andra icke transporterande parter som speditörer och mottagare kan uppmana till överträdelser av regler. Arbetsförhållanden (till exempel lastnings- eller lossningsbetingelser) kan ha inverkan på hur regler följs och på förarens trötthet [26].

Vägval – Att fastställa färdväg blir allt viktigare för att välja den bästa (säkraste) vägen. Om ledningen avgör vilken väg föraren skall ta är det dess ansvar att välja en säker väg. En väg vald genom att minimera tidsåtgången, viktat till 75 procent, och att minimera risken, viktat till 25 procent resulterade i bara 3 procents ökning av tidsåtgången gentemot vägen som skulle ge minsta tidsåtgång, medan risken som var förknippad med detta vägval kunde minskas med 75 procent [16]. Ledningspraxis (schemalagning och policy för antalet raster) kan också påverka förarens livsföring och sömnprioritet [26].

Klander och straff – Skuld eller klander när väl en incident har inträffat hör inte hemma i effektiv riskhantering [7]. Det kan till och med öka utsattheten för risker genom att minska rapporteringen av systemets brister. Om det accepteras att allvarliga olyckor inträffar på grund av otillräckligt identifierade eller designade system, så leder bestraffning av operatören som begått felet inte till någon lösning för att undvika framtida upprepning av olyckan. Besträffning tros vara en signal på ledningens vilja att agera, men tjänar huvudsakligen sociala syften.

Övervakande aktiviteter – Ett system som sätter en person som sista säkerhetsåtgärd vid övervakningsverksamhet kan vara felplanerat om arbetsbelastningen hamnar under minimum. En person vars enda uppgift är övervakning kan bli rastlös och oförsiktig på grund av skenbar inaktivitet. Detta skulle kunna vara fallet med föraren som placeras som enbart övervakare vid lastning eller lossning. Uppgifter som att gå igenom kontrollistor vid övervakningen kan öka arbetsbelastningen till en rimlig nivå.

Struktur och beslutsfattande – Tendensen till att dela upp eller faktorisera komplexa system i mindre undersystem kan leda till utveckling av ett stort antal små gränssnitt. Stora tätt kopplade system kan uppvisa fysiska pro-

blem associerade med resursfördelning, samordning och kommunikation. Lagspel i beslutsfattande gör att misstag inträffar, men det ger också möjlighet till kontroll, korrigeringar och minskning av antalet begångna fel [2]. Att utforma en procedur som hindrar personal från att öppna ventiler utan att föraren gett sitt godkännande med en speciell kod, vilket i så fall aktiverar föraren i processen, är ett exempel på hur man får ett lagspel i beslutsfattandet.

Uppgifter och ansvar – Andra aspekter, som kan påverka möjligheten att misstag begås, är på vilket sätt ledningen delegerar uppdrag och ansvar. Enligt Steinbrink [18] gör arbetare, vars sociala och psykologiska behov är uppfyllda, färre misstag. Tillgång till information, utmanande uppdrag och utökat ansvar är exempel på bidragande åtgärder.

Utbildning

Personal i transport av farligt gods lastar, transporterar och lossar farliga varor från produktionsanläggningar till avfallsstationer. På grund av godsets farlighet för allmän säkerhet, behöver de extra utbildning utöver körkortsutbildningen. De måste veta hur man hanterar ämnena, känna till tillåtna transportvägar för farligt gods, nödlägesrutiner i händelse av olycka eller spill, och hur man på lämpligt sätt blir kvitt avfall [30]. Bristande utbildning kan exempelvis innebära att den inte inkluderar information om ämnena och deras kompatibilitet med tankfordonet. Ett antal olyckor är tänkbara, där föraren ignorerar de risker som tas när gods lastas i en olämplig tank.

Sudano [20] anger emellertid att inga kontrollerade undersökningar har visat på ett övertygande sätt att olycksfrekvensen minskar genom allmän säkerhetsutbildning eller motivationsprogram. Något som bekräftar detta påstående är det faktum att välutbildade personer inte sällan gör enkla och grundläggande fel [11]. Oavsiktliga misstag tenderar till exempel att göras av erfarna användare, snarare än av nybörjare som lär in en ny uppgift. Det starkt invanda beteendet hos en expert kan leda till att uppmärksamheten avtar [19].

Selektering

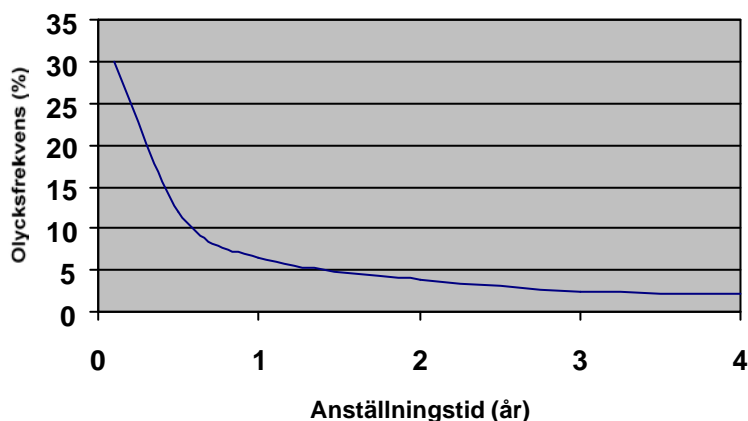
Att framföra transport av farligt gods kräver en rimlig grundutbildning. Dessutom erfordras naturligtvis körkort för fordonet ifråga liksom kurser och prov för hantering och transport av farliga ämnen, åtminstone för ADR-intyg.

Följande brukar betraktas som förmågor och färdigheter som en förare av ett fordon med farligt gods bör ha [30]:

- läskunnighet – att förstå skrivna meningar och stycken i arbetsrelaterade dokument,
- skrivkunnighet – att då så erfordras kommunicera effektivt i skrift med andra,

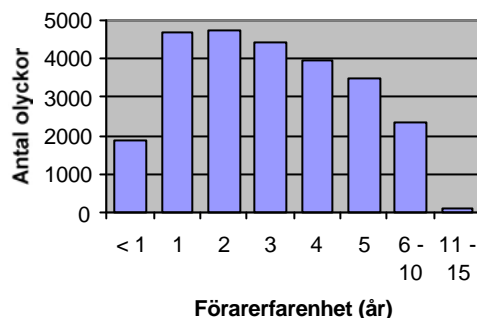
- kritiskt tänkande – att använda logik och analys för att identifiera styrkor och svagheter hos olika arbetssätt,
- drift och kontroll – att styra driften hos utrustning eller system,
- utrustningsunderhåll – utföra rutinunderhåll och avgöra när och vilken sorts underhåll som behövs,
- kontrollprecision – förmågan att snabbt och upprepat göra exakta justeringar genom att flytta manöverorgan hos en maskin eller ett fordon till exakta positioner,
- statisk styrka – förmåga att utöva maximal muskelkraft för att lyfta, trycka, dra eller bära på objekt,
- spatial orientering – förmåga att veta sitt läge i förhållande till omgivningen, eller att veta var andra objekt är i förhållande till en själv,
- reaktionstid – förmågan att reagera snabbt (med hand, finger eller fot) på en signal (ljud, ljus, bild etc.) när den uppträder,
- respsorientering – förmågan att välja snabbt och korrekt mellan två eller fler rörelser som reaktion på två eller fler signaler (ljus, ljud, bilder, och så vidare.). Det inkluderar hastigheten med vilken rätt gensvar ges med hand, fot, eller andra kroppsdelar,
- god syn – förmåga att se detaljer på avstånd.

Nyblivna förare är inte lämpliga för transport av farligt gods. Som visas i figur 10 är risken för olycka hög för förarna med mindre än 10 års erfarenhet. Orsaker till dessa olyckor är vanligtvis förarnas brist på rutin och deras risktagande attityd. Trafikolyckssiffrorna ökar upp till två års erfarenhet, för att uppnådd säkerhetsvinst kompenseras eller överkompenseras av ökat risktagande som resultat av självöverskattning [9].



Figur 9. Risk för arbetsolyckor [9].

Trots att sensoriska och motoriska funktioner börjar avta vid 25 års ålder leder bättre selektering av intryck (visuell orientering) och erfarenhet till bättre kritiskt tänkande [9], vilket ger säkrare körning. Å andra sidan, som visas i figur 9, minskar risken för olycksfall i arbetet, vilken kan vara relevant för lastnings- och lossningsoperationer, exponentiellt med antalet anställningsår [9].



Figur 10. Olyckor i vägtrafik med avseende på körerfarenhet [9].

Regler och procedurer

Regelverk

Brister i regelverk kan vara en vanlig orsak till mänskligt felhandlande. De sätt som myndigheter och andra officiella organ styr och övervakar praxis i företag och industri kan bidra till felaktigheter om reglerna inte är lämpligt utformade [6].

För sjötransport av farligt gods och miljöfarliga produkter har i olika sammanhang framhållits att regelverken är tillräckligt omfattande, så att behovet av nya regler är ringa. Efterlevnaden av reglerna är däremot bristfällig och det bör vara ett prioriterat område att förbättra den [13].

