



TSG  
2020-3130

# Transportstyrelsens riktlinjer för riskanalysarbete

För fartyg i nationell fart (TSFS 2017:26)

Upprättad av

Claes Tretow  
Sjö- och luftfart  
Enheten för fartyg och sjövärdighet  
Sektionen för sjövärdighet

# Transportstyrelsens riktlinjer för riskanalysarbete

För fartyg i nationell fart (TSFS 2017:26)



## Innehåll

<b>1</b>	<b>FÖRORD</b> .....	<b>4</b>
1.1	När ska en riskanalys göras? .....	4
<b>2</b>	<b>INTRODUKTION TILL RISKANALYSARBETE</b> .....	<b>7</b>
2.1	Grundläggande begrepp.....	7
2.1.1	Risk.....	7
2.1.2	Riskidentifiering .....	8
2.1.3	Kvalitativ och kvantitativ riskanalys .....	8
2.1.4	Konstruktionsgruppen .....	8
2.1.5	Riskkriterier.....	8
2.1.6	Riskanalys .....	9
2.1.7	Riskbedömning.....	9
2.1.8	Riskhantering.....	9
2.1.9	Riskreducerande åtgärder.....	9
2.1.10	Konsekvens .....	9
2.1.11	Konsekvensbedömning .....	9
2.1.12	Sannolikhet.....	10
2.1.13	Sannolikhetsbedömning .....	10
2.2	Sammansättning av konstruktionsgruppen .....	11
2.3	Riskanalysarbetets struktur .....	11
2.3.1	Riskarbetets omfattning och riskkriterier .....	12
2.3.2	Riskarbetets riskidentifiering .....	12
2.3.3	Arbetet med riskanalysen.....	13
2.3.4	Riskutvärderingens syfte .....	13
2.3.5	Reducering av risk genom riskbehandling .....	13
2.3.6	Dokumentera riskarbetet.....	14
2.4	Riskkriterier .....	14
2.4.1	ALARP.....	14
<b>3</b>	<b>ANALYSMETODER</b> .....	<b>16</b>
3.1	Riktlinjer för riskidentifiering och analys .....	16
3.2	Metoder för riskidentifieringsprocessen.....	17
3.2.1	Brainstorming .....	17
3.2.2	Delphi-metoden .....	17
3.2.3	Checklistor .....	18
3.2.4	Preliminär olycksfallsanalys (PHA).....	18
3.2.5	Hazard and Operability Studies (HAZOP).....	18
3.2.6	Vad-händer-om metoden (SWIFT).....	19
3.2.7	Miljöriskbedömning (ERA).....	20
3.2.8	Feleffektanalys (FMEA/FMECA) .....	20
3.2.9	Händelseträdanalys (ETA) .....	23

3.2.10	Felträdsanalys (FTA).....	24
3.2.11	Orsak och effektanalys (cause-and-effect analysis) .....	25
3.2.12	Beslutsträdsanalys .....	25
3.2.13	Analys av mänsklig tillförlitlighet (HRA).....	26
3.3	Riktlinjer för presentation av riskanalysen .....	26
3.3.1	FN-kurvor.....	27
3.3.2	Individriskkonturer (Individual risk curves) .....	27
3.3.3	Riskmatris.....	28
3.4	Analys av osäkerheter i analysen.....	30
<b>4</b>	<b>RIKTLINJER FÖR RISKANALYSENS INNEHÅLL, KVALITET OCH DOKUMENTATION .....</b>	<b>31</b>
4.1	Riktlinjer för motivering och spårbarhet.....	31
4.2	Vägledning kring riskanalysens omfattning beroende på fartygets art och storlek.....	31
4.3	Riktlinjer för riskanalysens innehåll.....	31
4.3.1	Analysens omfattning och syfte.....	31
4.3.2	Beskrivning av fartyget och aktuellt område för analys.....	32
4.3.3	Funktionskrav .....	32
4.3.4	Sammansättningen av konstruktionsgruppen .....	32
4.3.5	Hantering av riskkriterier .....	33
4.3.6	Val av analysmetoder.....	33
4.3.7	Identifiering av risker .....	33
4.3.8	Arbeta med riskvärdering .....	34
4.3.9	Befintliga skydd och säkerhetsåtgärder .....	34
4.3.10	Riskutvärdering.....	34
4.3.11	Riskbehandling .....	35
4.3.12	Omvärdering av risker .....	35
4.3.13	Osäkerheter i analysen .....	35
4.3.14	Motiveringar och spårbarhet.....	35
4.4	Sammanhållen dokumentation .....	36
4.4.1	Referenser.....	36
<b>5</b>	<b>REFERENSER OCH TILLÄMPBARA STANDARDER.....</b>	<b>37</b>
	<b>BILAGA 1 MALL FÖR SAMMANSTÄLLNING AV IDENTIFIERADE RISKER ....</b>	<b>38</b>
	<b>BILAGA 2 CHECKLISTA FÖR KVALITETSKONTROLL .....</b>	<b>39</b>
	<b>BILAGA 3 METODER OCH VERKTYG FÖR RISKANALYSARBETE.....</b>	<b>42</b>
	<b>BILAGA 4 RISKER OMBORD .....</b>	<b>45</b>

# 1 Förord

Denna riktlinje avser att ge en introduktion till riskanalysarbete genom att introducera begreppen risk och riskbedömning samt ge exempel på vedertagna riskanalysmetoder definierade i IEC/ISO 31010:2009.Handledningen syftar till att ge vägledande information till redare som väljer att verifiera fartygs uppfyllelse av funktionskrav genom riskanalyser enligt de nationella föreskrifterna TSFS 2017:26. Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om fartyg i nationell sjöfart.

Med hänsyn till syfte och komplexitet kan riskanalysarbete genomföras med varierande detaljnivå. Riktlinjen ger vägledning för bedömning av riskanalysens kvalitet, innehåll och omfattning med avseende på tillämpningsområdet.

Som utgångspunkt bör riskanalysarbete innehålla tydliga motiveringar och förklaringar på vilka grunder riskbedömningar görs. Arbetet bör mynna ut i en heltäckande dokumentation med spårbarhet för att kunna revideras.

## 1.1 När ska en riskanalys göras?

En redare kan välja att göra en riskanalys för att verifiera uppfyllelse av funktionskrav vid nybyggnation, inflaggning eller vid ombyggnation. Ett skäl kan vara att fartyget i vissa delar inte helt uppfyller krav i etablerat och sammanhållet regelverk eller krav i en vedertagen teknisk standard. Redaren kan då välja att visa att funktionskrav och allmänna råd i föreskrifterna uppfylls genom en så kallad jämförande analys eller genom att genomföra riskanalyser som påvisar att en föreslagen lösning ger motsvarande säkerhet som uppnås genom att tillämpa ett etablerat och sammanhållet regelverk.

Det kan exempelvis röra sig om att fartyg har en annan konstruktionslösning eller att obeprövad ny teknik introduceras och följaktligen finns inte föreskrivna krav i de existerande regelverken. Några exempel:

- Skrovkonstruktion av annan typ än definierad i regelverk eller vedertagen teknisk standard.
- Alternativ utformning av brandskydd.
- Drift med alternativa bränslen.
- Obeprövad ny teknik eller brist på erfarenheter från befintliga installationer eller tillämpningar.

Några tänkbara scenarion relaterat till ovan punkter kan exempelvis vara:

**Exempel 1:** Redaren flaggar in ett fartyg med en icke vedertagen typ av skrovmaterial. Redaren frångår ett etablerat regelverk för skrovkonstruktion, fribord och stabilitet och verifierar att fartyget uppfyller funktionskraven genom att utföra riskanalyser.

**Exempel 2:** Redaren vill installera framdrivningsmaskiner vars drivmedel är bränslen med låg flampunkt.

**Exempel 3:** Redaren vill använda obeprövad ny teknik relaterat till batteridrift.

Det är en fördel om redaren stämmer av identifierade risker och vald analysmetod med Transportstyrelsen så tidigt som möjligt. Avstämningen kan säkerställa att analysens nivå och omfattning är tillräcklig. En tidig avstämning kan lämpligen innehålla en säkerhetsplan som redovisar det tänkta arbetssättet och vilka provningar, beräkningar etc. som avses att genomföras samt en kravkvittenslista som visar överensstämmelse med gällande föreskrifter. Därutöver kan en preliminär risklista som redovisar identifierade risker behövas. Generellt grundar sig Transportstyrelsens bedömning på att:

- Konstruktionsgruppens (analysgruppen) sammansättning och kompetens är relevant.
- Vald analysmetodik finns beskrivet.
- Alla relevanta krav har beaktats.
- Alla tänkbara risker är analyserade med fokus på sannolikhet och konsekvens.
- Riskerna har värderats utifrån acceptanskriterier och ligger inom ramarna för vad som anses acceptabelt.
- Åtgärder finns för att reducera risker.
- Verifikat finns på att tester utförts.

Riktlinjen ger utförlig handledning rörande analysmetodik, utförande, innehåll och dokumentation för en riskanalys. Dispositionen ser ut enligt följande:

**Kapitel 1** avser att ge en introduktion till riktlinjen.

**Kapitel 2** avser att introducera läsaren till de centrala begrepp som används, hur riskarbetet bör struktureras samt till hur konstruktionsgruppen, dvs. den grupp som utför riskanalysen, bör sättas samman.

**Kapitel 3** tar upp och ger förslag på några vanliga analysmetoder som kan användas vid riskanalys.

**Kapitel 4** avser att ge vägledning kring analysens innehåll, omfattning samt dokumentation kopplat till slutlig verifieringen av riskanalysen.

**Kapitel 5** beskriver referenslitteratur och tillämpbara standarder som denna riktlinje grundar sig på.

**Bilaga 1** innehåller en mall som kan användas av konstruktionsgruppen för att:

- Sammanställa risker som har identifierats.
- Ge ett mått på risknivå för dessa risker.
- Beskriva de åtgärder som föreslås relaterat till riskerna och ge hänvisningar till dessa i dokumentationen av riskanalysen.

**Bilaga 2** utgörs av en lista som kan användas för att kontrollera att riskanalysen speglar riktlinjens nivå på kvalitet och innehåll.

**Bilaga 3** ger en överblick över de analysmetoder som beskrivs i IEC/ISO 31010.

**Bilaga 4** ger förslag på händelser och aktiviteter som bör beaktas i en riskanalys. Notera att dessa inte på något sätt är heltäckande utan endast avser att ge vägledning.



## 2 Introduktion till riskanalysarbete

Syftet med att utföra en riskanalys är att skydda värden genom att identifiera och värdera risker, identifiera orsaker till dessa och ta fram åtgärder som eliminerar eller reducerar riskerna, eller mildrar konsekvenserna av oönskade händelser. Värden är i detta fall relaterat till mänskliga, miljörelaterade samt egendomsvärden.

Observera att utgångspunkten är att fartyg är unika och behöver individuella riskanalyser, specifikt gäller detta för system och operationell drift. Riskanalysarbetet ska alltså i första hand vara fartygsspecifikt. Tekniska riskanalyser som utförts på andra fartyg kan dock användas, förutsatt att fartygen operativa begränsningar och det bedömda tekniska området är identiska i sitt utförande. Resultat, data, checklistor, material och erfarenheter från tidigare analyser kan då användas som stöd och underliggande data för den aktuella riskanalysen.

Transportstyrelsen rekommenderar att riskanalyser genomförs innan ombyggnads- eller nybyggnadsarbete påbörjas. Arbetet med riskanalys ska resultera i åtgärdsplaner som tar hand om alla risker som identifierats. Åtgärdsplanen ska följas under byggnationen eller förändringen av fartyget för att säkerställa att de identifierade risker har omhändertagits i enlighet med det som har framkommit i riskanalysen.

Hänsyn bör också tas till de kända parametrar som föreligger vid drift av fartyg och upprepas allt eftersom man får ny erfarenhet. Man bör också beakta förändringar relaterat till driften av fartyget. Detta förutsätter att riskanalysarbetet omarbetas och upptäckten av nya risker hanteras på lämpligt sätt. Riskanalysarbetet ska vara heltäckande och baserat på tillgänglig information.

### 2.1 Grundläggande begrepp

#### 2.1.1 Risk

En risk definieras som kombinationen av

- sannolikheten för att en viss händelse inträffar
- konsekvensen av att händelsen inträffar.

Generellt betyder det att en möjlig förlust av värde är definierat genom dess sannolikhet och konsekvens. Risker kopplade till ett fartygs operation kan delas upp i följande kategorier:

- Risker för person (hälsorisker, skador, dödsfall etc.).
- Miljörisker (olika former av utsläpp så som partiklar, olja etc.).
- Risker för egendom (fartyg, last, hamnområde etc.).



### 2.1.2 Riskidentifiering

Inom ramen för denna riktlinje handlar riskidentifiering främst om identifiering av de skadehändelser/riskkällor som kan uppkomma relaterat till ett system<sup>1</sup>, konstruktionslösning eller driften av ett fartyg. En riskidentifieringsprocess utgår från tillgängligt material i form av ritningar, specifikationer, checklistor, rutiner ombord, säkerhetsföreskrifter, operationella förfaranden tillsammans med erfarenhet samt expertbedömningar för att identifiera och inventera risker kopplade till området som analyseras. Arbetet bör mynna ut i inventeringslistor på de identifierade riskkällorna. Dessa risker kan vidare analyseras relaterat till dess uppkomst, sannolikhet att de inträffar samt konsekvenser och direkta effekter om de inträffar.

### 2.1.3 Kvalitativ och kvantitativ riskanalys

En riskanalys innehåller i regel kvalitativa inslag när det kommer till avgränsningar av analysobjekt, identifikation av riskkällor och specifikation av riskanalysmodell. I de sjöfartsrelaterade användningsområden som avses när en redare väljer att verifiera uppfyllelse av funktionskrav med hjälp av riskanalys, är utgångspunkten generellt att någon form av kvantitativ analys bör genomföras. Exempelvis kan statistik användas för att uppskatta frekvens på skadehändelser relaterade till aktuellt område (ex olycksstatistik). Andra preskriptiva regelverk kan också användas för att identifiera acceptabla nivåer för det specifika området man vill åtgärda med hjälp av riskanalyser. Detta krävs för att kunna göra en skattning av riskens storlek baserat på kvantifiering av sannolikheter och konsekvenser. Om däremot analysobjektet är av mindre omfattning och komplexitet kan en kvalitativ analys vara tillräcklig. Hur komplexitet av analysobjekt fastställs är beroende av en första kvalitativ bedömning av sannolikhet och konsekvenser. Exempelvis riskmatris där indelningen kan vara hög-låg risk samt stor-liten sannolikhet. Detta kan också användas för att få en grundläggande förståelse för risken och eventuellt vid behov gå vidare med kvantitativa analysmetoder.

