

Jämförelse av riskutredningar avseende transport av farligt gods på järnväg

Erika Bengtsson | Avdelningen för riskhantering och
samhällssäkerhet | LTH | Lunds universitet



Jämförelse av riskutredningar avseende transport av farligt gods på järnväg

Erika Bengtsson

Lund 2026

Title: Jämförelse av riskutredningar avseende transport av farligt gods på järnväg

Author: Erika Bengtsson

Number of pages: 43

Illustrations: 8

Keywords:

risk analysis, risk assessment, quality, trustworthiness, strength of knowledge, land-use planning, dangerous goods, rail, transportation, comparative study.

Abstract:

Risk assessments are commonly used as basis for decisions regarding land-use planning to ensure that land-use don't give rise to unacceptable levels of risk. To promote well-founded decisions, it is therefore important that risk assessments are of good quality. Shortcomings in risk assessments, such as inappropriate assumptions, can potentially lead to costly or ineffective risk reduction measures being required or inappropriate development being permitted and implemented. The aim of this study is to investigate how risk assessments related to transport of dangerous goods by rail are carried out and supported in relation to aspects that affect the quality of the risk assessments and aspects that cannot be explained by site-specific factors. This is done by a literature study regarding quality related to risk assessments and furthermore a comparative study of four risk assessments. The results of the comparison indicate that there are improvement opportunities regarding the transparency of both the approaches and the foundation on which the risk assessments are based. Furthermore, the results indicate that the basis used is limited. The study also shows that there are both similarities and differences between the risk assessments regarding factors that cannot be explained by site-specific factors. Some of the differences can possibly be explained by differences in the degree to which the assumptions are conservative.

© Copyright: Division of Risk Management and Societal Safety, Faculty of Engineering
Lund University, Lund 2026

Avdelningen för Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola, Lunds
universitet, Lund 2026.

Riskhantering och samhällssäkerhet
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

<http://www.risk.lth.se>

Telefon: 046 - 222 73 60

Division of Risk Management and Societal Safety
Faculty of Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

<http://www.risk.lth.se>

Telephone: +46 46 222 73 60

Förord

Detta examensarbete utgör den avslutande kursen inom brandingenjörsutbildningen och civilingenjörsutbildningen i riskhantering. Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng och har genomförts under höstterminen 2025 och vårterminen 2026.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Professor Henrik Hassel för hans stöttning och vägledning genom hela processen. Jag vill även rikta ett särskilt tack till min sambo Oscar för korrekturläsning och stöttning.

Sammanfattning

Vid fysisk planering behöver risker för människors hälsa och säkerhet beaktas. Ofta används riskutredningar som beslutsunderlag för att avgöra om planerad bebyggelse kan tillåtas eller vilka riskreducerande åtgärder som behöver vidtas för att möjliggöra planerad bebyggelse. Det är därmed viktigt att riskutredningarna är av god kvalitet för att främja väl underbyggda beslut.

Tidigare studier inom fysisk planering har visat att det finns skillnader beroende på vem som genomför riskutredningen och även att det finns brister avseende hur riskutredningar underbyggs. Vidare belyses inom riskvetenskapen behovet av att beakta bakomliggande kunskap som riskutredningarna baseras på för att bedöma tillförlitligheten av riskutredningarna. Det är därmed intressant att undersöka hur riskutredningar avseende transporter av farligt gods på järnväg genomförs och underbyggs relaterat till aspekter som påverkar kvaliteten av riskutredningarna. För att undersöka detta genomfördes en litteraturstudie avseende kvalitet kopplat till riskutredningar samt en jämförelse av fyra riskutredningar.

Genom litteraturstudien identifierades flera olika kvalitetsaspekter. Bland annat framgick att transparens, tydlighet och hur antaganden underbyggs är av stor vikt vid bedömning av tillförlitligheten av riskutredningar. Det var vidare dessa kvalitetsaspekter som var utgångspunkten vid jämförelsen av riskutredningarna. Vidare jämfördes ett urval av faktorer som normalt ingår i de undersökta riskutredningarna. Faktorer som jämfördes var: RID-klasser, skadehändelser avseende farligt gods utsläpp, sannolikhetsfördelning av RID-klasser, andelen farligt gods och sannolikheten för farligt gods, frekvens för urspårning av godståg, dimensionerande ämnen samt acceptanskriterier.

Eftersom jämförelsen av riskutredningar endast inkluderade ett fåtal riskutredningar samt att endast ett fåtal aspekter undersöktes går det inte att dra några generella slutsatser angående hur riskutredningar genomförs och underbyggs i Sverige och i Skåne län. Resultatet från jämförelsen indikerar dock att det finns förbättringsmöjligheter avseende transparensen av tillvägagångssätt och underlag som riskutredningar baseras på. Samt att underlaget som används är begränsat. Resultatet indikerar även att det finns både likheter och skillnader mellan riskutredningar avseende faktorer som inte kan förklaras av platsspecifika faktorer. Där skillnaderna kan påverka den uppskattade risknivån och troligen även vilka beslut som tas vid fysisk planering.

Eftersom samtliga riskutredningar använder konservativa antaganden i olika stor utsträckning och för olika antaganden skulle det eventuellt vara fördelaktigt att utarbeta riktlinjer, särskilt då flera av antaganden inte underbyggs. Detta då graden av konservatism kan påverka vilka åtgärder som rekommenderas och i slutändan vilka beslut som tas vid fysisk planering. Detta gäller särskilt om de konservativa antagandena resulterar i uppskattade risknivåer som överskrider acceptanskriterierna.

Trots att resultatet indikerar på vissa förbättringsmöjligheter gällande de kvalitetsaspekter som undersökts kan det finnas andra värden som anses viktiga förutom hög kvalitet, så som kostnaden och tidsåtgången att utreda riskerna. Vidare kan det rimligtvis dessutom finnas vissa kvalitetskriterier som lämpligen alltid bör uppfyllas. Detta har inte undersökts i detta arbete. Det kan därmed vara intressant i vidare studier undersöka vad som är en tillräckligt bra riskutredning beroende på dess syfte, till skillnad från vad som är en bra riskutredning.

Summary

In land-use planning, risks to human health and safety must be taken into account. Risk assessments are often used to support decision-making to determine whether proposed developments can be permitted or which risk-reducing measures are required to enable the planned development. It is therefore essential that risk assessments are of high quality to support well-founded planning decisions.

Previous studies within the field of land-use planning have shown that differences exist depending on who conducts the risk assessment and that there are also shortcomings in how such assessments are substantiated. Furthermore, risk science highlights the importance of considering the underlying knowledge on which risk assessments are based to evaluate their reliability. It is therefore of interest to examine how risk assessments concerning the transport of dangerous goods by rail are conducted and substantiated in relation to aspects that influence their quality. To investigate this, a literature review on quality in relation to risk assessments was carried out, together with a comparative analysis of four risk assessments.

The literature review identified several aspects that are important for the quality of risk assessments. In particular, transparency, clarity, and the justification of assumptions were found to be crucial for evaluating the reliability of risk assessments. These quality aspects also formed the basis for the comparative analysis. In addition, a selection of factors commonly included in the examined risk assessments was compared. These factors included: RID classes, hazardous goods release scenarios, the probability distribution of RID classes, the proportion and probability of dangerous goods, freight train derailment frequencies, representative substances, and risk acceptance criteria.

As the comparative analysis included only a limited number of risk assessments and examined only a limited number of aspects, no general conclusions can be drawn regarding how risk assessments are conducted and substantiated. However, the results indicate that there is room for improvement in terms of the transparency of both the methodologies applied and the underlying data on which the risk assessments are based. They also suggest that the supporting data used are limited. Furthermore, the results indicate both similarities and differences between the risk assessments with respect to factors that cannot be explained by site-specific conditions. Some of these differences may potentially be explained by variations in the degree of conservatism applied in the assumptions.

Since all the risk assessments apply conservative assumptions to varying degrees and with respect to different parameters, it may be beneficial to develop guidelines for these assumptions, particularly as many of them are insufficiently justified. This is important because the degree of conservatism may influence which risk-reducing measures are recommended and, ultimately, which decisions are made in the land-use planning process. This is particularly relevant when conservative assumptions result in estimated risk levels that exceed the applicable risk acceptance criteria.

Although the findings indicate certain opportunities for improvement regarding the quality aspects examined, there may be other considerations that are also important, such as the cost and time required to carry out risk assessments. Furthermore, it is reasonable to assume that some quality criteria should always be fulfilled. This issue has not been addressed in the present study. Future research could therefore usefully investigate what constitutes a sufficiently good risk assessment for a given purpose, as distinct from what constitutes a good risk assessment in general.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål	2
1.3	Frågeställningar	2
1.4	Avgränsningar.....	2
2	Transport av farligt gods	3
2.1	Transport av farligt gods	3
3	Metod för litteraturstudie	4
3.1	Steg 1: Identifiering av frågeställning	4
3.2	Steg 2: Identifiering av relevant litteratur	5
3.3	Steg 3: Urval av studier för vidare analys.....	6
3.4	Steg 4: Kartlägga data	7
3.5	Steg 5: Sammanställning av information	7
4	Metod för insamling och jämförelse av riskutredningar	8
4.1	Urval av riskutredningar	8
4.2	Insamling av riskutredningar	9
4.3	Jämförelse och analys av riskutredningar	10
5	Resultat av litteraturstudien	11
5.1	Övergripande kvalitetsaspekter	11
5.1.1	Expertis.....	11
5.1.2	Bias	12
5.1.3	Transparent och tydligt tillvägagångsätt.....	12
5.2	Data och information	13
5.2.1	Tillförlitlighet och trovärdighet av data och information	13
5.2.2	Data och information är applicerbar och tillräcklig	14
5.2.3	Transparens av data och information	15
5.2.4	Trovärdighet kopplat till insamling av data och information.....	15
5.2.5	Objektivitet av data och information	16
5.3	Genomförande av analys	16
5.3.1	Genomförande i linje med utformning av analysen	16
5.3.2	Tillvägagångsätt/metoder för analys är lämpliga sett till tillämpningen	16
5.3.3	Kontext	18
5.3.4	Antaganden	19
5.3.5	Fullständighet.....	21

5.3.6	Resultat.....	21
5.3.7	Osäkerheter.....	22
5.3.8	Lämplig användning av tillvägagångsätt och metoder.....	23
5.3.9	Lämplig tolkning av analys	23
5.3.10	Tillvägagångsätt/metoder för analys samverkar med varandra på ett lämpligt sätt	23
5.4	Sammanställning av kvalitetsaspekter	24
6	Resultat av jämförelse av riskutredningar	25
6.1	RID-S-klasser.....	25
6.2	Skadehändelser avseende farligt gods utsläpp.....	26
6.3	Sannolikhetsfördelning av RID-klasser	27
6.4	Andelen farligt gods och sannolikheten för farligt gods	29
6.5	Frekvens för urspårning av godståg	30
6.6	Dimensionerande ämnen.....	31
6.7	Acceptanskriterier	32
7	Diskussion.....	34
7.1	Resultat från jämförelse av riskutredningar	34
7.1.1	RID-klasser	34
7.1.2	Skadehändelser avseende farligt gods utsläpp.....	34
7.1.3	Sannolikhetsfördelning av RID-klasser	34
7.1.4	Andelen farligt gods och sannolikheten för farligt gods	35
7.1.5	Frekvens för urspårning av godståg	36
7.1.6	Dimensionerande ämnen.....	36
7.1.7	Acceptanskriterier	37
7.2	Diskussion om konservativa antaganden.....	37
8	Slutsats	38
	Referenser	40
	Bilaga A. Sökprotokoll	i
	Bilaga B. Riskhänsyn i planprocessen	ii
	B.1 Riskhänsyn i samhällsplaneringen	ii
	B.2 Detaljplaneprocessen.....	iii

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Transporter av farligt gods sker runt om i landet då flera olika verksamheter är beroende av dessa ämnen (Sandström, 2012). Farligt gods är ämnen och föremål som vid transport kan orsaka skada på liv, hälsa, egendom eller miljö, beroende på godsets fysikaliska och kemiska egenskaper (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap [MSB], 2025a). Samtidigt som dessa transporter av ämnen och föremål är nödvändiga finns det ett behov av bebyggelse nära järnvägar och vägar då städer förtätas. För att möjliggöra bebyggelse och samtidigt reglera att risken inte blir oacceptabelt hög för områden kring dessa transportleder, behöver riskhänsyn tas för människors hälsa och säkerhet vid fysisk planering enligt plan- och bygglagen och miljöbalken (Trafikverket, 2025).

I Sverige används ofta kvantitativa riskanalyser som beslutsunderlag vid bedömning av riskerna med transporter av farligt gods. Däremot finns det inget standardiserat tillvägagångssätt för att bedöma risken med farligt godstransporter i Sverige. I stället används olika metoder, indatavärden och antaganden. Alvarsson och Jansson (2016) jämförde ett urval av riskutredningar specifikt för vägtransporter och observerade stora skillnader i de antaganden och uppskattningar som gjordes. Dessutom fann de att en del av antaganden saknade hänvisning till vetenskaplig litteratur eller underbyggda resonemang.

Strindberg och Svensson (2018), med utgångspunkt från nämnd jämförelsestudie, konstaterar att variationen av antaganden som görs vid riskutredningar medför att den bedömda individ- och samhällsrisk kan variera med cirka två tiopotenser. Vidare belyser de att detta kan i praktiken vara avgörande för huruvida en planerad förändring ger upphov till tolerabla eller oacceptabla risknivåer.

Mot denna bakgrund kan det vara intressant att undersöka om samma problematik även gäller för järnvägstransporter, och vidare undersöka vilka skillnader och likheter som finns mellan olika riskutredningar. Detta kan till exempel ligga till grund för vidare studier med syfte att öka kunskapen kring de faktorer som i dagsläget bidrar till stor spridning i resultat. Det kan därmed vara intressant att jämföra riskutredningar för transport av farligt gods på järnväg för att undersöka hur risken med farligt gods på järnväg hanteras. Ett examensarbete undersökte detta delvis, med fokus på explosionsrisker från både väg- och järnvägstransporter (Dahlén, 2019).

Tidigare forskning inom andra områden har även konstaterat att riskutredningar, genomförda av olika experter, för samma analysobjekt, skiljer sig åt gällande bland annat bedömda risknivåer, val av scenarier och indata (Ale, et al., 2001; Lauridsen, et al., 2002; Gooijer, Cornil, & Lenoble, 2012). Vidare diskuteras olika typer av osäkerheter kopplat till riskutredningar och orsaker till variationer i resultat bland de olika riskutredningarna. Aven (2017) och Askeland, Flage och Aven (2017) belyser vidare vikten av att beakta antaganden som görs och bakomliggande kunskap som antaganden baseras på, detta vid bedömning av tillförlitligheten av en riskutredning. Följaktligen kan det vara särskilt intressant att vid jämförelsen av riskutredningarna undersöka bakomliggande kunskap kring de antaganden som görs.

1.2 Syfte och mål

Syftet med arbetet är att undersöka hur risker med transport av farligt gods på järnväg hanteras i olika riskutredningar utifrån aspekter som bidrar till hög kvalitet. Målet är att genom jämförelse av riskutredningar observera skillnader och likheter i utförande och innehåll som inte kan förklaras av platsspecifika faktorer. Bland annat angående vilka antaganden, modeller och metoder som används.

1.3 Frågeställningar

Utifrån syfte och mål avses följande frågeställningar besvaras:

- Vad är känt inom den vetenskapliga litteraturen angående aspekter som påverkar kvaliteten av en riskutredning i syfte att utgöra ett så bra beslutsunderlag som möjligt?
- Vilka skillnader och likheter finns mellan riskutredningar med liknande syfte, avseende transport av farligt gods på järnväg, som inte kan förklaras av platsspecifika faktorer?
- Hur underbyggs antaganden, val av indata och metod i riskutredningarna?

1.4 Avgränsningar

Arbetet avgränsas till att studera utredningar för bedömning av risker kopplat till transport av farligt gods på järnväg inom Skåne län. Utredningar för andra typer av transportslag inkluderas ej.

Jämförelsen avgränsas till att studera riskutredningsrapporter, vilket innebär att endast det som redovisas i rapporterna kommer kunna jämföras och analyseras mot identifierade kvalitetsaspekter. Detta innebär att det eventuellt kan finnas kvalitetsaspekter som uppfylls genom riskutredningsprocessen som inte åskådliggörs i rapporterna.

2 Transport av farligt gods

I detta avsnitt presenteras vad farligt gods är. Hur risker relaterade till transporter av farligt gods beaktas vid samhällsplanering och hur detaljplaneprocessen går till beskrivs i Bilaga B.

2.1 Transport av farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och föremål som vid transport kan orsaka skada på liv, hälsa, egendom eller miljö, beroende på godsets fysikaliska och kemiska egenskaper (MSB, 2025a). I Sverige regleras transporter av farligt gods, för samtliga transportslag, i lagen (2006:263) om transport av farligt gods och förordningen (2006:311) om transport av farligt gods (MSB, 2025b). Begreppet transport i detta sammanhang avses enligt lagen den fysiska förflyttning av godset som sker med transportmedel, inkluderat lastning, lossning, förvaring och övrig hantering som sker i samband med transporten. Förflyttning som enbart sker inom ett område för tillverkning, lagring eller förbrukning av farligt gods omfattas däremot inte av den nämnda lagstiftningen.

Bestämmelser specifikt för järnväg redogörs för i MSB:s föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (RID-S 2025). Dessa föreskrifter baseras på RID (förkortning för Règlement Concernant le Transport International Ferroviaire des Marchandises Dangereus), som är internationella överenskommelser inom EU för reglering av transport av farligt gods på järnväg, som gäller både nationell och internationell transport (MSB, 2025d). Utöver bestämmelser i RID, innehåller föreskrifterna kompletterande bestämmelser som gäller specifikt för transporter i Sverige (MSB, 2025c).

Farligt gods delas in i olika klasser beroende på ämnets eller föremålets fysikaliska och kemiska egenskaper enligt Tabell 1. Klassificeringen ligger till grund för vilka regler som gäller vid transport av farligt gods, och ska ske enligt föreskrifterna RID-S. Då godset kan ingå i fler än en klass är det den dominerande egenskapen som styr vilken klass det tillhör. För fullständig klassificering ska utöver klass även UN-nummer, officiell transportbenämning, klassificeringskod, förpackningsgrupp (gäller vissa klasser), varningsetiketter och miljöfarlighet fastställas (MSB, 2025e).

Tabell 1: Klasser av farligt gods enligt RID-S (MSBFS 2024:11, 2.1.1.1)

Klass 1 Explosiva ämnen och föremål
Klass 2 Gaser
Klass 3 Brandfarliga vätskor
Klass 4.1 Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, polymeriserande ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
Klass 4.2 Självantändande ämnen
Klass 4.3 Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
Klass 5.1 Oxiderande ämnen
Klass 5.2 Organiska peroxider
Klass 6.1 Giftiga ämnen
Klass 6.2 Smittförande ämnen
Klass 7 Radioaktiva ämnen
Klass 8 Frätande ämnen
Klass 9 Övriga farliga ämnen och föremål

3 Metod för litteraturstudie

För att besvara den första frågeställningen i detta arbete krävdes en insamling av relevant vetenskaplig litteratur. I syfte att systematiskt söka och samla in vetenskaplig litteratur om kvalitetsaspekter relaterat till riskutredningar, valdes att genomföra en så kallad scoping study. Enligt Arksey och O'Malley (2005) är detta en lämplig metod för att besvara en bred problemformulering på ett systematiskt sätt. Studien kan göras olika omfattande beroende på dess syfte. Författarna belyser fyra anledningar då det kan vara lämpligt att genomföra en scoping study:

1. Kartlägga omfattningen av litteratur inom ett ämnesområde där det är svårt att visualisera tillgängligt material.
2. Avgöra om det är möjligt att genomföra en systematisk litteratursökning.
3. Sammanfatta och sprida forskningsresultat.
4. Identifiera kunskapsluckor i litteraturen.