Trafikregler är också föremål för mycket diskussion. I USA genomför Federal Highway Administration (FHWA) ett flertal undersökningar för att bestämma korrekta åtgärder med tillämpning på nuvarande federala regler. Målet är att få en 20-procentig minskning av antalet omkomna och skadade år 2008. Det slutliga målet är en krockfri transportmiljö för yrkestrafik med motorfordon, [25]. Forskningen som utförs baseras på mänskliga faktorer (trötthet, hälsa, med mera), underhåll och besiktning, säkerhetsteknik, investering i åtgärdsprogram och grundläggande regler. Studierna fokuserar på följande

- *utvärdering och reformering av regelverken*, som inriktas på en nollvision enligt ovan,
- *efterlevnad och kontroll*. Identifiering och bedömning av effektiviteten hos visuell bildteknik för att underlätta inspektion av fordonssystem och komponenter, till exempel inspektionsutrustning för bromsfunktion som automatiskt gör kontroll av bromssystemet,
- *höjning av yrkesförarens kompetens*. Den största andelen krockar beror på mänskligt felhandlande. Viktigaste faktor är här förarbeteende (hälso-relaterat beteende, livsstil och körförmåga). Förbättra det genom utbildning, prov och tillståndsgivning (utveckling av standarder). Förbättra ledningspraxis (för att främja effektiv förarutbildning och bedömning). Utbildning om lagarnas tillämpning. Användning av simulatorer för praktik,

- *förarens alerthet och trötthet.* Försök att stimulera regelskrivning som avser att förbättra den 60 år gamla körtidsriktlinjen. Undersökningarna inriktas på inverkan på förarens trötthet av lastning och lossning, effekten av schemalägningsrutiner och krav från avsändare och mottagare på överträdelser av körtidsbegränsningar och säkerhetsrutiner, kvaliteten hos sådan vila som sker i bilen, nattkörning gentemot dagkörning och teknik för att detektera vakenhetsgrad,
- *fysiska kvalifikationer.* Syn, hörsel, epileptiker, diabetiker, apné med mera. Läkarintyg ingår i körkortsvillkoren (finns inte nu i USA),
- *avstånd mellan fordon.* Misstag som görs av andra förare bidrar allt som oftast till olyckor. Förarna kan göra misstag som att inte se sig för vid byte av fil eller backning.

Kritiska körtidsrelaterade frågor, som bör beaktas vid utveckling av kostnadseffektiva regler för yrkesmässigt använda motorfordon inkluderar [26]:

- maximal körtid,
- minsta körfri tid,
- konsekvenser av körtidsbegränsningar på arbetsschemat,
- åtskillnad mellan körtid och körfri tid,
- att dag/natt differentieras för att uppmuntra dagkörning,
- maximal sammanräknad tjänstgöringstid (per vecka),
- att ge förutsättningar för flexibilitet för yrkesmässig trafik och samtidigt säkerställa daglig och veckovis vila.

För att motverka risker bör reglerna ta hänsyn till följande [26]:

- höga böter eller straff för transportörer som tvingar förare att förfälska loggböcker och att bryta mot regler gällande vilka tider man får köra,
- upprättande av en rapporteringssystem (Safety Hotline), dit förare kan rapportera brott mot säkerhetsföreskrifter, med en garanti som skyddar föraren från att avskedas, straffas eller mobbas.

Procedurer

Vid lastning och lossning skall operatören följa särskilda rutiner, vilka kan variera beroende på det transporterade ämnet, fordonet eller egenskaperna hos anläggningarna. Mottagaren (eller avsändaren) förser operatörerna (inklusive föraren) med muntliga eller skriftliga procedurer. Procedurer beskriver hur man förväntar sig att en process skall utföras på rätt sätt. Eftersom det rör sig om kommunikation, så är procedurer säkrare om de finns i skrift. Procedurer kan behöva upprättas för många slags situationer, och vid uppbyggnad av systemet bör man alltså kunna förutse tänkbara potentiella olycksfall och förbereda adekvata procedurer för speciella situationer, vilket erfordrar stor förtrogenhet med området. Procedurerna bör till exempel också innehålla anvisningar om på vilka bildskärmar operatören skall söka efter information som grund för sina beslut. Egenskaperna hos bra skrivna procedurer sammanfattas som [18]:

- organiserade med en konsekvent utformning,
- noggranna och fullständiga,
- ändamålsenlig detaljnivå (inklusive varningar, säkerhetsråd och kritiska parametrar),
- förståeliga för personalen (med enkla meningar, positiva fraser och rak ordföljd).

Trafik och miljö

Det finns tre nivåer för själva körningen. Latenta risker finns på alla tre nivåerna och kan påverka sannolikheten för olyckor:

- *kontrollnivån* – där styrning, acceleration och fartminskning är huvudsakliga funktioner. Informationen som inhämtas är via syn, muskler och balanssinne,
- *instruktionsnivån* – val av säker hastighet och färdväg. Det är en beslutsprocess som anknyter till körfältspositionering, omkörning och möte,
- *navigationsnivån* – förmåga att planera och utföra en transport [28].

En avsaknad av ordentlig information under körningen är den primära orsaken till vägtrafikolyckor. Att inte veta eller kunna förutse avsikter hos andra förare kan framkalla en kollision. Ofullständig information om vägens topologi kan leda till att föraren väljer en olämplig hastighet, vilket kan förorsaka en olycka.

De säkerhetsfrågor lastbilsförare mest anmärker på är [26]:

- problem orsakade av förarna av privata fordon,
- stress på grund av tidspress,
- ouppmärksamhet,
- problem med utformning av körbanor eller lastbrygga,
- trötthet.

Förarna identifierar de viktigaste trötthetsrelaterade faktorerna enligt följande:

- inte tillräckligt med sömn,
- hård fysisk arbetsdag,
- värme – ingen luftkonditionering,
- väntan på lossning,
- oregelbundna måltider.

Länge har passiv säkerhet (krocksäker konstruktion, säkerhetsbälten med mera) varit i fokus för trafiksäkerhetsforskningen. Ansatsen kommer emellertid att medföra små förbättringar framgent, ty det anses att maximum redan har uppnåtts och forskningen behöver nu inriktas på aktiv säkerhet, där huvudpunkterna är följande [9]:

- kördynamisk säkerhet (ansedd som viktigaste punkt för att förbättra den totala säkerheten),
- körbeteende,
- perception/synlighet,
- ergonomi,
- betingelser (luftkonditionering med mera).

Vägen

En stort antal lastbilsolyckor inbegriper lastbilen ensam, speciellt i kurvor, där fordonet välter. Theseusprojektet [21] anger statistik, enligt vilken föraren orsakar 89 procent av dessa singelolyckor, helt eller delvis. Vältning av bilen är en mycket trolig möjlighet i händelse av en tankbilsolycka, då andelen vältning är 40 procent, mot 10 procent för andra typer av lastfordon. De orsakar också mer skador på föraren än andra olyckstyper. Uppenbarligen visar detta att gränssnittet väg - förare på något sätt misslyckas med att förse föraren med tillräckligt med information. Detta gränssnitt påverkas av förutsättningar som arbetsbelastning och trötthet. Olyckorna inträffar på grund av fenomen som "illusorisk kurva" [9]. En bättre förståelse av dessa fenomen behövs (kanske via ett program för säkerhetsutbildning), eftersom det verkar som om vägbyggnadstekniken inte klarar att modifiera uppfattningen om sådana kurvor eller deras faktiska utformning.

En grundsats för vägutformning anger att kunniga förare kan ges tillräckligt av rätt sorts information om risker och problem längs vägen för att undvika fel [9]. Tekniken för vägsäkerhet innefattar att värdera fel som beror på:

- överdrivna uppgiftskrav,
- ovanliga manövrar för att klara uppgiften,
- dålig sikt framåt,
- avvikelser från förväntningar,
- för höga krav på föraren,
- för låga krav på föraren,
- bristfällig, tvetydig, förbryllande eller saknad information,
- felplacerad, blockerad eller skymd information [9].

Kurvor – förarna väljer vanemässigt den hastighet som de kommer att ta kurvan med innan de går in i kurvan. Om kurvan är obekant blir valet baserat på synintryck. Sidokraften som uppstår i kurvan är det primära kriteriet för valet av hastighet, väl inne i kurvan. Kinestetisk förmåelse är den primära, men kan vara påverkad av droger eller alkohol [9].

Synintryck – Det har bevisats att hög belastning försämrar synuppfattningen. Alltför gynnsamma eller ogynnsamma betingelser ger tunnelseende. Bästa prestationen kan uppnås vid medelhög belastning av synintryck [9]. Uppskattningen av hastigheten är nästan alltid fel. Låga hastigheter överskattas och höga hastigheter underskattas. Förare vänjer sig vid hög hastighet, men effekten avtar ungefär fyra minuter efter att man lämnat motorvägen. Has-

tighetsmätaren används nästan aldrig för att rätta till sådana felaktiga uppskattningar.

Systematisk presentation av information – De sätt som information om vägens status presenteras på bör följa följande kriterier:

- relevans – viss information är viktigare än annan,
- begränsningar vid behandling – inte för mycket samtidigt,
- tidig kunskap – så mycket kunskap som möjligt innan körningen påbörjas,
- spridning – distribution av information medan man kör,
- förväntningar – föraren tar vissa saker för givet, och vägen bör konstrueras för att möta dessa förväntningar [28].

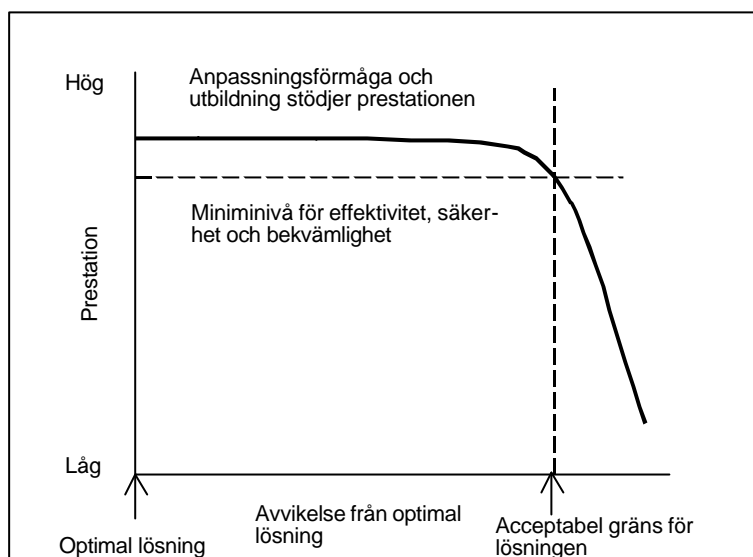
Rastplatser – Brist på rastplatser för yrkesmässiga fordon och förare har konstaterats i USA [26].

Annan trafik

I kollisioner med andra fordon är hastigheten ofta hög (medelhastighet i kollisioner är 49 km/h). Ett fel i trafikperceptionen kan sägas vara orsaken till dessa olyckor. Trafikperceptionen påverkas av faktorer som arbetsbelastning och trötthet. Theseusprojektet [21] identifierar 37 procent av dessa olyckor som helt eller delvis orsakade av förarens misstag.