### 2.1.4 Konstruktionsgruppen

Konstruktionsgruppen som ibland benämns som analysgruppen, utgörs av den grupp personer som utför riskanalysarbete. Konstruktionsgruppen kan exempelvis innehålla representanter från ägare, konstruktörer, oberoende externa experter och konsulter, fartygsoperatörer, säkerhetstekniker, tillverkare av utrustning, skeppsbyggnadsingenjörer, sjöingenjörer, sjökaptener eller brandingenjörer med nödvändiga kunskaper och erfarenheter inom aktuellt område. Grupps sammansättning av expertkompetens är nödvändigtvis inte jämförbar mellan en 12 meters fiskebåt som vill verifiera funktionskrav för brandisoleringen i maskinrummet genom en riskanalys och ett unikt nybyggnadsprojekt av ett passagerarfartyg som ska ta 300 passagerare.

### 2.1.5 Riskkriterier

Riskkriterier är de mått som en risk jämförs mot för att avgöra om risken kan accepteras eller inte. Syftet med kriterierna är att hjälpa till med beslutsfattande kring vilka åtgärder som krävs för att reducera en risk

---

<sup>1</sup> Med system menas här ex. livräddningssystem, säkerhetsledningssystem eller liknande som inte är del av konstruktion eller normal drift av fartyget.

### 2.1.6 Riskanalys

Riskanalys avser arbetet med att förstå riskers karaktär och egenskaper om var, hur och varför en risk uppkommer. Arbetet innefattar bland annat analys av konsekvenser, sannolikhet, skadehändelser och scenarier ombord samt vad införda riskreducerande åtgärder har för effekt.

### 2.1.7 Riskbedömning

Riskbedömning är den övergripande processen som innefattar identifiering av risker och riskkällor, analys av dessa risker med hjälp av vedertagen metodik samt värdering av riskerna.

### 2.1.8 Riskhantering

Riskhantering avser processen från vilken riskkällor identifieras till och med att beslut tas om att de skall åtgärdas.

### 2.1.9 Riskreducerande åtgärder

En åtgärd som introduceras för att minska risken, exempelvis en konstruktionslösning eller etablerande av en säkerhetsplan relaterat till riskkällor ombord.

### 2.1.10 Konsekvens

Konsekvens kan, inom sjöfartsområdet, kortfattat uttryckas som utfall från en händelse som på något sätt påverkar människor, fartyg eller angränsande omgivning.

### 2.1.11 Konsekvensbedömning

Konsekvensbedömning innefattar arbetet med att förutsäga vilka effekter som kan uppstå om en viss olycka inträffar. Tidigare händelser av liknande karaktär ger vägledning för bedömningen av identifierade konsekvenser. Några exempel på frågeställningar i en konsekvensbedömning är exempelvis:

- Vilken värmestrålning uppstår vid en brand i maskinrum?
- Vad har värmestrålningen för effekt på struktur, angränsande utrymmen, personal?
- Vad kan läckage av olja ha för effekter på natur, djurliv, människor?
- Vilken skada uppstår på en konstruktion vid en viss belastning?
- Vilken skada uppstår på person vid en viss händelse exempelvis allvarliga personskador, brandskador, dödsfall, flera dödsfall.

Beroende på hur omfattande och detaljerad konsekvensbedömningen är, syftar den både till att analysera *indirekta effekter* av händelser, exempelvis uteblivna intäkter eller långsiktig påverkan på miljön, samt att bedöma *direkta effekter* som exempelvis skada på människa, miljö eller egendom. I en konsekvensanalys kan konsekvenserna skattas både som förväntat antal skador av en viss grad, antal dödsfall, förväntad miljökada (areal spridning, koncentration, belastning på miljö) eller som förväntad ekonomisk skada (reparationer, renovering och ombyggnad m.m.). Analyserna kan göras både kvantitativt dvs. med hjälp av empiriska data och beräkningsmodeller för till exempel brandbelastning och värmestrålning samt med hjälp av mer kvalitativa modeller som bygger på erfarenhetsbaserade bedömningar och uppskattningar.

Nedan ges ett exempel på hur en konsekvensgradering kan se ut, i detta fall baseras kategoriseringen av *personskada* på Transportstyrelsens definition av olyckstillstånd.

**Tabell 1: Exempel på uppställning av en konsekvensbedömning.**

Konsekvensbedömning					
Konsekvensgrad	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Personskada	Mindre olycka	Olycka	Lindrig olycka	Allvarlig olycka	Dödsolycka
Miljöskada	Ingen sanering, liten utbredning	Enkel sanering, liten utbredning	Enkel sanering, stor utbredning	Svår sanering, liten utbredning	Svår sanering, stor utbredning
Egendomsskada	<0,1 milj kr	0,1-1 milj kr	1-5 milj kr	5-20 milj kr	>20 milj kr

*Olycka* - oönskad och icke uppsåtlig plötslig händelse, eller följd av händelser, som får skadliga konsekvenser.

*Lindrig olycka* - Med lindrig personskada menas en skada som en person lidit, och som resulterat i arbetsoförmåga där personen upp till 72 timmar inte kunnat fungera normalt, och som börjar inom sju dagar från det datum då skadan ledes.

*Allvarlig olycka* - Med allvarlig personskada menas en skada som en person lidit, och som resulterat i arbetsoförmåga där personen i mer än 72 timmar inte kunnat fungera normalt, och som börjar inom sju dagar från det datum då skadan ledes eller att den skadade varit inlagd på sjukhus mer än 24 timmar.

*Dödsolycka* - en skada som en person lidit, och som resulterat i dödsfall inom 30 dagar som en konsekvens av händelsen.

### 2.1.12 Sannolikhet

Sannolikhet avser hur troligt det är att en viss händelse inträffar under en viss tidsperiod.

### 2.1.13 Sannolikhetsbedömning

För att kunna bedöma risknivå krävs förutom skattning av konsekvensen av en oönskad händelse också att man analyserar sannolikheten för att händelsen inträffar. Genom att svara på frågan Hur ofta kan händelsen tänkas inträffa? kan frekvensen för händelsen bedömas. Detta kan baseras på statistik i form av kända frekvenser för skadehändelser, exempelvis baserat på historisk data eller erfarenhet. Ett exempel kan vara att händelsen uppskattas inträffa 1 gång per 10 år. Sannolikheten för att händelsen ska inträffa under ett givet år kan då approximeras till  $10^{-1}$ . I Tabell 2 nedan ges ett exempel på en sannolikhetsgradering kan definieras.

**Tabell 2: Exempel på uppställning av en sannolikhetsbedömning.**

Sannolikhetsbedömning					
Sannolikhetsgrad	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Sannolikhet per år	$<10^{-4}$	$10^{-4}$ - $10^{-3}$	$10^{-3}$ - $10^{-2}$	$10^{-2}$ - $10^{-1}$	$>10^{-1}$
Frekvens	< 1 gång per 10000 år	1 gång per 1000-10000 år	1 gång per 100-1000 år	1 gång per 10-100 år	>1 gång per 1 – 10 år

En vedertagen metod att beräkna frekvensen för en oönskad händelse, exempelvis för en viss typ av installation ombord, är att använda formeln:

$$\text{Händelsefrekvens per installationsår} = \frac{\text{Antal händelser}}{\text{Antal installationer} \times \text{Antal exponeringsår}}$$

Genom att använda indata från kända historiska data, statistik eller genom att utföra tester kan en skattning av frekvensen göras.

## 2.2 Sammansättning av konstruktionsgruppen

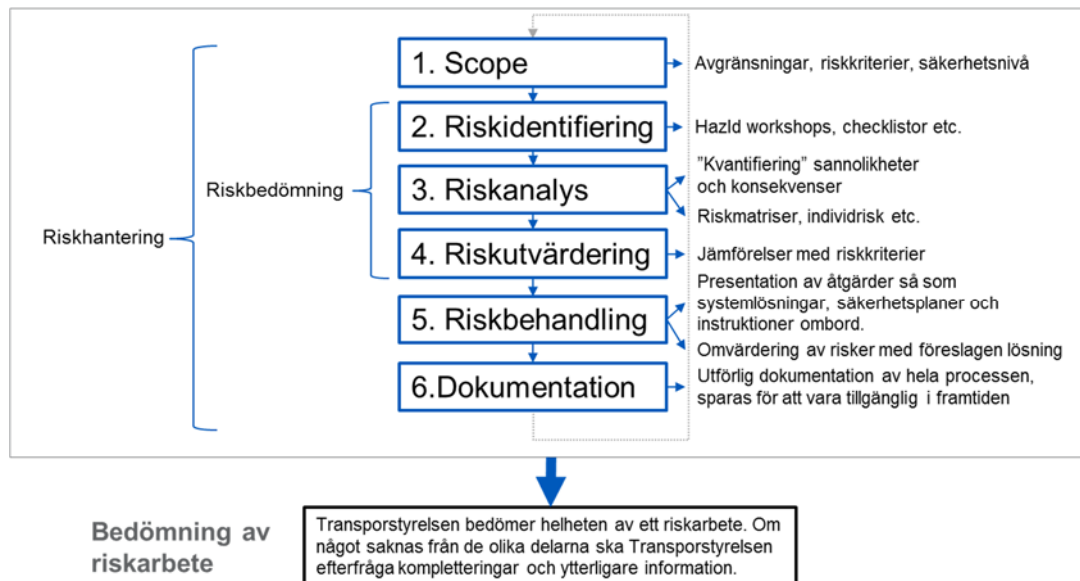
För att ta fram en riskanalys bör en konstruktionsgrupp bildas. I ett inledande skede kan det vara bra om Transportstyrelsen kontaktas för samråd angående konstruktionsgruppens sammansättning. Inom vissa områden är det också krav på att myndigheten kontaktas, exempelvis vid riskanalysarbete vid ombyggnad och nybyggnad av gasdrivna eller eldrivna fartyg samt vid bunkring eller landanslutning av dessa fartyg. Den grupp som utför riskanalysarbete ska ha relevant kompetens för att kunna utföra riskanalysen på ett kvalificerat sätt. Viktigt är att de som leder riskanalysarbetet agerar oberoende av resultatet från analysen så att riskanalysen inte begränsas av ekonomisk eller personlig vinning eller andra motiv. Följande representanter bör ingå i konstruktionsgruppen:

- representanter från rederiet
- oberoende externa konsulter och experter på området
- representanter från varv
- representanter från tillverkare eller konstruktören
- övriga personer som kan vara relevanta i analysarbetet
- vid komplexa och omfattande projekt, representant från Transportstyrelsen (sakhandläggare, inspektörer).

För projekt av mindre komplexitet bör ovanstående rekommendationer i den omfattning som är praktiskt möjlig och i samråd med Transportstyrelsen följas. Ytterligare information om riktlinjer för konstruktionsgruppen finns under punkt 4.3.

## 2.3 Riskanalysarbetets struktur

Arbetet att inventera, analysera och värdera risker samt ta fram riskreducerande åtgärder bör följa ett systematiskt arbetssätt. En viktig aspekt i arbetet med analys och hantering av risker är att förstå att arbetet är en iterativ och dynamisk process där man kan behöva gå tillbaka till tidigare delar av processen för att försäkra sig om att alla risker är identifierade och omhändertagade samt att omvärdera risker, exempelvis när en ny lösning introduceras för att minimera risker. Schemat i Figur 1 avser att ge vägledning för hur riskarbetet föreslås utformas i en steg-för-steg metod. Notera att en riskanalys är en del i det övergripande arbetet som omfattar hantering av risker och dessa delar utgör tillsammans en helhet som måste finnas med för att riskarbetet ska anses vara komplett.



**Figur 1:** Exempel på riskarbetets struktur.

### 2.3.1 Riskarbetets omfattning och riskkriterier

Det initiala arbetet avser att fastställa analysens omfattning och eventuella avgränsningar samt tydligt beskriva syftet med arbetet. Arbetet innefattar också att sätta upp kriterier för risker som kan accepteras eller inte accepteras relaterat till aktuellt område. Arbetet omfattar också att identifiera eventuella beslut, kopplat till riskarbetet.

Att tänka på i detta skede är:

- definiera analysens omfattning
- identifiera funktionskrav som ska verifieras genom riskanalys
- syftet med analysen
- föreslagen lösning ska ge en motsvarande säkerhet som ett etablerat regelverk
- riskkriterium för acceptabel risk.

### 2.3.2 Riskarbetets riskidentifiering

Riskidentifiering avser att identifiera de skadehändelser/riskkällor som kan uppkomma relaterat till ett system, konstruktionslösning eller driften av ett fartyg. Riskidentifiering är den mest grundläggande delen i ett riskarbete och en viktig del i att upptäcka, förstå och beskriva risker som kan få negativa konsekvenser. Denna del görs vanligen genom att konstruktionsgruppen sitter ned tillsammans och listar skadehändelser relaterat till fartyget. Metoder att använda för denna del beskrivs i avsnittet *Analysmetoder*. Nedan ges några förslag på punkter att ta hänsyn till vid identifiering av risker och etablering av listor över skadehändelser:

- Orsaker och uppkomst till oönskade händelser.
- Vilka är de mest allvarliga eller sårbara riskområdena ombord?
- Kunskapsbegränsningar och tillförlitlighet.
- Används vedertagna metoder i identifieringsprocessen?