Fokus i denna litteraturstudie var att sammanfatta forskningsläget kring kvalitetsaspekter relaterat till riskutredningar, framför allt kvantitativa, kopplat till fysisk planering.

Vid genomförandet av litteraturstudien användes det ramverket som Arksey och O'Malley (2005) presenterar, vilket består av fem steg:

1. Identifiering av frågeställningen.
2. Identifiering av relevant litteratur. Vilket innefattar bland annat val av databas, sökord och sökstrategi.
3. Urval av studier för vidare analys, genom framtagande av inkluderings- och exkluderingskriterier.
4. Kartlägga data. Där relevant data presenteras, så som författare, studiens mål, metod och viktiga resultat.
5. Sammanställa, sammanfatta och rapportera information. Där information delas in i kategorier.

Arksey och O'Malley (2005) betonar att stegen inte ska ses som en linjär process, utan som en iterativ process, där vissa delar kan behövas upprepas. Detta för att kunna få med hela omfattningen av det studerade området. Det är därmed bland annat viktigt att urvalet av sökord är flexibelt för att kunna justeras allt eftersom mer kunskap erhålls.

3.1 Steg 1: Identifiering av frågeställning

I syfte att kunna jämföra riskutredningar med avseende på kvalitetsaspekter kopplat till vad det innebär att en riskutredning har hög kvalitet, fastställdes följande frågeställning:

- Vad är känt inom den vetenskapliga litteraturen angående aspekter som påverkar kvaliteten av en riskutredning i syfte att utgöra ett så bra beslutsunderlag som möjligt?

Arksey och O'Malley (2005) förespråkar en bred frågeställning för att minimera att relevant litteratur utelämnas. En bred frågeställning valdes genom att inkludera litteratur relaterat till riskutredningar och inte endast litteratur relaterat till riskutredningar kopplat till järnvägstransporter av farligt gods.

Levac et al. (2010) föreslår för att underlätta efterföljande steg så som identifiering och inkludering av litteratur, kan det vara fördelaktigt att kombinera frågeställningen med att tydliggöra begrepp som används. I frågeställningen används ett brett förhållningsätt till begreppet kvalitet, i begreppet inkluderas vad som utgör en bra riskutredning.

3.2 Steg 2: Identifiering av relevant litteratur

Litteratursökningen genomfördes i databasen Scopus. Databasen valdes då den är den största databasen av vetenskapligt granskad litteratur (Lund University, 2025).

Den sökstrategi som användes var att ta fram engelska sökord relaterat till frågeställningen och kombinera dessa till en enda söksträng. Ambitionen var att sökningen skulle generera ett hanterbart antal träffar att gå igenom samtidigt som träffarna skulle vara relevanta. Detta gjordes iterativt genom att testa olika sökord och söksträngar för att se hur många träffar som genererades och även om träffarna verkade fånga in relevant litteratur. Som inspiration till sökord användes redan identifierad litteratur för att se vad för ord som användes i titel, abstract och nyckelord. De slutliga sökorden som användes grupperades i olika kategorier:

- Kategori 1: Avsåg fånga in litteratur med fokus på kvantitativa riskutredningar.
- Kategori 2: Avsåg fånga in litteratur med koppling till kvalitet.
- Kategori 3: Avsåg fånga in litteratur som utvärderar eller ger förslag på vad som utgör en bra riskutredning.
- Kategori 4: Avsåg fånga in litteratur som fokuserar på tillämpning av riskutredningar i praktiken.
- Kategori 5: Avsåg fånga in litteratur med koppling till arbetets kontext.

Den slutgiltiga söksträngen som används var en kombination av ovan kategorier där minst ett av sökorden i varje kategori skulle finnas med i sökträffens titel, abstract eller nyckelord. Söksträngen arbetades fram genom att börja med en kategori av sökord, och successivt addera en kategori av sökord tills ett hanterbart antal träffar nåddes, se Bilaga A. De olika kategorierna utgjordes av följande sökord:

- Kategori 1: probabilistic risk assessment, probabilistic risk analysis, quantitative risk assessment, quantitative risk analysis, QRA, probabilistic safety assessment
- Kategori 2: uncertain*, quality, validation, validity, reliability, trustworthiness, credibility, verification, strength of knowledge
- Kategori 3: assessing, improv*, enhance*, evaluat*, recommend*, guid*, review
- Kategori 4: useful*, practice, practical, criteria, evidence, high quality, effectiveness
- Kategori 5: decision mak*, infrastructure planning, land-use planning, lup, spatial planning, physical planning, urban planning, city planning, dangerous goods, hazardous material, hazmat, transport*, rail*

Sökningen genererade i 349 träffar, varav 341 av träffarna var på engelska. Vid framtagning av söksträngen justerades även sökorden för att försöka få så relevanta träffar som möjligt. Som ett exempel övervägdes att inkludera förkortningarna PRA och PSA i kategori 1. Dock verkade användandet av dessa ord generera många träffar som inte ansågs relevanta för arbetet, samtidigt som det totala antalet träffar skulle bli över det dubbla. Dessutom ansågs

relevanta träffar som genereras av dessa ord troligtvis genereras av sökorden "probabilistic risk assessment", "probabilistic risk analysis" och "probabilistic safety assessment".

Ursprungligen testades även att inte avgränsa sökningen specifikt till kvantitativa riskanalyser, genom att bland annat att söka på "risk analysis" i stället för "quantitative risk analysis". Tanken var att vissa kvalitetsaspekter troligtvis är samma oavsett om analysen är kvantitativ eller kvalitativ, och att en del av litteraturen möjligtvis studerar kvalitetsaspekter på ett övergripande plan, oavsett vilket tillvägagångssätt som används. Vid upprättandet av söksträngen noterades dock att genom att inte avgränsa till kvantitativa riskanalyser genererades ett ohanterligt antal sökträffar med hänsyn till arbetets omfattning.

Vid framtagandet av söksträngen undersöktes vidare om sökningen verkade generera relevant litteratur. Detta gjordes genom att söka efter om redan identifierad litteratur fanns med bland träffarna. Goerlandt et al. (2017) som sammanställer litteratur angående validitet och validering av kvantitativa riskanalyser fanns med, men inte Rae et al. (2014) som presenterar en mognadsmodell som kan användas för att utvärdera och förbättra kvantitativa riskanalyser. Detta visar på att sökningen inte fångar in all relevant litteratur, samtidigt som det är möjligt att sökningen fångar in till viss del relevant litteratur. För att få med Rae et al. (2014) bland träffarna skulle söksträngen behövas justeras genom att ta bort kategori 5, vilket skulle generera för många träffar att gå igenom. Alternativt skulle ett ytterligare sökord kunna inkluderas i kategori 5, dock resulterade detta också i att antalet träffar ökade till ett alltför stort antal, eller att antalet ytterligare träffar var så få att utökningen inte resulterade i fler relevanta träffar förutom Rae et al. (2014).

Som komplement till ovan sökning valdes att genomföra en citeringsanalys. Detta gjordes på två nyckelartiklar vilka nämndes ovan: Goerlandt et al. (2017) och Rae et al. (2014), där samtliga artiklar som refererade till någon av dessa artiklar valdes ut. Sökningen gjordes i Scopus och totalt var det 130 som refererade till Goerlandt et al. (2017) och 69 som refererade till Rae et al. (2014). Följaktligen genererade sökningarna totalt 540 (341+130+69) träffar.

3.3 Steg 3: Urval av studier för vidare analys

För att få ner antalet träffar till ett hanterbart antal lästes först titel och abstract. De källor som verkade irrelevanta utifrån titel sållades direkt bort. I de fall där det var oklart utifrån enbart genomgång av titel, lästes även abstract för att få en bättre uppfattning om källan verkade relevant. För de källor som verkade relevanta, och i de fall det inte var uppenbart att en källa var irrelevant, lästes källan i sin helhet. Därefter gjordes en slutlig bedömning om källan ansågs relevant att inkludera i arbetet.

En källa bedömdes som troligen relevant för arbetet om det fanns ett tydligt fokus på validering, kvalitet, trovärdighet eller förbättring kopplat till kvantitativa riskanalyser, riskanalyser, riskutredningar eller riskhantering i allmänhet eller specifikt för arbetets kontext. Exempelvis exkluderades källor med fokus på utvärdering av riskanalys kopplat till arbetsmiljö eller kärnkraft. Särskilt intressant ansågs litteratur som explicit presenterade kriterier eller krav för validering av riskanalyser. Litteratur med fokus på validering av en specifik metod sållades bort, likaså där fokus var på enstaka kvalitetsaspekter, så som osäkerhetshantering.

Utifrån detta gjordes ett urval av källor som ansågs vara mest relevanta för att kunna besvara frågeställningarna i detta arbete. Målet med urvalet var således inte en uttömmande litteratursammanställning av all känd kunskap inom området i dagsläget, då detta inte ansågs vara nödvändigt för att besvara frågeställningarna samt med hänsyn till arbetets omfattning.

Detta resulterade i ett antal källor som inkluderades för vidare analys. Genom sökning med hjälp av söksträngen inkluderades en unik källa i litteraturstudien, utöver en tidigare identifierad källa. Med hjälp av citeringsanalysen inkluderades 4 unika källor i litteraturstudien, utöver en tidigare identifierad källa. Av de 4 källorna som inkluderades var det 2 av dessa som refererade till båda nyckelartiklarna. Utöver dessa hade 5 unika källor identifierats sedan tidigare, varav 2 av dessa användes i citeringsanalysen. Slutligen användes 10 unika källor för vidare analys i kapitel 5.

3.4 Steg 4: Kartlägga data

Detta steg behandlas inte i detta arbete då det inte anses relevant med hänsyn till antalet källor för vidare analys.

3.5 Steg 5: Sammanställning av information

Sammanställning av information redovisas i kapitel 5.

4 Metod för insamling och jämförelse av riskutredningar

I detta avsnitt presenteras hur urvalet av riskutredningar har gjorts, samt hur dessa har samlats in och jämförts.

4.1 Urval av riskutredningar

Följande kriterier användes för urval av riskutredningar:

- Riskutredningar avseende transport av farligt gods på järnväg.
- Riskutredningar publicerade från 2021 och framåt.
- Riskutredningar från region Skåne län.
- Riskutredningar som utgör beslutsunderlag för gällande detaljplaner.
- Maximalt en riskutredning per konsultbolag.
- Riskutredningar som inbegriper en kvantitativ riskanalys.
- Riskutredningar inom kommuner som ingår i något räddningstjänstförbund.

Vid insamling av riskutredningar var målet att samla in jämförbara riskutredningar. För att öka jämförbarheten avgränsades urvalet av riskutredningar till Skåne län. Detta med hänsyn till att regionala vägledningarna samt yttranden från olika länsstyrelser eventuellt kan ha påverkat genomförandet och utformningen av riskutredningarna. Riskutredningar som samlades in var från 2021 och framåt, detta med hänsyn till att undersöka hur riskutredningar genomförs i nuläget.

Då det eventuellt kan finnas skillnader som beror på inom vilken lagstiftning som riskutredningen tas fram, valdes att avgränsa till att endast inkludera riskutredningar framtagna vid upprättande av detaljplaner. Riskutredningar framtagna vid upprättande av järnvägsplaner inkluderas därmed inte. Troligtvis är riskutredningarna för järnvägsplaner snarlika, men eftersom inkomna synpunkter under respektive process kan påverka riskutredningarna som görs avgränsades urvalet till riskutredningar som utgör underlag för gällande detaljplaner. Det blev tydligt vid genomgång av ett antal riskutredningar att utifrån inkomna synpunkter i samrådsskede eller granskningsskede förekommer det revideringar som påverkar utformningen och kvaliteten av riskutredningarna. För att vara konsekvent exkluderades riskutredningar som ännu inte blivit antagna.

Dessutom valdes att inkludera maximalt en riskutredning per konsultbolag. Detta då det antogs vara större skillnader mellan olika konsultbolag jämfört med inom ett och samma konsultbolag. Vidare valdes att exkludera rent kvalitativa analyser. Riskutredningar som genomförde en kvantitativ riskanalys inkluderades.

Det är möjligt att det finns mer resurser för granskning av riskutredningar inom räddningstjänstförbund jämfört med räddningstjänster som drivs i egen regi eller genom mindre samarbeten, vilket kan påverka vilka synpunkter som lämnas i planprocesserna. För att eliminera eventuell påverkan beroende på stor eller liten räddningstjänst valdes riskutredningar inom kommuner som ingår i något av de tre räddningstjänstförbund som finns i Skåne. Ursprungligen avvägdes att jämföra riskutredningar inom stor räddningstjänst med riskutredningar inom liten räddningstjänst. Dock hittades få riskutredningar som uppfyllde urvalskriterierna gjorda inom kommuner med räddningstjänst i egen regi eller

mindre samarbeten. Slutligen valdes därför att fokusera enbart på riskutredningar inom kommuner som ingår i något räddningstjänstförbund.

4.2 Insamling av riskutredningar

Vid insamling av riskutredningar användes plandokument för gällande detaljplaner. Vid genomsökning av plandokument var det möjligt att se om och vilken riskutredning för transport av farligt gods på järnväg som används som beslutsunderlag vid antagande av detaljplanen. Sökning efter detaljplaner gjordes dels på kommunala hemsidor med tillhörande karttjänster, dels på Lantmäteriets hemsida med tillhörande karttjänst.

Vanligtvis används ett avstånd från järnväg på 150 meter som ett riktvärde för då en riskutredning behöver tas fram. Dock beror utredningsavståndet på flera faktorer där avståndet även kan vara längre (Sandström, 2012). Områden inom cirka 200 meter från järnvägssträckorna söktes igenom då det var mindre troligt att hitta riskutredningar som gjorts för detaljplaner på ett längre avstånd. Detta med hänsyn till att RIKTSAM föreslår ett vägledningsområde på 200 meter där de föreslagna vägledningarna ska följas (Stenberg, 2007). Sökningen av riskutredningar gjordes godtyckligt.

Kartor med detaljplaner för olika kommuner studerades för att få en inblick i tillgängligt material. Som ett första steg var det intressant att undersöka om det fanns flera detaljplaner som använde sig av olika riskutredningar inom ett och samma område. Det visade sig ofta vara ett fåtal konsultbolag som utarbetat riskutredningarna inom specifika områden. Dessutom fanns det totalt sett ett fåtal riskutredningar inom de senaste åren. Därför valdes flera olika områden att studeras, för att kunna få en blandning av konsultbolag och samtidigt relativt nya riskutredningar.

Det finns 33 kommuner i Skåne län. Av dessa är det 15 (14 vid genomförandet av insamlingen) kommuner som ingår i tre olika räddningstjänstförbund, där verksamheten drivs gemensamt mellan flera kommuner. Resterade räddningstjänster drivs i egen regi eller genom mindre samarbeten. Inom några av Skånes kommuner förekommer dock inga järnvägstransporter. För att få en inblick i tillgängligt material som uppfyller urvalskriterierna undersöktes 11 kommuner. Fem kommuner med räddningstjänst i egen regi eller mindre samarbeten, samt sex kommuner som ingår i olika räddningstjänstförbund. Målet var inte att undersöka hur många relevanta riskutredningar som fanns totalt inom Skåne. Utan snarare att samla in tillräckligt många för att kunna genomföra en jämförelse av riskutredningar.

Totalt var det 13 riskutredningar från sju olika konsultbolag som uppfyllde urvalskriterierna bortsett från kriteriet att riskutredningarna ska vara inom kommuner som ingår i något räddningstjänstförbund och som samlades in (förutom dessa 13 var det två riskutredningar som valdes att inte samlas in, då konsultbolaget som gjort dessa två utredningar även gjort en annan riskutredning som redan samlats in och uppfyller övriga urvalskriterier). Av dessa 13 var det dock två som inte redovisade sannolikhets- och konsekvensberäkningarna, där inga hänvisningar till beräkningsbilagor gjordes. Dessutom var det en av dessa två riskutredningar som använde sekretessbelagd information angående farligt gods transporterna. Utöver dessa två var det en tredje riskutredning som inte gjorde egna konsekvensberäkningar, utan i stället baserade riskuppskattningen delvis på en tidigare genomförd riskutredning. För att kunna jämföra hur de olika riskutredningarna resonerar

och vilka antaganden som görs valdes därmed att exkludera dessa tre riskutredningar. Därefter återstod 10 riskutredningar från fem olika konsultbolag. Av dessa var det två konsultbolag inom kommuner med räddningstjänst i egen regi eller mindre samarbeten, samt fem inom kommuner med olika räddningstjänstförbund.

Förutom de nämnda 11 kommunerna gjordes dessutom en snabbare genomsökning av de tre minsta kommunerna i Skåne sett till folkmängd med järnvägstransporter med hjälp av Lantmäteriets hemsida. Karttjänsten som Lantmäteriet tillhandahåller inkluderar detaljplaner från år 2022 då det är krav att kommunerna ska publicera dessa där. För detaljplaner påbörjade innan 2022 finns inget krav på att dessa ska vara publicerade på Lantmäteriets hemsida, men kan förekomma. Denna sökning genererade inga riskutredningar som uppfyllde urvalskriterierna.

För att få tag i riskutredningarna begärdes handlingar ut från kommunerna. I vissa fall fanns riskutredningar tillgängliga på kommunens hemsida, alternativt kunde hittas genom Google-sökning. Totalt valdes fyra riskutredningar ut av totalt fem som uppfyllde samtliga urvalskriterier. Samtliga utvalda riskutredningar var från år 2022.

4.3 Jämförelse och analys av riskutredningar

För att undersöka legitima likheter eller skillnader mellan olika riskutredningar fokuserades på faktorer som borde ha ingen eller en liten inverkan av platsspecifika förutsättningar. Det vill säga faktorer där eventuella skillnader mellan riskutredningarna i så fall beror på kunskapsosäkerheter eller vem som utreder riskerna. Vidare valdes faktorer utifrån att de bedöms ha en stor påverkan på resultatet av riskanalyserna. Dessutom avgränsades antalet faktorer som jämfördes med hänsyn till arbetets omfattning.

Utifrån litteraturstudien kan aspekter identifieras för vad som utgör en bra riskanalys. Vissa av aspekterna kan vara svårare att utvärdera enbart utifrån studerande av riskutredningsrapporter och i vissa fall skulle det vara mer lämpligt med en annan metod. Till exempel för att utvärdera aspekter som har med själva riskanalysprocessen skulle det kunna vara mer lämpligt med intervjuer. Detta då det är troligt att inte all information eller delar av riskanalysprocessen dokumenteras i rapporterna. Utgångspunkten var att studera aspekter som inte krävde ytterligare insamling av information. Detta skulle till exempel vara nödvändigt för att bedöma vilka modeller eller metoder som är mest lämpliga. Vidare undersöktes inte om modeller eller metoder används på rätt sätt då detta skulle krävt inläsningen av specifika modeller och metoder samt tillgång till programvaror.