Teknik

Den som kör farligt gods möter ett flertal människa-maskingränssnitt under transportprocessen. Det mest självklara är det gränssnitt som låter föraren utföra körningen inne i hytten till farligt-godslastbilen, till exempel ratt, bromspedal eller hastighetsmätare. Föraren kommer emellertid att växelverka med andra människa-maskingränssnitt under hela transportprocessen, som manövreringen av pumpen när lastning eller lossning av gods sker. Som framgår av tabell 7 finns det tre huvudkategorier av gränssnitt av teknisk karaktär: gentemot fordonet vid körning respektive vid tillsyn, och gentemot godset.



Figur 11. Anpassningsförmåga, utbildning och prestation [28].

Maskiner måste vara anpassade till människor, annars uppstår säkerhetsrisker. Kostnaderna för att behöva anpassa en person till en dålig konstruktion kan vara större än de som satsas på utveckling av ett system som möter en individs behov och tar hänsyn till hans begränsningar. Människor är dock mycket anpassningsbara, och utbildning tillsammans med övning kan förbättra effekten av deras anpassningsförmåga. Ekonomiska restriktioner kan göra att den sistnämnda lösningen genomförs [28]. Som visas i figur 11 kan prestanda upprätthållas genom övning och anpassningsförmåga, även om det avviker från optimal lösning. Det finns dock en gräns där prestationen påverkas trots sådana ansträngningar, och den når ett minimum i fråga om säkerhet, effektivitet och bekvämlighet. Den som utformar människa-maskingränssnittet måste avgöra kurvform, miniminivån för prestation och skalningen av x-axeln. Denna kan indelas efter någon fysisk dimension, arbetsrutin eller tidsdimension. Y-axeln kan graderas som en inverterad funktion av felfrekvensen [28].

Betrakta först gränssnittet förare-fordon, där föraren använder manöverutrustning för att styra fordonets funktioner. Information om fordonets tillstånd samlas in från vägbilden, instrument, ljud, vibration och upplevd rörelse. Växelverkan mellan människa och maskin sker i det avsedda arbetsutrymmet, i detta fall hytten. Arbetsutrymmet skall vara utformat så att det ger god åtkomst till reglage och hög komfort, i annat fall ökar sannolikheten för fel och olyckor. Människa-maskin-gränssnittet och arbetsutrymmet är en del av miljön. Miljön påverkar mänskligt uppträdande genom kort- och långfristiga effekter på hälsa och säkerhet. Den klassiska definitionen av miljö innefattade belysning, ljud, vibration, klimat, och biologiska, kemiska och radiologiska föroreningar. Nyare definitioner lägger till psykologisk och psykosocial miljö [28]. Konstruktören behöver analysera (eller simulera) växelverkan mellan människa och maskin, arbetsutrymme och miljö, för att säkerställa att anpassningen mellan dem är optimerad både med avseende på personliga egenskaper och på resultat från den utförda uppgiften. Lösningar avseende mänskliga faktorer skall bedömas mot kriterier på systemeffektivitet, personligt välbefinnande på både kort och lång

sikt (uttryckt i båda fysiologiska och psykologiska termer), och säkerhet vid nödlägen och vid missbruk av säkerhetsregler [28].

För lastnings- och lossningsoperationer behöver människa-maskingränssnitten vara robust byggda eller feltoleranta. Feltoleranta konstruerade skydd faller i kategorin detektering av avvikelse eller konsekvensreducerande säkerhetsåtgärder, som visas i figur 1. För detta syfte är det oacceptabelt att lägga till människa-maskingränssnittet i slutskedet av systemets konstruktion. Uraktlåtenhet att ta hänsyn till problem med mänsklig faktor vid konstruktionen inbjuder till fel. Sudano [20] föreslår nedanstående åtgärder för att minimera fel i människa-maskingränssnittet:

- förenkla konstruktionen (separera ut underordnade funktioner),
- minska växelverkan människa-maskin (automatisera beslut),
- skilj ut och bilda en hierarki av underordnade systems variabler (från kritiska till ickekritiska),
- utforma systemet som stöd för beslutsfattaren,
- isolera hårdvara från olika underordnade system,
- ordna överlappning av systemsensorer (redundans),
- organisera ett helhetsgrepp på systemets underhåll,
- bygg "långsammare system" (mer tid att reagera),
- säkerställ snabb feldetektering och återställning av kritiska funktioner,
- överdimensionera system (så att det inte arbetar till 100 procent).

Dessutom bör systemet designas för att ge stöd för åtgärder (beslutsfattande). I enlighet med det är följande uppsättning karakteristika en ansats till att förbättra förhållandet människa-maskin [11]:

- systemet och dess komponenter bör vara förenligt med förväntningar och tankemodeller (exempelvis om det finns åtta ledningar i en rad, så bör ledning nummer "8" vara placerad sist i raden, eftersom andra placeringar skulle inbjuda till fel),
- systemets tillstånd bör alltid vara otvetydigt klart för att undvika modala misstag (kan till exempel operatörer klart identifiera genom att kasta en blick, vilka ledningar som är "heta" och vilka som inte är det?),
- systemrespons bör vara reversibla och observerbara för operatörer, så att fel blir mer uppenbara (om till exempel en slang inte är ordentligt säkrad till pumpen, så bör slangen falla av sig själv så man hör det),
- om åtgärder är irreversibla, så bör de vara svåra att utföra,
- system bör utformas för "stilla nedkoppling" som gensvar på fel, och inte gå katastrofalt sönder,
- redundans, så att flera allvarliga misstag måste ske för att få en olycka.

Andra studier [27] bekräftar betydelsen av beslutsstöd för att förbättra säkerheten, genom att minska både reaktionstider för nödhändelser och behovet av nödstoppstillämpningar.

Grabowski m fl [2] föreslår också feltoleranta system för att förbättra säkerheten. De tillägger vidare att gränssnittet också bör designas med tanke på

nödsituationer. Ett flertal erfarenheter visar nämligen på att olycksförorsakande fel skett, därför att operatörer konfronterats med obekanta situationer som inte förutsetts eller kunnat förutses vid konstruktionen. Feltoleranta system kan dock inte ensamma utgöra hela lösningen på att komma till rätta med mänskliga fel [11].

En stor del av en användares beslutsfattande och påföljande åtgärder bestäms av information presenterad via instrument. Ett adekvat utformat gränssnitt kan övervaka inmatning och upptäcka att en begäran eller önskad åtgärd är oriktig och förhindra systemet från att ingripa [12]. Samarbeta med aktuella användare kan identifiera deras krav vid konstruktion av människa-maskingränssnitt (frågeformulär). Ett väl utformat varningssystem kommer att:

- ta fram tillräckligt med information,
- ta fram riktlinjer för att hantera situationen,
- ta fram information om sekundära konsekvenser,
- minska falsklarm.

Inom exempelvis flyget visade en undersökning [12] att varningssystem saknade information om sekundära konsekvenser av en viss åtgärd. Det visade sig också önskvärt att varningssystemet hade en prediktiv förmåga som möjliggjorde att förutsäga problem. En annan viktig egenskap hos ett väl utformat varningssystem är att det bör kunna hantera flera varningar, vilket betyder att systemet skall prioritera det som är viktigast.

Andra faktorer att ta hänsyn till vid design av människa-maskingränssnitt från mänsklig-faktor-synpunkt är

- utrustning bör konstrueras för enkelt underhåll,
- sammanblandning av instrumentavläsning bör undvikas, genom att markera skillnader mellan instrument som är fysiskt nära varandra,
- historisk information bör tas fram om vad som visas, för att undvika misstolkning under perioder av relativ stabilitet. Exempel är maximivärden och minimivärden under en viss period.

Programvarubaserade kontroller

Det finns en stadig tendens mot datorbaserade användargränssnitt med touchskärmar, pekdon och tangentbord. Mjukvarukontroller har identifierats [19] som en av flera faktorer som är potentiellt avgörande för säkerheten i anläggningar, i egenskap av viktig bidragande faktor i incidenter. Mjukvarukontroller befanns vara speciellt utsatta för oavsiktliga misstag. Fysiska kontrolltillbehör har vanligtvis fasta platser och enkla metoder för att komma åt dem. Mjukvarukontroller finns i det virtuella rummet och måste ofta styras via något displaysystem, vilken medför extra arbete för att exempelvis finna rätt skärmsida.

En klassifikation av misstag benägna att uppträda i samband med mjukvarukontroller återfinns nedan [19]. Fastän förklaringarna i första hand avser

sådana kontroller, bör samma klassifikation tillämpas för fysiska kontroller, men konstruktionsriktlinjer kan i några fall bara användas för mjukvarubaserade kontroller. Dessa riktlinjer inför vanligtvis någon sorts säkerhetsmått i det felförebyggande stadiet i en händelsekedja (se figur 1):

- *beskrivningsfel* – dessa inträffar när information som ges för att aktivera en sekvens är antingen tvetydig eller ej uppmärksam. För att minimera denna typ av fel, bör kontrollen uppfylla följande villkor: användning av en standarduppsättning ikoner och standardform för växelvärkan, valmöjligheter görs visuellt distinkta, separation av snarlika valmöjligheter, ordning av valmöjligheter efter sammanhang,
- *modala fel* – när användaren gör en felaktig klassificering av funktionssättet på grund av otillräcklig kunskap om det. Riktlinjer: eliminera funktionssättet, gör det tydligt, samordna acceptabla indata mellan olika funktionssätt (en bra inmatning i ett funktionsläge skall inte ge negativa indata i andra),
- *felordnade handlingssteg* – överhoppade, omvända eller upprepade steg i en sekvens (som utför sekventiella kontrolloperationer och matar in numeriska värden). Riktlinjer: att ge bättre feedback beträffande status hos sekventiella uppgifter (till exempel en dataskärm med tidigare händelser) kan förhindra att felordnade handlingssteg orsakar fel. När man matar in siffror är det bättre att ge en grafisk representation eller att använda pilar för att skriva in värden,
- *fel på grund av missad information* – när en oregelbundet förekommande händelse överlappar en sekvens med ofta förekommande nödvändiga handlingar, utförs den vanligt förekommande sekvensen istället. När den ofta förekommande händelsen har utförts nyligen är det troligare att denna typ av fel inträffar. Riktlinjer: minimera överlappande sekvenser för att reducera förekomsten av felet. Förbättra upptäckandet av dessa fel (varningar vid separeringspunkter),
- *fel på grund av inaktivitet* – Operatören glömmer att utföra slutet av en sekvens (vanligtvis på grund av uppehåll i arbetet). Riktlinjer: tillhandahåll minnesstöd för att återställa eller bevara sekvensförloppet.