### 2.3.3 Arbetet med riskanalysen

Arbetet innefattar analys och bedömning av konsekvenser och sannolikheter för de identifierade skadehändelserna i riskidentifieringsprocessen. Denna del bör innehålla identifiering av hög-riskområden samt förklaringar på den riskmodell man använder. Vanligen inleds arbetet genom att analysera frekvensen för de oönskade händelserna. Detta brukar göras genom att exempelvis använda historiska data, statistik, tillförlitlighetsdata eller expertbedömningar. Sedan görs en analys av konsekvenserna för händelsen, där effekterna på människa, egendom och miljö analyseras mer i detalj där det exempelvis kan röra sig om att identifiera ett antal personer ombord som exponeras för risken m.m. Skattning av risk görs genom att kombinera sannolikhetsbedömningen och konsekvensbedömningen och vanligen visualiseras detta i en riskmatris, FN-kurva eller individriskkurva med lämplig gradering (se kap. 3, Analysmetoder). Riskanalys ger input till nästa steg i arbetet som innefattar att ta beslut om huruvida risken är acceptabel eller behöver åtgärdas. Nedan ges några viktiga aspekter att ta hänsyn till i riskanalysen:

- Analys och skattning av sannolikheten för uppkomst av oönskad händelse och dess konsekvenser.
- Analys av magnituden på skadehändelsens konsekvens.
- Utveckla förståelse för riskerna.
- Grad av komplexitet.
- Bedömningar utförda av experter.
- Statistik och historiska data.
- Presentation av riskerna på ett begripligt sätt, i exempelvis en riskmatris.
- Motiveringar för antaganden och vald(a) analysmetod(er).
- Befintliga säkerhetsåtgärder ombord relaterat till aktuellt analysområde.

### 2.3.4 Riskutvärderingens syfte

Syftet med riskutvärdering är att stödja beslutsfattandet genom att resultaten från riskanalysen jämförs med de etablerade riskkriterierna för att avgöra var riskreducerande åtgärder krävs. Nedan ges några exempel på övervägande och beslut som behöver fattas inom området riskutvärdering:

- Risk(er) anses acceptabla i förhållande till de riskkriterier som etablerats.
- Risk(er) kräver att riskreducerande åtgärder introduceras.
- Risk(er) kräver ytterligare analys för att få bättre kunskap och förståelse.

### 2.3.5 Reducering av risk genom riskbehandling

Riskbehandling avser att komma fram till och välja de alternativ som kan implementeras för att reducera sannolikhet för de risker som ligger inom en oacceptabel risknivå. Ett av målen med att analysera och utvärdera risker är att ge underlag till förslag på riskreducerande åtgärder och prioritering av dessa. Några exempel på vad riskreducerande åtgärder kan innefatta:

- Formulera och välja alternativ som kan användas för att reducera risker, så som:
  - fartygsspecifika tekniska lösningar, exempelvis riskreducerande lösningar för rör och processsystem, brandskydd, maskineri, material etc.

- säkerhetsledningssystem (utbildning, organisation, säkerhetsteknik etc.)
- omgivningstekniska lösningar (hamn, varningar till allmänhet etc.)
- operationella åtgärder (hastighet, rutt etc.)
- planering och ledningsåtgärder (säkerhetsplaner, åtgärdsplaner, handlingsplaner etc.).
- Bedöma effektiviteten av en åtgärd genom omvärdering av risken och utifrån resultatet fatta beslut om risken är acceptabel eller kräver ytterligare behandling.
- Undvika risken genom att bestämma att inte fortsätta med den aktivitet som ger upphov till risken.
- Acceptera risken genom informerade beslut med tydliga motiveringar.
- Annan lämplig riskbehandling.

### 2.3.6 Dokumentera riskarbetet

Arbetet bör mynna ut i en heltäckande dokumentation med spårbarhet för att kunna följas upp och revideras vid behov. Generellt kan sägas att dokumentationen ska ligga till grund för ett systematiskt sjösäkerhetsarbete samt vara tillgänglig som underlag för verifiering, det vill säga, att dokumentationen fungerar som verifikat på att fartyget uppfyller aktuellt funktionskrav. Detaljerade riktlinjer för dokumentationen ges i Kapitel 4.

## 2.4 Riskkriterier

För att kunna fatta beslut om vilka riskreducerande åtgärder som behöver införas bör man etablera riskkriterier för analysen. Vanligen används tre olika nivåer för detta. Dessa tre nivåer brukar vara:

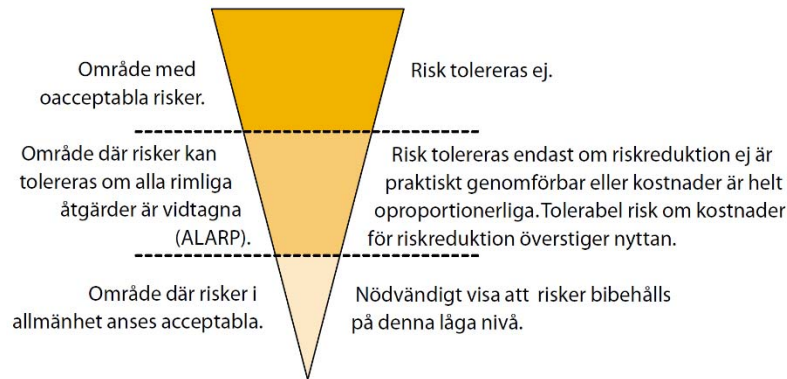
- en försumbar risknivå
- en nivå som kan anses acceptabel om rimliga riskreducerande åtgärder är tillämpade, *As Low As Reasonably Practible*, (ALARP)
- en nivå där riskerna anses oacceptabla.

Etableringen av riskkriterier görs av konstruktionsgruppen. Kriterierna ska i första hand vara baserade på statistiska data, vid avsaknad av sådan data görs detta genom kvalificerade bedömningar av experter.

### 2.4.1 ALARP

Principen för ALARP är att risker som ligger inom denna nivå/område kan tolereras förutsatt att alla praktiskt genomförbara riskreducerande åtgärder har införts. Nedan visualiseras en klassisk beskrivning av hur riskkriterier för en ALARP princip kan betraktas.





**Figur 2:** Exempel på principen för ALARP (MSB 2003).

De riskkriterier som etableras bör svara mot den säkerhetsnivå som fartyget avser uppnå med aktuell konstruktionslösning eller arrangemang och som ska verifieras genom riskanalys. I Sverige finns inga vedertagna kriterier för risknivåer kring vad som kan anses acceptabelt, däremot finns viss internationell information och data, bland annat från International Maritime Organisation (IMO) samt från andra EU-länder som kan ge en fingervisning kring hur riskkriterier kan etableras. Tabell 3 är hämtad från, *Revised guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule making process*, som visar kriterier för individrisk. Notera att denna data utgör den totala risken för en individ ombord och kan därför inte tillämpas på en enskild händelse.

**Tabell 3:** Formal Safety Assessment (MSC-MEPC.2/Circ.12).

Decision Parameter		Acceptance Criteria	
		Lower bound for ALARP region	Upper bound for ALARP region
		Negligible (broadly acceptable) fatality risk per year	Maximum tolerable fatality risk per year
Individual Risk	to crew member	$10^{-6}$	$10^{-3}$
	to passenger	$10^{-6}$	$10^{-4}$
	to third parties, member of public ashore	$10^{-6}$	$10^{-4}$
	target values for new ships <sup>1)</sup>	$10^{-6}$	Above values to be reduced by one order of magnitude
Societal Risk	to groups of above persons	To be derived by using economic parameters as per MSC 72/16	

Viktigt vid etableringen av riskkriterier är att de antaganden och uppskattningar, med tillhörande beräkningar, motiveras utförligt så att spårbarhet och transparens genomsyrar riskanalysen. Riskkriterier ska ligga till grund för att fatta förnuftiga beslut för hur risker ska hanteras.

## 3 Analyismetoder

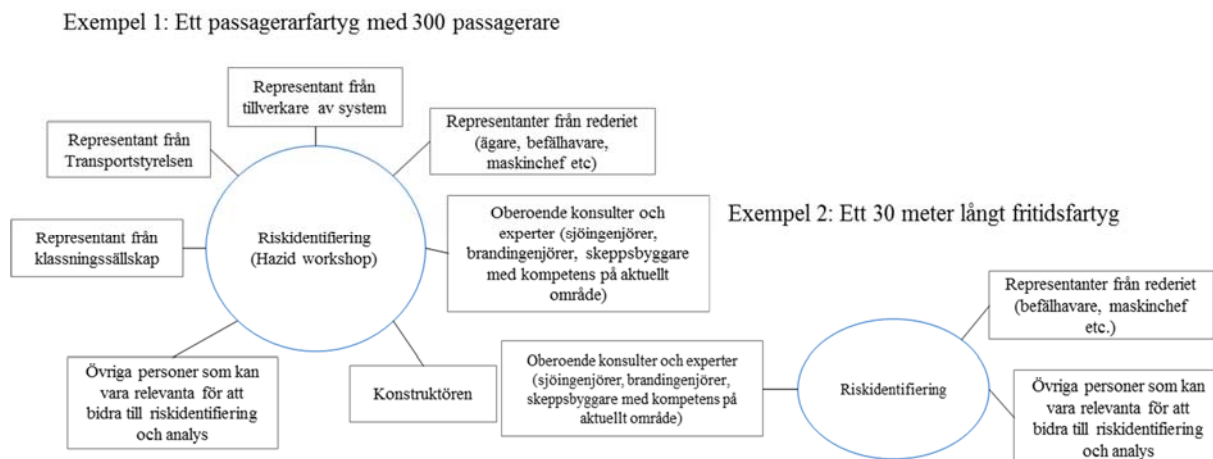
Detta avsnitt avser att ge en överblick över några av de vanligaste riskanalysmetoderna. Nedan följer sammanfattande information och exempel på hur olika metoder kan tillämpas inom sjöfartsområdet. I Bilaga 3 återfinns en sammanställning av de analysmetoder som finns definierade i IEC/ISO 31010:2009. Med fördel kombineras dessa metoder med varandra vilket ger bättre förutsättning för att riskanalysen ska täcka nödvändiga delar som leder till att analysen betraktas som fullständig. Riskanalysen kan presenteras i exempelvis en riskmatris, FN-kurva, individriskkurva eller liknande beroende på tillämpningsområde. Notera att nedan exempel är förenklade i syfte att vara ett stöd vid riskanalyserbete och därför inte på något sett utgör fullständiga beskrivningar. I Bilaga 4 ges förslag på aktiviteter som bör övervägas i en riskanalys.

### 3.1 Riktlinjer för riskidentifiering och analys

Vanligen börjar riskidentifieringsarbetet med en workshop, en så kallad HazId-workshop där konstruktionsgruppen arbetar med att identifiera och lista riskkällor kopplade till system, konstruktionslösning eller driften av fartyg. Beroende på riskanalysens omfattning kan Transportstyrelsen delta i HazId-workshops för att informera om riskanalyserbete. Vid mindre omfattande HazId-workshops kan Transportstyrelsen delges information från mötet i efterhand. Resultatet från Hazid-workshops kan samrådas med Transportstyrelsen för att säkerställa att riskanalyserbete hanterats i enlighet med Transportstyrelsens rekommendationer.

De grundläggande aspekterna i ett riskidentifieringsarbete är följande:

- Konstruktionsgruppen som utför riskidentifiering bör ha kompetens inom området och erfarenhet med att arbeta med systemet eller applikationen som ska analyseras. Konstruktionsgruppen bör ledas av en oberoende expert på aktuellt område. Ett exempel på konstruktionsgruppens sammansättning ges i Figur 3 nedan.
- Riskidentifieringsprocessen är en kreativ process och bör utföras på så sätt att deltagarna stimuleras till att identifiera riskkällor.
- Arbetet bör mynna ut i underlag för fortsatta analyser. Detta omfattar att lista riskkällor, dokumentera områden och ämnen som avhandlats, identifiering av riskkällor som särskilt behöver beaktas på grund av allvarlighetsgrad eller komplexitet samt rekommendationer för den fortsatta analysen.
- En god utgångspunkt i riskidentifieringsprocessen är att beakta material, information och resultat från tidigare analyser, olycksfallsrapporter m.m.
- Innan riskidentifieringsarbetet planeras bör man tidigt ta kontakt med Transportstyrelsen för att få stöd och råd i processen.



**Figur 3:** Till vänster: Exempel på konstruktionsgruppen vid riskanalys för ett större passagerarfartyg som genomgår ett omfattande ombyggnadsprojekt med obeprövad ny teknik. Till höger: En konstruktionsgrupps sammansättning i vid en riskanalys av mindre omfattning och komplexitet.

## 3.2 Metoder för riskidentifieringsprocessen

Nedan listas ett antal metoder som kan användas som stöd i riskidentifieringsprocessen.

### 3.2.1 Brainstorming

Syftet med brainstorming är att identifiera de tänkbara händelser som kan uppkomma relaterat till operationen av fartyget. Vanligen leds arbetet av en samordnare, förslagsvis en oberoende expert på aktuellt område. Under en brainstormingssession försöker ledaren tillsammans med deltagarna trigga varandra att komma på idéer och tankar kring hur, var, när och varför potentiella fel och olyckor kan uppkomma. Arbetet bör mynna ut i listor på de feltillstånd och riskkällor som har identifierats samt vilka eventuella riskreducerande åtgärder som redan finns implementerade ombord. Tankearbetet är omfattande och det är lätt att fastna i *de vanliga* frågeställningarna i analysarbetet. Det är därför viktigt att fler personer deltar med skilda kompetens så att olika perspektiv kan vägas in.

### 3.2.2 Delphi-metoden

Ett annat sätt att identifiera risker är att använda en så kallad Delphi-metod. Man låter experter uttala sig oberoende av varandra genom att exempelvis använder sig av intervjufrågor som ställs till ett antal experter som enskilt får svara på frågorna. Specifikt kan frågeformulär för intervjuer förberedas där ett antal frågeställningar fastställs med klara mål. Sammanställningen av alla svaren skickas därefter återigen till experterna för bedömning och succesivt driver metoden fram en relativt god samsyn mellan experterna. Att utnyttja en sådan metod kan vara effektivt för att få fram ståndpunkter som annars inte skulle uttryckts.

### 3.2.3 Checklistor

Listor på olyckor, risker och feltillstånd som har identifierats i tidigare genomförda riskanalyser, genom tester eller genom empirisk data kopplat till liknande system, kan användas som stöd i riskidentifieringsprocessen.