5 Resultat av litteraturstudien

I detta avsnitt presenteras resultatet av litteraturstudien. Resultatet delas in tre kategorier: övergripande kvalitetsaspekter, kvalitet kopplat till data och information samt genomförandet av analyser. För varje kategori redogörs för olika kvalitetsaspekter som lyfts inom litteraturen som underrubriker, där identifierade aspekter redogörs i en punktlista.

5.1 Övergripande kvalitetsaspekter

5.1.1 Expertis

När det gäller riskanalyser behöver ofta expertbedömningar göras av den som gör riskanalysen. Detta gäller särskilt vid kvalitativa riskanalyser, men även kvantitativa riskanalyser innehåller inslag av expertbedömningar (Davidsson et al., 2003).

Expertbedömningar är förenade med osäkerheter, och en förutsättning för att denna typ av osäkerhet kan minskas är att bland annat ställa krav på att de som genomför riskanalysen har tillräcklig kompetens och erfarenhet (Davidsson et al., 2003). Det är bland annat viktigt att riskanalytikern har kunskap om olika riskanalysmetoder och hur resultatet kan kommuniceras för att möjliggöra att beslutsfattare förstår resultatet. Även Rae et al. (2014) belyser vikten av kompetensen hos riskanalytikern särskilt då det kan vara svårt att upptäcka brister i riskutredningen trots expertgranskningar. Som exempel nämns att det är troligare att metoder används på rätt sätt om det finns en god förståelse av de fenomen som beaktas.

Riskanalytikerns kunskap och erfarenhet har en direkt påverkan på de antaganden som görs, vilka anses utgöra en viktig aspekt i kunskapsunderlaget, som i sin tur påverkar trovärdigheten av riskanalysen (Bani-Mustafa et al., 2020). Ett sätt att utvärdera kompetensen kan vara att undersöka hur många av riskanalysgruppen som har akademisk utbildning inom ämnesområdet och antal års erfarenhet (Bani-Mustafa et al., 2020). I Goerlandt et al. (2017) och Thekdi och Aven (2024) anses det också viktigt med tillräcklig expertis bland de som genomför riskanalysen. För att vara kvalificerad behövs erfarenhet i riskvetenskapliga principer och även certifieringar inom aktuell bransch (Thekdi & Aven, 2024). För att en riskutredning ska anses ha hög kvalitet ur ett riskvetenskapligt perspektiv, är det enligt Aven och Thekdi (2025) viktigt att riskutredningen baseras på nuvarande kunskap inom området. Thekdi och Aven (2024) anser därmed det är viktigt att riskanalysgruppen har en god förståelse för grunderna i riskvetenskap. Detta kan visas genom relevant examen från högskoleutbildning eller liknande, samt dokumenterade erfarenheter och referenser från riskanalyser för liknande beslutssituationer. Detta för att riskanalysens syfte och mål samt utformning av analysen ska vara i linje med riskvetenskapliga principer. Sammanfattningsvis anses följande aspekt viktig enligt författarna:

- Riskanalysgruppen ska ha tillräcklig kunskap. Både vad gäller praktiska färdigheter i bland annat hur riskanalysmetoder kan användas, och teoretisk kunskap om det som studeras, så som kännedomen om de händelser som kan inträffa. För att vara tillräckligt kvalificerad kan även certifieringar vara ett krav.

5.1.2 Bias

Vid utformning av en riskanalys finns det en risk för att resultatet av analysen blir vinklat på grund av till exempel hur val av data och information görs, vilket kan göra att risken antingen överskattas eller underskattas. Exempel på bias kan vara att riskanalytikern lägger stor vikt vid nyligen inträffade händelser eller använder underlag som bekräftar en förbestämd åsikt kopplat till riskanalysen, vilket i båda fallen kan påverka beslutsfattandet (Thekdi & Aven, 2024). Rae et al. (2014) belyser att analysen bör baseras på bästa tillgängliga underlag och i de fall där det finns tillgänglig data som är bättre, men som inte används i analysen, kan detta ses som en brist. Detta kan till exempel vara om analytikern väljer att använda expertbedömningar i stället för lättillgänglig data. Vid val av data är det även viktigt att beakta dess tillämpbarhet och inte vara allt för restriktiv när det gäller inkludering av datakällor (Rae et al., 2014). Det är alltså viktigt att analytikern inte utesluter underlag som är lämplig för analysen.

Antaganden utgör en viktig aspekt i bakgrundskunskapen och påverkar hur bra en riskanalys anses vara. Bani-Mustafa et al. (2020) belyser att de antaganden som görs är inte helt fria från bias, utan påverkas av subjektiva värderingar och begränsningar, vilka har en direkt påverkan på kvaliteten av antagandena. Vidare anses även vilken information som riskanalysgruppen har tillgång till påverka trovärdigheten i de antaganden som görs. Följande aspekter syftar till att minimera bias på grund av hur riskutredningen utformas:

- Val av kunskap eller information för användning i studien ska om möjligt inte vara vinklad (Thekdi & Aven, 2024; Rae et al., 2014)
- Utformningen av analysen ska om möjligt inte vara vinklad på grund av inverkan från de som genomför analysen (Thekdi & Aven, 2024; Bani-Mustafa et al., 2020)

5.1.3 Transparent och tydligt tillvägagångsätt

Riskanalyser kan genomföras på flera olika sätt, utifrån olika förutsättningar och antaganden och med olika metoder, modeller och data. Genom att endast beakta själva resultatet av analysen i form av olika riskmått kan det vara svårt att bedöma resultatets relevans och lämplighet för den specifika beslutssituationen. Till exempel kan det eventuellt finnas en vilja att ta mer robusta beslut då beslut baseras på en riskanalys där kunskapsstyrkan anses låg. Det finns även en fördel med att analysen är spårbar, då det möjliggör en kostnadseffektiv uppdatering av riskanalysen, vilket kan behövas vid en föråldrad modell eller upptäckta brister i indata (Rae et al., 2014).

Flera källor belyser vikten av ett transparent och reproducerbart tillvägagångsätt och aspekter som bör finnas med i dokumenteringen av analysen (Davidsson et al., 2003; Goerlandt et al., 2017; Lathrop & Ezell, 2017; Rae et al., 2014; Thekdi & Aven, 2024; Zeng & Zio, 2017). Thekdi och Aven (2024) belyser att det är viktigt att tillvägagångsättet är reproducerbart av oberoende granskare vilket stärker trovärdigheten av riskutredningen, och även att intressenter kan förstå riskutredningens syfte, tillvägagångsätt och hur resultatet kan användas. För att riskutredningen ska kunna vara reproducerbar och även kunna ifrågasättas är det viktigt att tillvägagångsättet redovisas med tillräcklig noggrannhet (Rae et al., 2014). Bland annat ska beräkningar, antaganden, modellparametrar, hur val av data görs redovisas, samt resonemang tydliggöras kring om delar av analysen utelämnas (Davidsson et al., 2003; Rae et al., 2014). Även Zeng och Zio (2017) belyser vad som bör

finnas med i dokumentationen av en riskanalys för att analysen ska ha hög trovärdighet, så som presentation av resultatet inklusive osäkerheter. Lathrop och Ezell (2017) belyser att granskning ska kunna göras av både extern person med kompetens inom riskanalysmetoder och även av intressenter som eventuellt inte har kunskap inom riskanalysmetoder. Dessutom anser de att det i vissa fall kan vara aktuellt att vid presentation av tillvägagångssätt och resultat redogöra för hur intressenters önskemål beaktas. Följande aspekter föreslås i syfte att stärka trovärdigheten av riskutredningen samt öka förståelsen för hur resultatet kan användas:

- Transparent och reproducerbart tillvägagångssätt (Davidsson et al., 2003; Goerlandt et al., 2017; Thekdi & Aven, 2024; Zeng & Zio, 2017)
- Tillvägagångssätt som kan förklaras eller förstås av intressenter (Thekdi & Aven, 2024)

5.2 Data och information

Data och information utgör tillsammans med antaganden en del av kunskapsunderlaget vid genomförande av riskutredningar. Kvaliteten, tillförlitligheten och trovärdigheten av data och informationen som används varierar. Där till exempel begränsningar i resurser och sekretess kan resultera i begränsningar av tillgänglig data och information. Detta kan påverka kvaliteten och trovärdigheten av riskutredningen, och även vilken påverkan som riskutredningen har för vilka beslut som tas. I förlängningen kan detta påverka vilka riskreducerande åtgärder som implementeras och därmed även den faktiska risknivån. Nedan ges kriterier relaterat till data och information som anses viktiga för att en riskutredning ska vara av hög kvalitet och trovärdighet.

5.2.1 Tillförlitlighet och trovärdighet av data och information

Trovärdigheten av data och information som används kan ses som en viktig aspekt vid värdering av hur bra en riskutredning är. Trovärdighet av data och information beror på om använd informationskälla är ansedd (Thekdi & Aven, 2024), om det finns en enighet bland experter för val av källa eller indata (Rae et al., 2014) samt om data och information representerar verkligheten med tillräcklig precision (Bani-Mustafa et al., 2020; Thekdi & Aven, 2024). Detta har med att data och information som används är lämpliga utifrån de egenskaper som studeras (Thekdi & Aven, 2024). Användning av underlag som överensstämmer väl med verkligheten bidrar följaktligen till en högre tilltro av underlaget. Data behöver med andra ord vara realistisk (Rae et al., 2014). Ett sätt att undersöka trovärdigheten är att utvärdera hur insamling av data har genomförts för källan som används, eller att till exempel jämföra egenskaper av data som används med annan jämförbar data och information och om de inte överensstämmer försöka förstå varför (Thekdi & Aven, 2024). Vidare nämns att rådfrågning av externa experter, intressenter och verksamma med erfarenhet inom den studerade verksamheten kan användas för att kontrollera precisionen av data och information. Följande aspekter föreslås av författarna för att stärka trovärdigheten av data och information som används:

- Data och information representerar verkligheten med tillräcklig precision (Bani-Mustafa et al., 2020; Rae et al., 2014; Thekdi & Aven, 2024)
- Informationskälla är väl ansedd (Thekdi & Aven, 2024)
- Enighet bland experter för val av datakällor eller indata (Rae et al., 2014)

5.2.2 Data och information är applicerbar och tillräcklig

För att en riskutredning ska vara av hög kvalitet anses det viktigt att data och information som används är applicerbar samt att det finns tillräcklig mängd data. Vad som anses tillräcklig mängd data beror på det specifika fallet. Vid studerande av sällsynta risker finns det ofta ingen eller liten mängd data, vilket resulterar i att riskanalytikern kan behöva förlita sig på expertbedömningar eller modelleringar. Detta innebär inte att studien i sig kan anses ha hög trovärdighet bara för att det inte finns mer data tillgängligt (Thekdi & Aven, 2024). Huruvida en analys förlitar sig på stor mängd tillförlitlig data eller expertbedömningar påverkar kvaliteten i analysen (Davidsson et al., 2003). En analys som förlitar sig på expertbedömningar anses mindre trovärdig jämfört med då ett stort statistiskt underlag används (Zeng & Zio, 2017). Ibland kan de som genomför riskanalysen använda sig av extern expertis, så som experter inom ett specifikt ämnesområde eller personer inom den studerade verksamheten, för att få information som kan användas till riskutredningen. Både Davidsson et al. (2003) och Rae et al. (2014) anser det är viktigt att inkludera personer som har kunskap om den specifika verksamheten.

Även Rae et al. (2014) belyser att den vetenskapliga kunskapen i vissa fall kan vara otillräcklig, och att detta innebär att antaganden kan behövas göras som saknar vetenskaplig grund. Detta innebär att det i vissa fall möjligtvis utelämnas viktiga aspekter med anledning av att det saknas kunskap om dessa eller att aspekter tas med då det finns en misstanke om att dessa är relevanta, men där det saknas trovärdiga källor som styrker dessa. Enligt Rae et al. (2014) kan detta ses som en mindre brist som är ofrånkomlig, mer allvarligt är om det finns kunskap som inte används.

Även i de fall där det finns mycket data och information finns inga garantier för att analysen är trovärdig eftersom bias i data och information kan förekomma, vilket kan vara vilseledande och resultera i alltför stor tilltro till resultatet (Thekdi & Aven, 2024). Ofta behövs en avvägning göras mellan att använda generisk data eller specifik data. Fördelen med generisk data är ett större underlag men med nackdelen att data är mindre relevant för analysen (Rae et al., 2014). I de fall då generisk data har högre kvalitet jämfört med specifik data bör generisk data användas, och i de fall då det finns specifik data med tillräckligt hög kvalitet bör specifik data användas (Rae et al., 2014). Användning av specifik data anses bidra till en högre kunskapsstyrka (Bani-Mustafa et al., 2020). Följande kriterier föreslås kopplat till att data och information är applicerbar och tillräcklig:

- Tidsperiod av data och information är applicerbar på analysen, det vill säga att data och information är uppdaterad och aktuell (Bani-Mustafa et al., 2020; Thekdi & Aven, 2024)
- Geografisk representation av data och information är applicerbar på analysen (Thekdi & Aven, 2024)
- Data och information är representativa för den specifika analysen (Bani-Mustafa et al., 2020; Thekdi & Aven, 2024)
- Tillräcklig mängd data (tillräckligt stort urval) (Bani-Mustafa et al., 2020; Goerlandt et al., 2017; Rae et al., 2014; Thekdi & Aven, 2024; Zeng & Zio, 2017)

- Information angående data som används är fullständig. Vilket syftar på att insamlad data innehåller den information som behövs för modellering och bedömning av risk. (Bani-Mustafa et al., 2020)

5.2.3 Transparens av data och information

Förutom att det är viktigt att själva analysprocessen är transparent är det viktigt att det finns en öppenhet kring den data och information som används. Detta möjliggör granskning av lämpligheten av använd data och information, samt ökar transparensen med att riskutredningen baseras på begränsningar och antaganden kopplat till data och information som används.

I många fall är data och information som används inte helt applicerbara eller av tillräckligt stort statistiskt underlag. Trovärdigheten av källan eller hur data och information väljs ut och därefter används kan även ifrågasättas. Thekdi och Aven (2024) belyser vikten av att redovisa alla relevanta detaljer och antaganden kring den data som används. Där det även ska vara tydligt vad som är fakta och vad som är subjektiva bedömningar. Även Rae et al. (2014) och Lathrop och Ezell (2017) belyser att perfekt data inte finns och att det är viktigt att redovisa begränsningar som finns kopplat till använd data, där skillnader i använd data och data som vore idealisk redovisas. Hur val av data och bearbetning av data görs ska även redovisas, inkluderat eventuell användning av ämnesexpert (Lathrop & Ezell, 2017; Rae et al., 2014). Till exempel ska borttagning av extremvärden och hantering av saknade värden motiveras och redovisas (Thekdi & Aven, 2024). Följande aspekter föreslås av författarna för att användning av data och information ska vara transparent:

- Dokumentation av källhänvisningar, så att det går att spåra varifrån data och information kommer från (Davidsson et al., 2003; Rae et al., 2014; Zeng & Zio, 2017)
- Presentation av källdata som används för analysen (Zeng & Zio, 2017)
- Dokumentation av begränsningar i data och antaganden kopplat till relevansen och trovärdigheten av data och information, samt insamling och bearbetning av data och information (Thekdi & Aven, 2024)
- Tydlig skillnad mellan fakta och subjektiva bedömningar (Thekdi & Aven, 2024)

5.2.4 Trovärdighet kopplat till insamling av data och information

Insamling av data och information kan göras på flera olika sätt där riskanalytikern behöver bedöma vilka experter, data och information som ska inkluderas och hur stor inverkan olika informationskällor ska ha på analysen. I likhet med att den data och annan information som används ska vara trovärdig, anses det även viktigt att insamling av data och information som görs av riskanalytikern ska vara trovärdig. Där etablerade metoder för att samla in data inom en viss kontext bör användas (Bani-Mustafa et al., 2020; Goerlandt et al., 2017; Thekdi & Aven, 2024). Detta kan till exempel handla om att vid insamling av data genom intervjuer så är det viktigt att tänka på hur frågorna är ställda samt i vilken ordning de ställs (Thekdi & Aven, 2024). Idealiskt vore om det fanns en enighet bland experter angående val avseende extrapolering av data, hur mycket vikt som läggs på en källa i relation till andra källor, samt hur tolkning av data från liknande system görs (Rae et al., 2014). Följande aspekter anses viktiga:

- Tydliga kriterier för val av experter, data och information (Rae et al., 2014; Thekdi & Aven, 2024)
- Etablerade metoder för datainsamling används (Bani-Mustafa et al., 2020; Goerlandt et al., 2017; Thekdi & Aven, 2024)

5.2.5 Objektivitet av data och information

Förutom att val och antaganden som görs av riskanalytikern ska vara så objektiva som möjligt, är det viktigt att använd data och information som är objektiva. Följande kriterier föreslås för att data och information ska vara objektiva:

- Informationskällor (så som experter, undersökningsdeltagare, datakällor och publicerade studier) har inga kända intressekonflikter eller bias som kan påverka riskutredningen (Thekdi & Aven, 2024)
- Informationskällorna har inte misskrediterats av tredje part (Thekdi & Aven, 2024)

5.3 Genomförande av analys

Kvaliteten och trovärdigheten av en riskutredning påverkas förutom av kunskapsunderlaget även av själva genomförandet av analysen. Vid genomförande av riskanalyser behöver val göras kopplat till vilka metoder och modeller som ska användas utifrån beslutssituationen och tillgängligt kunskapsunderlag. Lämpligheten av metoder och modeller kan variera och hur metoder och modeller används påverkar kvaliteten av analysen, där felaktig användning av metoder och modeller samt tolkning av analysresultat kan vara vilseledande. Nedan ges kriterier relaterat till analysen som anses viktiga för att en riskutredning ska vara av hög kvalitet och trovärdighet.

5.3.1 Genomförande i linje med utformning av analysen

Thekdi och Aven (2024) anser att innan analysen genomförs är det viktigt att det finns processer för att säkerställa att analysen genomförs enligt tänkt plan och även enligt tillämpbara standarder. Författarna föreslår följande aspekter:

- Process finns för övervakning för att säkerställa att analysen genomförs enligt tänkt plan (Thekdi & Aven, 2024)
- Process finns för ansvarsskyldighet vid avvikelser från utformningen av analysen (Thekdi & Aven, 2024)

5.3.2 Tillvägagångsätt/metoder för analys är lämpliga sett till tillämpningen

Det kan vara en utmaning att välja metoder och modeller då urvalet kan vara begränsat. Vidare kan bedömning av vad som är de mest lämpliga metoderna eller modellerna eventuellt ifrågasättas. Detta eftersom alla modeller är en förenkling av verkligheten, och vad som anses som en bra metod kan delvis vara präglad av subjektiva bedömningar. Val av angreppssätt, metoder och modeller är följaktligen inte givet, dock anses det viktigt av flera författare att lämpliga angreppssätt, metoder och modeller används för att riskutredningen ska vara av bra kvalitet och trovärdig (Davidsson et al., 2003; Ezell & Lathrop, 2017; Rae et al., 2014; Thekdi & Aven, 2024; Zeng & Zio, 2017).