Arbetsmiljö och ergonomi

Ergonomiska egenskaper avgör ofta formen och sannolikheten för riskabelt agerande [15].

En illa utformad arbetsplats med avseende på ergonomin kommer säkert att öka sannolikheten för mänskliga misstag. Därför behöver uppmärksamhet riktas mot att bedöma de ergonomiska egenskaperna hos arbetsplatsens utformning. Även om man länge förstått principerna för ergonomi, så kan svårigheter uppstå vid ändringar och nya tillämpningar, eftersom människor anpassar sig efter dålig design [11]. Denna effekt skulle kunna hindra utveckling av ny design eller till och med stoppa krav på förbättrad utformning. Ett historiskt exempel är qwerty-sekvensen på tangentbord, som inte är den bästa ergonomiska lösningen men som har kommit att bli standard [11].

Utformningen av maskiner eller arbetsplatser måste anpassas till ett stort antal individer med varierande vikt, längd, rörlighet, synskärpa, med mera. Ett väsentligt antal mänskliga egenskaper följer normalfördelningskurvan och vedertagna designlösningar försöker anpassa sig till 90 procent av befolkningen. Detta resulterar i att 5 procent av befolkningen långt under medel och 5 procent långt över medel undantas från normalt tillämpad design [28]. Varje utrustning påtvingar på så sätt många ett handikapp, som beroende på nivå kan förhindra användningen för vissa personer. Låga nivåer leder till ineffektivitet, besvär och obehag för vissa användare. Höga nivåer tillåter bara dem som passar att använda utrustningen och utesluter övriga.

Trötthet är ett centralt problem i trafiken. Miljöfaktorer som bidrar till att framkalla trötthet [27] är

- uppvärmning,
- ventilation,
- luftkonditionering,
- oljud,
- vibration.

Dessa faktorer påverkar stressnivåer och arbetsförmåga när de ligger utanför komfortzonen. Otillräcklig värme kan leda till ökad trötthet, beroende på köldskakningar, och minska reaktionstiden som behövs för att hålla fordonet under kontroll. Överdriven värme bidrar också till trötthet. Rekommenderade värden för temperaturen beror på omständigheterna. För kalla omgivningar rekommenderas en hyttemperatur mellan 18 och 20°C. Varma omgivningar erfordrar en hyttemperatur mellan 22 och 25°C. Rekommenderad relativ fuktighet ligger mellan 30 och 70 procent [27].

Andra aktörer

Kommunikation

Missförstånd har en långtgående inverkan på säkerheten i många tillämpningar. Kvaliteten hos information som är tillgänglig för systemets operatörer bestäms ofta av vilken kanal som utnyttjas för att ge stöd åt deras iakttagelser [3].

Grabowski m fl [2] påpekar betydelsen av mängden utväxlad information som har att göra med säkerhetsnivån och drar slutsatsen att tillförlitlig funktion och volymen av utväxlade samtal följs åt, för genom kommunikation blir ett komplext system mer förståeligt, mer förutsägbart och mer styrbart. Nedanstående riktlinjer rekommenderas för att förbättra en organisations säkerhetsresultat:

- var generös med kommunikation,
- erkänn den informella organisationens informationsfunktion,
- håll inte tillbaka dåliga nyheter för länge,
- säg till om saker inte verkar vettiga.

Organisationens kultur påverkar kraftigt hur ovanstående riktlinjer fungerar. Den spelar stor roll för hur medlemmarna utväxlar information, och i ogynnsamma fall kan den förhindra att kommunikationen förbättras. Till exempel kan utväxlad information lätt bli förvrängd, om det saknas förtroende mellan medlemmar i organisationen.

Kommunikationen mellan förarna och de olika aktörerna kan vara muntlig eller skriftlig. Muntlig kommunikation används speciellt i kontakter mellan föraren och lastnings- och lossningspersonal. Muntlig kommunikation glöms, bortfaller eller missuppfattas lättare än skriftlig, men problem kan även finnas med skriftlig kommunikation. Dokumenterad kommunikation kan även medföra fel, därför påverkar också sättet för hur kommunikationen sker möjligheterna för att mänskliga fel skall uppstå. Till exempel kan viktig information missas om man inte har ett standardformulär. Icke desto mindre visar sig i allmänhet dokument vara ett medel att förbättra tillförlitligheten i kommunikation, eftersom fel hänfödda till muntlig kommunikation förhindras, som att glömma instruktioner eller data. Emellertid är inte all kommunikation i transportprocessen möjlig i skriftlig form. Eftersom muntlig kommunikation således inte kan undvikas, kan det tänkas bidra till att förbättra säkerheten att förorda obligatoriska modeller och rutiner för kommunikation i lastnings- och lossningsskedena för farligt gods, på det sätt det finns nu inom flyget.

Avsändare, mottagare

Kommunikationen mellan avsändare/mottagare och förare inriktas på nedanstående frågor:

- vilket ämne skall transporteras?
- vilken mängd?
- när?
- var?
- hur?

Svaren på dessa frågor skall alltid finnas i dokumentationen (förutsatt att skriftlig kommunikation föredras här). Ingen parameter bör lämnas till subjektiv tolkning av föraren, även fastän föraren kan vara van vid ämnena, utrustningen, vägen och så vidare. Till exempel kan avsaknad av information om vägen före körningen vara en påverkande faktor som orsakar en olycka. Omvänt kan man genom att förse förarna med relevant och detaljerad information om vägen och dess egenskaper medverka till att förhindra olyckor.

I kommunikationen med avsändare och mottagare är fraktsedeln det huvudsakliga förargränssnittet. Men ett dokumentbaserat kommunikationssystem kan också vara ohanterligt och därigenom utsatt för mänskliga fel. Felen kan härröra från följande alternativ [10]:

- saknad eller missvisande information,
- hopblandad information. informationen avser till exempel fel produkt,

- felaktig tillämpning av information på produkt eller rutin.

Genom att tillämpa nedanstående principer på utformning av dokumentation anser Nakajo m fl [10] att uppfattnings- och kommunikationsfel kan minskas märkbart:

- anpassa verksamheten till operatörens förmåga,
- markera skillnader/ändringar i verksamheten som skall göras (till exempel en ovanlig last kan behöva rutiner som inte förekommer för annat, vanligare gods. Även om operatörerna bör känna till det, är det nödvändigt att markera detta igen),
- minska antalet skillnader.

Utformningen av ett dokumentationssystem bör ta hänsyn till nedanstående punkter, när det blir fråga om att designa dokumentet för att undvika fel [10]:

- identifiering av information som ofta missförstås eller leder till fel,
- identifiering av processtrukturen,
- lista med relaterad information (överensstämmelse mellan de föregående punkterna),
- utveckling av dokumentationssystemet,
- utvärdering.

En dramatisk minskning av felfrekvensen rapporterades [10] efter användning av denna procedur i programvaruindustri.

Personal vid lastning och lossning

Tömning av ett ämne till en tank som innehåller något annat är inte ovanligt. Konsekvenserna kan vara mycket skadebringande: explosion, eld, ångor, giftig rök med mera. Att denna situation kan uppstå beror oftast till större delen på kommunikationsmissar. Ordentlig kunskap om ämnet som föraren transporterar kan förhindra en ej önskvärd tömning till fel behållare. Kommunikationen mellan förare och lastnings- och lossningspersonal är också kritisk, eftersom problem med den (liksom i andra gränssnitt) kan resultera i sådana olyckor.

Speciella förväntningar kan ha inverkan på personalens beslutsfattande. Till exempel kan fel förväntas, om individens kunskap om vilken information som är tillgänglig för kollegorna är felaktig [4]. Operatörer gör ofta felaktiga antaganden om hur mycket deras kollegor känner till. Detta kan förhindra dem från att förutse framtida beteende hos annan personal korrekt.

Underhållspersonal

Båda sorters kommunikation (skriftlig och muntlig) kan förekomma i kontakten mellan förare och servicepersonal. Därför kan ovanstående principer även tillämpas i detta fall. Konsekvenserna av kommunikationsmissar mellan förare och servicepersonal kan bli katastrofala (till exempel glömmes

denna ett muntligt besked och underlåter därför att reparera nöta bromsar). En förstärkt gränssnitt för kommunikation förare-servicepersonal är en checklista i fordonet som fylls i efter varje leverans.

Räddningstjänst

Kontakten mellan förare och räddningstjänst kan bestå av att föraren inhämtar information från räddningstjänsten om lokala förhållanden som han behöver känna till. Exempel är rekommenderade vägar för farligt gods, eller temporära betingelser som avgör vägvalet. Det omvända fallet, då räddningstjänsten söker information från föraren, uppstår mest då en olycka inträffat. I detta fall har även andra informationsinsatser stor betydelse, såsom skyltningen på fordon och behållare, medsänd dokumentation av typen transportkort och fraktsedlar, med mera. Ett antal scenarier är då tänkbara, med varierande betydelse för räddningstjänstens agerande och möjligheter att begränsa konsekvenserna av olyckan:

- föraren är illa skadad och därför inte kontaktbar. Han kan inte själv lämna räddningstjänsten eller ge upplysningar om olyckan och godset,
- skyltar och transportdokument är ej överensstämmande eller saknas. Felaktig information går till räddningstjänsten, som inte kan göra korrekta förberedelser eller insatser,
- föraren lämnar felaktiga uppgifter om adress, produkt eller liknande beroende på stress eller okunskap. Räddningstjänstens insats blir även här försämrad.

5. Praktikfall 1: Transport av natriumhydroxid

En transport, jämte lastning och lossning, av natronlut (natriumhydroxidlösning, NaOH) följdes under en halv dag. Transportsträckan var cirka 60 km.

Avsändare

Produkter

Avsändarföretaget säljer ett antal produkter som klassificeras som farligt gods, huvudsakligen till avnämare i Västsverige

Exempel på produkter:

- natronlut,
- svavelsyra,
- natriumhypoklorit,
- ättiksyra,
- perättiksyra (ansågs som farligaste produkt, mycket reaktivt).