### 3.2.4 Preliminär olycksfallsanalys (PHA)

En preliminär olycksfallsanalys kan användas vid riskidentifieringsprocesser som särskilt relaterar till utrustning, systemlösningar och material och hur dessa utformas samt angränsar till andra system ombord. Analysen används ofta tidigt i processen och bör mynna ut i en lista över identifierade risker samt rekommendationer och kravspecifikationer på föreslagen lösning. Det kan exempelvis röra sig om funktionskrav hos en viss typ av utrustning eller krav på säkerhetsutrustning som ska användas för att reducera risker. Analysen uppdateras vartefter mer information blir tillgänglig.

### 3.2.5 Hazard and Operability Studies (HAZOP)

I en HAZOP kan flera andra metoder användas för att genomföra en noggrann genomgång av tekniska system och driftscenarier med tillhörande ritningar. Syftet är att identifiera möjliga skadehändelser, miljöpåverkan och störningar som kan uppkomma vid driften av fartyget. Exempelvis kan en HAZOP som omfattar ritningsgranskning innebära att ritningar studeras *linje-för linje*, där en grupp personer med vana och erfarenhet att operera fartyget samarbetar för att identifiera och analysera riskkällor, exempelvis genom att gå igenom processdiagram, utrymningsvägar etc.

Syftet är att finna lösningar för att behandla identifierade risker genom att införa riskreducerande åtgärder. Exempelvis kan riskreducerande åtgärder bestå av installation av säkerhetssystem, konstruktionslösningar samt säkerhetsrutiner och handlingsplaner. I processen används med fördel ledord för att komma fram till de relevanta riskerna. Exempel på hur detta kan se ut ges i figuren nedan. Ett sätt att genomföra riskanalysen på är att utgå från potentiellt allvarliga händelser och härleda dessa till varifrån de kan uppkomma, genom att använda exempelvis felträds-, händelseträds- eller feleffektanalyser. Sättet att arbeta är effektivt för att identifiera både tekniska fel och operationella fel. Nedan ges exempel på ett antal ledord som kan användas vid analys av evakueringssteg vid ett nödläge.

Steg nr.	Evakueringssteg	Egenskap
1	Alarm, detektering, kommunikation	Alarmsystem Detekteringsystem och sensorer Kommunikation Svarstid
2/4	Tillgänglighet	Utrymningsväg Beslutsfattande
3	Uppsamling	Uppsamlingsplats Kommunikation Registrering av ombordvarande Överlevnadsutrustning
5	Evakuering med livbåt	Sjösättning Navigationsutrustning Överlevnadsutrustning
5	Evakuering med livflotte	Sjösättning Utrymningsanordningar Överlevnadsutrustning
6	Evakuering direkt i vattnet	Utrymningsanordningar Överlevnadsutrustning
7	SAR-operation	Tillgänglighet Kommunikation Nödutrustning Räddningsfarkoster Upphämtning

Ledord				
Fel Skadad Misslyckades under.. Ej gjort Otilräcklig Olämplig För sent/för tidigt Överbelastat				

Brand				
Ledord/fel	Orsaker	Konsekvenser	Befintliga skydd	Rekommendationer
Alarm och detektering är otillräcklig	Alarmer är för lågt och hörs inte i bullriga utrymmen ombord	Försenar besättningen till uppsamlingsplats och evakuering  Ökar utsattheten för farliga situationer	Högljudda områden har visuella alarmsignaler	Både utrymmen med och utan visuellt alarm bör kontrolleras ytterligare att alarmer är tillräckliga och synliga vilket möjliggör god nödutryckning

**Figur 4:** Delar av resultat från en HAZOP-analys. Exemplet är hämtat från HSE Marine Risk Assessment.

Några exempel på metoder som kan användas i en HAZOP:

- brainstorming, checklistor, Vad-händer-om metod etc.
- felträds- och händelseträdsanalyser
- feleffektanalyser
- riskmatriser.

### 3.2.6 Vad-händer-om metoden (SWIFT)

En annan metod att använda i en HAZOP är Vad-händer-om metoden som avser analys av de händelser som avviker från den normala driften och vad dessa händelser kan medföra för konsekvenser. I metoden används frågeställningar som normalt delas in i kategorier som exempelvis avbrottsrisker, risker för personal och risker för miljö. Några exempel på hur frågeställningarna kan se ut är:

- Vad händer om vi får en brand i maskinrummet?
- Vad händer om ventil A öppnas i stället för ventil B?
- Vad blir konsekvensen om en vattentät dörr står öppen vid en kollision och vatten tränger in i vattentät sektion X.

Där några följdfrågor exempelvis kan vara:

- Hur lång tid tar evakueringen av del X av fartyget?
- Vad blir de påföljande skadorna relaterat till utrymme X?

### 3.2.7 Miljöriskbedömning (ERA)

Miljöriskbedömning görs för att analysera risker relaterade till land, hav m.m. genom analys hur en population utsätts för risker exempelvis vid utsläpp av kemikalier, petroleumprodukter eller andra miljöfarliga ämnen. Det kan exempelvis handla om att utvärdera hur ett utsläpp av olja påverkar miljön i det operationella området som fartyget framförs i. Utgångspunkten är vanligen en problembeskrivning där riskkällor identifieras samt den population/område som utsätts för detta (utsläpp och partiklars påverkan på land, hav, människa etc.). Miljöriskbedömningen kan göras som en del av arbetet i en HAZOP, där exempelvis händelse- och felträdsanalys används och slutligen presenteras i en riskmatris. När det gäller påverkan på miljö kan följande parametrar vara relevanta att beakta i riskanalysen:

- påverkad naturresurs/ekosystem/djur etc.
- områdets storlek
- tillåtna gränsvärden
- möjlighet till sanering
- tid för återhämtning.

Notera att utsläpp av toxiska ämnen kan ge stora konsekvenser för människor som exponeras och effekterna är beroende av ämnens fysikaliska och kemiska egenskaper, exponeringsätt och dos/koncentration.

### 3.2.8 Feleffektanalys (FMEA/FMECA)

Feleffektanalyser används för att identifiera och eliminera kända eller möjliga fel och störningar. Detta kan vara aktuellt när ett nytt system eller maskineri installeras vid ett ombyggnadsprojekt av ett fartyg. För varje fel eller störning som identifieras görs en bedömning av vad för effekt det har på det totala systemet. Detta innefattar en konsekvensbedömning på vad felet har för konsekvenser ombord (allvarlighetsgrad), hur ofta felet eller störningen beräknas uppstå (sannolikhetsgrad) samt bedömning av nivån på svårighet för att upptäcka felet (upptäckbarhet). Tillsammans ger dessa tre graderingar en sammanlagd riskvärdering ( $R = S * A * U$ ). Vidare klarläggs vilka möjligheter som ges att eliminera felet eller lindra effekten. Denna typ av arbetssätt används framförallt vid analys av säkerhetskritiska mekaniska och elektriska system men går att tillämpa på många områden för att analysera risker ombord. Nedan följer ett enklare exempel på hur en feleffektanalys kan struktureras.

Datum  
2019-12-03

Feleffektanalys											
Fartygsnamn: _____					Godkänd av: _____						
Ansvarig: _____					Datum (Orig.): _____ (Rev.): _____						
Sannolikhetsgrad (S)		Allvarlighetsgrad (A)			Upptäckbarhet (U)			Riskvärdering (S*A*U)			
Nivå 1 = Mycket låg sannolikhet Nivå 2 = Låg sannolikhet att felet inträffar Nivå 3 = Stor sannolikhet att felet inträffar Nivå 4 = Mycket stor sannolikhet att felet inträffar		Nivå 1 = Obehag eller obetydlig skada Nivå 2 = Måttlig. Lindrigt behandlingsbar skada Nivå 3 = Betydande. Allvarlig skada som kräver både behandling och konvalensens Nivå 4 = Katastrofal mycket allvarlig sakda som kan leda till döden eller ge bestående skada			Nivå 1 = felet upptäcks alltid och kan åtgärdas innan olycka inträffar Nivå 2 = felet upptäcks i de flesta fall men inte alltid Nivå 3 = felet kan upptäckas ibland men oftast inte Nivå 4 = felet kan inte upptäckas förrän olycan har inträffat			Range 1: (1-50) Ingen åtgärd Range 2: (51-100) Reduceras tekniskt så långt det är praktiskt möjligt (ALARP) Range 3: (100-150) Reduceras med hög prioritet Range 4: (150+) Ej acceptabla risker måste omedelbart reduceras			
Processkomponentsystem	Potentiellt fel tillstånd	Potentiella feleffekter	(A) Allvarlighetsgrad (1-10)	Potentiella orsaker	(S) Sannolikhetsgrad (1-10)	Existerande åtgärder	(U) Upptäckbarhet (1-10)	A * S * U	Rekommenderade åtgärder	Ansvarig	Införda åtgärder
Vad är processen/ändringen eller funktionen som undersöks?	Var kan det uppstå fel i processen?	Vad blir effekten på fartyget, personer, miljö?		Vad orskar felet? (Här kan det inträffa?)		Vad finns det för existerande åtgärder ombord för att upptäcka, förhindra eller förebygga felet?			Vad finns det för rekommendationer för att minska förekomsten av felet eller förbättring av att upptäcka felet?	Vem är ansvarig för att förebyggande åtgärder införs?	Vilka åtgärder är införda? Ange även när dessa åtgärder infördes (datum).
Sprinklersystem i lastutrymme	Brandpumpen startar ej	Skada på egendom, bilar, last, fartyg Skada på person	8 10	Ingen startsignal till pumpen mekaniskt fel på pumpen	4 4	årlig visuell inspektion årlig visuell inspektion	3 5	96 200			
	Detekteringssystemet fungerar inte	Skada på egendom, bilar, last, fartyg Skada på person	6 10	fel på sensor effel	6 7	årlig visuell inspektion Veckovis inspektion	5 3	180 210			

Allvarlighetsgrad		
Effekt	Kriterium: Allvarlighet på orskat fel	Rank
Allvarlig olycka - utan varning	Kan utsätta person för allvarlig skada - felet uppkommer utan <b>förvarning</b>	10
Allvarlig olycka - med varning	Kan utsätta person för allvarlig skada - felet uppkommer med <b>förvarning</b>	9
Mycket hög	Störning eller fel som orskar stor skada på person	8
Hög	Störning eller fel som orskar skada på person	7
Måttlig	Störning eller fel som orskar lindrig skada på person	6
Låg	Störning som orskar effekt på person, miljö och egendom	5
Liten	Störning som orskar mindre effekt på miljö och egendom (ej personskada)	4
Mycket liten	Störning som orskar liten effekt på miljö och egendom (ej personskada)	3
Försumbar	Störning som orskar försumbar effekt på miljö och egendom (ej personskada)	2
Ingen	Ingen effekt	1



Sannolikhetsgrad			
Sannolikhetsbedömning	Frekvens	Sannolikhet	Ranking
Mycket hög: Fel är nästan oundvikligt	Oftare än en gång per dag	>= 1 på 2 (50%)	10
	En gång var 3-4 dag	1 på 3	9
Hög: Sannolikheten för att fel uppstår är hög	En gång i veckan	1 på 8	8
	En gång varje månad	1 på 20	7
Måttlig: Liknande processer som avses i analysen har upplevt enstaka misslyckanden, men inte i stora proportioner	En gång var tredje månad	1 på 80	6
	En gång var sjätte månad	1 på 400	5
	En gång per år	1 på 800	4
Låg: Isolerade fel i samband med liknande processer	En gång per 1 - 3 år	1 på 1,500	3
Mycket låg: Endast isolerade fel som hör samman med nästan identiska processer	En gång per 3 - 6 år	1 på 3,000	2
Avlägsen: Fel är osannolikt. Inga fel i samband med nästan identiska processer	En gång per 7+ år	1 på 6000	1

Upptäckbarhet		
Detektion	Kriterier: Sannolikheten för att ett fel uppstår kommer att detekteras genom befintliga åtgärder ombord	Rank
Nästan omöjlig	Inga kända medel finns tillgängliga för att upptäcka felet	10
Avlägset att det skulle upptäckas	Mycket avlägset att befintliga åtgärder kommer att upptäcka felet	9
Mycket svårt att upptäcka	Mycket svårt för befintliga åtgärder att upptäcka felet	8
Svårt att upptäcka	Svårt för befintliga åtgärder att upptäcka felet	7
Låg upptäckbarhet	Låg sannolikhet att befintliga åtgärder kommer att upptäcka felet	6
Måttlig upptäckbarhet	Måttlig sannolikhet att befintliga existerande befintliga kommer att upptäcka felet	5
Måttligt hög upptäckbarhet	Måttlig hög sannolikhet att befintliga åtgärder kommer att upptäcka felet	4
Hög upptäckbarhet	hög sannolikhet att befintliga åtgärder kommer att upptäcka felet	3
Mycket hög upptäckbarhet	Mycket hög sannolikhet att befintliga åtgärder kommer att upptäcka felet	2
Upptäcks alltid	Befintliga åtgärder är helt eller nästan säkra på att upptäcka felet. Tillförlitliga detekteringsfunktioner är kända för liknande fel.	1

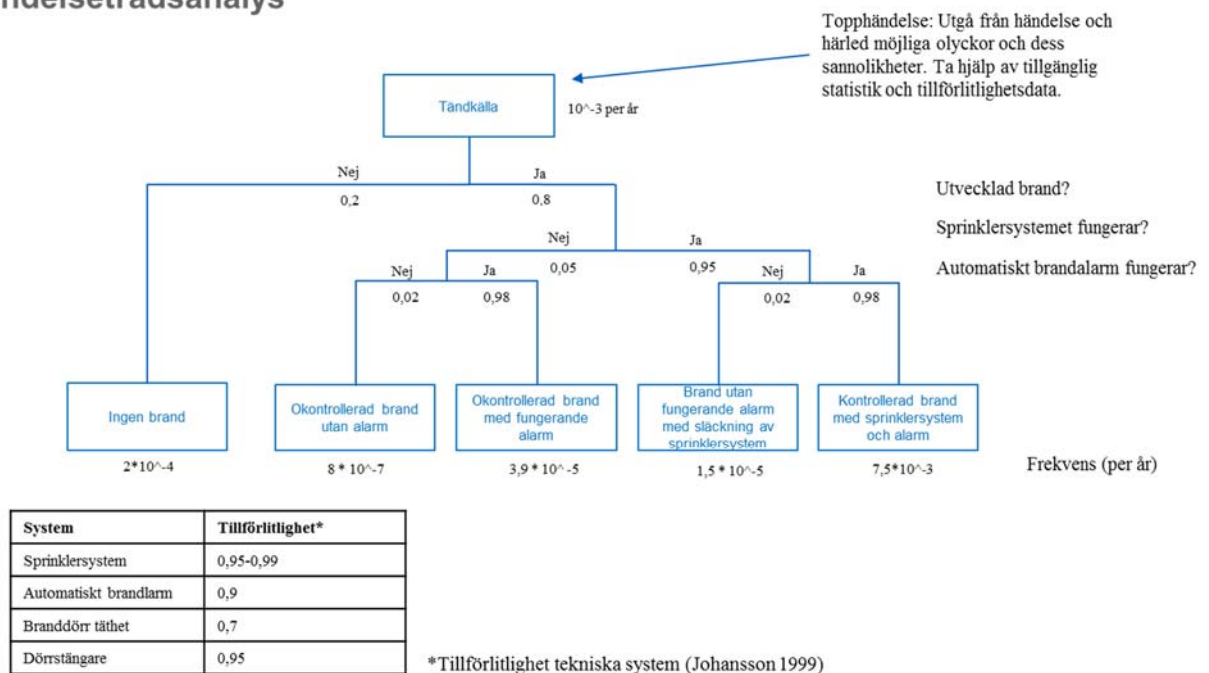
**Figur 5:** Exempel på feleffektanalys med exempel på sannolikhetsgradering, allvarlighetsgradering (konsekvens) samt möjlighet till upptäckande av fel (upptäckbarhet).

