

Jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods

Oscar Alvarsson

Jonathan Jansson

Division of Risk Management and Societal Safety
Lund University, Sweden

Riskhantering och samhällssäkerhet
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5032, Lund 2016

**Jämförelsestudie av riskbedömningar avseende
vägtransport av farligt gods**

**Oscar Alvarsson
Jonathan Jansson**

Lund 2016

Titel: Jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods

Title: Comparative study of risk assessments regarding transportation of hazardous material on roads

Oscar Alvarsson
Jonathan Jansson

Report 5032

ISRN: LUTVDG/TVRH--5032--SE

Number of pages: 139

Illustrations: 28

Keywords

Risk, Risk assessment, Risk consideration in societal planning, Transportation of hazardous material, comparative study, QRA, Sweden

Sökord

Risk, Riskbedömning, riskhänsyn i samhällsplanering, transport av farligt gods, jämförelsestudie, QRA, detaljplaner, Sverige

Abstract

Risk assessment regarding transportation of hazardous material is a central decision support in urban planning close transportation routes for hazardous material in Sweden. Risk assessment regarding transportation of hazardous is also uncertain and can give various results. In order to highlight this a comparative study is made to describe the differences in risk assessments both regarding implementation and application. The effects of these differences in the risk assessment will also be discussed, concerning how it will affect societal planning in Sweden. One important conclusion is that there are big differences when assessing accident scenarios with hazardous material in class 1, 2.1, 2.3 and 5. There are also differences in assumptions when calculating societal risk that may affect the result and risk consideration in societal planning.

© Copyright: Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2016

Riskhantering och samhällssäkerhet

Lunds tekniska högskola

Lunds universitet

Box 118

221 00 Lund

Division of Risk Management and Societal Safety

Faculty of Engineering

Lund University

P.O. Box 118

SE-221 00 Lund

Sweden

Sammanfattning

Som en del av stadsutvecklingen jobbar Sveriges storstadsregioner med förtätning av stadsmiljön. Till följd av detta planeras bebyggelse intill vägar och järnvägar där farligt gods transporteras. Farligt gods definieras som ett ämne eller föremål som på grund av dess beskaffenheter kan orsaka skada på person, egendom och miljö. Riskbedömningar avseende transport av farligt gods fyller en viktig funktion genom att säkerställa att denna bebyggelse inte är utsatt för en oacceptabel risk.

Riskbedömningar kan i många avseenden uppfattas som subjektiva och det finns litteratur som visar att det finns skillnader i resultatet beroende på vem som genomför riskbedömningen. Samtidigt är en enhetlig uppskattning och värdering av risker av betydelse för att stadsutvecklingen i så liten mån som möjligt ska påverkas av vem som genomför riskbedömningen. I riskbedömningar avseende transport av farligt gods krävs uppskattningar av låga frekvenser och potentiellt stora konsekvenser. Dessa typer av uppskattningar är förknippade med osäkerheter, beroende på antaganden, modellval och indata.

I examensarbetet genomförs en jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods för att studera skillnader och likheter mellan konsultbolag och län. Riskbedömningarna är utvalda från storstadsregionerna i Stockholms, Västra Götalands och Skåne län. Jämförelsestudien syftar till att öka medvetenheten angående de moment eller parametrar där skillnaderna och osäkerheterna är som störst. Den syftar även till att utreda hur väl generella kriterier för kvalitet uppfylls i riskbedömningarna. Jämförelsestudien kan ligga till grund för vidare utveckling av hur riskbedömningarna bör utformas och genomföras.

Vid utformningen av metoden för jämförelsestudien studeras allmän litteratur om riskbedömningar och kvalitetsaspekter samt specifik litteratur om riskbedömningar vid transport av farligt gods. För att avgöra om vissa skillnader beror på riktlinjer i de olika länen studeras även dessa. De parametrar som jämförs väljs ut baserat på den studerade litteraturen samt en preliminär genomgång av riskbedömningarna. Detta har genomförts för att identifiera vilka parametrar som är av betydelse för resultatet och samtidigt är möjliga att jämföra trots att riskbedömningarna är uppförda på olika platser. Jämförelsestudien genomförs för samtliga delmoment i riskbedömningarna för att systematiskt kunna åskådliggöra skillnader och bedöma vilka moment eller parametrar som leder till stor påverkan på resultatet.