Lämpligheten av metoder och modeller kan vara svårt att avgöra, i stället för att utvärdera lämpligheten av metoder och modeller kan fokus ligga på att ställa krav på kompetens (Davidsson et al., 2003). Dock anges ett antal kriterier som direkt relaterar till

genomförandet av riskanalysen för att säkerställa att val av tillvägagångsätt och metoder, samt antaganden kopplade till dessa är lämpliga sett till tillämpningen:

- Lämplig karakterisering av risk (Thekdi & Aven, 2024)
- Lämplig övergripande strategi för modellering. (Thekdi & Aven, 2024)
- Tillvägagångsätt, metoder och relaterade antaganden är trovärdiga (Thekdi & Aven, 2024; Goerlandt et al., 2017)
- Matematiska egenskaper och antaganden för tillvägagångsätt och metoder är lämpliga (Thekdi & Aven, 2024)

Det finns flera olika sätt att beskriva risk på. Enligt Aven (2017) är det viktigt att vid beskrivningen av risker beakta de behov som finns, både gällande själva riskutredningen och även gällande de beslut som riskutredningen kommer stödja. Thekdi och Aven (2024) belyser att det är viktigt att beskrivningen är lämplig och enligt rekommendationer från Society for Risk Analysis (SRA) kan risken lämpligen beskrivas genom ett set av händelser, specificerade konsekvenser, beskrivning av osäkerheter, samt kunskapsgrunden för dessa. Här är det till exempel viktigt att händelserna som inkluderas är lämpliga sett till omfattningen av analysen.

Lämplig övergripande strategi för modellering innebär att analytikern borde överväga om den övergripande strategin för modellering är användbar och lämplig, samt i linje med grundläggande riskbegrepp (Thekdi & Aven, 2024). Ett exempel på en mindre lämplig strategi vid analys av en risk där det finns mycket begränsad kunskap kring risken, är att använda matematiska metoder som bygger på flera antaganden på grund av stora osäkerheter, eftersom dessa antaganden skulle i så fall sakna grund (Thekdi & Aven, 2024). Detta innebär att det i vissa fall kan vara bättre att använda förenklade konceptuella modeller i stället för avancerade beräkningsmetoder.

Kriteriet om trovärdighet syftar på att till exempel att matematiska metoder och antaganden kopplat till indata och utdata är trovärdiga. Olika aspekter som bidrar till hög trovärdighet:

- Etablerade tillvägagångsätt och metoder används, det vill säga val av tillvägagångsätt och metoder stöds av branschpraxis (Goerlandt et al., 2017; Thekdi & Aven, 2024)
- Tillvägagångsätt och metoder är accepterade av intressenter som inte nödvändigtvis är experter. (Thekdi & Aven, 2024)
- Tillvägagångsätt och metoder är accepterade av experter inom det studerade systemet och riskområdet. (Thekdi & Aven, 2024)
- Analytikern beaktar om alla relevanta dimensioner (vilka kan till exempel vara vetenskapliga, sociala eller miljömässiga faktorer) beaktas genom tillvägagångsätten och metoderna (Thekdi & Aven, 2024). Vilket är i likhet med vad Rae et al. (2014) belyser, att det är viktigt att betydelsefulla faktorer som påverkar risken, som har med specifika grupper, platser eller tider inte ignoreras. Även i Goerlandt et al. (2017) och Davidsson et al. (2003) anses det viktigt att alla viktiga faktorer inkluderas och om inte, ska det finnas en motivering som styrker valet.
- Resultatet av analysen valideras, vilket kan göras till exempel genom känslighetsanalys eller expertgranskning. (Thekdi & Aven, 2024)

- Tydlig beskrivning av metoder inkluderat metodernas begränsningar (Davidsson et al., 2003; Goerlandt et al., 2017; Rae et al., 2014; Zeng & Zio, 2017)
- Motivering av valda metoder (Davidsson et al., 2003)

Kriteriet om lämpliga matematiska egenskaper och antaganden syftar till att använda tillvägagångssätt och metoder som är lämpliga utifrån beslutssituationen. Till exempel vid användning av en modell där antaganden av sannolikheter behöver göras under förutsättningen att ingen eller endast lite kunskap finns som underlag för antaganden, kan vara mindre lämpligt om det finns en hög tilltro till sannolikheterna som används (Thekdi & Aven, 2024).

I vissa fall finns det tidigare gjorda riskutredningar som generellt sett blivit accepterade av intressenter eller forskning inom det studerade området. Denna information kan användas som underlag för vad som är en lämplig utformning av riskutredning (Thekdi & Aven, 2024).

- Utformningen av analysen bygger på förståelse för det studerade systemet (Thekdi & Aven, 2024; Rae et al., 2014; Zeng & Zio, 2017)
- Utformningen av analysen, val av metoder, bygger på tidigare använda och accepterade riskutredningar (Thekdi & Aven, 2024; Zeng & Zio, 2017)

Förståelse av verkligheten utgör en viktig aspekt av kunskapsunderlaget och ses som en viktig aspekt vid beaktande av hur trovärdig en riskanalys är (Bani-Mustafa, Zeng, Zio, & Vasseur, 2020). Förståelse av verkligheten kan utvärderas utifrån om det finns modeller och hur bra dessa är på att beskriva verkligheten med den precision som behövs (Bani-Mustafa et al., 2020). Förståelse av verkligheten kan ses utgöras av förståelse av de händelser, fysiologiska fenomen och funktionen av systemet, som inkluderas i riskanalysen (Bani-Mustafa et al., 2020). Ett alternativt sätt att värdera förståelsen av verkligheten är att utgå från hur väl verkliga företeelser har studerats (om det finns etablerade teorier och bevis för dessa), antalet experter involverade i analysen och hur pålitliga dessa är, mängden vetenskapliga studier som publicerats som stödjer förståelsen av företeelsen, mängden verkliga erfarenheter av företeelsen med tillhörande dokumentation (Bani-Mustafa et al., 2020).

5.3.3 Kontext

För att analysen ska vara relevant och tillämpbar är det viktigt att beakta den specifika beslutssituationen. Om utformning av riskanalysen inte grundar sig i korrekt kunskap om det studerade systemet kan det resultera i flera olika brister. Till exempel att ineffektiva riskreducerande åtgärder föreslås med anledning av felaktiga antaganden, eller att en riskanalys genomförs utifrån en felaktig beskrivning av systemet (Rae et al., 2014). Även Zeng och Zio (2017) belyser vikten av att förstå beslutssituationen, vilket inkluderar förståelse av syftet med riskanalysen, och att systemet som ska analyseras är väldefinierat och begränsningar av resurser är även väldefinierade.

Riskutredningar kan göras olika detaljerade och utifrån olika syften. Det är därmed viktigt att syfte och mål tydliggörs (Davidsson et al., 2003; Rae et al., 2014; Thekdi & Aven, 2024). Thekdi och Aven (2024) betonar även att riskanalysens syfte och mål samt utformning av analysen ska vara i linje med riskvetenskapliga principer, där nyckelbegrepp ska definieras och vara i linje med riskvetenskaplig terminologi. Det är vidare viktigt att vara öppen med

under vilka förutsättningar som riskutredningen gäller. Begränsningar och avgränsningar kopplat till analysens omfattning ska tydligt anges (Davidsson et al., 2003). Det studerade fallet ska beskrivas, inklusive bland annat omgivningsförhållanden och andra förhållanden som är betydelsefulla för bedömning av risken (Davidsson et al., 2003). Rae et al. (2014) belyser vikten av att inte utelämna aspekter i analysen som uttryckligen inte avgränsas vid beskrivningen av omfattningen av analysen. Genom att klargöra de aspekter som beaktas och de som inte beaktas minskar risken för vilseledande resultat.

Lathrop och Ezell (2017) belyser att vid val av omfattning är det viktigt att förutom uttryckligen beskriva omfattningen av riskutredningen och tydliggöra betydelsefulla aspekter kopplat till omfattningen, även beakta en alternativ omfattning. Detta eftersom valet av omfattning påverkar resultatet av riskutredningen. De belyser vidare att det är viktigt att redovisa hur valet av omfattning påverkar resultatet, både gällande den omfattningen som används, och även den alternativa omfattningen. Davidsson et al. (2003) betonar att hur förutsättningarna påverkar resultatet ska tydliggöras, så som hur resultatet påverkas i konservativ eller icke-konservativ riktning.

Sammanfattningsvis anser författarna:

- Syfte och mål ska tydligt anges (Davidsson et al., 2003; Rae et al., 2014; Thekdi & Aven, 2024)
- Syfte och mål med analysen är motiverade, till exempel att syfte och mål återspeglar alla relevanta frågor, och att det finns en förståelse för hur syfte och mål är formulerade (Thekdi & Aven, 2024; Zeng & Zio, 2017)
- Nyckelbegrepp ska definieras och vara i linje med riskvetenskaplig terminologi (Thekdi & Aven, 2024)
- Tydlig beskrivning av systemet, så som angivna systemgränser (Davidsson et al., 2003; Rae et al., 2014; Zeng & Zio, 2017)
- Tydlig beskrivning av omfattningen (Davidsson et al., 2003; Lathrop & Ezell, 2017; Rae et al., 2014; Zeng & Zio, 2017), där begränsningar och avgränsningar ska tydligt anges (Davidsson et al., 2003)
- Redovisning av begränsningar relaterat till resurser (Goerlandt et al., 2017; Zeng & Zio, 2017)
- Värderingskriterier ska anges och motiveras (Davidsson et al., 2003; Rae et al., 2014)
- Betydelsefulla aspekter kopplat till omfattningen ska tydliggöras (Lathrop & Ezell, 2017)
- En alternativ omfattning ska beaktas (Lathrop & Ezell, 2017)
- Hur valet av omfattningen påverkar resultatet ska tydliggöras (Davidsson et al., 2003; Lathrop & Ezell, 2017)

5.3.4 Antaganden

Vid genomförandet av riskanalyser kan det vara nödvändigt med flera förenklingar. Till exempel på grund av begränsad tid eller begränsningar i underlaget så som ofullständig data och förståelse av möjliga händelseförlopp för specifika ämnen. Detta innebär att flera olika antaganden kan behöva göras. Ofta är antagandena som görs förutsatta trots att det kan

finnas alternativa antaganden, där valet av antaganden kan ha en stor påverkan på resultatet (Lathrop & Ezell, 2017).

Antaganden utgör en del av bakgrundskunskapen och ses som en viktig komponent vid utvärdering av kunskapsstyrkan (Bani-Mustafa et al., 2020). Detta eftersom antaganden som görs kan vara olika tillförlitliga utifrån hur väl de är underbyggda. Grova förenklingar kan bidra till en lägre kunskapsstyrka, jämfört med antaganden som anses väldigt rimliga kan bidra till en högre kunskapsstyrka (Askeland et al., 2017). Förenklingar och antaganden som görs kan vara lämpliga i vissa situationer men mindre lämpliga i andra (Davidsson et al., 2003). Det kan till exempel gälla vid modellering av ett specifikt utsläppförlopp där omgivande förhållanden kan se olika ut och att då göra liknande förenklingar och antaganden kan eventuellt spegla verkligheten olika bra. Eventuellt kan analysresultatet i det ena fallet ge en representativ bild av vad som kan ske, medan i det andra fallet snarare ge en vilseledande bild. Dock kan det i vissa fall vara mer godtagbart med grova förenklingar till exempel då antagandena har en liten påverkan på resultatet. Det är främst variabler som har en stor påverkan på resultatet som behöver hanteras (Davidsson et al., 2003).

Hur bra en riskanalys anses vara påverkas förutom av styrkan och känsligheten av antaganden som görs, även av andra aspekter kopplat till antaganden som har med genomförandet och dokumentering av riskutredningen. Lathrop och Ezell (2017) anser förutom att redovisa alla antaganden som görs är det viktigt att minst en alternativ uppsättning av antaganden beaktas. Vidare anses det viktigt att tydliggöra vilka antaganden som bedöms påverka resultatet mest, samt vilken påverkan antagandena har på resultatet. Davidsson et al. (2003) belyser att flera av förenklingarna och antagandena som görs är omedvetna, särskilt vid hög komplexitet, och att dessa inte kan beskrivas. Idealt ska alla explicita antaganden dokumenteras och det ska finnas en process för att identifiera implicita antaganden och på så vis göra dem explicita (Askeland et al., 2017). Därefter ska de explicita antagandena utvärderas utifrån hur rimliga dem är (Askeland et al., 2017).

Sammanfattningsvis anser författarna att följande aspekter är viktiga:

- Antaganden ska redovisas och motiveras (Davidsson et al., 2003; Lathrop & Ezell, 2017; Goerlandt et al., 2017)
- Betydande antaganden ska tydliggöras, inklusive vilken påverkan dessa antaganden har på resultatet. Så som hur resultatet påverkas i konservativ eller icke-konservativ riktning. (Davidsson et al., 2003; Lathrop & Ezell, 2017)
- Minst en alternativ uppsättning av antaganden ska beaktas. För de antaganden som har en stor påverkan på resultatet ska det redovisas hur alternativa antaganden påverkar resultatet. (Lathrop & Ezell, 2017)
- Antagandena är realistiska och rimliga (Askeland et al., 2017; Bani-Mustafa et al., 2020; Rae et al., 2014)
- Antagandena är tillförlitliga (Bani-Mustafa et al., 2020; Thekdi & Aven, 2024)
- Känsligheten av antagandena är liten, det vill säga att antagandena har en liten påverkan på resultatet (Bani-Mustafa et al., 2020)
- Hög samsyn bland experter för de antaganden som görs, där de är överens och inte ifrågasätter antagandena (Bani-Mustafa et al., 2020)

- Antagandena är i hög grad objektiva och inte vinklade på grund av inverkan från de som genomför analysen (Bani-Mustafa et al., 2020)

5.3.5 Fullständighet

Vid identifiering av risker är det viktigt att olycksscenarier som identifieras utgör en tillräcklig bra beskrivning av risken med hänsyn till beslutssituationen, det vill säga att analysen utgör ett tillräckligt bra underlag för de beslut som ska tas (Davidsson et al., 2003; Goerlandt et al., 2017; Lathrop & Ezell, 2017; Zeng & Zio, 2017). Davidsson et al. (2003) belyser bland annat att händelser som tidigare inträffat inom verksamheten eller liknande verksamheter ska identifieras, vilket även gäller för uppenbara händelser sett till verksamheten. Davidsson et al. (2003) nämner även till exempel att komplexa händelser som tidigare inte inträffat som bör inkluderas. Om antagonistiska handlingar utgör en betydande del av risken är det viktigt att denna aspekt beaktas i analysen och även hur riskreducerande åtgärder eventuellt kan överskattas (Lathrop & Ezell, 2017).

Lathrop & Ezell (2017) nämner att i vissa fall kan det vara så att det är snarare brister kopplat till beskrivning av riskanalysens begränsningar. Rae et al. (2014) belyser vikten av att inte utelämna aspekter i analysen som uttryckligen inte avgränsas vid beskrivningen av analysens omfattning. Oavsett kan utelämnande av betydelsefulla scenarier leda till att risken underskattas och att effekten av de riskreducerande åtgärderna som föreslås missbedöms. Vidare är det viktigt att uttryckligen beakta och redogöra för hur fullständig analysen är, och belysa om eventuella problem som finns kopplat till detta och hur detta påverkar analysen (Lathrop & Ezell, 2017). Författarna belyser även att det är viktigt att redovisa hur brister i fullständighet påverkar hur mycket risken underskattas och även hur mycket riskreducerande åtgärder relaterade till oförutsedda händelser implicit eller explicit undervärderas jämfört med andra riskreducerande åtgärder.

- Olycksscenarier som identifieras utgör en tillräcklig bra beskrivning av risken med hänsyn till beslutssituationen. (Davidsson et al., 2003; Goerlandt et al., 2017; Lathrop & Ezell, 2017; Zeng & Zio, 2017)
- Uttryckligen beakta och redogöra för hur fullständig analysen är, och belysa om eventuella problem som finns kopplat till detta och hur detta påverkar analysen. (Lathrop & Ezell, 2017)
- Redovisa hur brister i fullständighet påverkar hur mycket risken underskattas och även hur mycket riskreducerande åtgärder relaterade till oförutsedda händelser implicit eller explicit undervärderas jämfört med andra riskreducerande åtgärder. (Lathrop & Ezell, 2017)

5.3.6 Resultat

För att riskanalysen ska kunna fungera som underlag för beslut är det viktigt att resultatet av analysen är tydligt. Med hänsyn till detta är det viktigt att lämpliga sätt används för att presentera risk på, där de riskmått som används ska vara giltiga och meningsfulla (Lathrop & Ezell, 2017). Med meningsfulla syftas på att risker ska presenteras så att dels beslutsfattare kan förstå resultatet så att syftet med analysen uppfylls, vilket kan till exempel vara att både individrisken och samhällsriskerna presenteras. Vid presentation av resultatet är det förutom

redovisning av den totala risknivån även viktigt att beskriva dominerade riskbidrag (Davidsson et al., 2003).

Vid presentation av resultatet är det även viktigt att begränsningar beaktas, där det är tydligt hur riskanalysen skiljer sig från en ideal riskanalys (Lathrop & Ezell, 2017). Då det kan vara svårt för beslutsfattarna att tolka vilka konsekvenser som bland annat antagandena, osäkerhetshanteringen och begränsningar av resurser har på resultatet, är det viktigt att förutom att tydliggöra analysens begränsningar även tydligt redovisa hur dessa påverkar resultatet (Lathrop & Ezell, 2017). Det ska alltså vara tydligt vad beslutsfattarna bör tänka på vid tolkning av resultatet och där inga begränsningar ska vara dolda.

- Tydlig dokumentation av analysresultat, vilket innefattar att slutsatser och rekommendationer är tydligt redovisade (Davidsson et al., 2003; Rae et al., 2014; Zeng & Zio, 2017).
- Beskrivning av dominerade riskbidrag (Davidsson et al., 2003).
- Tydliggöra analysens begränsningar samt hur dessa påverkar resultatet (Lathrop & Ezell, 2017)

5.3.7 Osäkerheter

Riskutredningar är förenade med osäkerheter. En uppdelning av osäkerheter kan bland annat göras utifrån hur de uppkommer i riskutredningen. En vanlig uppdelning är att skilja på parameterosäkerheter, modellosäkerheter och fullständighetsosäkerheter (Abrahamsson, 2002). Vidare är det även vanligt att skilja på epistemiska osäkerheter, även vanligt kallat kunskapsosäkerheter, samt aleatoriska osäkerheter, även vanligt kallat stokastiska osäkerheter (Abrahamsson, 2002). Där kunskapsosäkerheter är osäkerheter på grund av kunskapsbrist och stokastiska osäkerheter utgörs av osäkerheter på grund naturliga variationer. Osäkerheter på grund av kunskapsbrist kan minskas genom mer information, vilket inte är fallet med de stokastiska osäkerheterna.