Resultatet från en feleffektanalys är ett bra underlag för att kunna fatta beslut om hur risker ska behandlas genom att antingen analysera risken ytterligare eller införa riskreducerande åtgärder som att exempelvis bygga bort risker rent tekniskt och införa handlings- och åtgärdsplaner för att hantera risker på lämpligt sätt.

### 3.2.9 Händelseträdanalys (ETA)

En händelseträdsanalys är ett logiskt diagram som används för att analysera effekterna av ett fel eller en olycka. Nedan ges ett exempel på hur ett typiskt händelsetråd kan se ut. Utgångspunkten är en så kallad topphändelse, det kan vara en olycka, exempelvis att en brand inträffar någonstans ombord. Händelseträdet bygger sedan på sannolikheten för framgång eller misslyckande vid en viss åtgärd som i sin tur leder fram till olika konsekvenser av varierande allvarlighetsgrad. Genom multiplikation av sannolikheten för olyckan med sannolikhet av framgång eller fel i varje bana ges sannolikheten för respektive konsekvens. När man genomför en händelseträdsanalys bör underliggande data vara baserat på statistik eller empirisk data. Notera att dessa typer av analyser kan se ut på olika sätt och vara av varierande omfattning och detaljnivå beroende på tillämpningsområde. Nedan följer ett exempel på en initial analys kopplad till en tändkälla, dvs. en topphändelse i trädet. Därefter följer ett antal frågeställningar som definieras av typen Ja/Nej-frågor. Bedömningen av sannolikhetsgrad görs vanligen genom att utgå från statistik eller historisk data i form av tillförlitlighetsdata för ett visst tekniskt system. Fördelarna med att använda händelseträdsmetoder är att det tydligt går att se var i trädet fel uppstår samt att trädet tydligt visualiserar olika scenarion. Dock bör händelseträdsanalys kombineras med andra metoder då det är lätt att missa viktiga delar.

#### Händelseträdsanalys



**Figur 6:** Exempel på händelseträdsanalys.

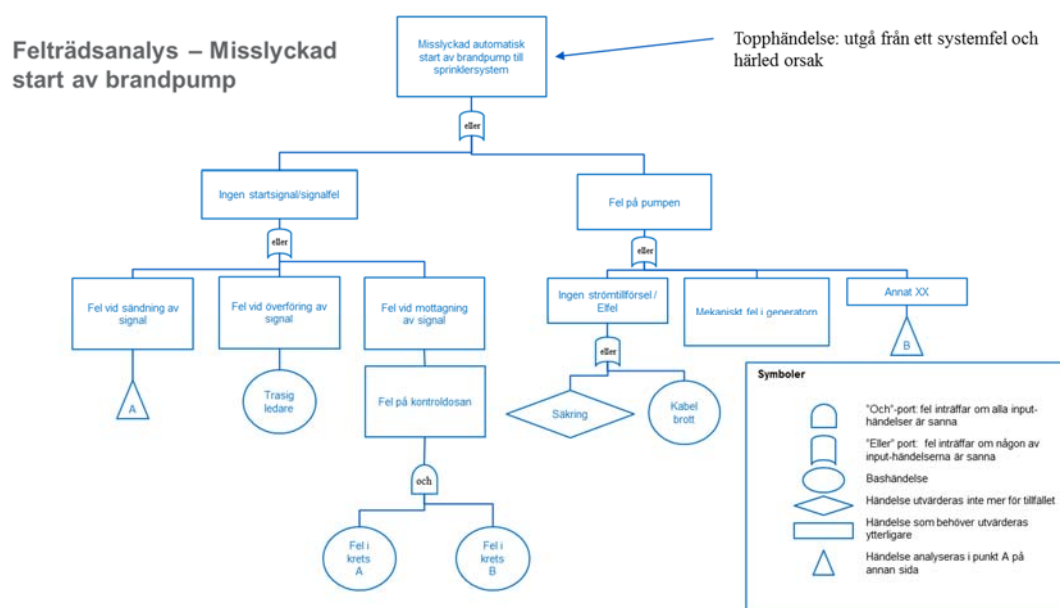
### 3.2.10 Felträdsanalys (FTA)

En felträdsanalys utgörs av ett trädidiagram som visar relationen mellan händelser som ensamt eller i kombination med andra orsakar uppkomsten av en högre nivå av händelser. Målet med att använda felträdsanalys ligger i att bestämma sannolikheten för att topphändelsen ska inträffa, det vill säga sannolikheten att en kritisk händelse kommer ske under ett visst tidsintervall. Orsakerna som behandlas i en felträdsanalys kan vara miljörelaterade, operationella fel eller specifika komponentfel. Nedan ges ett grundläggande exempel för analys av en misslyckad start av en brandpump med hjälp av felträdsanalys. Det datamaterial som används för att beräkna sannolikhet tas lämpligen från statistik, tillförlitlighetsanalyser och empiri. Felträdet fungerar bra som jämförande analys av olika säkerhetsåtgärder, samt ger en tydlig bild av hela konsekvenskedjan.

Att tänka på i en FTA:

- Topphändelsen i felträdet bör definieras som svaret på frågorna vad, var, och när. Det är viktigt att topphändelsen är väl definierad och specifik i sitt utförande för att underlätta för analysen.
- Nästa steg är att bygga felträdet. Detta görs genom att ta reda på varför händelsen eller felet uppkom, det vill säga felets orsak. Lämpliga frågor att ställa sig är *Vad orsakar topphändelsen?* Svaret kan vara mänskliga fel, komponentfel, omgivande belastningar etc.
- Definiera sannolikheter för händelserna i trädet baserat på statistik, empirisk data eller expertbedömningar.

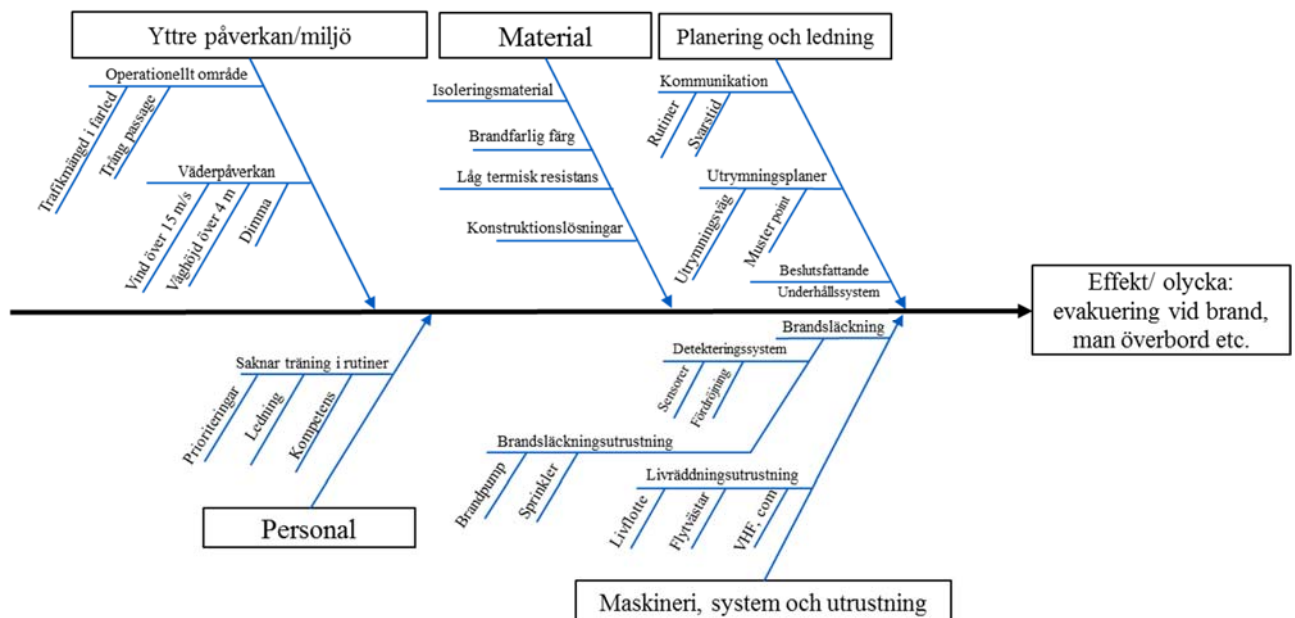
Vanligt är också att kombinera fel- och händelseträdsanalyser där man utgår från en kritisk händelse och utvärderar konsekvenserna med hjälp av Ja/Nej logik som representerar tillstånd eller systemfel. Orsakerna till felen analyseras med hjälp av felträdsanalys.



**Figur 7: Exempel på en enklare felträdsanalys.**

### 3.2.11 Orsak och effektanalys (cause-and-effect analysis)

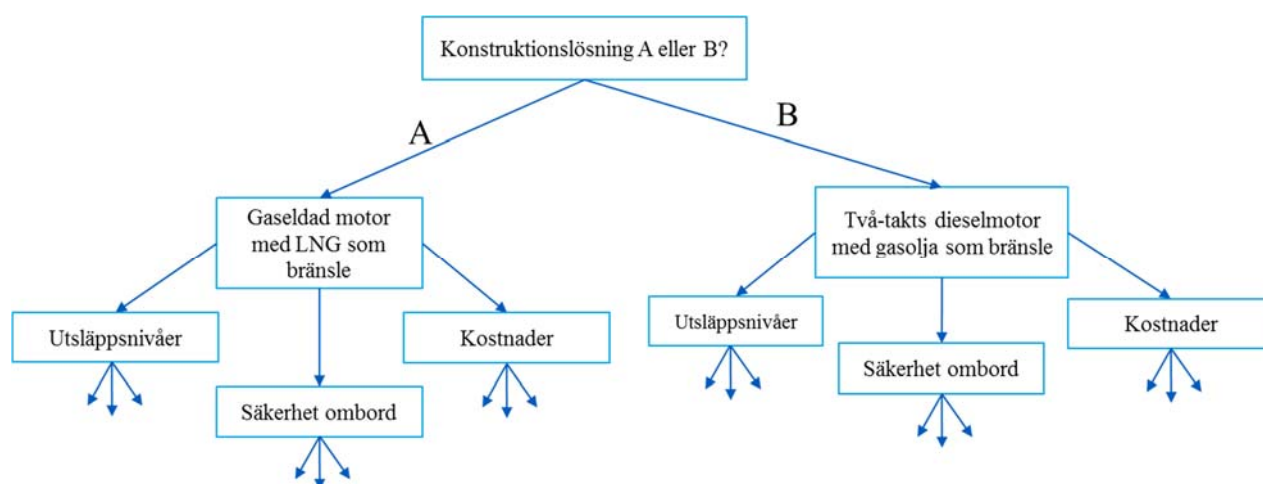
Orsak och effektanalyser används också på samma sätt som fel-och händelseträdsanalyser för att finna orsakerna till en viss oönskad händelse. Ett bra sätt att få överblick över orsakerna till en händelse är att använda ett fiskbensdiagram, enligt figuren nedan. Det är en effektiv metod för att undersöka grundorsakerna till en viss händelse och vilka faktorer som påverkar att det blir ett visst utfall. Genom att svara på frågan, varför uppstår denna effekt? /varför inträffar olyckan? och sedan dela upp orsakerna i ett antal kategorier och områden ges sedan möjlighet att bryta ned dessa i delorsaker. Överblicken ger möjlighet till att finna inom vilka områden riskreducerande åtgärder bör riktas in. Nedan föreslagna orsak-och-effektmodellen kan användas för analys av bidragande faktorer för brand, kollision etc. och beskriver exempelvis aspekter som påverkar sannolikheten för konsekvensen som analyseras.



**Figur 8:** Fiskbensdiagram (Ishikawa diagram)

### 3.2.12 Beslutsträdsanalys

Ett annat tillväga gångsätt är att använda beslutsträdsanalys för att visualisera detaljerna i ett beslutsproblem. Beslutsträd användas för att hantera projektrisker och hjälpa till att välja bästa möjliga handlingsätt där det finns osäkerheter. Utgångspunkten är ett initierande första beslut, exempelvis att ett beslut fattas för att fortsätta med konstruktionslösning A snarare än konstruktionslösning B. När de två hypotetiska konstruktionslösningar driftsätts kommer olika händelser att inträffa och olika förutsägbara beslut måste då göras. Med hjälp av sannolikhetsgradering för händelserna samt beaktning av konsekvenserna tillsammans med kostnaden eller nyttan relaterat till ett beslut kan stöd till konstruktionsgruppens beslutfattande ges. Detta tillvägagångsätt bör kombineras med andra riskanalysmetoder för att ge en fullständig bild av risksituationen relaterat till aktuellt område.



Figur 9: Förenklat exempel på beslutsträdsanalys.