De största skillnaderna observerades i momenten händelseträdsanalys och konsekvens. De skillnader som bedöms leda till störst påverkan på resultatet utgörs av slutkonsekvenserna explosion, gasmolnexplosion, BLEVE och giftigt gasmoln, då stor variation av såväl uppskattning av frekvens som konsekvens identifierades. En annan parameter som potentiellt får stor påverkan på beräknade risknivåer är uppskattningar avseende andel människor inomhus och utomhus. I vissa fall bedöms samtliga personer befinna sig utomhus medan det i andra fall bedöms vara 4 % som befinner sig utomhus. En annan del i denna problematik är att det görs olika antaganden avseende om och hur människor påverkas av slutkonsekvenser då de befinner sig inomhus.

Riskbedömningarna uppfyller kriterier för kvalitet vid val av modeller och metoder samt specificering av de parametrar som används. De parametrar som återges i lägst utsträckning är spridningsvinklar och skadekriterier samt de beräknade konsekvensområdena. Det saknas generellt sett en sammanställning av beräknade frekvenser och konsekvenser som används vid beräkning av individ- och samhällsrisik.

I riskbedömningarna upplevs hantering av osäkerheter vara otillräcklig i jämförelse mot de stora skillnader som åskådliggörs i jämförelsestudien. I en majoritet av riskbedömningarna genomförs en känslighetsanalys av parametrar som är kopplade till frekvens av olycka men endast i enstaka fall behandlas osäkerheter kopplade till konsekvensberäkningar.

För att hantera denna problematik som belyses i jämförelsestudien föreslås följande åtgärder:

- Förbättrade underlag av vilka typer av farligt gods som transporteras inom länen

- Större krav på konsultbolagen avseende insamling av data och konsekvensberäkningar
- Mötesplats för involverade parter – Forum eller intresseförening
- Riktlinjer eller reglering avseende hur frekvens- och konsekvensberäkningar ska genomföras

Dessa åtgärder kan vara lämpliga och vara en del för att föra utvecklingen framåt. Riskbedömningar avseende transport av farligt gods är komplexa och därav kommer inte lösningar vara enkla och entydiga. Det kommer att krävas samarbete såväl mellan konsultbolag som mellan myndigheter och konsultbolag, dessutom kommer det krävas ytterligare utredningar och lösningar för att driva utvecklingen framåt.

Summary

The densification of the cities is a natural part of the urban development in Sweden's metropolitan regions. As a result of this settlements are planned closer to roads and railways, where hazardous material is transported. Hazardous materials are defined as a substance or object which because of its properties can cause damage to person, property and the environment. Risk assessments for the transport of hazardous material have an important role to ensure that settlements are not exposed to an unacceptable risk. Risk assessments can in many respects be perceived as subjective and there is literature that shows that there are differences in the results depending on who is doing the risk assessments. Meanwhile, a consistent estimate and valuation of risks are relevant to urban development and risk assessment should be influenced as little as possible by the risk consultant. The risk assessments on the transport of hazardous materials requires estimates of incidents that occur with low frequency and has a potentially large consequence. These types of estimates are associated with uncertainties, depending on the assumptions, model selection and input.

In the thesis a comparative study is made of risk assessment regarding transportation of hazardous material. The comparative study is aiming to study the differences and similarities between the consulting firms and the regions. Risk assessments are selected from the metropolitan areas of Stockholm, Västra Götaland and Skåne. The comparative study aims to raise awareness about the elements or parameters where the differences and uncertainties are the biggest. It also aims to examine how well the general criteria of quality are met in the risk assessments. Comparative study can form the basis for further development of the risk assessments and how they could be designed and implemented.

When designing the methodology for the comparative study, general literature for risk assessments and specific literature on risk assessments for the transport of hazardous materials were studied. To determine if some differences depended on policies in different counties, such policies were also studied. The parameters in the comparative study is selected based on the studied literature and a preliminary review of the risk assessments. This has been carried out to identify the parameters that are relevant to the outcome and at the same time is possible to compare even though the risk assessments are performed in different locations. The comparative study is carried out for all elements in the risk assessments to in a systematic way be able to illustrate the differences and assess what steps or parameters that lead to a major impact on the result.

The largest differences were observed in the components event tree analysis and consequence. The differences that are expected to lead to the biggest effect on the results consists of the scenarios explosion, UVCE, BLEVE and toxic cloud where great variety were found in both estimations of frequency and impact calculations. Another parameter that may potentially have large impact is the estimations regarding percentage of people indoors and outdoors. Some risk assessment estimates that all persons are located outdoors while in other cases it is deemed to be 4% who are outdoors. Another aspect of this problem is that there are different opinions regarding if and how people are affected by different consequences while being indoors.

Risk assessments meet the criteria of quality in the choice of models and methods, as well as specification of the parameters used. The parameters given in the lowest extent is scattering angles or impact areas and adopted injury criteria. There is generally no compilation of the frequencies and consequences that are used when calculating risk levels.