Även om benämningen av stokastiska osäkerheter är vanlig vid användning av relativa frekvenser, så betonar Aven och Thekdi (2025) att dessa så kallade osäkerheter representerar variation och inte osäkerheter. Författarna anser att det därmed är ofullständigt att endast beakta stokastiska osäkerheter vid genomförande av en osäkerhetsanalys. De anser att kunskapsosäkerheten är den enda typen av osäkerheter, och att det är viktigt att kunskapsosäkerheterna kring riskutredningen beaktas. Lathrop och Ezell (2017) framhäver dock att det är viktigt att beakta både aleatoriska osäkerheter och kunskapsosäkerheter samt korrelationer i osäkerheter när det är relevant, för att osäkerheterna ska anses vara tillräckligt bedömda. Kriterier som föreslås av litteraturen är:

- Redovisning av osäkerheter (i indata, modeller, metoder etc.) (Goerlandt et al., 2017; Davidsson et al., 2003; Lathrop & Ezell, 2017; Rae et al., 2014)
- Vid bedömning och redovisning av osäkerheter beakta både aleatoriska osäkerheter och kunskapsosäkerheter, samt korrelationer i osäkerheter när det är relevant (Lathrop & Ezell, 2017)
- Diskussion om hur osäkerheter påverkar beslut och rekommendationer (Davidsson et al., 2003)

- Vid otillräcklig mängd data, där indata i stället baseras på expertbedömningar är det viktigt att kunskapsosäkerheterna beaktas fullt ut (Zeng & Zio, 2017).

5.3.8 Lämplig användning av tillvägagångsätt och metoder

En viktig aspekt är lämplig användning av tillvägagångsätt och metoder, vilket förutsätter att det finns en förståelse för hur tillvägagångsätt och metoder ska användas och även att tillvägagångsätt och metoder används så som de är avsedda (Thekdi & Aven, 2024). Även Rae et al. (2014) belyser att det är viktigt att metoder och modeller används inom deras giltighetsområde och att de används på rätt sätt. Thekdi och Aven (2024) anser att det är viktigt att implementering av metoder är korrekt, till exempel användning av en programvara eller genomförande av test för insamling av data görs enligt standardiserade förhållanden. Thekdi och Aven (2024) belyser vikten av att förhindra mänskliga fel genom bland annat övning och granskning. Där avsiktligt felaktig hantering av data eller analys ses som en allvarlig brist. Även Zeng och Zio (2017) belyser att fel i genomförandet av riskanalysen bidrar till en mindre trovärdig analys, både fel kopplat till själva processen och fel i själva beräkningarna.

- Standarder för analys uppfylls (Thekdi & Aven, 2024)
- Vilseledande tillvägagångsätt används inte (Thekdi & Aven, 2024; Rae et al., 2014)

5.3.9 Lämplig tolkning av analys

Hur resultatet från analysen tolkas och redovisas kan vara vilseledande om resultatet från beräkningarna tolkas på fel sätt. En viktig aspekt är följaktligen att analysen tolkas på korrekt sätt, där resultat och slutsatser är motiverade utifrån analysen (Rae et al., 2014; Thekdi & Aven, 2024). Korrekt tolkning av analysen förutsätter förståelse av de metoder och modeller som används. Trots hög kompetens inom analysgruppen kan tolkning av resultatet påverkas av subjektiva värderingar. Vid presentation av resultat förespråkas tydlighet och ärlighet (Davidsson et al., 2003). Där det anses viktigt att beakta eventuella intressekonflikter och bias (Thekdi & Aven, 2024). Brister kopplat till resultat och slutsatser kan vara att delresultat eller slutresultat är uppenbart orealistiska eller konstruerade (Rae et al., 2014). Vidare anses det viktigt att resultatet inte förenklas för mycket genom att utesluta viktiga aspekter så som osäkerheter vid presentation av resultatet (Rae et al., 2014; Zeng & Zio, 2017). De kriterier som föreslås är:

- Korrekt tolkning av analys (Thekdi & Aven, 2024)
- Övergripande resultat motiveras genom analys (Thekdi & Aven, 2024)
- Korrekt tolkning av orsakssamband (Thekdi & Aven, 2024)

5.3.10 Tillvägagångsätt/metoder för analys samverkar med varandra på ett lämpligt sätt

Genomförande av riskanalyser innefattar användning av flera olika metoder som eventuellt samverkar med varandra. Thekdi och Aven (2024) belyser att det är viktigt att lämpliga val av modell, data och antaganden görs med hänsyn till att val angående indata som väljs till en metod kan i sin tur påverka andra metoder som används. Författarna belyser vidare att det är viktigt att se till så att samtliga metoder som används har hög integritet. Följande kriterium föreslås:

- Antaganden, mätvärden och information kan användas mellan de olika analysmetoderna. (Thekdi & Aven, 2024)
- Samtliga metoder som används har hög integritet. (Thekdi & Aven, 2024)

5.4 Sammanställning av kvalitetsaspekter

Litteraturstudien visar att kvaliteten och trovärdigheten i en riskutredning påverkas av flera olika kvalitetsaspekter. De identifierade kvalitetskriterier kan delas in i tre huvudsakliga kategorier: övergripande kvalitetsaspekter, kvaliteten av data och information som används samt kvaliteten relaterat till analysens genomförande. Dessa områden påverkar tillsammans hur väl riskutredningen beskriver den studerade risken och hur tillförlitligt resultatet är vilket påverkar riskutredningens användbarhet som beslutsunderlag.

Resultatet visar att hög kvalitet förutsätter både ett relevant och tillförlitligt kunskapsunderlag, en analys som är anpassad till beslutssituationen samt en transparent dokumentation av metoder, data och antaganden. Litteraturen betonar dessutom att osäkerheter och begränsningar bör redovisas öppet för att möjliggöra granskning och korrekt tolkning av resultaten.

Resultatet från litteraturstudien sammanställs i Tabell 2 nedan.

Tabell 2: Sammanställning av i litteraturstudien identifierade kategorier, kvalitetskriterier samt deras syfte.

Huvudkategori	Kvalitetskriterier	Syfte
Övergripande	Expertis, bias, transparens	Säkerställa att analysen genomförs och dokumenteras på ett tillförlitligt sätt av riskanalysgruppen
Data och information	Tillförlitlighet, trovärdighet, applicerbarhet, tillräcklig mängd data, transparens, insamlingsmetod, objektivitet	Säkerställa kvaliteten och trovärdigheten av underlaget som används i analysen
Genomförande	Kvalitetssäkring, kontext, antaganden, fullständighet, resultat, osäkerheter, tillämpning, tolkning, transparens	Säkerställa kvaliteten och trovärdigheten av analysen

Utifrån resultatet ovan är transparens, tydlighet och hur väl antaganden underbyggs av stor vikt för att säkerställa hög kvalitet och trovärdighet av riskutredningar. Dessa kvalitetskriterier utgör således grunden för vidare jämförelse av de utvalda riskutredningarna i kapitel 6.

6 Resultat av jämförelse av riskutredningar

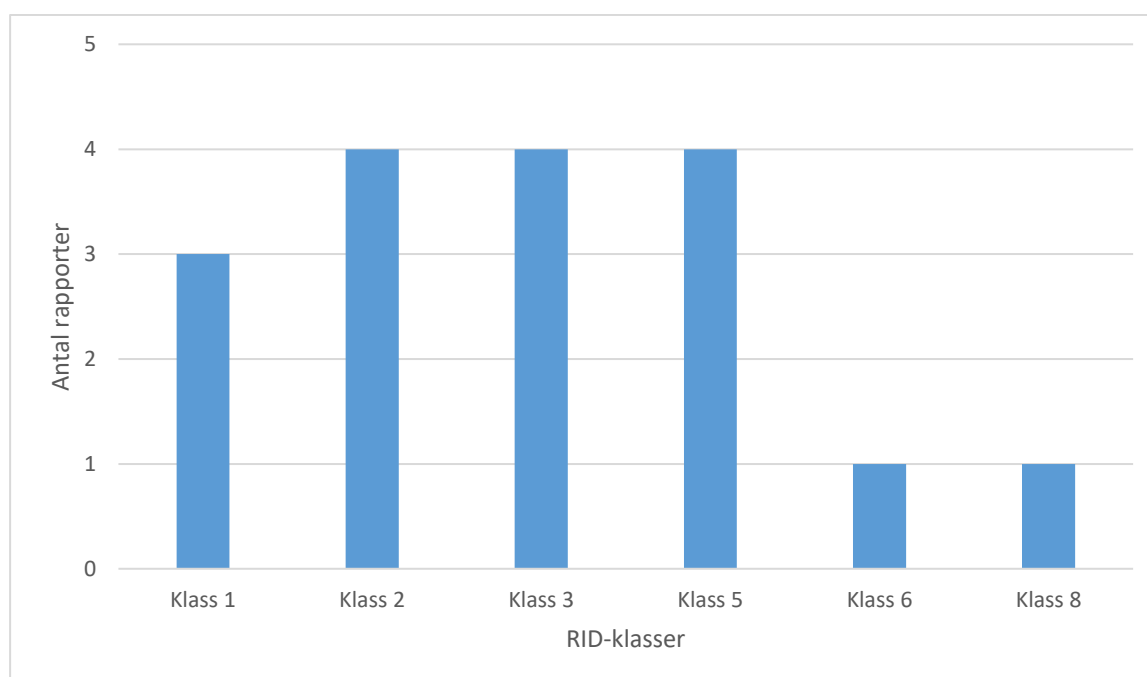
Utifrån genomförd litteraturstudie undersöks kvalitetskriterierna transparens, tydlighet och hur väl underbyggda antaganden är för ett antal faktorer i jämförelsestudien. Detta då dessa kvalitetskriterier är grundläggande för hög kvalitet och trovärdighet i en riskutredning.

Enligt avsnitt 4.3 undersöks faktorer som borde ha ingen eller en liten inverkan av platsspecifika förutsättningar samt bedöms ha en stor påverkan på resultatet. Det finns ett mycket stort antal möjliga faktorer som skulle kunna undersökas med hänsyn till antalet val och antaganden som normalt ingår i de undersökta riskutredningarna. I detta arbete valdes att undersöka RID-klasser, skadehändelser avseende farligt gods utsläpp, sannolikhetsfördelning av RID-klasser, andelen farligt gods och sannolikheten för farligt gods, frekvens för urspårning av godståg, dimensionerande ämnen samt acceptanskriterier. Detta då dessa utgör grundläggande antaganden och faktorer som bedöms ha stor påverkan på efterföljande beräkningar, antaganden, beräknade risknivåer och slutligen riskvärderingen. Dessutom kan dessa faktorer förväntas vara redovisade i riskutredningarna.

Det finns ett stort antal möjliga kvalitetskriterier samt faktorer som skulle kunna undersökas utöver ovan. Valda kvalitetskriterier samt faktorer ska inte nödvändigtvis betraktas som de viktigaste, dock var en avgränsning nödvändig med hänsyn till arbetet omfattning samt även tillgänglig data.

6.1 RID-S-klasser

Samtliga riskutredningar utgår från transporterade RID-klasser för val av dimensionerande skadehändelser avseende utsläpp av farligt gods. Se Figur 1 för vilka RID-klasser som inkluderas och av hur många rapporter. Generellt är det tydligt vilka klasser som inkluderas.



Figur 1: RID-Klasser

Tre av rapporterna utgår från nationell statistik som visar att andelen transporterad godsmängd är 0,0 % för klass 1, dock görs olika bedömningar kring att inkludera klass 1. En av rapporterna verkar inte inkludera klass 1. Dock är det otydligt då det vid ett tillfälle anges

att klass 1 kommer utredas närmre, samtidigt som klass 1 inte verkar inkluderas vid beräkning av risknivån då inga tillhörande konsekvensberäkningar redovisas. Två rapporter gör bedömningen att trots att statistiken indikerar att inga transporter sker så väljer dem att beakta riskerna med klass 1. Den ena väljer att inkludera klass 1 utifrån potentiella konsekvenser som kan ske med dessa ämnen. Den andra väljer att utifrån statistiken beakta fler värdesiffror (0,00029%) och resonerar att transporter med klass 1 inte kan uteslutas.

Klass 5 utgörs av både klass 5.1 och klass 5.2. I vissa fall är det otydligt om det är både klass 5.1 och klass 5.2 som inkluderas eller bara 5.1. Detta på grund av hur begreppen används, till exempel vid beskrivning av vilken klass som avses anges klass 5.1 oxiderande ämnen och organiska peroxider. I ett fall anges det tydligt att klass 5.1 och 5.2 hanteras som ett och samma scenario, där det antas att klass 5 består enbart av oxiderande ämnen, och att andelen av klass 5 utgörs av både klass 5.1 och 5.2. Gemensamt för samtliga rapporter är att klass 5.1 och 5.2 hanteras som samma scenario, med klass 5.1 som dimensionerande klass.

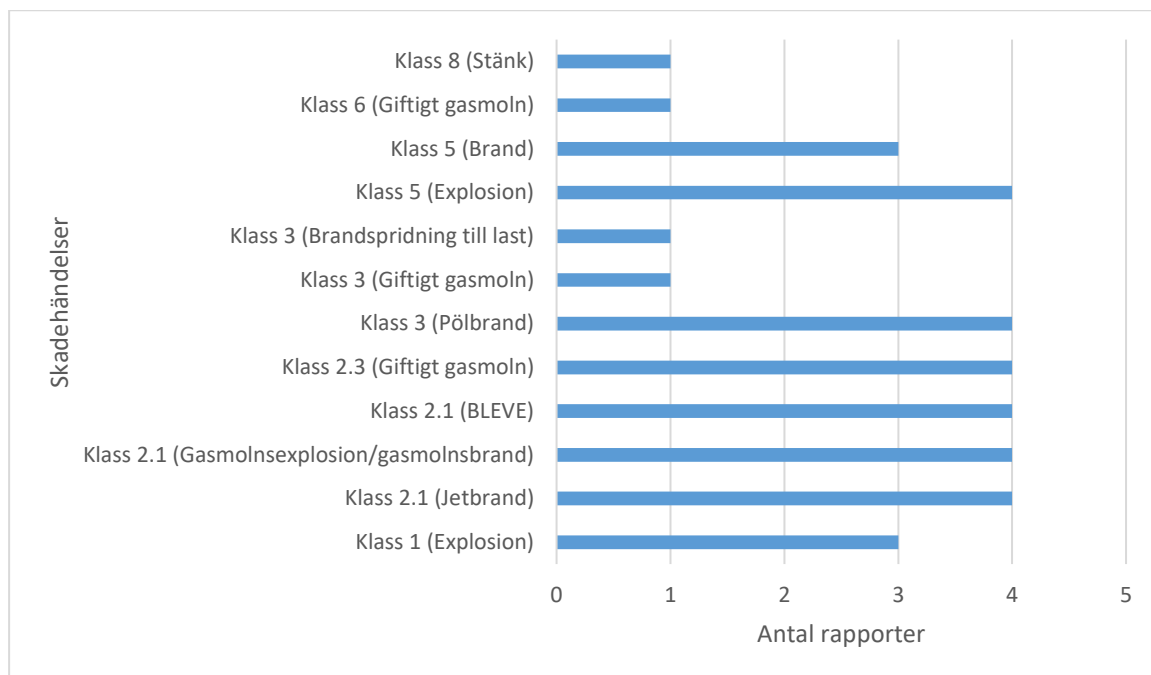
Det är tydligt att samtliga rapporter inkluderar delklasserna 2.1 och 2.3. I den rapport som inkluderar klass 6 är det delklassen 6.1 som inkluderas. Utav de rapporter som inkluderar klass 1 är det tydligt i två av fallen att det är undergruppen massexplosiva ämnen som inkluderas, för en annan är det mer oklart om det är massexplosiva ämnen som utgör dimensionerande ämnen, eller om även andra undergrupper inkluderas.

Samtliga rapporter har resonemang kring val av klasser som inkluderas. För samtliga görs valen med hänsyn till potentiellt dödliga konsekvenser, där de klasser som anses inte påverka planområdet alternativt endast påverka järnvägens absoluta närområde exkluderas.

Förutom källhänvisning som styrker valet av klasser görs i vissa fall källhänvisning som styrker resonemanget om potentiella konsekvenser för vissa av klasserna.

6.2 Skadehändelser avseende farligt gods utsläpp

Vid identifiering av risker anges vilka olika typer av skadehändelser som används för bedömning av risknivån. Identifierade skadehändelser påverkar vilka slutliga skadehändelser (så kallade sluthändelser) som beaktas. I samtliga rapporter anges vilka typer av dimensionerande skadehändelser som inkluderas. Se Figur 2 för vilka typer av skadehändelser avseende de olika klasserna som inkluderas i rapporterna.



Figur 2: Skadehändelser

Generellt är det tydligt vilka skadehändelser som används som dimensionerande för riskutredningarna, med undantag för främst gasmolnsexplosion och gasmolnsbrand. Det är otydligt om det är gasmolnsexplosion eller gasmolnsbrand som inkluderas i riskutredningarna. En rapport inkluderar eventuellt båda skadehändelserna, dock är det oklart. En rapport delar upp skadehändelsen pölbrand i två händelser, direkt och fördröjd. Det är tydligt att dessa händelser inkluderas, dock otydligt vad det innebär med direkt och fördröjd pölbrand. Dels är det oklart om till exempel fördröjd antändning enbart gäller ämnen som är både brandfarliga och giftiga. Dels är det otydligt för vilka tider eller pölstorlekar som direkt och fördröjd antändning sker.

Val av skadehändelser underbyggs generellt av resonemang om potentiella konsekvenser och även av källhänvisning till viss del.

Det är två rapporter som nämner händelsen antändning av gasmoln vid fördröjd antändning avseende klass 3. Den ena rapporten resonerar att det kan ske en gasmolnsbrand, men att sannolikheten för det är låg och därmed inte inkluderas i riskutredningen. Den andra rapporten nämner att det kan ske en explosion då avdunstade ångor antänds, dock anges inte varför de inte inkluderar denna skadehändelse.