### 3.2.13 Analys av mänsklig tillförlitlighet (HRA)

Mänsklig tillförlitlighetsanalys behandlar människors inverkan på systemet, tekniska installationer, handhavande av fartyget etc. och kan användas för att utvärdera mänsklig påverkan på feltillstånd ombord. Syftet är att uppskatta sannolikheten för mänskliga fel och dess konsekvenser. Många processer innehåller möjlighet för mänskliga fel, särskilt i pressade situationer när tiden att fatta beslut är kort för en besättningsman. Ibland är mänskliga handlingar det enda försvaret till att förhindra att en händelse utvecklas till en olycka. Detta är också en metod som vanligtvis kräver kompetens inom t.ex. beteendevetenskap, ergonomi eller annan nischad kunskap om människans förutsättningar och begränsningar s.k. HF/MTO<sup>2</sup>. Nedan följer några exempel på grundläggande frågeställningar som kan behandlas i en tillförlitlighetsanalys.

- Vilka typer av mänskliga inblandningar ska undersökas och utvärderas?
- Hur kan en tilldelad arbetsuppgift misslyckas: vilka fel kan uppstå och hur kan de undvikas? vilken typ av hjälpmedel kan behövas?
- Hur troligt är det att det uppstår fel relaterat till en arbetsuppgift?
- Konsekvensbedömning, vilka fel är mest kritiska, dvs. vilka konsekvenser bidrar till hög risk?
- Felreducering, hur kan bättre mänsklig tillförlitlighet uppnås?

### 3.3 Riktlinjer för presentation av riskanalysen

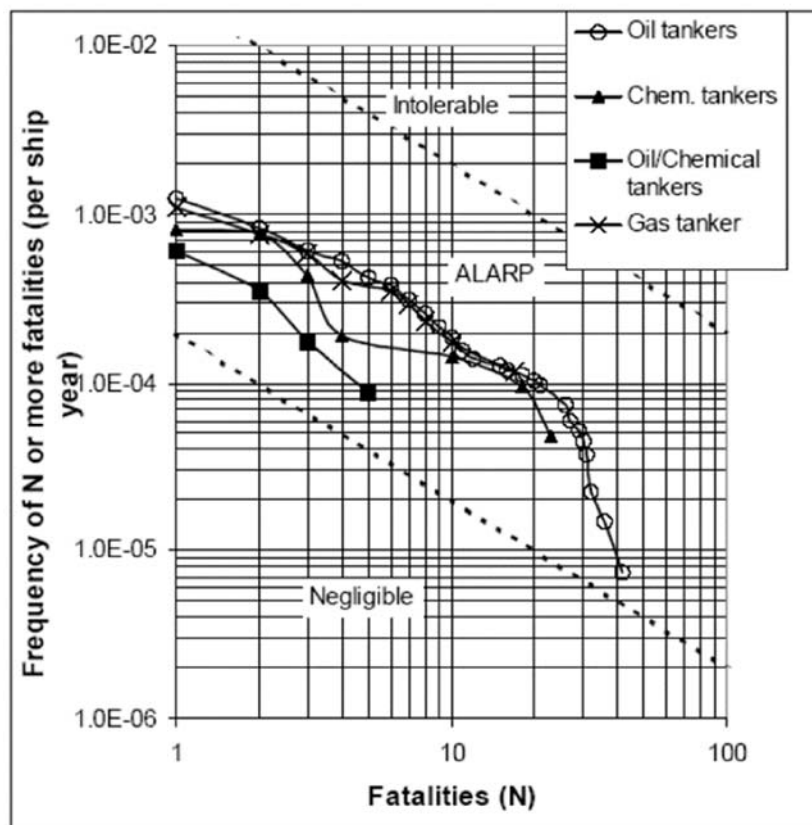
Beroende på vilken typ av analys som genomförs kan den sammanlagda riskbilden presenteras på lite olika sätt. Vanligt är att arbetet presenteras i en riskmatris där riskerna rankas utifrån

<sup>2</sup> HF/MTO: Human Factors/Människa-Teknik-Organisation

genomförda analyser, kvantifiering av sannolikheten för en viss händelses uppkomst samt skattning av dess konsekvenser. Underlaget kan sedan användas för att prioritera riskreducerande åtgärder.

### 3.3.1 FN-kurvor

FN-kurva är en grafisk representation av sannolikheten för en händelse som orsakar en nivå av skada på en grupp, det kan till exempel vara relaterat till antal skador inom ett land befolkning. FN-kurvan visar förhållandet mellan frekvens  $F$  för en olycka/händelse som funktion av antal dödsfall ( $N$ ). De riskkriterier som sätts upp för riskanalysen används som gränsvärden, genom att exempelvis tillämpa ALARP principen. I figuren nedan ges ett exempel på en graf där ett antal FN-kurvor inritade. I exemplet, hämtat från *Revised guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule making process* ses att dessa ligger inom intervallet för vad som anses ligga inom intervallet för så låg risk som praktiskt möjligt dvs. ALARP.



**Figur 10:** Exempel på FN-kurva (MSC-MEPC.2/Circ.12).

### 3.3.2 Individriskkonturer (Individual risk curves)

Ett annat sätt att presentera risknivåer är med hjälp av risknivåkonturer på exempelvis en karta och visar risken för att en individ förolyckas relaterad till driften av ett fartyg. Risken anges



som *risk per år* och ger ett mått på hur stor risken är för exempelvis besättning och passagerare. I nedan figur ges ett exempel på hamnen och angränsande område där ett fartyg angör. Fartyget i fråga använder obeprövad ny teknik för sin framdrivning och risknivåer för spridning av brand är beräknade för boende i närheten, hamnpersonal, besättning och passagerare.



**Figur 11:** Exempel på individerisknivå.

### 3.3.3 Riskmatris

En riskmatris används för att rangordna risker och är ett utmärkt sätt att presentera riskanalysarbetet. Det används ofta som ett screeningsverktyg då många risker har identifierats, exempelvis för att definiera vilka risker som behöver ytterligare analys, vilka risker som behöver prioriteras först eller som behöver avhandlas på en högre beslutsnivå. Riskmatrisen kan också användas för att utvärdera om en given risk är acceptabel eller inte förhållande till de riskkriterier som har etablerats för riskanalysen.

Utgångspunkten i en riskmatris är anpassade skalor för konsekvensgrad och sannolikhetsgrad som bör bygga på någon form av underliggande data, empirisk, erfarenhetsbaserad, historisk data etc. Utifrån dessa två axlar (skalor) kan en matris sättas upp som kombinerar de två.

Konsekvensskalan/påverkningsgraden bör omfatta olika typer av konsekvenser som ska övervägas (ekonomisk förlust, säkerhet, miljö eller andra parametrar, beroende på sammanhang) och bör sträcka sig från ett intervall där det lägsta värdet på skalan motsvarar en lindring konsekvens, det vill säga en mindre störning ombord, till den högsta påverkansgraden som är mycket allvarlig, det vill säga så stor skada att exempelvis någon ombord skadas mycket allvarligt eller att fartyget måste evakueras.



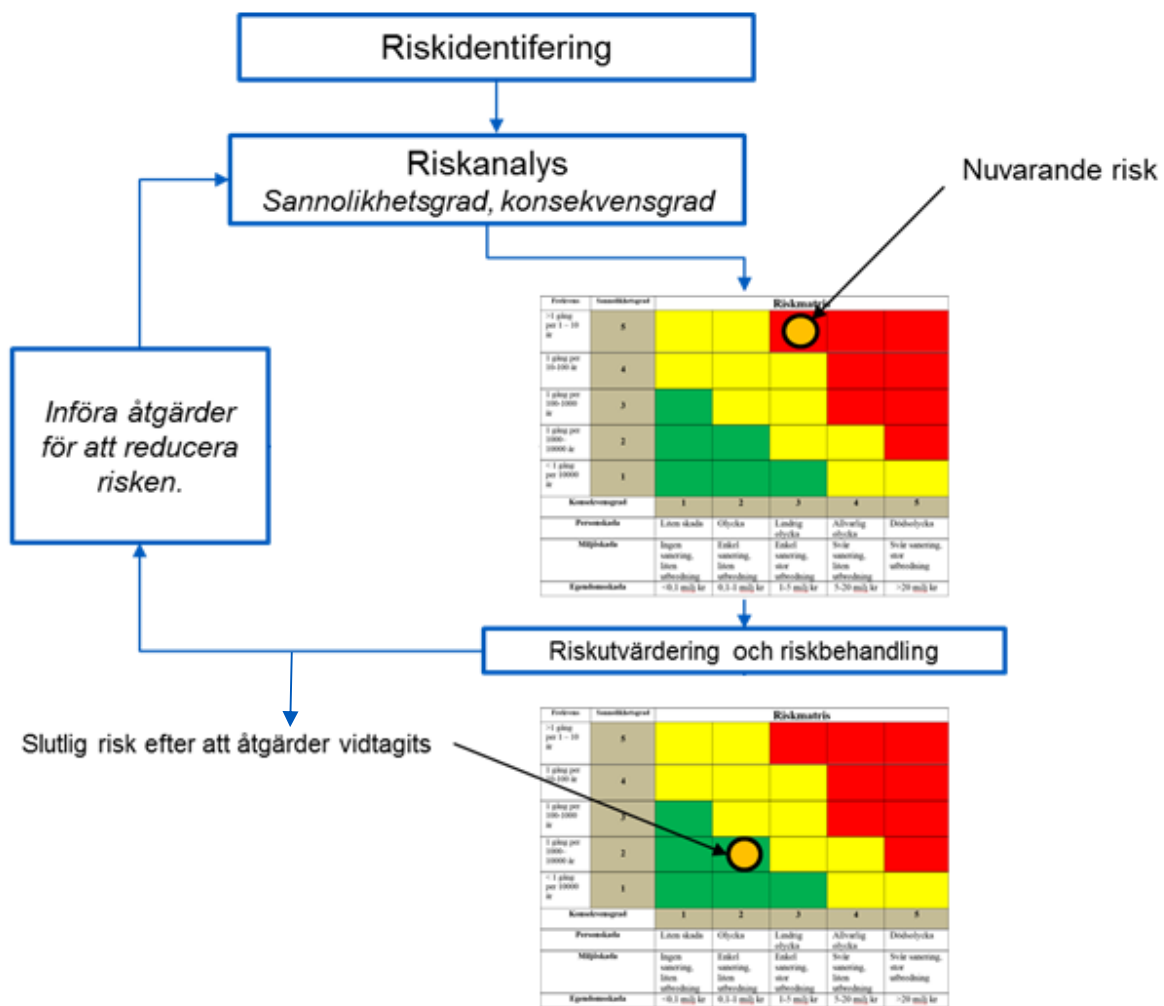
Sannolikhetskalan bör också definieras och vara underbyggt med fakta i form av empiri, statistik eller historisk data. Vanligen utgår man från frekvensutredningar och bestämmer ett värde på sannolikhetsgraden som motsvarar en viss frekvens. Intervallet bör sträcka sig från att sannolikhetsgraden är låg till hög sannolikhet, det vill säga att det är mycket troligt att det inträffar en skada inom en given tidsperiod. Exempelvis kan det röra sig om att frekvensen för olyckan är 1 gång per dag eller 1 gång per vecka beroende på hur skalan definieras. Viktigt är att sannolikhetskalan spänner över ett intervall som är relevant för analysobjektet. Den lägsta sannolikheten på skalan måste anses vara acceptabelt för den högsta definierade konsekvensen, annars definieras alla aktiviteter med högsta konsekvensen som oacceptabel.

Genom analys av sannolikhetsgrad/bedömning och konsekvensgrad/bedömning för en risk genom exempelvis tillämpning av händelse- och felträdsanalyser, feleffektanalyser och empirisk data så är riskmatrisen ett bra sätt att visualisera och sammanställa riskanalysarbetet. I mall nedan ges tre risknivåer som ska svara mot etablerade riskkriterier, dessa är försumbar risknivå, tolerabel risknivå om alla riskreducerande åtgärder har införts ALARP och oacceptabel risknivå där riskerna måste reduceras.

Frekvens	Sannolikhetsgrad	Riskmatris				
>1 gång per 1 – 10 år	5					
1 gång per 10-100 år	4					
1 gång per 100-1000 år	3					
1 gång per 1000–10000 år	2					
< 1 gång per 10000 år	1					
Konsekvensgrad		1	2	3	4	5
<b>Personskada</b>	Liten skada	Olycka	Lindrig olycka	Allvarlig olycka	Dödsolycka	
<b>Miljöskada</b>	Ingen sanering, liten utbredning	Enkel sanering, liten utbredning	Enkel sanering, stor utbredning	Svår sanering, liten utbredning	Svår sanering, stor utbredning	
<b>Egendomsskada</b>	<0,1 milj kr	0,1-1 milj kr	1-5 milj kr	5-20 milj kr	>20 milj kr	
<b>Kategori A</b>	Försumbar risknivå					
<b>Kategori B</b>	Tolerabel risknivå					
<b>Kategori C</b>	Oacceptabel risknivå					

**Figur 12:** Mall för en riskmatris. De konsekvens- och sannolikhetsgraderingar som används ska motiveras, termer som olycka ska definieras genom att ge exempel och motiveringar.

Om en risk anses oacceptabel behöver risken reduceras genom ytterligare analys eller införande av riskreducerande åtgärder. När detta har gjorts ska en omvärdering av riskens storlek göras. Ett exempel på denna process ges i nedan figur.



**Figur 13:** Omvärdering av risk. Iterativ process för nå en slutlig risk efter att åtgärder vidtagits.

### 3.4 Analys av osäkerheter i analysen

Transportstyrelsen föreslår att riskanalysens resultat kontrolleras genom att undersöka eventuella osäkerheter i de metoder och modeller som används. Sådan analys görs vanligen genom att undersöka hur analysen påverkas av fel indata, enskilda variabler och antaganden. Detta kan exempelvis testas genom att ändra indata, parametrar eller antaganden i analysen för att se hur det påverkar det slutliga resultatet samt sedan gör en skattning av denna osäkerhet. Motiveringar och uppskattningar av fel och osäkerheter i analysen är en viktig del i underlag för beslutsfattande.