Organisation

För alla transporter av farligt gods anlitar avsändarföretaget ett lokalt åkeri. Detta åkeri kör enbart farligt gods åt avsändaren och har inga andra körningar. En transportsamordnare har sin plats inne hos avsändaren. Cirka 14 bilar och 20 förare finns inom åkeriet.

Kvalitetssäkring

Både avsändaren och åkeriet är certifierade för ISO 9001 och ISO 14001. Kvalitetsmanual för åkeriet fanns i bilen (alla bilarna). Alla förekommande rutiner och övriga åtgärder var väl beskrivna liksom hur verifieringar skall göras med mera. Manualen innehåller även beskrivning av situationer som föraren kan möta och hur de handläggs, till exempel åtgärder vid trafikolycka.

Behörighet

Alla åkeriets förare har ADR-utbildning, som upprepas en gång per tre eller fyra år. Dessutom har avsändaren en endags internutbildning angående farligt-godsfrågor och transporter. Denna utbildning upprepas en gång per år. Skriftligt prov avläggs i anslutning till provet. Med en sådan utbildning får förarna själva genomföra lastning av farligt gods inne på avsändarföretaget. För andra, icke behöriga förare, fanns en särskild behörig lastansvarig, som i sådana fall verkställer lastningen och ansvarar för den.

Kommunikation

Förarna är utrustade med mobiltelefon och kan alltid nå någon ansvarig på åkeriet. Tre personer i ansvarig ställning turas om att ha jour på åkeriet.

Observerad förare

Den förare som följdes var i 30 – 35 årsåldern. Han hade bara arbetat i företaget i ett år. Tidigare hade han kört bensin och brännolja för en åkare i Göteborg. Han var nöjd med bytet, då han ansåg att den nuvarande arbetsgivaren var bättre, speciellt i säkerhetsfrågor och attityd till förarna. Utbildningen i farligt gods hade han ingen anmärkning mot, utan tycktes nöjd med den.

Det föreföll som om förarnas arbetssituation var bra enligt honom. Ledningens agerande uppfattades som kompetent och seriöst, och var ett stöd. Relationen med avsändarföretaget föranledde ingen anmärkning. Förarna trivs med både åkeriet och avsändarföretaget. Många arbetssökande förare vill ha jobb på åkeriet. Generellt skall en sökande till åkeriet ha minst tio års körvana, innan han kan få anställning som farligt-godsförare.

Säkerhetsmedvetandet föreföll högt hos föraren, och han var angelägen om att påvisa det. Han var klar över vad som kan hända om något går snett i hanteringen av farligt gods. ”Man måste veta vad man gör” var hans kommentar. Han hade goda kunskaper om de olika kemikaliernas egenskaper och deras skadeverkningar på människor och miljö. Ingen, varken egen arbetsledning eller personal/ledning inom avsändarföretaget stressar på arbetet. Om exempelvis lastningen tar mer tid än förväntat respekteras det. Det får ta sin tid då säkerheten aldrig ifrågasätts. Regler för raster och vilotider gällande körningar respekteras.

Generellt om konflikter gällande föraren.

Om någon omständighet inte uppfyller vedertagen säkerhetsstandard, enligt förarens uppfattning, meddelar föraren detta till sina överordnade eller till jourperson, som får ta hand om ärendet. Föraren ger sig aldrig in i dispyt eller konflikt. Det har inte hänt föraren hittills att någon gjort svårigheter eller ifrågasatt ett påpekande (till exempel om en dålig slang för tömning av farligt gods). Påpekanden respekteras och åtgärdas vanligtvis utan onödigt dröjsmål. Förarna har fullt stöd från sin ledning i detta agerande.

Uttagning fordon

Teknik/Fordonsbeskrivning

Den aktuella bilen var en dragbil med semitrailer med en isolerad kemikalietank om cirka 21 m³ rymd. Tanken var indelad i tre delar med respektive 8,5; 4,0 och 8,5 m³ rymd. Ett lock per tank, cirka 0,5 m diameter för påfyllning på toppen fanns, plus en liten ”pysventil” för att ventilera bort eventu-

ellt övertryck. För tömning, som sker med tryckluft, fanns en kompressor, som drivs av motorn. Dessutom fanns anslutningspunkt på tanken för extern tryckluft. I ett låsbart skåp (för hänglås; lås saknades på bilen) fanns anslutningspunkter för avtappning av tankarna. För tömning av tankarna fanns en tvåtums slang med på bilen.

Kontrollrutin/regelverk

En checklista finns i kvalitetsmanualen för vilken kontrollrutin som skall följas och vad som skall kontrolleras. Normalt kör föraren den aktuella bilen, men han var väl insatt i rutinen vad som skall kontrolleras, när ett annat fordon skall tas ut. Kontrollrutiner före körning, varje morgon, av den ”egna” bilen fanns, men verkade inte tas lika allvarligt.

När annan last skall tas, än som varit i tankarna förut, skall dessa rengöras av föraren, en procedur som följer en viss rutin och tar 30 – 40 minuter för en van förare.

Säkerhetsutrustning

I bilen:

- absorptionsduk, att lägga över brunnar för att förhindra att kemikalier rinner ut i avloppssystem vid ett utsläpp,
- absorptionsmedel,
- spann,
- eldsläckare, 2 stycken,
- skyffel.

För föraren:

- skyddshjälm,
- ansiktsvisir,
- skyddsglasögon,
- skyddskläder (overall),
- stövlar.

Tillkommer övrig fordonsbunden utrustning som krävs enligt Vägtrafikförordningen och ADR, varningstriangel, stoppklotsar med mera.

Kommunikationssystem

Alla förare är utrustade med en personlig mobiltelefon.

Åtgärder vid fel

Arbetsledningen/jour larmas per mobiltelefon. Incidenter skall rapporteras enligt instruktion (som satt på väggen i vågkontrollrummet).

Utbildning.

Se avsnittet Avsändare – Behörighet ovan.

Kvalitetssystem/säkerhetspolicy

Se avsnittet Avsändare – Kvalitetssäkring ovan.

Lastning

Lastning sker på olika platser inom avsändarföretaget beroende på vilken produkt som skall lastas. Lastplatserna ligger i anslutning till produktionsplats och lagring.

Lasten i det aktuella fallet bestod av natronlut, NaOH, med 20 procent koncentration. Den skulle levereras till en processindustri för att användas som pH-reglerare i processen. För att få rätt koncentration blandades vatten och 100 procent natriumhydroxid vid lastningen.

Lastplatsen var placerad i det fria och bestod av arbetsplattform av gallerdurk, cirka 20 m lång, på cirka 4 m höjd över mark och försedd med ett enkelt plåttak. Rörledningar med de aktuella produktslagen var framdragna till platsen. På plattformens bägge sidor var rör, ventiler, styrutrustning och armatur för de aktuella lastslagen monterade och kunde nås från plattformen. Tankbilens tank kunde nås via en stege som kunde fällas ut från durken. På den aktuella platsen kunde kalilut, natronlut och vatten lastas ut. Lastning kunde ske från bägge sidor av plattformen och på två platser per sida. Även järnvägsvagnar kunde lastas.

På lastplatsen fanns detaljerade skriftliga instruktioner om lastningsprocedurerna på ett antal inplastade blad, fast monterade, men blädderbara, i en mapp i ögonhöjd. Skåp med provflaskor med mera för provtagning fanns även på plattformen.

Lastningen skedde via de öppnade toppluckorna på bilens tank. Luckorna öppnades av föraren, som klättrade ut på tanktoppen. Först startades fyllning i det aktuella fallet av avjoniserat vatten. (Lut måste tillsättas vatten och inte tvärtom). En slang kopplades till ett vattenuttag, som var försett med automatik, kontrollpanel med räkneverk och tillhörande tryckluftstyrda avstängningsventil i ledningen. Slangen fördes ned i tanköppningen. Lastningen startades, genomfördes och stoppades automatiskt genom att räkneverket på kontrollpanel ställdes in på ett förvalt värde, följt av en knapptryckning på startknappen.

Efter att vattenpåfyllningen pågått en stund startades påfyllning av lut.

Lastanordningen för natronlut bestod av ett utbalanserat rörsystem, med rörliga leder, monterat över lastbilens tank. Före lastningen fördes rörändan ned manuellt i tanken av föraren, balanserande på tankens topp. Lastningen

startades, genomfördes och stoppades automatiskt genom att räkneverket på en kontrollpanel ställdes in på ett förvalt värde, följt av en knapptryckning på startknappen. Föraren fick efter knapptryckningen snabbt hoppa ut på tanken för att fånga upp rekylrörelsen från rörsystemet när flödet startades!

För att tillförsäkra en bra blandning fördes ett rör ned i tanken och tryckluft blåstes in i botten av tanken via röret.

Bilens tre tankar lastades i tur och ordning på samma sätt, varvid bilen flyttades däremellan. Efter lastningen spolades vattenslang och tryckluftsspjut av med rent vatten. Bilens tank spolades även ren utvändigt. I vårt fall kom en begäran av provtagning av lasten i alla tre tankarna. Detta sker dock inte för varje last utan förekommer då och då.

Om lastplatsen, kommentarer

Risikfaktorer

Platsen är öppen och någon möjlighet att ta skydd i någon hytt eller liknande fanns inte. Vintertid kan förhållandena vara besvärliga. Vid + 8° C fryser natronluten, varvid rörlänkarna i lastanordningen blir tröga och anordningen svår att hantera. Risk för fallolycka finns alltid men speciellt under vinterförhållanden.

Brist på fixeringsanordning av lutpåfyllningsutrustningen som nämnts ovan. Det är oacceptabelt att föraren skall behöva hoppa ut på trailerns tank och hejda rekylrörelsen, när flödet startar. Man kan sannolikt inte helt bortse från risken, att röret kan lyftas rakt upp och ut ur tanken av rekylkraften, om friktionen i lederna skulle minska och bli otillräcklig. (Vad händer när utrustningen åldras och slits?). Koncentrerad lut kommer i en sådan situation att spruta ur 4"-röret över bilen och omgivningen och sannolikt skvätta ned operatören. Eventuellt kan svåra personskador bli följden.