In the risk assessment the handling of uncertainties is insufficient in comparison to the large differences illustrated in the comparative study. In a majority of the risk assessments a sensitivity analysis is carried out on parameters that affect the frequency of accidents, but parameters of importance for the calculated consequence are rarely treated.

To deal with the problems highlighted in the comparison study the following measures are proposed:

- Improved documentation of the types of hazardous materials transported
- Demands on consulting firms regarding collection of data and more extensive work on consequence calculations
- Platform for involved parties - Forum or association
- Guidelines or regulation for frequency and consequence calculations

These measures may be appropriate and be a part of that agenda forward. Risk assessments for the transport of hazardous material are complex and solutions thereof will not be simple and unambiguous. It will require cooperation between both consultancies and between authorities and consultancies. It will also require further investigation and solutions to drive development forward.

Förord

Vi vill tacka följande personer:

Handledarna

Henrik Hassel, Universitetslektor vid avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet och programledare för riskhanteringsprogrammet.

Mathias Lööf, Brandingenjör och civilingenjör inom riskhantering, RiskTec projektledning AB

För bidragande information

Mateusz Sosnowski, Brandingenjör och civilingenjör inom riskhantering, f.d. Länsstyrelsen Stockholm.

Utbildningsansvariga

Henrik Hassel, Programledare för riskhanteringsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola

Daniel Nilsson, Programledare för brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och frågeställningar.....	2
1.3	Metodöversikt.....	2
1.4	Avgränsningar	3
2	Teori	4
2.1	Risk.....	4
2.2	Transport av farligt gods	4
2.3	Riskhantering vid transport av farligt gods	5
3	Lagkrav och riktlinjer	15
3.1	Riktlinjer och underlag för riskhantering av transport av farligt gods	16
4	Metod för jämförelsestudie.....	22
4.1	Urval av riskbedömningar	22
4.2	Riskidentifiering.....	23
4.3	Olycksfrekvens och sannolikhet.....	23
4.4	Konsekvens	24
4.5	Riskvärdering och presentation av risk	25
4.6	Riskbehandling.....	25
4.7	Resultat och tillämpning av riskbedömningarna	25
4.8	Hantering av osäkerheter.....	25
5	Resultat av jämförelsestudie.....	27
5.1	Riskidentifiering.....	27
5.2	Olycksfrekvens & sannolikhetsberäkning.....	29
5.3	Skadekriterier	44
5.4	Konsekvensberäkningar	48
5.5	Riskvärdering och presentation av resultat.....	61
5.6	Riskbehandling.....	65
5.7	Resultat och tillämpning av riskbedömningarna	67
5.8	Hantering av osäkerheter.....	67
6	Diskussion	70
6.1	Skillnader och likheter samt kvalitetsaspekter	70
6.2	Hur kan dessa skillnader hanteras?.....	75
6.3	Osäkerheter och felkällor i jämförelsestudien	76
7	Slutsats.....	77
8	Referenser.....	79
	Bilaga A - Kodning av riskbedömningar.....	1

Riskidentifiering.....	1
Frekvens för bashändelse	4
Händelseträdsanalys	7
Skadekriterier	19
Konsekvensberäkningar	26
Riskvärdering	43
Riskbehandling.....	47
Hantering av osäkerheter.....	49
Resultat och tillämpning av riskbedömning	51
Bilaga B - Beräkningsmodeller	54
Bilaga C - Farligt gods ämnesklasser	56

1 Inledning

Examensarbetet utgörs av en jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods intill närliggande bebyggelse. De riskbedömningar som ingår i jämförelsestudien är hämtade från storstadsregionerna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län. Dessa är utvalda då förtätning av städerna medför ett allt större behov av att bland annat utreda riskerna intill farligt godsleder.

Riskbedömningar avseende transport av farligt gods innehåller ofta analyser av olycksscenarioer som sker med låga frekvenser och potentiellt stora konsekvenser. Det medför att riskbedömningarna i olika stor utsträckning bygger på antaganden och förenklingar vilket till viss del kan förklaras av begränsad statistik eller begränsat underlag. Det finns därför skäl att tro att utformningen och genomförandet av riskbedömningar skiljer sig åt. På grund av befolkningsökningen i storstadsregionerna finns det samtidigt ett allt större behov av att riskbedömningar utreder huruvida nybyggnationer och förtätning av stadsbebyggelsen sker utan att innebära en oacceptabelt hög risk.

I detta kapitel ges en bakgrund till examensarbetet samt att syfte, mål och metod specificeras.