## **4 Riskanalysens innehåll, kvalitet och dokumentation**

Riskanalyser kan vara en central del av underlaget som används vid beslut om ett fartygs utformning eller drift. Det är därför av största vikt att analysen håller god kvalitet och att det går att förstå och lita på analysens innehåll och resultat. Dokumentationen av riskanalysen fungerar som verifieringsunderlag och avser påvisa att fartyget med den föreslagna konstruktionslösningen uppfyller funktionskrav i föreskriften TSFS 2017:26.

Dokumentationen från ett riskanalyserbete bör i möjligaste mån följa de riktlinjer som ges i detta dokument. Riskanalyserbetet har som syfte att mynna ut i en komplett dokumentation där alla identifierade risker samt de åtgärder som behövs för att reducera dessa risker finns dokumenterade. De vidtagna åtgärderna ska också kunna redovisas för Transportstyrelsen för att påvisa att man har följt riskanalysen även i praktiken och därigenom uppfyller föreskrivna funktionskrav.

### **4.1 Riktlinjer för motivering och spårbarhet**

De antaganden, resonemang och värderingar som görs under ett pågående riskanalyserbete kan upplevas som tydliga och självklara för konstruktionsgruppen vid analystillfället. Det krävs dock att Transportstyrelsen ska kunna tolka analysens innehåll, och att analysen ska kunna revideras vid behov. Därför behöver motiveringar och förklaringar till de bedömningar som görs vara tydliga, transparenta samt spårbara. Detta inkluderar sannolikhetsbedömningar, konsekvensbedömningar, riskuppskattningar och alla andra nödvändiga analyser som kan vara aktuella inom ramen för det som bedöms.

### **4.2 Riskanalysens omfattning beroende på fartygets art och storlek**

Eftersom tekniska och operationella begränsningar är fartygsspecifika leder det till att riskanalyserna kan skilja sig åt mellan olika segment (tillämpningsområden för fartyg). Generellt innebär det att den praktiska tillämpningen av riskbedömningsmetodikerna ställer olika krav på riskbedömningens omfattning, detaljnivå beroende på vilket tillämpningsområde som avses för fartyget.

### **4.3 Riktlinjer för riskanalysens innehåll**

För att kunna bedöma riskanalysens kvalitet har Transportstyrelsen tagit fram detaljerade riktlinjer kring analysens innehåll och omfattning. För att riskanalysen ska kunna anses fullständig bör samtliga områden täckas in i arbetet, däremot kan detaljnivån i arbetet vara mindre för ett projekt av mindre omfattning och komplexitet. För att bedöma riskanalysens innehåll kan checklista som finns framtagen och publicerad i Bilaga 2 användas.

#### **4.3.1 Analysens omfattning och syfte**

Analysens omfattning och syfte samt vilka avgränsningar som görs ska beskrivas tydligt. Nedan följer ett antal punkter som kan vara relevanta vid beskrivningen av analysen:

- Beskrivning av orsaker till att analysen genomförs samt vilka syften och mål finns det med analysen.

- Risker kopplade till fartygets drift ska identifieras och kvantifieras i relation till följande kategorier:
  - risker för person (brännskada, hälsorisker, dödsfall etc.)
  - miljörisker (olika former av utsläpp, partiklar, olja etc.)
  - risker för egendom (Fartyg, hamnområde, last etc.).
- Vilka personer berörs av förändringen eller installationen ombord (besättning, passagerare, omgivning).
- Motivation av noggrannhet, detaljnivå och tillgängliga resurser som krävs vid genomförande av riskanalysen.
- Annan relevant information.

#### 4.3.2 Beskrivning av fartyget och aktuellt område för analys

Utförlig beskrivning av den föreslagna konstruktionslösningen eller arrangemanget med tillhörande ritningar och specifikationer, exempelvis tekniska specifikationer på material, ingående komponenter, systembeskrivningar etc. Nedan listas förslag på övergripande presentationsmaterial:

- Allmän beskrivning av fartyget och dess operationella område samt angränsande omgivning, farled, rutt etc. samt uppgifter kring bemanning, antal passagerare och last bör presenteras.
- Presentation av var fartyget befinner sig i dess livscykel (nybyggnation, ombyggnation etc.) samt vilka områden som riskanalysen täcker in, exempelvis installation, drift, underhåll, nödsituationer etc.
- Tekniska specifikationer och ritningar på föreslagen designlösning.

#### 4.3.3 Funktionskrav

Tydlig beskrivning av det eller de funktionskrav (regelkrav) i TSFS 2017:26 som avses verifieras genom riskanalys. Det kan vara aktuellt att upprätta prestandakriterier, det vill säga en beskrivning av den säkerhetsnivå ombord man avser uppnå med föreslagen lösning. Den föreslagna lösningen ska ge en motsvarande säkerhetsnivå som uppnås genom att tillämpa ett etablerat regelverk.

#### 4.3.4 Sammansättningen av konstruktionsgruppen

Dokumentation över konstruktionsgruppens samtliga medlemmar och deras respektive kompetens samt vem/vilka som är ansvariga för analysen:

- Konstruktionsgruppen bör ha god kännedom om gällande lagkrav, standarder och riktlinjer samt, om området är relaterat till operationella perspektiv, kunskap om människans förutsättningar och begränsningar s.k. HF/MTO<sup>3</sup>.
- Konstruktionsgruppen bör ha goda kunskaper om de riskanalysmetoder som ska användas för det aktuella fartyget.
- Det bör finnas en dokumenterad lista på de personer som har ingått i konstruktionsgruppen för identifiering och omhändertagande av risker. Deras

<sup>3</sup> HF/MTO: Human Factors/Människa-Teknik-Organisation

erfarenhet, kunskap och bakgrund som är relevant för projektet bör vara väl dokumenterade.

- Analysens resultat bör granskas av en oberoende person. Vem som har granskat analysen bör dokumenteras.

#### 4.3.5 Hantering av riskkriterier

Fastställande av kriterier för risknivåer för att kunna fatta beslut om hantering av risker. De risknivåer som anses acceptabla bör stämma överens med den säkerhetsnivå som fartyget avser uppnå med den föreslagna lösningen.

#### 4.3.6 Val av analysmetoder

Beskrivning av valda analysmetoder och dess relevans för aktuell applikation:

- Applicering av branschpraxis för riskanalyser exempelvis genom användning av de metoder som finns föreskrivna i IEC/ISO 31010:2009.
- Beskrivning och motivering av vald metod (er) för riskidentifiering.
- Beskrivning och motivering av vald analysmetodik för sannolikhets-, konsekvens- och riskberäkningar/uppskattningar.
- Valda metoder ska vara relevanta för att uppnå syfte och mål med riskanalysen.

#### 4.3.7 Identifiering av risker

En lista med identifierade risker associerade med konstruktionslösningen bör tas fram. Transportstyrelsen föreslår att riskerna sammanställs i den mall som finns i Bilaga 1. Nedan beskrivs vad som generellt bör beaktas vid riskidentifiering:

- Det bör tydligt framgå vilka risker som har identifierats.
- I de fall där skadehändelser har bedömts som försumbara och därför uteslutits från analysen bör kriterier och motiveringar för detta anges.
- Beskrivning av identifierade skadehändelsers orsaker, exempelvis relaterat till:
  - tekniska fel som kan uppträda relaterat till en installation
  - eventuella konstruktionsfel och dess påverkan
  - brister relaterat till planering och ledning
  - yttre påverkan/miljö
  - operationella fel/mänsklig tillförlitlighet.
- Ritningar, dokumentation och specifikationer som används bör vara uppdaterade och anges i sin senaste version.
- Eventuella erfarenheter från tidigare riskanalyser, statistik och data från olyckor och/eller tillbud relaterat till fartyget eller liknande fartyg, applikation, system eller konstruktionslösning bör undersökas.

#### 4.3.8 Arbeta med riskvärdering

Uppskattning och beräkning av risk/riskenivå förutsätter att både sannolikhetsgrad och konsekvensgrad analyseras. Nedan följer en beskrivning av vad sannolikhets och konsekvensbedömningens kan innehålla.

- Statistik och historisk data, expertbedömningar, analytiska metoder som ligger till underlag för uppskattning av sannolikheter eller felfrekvenser bör motiveras och förklarats utförligt.
- Identifierade skadehändelsers konsekvenser bör bedömas relaterat till:
  - besättning
  - passagerare
  - boende i närheten
  - omgivande miljö
  - egen egendom
  - tredje parts egendom.
- Tillvägagångssätt och analysmetoder som används bör förklaras och motiveras.
- Eventuella förenklingar och approximationer som görs bör motiveras.
- Eventuella begränsningar exempelvis gällande vald beräkningsmetod, utförarens kompetens, aktualitet av ritningar eller annat underlag bör undersökas och dokumenteras.
- De hjälpmedel, i form av eventuella beräkningsprogram, programvaror, databaser etc. som används bör redovisas och motiveras.
- De metoder som används ska vara relevanta för aktuellt tillämpningsområdet.
- Rimligheten av uppskattade konsekvenser och sannolikheter bör analyseras och bedömas.
- Den sammanlagda riskbilden bör presenteras på ett tydligt och överskådligt sätt.

#### 4.3.9 Befintliga skydd och säkerhetsåtgärder

Analysen bör innehålla ett avsnitt där identifikation och beskrivning av befintliga skydd och säkerhetsåtgärder som finns ombord i den befintliga konstruktionen/utförningen samt hur dessa påverkar sannolikheter eller konsekvenser för risker.

#### 4.3.10 Riskutvärdering

Riskutvärdering ska ge stöd i beslutsfattandet genom att resultaten från riskanalysen jämförs med de etablerade riskkriterierna för att avgöra var riskreducerande åtgärder krävs.

- Jämförelser mellan värderade risker (baserat på sannolikhet och konsekvensbedömning) och etablerade risknivåer bör beskrivas tydligt.
- Beslut om risker anses acceptabla eller om ytterligare analyser krävs finns motiverade och dokumenterat.
- Beslut om risker kräver riskreducerande/säkerhetsyhöjande åtgärder.



#### 4.3.11 Riskbehandling

Grundläggande beskrivning för vad som kan anses vara tillräckligt innehåll relaterat till riskbehandling:

- Formulering och val av alternativ (exempelvis genom att lista alternativa lösningar) som föreslås användas för att reducera risker samt prioriteringar av dessa.
- Upprättandet av handlingsplaner och stödjande material för riskuppföljning och underhåll, det vill säga upprättande av system för övervakning och kontroll av risker relaterat till föreslagen lösning bör belysas.
- Dokumenterade motiveringar av alla riskreducerande/säkerhetshöjande åtgärder och lösningar.

#### 4.3.12 Omvärdering av risker

Genom införandet av riskreducerande åtgärder kan risker omvärderas genom att uppskatta dess sannolikhet och konsekvens igen.

- Utförda omvärderingar av risker med införda riskreducerande åtgärder finns förklarade och dokumenterade.
- Bedömning av effektivitet av en riskreducerande/säkerhetsåtgärd genom omvärdering av risken och utifrån resultatet fatta beslut om risken är acceptabel eller kräver ytterligare åtgärder.

#### 4.3.13 Osäkerheter i analysen

Beskrivning av de osäkerheter som finns i analysen:

- Effekter från osäkerheter i analysens resultat som exempelvis kan beror på använd indata, modeller, metoder eller antaganden, bör diskuteras och undersökas genom att utföra osäkerhetsanalyser som dokumenteras.
- Osäkerheter bör redovisas relaterat till:
  - identifiering av möjliga olycks- eller skadehändelser
  - bedömning av sannolikheten för identifierade händelser
  - bedömning av konsekvenser av identifierade händelser
  - bedömning av möjligheter att förhindra skadehändelser eller lindra konsekvenser.
- Osäkerheters inverkan på eventuella beslut som behöver fattas bör redovisas.

#### 4.3.14 Motiveringar och spårbarhet

Riskanalysen ska innehålla tydliga motiveringar och förklaringar på vilka grunder riskbedömningar görs:

- Riskanalysen bör vara uppbyggd så att den lätt kan kommuniceras och granskas.
- Alla antaganden, beräkningar och förenklingar bör vara tillräckligt redovisade och motiverade så att de enkelt ska kunna följas och härledas.
- Analysen bör dokumenteras i sådan detalj att den har ett värde för en eventuell framtida riskbedömning där analys av nya risker och förändringar kan behöva göras.

#### 4.4 Sammanhållen dokumentation

Sammanhållen dokumentation över analysarbetet används för att spåra riskanalysarbetet samt som underlag vid verifiering. Förslag på rapportutformning till den sammanhållna dokumentationen följer nedan:

- Titelblad med datum, namn på författare/utförarens namn, rapportens revisionsnummer och eventuella restriktioner gällande distribution av dokumentet.
- Innehållsförteckning.
- Bakgrund, syfte och målsättning med riskanalysen.
- Omfattning, avgränsningar och generella antaganden, inklusive bakgrund för dessa antaganden.
- Huvudsakliga beslut som behöver fattas.
- Information om fartyget, dess operationella område, drift samt aktuellt scenario som ska analyseras.
- Dokumentation av analysmetod(er).
- Riskidentifiering, inklusive sammanställningar och resultat.
- Beräkningar eller bedömning av sannolikhet eller felfrekvenser.
- Beräkning eller bedömning av konsekvenser, inklusive antaganden.
- Presentation av resultat.
- Presentation av riskreducerande åtgärder (säkerhetshöjande åtgärder).
- Slutsatser och diskussioner kring resultat.
- Presentation av rekommendationer.
- Dokumentation av referenser och använd litteratur, statistik, empiriska data, inklusive version eller rapport nummer, datum etc.
- Bilagor med ritningar, specifikationer och testresultat relevanta för analysen.
- Bilaga med sammanställning av identifierade risker och åtgärder (Bilaga 1).
- Bilaga med ifylld checklista för kvalitetskontroll (Bilaga 2).

##### 4.4.1 Referenser

Använda referenser och data bör dokumenteras utförligt:

- Använd referenslitteratur och rapporter bör dokumenteras och beskrivas.
- Använd historisk data, statistik och empiriska data bör dokumenteras.

## 5 Referenser och tillämpbara standarder

IEC/TC 56. 1997. *Committee draft - Guide for Hazard and Operability Studies (HAZOP)*. Project nr IEC 61882/Ed 1.

IEC/TC 56. 1999. *Committee draft - Hazard and operability (HAZOP) studies – Guide word approach*. Project nr IEC 56/61882/Ed1.