Risk för att utsättas för stänk finns alltid vid den förekommande manuella hanteringen. Hög observans och försiktighet är nödvändig, tillsammans med god kunskap om vad konsekvenserna kan bli. Man har högst 5 sekunder på sig att nå en ögonusch om man får lut i ögonen. Spolning under 30 minuter måste sedan ske för att förhindra ögonskador.

Vattenslangar för spolning och påfyllning liksom tryckluftsslangen till "omrörar"-röret drogs fram till bilens tank över durkplanet med risk för snubbling. Förvaringsplats för slangar och rör var även på durkplanet.

Potentiella felkällor.

Föraren kan räkna fel på inställningsvärdena till räkneverken eller ta miste på procenthalt, när blandningen sker vid lastningen. Ingen kontroll eller provtagning görs normalt.

Säkerhetsutrustning på lastplatsen

Följande säkerhetsutrustning fanns att tillgå på lastplatsen:

- nödstoppsknappar för att stoppa pågående lastning,
- två nödduschar jämte ögonduschar uppe på plattformen i omedelbar anslutning till operatörsplatserna,
- larm från nödduschen, kunnig personal rusar till från angränsande platser och assisterar om någon startar nödduschen,
- ättiksyra med 1 procent koncentration i en dunk på plattformen, fungerar bra som neutraliserare vid eventuellt spill, men har inte stöd i något regelverk,
- rent tryckvatten via en lös slang med ställbart munstycke.

Observatören utrustades med hjälm, skyddsglasögon och gasmask vid ankomsten och fick låna handskar och jacka av föraren.

Avsändaren, dokumentation

Vid ankomst till avsändarföretaget vägs bilen på en våg vid porten. Kvitto på vägningen hämtar föraren i ”vågrummet” vid porten. Där läser han sedan i en lastlista i en pärm, vad och hur mycket han skall lasta. Han räknar sedan om dessa värden till inställningsvärden för räkneverken på lastplatsen med hjälp av en räknedosa.

Efter verkställd lastning kör han åter ut på vägen vid porten och tar ett nytt vågkvitto. I samma pärm som ovan tar han fram den i förväg färdigskrivna transportsedeln i tre exemplar. Lastlistan och transportsedeln har ställts i ordning av åkeriets transportsamordnare dagen innan.

Vid verkställd körning och återkomst återlämnas den av mottagaren kvitterade transportsedeln till transportsamordnaren (eller läggs i vägningsrummet?). En dagrapport innehållande vilken last och mängd som levererats, och till vem, lämnas även. Tider och platser anges. Dagrapporten innehåller även plats för verifiering av hur mycket som lastats. Här skall lastad produkt och mängd fyllas i och signeras/verifieras av den lastningsansvarige (i detta fall föraren).

Åtgärder vid fel

Avsändarens lastansvarige larmas per mobiltelefon. Incidenter skall rapporteras enligt instruktion (en instruktion satt på väggen i vågkontrollrummet).

Transport

Teknik

- Bilen förses med farligt-godsskyltar på föreskrivet sätt.
- För transport av farligt gods finns regler om vilka vägar och leder som får användas.
- För transport till platser där tillfartsvägarna är dåliga, måste val av bil ske så att transporten kan fungera säkert ända fram.

Avsändare

Se avsnittet Lastning.

Mottagare

Information om leverans meddelas av lastsamordnaren dagen innan. Föraren har kontakt med mottagaren under färd och anmäler sin ankomst i porten.

Myndighetstillsyn

”Flygande” kontroller utmed vägarna förekommer. De respekteras av föraren, som är införstådd och beredd på sådant. Föraren vet var aktuella dokument och handlingar finns, att föreskriven utrustning finns med liksom att bilen är i ordning, kontrollerad och servad.

Trafik

Förekommande regler är kända och följs liksom hastighetsbegränsningar. Vägrenskörning är generellt inte tillåten, annat än tillfälligt för att underlätta omkörningar. Medtrafikanten i allmänhet har ingen kunskap om vad som transporteras och uppträder därefter. Ett förutseende körsätt är viktigt.

Räddningstjänst

Räddningstjänsten larmas via 112 på vanligt sätt.

Ett angivet 020-nummer på en lista i bilen kan ringas upp för att ge information om agerandet vid ett utsläpp, beroende på vad som kommit ut. Oklart vart numret går! Räddningsverket? Giftinformationscentralen?

Yttre påverkan

Väder och väglag kan vara svåra faktorer. Normalt är förhållandena hanterbara, men det förekommer att föraren väljer att stanna när förhållandena innebär olycksrisk. Samråd med åkeriet sker vid svåra förhållanden.

Man har bättre däck med grövre mönstring på vintern (egentliga vinterdäck, som för personbilar, finns inte för tunga fordon).

Lossning

Teknik på fordonet

Lossning av trailerns tank sker via ventilförsedda bottenavtappningar, som är tillgängliga i ett låsbart skåp på trailerns vänstra sida, en avtappningsstos för varje tankfack. Genom att koppla till tryckluft till tanktopparna erhålles ett drivtryck att driva ut innehållet. Se fordonsuttag ovan. Via en medhavd slang kunde anslutning till mottagarens rörsystem göras.

Mottagningsstationen

Stationen var nybyggd sedan ett år. Den var placerad fritt och hade ett skärmtak och en skärmvägg, den senare placerad motsatt ”manöversidan” med sina rör och armaturer. I en liten hytt fanns möjlighet att vistas under pågående lossning. Där fanns även räkneverk, säkerhetsutrustning och monitorer för övervakning av förrådstankarna, som fylldes vid lossningen. Natronlut och svavelsyra var de produktslag, som kunde tas emot. Förrådstankarna låg i en mindre byggnad cirka 30 m från lossningsplatsen. Ledningar med färskvatten och tryckluft var framdragna till lossningsplatsen.

Automatiskt överfyllningsskydd till förrådstankarna fanns. Nära intill kopplingsstosen på ledningarna till förrådstankarna satt tryckluftdrivna avstängningsventiler, som stängdes automatiskt om överfyllningsskyddet aktiverades.

Lossningsprocedur

Operatören som var ansvarig för lossning och hantering av farligt gods på företaget mötte upp vid ankomsten till lossningsplatsen.

Lossningen skedde genom att först koppla den medhavda slangen mellan någon av trailerns tömningsstosar och aktuell stos i mottagarens rörsystem. Så kallade ”mejerikopplingar” användes i detta fall. Dessa har en gängfattning och eventuellt övertryck kan ”pysas ut”, med liten risk att man blir utsatt för sprut eller stänk. Aktuella avstängningsventiler i trailern och i rörsystemet öppnades sedan, och tryckluft kopplades till berörd tank på trailern. Tryckluften var tryckreducerad och hade cirka 2 bars övertryck. Efter att tanken var tömd lät man tryckluften passera ut genom ledningen för att driva ut luten ur denna, det vill säga tömma ledningen.

Mottagaren verifierade att han fått beställd mängd efter avslutad lossning.

Efter lossningen demonterades påfyllnings- och tryckluftsslang. Utrustningen spolades ren med vatten och placerades på plats.

Säkerhetsfrågor

Risken för olyckor med farligt gods är generellt högre på lossningsplatsen, då lossningen sker med övertryck i tankarna. Överföringsslangen jämte dess anslutningar, med slangklämmor till rörkopplingarna i ändarna, är härvid de svaga länkarna och utgör en potentiell riskfaktor.

Nödduschen var placerad innanför en dörr i ett utrymme i anslutning till hytten ovan. Avståndet till lossningsplatsen, vid tömningsslangen, var i längsta laget och åtkomsten till duschen störs av dörren.

Säkerhetsutrustningen i hytten omfattade skyddskläder (overall), hjälmar, handskar, skyddsglasögon och stövlar.

På lastplatsen fanns en spolslang med tryckvatten.

Operatören hade ingen skyddsutrustning på sig inledningsvis, vilket påpekades av föraren. Han hade missat att ta med nyckeln till hytten. Först när företagets miljöchef råkade passera, ordnades nyckelfrågan och operatören tog på sig ansiktsvisir men ingen hjälm.

Föraren ansåg att mottagaren bör ställa upp med två man vid lossningen med hänsyn till risknivån. Om något händer den ene kan den andre assistera och kalla på hjälp.

Överfyllningsskyddet enligt ovan var olämpligt utformat. Vid en avstängning bryts flödet och en momentan tryckstegring uppstår i överföringsslang, rörledningar och armaturer före avstängningsventilen. Ökad risk för rör- eller slangbrott blir följden.

Operatörens brist på formell utbildning och visade brist på respekt avseende säkerheten utgjorde en risk. Det föreföll vid påpekande som att det inte var osannolikt att överordnade hade bristande insikt om riskerna med de hanterade produkterna och tillhörande regelverk. Operatören hade för avsikt att ta upp detta med sin chef.

Avsändaren/mottagaren

Föraren kontrollerar med mottagaren innan lossningen påbörjas, att rätt produktslag och kvantitet levereras och att den avtalade mängden kan tas emot. Transportsedel i två exemplar lämnas till operatören efter överpumpning, varav den ena signeras av denne och lämnas tillbaka.

Mottagaren gör normalt inte någon egen kontroll av att rätt produkt har levererats.

Utbildning, mottagaren

Operatören saknade formell utbildning och hade aldrig gått någon kurs eller liknande i farligt-godsfrågor. Han var uppenbarligen självlärd. Han hade tidigare varit ansvarig för det angränsade vedförrådet. Närmaste chef var produktionschefen för ett produktionsområde.

Kvalitetssystem

Mottagarföretaget är certifierat för ISO 9000, ISO 14000 och EMAS, vari operatören var insatt. Föraren hade dock begränsade kunskaper om mottagarföretagets kvalitetssystem.

Generellt om mottagare

Om avsändaren skall leverera till ett ny kund eller till en okänd plats skickar man i förväg ut ett formulär med ett antal frågor om lossningsplatsen, som måste besvaras av kunden före leverans.

Transport tom/dellast

Inga ytterligare kommentarer eller tillägg utöver innehållet ovan.

En slutsats av uppföljningen

Förhållandena hos mottagarna kan antas vara generellt mer riskutsatta än lastningsplatsen i "hemmaföretaget" under en transportcykel. Från avsändaren har man har liten kontroll och begränsade möjligheter att påverka säkerheten. Förarnas situation är utsatt här.