1.1 Bakgrund

I Sverige råder en omfattande bostadsbrist och som en följd av detta jobbar storstäderna med förtätningar av stadsbebyggelsen. Detta innebär att markexploateringen sker allt närmare vägar och järnvägar. Till följd av detta ställs allt högre krav på riskbedömningar avseende transport av farligt gods för att kunna bedöma och hantera de risker som uppstår vid exploateringen intill transportlederna (Nystedt, 2016).

I dagsläget råder en diskussion avseende hur tillförlitliga riskanalyser är samt hur risker bör värderas. Slovic (2001) hävdar att riskanalyser alltid kommer präglas av en viss form av subjektivitet och att resultatet av en riskbedömning på så vis i stor mån beror på den enskilda handläggaren. De som utsätts för risken bör därför i större utsträckning involveras vid riskbedömningar. Garrick (1998) anser å andra sidan att allmänheten och personer som inte är insatta i ett specifikt riskproblem ofta överdriver riskerna av olyckor med stora konsekvenser men mycket små sannolikheter. De båda författarna har däremot en gemensam ståndpunkt i att analyser och bedömningar av risker ska ha en hög transparens och tydligt visa avgränsningar, antaganden och förenklingar. Det ska sedan leda till att beslutsfattare och allmänheten ska förstå vad riskbedömningar baseras på (Garrick, 1998; Slovic, 2001).

I en riskanalys för transport av farligt gods är detta särskilt aktuellt då det finns stora osäkerheter i antaganden och indata. Statistik avseende mängden transporterat farligt gods och hur ofta farligt gods transporteras på våra vägar är begränsad (Nystedt, 2011; Nystedt, 2016). Enligt ett exempel från Länsstyrelsen i Stockholms län kan det ofta vara stora skillnader i beräknade risknivåer. I exemplet jämförs individriskberäkningar för två olika primära leder för transport av farligt gods. Avståndet till acceptabla risknivåer bedömdes vara 35 meter respektive 140 meter trots att antalet transporter farligt gods var ungefär tre gånger större där avståndet var 35 meter ¹.

Bristen på underlag medför följaktligen att riskbedömningar avseende transport av farligt gods kommer att innehålla förenklingar, antaganden och uppskattningar. För att riskbedömningar ska utgöra beslutsunderlag vid planering av bebyggelse intill farligt godsleder krävs därför att kvalitetsaspekter beaktas för att det tydligt ska framgå vad som ligger till grund för bedömningen. Det är av betydelse att utifrån detta utreda hur olika riskbedömningar skiljer sig åt och vilka parametrar och osäkerheter som medför skillnader i de resultat som presenteras. Det kan sedan utgöra en grund för att öka jämförbarheten mellan riskbedömningar och belysa problematiken kring olika antaganden som görs vid bedömning av risker vid transport av farligt gods. Enligt slutsatserna i två ”Benchmark-studier” av

¹ Information vid mailkontakt med Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016-05-20

riskbedömningar inom andra områden har det konstaterats att det finns betydande skillnader mellan olika konsultbolag (Lauridsen et al, 2002; Ham et al. 2011). Genom en litteratursökning efter tidigare jämförelsestudier av riskbedömningar avseende transport av farligt gods hittades inga sådana studier vilket motiverar att en sådan genomförs.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med examensarbetet är att belysa vilka likheter och skillnader som finns i riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods. Vidare ska examensarbetet belysa hur dessa skillnader och likheter påverkar beslutsfattande och stadsutveckling. Detta kan sedan ligga till grund för framtida utveckling av riskbedömningarnas utformning och tillämpning. Exempelvis genom riktlinjer eller underlag för att förbättra hantering av kvalitetsaspekter, ge en högre tilltro till resultatet samt en mer enhetlig hantering av parametrar som inte bör skilja mellan olika riskbedömningar.

I studien jämförs riskbedömningar från storstadsregionerna i Stockholms län, Västra Götalands län och i Skåne län. I examensarbete kommer nedanstående frågeställningar besvaras:

- Hur skiljer sig och vilka likheter finns avseende utformning och utförande i riskbedömningar i de svenska storstadsregionerna?
 - o Hur ser arbetsgången ut för riskbedömningar avseende transport av farligt gods?
 - o Vilka delmoment eller parametrar kan leda till stora skillnader i resultat?
 - o Hur kan de eventuella skillnaderna påverka tillämpning av riskbedömningarna?
 - o Hur uppfylls och hanteras generella kriterier för kvalitet i riskbedömningarna?
- Hur kan de eventuella skillnaderna i riskbedömningarna hanteras?