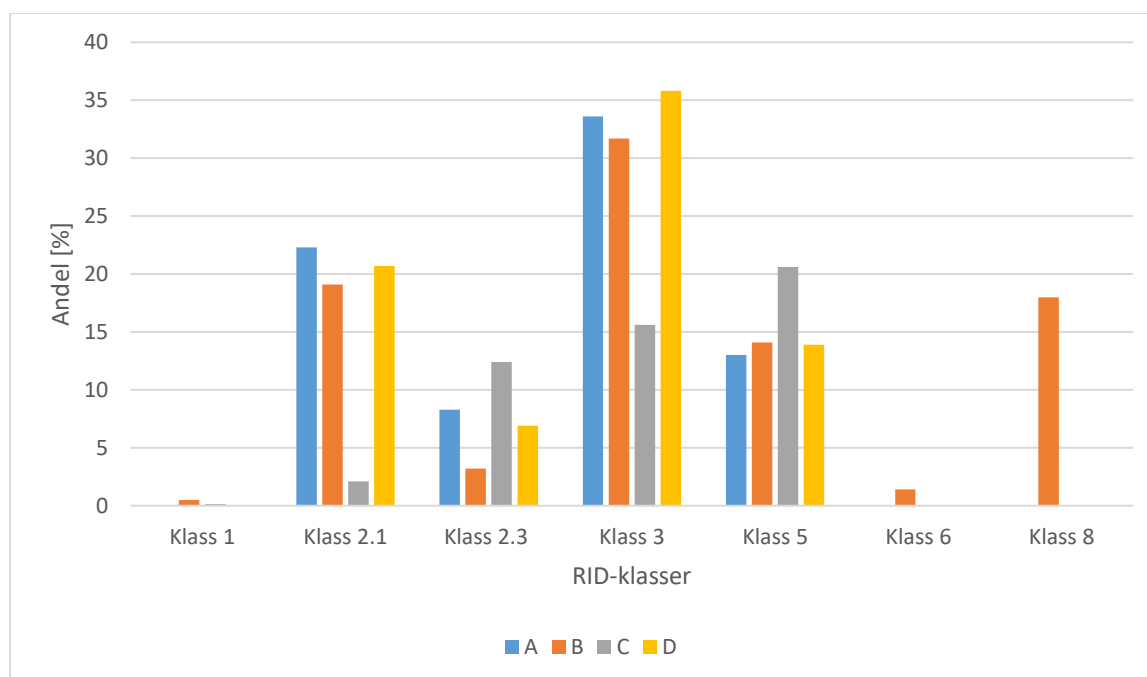
Det är en rapport som beaktar en skadehändelse vid olycka med klass 3 då inget utsläpp sker. De antar att brandspridning till last kan ske givet en tågbrand till följd av olyckan, givet inget utsläpp. Antagandet baseras inte på någon källa eller resonemang och motiveras av att det är konservativt.

Vid olycka med klass 5 inkluderar tre rapporter sluthändelserna brand och explosion, en rapport inkluderar endast explosion.

6.3 Sannolikhetsfördelning av RID-klasser

Samtliga rapporter anger fördelning av transporterade farligt godsklasser. Se Figur 3 där andelen för respektive klass redovisas för de dimensionerande klasserna. Utifrån denna

fördelning görs sedan eventuellt en uppskattning av andelen inom varje klass som är relevant för riskutredningen.



Figur 3: Andel av RID-klass av totalt transporterat farligt gods.

Rapport A, B och D baserar ansatt fördelning på nationell statistik, utgiven av myndigheten Trafikanalys, för transporterad godsmängd (ton). Det är tydligt i två av de tre rapporterna att det är transporterad godsmängd som fördelningen baseras på. I en av de tre rapporterna anges detta inte, dock går det att utifrån tillgång till statistiken förstå att det är just transporterad godsmängd, och inte transportarbete (som också redovisas av Trafikanalys) som används. Till skillnad från rapport A, B och D använder rapport C specifik statistik från en tidigare genomförd riskutredning från 2012. Det är dock oklart vad statistiken baseras på, så som transporterad godsmängd, transportarbete (tonkm), antal transporter eller liknande. Det är vidare oklart vilken eller vilka källor fördelningen baseras på.

Fördelningarna som baseras på nationell statistik utgörs av medelvärden, där antalet år varierar mellan rapporterna. Generellt är det tydligt för vilka år som medelvärdena beräknas, dock är det en rapport som anger olika antal år på olika ställen i rapporten, vilket gör det otydligt exakt vilken statistik som har använts. Medelvärden av nationell statistik som används av rapporterna baseras på åren 2015–2020, 2018–2019, 2010/2012–2020. Rapporten som använder data för åren 2018–2019 resonerar kring att statistiken innan 2018 inte är jämförbar med statistiken för 2018 och framåt på grund av förändrade metoder för insamling och bearbetning. Där skattning av 2018 och framåt är högre än tidigare, dock är det oklart hur detta påverkar fördelningen av farligt gods. Dessutom förs resonemang kring effekten av coronapandemin på tågtrafiken. Resonemang underbyggs med källhänvisning.

Två av rapporterna (A och C) använder fördelningarna som presenteras utan justering. En rapport (B) väljer att justera fördelningen för att beakta att det kan transporteras klass 1. Justeringen görs genom att öka andelen klass 1 från 0,0 % till 0,5 % och samtidigt justera ner övriga klasser (klass 2-9) så att summering av andelarna blir 100 %. En annan rapport (D)

anger att medelvärdet från statistiken avrundas konservativt upp. Vad detta innebär framgår inte, till exempel om de klasser som inte inkluderas avrundas ner och klasser som inkluderas avrundas upp.

Den nationella statistiken som används anger inte fördelning av underklasser, till exempel anges en gemensam andel för klass 2. En rapport baserar fördelning av klasserna 2.1, 2.2 och 2.3 på Räddningsverkets kartläggning av godsflöden (ton) för september från 2006. En annan rapport använder RIKTSAM för fördelning av underklasser generellt (bortsett från klass 5, där används en annan källa) och motiverar valet av att använda RIKTSAM i brist på underlag samt diskussion kring att Räddningsverket (2006) kartläggning anses inte lämplig då den anses ha för låg precision. För en av rapporterna anges inte vad fördelningen av klass 2 baseras på, utan hänvisar endast till nationell statistik för ansatt fördelning.

I enstaka fall anges fördelning inom respektive klass som används, alternativt direkt uppdelat utifrån underklasserna. En av tre rapporter antar, baserat på RIKTSAM, att 25 % av klass 1 utgörs av massexplosiva ämnen. Övriga två inkluderar hela andelen av klass 1, där en av rapporterna underbygger valet med resonemang om att det är ett konservativt antagande att anta att hela andelen utgörs av massexplosiva ämnen.

För klass 2, baserat på RIKTSAM, anges för klasserna 2.1 (10 %) och 2.3 (60 %), jämfört med fördelning från Räddningsverket där fördelningen är ungefär 2.1 (73 %), 2.3 (24 %). Rapport C anger fördelningen av klass 2, där 2.1 (73 %) och 2.3 (27 %).

En av fyra rapporter delar in klass 3 i brandfarligt och ej giftigt (75 %) samt brandfarligt och giftigt (8 %). Vilket skiljer sig från övriga som inkluderar hela andelen av klass 3. Ytterligare uppdelning görs även av klass 6.1 där endast andelen flytande (72 %) inkluderas. För klass 8 inkluderas hela andelen.

För klass 5 anger 2 av 4 rapporter att 90 % av andelen antas kunna leda till explosion, som vidare utgör den grupp av ämnen som är dimensionerande för riskutredningen. En annan använder hela andelen. Detta skiljer sig från en av rapporterna som antar 5 % av andelen, där antagandet baseras på en källhänvisning till en kartläggning av farligt gods i Helsingborgs stad.

Generellt förs inte resonemang om varför vald fördelning väljs, förutom i enstaka fall. Antagna fördelningar underbyggs generellt av resonemang om att det utgör konservativa antaganden och källhänvisning till statistik.

6.4 Andelen farligt gods och sannolikheten för farligt gods

För att uppskatta sannolikheten för att urspårad vagn eller vagnar innehåller farligt gods beaktar tre av fyra rapporter hur stor andel av totala godstrafiken som utgörs av farligt gods. Andelen farligt gods används sedan i kombination med hur många vagnar som i genomsnitt spårar ut för att uppskatta sannolikheten för farligt gods. Det förekommer olika tillvägagångssätt för detta. En av dessa använder andelen farligt gods av den totala godsmängden, medan de två andra använder andelen farligt godsvagnar av totala antalet godsvagnar. Gemensamt för dessa tre är att de antar att det i genomsnitt spårar ut 3,5 vagnar vid en urspårning. Två av dessa redovisar tydligt hur de beaktar antalet vagnar som spårar ut, medan för en är det otydligt.

En av de rapporter som uppskattar andelen farligt gods utgår från nationell statistik för totala godsmängden och justerar uppåt från 5 % till 5,5 % utan resonemang om varför. Statistiken som används är samma för uppskattning av fördelning av RID-klasser. En annan antar samma värde som en tidigare riskutredning antar för uppskattning av andelen farligt godsvagnar. Riskutredningen är densamma som användes för uppskattning av fördelningen av RID-klasser och baseras på specifik statistik för den aktuella sträckan.

För en av de tre som beaktar andelen farligt gods är det inte helt tydligt hur andelen uppskattas. Utifrån redovisad indata för frekvensberäkningar verkar det dock som de utgår från en uppskattning av genomsnittligt antal godsvagnar per tåg samt antal farligt godsvagnar per godståg för att uppskatta andelen farligt godsvagnar per godståg. Där genomsnittligt antal godsvagnar verkar baseras på en uppskattning av längden för en vagn samt genomsnittlig längd för godståg.

För den rapport som inte anger en andel av farligt gods, anges till skillnad från övriga direkt sannolikheten för att urspårad farligt gods vagn är farligt gods. Där uppskattningen motiveras med att det är ett konservativt antagande. Antagandet underbyggs inte av någon källa eller beskrivning av hur de kommer fram till denna uppskattning.

Då uppskattad sannolikhet och andel baseras på olika underlag är själva värdena inte jämförbara. Dock redovisas i Tabell 3 värdena för antagna andelar och sannolikheter för att visualisera effekten av valda tillvägagångssätt.

Tabell 3: Andel farligt gods och sannolikheten för urspårad farligt gods vagn

Rapport	Andel	Sannolikhet givet urspårning
A	-	Sannolikheten att urspårad vagn är farligt godsvagn 5 %
B	Andelen farligt gods av den totala godsmängden 5,5 % (baseras på nationell statistik)	Sannolikheten att en eller flera av de urspårade godsvagnarna innehåller farligt gods $1-(1-0,055)^{3,5}=24\%$ (observera att 24% är antagligen slarvfel, blir ca 18 %)
C	Andelen farligt godsvagnar av totala antalet godsvagnar 7,6 % (baseras på platsspecifik statistik)	Sannolikheten att en eller flera av de urspårade godsvagnarna innehåller farligt gods $(1-(1-0,076)^{3,5})$. (det vill säga 24 %)
D	Andelen farligt godsvagnar per godståg 9,6 % (eventuellt baserad på uppskattning av genomsnittligt antal godsvagnar per tåg och antalet farligt godsvagnar per godståg)	Sannolikheten att urspårad vagn är farligt godsvagn 26,1 % (beaktar att det i genomsnitt spårar ut 3,5 vagnar, dock oklart hur)

6.5 Frekvens för urspårning av godståg

För beräkning av olycksfrekvensen för godståg beaktar samtliga rapporter händelsen urspårning. Samtliga rapporter beräknar och redovisar frekvensen för urspårning av godståg. Tre av fyra använder Banverkets modell och en använder en modell för urspårningsfrekvens från en rapport utgiven av organisationen International Union of Railways (UIC). Samtliga

redovisar använd beräkningsmetod och källhänvisning till valda modeller. Samtliga redovisar indata (som är betydelsefull alternativt behövs för beräkningen) som används för beräkningarna. Två av rapporterna för resonemang om osäkerheter avseende modellval. Där en av de två motiverar val av tillvägagångssätt med att de använda modellerna troligtvis ger en högre olycksfrekvens jämfört med den faktiska. Detta på grund av minskad trend för olycksfrekvens samt resonemang om att teknikutvecklingen borde resultera i minskad olycksfrekvens på grund av tekniska olycksreducerande åtgärder.

6.6 Dimensionerande ämnen

Generellt används och redovisas ett eller två ämnen som dimensionerande för utsläpp av farligt gods för respektive klass enligt Tabell 4. De klasser som det anges två ämnen för är 2.3, 3 och 5. En rapport använder två ämnen för klass 2.3 (ett giftigt och ett mycket giftigt). Två rapporter anger 2 ämnen för klass 3. Den ena anger ett för svårantändliga ämnen och ett för lättantändliga ämnen. Den andra inkluderar förutom brandfarligt vätska även ett ämne som utöver att den är brandfarlig klassificeras som giftig. En rapport anger två ämnen för klass 5 (ett ämne för respektive skadehändelse).

Tabell 4: Dimensionerande ämnen

Klass	Antal rapporter som anger något dimensionerande ämne	Dimensionerande ämne	Antal
1	2 av 3	Trotyl	2
2.1	4 av 4	Propan/Gasol	4
2.3	4 av 4	Klor	3
		Svaveldioxid	1
		Ammoniak	1
3	4 av 4	Hexan	1
		Bensin	2
		Propylenoxid	1
		Pentan	1
		Dodekan	1
5	4 av 4	Trotyl	2
		Hexan	1
		Bensin (för en av två skadehändelser)	1
		Pentan	1
		Dodekan	1
6.1	1 av 1	Dimetylsulfat	1
8	0 av 1	-	

De klasser som det inte anges eller delvis anges utgörs av klass 1, 5 och 8. För klass 8 används inget specifikt ämne då ingen modell används för att kvantifiera utsläppet. Konsekvensavståndet baseras i stället på ett antagande om att samtliga omkommer inom ett visst avstånd. En rapport som inkluderar klass 1 anger inget dimensionerande ämne och inte heller om de använder ett specifikt ämne för konsekvensberäkningarna då beräkningsgången inte redovisas, dock anges källhänvisning till använd beräkningsgång.

Val av ämnen som används och redovisas som dimensionerande för klass 5 utgörs av massexplosiva ämnen (klass 1) och brandfarliga vätskor (klass 3). Två rapporter anger inte dimensionerande ämne för skadehändelsen explosion. De ämnen som anges för klass 5 använder samma ämnen som används som dimensionerande för utsläpp av ämnena för klass 1 och 3.

För klass 2.1 anges gasol i 2 av rapporter och propan i 2 rapporter. I det ena fallet där propan används anges gasol inom parentes. För klass 3 används pentan som dimensionerande ämne för att representera bensin.

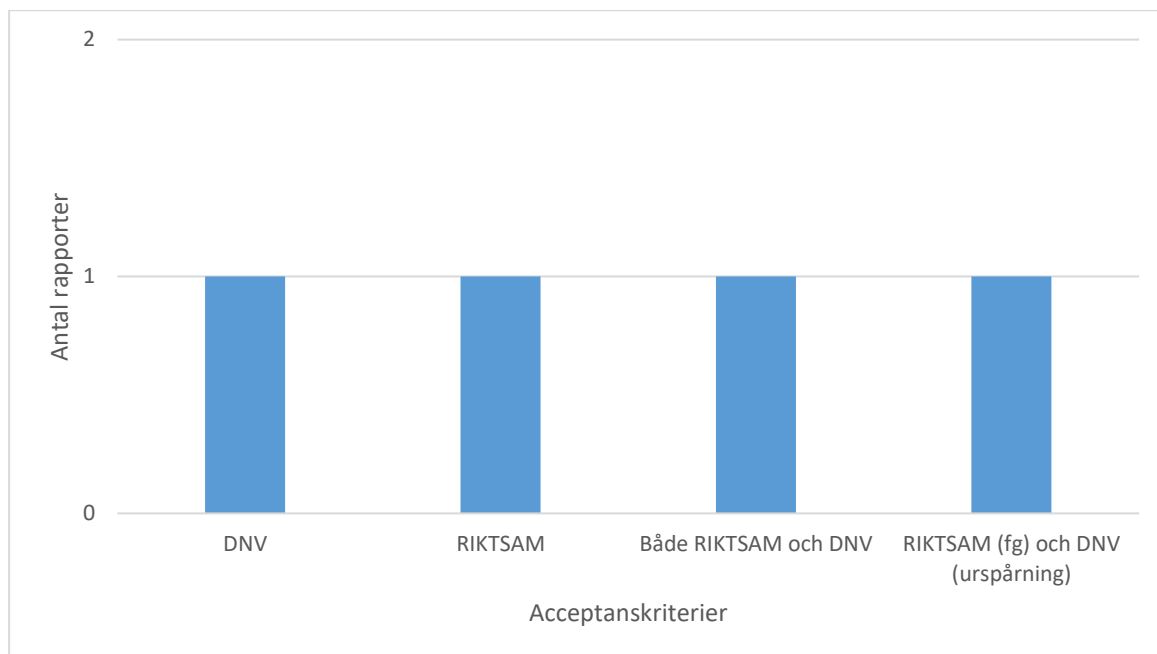
I flera fall görs antaganden av dimensionerande ämne utan resonemang. Det resonemang som anges oftast är att val av ämnen görs med hänsyn till potentiella konsekvenser vilket anges uttryckligen i vissa fall vara konservativa antaganden. Förutom konservativa antaganden motiveras val av dimensionerande ämnen av brist på underlag, förenklingar och i vissa fall nämns att ämnena är vanligast förekommande i riskutredningar. Dock är det oklart om det är med den anledningen som ämnena väljs ut.

Resonemang och antaganden baseras generellt inte på någon källa förutom i enstaka fall. För klass 3 använder en rapport antaganden i kombination med statistik vid val av dimensionerande ämnen, där källhänvisning anges. Val av ämne avseende skadehändelsen explosion för klass 5, där det dimensionerande ämnet utgörs av massexplosiva ämnen, underbyggs av källhänvisning av en rapport.

Generellt är det tydligt för vilka klasser som de dimensionerade ämnena används till. För en rapport är det inte helt tydligt vilka ämnen som representerar de olika klasserna. Bland annat anges vissa ämnen som indata, dock är det upp till läsaren att dra kopplingen till vilka klasser eller skadehändelser dessa representerar.

6.7 Acceptanskriterier

Samtliga riskutredningar redovisar och beskriver utifrån vilka värderingsprinciper och acceptanskriterier som riskvärderingen baseras på. Utifrån de studerade rapporterna är det en stor variation kring de acceptanskriterier som används, se Figur 4.



Figur 4: Acceptanskriterier

Redovisade kriterier underbyggs av källhänvisningar samt i de flesta fall även av resonemang om varför de specifika kriterierna väljs. I en rapport motiveras användandet av kriterier enligt RIKTSAM då kriterierna beaktar hur känslig verksamheten är, till exempel om det är handelsverksamhet (normalkänslig verksamhet) eller flerbostadshus (känslig verksamhet). En använder RIKTSAM för risker kopplat till farligt gods utsläpp och DNV kriterier används för risken kopplat till mekanisk påverkan till följd av urspårning. Användandet av DNV kriterierna motiveras i det fallet genom att RIKTSAM endast beaktar risker kopplat till farligt gods och att DNV kriterier beaktar förutom transport av farligt gods generellt risker kopplat till samhällsplanering. En väljer att använda både DNV och RIKTSAM för samtliga risker, och nämner att DNV kriterierna är praxis. Samtliga som använder RIKTSAM gör val kopplat till verksamhet för att kunna använda acceptanskriterierna. Samtliga använder kriterierna för en sträcka på 1 km och en yta på 1 km².

7 Diskussion

I detta kapitel diskuteras resultatet från jämförelsen av undersökta faktorer i de olika riskutredningarna, där resultatet även jämförs med annan litteratur.