6. Praktikfall 2: Transport av gasol

En transport, jämte lastning och lossning, av 16 ton gasol följdes under en halv dag. Transportsträckan var från Skarvikshamnen i Göteborg till ett verkstadsindustriföretag, cirka 80 km. Föraren är anställd av gasolleverantören och har 30 års erfarenhet som förare.

Uttagning fordon

Teknik/fordonsbeskrivning

Fordonen står uppställda i Skarvikshamnen på särskilt avspärrat område. Föraren inspekterar fordonet okulärt vid hämtning. Ingen checklista eller liknande används. I princip har föraren alltid samma fordon.

Krav på fordonssäkerhet verifieras vid årlig fordonsbesiktning och provtryckning av tank vid återkommande besiktning (sex år). Slangar kontrolleras med avseende på sprickor och liknande och byts vid läckage. I framtiden kommer de att bytas med jämna mellanrum.

Kontrollrutin/regelverk

Skriftliga kontrollrutiner eller checklistor finns inte. Kraven i regelverken på exempelvis säkerhetsutrustning förutsätts uppfyllda, men någon särskild kontroll utförs inte.

Säkerhetsutrustning

Säkerhetsutrustning medföres enligt vad som föreskrivs i ADR.

Kommunikationssystem

Föraren har tillgång till mobiltelefon.

Åtgärder vid fel

Vid akuta fel sker åtgärd omedelbart. Föraren har ansvar för att fel rapporteras och tar själv beslut om felet är akut. Han avgör själv nivån utan stöd från annat håll. Fel på fordon under färd är helt och hållet förarens ansvarsområde.

Utbildning

Föraren har ADR-behörighet. Viss återkommande utbildning om farligt gods ges av räddningstjänsten. Internutbildning har getts om brandbekämp-

ning och åtgärder vid gasolläckage. Föraren är nöjd med den utbildning han har fått.

Kvalitetssystem/säkerhetspolicy

Avsändaren har nyligen kvalitetscertifierats, men kvalitetssystemets innehåll och syfte verkar inte ha förmedlats till föraren. Inga särskilda konfliktområden har kunnat identifieras.

Lastning

Lasten vägs in av gasollastningspersonal och utskrift av fraktdokument lämnas till föraren. Föraren handhar såväl egen som avsändarens utrustning, till exempel utför han uppkoppling av jordledning och slangar. Ingen särskild skyddsutrustning används vid lastning.

Avsändaren, dokumentation

Utskrift av fraktdokument lämnas till föraren.

Arbetsledning

Arbetsledningen avgör i samråd med föraren destination och mängd.

Åtgärder vid fel

Vid akuta fel sker åtgärd omedelbart. Föraren har ansvar för att fel rapporteras och tar själv beslut om felet är akut. Han avgör själv nivån utan stöd från annat håll. Fel på fordon under färd är helt och hållet förarens ansvarsområde.

Utbildning

Förutom vad som anges ovan också utbildning i företagets kvalitetssystem och säkerhetspolicy.

Kvalitetssystem/säkerhetspolicy

Se ovan. Konflikter kan uppstå då avsändaren ställer krav på att föraren skall köra över tillåten tid för att klara leveransen. Föraren bestämmer själv om han skall neka extra last.

Transport

Teknik

Trånga transportvägar kan utgöra ett problem men normalt är inte vägens status problematisk. Skyltning för farligt gods är olika i olika kommuner. Man är skyldig att känna till lokala trafikföreskrifter. Utländska eller långväga förare kan ha svårt att välja rätt färdväg. Skyltar vid infarten till exempelvis Göteborg skulle kunna hindra att transporter med farligt gods oavsiktligt hamnar i tunnlar.

Regelverk

Föraren anser sig ha fått rimlig information om tillämpliga regler för farligt gods och vägtrafikregler. Vägrenskörning bedöms av föraren. Särskild skrift om lokala trafikföreskrifter kontrolleras vid transport till ny kund.

Avsändare

Transportdokumentationen tillhandahålls av avsändaren.

Mottagare

Information till mottagare sker via telefon. Mottagare varslas om ankomsttid och behövliga förberedelser.

Myndighetstillsyn

Kontroller utmed vägarna förekommer. De respekteras av föraren, som är införstådd med tillsynens innebörd och inte upplever den som överdriven eller att man ser på petitesser. Tillsynen bedöms ha en preventiv effekt.

Arbetsledning

Kommunikation med arbetsledningen sker via telefon. Inga problem att komma överens om ny last eller ändrad färdväg. Föraren avgör om körtid med mera räcker till.

Trafik

Andra trafikanter har i allmänhet ingen kunskap om vad som transporteras, men de utgör i stort sett inget problem.

Utbildning

Utbildningskraven anses tillräckliga. Det krävs emellertid ingen erfarenhet, endast körkort och ADR-utbildning.

Räddningstjänst

Räddningstjänsten larmas via 112 på vanligt sätt. Kontakt tas ibland vid färd genom nytt område för att kontrollera om det finns särskilda vägar för farligt gods.

Räddningstjänsten skall informeras om parkering. Andra fordon får inte parkera inom visst skyddsavstånd. Det är svårt att uppfylla detta i praktiken, eftersom fordon kan parkera under tiden som föraren sover.

Räddningstjänsten uppfattas som aktiv partner i både positiv och negativ bemärkelse.

Kvalitetssystem

Det finns inga regler för åtgärder i extrema situationer.

Yttre påverkan

Föraren gör egen bedömning vid till exempel dåligt väder.

Lossning

Mottagningsstationen

Anläggningarna är av likartad typ, och föraren känner väl till förekommande anläggningar. Tekniska brister påtalas av föraren. Kunden litar ofta till att föraren har expertkunskap.

Det finns markerat område för uppställning av bil, men ingen särskild avspärning eller skyltning. Det är mycket annan trafik i området.

Säkerhetsfrågor

Vissa krav om uppställning vid lossning tar inte hänsyn till praktiska detaljer, som att avgasröret är vänt mot anläggningen.

Avsändaren/mottagaren

Det är inte säkert att mottagaren är på plats under lossning. I föreliggande fall kom han då 2/3 av lossningen var genomförd. Dokumentationen och utskrift av lossad mängd läggs i brevlåda.

Kvalitetssystem

Mottagarföretagets eventuella kvalitetssystem är inte känt för föraren och påverkar inte hans agerande. Föraren påtalar brister i anläggningen för mottagaren.

Transport tom/dellast

Inga ytterligare kommentarer eller tillägg utöver innehållet ovan.

Avlämnande av fordon

Rapportering av större fel sker till verkstad vid avlämning. Mindre fel sparas till översyn och service. Det finns ingen särskild lista för detta utan information överförs muntligt.

7. Gränssnittsproblem och deras roll i händelseutvecklingen

Slutsatser

Den i denna rapport redovisade förstudien innefattar en sammanställning av vad som är känt om orsaker till mänskligt felhandlande, med särskild fokusering på tankbilsförarens arbetssituation. Dessutom har kritiska händelsekedjor identifierats liksom de viktigaste av förarens gränssnitt gentemot omgivningen där ogynnsamma förutsättningar kan bidra till att fel uppstår. Iakttagelser från några rutinmässiga transporter av farligt gods har registrerats och utvärderats i relation till de funna sambanden.

Resultat av förstudien

De gränssnitt föraren har gentemot sin omgivning och andra aktörer och vilka antas ha central betydelse för hans prestationer har identifierats och sammanställts i tabell 7 ovan.

Inom projektet har också fastställts vad som bör betraktas som avgörande olyckshändelse, relaterad till transport av farligt gods. Genom att definiera den som förlust av kontroll över fordon eller gods kommer riskbedömningar att kunna ta hänsyn till inte bara faktiska farligt-godsolyckor, där farliga ämnen kommit ut ur sin inneslutning, utan också sådana olyckor där detta inte hänt men där potentialen för det varit stor.

Organisation

Eftersom felhandlande är den bakomliggande orsaken till flertalet olyckor är gränssnittet mot organisationen kanske det viktigaste. Adekvat utbildning och praktisk erfarenhet, rutiner för arbetet, klargjorda roller och arbetsuppgifter, arbetstider, tekniska och ekonomiska förutsättningar med mera är faktorer som undersökningen visar är väsentliga och som tillhör det organisatoriska området. Begrepp som säkerhetskultur och kvalitetspolicy är i sin såväl utformning som faktiska tillämpning också av stor betydelse. Felaktig eller utebliven kommunikation är ofta avgörande, vilket till stor del är ett organisatoriskt problem.

De utförda praktikfallen visar att föraren har en viktig roll inte bara under själva körningen, utan också i ett antal andra situationer:

- bedömning av fordonets kondition,
- lastning och lossning,
- då incidenter inträffar.

Andra aktörer

Det förefaller som om vissa aktörer, till exempel på mottagaranläggningar, anser föraren ha en expertstatus, vad gäller transport av farligt gods. Det innebär förväntningar som olika förare är mer eller mindre väl rustade att svara upp till.

Behovet av väl fungerande kommunikation, även sett som en organisatorisk fråga enligt ovan, är starkt knutet till gränssnittet mot andra aktörer.

Teknik

Relativt få olyckor kan relateras direkt till tekniska fel. Tekniken kan emellertid vara mer eller mindre svår att bemästra, respektive ge bättre eller sämre stöd för individens handlande. Logiskt och konsekvent utformade ergonomiskt anpassade gränssnitt antas underlätta förarens arbete, liksom lättillgängliga instruktioner, automatisering, informationstekniskt stöd och utvecklade telekommunikationer. Effekten är dock i relation till mänskligt beteende komplex och inte alltid entydigt säkerhetshöjande.

Trafik och miljö

Förarens förmåga att klara en komplex trafiksituation har varit föremål för många omfattande undersökningar. En del resultat har studerats i samband med föreliggande studie, och inverkan av faktorer som manövergränssnitt, körtidsscheman, överbelastning och trötthet, understimulans med mera har belysts. Svåra farligt-godsolyckor har ofta, om än långt ifrån alltid, sitt upphov i en trafikolycka.