1.3 Metodöversikt

Inledningsvis görs en litteraturstudie avseende riskhantering vid transport av farligt gods. I litteraturstudien studeras såväl generell vetenskaplig litteratur för riskbedömningar som riktlinjer och litteratur avseende risker vid transport av farligt gods, vilket presenteras i Kapitel 2 och 3.

Nästa steg är valet av riskbedömningar som ska ingå i jämförelsestudien. Enligt Trafikverket (2016) sker fler olyckor på bilvägar jämfört med järnväg, därför kommer examensarbetet fokusera på riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods intill bebyggelse. Detta val görs även för att kunna möjliggöra en mer djupgående analys avseende skillnader och likheter mellan sådana riskbedömningar. Nedan följer ytterligare ett antal kriterier för de riskbedömningar som ingår i jämförelsestudien:

- Publicerade 2010 eller senare
- Primära eller rekommenderade vägar för transport av farligt gods
- Probabilistisk analysmetod
- Maximalt en riskbedömning per konsultbolag och region

En mer utförlig motivering och förklaring av de olika kriterierna återges i Avsnitt 4.1.

Jämförelsestudien baseras på en genomgång och kodning av olika parametrar i riskbedömningarna vilket beskrivs utförligare i Kapitel 4.

I jämförelsestudien presenteras de likheter och skillnader samt kriterier för kvalitet som har observerats i riskbedömningarna, se Kapitel 5.

1.4 Avgränsningar

I examensarbetet studeras 14 riskbedömningar och riktlinjen RIKTSAM, i vilken det presenteras en riskbedömning avseende transport av farligt gods i Skåne län. Underlaget till jämförelsestudien har valts utifrån att samtliga moment i riskbedömningarna ska kunna jämföras inom tidsramen för examensarbetet. Samtidigt ska underlaget vara tillräckligt för att dra slutsatser om skillnader och likheter avseende utformningen och genomförandet av riskbedömningarna.

Examensarbetet kommer främst fokusera på att identifiera likheter och skillnader samt hur väl riskbedömningarna uppfyller kriterier för kvalitet. Orsakerna till dessa skillnader utreds i den mån som de kan förklaras av innehållet i respektive riskbedömning. Detta innebär att orsaken till skillnader inte kan utredas fullt ut och att detaljeringsnivån i vissa fall kommer vara begränsad. Exempelvis kommer inte en fullständig genomgång av de olika beräkningsmodellerna eller en utredning avseende lämpligheten att använda olika typer av källor att genomföras.

I examensarbetet åskådliggörs skillnader både kvantitativt och kvalitativt och resonemang förs avseende hur dessa kan påverka resultatet i riskbedömningarna. En exakt kvalitativ metod avseende de parametrar som har störst betydelse för resultatet genomförs inte. Identifierade skillnader kommer främst att behandlas neutralt och en bedömning av hur riskbedömningar vid transport av farligt gods ska genomföras på bästa möjliga sätt lämnar författarna för vidare utredning.

2 Teori

I detta kapitel behandlas teori och centrala begrepp i examensarbetet.

2.1 Risk

Risk är ett brett begrepp som definieras olika beroende på dess sammanhang. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) definierar exempelvis sin syn på risk inom fysisk planering som en sammanvägning av sannolikheten för att en negativ händelse inträffar och dess konsekvenser. Risk kan då definieras genom att besvara nedanstående frågor (Center for Chemical Process Safety, 2008; Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2015a):

- Vad kan hända?
- Hur sannolikt är det?
- Vilka blir konsekvenserna om händelsen inträffar?

Detta synsätt på risk används alltid i riskbedömningar avseende transport av farligt gods.

I andra källor ges bredare definitioner av risk. Ett exempel är att risk definieras som "osäkerhetens effekt på mål" (Swedish Standards Institute, 2009). Det finns även olika åsikter om hur risk ska definieras och beräknas på samhällsnivå. Renn (2008) anser att det är viktigt att väga in både sociala kontexter och en teknisk syn på risk för att undvika att risk inom ett samhälle enbart definieras av en grupp experter. Slovic (2001) tar det ännu längre och hävdar att risk präglas av subjektivitet och därför ska definieras och värderas av de som utsätts för risken.

2.2 Transport av farligt gods

Farligt gods definieras som ett ämne eller föremål som på grund av dess beskaffenheter kan orsaka skada på person, egendom och miljö. Beroende på det farliga godsets egenskaper delas det in i olika klasser enligt Tabell 1 (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015b; Statens Räddningsverk, 2006).