IMO. 2018. *Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process*. (MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2).

ISO. 2017. *Petroleum and natural gas industries – offshore production installations – major accident hazard management during the design of new installations*. (ISO 17776:2016).

ISO. 2018. *Risk Management Principles and Guidelines*. International Organization for Standardization. (ISO 31000:2018).

ISO. 2018. *Risk Management Vocabulary*. International Organization for Standardization. (ISO GUIDE 73:2018).

ISO. 2009. *Risk Management – Risk Assessment Techniques*. International Organization for Standardization. (IEC/ISO 31010).

Nilsson, J. (2003). *Introduktion till riskanalysmetoder*. (LUTVDG/TVBB--3124--SE; Vol. 3124). Fire Safety Engineering and Systems Safety.

Räddningsverket. 2003. *Handbok för riskanalys*. Karlstad: Räddningsverket

## Bilaga 1 Mall för sammanställning av identifierade risker

Fylls i av konstruktionsgruppen

Nr	Risk (beskrivning)	Uppskattad risknivå	Hänvisning i dokumentation	Föreslagen åtgärd och anvisning i dokumentation	Åtgärd har genomförts (datum)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

## Bilaga 2 Checklista för kvalitetskontroll

Checklistan fylls i av konstruktionsgruppen

Nr	Krav	Utfall	Anvisning i dokumentation (rubrik, sidnummer)
<b>1</b>	<b><i>Analysens omfattning och syfte</i></b>		
	Analysens syfte och mål beskrivs.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	
	Typ av risker som omfattas av analysen (risker för person, miljörisker och egendom) beskrivs.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	
	Beskrivning av huvudsakliga beslut som måste fattas.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	
<b>2</b>	<b><i>Beskrivning av fartyget och aktuellt område för analys</i></b>		
	Allmän beskrivning av fartyget samt vilka områden som riskanalysen täcker in relaterat till drift, operationellt område och omgivning.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	
	Tekniska specifikationer och ritningar på föreslagen konstruktionslösning.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	
<b>3</b>	<b><i>Funktionskrav</i></b>		
	Identifiering av de funktionskrav som avses verifieras genom riskanalys.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	
<b>4</b>	<b><i>Konstruktionsgruppen</i></b>		
	Lista på de personer som har ingått i konstruktionsgruppen/analysgruppen samt deras erfarenhet, kunskap och bakgrund som är relevanta för projektet finns dokumenterat.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	
<b>5</b>	<b><i>Riskkriterium</i></b>		
	Kriterier för att kunna fatta beslut om hantering av risker har etablerats.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	
<b>6</b>	<b><i>Analysmetoder</i></b>		
	Applicering av branschpraxis för riskanalyser exempelvis genom användning av de metoder som finns föreskrivna i IEC/ISO 31010:2009.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	

	Motivering av vald metod (er) för riskidentifiering.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
	Motivering av vald analysmetodik för sannolikhets-, konsekvens- och riskberäkningar/uppskattningar.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
<b>7</b>	<b><i>Identifikation av risker</i></b>		
	En tydlig sammanställning i form av en lista/specifikation på de risker som har identifierats finns dokumenterad.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
	I de fall där skadehändelser har bedömts som försumbara och därför uteslutits från analysen finns kriterier och motiveringar för detta.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
<b>8</b>	<b><i>Riskvärdering</i></b>		
	Värdering och uppskattning av sannolikhetsgrad och felfrekvenser relaterat till varje risk baserat på statistiska data, expertbedömningar eller empiriska data.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
	Vald metod för sannolikhetsbedömning och konsekvensbedömning samt kriterier för dessa finns dokumenterat.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
	Motiveringar för alla resonemang, antaganden, beräkningar, uppskattningar och valda analytiska metoder finns tydligt dokumenterat.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
	Den sammanlagda riskbilden presenteras tydligt och strukturerat i exempelvis en riskmatris.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
<b>9</b>	<b><i>Befintliga skydd och säkerhetsåtgärder</i></b>		
	Befintliga skydd och säkerhetsfunktioner ombord har vägts in i analysen.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej
<b>10</b>	<b><i>Riskutvärdering</i></b>		
	Riskenivåer i analysen jämförs mot etablerade riskkriterier.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej



	Beslut om risker anses acceptabla eller om ytterligare analyser eller åtgärder krävs finns motiverade och dokumenterat.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej	
<b>11</b>	<b><i>Riskbehandling</i></b>			
	Beskrivning av åtgärder och lösningar för att reducera risker finns dokumenterat.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej	
<b>12</b>	<b><i>Omvärdering av risker</i></b>			
	Utförd omvärdering av risker med införda riskreducerande åtgärder finns dokumenterat.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej	
<b>13</b>	<b><i>Osäkerheter i analysen</i></b>			
	Beskrivning och undersökning av de osäkerheter som finns kopplade analysens resultat, indata, använda modeller och metoder samt gjorda antaganden finns dokumenterat.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej	
<b>14</b>	<b><i>Motiveringar och spårbarhet</i></b>			
	Alla antaganden, approximationer och beräkningar i analysen förklaras och motiveras.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej	
<b>15</b>	<b><i>Referenser</i></b>			
	Referenser på all använd data, litteratur, expertbedömningar, statistik, källor och antaganden etc. finns dokumenterat.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej	
<b>16</b>	<b><i>Utförlig dokumentation</i></b>			
	Fullständig dokumentation där punkterna 1- 15 ovan, täcks och valda metoder, resultat och slutsatser presenteras tillsammans med tillhörande bilagor.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nej	

## Bilaga 3 Metoder och verktyg för riskanalysarbete

Analysmetoder och verktyg bör kombineras med varandra så att följande områden täcks in:

- Riskidentifiering
- Riskanalys: Konsekvensbedömning, sannolikhetsbedömning, risknivå
- Riskutvärdering

Nedan följer en sammanställning av de analysmetoder och verktyg som finns definierade i IEC/ISO 31010:2009.

Analysmetoder och verktyg	Kortfattad beskrivning
Brainstorming	Utförs i de flesta riskanalyser av en grupp med bred erfarenhet. Handlar om att ordna tankar, föreställa sig scenarion & trigga tänkandet.
Intervjuteknik <i>Structured or semi-structured interviews</i>	Intervjuteknik för att identifiera risker genom förbestämda, icke ledande, frågor som ställs till konstruktionsgruppen
Delphi-teknik	Metod där experter får svara på frågor oberoende av varandra. Svaren sammanställs och deltagarna får ta del av varandras svar för att göra nya bedömningar med målet att slutligen nå en gemensam ståndpunkt.
Checklistor	Enklare form av riskidentifiering. Listar identifierade olyckor och risker från tidigare studier eller erfarenheter.
Preliminär olycksanalys <i>Preliminary Hazard analysis (PHA)</i>	Fokuserar på att identifiera risker relaterat till en viss typ av utrustning och system. Används tidigt i processen och/eller när det inte finns tillräckligt med information för att göra en mer djupgående bedömning.
HAZOP <i>Hazard and Operability studies</i>	Analys av möjliga risker relaterat till driften av system bland annat med hjälp av systematiska ledord.
Olycksanalys och kritiska kontrollpunkter <i>Hazard analysis and critical control points (HACCP)</i>	Identifiering av olycksrisker och introducering av kontrollpunkter i kritiska delar av en process där specifika egenskaper måste ligga inom definierade gränser. (Kommer från "food quality"-projekt)
Miljöriskbedömning <i>Environmental risk assessment (ERA)</i>	Undersökning av källan till orsak av skada samt analys av dess effekt på hav, växter, djur, människor etc.
Vad händer om-analys <i>Structured-What-if? (SWIFT)</i>	Analysmetod där systematiska ledord används, ex. "Vad händer om vi får brand i lastutrymme X?"
Scenarioanalys <i>Scenario analysis</i>	Går ut på att försöka utveckla modeller för att förutse och planera för olika framtida händelser. "i bästa fall", "i värsta fall", "förväntat utfall".
Affärsverkansanalys <i>Business impact analysis (BIA)</i>	Analys av hur risker påverkar en organisations verksamhet samt identifiera och kvantifiera vad som behöver göras för att hantera dessa risker.

Grundorsaksanalys <i>Root cause analysis (RCA)</i>	Undersökning av roten till fel och dess effekter på människa och teknik (likt felträdsanalysmetodik)
Feleffektanalys <i>Failure mode effect analysis (FMEA)</i>	Analys av komponentfel och dess orsaker, sannolikheter och konsekvenser.
Felträdsanalys <i>Fault tree analysis (FTA)</i>	Analys av orsaker till given händelse
Händelseträdsanalys <i>Event tree analysis (ETA)</i>	Analys av alternativa konsekvenser av en händelse
Orsaks och konsekvensanalys <i>Cause and consequence analysis (CCA)</i>	Kombination av händelse- och felträdsanalys. Man utgår från en kritisk händelse och analyserar dess konsekvenser genom JA/NEJ logik. Fel utvärderas genom felträdsanalys.
Orsaks och effektanalys <i>Cause-and-effect analysis</i>	Analys för att identifiera orsak till störning, problem eller oönskad händelse. Orsak – effekt, flera orsaker kan bidra till en ”effekt”
Skyddslageranalys <i>Layers of protection analysis (LOPA)</i>	Analys av huruvida det finns tillräckligt med riskminimerande åtgärder för att kontrollera en risk associerad med en händelse eller scenario.
Beslutsträdsanalys <i>Decision tree analysis</i>	Logisk följd av beslut att hantera projektrisker och hjälpa till att välja bästa möjliga handlingsätt där det finns osäkerheter.
Analys av mänsklig tillförlitlighet <i>Human reliability analysis (HRA)</i>	Metod för att analysera människans tillförlitlighet i en situation.
Bowtie-analys	Diagram för att koppla ihop orsak och konsekvens med en händelse. Visualiserar orsak och konsekvens.
Funktionssäkerhetsinriktat underhåll <i>Reliability centred maintenance (RCM)</i>	Används inom flyg, järnväg & offshore för att förbättra drift och underhåll. Syfte att ta fram regler och krav för att kunna hantera fel på ett säkert och effektivt sätt.
”Smyg”-analys <i>Sneak circuit analysis</i>	Handlar om att identifiera design-fel som ligger latent/smugit sig in i en hårdvara eller mjukvara och kan orsaka fel (slumpmässiga fel eller fel som är svåra att upptäcka)
Markovanalys	Kvantitativ teknik för modellering av sannolikhet för olika tillstånd i ett system
Monte Carlo-simulering	Matematisk sannolikhetsmodellering. Används för att modellera sannolikheten för alla utfall av en given händelse (med en viss säkerhet)
Bayesiskt nätverk	Används för att undersöka kopplingar mellan ett problem och dess konsekvenser.
F-N kurva	Frekvens som funktion av antalet dödsfall för en händelse.
Riskindex	Rankning och klassificering av risker för jämförelse.
Konsekvens/sannolikhetsmatris (Riskmatris) <i>Consequence/probability matrix</i>	Riskmatris för visualisering och rankning av risker. Kombination av kvalitativ och semi-kvantitativ

	ranking av konsekvens och sannolikhet för att uppskatta risknivå.
Skadekostnadsanalys <i>Cost-benefit analysis (CBA)</i>	Metod för uppskattning av förväntade skadekostnader.
Fler-kriteriumsbeslutsanalys <i>Multi-criteria decision analysis (MCDA)</i>	Används för att jämföra och ranka olika beslutsalternativ exempelvis vid riskbehandling.

## Bilaga 4 Risker ombord

Förslag på händelser och aktiviteter att överväga i en riskanalys:

### Riskkällor och skadehändelser

- Grundstötning
- Maskinhaveri
- Begränsad styrförmåga
- Brand
- Man överbord
- Kollision: trånga passager, kollision med annat fartyg
- Tändkällor: friktion, varma ytor, öppna lågor, gnistor etc.
- Läckage och miljörelaterade risker
- Icke fungerande nödutrustning alarm, detektering, visuella alarm, sprinklersystem, livräddningsutrustning mm.
- Trånga utrymmen
- Antalet personer ombord
- Väderförhållanden - mörker, dålig sikt, kraftig vind som sammanfaller med eventuell brand.
- Kommunikationsutrustning slås ut
- Kablar
- Ljuskällor, lampor
- Heta vätskor som exempelvis heta oljor, vatten etc.
- Trycksatta kärl och rörledningar
- Brandfarliga ämnen exempelvis färg och kemikalieförråd
- Petroleumprodukter, oljor, gas
- Farligt gods
- Fordon ombord exempelvis batteridrivna eller gasdrivna fordon
- Elchock, explosion
- Batterier
- Köksutrustning, elektronisk utrustning, tvättmaskin, elfel, handhavande etc.
- Annat

### Fartygets trafikmönster

- Operation i dagsljus
- Operation i mörker
- Operationsområdets specifika problemställningar

### Sjöområdets specifika egenskaper

- Annan trafik
- Begränsat djupgående
- Sjöpåverkan

- Kommunikationssvårigheter
- Avsaknad av alternativa hamnar
- Långt till assistans i händelse av sjöolycka

### **Fartygets konstruktion**

- Fartygets specifika manöveregenskaper
- En motors anläggning och tillhörande rör och processsystem
- Fartygets särskilda manöveregenskaper
- Gång i is
- Nödsystemens uthållighet
- Dåligt underhåll
- Brott och utmattning av komponenter - strukturella problem

### **Arbetsmiljörelaterade aktiviteter**

- Hantering vid lastning och lossning
- Förtöjningsarbete vid ankomst och avgång
- Åtkomst av lejdare, luckor, etc.
- Halkskydd, grabbräcken, arbetsutrymme
- Förbindelse iland, fallrep etc.
- Luftcirkulation/ventilation
- Kommunikation mellan brygga och arbetsdäck
- Arbetsplatsers utformning
- Arbete i kök och mäss
- Arbete med svetsutrustning
- Arbete med skärbrännare
- Arbete med skärverktyg
- Buller

### **Människans förutsättningar och begränsningar**

- Trötthet
- Situationsmedvetenhet
- Stress
- Beslutsfattande
- Visuella illusioner i systemet
- Uppmärksamhet
- Ergonomiska aspekter
- Etc.