Regler och procedurer

Det är viktigt att de regler som ställs upp är kompetent formulerade och tekniskt adekvata. De bör inte heller vara så komplexa att deras tillämpning försvåras. Regler bör generellt sett uppfylla förväntningen att tillämpningen av dem ökar säkerheten med ett rimligt kostnads-nyttförhållande. För närvarande finns på aktuella områden, trafiksäkerhet och fordon, respektive transport av farligt gods, ett regelkomplex som av många uppfattas som alltför komplext. Behovet av ytterligare regler anses på flera håll vara litet, medan det efterlyses bättre kontroll och efterlevnad av existerande regler.

Områden för vidare undersökning

Verifiering av preliminära slutsatser

Förstudien som redovisas här har haft en begränsad omfattning och bara kunnat ytligt kartlägga det stora komplex av faktorer som styr handlingsmönster och orsakssamband. Även om en rad slutsatser kunnat dras preliminärt enligt ovan erfordras en verifierande undersökning för att kunna göra säkra påståenden. Tillvägagångssättet är då att med denna förstudie som grund utarbeta en styrdokumentation för en serie seminarier/grupparbeten.

Däri ingår identifiering av olyckshändelser och incidentrapporter som kan relateras till felhandlande och gränssnittsproblem.

Sådana seminarier genomförs sedan med avsikten att chaufförernas erfarenheter och synpunkter skall tas till vara och analyseras, kompletterade med andra aktörer i de ovan angivna gränssnitten.

Analysen innehåller följande moment:

- beskrivning av gränssnittsrelaterade aktiviteter,
- identifiering av säkerhetshöjande respektive riskhöjande faktorer i den beskrivna växelverkan,
- fortsatt analys av olyckshändelser och tillhörande fel-/händelsetråd,
- riskvärdering av de undersökta områdena,
- förslag till åtgärder, med enkel kostnads-nyttanalyt.

Genom en iterativ och interaktiv process med operatörerna förutsätts förutom underlag och värdering av faktorer en rimlighetsbedömning, acceptans och förankring av resultaten komma till stånd. Områden som särskilt bör uppmärksammas beskrivs i vidare detalj nedan.

Förarens expertroll

Förväntningarna på förarens kapacitet kan i många fall vara för högt ställda. Uppenbara exempel är då det beordras överuttag av körtimmar eller då leveransscheman är orimligt komprimerade. Därutöver antas föraren ha goda kunskaper om regelkomplexet runt transport av farligt gods, kunna informera andra aktörer om godset och dess egenskaper, känna till rutiner för omstöpning av farliga ämnen hos såväl avsändande som mottagande företag och de säkerhetsföreskrifter som gäller där. En vidare undersökning bör granska omfattningen och lämpligheten av en sådan expertroll (som kan vara av godo om den är klargjord och förutsättningarna finns att uppfylla den).

Effekt av regelskrivning

En preliminär slutsats är att behovet av ytterligare regler är ringa, i stället kan det med visst fog antas att den nuvarande regelmassan från säkerhetsynpunkt är ineffektiv. Enklare och färre regler skulle ha större förutsättningar att förstås, efterlevas och kontrolleras. Denna hypotes bör prövas i en vidare undersökning.

Modell för händelsekedjor och avvikelseorsaker

En hypotes inför denna förstudie var att typiska sådana avvikelser från säker drift som bildar led i händelsekedjor fram till en kritisk olycka kan relateras till bestämda gränssnittsrelaterade problem. Förstudien har visat att inriktningen på de beskrivna gränssnitten är riktig, eftersom avgörande avvikelser härstammar från dem. Emellertid kan också slutsatsen dras att något enty-

digt samband mellan vissa gränssnittsfaktorer och vissa händelser inte kan identifieras. Exempelvis kan en vältning, som för tankfordon är en förhållandevis vanlig olyckstyp, relateras till förarens gränssnitt både mot vägen (misslyckande i att korrekt bedöma förhållandena), andra trafikanter (behov av väjning), miljön (för hög hastighet), regelverken (för hög hastighet, felaktig lastfördelning) och organisationen (eventuellt överuttag av körtid, trötthet). Skulle läckage därefter uppstå kan det förutom problem som inte direkt berör föraren (tekniskt undermålig tank, vassa föremål vid vägen) involvera gränssnitten mot tekniken (ej stängt ventiler eller domlock), återigen miljö och regelverk (för hög hastighet), andra aktörer såsom räddningstjänst (information) med mera.

Med den information som förstudien gett kan emellertid en modell för ett systematiskt angreppssätt, utgående från gränssnittsbegreppet, utvecklas för relationen mellan gränssnittsproblem och olycksrelaterade händelsekedjor, som innefattar inverkan av olika så kallade mänskliga faktorer.

Kvantifiering av olika faktorerers betydelse

Förstudien ger vissa indikationer på olika faktorerers vikt vad gäller olycksförebyggande eller olycksfrämjande egenskaper. Exempelvis torde arbetsorganisationen och klarläggandet av förarens arbetsbetingelser vara mycket väsentliga. Det bör vara angeläget att undersöka närmare, med statistiska uppgifter som grund, den relativa betydelsen av olika faktorer för att få fram underlag för prioriterade insatser.

Information om olyckor och incidenter samlas in och rapporteras i olika sammanhang, exempelvis av polisen och räddningstjänsten. En slutsats av förstudien är att den dock inte är strukturerad och anpassad för att kunna användas på ett ändamålsenligt sätt i förebyggande säkerhetsarbete.

Ett sätt att få en tydligare bild av orsakssamband och tillhörande gränssnittsproblem är att göra en ingående undersökning av ett antal just inträffade olyckor och incidenter, med teknisk undersökning, faktainsamling och intervju med berörda personer. Det skulle också ge underlag för bedömning av det faktiska behovet framgent av insamling av information och en uppfattning om lämplig struktur för detta. Särskilt intressant kan detta vara mot bakgrund av att nya föreskrifter för säkerhetsrådgivare förutsätter att dessa kommer att rapportera tillbud med farligt gods.

Förslag till åtgärder

En fortsättning på projektet bör som nämnts under ovanstående punkter klarlägga ett antal faktorer i förarnas olika gränssnitt som kan ligga till grund för kedjor av händelser som leder till en olycka. I och med att sådana faktorer identifieras och kvantifieras kommer också förslag till motåtgärder att kunna utvecklas. Det förutses speciellt i en fortsättning en nära interaktion med branschen och ett antal förare, vilket skapar förutsättningar för acceptans av föreslagna åtgärder.

8. Referenser

- [1] Forsythe, C., m.fl., "Human factors in high consequences manufacturing systems", Sandia National Laboratories, nov 1997.
- [2] Grabowski, M., m.fl., "Human and organizational error in large scale systems", IEEE, 1996.
- [3] Johnson, C., "Reasoning about human error and system failure for accident analysis", Interacting with Computers, Elsevier, 1999.
- [4] Johnson, C., "The application of user modelling techniques to reason about the human contribution to major accidents", Proceedings of the 7th International User Modelling Conference, N Y, USA. 1999.
- [5] Johnson, C., "Why human error analysis fails to help system development", Interacting with Computers, Elsevier, 1999.
- [6] Johnson, C., "Visualizing the relationship between human error and organizational failure", Proceedings of the 17th International Systems Safety Conference, Orlando, U.S.A. 1999.
- [7] Johnson, N., "Do blame and punishment have a role in organisational risk management?", British Airways Flight Deck, utg 15, våren 1995.
- [8] Kristiansen, S., An approach to systematic learning from accidents, IMAS vol 107, nr 2, London 1995
- [9] Lamm, R., m.fl., "Highway design and traffic safety engineering handbook", McGraw-Hill, 1999.
- [10] Nakajo, T., m.fl., "A case history development of a foolproofing interface documentation system", IEEE, 1993.
- [11] Noyes, J.M., "Managing errors", IEE, 1998.
- [12] Noyes, J.M., m.fl., "Human error in aviation: designing warning systems from a user perspective", IEE, 1996.
- [13] Pålsson, I. och H. Torstensson, Sealoc – Safer Maritime Transport of Dangerous Goods, SSPA Research Report No. 107.
- [14] Reason, J., "Errors and violations: The lessons of Chernobyl", IEEE, 1988.
- [15] Reason, J., m.fl., "Human errors and disasters", IEEE, 1992.
- [16] Rhyne, W., "Hazardous materials transportation risk analysis", Van Nostrand Reinhold, 1994.
- [17] Smidts, C., "A taxonomy and root-cause analysis of human cognitive behaviour based on a cognitive model", IEEE, 1995.
- [18] Steinbrink, J., "Human error plagues maintenance activities", Impomag, March 1997, <http://www.impomag.com/397sr.htm>

- [19] Stubler, W., m.fl., "When soft controls get slippery: user interfaces and human error", Brookhaven National Laboratory, 1998.
- [20] Sudano, J., m.fl., "Minimizing human-machine interface failures in high risk systems", IEEE, 1994.
- [21] THESEUS, Tanks mit höchst erreichbarer Sicherheit durch experimentale Unfallsimulation, Final summary report, BMBF, Köln 1995.
- [22] Thompson, C., m.fl., "The application of Atheana: A technique for human error analysis", IEEE 6th annual human factors meeting, 1997.
- [23] Torstensson, H., "Säkerhetsbrister och skador vid tanktransport av farligt gods på väg", SSPA Maritime Consulting, Göteborg, 1999.
- [24] U.S. DoT, Federal Highway Administration, "Commercial motor vehicle driver fatigue and alertness study", December 1996.
- [25] U.S. DoT, Federal Highway Administration, "Office of Motor Carrier and Highway Safety (OMCHS) Research and Technology Program Overview", February 1999.
- [26] U.S. DoT, Federal Highway Administration, "Summary of driver fatigue programs", November 1998.
- [27] U.S. DoT, Federal Railroad Administration, "Improving railroad safety and safety passenger technology through targeted research demonstrations, 1992-1997", December 1998.
- [28] Wright, P., m.fl., "Transportation Engineering", John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [29] @Glasgow Accident Analysis Group, "Research summary, 1998-1999", <http://www.dcs.gla.ac.uk/research/gaag/summary.html>
- [30] @HEB Services, "Human error", 1999, <http://www.human-error.com>