Tabell 1, Klassificering av Farligt Gods (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c)

Klass	Möjliga konsekvenser	Exempel på ämne
1 Explosiva ämnen och föremål	Detonation	Trotyl
2.1 Brandfarliga gaser	BLEVE Jetflamma Gasmolnsexplosion	Gasol
2.2 Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	Brand	Oxiderande & kvävningsframkallande ämnen
2.3 Giftiga gaser	Giftigt gasmoln	Svaveldioxid
3 Brandfarliga vätskor	Pölbrand	Bensin
4.1 Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och okänsliggjorda explosiva ämnen	Brand	Okänsliggjord nitroglycerin
4.2 Självantändande ämnen	Brand	Självantändande efter 5 minuters kontakt med luft
4.3 Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	Gasmolnsexplosion	Alkalimetaller
5.1 Oxiderande ämnen	Brand Explosion	Ammoniumnitrat
5.2 Organiska peroxider	Brand Explosion	Acetylacetonperoxid
6.1 Giftiga ämnen	Stänk Giftigt gasmoln	Kvicksilver
6.2 Smittförande ämnen	Spridning av smitta	Patogener
7 Radioaktiva ämnen	Radioaktiv strålning	Radionuklider
8 Frätande ämnen	Stänk	Svavelsyra
9 Övriga farliga ämnen och föremål	-	-

För mer ingående information angående respektive ämnesklass se Bilaga C.

Transportleder för farligt gods brukar benämnas som primära och sekundära. De primära farligt godslederna är de rekommenderade och tillåter genomfart av samtliga ämnesklasser. De sekundära farligt godslederna är inte utformade för genomfart utan ska bara användas för att transportera farligt gods mellan det primära vägnätet och den lokala leverantören eller mottagaren av farligt gods (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015b).

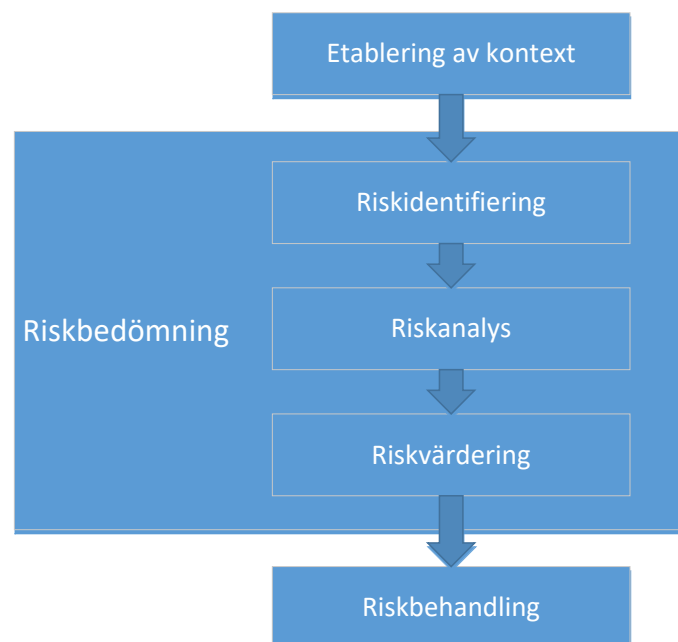
Hur stor del av trafiken på våra vägar som utgörs av transport av farligt gods råder det delade meningar om. Enligt TRAFIFA var det totala trafikarbetet för lastbilar ca 3 miljarder kilometer och det totala trafikarbetet för lastbilar med farligt gods 85 miljoner kilometer år 2015. Detta innebär att ca 3 % av lastbilstrafiken utgörs av farligt gods (Trafikanalys, 2016). På grund av lokala variationer används även andra antaganden eller uppskattningar avseende andelen farligt gods i trafiken.

Sedan 1993 ska polisen ange i rapportering av trafikolyckor om något av de inblandade fordonen är skyltat med farligt gods. Rapporteringen har däremot inte skett i önskvärd utsträckning vilket leder till ett bristfälligt underlag. Ytterligare en källa till olycksstatistik för farligt gods är MSB. MSB har både statistik från verksamhetsutövarna och den kommunala räddningstjänsten. En jämförelse mellan dessa två statistikbaser har gjorts och slutsatsen visar på att överensstämmelsen är dålig. En anledning till detta kan vara att verksamhetsutövarna och räddningstjänst definiera en olycka med farligt gods olika (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2014a; Statens räddningsverk, 1996).

2.3 Riskhantering vid transport av farligt gods

I detta examensarbete behandlas riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods. Nedan ges en förklaring av begreppet riskhantering för att tydliggöra riskbedömningens roll i riskhanteringsprocessen.

Riskhantering är en process från mål och avgränsningar till åtgärder och behandling av risker. Begreppet beskrivs ofta utifrån riskhanteringsprocessen enligt SS:ISO 31000:2009 (Swedish Standards Institute, 2009) kan processen beskrivas enligt Figur 1 nedan.