7.1 Resultat från jämförelse av riskutredningar

7.1.1 RID-klasser

Val avseende fördelning av RID-klasser är generellt väl underbyggda. Val underbyggs generellt med resonemang och även i vissa fall av källhänvisning. Utifrån resultatet kan det konstateras att det generellt beaktas samma RID-klasser men att det förekommer viss variation. En variation är om klass 1 bör inkluderas i de fall där den nationella statistiken indikerar på att inga eller endast få transporter av denna klass förekommer. Generellt inkluderas klass 1 då det inte går att utesluta att dessa transporter förekommer. Även om liknande resonemang förs för val av klasser finns det en variation avseende inkludering av klass 6.1 och 8. En förklaring till denna variation kan vara att olika bedömningar görs för möjliga konsekvensavstånd av dessa klasser. Eventuellt kanske skillnaden beror på hur direkta närhet definieras, vilket inte tydliggörs. Den största otydligheten avseende val av RID-klasser är kopplat till klass 5, vilket beror på otydliga formuleringar. Skillnaderna som konstaterats för val av RID-klasser påverkar uppskattad risknivå, men inte nödvändigtvis inom området som undersöks i riskutredningen. Inkludering av klass 1 har troligen en marginell påverkan på riskuppskattningen om klass 5 inkluderas samtidigt som skadehändelsen explosion till följd av utsläpp av ämnen tillhörande klass 5 utgör ett betydande riskbidrag i förhållande till explosion till följd av olycka med klass 1. Detta på grund av att antal transporter med klass 5 vanligtvis är avsevärt högre än klass 1.

7.1.2 Skadehändelser avseende farligt gods utsläpp

Utifrån resultatet kan det konstateras att det generellt är tydligt vilka skadehändelser som används som dimensionerande. De största oklarheterna avseende skadehändelser är om gasmolnexplosion eller gasmolnbrand modelleras samt vad direkt och fördröjd pölbrand innebär. Då det finns otydligheter blir det svårt att förstå hur beräknad risk påverkas av val av skadehändelser. Flera av de angivna skadehändelserna inkluderas i samtliga riskutredningar, dock förekommer det vissa skillnader. Dessa skillnader kan ha varierande påverkan på resultatet beroende på vilka andra antaganden som görs.

Generellt motiveras val av skadehändelser av resonemang om potentiella konsekvenser relaterat till de olika RID-klasserna, och i vissa fall underbyggs resonemang om potentiella konsekvenser av källhänvisning. Eftersom skadehändelserna som väljs inte underbyggs av resonemang om platsspecifika försättningar, bör val av skadehändelser inte skilja sig åt mellan riskutredningarna. Till exempel vid valet av skadehändelsen brandspridning till last (klass 3), som beror på tågbrand, där inkludering av händelsen bidrar till en högre uppskattning av risken. En förklaring till denna variation är att inkludering av denna skadehändelse motiveras vara konservativt, medan en annan motivering för ej inkludering är att denna typ av skadehändelse täcks in i övriga konservativa antaganden som görs relaterat till uppskattning av frekvenser för de olika skadehändelserna.

7.1.3 Sannolikhetsfördelning av RID-klasser

Utifrån resultatet är det vanligast att använda nationell statistik för transporterad godsmängd för uppskattning av fördelning av RID-klasser. Samtliga motiverar inte valet av

att använda statistik specifikt för transporterad godsmängd jämfört med transportarbete (som också redovisas av Trafikanalys). Då uppskattad risknivå påverkas av detta, och därmed även kan påverka vilka beslut som tas, bör det tydliggöras att det finns alternativ och redovisa resonemang kring valet av data. För uppdelning av underklasser finnas en oenighet för vad som anses lämpligaste tillvägagångssättet. Där andel av klass 2.1 och 2.3 påverkas mycket beroende på val av antagande eller källa som används som underlag. Detta kan påverka resultatet då klass 2.3 kan ha mycket långa konsekvensavstånd vilket kan bidra till beräknade risknivåer på längre avstånd samt potentiellt påverka fler personer än klass 2.1. En stor skillnad som troligen påverkar uppskattad risknivå är hur stor andel av klass 5 som antas kunna leda till explosion, där minsta antagna andel är 5 % jämfört med övriga som antar 90 % eller 100 %. Det är svårt att avgöra vilket tillvägagångssätt som är mest lämpligt då antaganden oavsett tillvägagångssätt kan anses baseras på en svag grund. Det skiljer sig även mycket generellt för de olika RID-klasserna beroende om nationell eller specifik statistik används. Det är svårt att avgöra om det är mer lämpligt att använda specifik statistik för den aktuella sträckan som är äldre än nationell, jämfört med mer uppdaterad nationell statistik. Dock är det tydligt att de riskutredningar som använder nationell statistik är mer enhetliga jämfört med riskutredningen som använder specifik statistik. Det kan förklaras av att de som använder nationell statistik använder samma typ av nationell statistik samt använder statistiken utan att anpassa den för den specifika beslutssituationen, förutom i enstaka fall för klass 1 då statistiken indikerar på inga transporter. Skillnaderna mellan de som använder nationell statistik kan förklaras av att data tas från olika år samt olika uppdelning av underklasser.

Då det kan finnas stora skillnader för vad som transporteras på de aktuella järnvägssträckorna jämfört med det nationella genomsnittet kan det vara lämpligt att utarbeta riktlinjer för hur stor andel av de olika klasserna som riskuppskattning bör baseras på, alternativt hur denna osäkerhet ska hanteras. Till exempel riktlinjer för när det är lämpligt att använda specifik statistik i stället för nationell statistik, förutsatt att både specifik och nationell statistik finns att tillgå. Som nämnts i avsnitt 5.2.2 bör specifik data användas förutsatt att datan har tillräcklig hög kvalitet (Rae et al., 2014). Trots att Bani-Mustafa et al. (2020), Goerlandt et al. (2017), Rae et al. (2014), Thekdi och Aven (2024) samt Zeng och Zio (2017) belyser flera kriterier vad som utgör hög kvalitet så som att datan är representativ, uppdaterad och aktuell, samt att mängden data utgör tillräckligt stort underlag, är bedömningen av vilken data som bör användas präglad av subjektivitet, vilket visades sig i jämförelsestudien. Där användes olika underlag för uppskattning av fördelningen av underklasser för RID-klass 2 (källorna RIKTSAM (som utgör data från en sträcka inom det studerade länet) samt Räddningsverket (2006) (som utgör nationell data)). Vidare förs det generellt inget resonemang om hur andelarna av de olika klasserna kan förändras över tid. Trots att det i jämförelsestudien inte beaktas hur fördelningen av RID-klasserna eller underklasserna förändras över tid, skulle det eventuellt vara fördelaktigt att utarbeta riktlinjer kring detta då det är möjligt att eventuell justering med hänsyn till framtida transporter skulle kunna påverka resultatet och slutsatserna av uppskattad risk.

7.1.4 Andelen farligt gods och sannolikheten för farligt gods

Utifrån resultatet kan det konstateras att det förekommer olika tillvägagångssätt för att uppskatta både andelen farligt gods som transporteras och sannolikheten för att urspårad

vagn innehåller farligt gods. Utifrån redovisade värden verkar det som att uppskattad andel farligt gods beror delvis på vilken statistik som används och dels om det är andelen av totala godsmängden eller andelen av totala antalet godsvagnar som uppskattas. Där det verkar som att användning av andel farligt godsvagnar ger en högre andel farligt gods jämfört med andel godsmängd. De som uttryckligen anger att de beaktar att flera vagnar kan spåra ut samtidigt antar samma värde för antalet vagnar som i genomsnitt spårar ut. Generellt varierar hur antaganden underbyggs. Det förekommer både uttryckligen konservativa antaganden, källhänvisning till statistik men även annan information. Dessutom förekommer antaganden som inte underbyggs med resonemang men som antagligen görs på grund av viljan att vara konservativ. Som i fallet där andelen farligt gods justeras från 5% till 5,5%.

Den största skillnaden är om sannolikheten för urspårad vagn är farligt gods antas direkt utan resonemang om andelen farligt gods. Eventuellt kan denna skillnad förklaras med att andelen farligt gods likställs med sannolikheten för farligt gods, vilket innebär implicit att det antas att endast en vagn spårar ut vid en urspårning. Detta ger en skillnad på ungefär 3 till 5 gånger högre sannolikhet för olycka med farligt gods och därmed en stor påverkan på beräknad risknivå, och med största sannolikhet även vilka beslut som tas.

7.1.5 Frekvens för urspårning av godståg

Det är tydligt hur frekvensen för urspårning beräknas. Två olika tillvägagångssätt används bland de jämförda riskutredningarna, Banverkets modell samt ekvation från UIC. Eftersom beräknad frekvens för urspårning av godståg har en stor påverkan på uppskattade frekvenser för samtliga sluthändelser, kan det vara relevant att undersöka om metoderna är lika lämpliga eller om en viss metod borde rekommenderas.

7.1.6 Dimensionerande ämnen

Generellt används och redovisas dimensionerande ämnen som används med få undantag. Utifrån resultatet kan det konstateras att det finns en viss variation av dimensionerande ämnen. En del av variationen verkar kunna förklaras utifrån om ett eller flera ämnen används som dimensionerande, vilket påverkas av vilka resonemang som förs. Användning av ett ämne motiveras ofta av att det utgör ett konservativt antagande. Dock kan inte all variation förklaras av om ett eller flera ämnen används. I vissa fall anges inte grunden för varför de olika ämnena väljs, till exempel om val av ämne antas vara konservativt eller vanligt förekommande. Eftersom det i vissa fall inte anges grunden för de val som görs är det svårt att uttala sig om vissa av skillnaderna beror på olika uppfattningar om vad som är konservativt eller andra uppfattningar. I de fall då grunden för val av ämne inte redovisas försvårar det bedömning av lämpligheten av de val som görs. I vissa fall är det otydligt hur de dimensionerande ämnena används. Det går att tolka hur de används, dock ställer det krav på att läsaren har kunskap om vilka ämnen som troligtvis representerar de olika klasserna eller skadehändelserna. Även om det finns viss variation i val av ämnen, görs även flera liknande val av ämnen. Eftersom val av dimensionerande ämnen påverkar beräkning av konsekvensområde är det troligt att den variation som syns kommer till viss del påverka uppskattad risk. Det är dock svårt att uttala sig om då beräkning av konsekvensområde och uppskattad risk påverkas av fler antaganden än val av dimensionerande ämne, där flera av antaganden som görs påverkas av valet av dimensionerande ämne.

7.1.7 Acceptanskriterier

Av de rapporter som jämförts kan det konstateras att generellt är val av acceptanskriterier väl underbyggda. Det finns både resonemang kring valet av kriterier och även källhänvisningar till de ansatta kriterierna. Även om resultatet visar en stor variation av acceptanskriterierna, är det ändå möjligt att detta inte har en så stor påverkan på värderingen av beräknad risknivå då skillnaderna mellan kriterierna inte alltid är så stora. Dock beror värdering av riskerna på hur kriterierna används, därför kan eventuellt val av kriterier påverka bedömd risk och eventuella rekommendationer. Det kan även vara så att val av acceptanskriterier påverkar hur risknivåerna beräknas om dessa anger hur analysen ska genomföras.

7.2 Diskussion om konservativa antaganden

Konservativa antaganden används ofta som ett argument för att vara på den säkra sidan (Aven, 2016). Där uppskattad risk hellre överskattas än underskattas för att undvika att uppskattad risk felaktigt uppfyller förbestämda acceptanskriterier. Detta stämmer överens med genomförd jämförelsestudie, där samtliga riskutredningar använder någon form av konservativa antaganden. Utifrån resultatet används konservativa antaganden inte genomgående för specifika antaganden, utan det varierar för vilka antaganden som hanteras konservativt. Detta är i likhet med vad Alvarsson och Jansson (2016) konstaterade, dock belyser de andra antaganden än de som undersökts i denna studie.

En stor fördel med att använda konservativa antaganden anses vara att riskuppskattningen blir mer robust med hänsyn till förändringar av ingående antaganden (Aven, 2016). Dock förespråkas antaganden som är realistiska och rimliga (Askeland et al., 2017; Aven, 2016; Bani-Mustafa et al., 2020; Rae et al., 2014). Aven (2016) belyser flera nackdelar med att använda konservativa antaganden och rekommenderar i stället för konservativa antaganden andra tillvägagångssätt, så som att i kombination med "bästa uppskattning" använda känslighetsanalys och bedömning av styrkan i kunskapsgrunden. Nackdelar som bland annat belyses är att det kan vara svårt att uttala sig om i hur stor grad uppskattad risk är konservativ, samt att det är möjligt att antaganden som sägs vara konservativa inte är konservativa. Eftersom en del av de konservativa antagandena som görs i de studerade riskutredningarna visades inte vara underbyggda kan det vara svårt att undersöka om de är konservativa samt i hur stor grad. Det är möjligt att vissa av antaganden som sägs vara konservativa snarare är rimliga eller eventuellt underskattningar. Dock är det svårt att uttala sig om detta endast utifrån de studerade rapporterna. I vissa fall är det tydligt vad som menas med eller utgör ett konservativt antagande, till exempel antagandet att hela andelen av ämnen inom klass 1 som transporteras utgörs av massexplosiva ämnen eller till exempel justering av andelen farligt gods från 5% till 5,5%. Dock kan det samtidigt vara otydligt hur konservativt antagandet är om det inte redogörs för hur antagandet kan variera. Detta innebär att det ställer krav på de som tar del av rapporterna har tillräcklig kunskap hur olika antaganden kan variera för att bedöma om antagandena anses vara konservativa. Dessutom kan antaganden som motiveras vara konservativa vara vilseledande om detta inte stämmer eller om de som tar del av rapporterna har andra värderingar för vad som är konservativt. Detta kan ge en falsk trygghet.

8 Slutsats

Detta arbete syftade till att besvara följande frågeställningar:

- Vad är känt inom den vetenskapliga litteraturen angående aspekter som påverkar kvaliteten av en riskutredning i syfte att utgöra ett så bra beslutsunderlag som möjligt?
- Vilka skillnader och likheter finns mellan riskutredningar med liknande syfte, avseende transport av farligt gods på järnväg, som inte kan förklaras av platsspecifika faktorer?
- Hur underbyggs antaganden, val av indata och metod i riskutredningarna?

Frågeställningarna besvarades genom en litteraturstudie samt en jämförelse av riskutredningar utifrån identifierad vetenskaplig litteratur avseende vad som utgör en bra riskutredning.

Eftersom jämförelsen av riskutredningar endast inkluderade ett fåtal riskutredningar samt att endast ett fåtal aspekter undersöktes går det inte att dra några generella slutsatser angående hur antaganden, val av indata och metod underbyggs i riskutredningar generellt sett i Sverige och i Skåne län. Resultatet från jämförelsen indikerar dock att det finns förbättringsmöjligheter avseende transparensen av tillvägagångssätt och underlag som riskutredningar baseras på. Samt att underlaget som används är begränsat. Resultatet indikerar att det finns både likheter och skillnader mellan de undersökta riskutredningarna avseende faktorer som inte kan förklaras av platsspecifika faktorer.

Detta då den genomförda jämförelsestudien visar att det finns både likheter och skillnader mellan de undersökta riskutredningarna avseende faktorer som inte kan förklaras av platsspecifika faktorer. Vissa av skillnaderna utgörs av olika metoder, källor och resonemang. Vidare kan vissa av skillnaderna förklaras av skillnader i hur stor grad antagandena är konservativa. Det finns även likheter vid val av metoder, statistik, litteratur och resonemang, dock behövs ett större urval av riskutredningar för att fastställa att ett visst tillvägagångssätt är vanligast.

Jämförelsestudien visar att skillnaderna ovan kan påverka den uppskattade risknivån och troligen även vilka beslut som tas vid fysisk planering. Det går dock inte att säga helt säkert att dessa skillnader påverkar vilka beslut som fattas utifrån riskutredningarna, eftersom detta i sin tur beror på bland annat den uppskattade risknivån, markanvändningen och dess skyddsbehov, vilka riskreducerande åtgärder som föreslås samt åtgärdernas sammanlagda riskreduktion.

Trots att detta arbete utgörs av en mycket begränsad jämförelse av riskutredningar kan arbetet ändå fungera som indikation på att det kan vara fördelaktigt att göra en större jämförelsestudie med både ett större urval av riskutredningar samt fler kvalitetsaspekter. Detta för att undersöka om det utifrån rapporterna går att bedöma hur tillförlitliga riskutredningarna är, och om möjligt bedöma tillförlitligheten av dem.

Eventuellt kan det vara fördelaktigt att genomföra intervjuer för att få en djupare förståelse för hur riskutredningar underbyggs, då det är troligt att en del av underlaget som riskutredningarna baseras på utelämnas.

Eftersom resultatet indikerar att olika tillvägagångssätt används kan det vara relevant att i framtida studier undersöka vilka metoder som är mest lämpliga. Alternativt undersöka om det är lämpligt att utifrån tillgänglig data utarbeta riktlinjer för hur tillgänglig data bör användas.

Trots att identifierad litteratur belyser flertalet aspekter för vad som utgör en bra riskutredning kan det finnas andra värden som anses viktiga förutom hög kvalitet, så som kostnaden och tidsåtgången att utreda riskerna. Detta har inte undersökts i detta arbete. För att få en heltäckande bild av vad som anses viktigt kan det vara intressant att undersöka vilka specifika kvalitetskriterier som beslutsfattare anser viktigast för specifika beslutssituationer. Till exempel är ett kriterium att beslutsfattare ska kunna förstå riskutredningen. Eftersom beslutssituationen samt kompetensen hos beslutsfattaren kan variera är det inte självklart vilka krav som ska ställas på dokumenteringen av riskutredningen. Rimligtvis kan det vara mer acceptabelt att vissa kvalitetskriterier inte uppfylls, till exempel att riskutredningar använder begränsat underlag, eftersom det eventuellt skulle krävas stora resurser för att få ett bättre underlag. Vidare kan det rimligtvis dessutom finnas vissa kvalitetskriterier som lämpligen alltid bör uppfyllas. Följaktligen kan det vara intressant att undersöka vad som är en tillräckligt bra riskutredning beroende på dess syfte, till skillnad från vad som är en bra riskutredning.