Figur 1. Riskhanteringsprocessens olika skeden (Swedish Standards Institute, 2009).

Riskhanteringsprocessen följer samma principiella uppbyggnad i olika källor men benämning av olika moment samt detaljeringsgraden kan variera. Nilsson (2003) och Slettenmark (2003) beskriver

exempelvis att moment i *Etablering av kontext* och *Riskidentifiering* ingår som en del av riskanalysen. Dessa delar presenteras separat för att ge en mer nyanserad bild av riskhanteringsprocessen.

2.3.1 Etablering av kontext

Etablering av kontext innefattar bland annat att övergripande strategier, syften och mål, ansvarsområden, omfattning, avgränsningar samt olika riskbedömningskriterier definieras (Swedish Standards Institute, 2009). I detta steg är det centralt att identifiera vad arbetet ska leda fram till och vilka beslut som arbetet ska ligga till grund för (Davidsson, Haeffler, Ljungman, & Frantzich, 2003).

I riskbedömningar avseende transport av farligt gods är det centralt att definiera syfte och mål, avgränsningar, analysmetoder, kriterier samt en områdes- och nulägesbeskrivning. Det ligger sedan till grund för att beslutsfattare och övriga inblandade blir insatta i projektet och förstå vad riskbedömningen ska resultera i (Slettenmark, 2003).

2.3.2 Riskidentifiering

Riskidentifieringen innefattar identifiering av riskkällor, skadehändelser och vilka konsekvenser de kan medföra (Swedish Standards Institute, 2009). I detta steg kan även en initial värdering göras för att fastställa om riskkällor behöver utredas vidare eller inte (Nilsson J. , 2003). Riskidentifiering är ett viktigt moment då den ligger till grund för analysens innehåll. Risker som inte blir identifierade kommer följaktligen inte bli beaktade i analysen och i värderingen av risken (Davidsson, Haeffler, Ljungman, & Frantzich, 2003).

Center for Chemical Process Safety (CCPS) (2008) beskriver att riskidentifiering vid transport av farligt gods ska resultera i en sammanställning av vilka potentiella olycksscenarioer som utgör en tillräckligt stor risk för att de ska analyseras vidare. Riskidentifieringen ska därför utgöras av nedanstående:

- 1) Kartläggning av de ämnen som transporteras
- 2) Kartläggning av antalet transporter och de mängder som transporteras
- 3) Utredning av potentiella konsekvenser vid olyckor med olika ämnen

2.3.3 Riskanalys

I riskanalysen beräknas eller bedöms risken med avseende på sannolikheten för en händelse och konsekvenserna till följd av händelsen. Analysen skapar en förståelse för riskerna och skapar ett underlag för värdering av risken (Swedish Standards Institute, 2009). För att kunna använda analysen som en grund för beslutsfattande krävs det att den är relevant, transparent och i största möjliga mån objektiv. Analysen kan vara av kvalitativ eller kvantitativ karaktär och ibland är det även en kombination av dem (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2015a). En viktig del i riskanalysen är att hantera de osäkerheter som finns. En osäkerhetsanalys bör därför bland annat användas för att kunna bestämma variationen eller graden av noggrannhet i resultatet (Morgan & Henrion, 1990). För en utförligare beskrivning av osäkerheter se Avsnitt 2.3.7.

2.3.4 Riskanalysmetoder

Olika riskanalysmetoder används för att på ett tillfredsställande sätt kunna analysera risker i olika sammanhang. Ibland krävs enbart en metod medan det i andra fall kan krävas en kombination av olika analysmetoder (Slettenmark, 2003). Nilsson (2003) beskriver vidare att det för olika typer av risker finns olika definitioner, strukturer, beräkningsmodeller och sätt att presentera resultatet. Riskanalysmetoderna kan delas upp efter kvalitativa, semi-kvantitativa och kvantitativa metoder.

2.3.4.1 Kvalitativa och semi-kvantitativa metoder

De kvalitativa riskanalysmetoderna är tillämpliga för att identifiera och göra en preliminär bedömning av olika risker och lämpar sig därför i inledningen av en riskanalys. De kvalitativa metoderna utgörs ofta av beskrivningar och jämförelser baserat på erfarenheter och bedömningar av sakkunniga. De kan

därför användas som urvalsinstrument för fortsatta analyser (Center for Chemical Process Safety, 2008). De semi-kvantitativa metoderna är mer detaljerade avseende att olika händelser kan rangordnas med hjälp av kvantitativa storleksordningar istället för en rent kvalitativ rangordning. En fördel med metoden är att den ofta resulterar i ett lättöverskådligt resultat som olika intressenter eller beslutsfattare, utan förkunskaper, kan förstå (Center for Chemical Process Safety, 2008).