Referenser

- Abrahamsson, M. (2002). *Uncertainty in Quantitative Risk Analysis - Characterisation and Methods of Treatment*. Fire Safety Engineering and Systems Safety.
- Ale, B. J., Golbach, G. A., Goos, D., Ham, K., Janssen, L. A., & Shield, S. R. (2001). *Benchmark risk analysis models*. RIVM. Report 610066015.
- Alvarsson, O., & Jansson, J. (2016). *Jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods*. Examensarbete, Lunds universitet, Riskhantering och samhällssäkerhet, Lund.
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping Studies: Towards a Methodological Framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. doi:10.1080/1364557032000119616
- Askeland, T., Flage, R., & Aven, T. (2017). Moving beyond probabilities – Strength of knowledge characterisations applied to security. *Reliability Engineering and System Safety*, 159, 196-205. doi:10.1016/j.ress.2016.10.035
- Aven, T. (2016). On the use of conservatism in risk assessments. *Reliability Engineering and System Safety*, 146, 33-38. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2015.10.011
- Aven, T. (2017). Improving risk characterisations in practical situations by highlighting knowledge aspects, with applications to risk matrices. *Reliability Engineering and System Safety*, 167, 42-48. doi:10.1016/j.ress.2017.05.006
- Aven, T., & Thekdi, S. (2025). *Risk Science An Introduction* (2 uppl.). Routledge.
- Bani-Mustafa, T., Zeng, Z., Zio, E., & Vasseur, D. (2020). A practical approach for evaluating the strength of knowledge supporting risk assessment models. *Safety Science*, 124, 1-17. doi:10.1016/j.ssci.2019.104596
- Boverket. (den 22 November 2023a). *Länsstyrelsens roll under samrådet*.
- Boverket. (den 22 November 2023b). *Processen för standardförfarande i korthet*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/detaljplan/detaljplaneprocessen/standardforfarande/processen-i-korthet/>
- Boverket. (den 22 November 2023c). *Granskning*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/detaljplan/detaljplaneprocessen/granskning>
- Boverket. (den November 22 2023d). *Beslut att anta detaljplanen*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/detaljplan/detaljplaneprocessen/antagande/>
- Boverket. (den 22 November 2023e). *Begränsning av standardförfarande*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/detaljplan/detaljplaneprocessen/begransning-av-standardforfarande/>

- Boverket. (den 22 November 2023f). *Processen för utökat förfarande i korthet*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/detaljplan/detaljplaneprocessen/utokat-forfarande/processen-i-korthet/>
- Boverket. (den 14 Februari 2024). *Farligt gods*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/godstransporter-i-fysisk-planering/godstransporter-i-planeringsprocessen/x/farligt-gods/>
- Boverket. (den 26 Maj 2025a). *Detaljplaneprocesserna*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/detaljplan/detaljplaneprocessen/>
- Boverket. (den 12 Augusti 2025b). *Val av förfarande*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/detaljplan/detaljplaneprocessen/val-av-forfarande/>
- Dahlén, E. (2019). *Inventory of knowledge needs, with regard to explosion loading, in a densified urban environment*. Examensarbete, Chalmers tekniska högskola, Konstruktionsteknik, Göteborg.
- Davidsson, G., Haeffler, L., Ljungman, B., & Frantzich, H. (2003). *Handbok för riskanalys*. Karlstad: Räddningsverket.
- Goerlandt, F., Khakzad, N., & Reniers, G. (2017). Validity and validation of safety-related quantitative risk analysis: A review. *Safety Science*, 99, 127-139.
- Gooijer, L., Cornil, C., & Lenoble, C. L. (2012). An international comparison of four quantitative risk assessment approaches - A benchmark study based on a fictitious LPG plant. *Process Safety and Environmental Protection*, 90, 101-107. doi:10.1016/j.psep.2011.05.002
- Lathrop, J., & Ezell, B. (2017). A systems approach to risk analysis validation for risk management. *Safety Science*, 99, 187-195.
- Lauridsen, K., Kozine, I., Markert, F., Amendola, A., Christou, M., & Fiori, M. (2002). *Assessment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments. The ASSURANCE project. Final summary report*. Risø National Laboratory. Forskningscenter Risoe.
- Levac, D., Colquhoun, H., & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science*, 5, 69-77.
- Lund University. (den 27 Augusti 2025). *Bibliografiska databaser*. Hämtat från Sökning: <https://libguides.lub.lu.se/c.php?g=687595&p=4917693>
- MSBFS 2015:5. (u.d.). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter och allmänna råd om kommuners risk- och sårbarhetsanalyser*. Hämtat från <https://www.mcf.se/siteassets/dokument/regler/rs/15e78831-767b-4714-9fa4-3b4fd0df92a8.pdf>
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (2025a). *Transport av farligt gods - Väg och järnväg 2025/2026*.

- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (den 11 Juli 2025b). *Lag, förordning och föreskrifter för farligt gods*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/farligt-gods/lag-forordning-och-foreskrifter/>
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (den 1 Juli 2025c). *Föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (RID-S)*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/farligt-gods/lag-forordning-och-foreskrifter/rid-s/>
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (den 27 Maj 2025d). *Internationellt regelarbete för farligt gods*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/farligt-gods/lag-forordning-och-foreskrifter/internationellt-regelarbete/>
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (den 12 Mars 2025e). *Klassificering*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/farligt-gods/skyltar-och-etiketter-for-transport-av-farligt-gods/klassificering/>
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (u.d.). *RID-S 2025 - Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (MSBFS 2024:11)*. Hämtat från <https://www.msb.se/contentassets/77a1cd6cca7d478f97984499e5e8276c/rid-s-2025-klar.pdf>
- Rae, A., Alexander, R., & McDermid, J. (2014). Fixing the cracks in the crystal ball: A maturity model for quantitative risk assessment. *Reliability Engineering and System Safety*, 125, 67-81. doi:10.1016/j.ress.2013.09.008
- Sandström, C. (2012). *Transporter av farligt gods Handbok för kommunernas planering*. Sveriges Kommuner och Landsting (SKL).
- SFS 1995:1649. (u.d.). *Lag om byggande av järnväg*. Hämtat från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-19951649-om-byggande-av-jarnvag_sfs-1995-1649/
- SFS 1998:808. (u.d.). *Miljöbalk*. Hämtat från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljobalk-1998808_sfs-1998-808/
- SFS 2003:778. (u.d.). *Lag om skydd mot olyckor*. Hämtat från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2003778-om-skydd-mot-olyckor_sfs-2003-778/
- SFS 2006:544. (u.d.). *Lag om kommuners och regioners åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap*. Hämtat från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2006544-om-kommuners-och-regioners-atgarder_sfs-2006-544/

- SFS 2010:900. (u.d.). *Plan- och bygglag*. Hämtat från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan-och-bygglag-2010900_sfs-2010-900/
- Stenberg, C. A. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen -Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*. Länsstyrelsen i Skåne Län.
- Strindberg, F., & Svensson, J. (2018). *Antaganden i riskutredningar vid fysisk planering med avseende på transport av farligt gods och deras effekt på riskbilden*. Examensarbete, Lunds universitet, Riskhantering och samhällssäkerhet, Lund.
- Thekdi, S., & Aven, T. (2024). A classification system for characterizing the integrity and quality of evidence in risk studies. *Risk Analysis*, 44, 264-280. doi:10.1111/risa.14153
- Trafikverket. (2020). *Transportsystemet i samhällsplaneringen – Trafikverkets underlag för tillämpning av 3–5 kap. miljöbalken och av plan- och bygglagen*. Borlänge.
- Trafikverket. (den 24 Mars 2025). *Transporter av farligt gods i samhällsplaneringen*. Hämtat från <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Sakerhet-och-konflikter/Transporter-av-farligt-gods/>
- Zeng, Z., & Zio, E. (2017). A classification-based framework for trustworthiness assessment of quantitative risk analysis. *Safety Science*, 99, 215–226. doi:10.1016/j.ssci.2017.04.001

Bilaga A. Sökprotokoll

Datum: 2025-09-22

Databas: Scopus

Sökning	Sökstrategi, sökord	Antal träffar
1	"probabilistic risk assessment" OR "probabilistic risk analysis" OR "quantitative risk assessment" OR "quantitative risk analysis" OR QRA OR "probabilistic safety assessment"	15,134
2	uncertain* OR QUALITY OR validation OR validity OR reliability OR trustworthiness OR credibility OR verification OR "strength of knowledge"	9,654,372
3	assessing OR improv* OR enhance* OR evaluat* OR recommend* OR guid* OR review	32,081,488
4	useful* OR practice OR practical OR criteria OR evidence OR "high quality" OR effectiveness	16,493,494
5	"decision mak*" OR "infrastructure planning" OR "land-use planning" OR lup OR "spatial planning" OR "physical planning" OR "urban planning" OR "city planning" OR "dangerous goods" OR "hazardous material" OR hazmat OR transport* OR rail*	4,701,728
6	1 AND 2	6,247
7	1 AND 2 AND 3	3,845
8	1 AND 2 AND 3 AND 4	1,408
9	1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 5	349
10	Limited to English	341

Bilaga B. Riskhänsyn i planprocessen

B.1 Riskhänsyn i samhällsplaneringen

Förutom reglering av själva hanteringen av farligt gods vid transport enligt avsnitt 2.1, ställs även krav på att risker kopplat till transport av farligt gods beaktas i den fysiska planeringen (Sandström, 2012). Detta enligt plan- och bygglagen (PBL) (SFS 2010:900) och miljöbalken (MB) (SFS 1998:808), som reglerar att människors säkerhet och hälsa, samt miljö beaktas vid planering av bebyggelse. Enligt PBL har kommunen ett ansvar för att det finns en gällande översiktsplan. Översiktsplanen ska vara vägledande inom kommunen kring beslut om användning av mark- och vattenområden samt den bebyggda miljön. Kommunen ska även i vissa fall enligt PBL ta fram detaljplaner eller områdesbestämmelser för att reglera begränsade områden inom kommunen. Både detaljplaner och områdesbestämmelser är bindande och reglerar i de fall som bygglov krävs om sådant kan ges. Inom Stockholms län, Skåne län samt Hallands län finns även regionplaner som tar hänsyn till regionala intressen och ska vara vägledande för översiktsplaner, områdesbestämmelser samt detaljplaner.

Planering av järnväg regleras ytterligare i lag om byggande av järnväg (SFS 1995:1649). Enligt denna lag ska en järnvägsplan tas fram då en ny järnväg planeras, med vissa undantag. Enligt lagen ska det utöver järnvägsplanen finnas underlag för en miljökonsekvensbeskrivning (MKB), alternativt en miljöbedömning då projektet bedöms inte kunna ha en betydande miljöpåverkan. Reglering av miljöbedömning och MKB sker i MB. En MKB ska bland annat innehålla förslag på alternativa lösningar för det projekt som planeras, och bedömning av miljöeffekter som uppkommer till följd av planerat projekt eller på grund av yttre faktorer enligt MB. Med miljöeffekter menas bland annat effekter som påverkar människors hälsa. Krav på miljöbedömning eller MKB regleras även i PBL som ställer krav på att miljöeffekter beaktas både i översikts- och detaljplanen.

Risker kopplat till transport av farligt gods behöver alltså beaktas i flera olika planeringsprocesser, dock kan behovet av detaljeringsgrad variera. En skillnad beroende på om planeringen sker utifrån PBL och MB respektive lag om byggande av järnväg, är att analysen behöver utreda lämplig placering respektive alternativ som är minst ogynnsamt (Trafikverket, 2020).

Behov av riskanalys kopplat till transport av farligt gods regleras även genom lagen om skydd mot olyckor (LSO) (SFS 2003:778). Enligt LSO har kommunen ett ansvar för att det finns ett handlingsprogram där det framgår bland annat vilka risker med behov av räddningsinsatser som finns i kommunen. Vidare har kommunen ett ansvar för att åtgärder mot uppkomst av bränder och skador till följd av bränder och även andra olyckor vidtas i förebyggande syfte.

Hänsyn till risker kopplat till transport av farligt gods regleras i viss utsträckning även genom lagen om kommuners och regioners åtgärder inför och vid extraordinära händelser och höjd beredskap (LEH) (SFS 2006:544). Enligt LEH ska kommuner och regioner analysera vilka extraordinära händelser som kan ske i fredstid och vilken påverkan som händelserna kan ha på järnvägen. Med extraordinär händelse menas en händelse som är avvikande från det normala och samtidigt utgör en allvarlig störning av viktiga samhällsfunktioner eller där det finns en överhängande risk för en sådan störning, och som dessutom kräver snabba insatser (SFS 2006:544). Extraordinär händelse kan således vara en olycka involverat transport av farligt gods som resulterar i störningar på till exempel transportnätet som i sin tur leder till

att försörjning av viktiga resurser inte når fram till mottagaren. Arbetet ska redovisas i risk- och sårbarhetsanalyser (RSA). Reglering av innehåll och utformning av RSA sker genom MSB:s föreskrifter och allmänna råd om kommuners risk- och sårbarhetsanalyser (MSBFS 2015:5). Enligt allmänt råd tillhörande § 4 punkt 5 bör riskanalysen innehålla en beskrivning av riskscenarier och en värdering av riskscenariernas sannolikhet och direkta konsekvenser.

Regelverken ovan reglerar att risker kopplat till transport av farligt gods ska beaktas, dock reglerar de inte hur risker ska uppskattas och värderas. Det finns inte heller några nationella vägledningar kring när risker kopplat till farligt gods bör analyseras. Däremot finns riktlinjer inom vissa kommuner och län, och även riktlinjer utgivna av statliga myndigheter så som Trafikverket (Boverket, 2024). Generellt bör riskerna analyseras då avståndet mellan transportled och bebyggelse är inom 150 meter, men behovet och omfattningen av en riskanalys beror förutom på olika riktlinjer även på bland annat typ av bebyggelse, avstånd mellan bebyggelse och transportled, platsspecifika förhållanden, och mängden farligt gods som transporteras (Sandström, 2012). Platsspecifika förhållanden som kan innebära en förhöjd risk, så som hög persontäthet, flera risker som påverkar området, och känslig bebyggelse kan vara skäl för att riskerna behöver analyseras inom ett större avstånd än vad som rekommenderas, vilket beror på riktlinjernas begränsningar och avgränsningar.

Till exempel finns riktlinjer i Skåne län om vad som kan vara lämplig bebyggelse i närheten av transportleder med farligt gods och vägledning kring när det kan behövas en mer ingående analys av riskerna (Stenberg, 2007). Riktlinjerna, som ofta benämns RIKTSAM, utgörs av tre olika vägledningar. Vägledning 1 bygger på skyddsavstånd, med förslag på vad för typ av bebyggelse som är lämplig inom vissa specifika avstånd givet de förutsättningar som riktlinjerna baseras på. Då vägledning 1 inte följs, genom att till exempel planerad bebyggelse är lokaliserad på ett kortare avstånd från transportleden än vad som rekommenderas, kan vägledning 2 eller vägledning 3 användas. Vägledning 2 används då det är möjligt att deterministiskt visa, på grund av platsspecifika förutsättningar eller andra åtgärder, att individrisken till följd av ett kortare avstånd inte ökar. Om detta inte är möjligt rekommenderas att vägledning 3 används, som innebär en kombination av deterministisk och probabilistisk analys. Den probabilistiska analysen innefattar att individrisk och samhällsrisk uppskattas och jämförs med bestämda kriterier för olika typer av bebyggelse.

B.2 Detaljplaneprocessen

Hänsyn till transporter av farligt gods tas även vid framtagande av nya detaljplaner. Först efter att kommunen lämnat planbesked om att inleda en planläggning, kan arbetet med att ta fram en ny detaljplan alternativt upphäva eller ändra en befintlig detaljplan inledas (5 kap. 2 § PBL). Processen för framtagandet av en detaljplan regleras i PBL, och kan göras genom standardförfarande, begränsat standardförfarande, utökat förfarande eller samordnat förfarande (Boverket, 2025a). Valet av förfarande styrs av kriterier angivna i PBL.

Oavsett förfarande behöver kommunen först ta fram ett planförslag. Vid ett standardförfarande inleds processen med ett samråd, där kommunen ska samråda om förslaget med bland annat länsstyrelsen, lantmäterimyndigheten och eventuella boenden som påverkas av förslaget. Länsstyrelsen ska i samrådet vara rådgivande kring tillämpning av PBL, men även särskilt verka för att bebyggelse på grund av planförslaget inte blir olämplig sett till bland annat människors hälsa eller säkerhet och risken för olyckor (Kap. 5 14 § PBL).

Genom samrådet samlas information in med syfte att få ett förbättrat underlag för kommande beslut, dessutom ges möjlighet för berörda parter att lämna synpunkter på förslaget (Boverket, 2023a). Sett ur ett riskhanteringsperspektiv, kan till exempel utredningar av risker med transport av farligt gods vara ett av de underlag som samlas in och används vid framtagande av planhandlingar. Allteftersom planprocessen fortgår kan dock materialet som redovisas ändras (Boverket, 2023a).

Efter att förslaget varit på samråd och bearbetas sker en underrättelse inför kommande granskning. I underrättelsen är kommunen skyldig att informera om förslaget (5 Kap. 18 § PBL). Underrättelsen ska bland annat anslås på kommunens hemsida och skickas till länsstyrelsen, lantmäterimyndigheten och berörda kommuner (Boverket, 2023b).

Vid efterföljande granskning presenteras planförslaget som kommunen ämnar anta och här ges ytterligare möjlighet för berörda parter att lämna synpunkter (Boverket, 2023c). Enligt PBL (Kap.5 21 §) ska kommunen under granskningsperioden se till att förslaget är tillgängligt för samtliga som vill granska förslaget. Dessutom anges att ytterligare material, så som det bedömningsunderlag som anses betydande för förslaget ska finnas tillgängligt på kommunens hemsida under granskningsperioden. Vidare har länsstyrelsen en skyldighet att framföra i ett yttrande om förslaget kan komma att överprövas då förslaget strider mot någon av ingripandegrunderna, så som att bebyggelse anses olämplig med hänsyn till risken för olyckor (Boverket, 2023c). Även lantmäterimyndigheten har en skyldighet att yttra sig under granskningsperioden. Lantmäterimyndigheten ska bland annat meddela om de anser att planförslaget som kommunen är skyldiga att ta fram, inte uppfyller de krav som ställs. Det kan till exempel handla om att kommunen inte tillräckligt tydligt redogör för de åtgärder som behöver vidtas för genomförandet av förslaget samt de konsekvenser för de berörda parter som åtgärderna resulterar i (Boverket, 2023c).

Efter granskningen ska kommunen sammanställa skriftligen inkomna synpunkter i ett granskningsutlåtande, och därefter tillgängliggöra utlåtandet åtminstone under tre veckor på kommunens webbplats (Boverket, 2023b). I utlåtandet ska kommunen även redovisa förslaget de avser att anta utifrån inkomna synpunkter, samt redogöra för hur allmänheten haft möjlighet att delta under processen (Kap.5 23 § PBL). Om förslaget ändrats väsentligt under granskningsperioden behöver förslaget genomgå ytterligare granskning (Kap.5 25 § PBL).

Efter granskningen ska kommunfullmäktige besluta om planförslaget ska antagas (Boverket, 2023b). Alternativt kan kommunfullmäktige i vissa fall delegera ansvaret till byggnadsnämnden eller kommunstyrelsen. Generellt kan delegering ske vid standardförfarande men inte vid ett utökat förfarande (Boverket, 2023d). Först efter detaljplanen blivit antagen och inte överprövad av Länsstyrelsen eller överklagad, kan detaljplanen få laga kraft.

I vissa fall kan standardförfarandet begränsas genom att anta detaljplanen direkt efter samrådet, och därmed utesluta granskningen (Boverket, 2023e). När ett standardförfarande inte är tillämpligt enligt PBL (Kap.5 7 §), till exempel om planförslaget inte är förenlig med översiktsplanen eller länsstyrelsens granskningsyttrande gällande översiktsplanen, ska planprocessen ske med ett utökat förfarande. Ett utökat förfarande innebär fler steg och längre granskningstid innan planförslaget kan få laga kraft. Innan samrådet sker en

kungörelse, där kommunen informerar om planförslaget i god tid inför samrådet (Boverket, 2023f). Vidare ska kommunen efter samrådet göra en samrådsredogörelse, där inkomna synpunkter och kommunens ställningstagande till dessa redovisas (Boverket, 2023f).

Samordnat förfarande innebär att ett ärende prövas utifrån fler lagstiftningar förutom PBL, däribland lagen om byggande av järnväg och miljöbalken, samtidigt (Boverket, 2025b). Vidare förutsätter samordnat förfarande att den föreslagna detaljplanen inte strider mot översiktsplanen och länsstyrelsens granskningsyttrande, samt att det inte finns ytterligare planfrågor som behöver prövas i detaljplaneprocessen förutom de som prövas enligt de övriga regelverken.