2.3.4.2 Kvantitativa metoder

De kvantitativa metoderna är de mest detaljerade och är helt numeriska. Tillvägagångssättet skiljer sig åt beroende på om riskerna utgörs av olycksrisker eller exponering för farliga ämnen vid normala processer. De kvantitativa metoderna innebär oundvikliga osäkerheter i beräkningsmodeller och indata vilka fortplantas genom analysen. Kvantitativa metoder delas in i deterministiska eller probabilistiska metoder (Nilsson J. , 2003). I examensarbetet studeras riskbedömningar där en probabilistisk metod används därför kommer en mer ingående beskrivning av denna metod presenteras.

Deterministiska metoder

Deterministiska metoder utgår främst från potentiella händelser och vilka konsekvenser dessa får. I en deterministisk riskberäkning kan det innebära att ett representativt värde, t.ex. 80 % percentil, ansätts för att erhålla ett tillräckligt konservativt ingångsvärde i beräkningen (Nilsson J. , 2003).

I metoderna identifieras en värsta tänkbar händelse alternativt en dimensionerande skadehändelse. En fördel med metoden att analysen är något lättare att genomföra och att resultatet från analysen kan vara lättare att presentera jämfört med en probabilistisk metod. Metoderna medför samtidigt en del nackdelar. Då resultatet av analysen utgörs av en värsta tänkbar händelse kan det resultera i att stora resurser krävs för att hantera denna även om sannolikheten kan vara väldigt låg. Användning av en dimensionerande händelse medför även att det inte dras någon tydligt definierad gräns avseende vilka riskkällor som accepteras och inte (Davidsson, Haeffler, Ljungman, & Frantzich, 2003).

Probabilistiska metoder

Probabilistiska metoder utgår från att både sannolikheten för en händelse och konsekvensen av händelsen vägs in i bedömningen av risken. En probabilistisk metod ger förutsättningar för att ge en god beskrivning av flertalet olycksscenarier och hur dessa bidrar till den totala risknivån. Beslut kan baseras på en kvantifiering av risk utifrån både konsekvens och sannolikhet vilket inte är möjligt med andra riskanalysmetoder (Center for Chemical Process Safety, 2008). Potentiella nackdelar med probabilistiska metoder är att dessa kan kräva stora resurser för att få fram representativa underlag avseende sannolikhet och konsekvens för händelser som är mycket ovanliga. Det bidrar i sin tur till att osäkerheterna kan vara väldigt stora (Davidsson, Haeffler, Ljungman, & Frantzich, 2003). Nedan återges en beskrivning av hur olycksfrekvens och sannolikhet samt konsekvens kan beräknas.

Olycksfrekvens och sannolikhet

Genom att studera en bashändelse kan en grundfrekvens för denna beräknas. För att sedan uppskatta att en bashändelse leder till en slutkonsekvens kan olika metoder användas. En vanligt förekommande metodik för att beräkna sannolikheten av de skadehändelser som leder till en specifik slutkonsekvens är händelseträdsanalys. Händelseträdsanalys innebär att en bashändelse studeras för att sedan studera olika skadehändelser och slutkonsekvenser som kan inträffa till följd av denna. I ett händelsetråd kan det således finnas en eller flera bashändelser och en eller flera slutkonsekvenser (Karlsson H. T., 2012).

För att beräkna olycksfrekvensen för en specifik slutkonsekvens krävs en beräkningsgång. Ett exempel på en generell arbetsgång för riskanalyser återges nedan (Karlsson H. T., 2012):

1. Studera en bashändelse
2. Kartlägg de alternativ som kan inträffa efter bashändelsen
3. Vid flera alternativ uppskatta frekvensen eller sannolikheten för varje alternativ

4. Gå vidare genom att studera varje alternativ som ett tillstånd eller händelse och kartlägg vad som kan hända efter detta, vilka följdalternativ som kan inträffa.
5. Uppskatta sannolikheten eller frekvensen för varje följd alternativ.
6. Fortsätt analysen och studera varje förgrening tills de intressanta slutkonsekvenserna inträffar

Konsekvens

Konsekvensen uttrycks ofta som det förväntade utfallet vid en viss händelse och kan mätas som ett konsekvensavstånd eller konsekvensområde. Utbredningen definieras av det avstånd eller område inom vilket ansatta skadekriterier för människor, byggnader eller miljö överskrids. Det är därför centralt att definiera vilken typ av skador som studeras vid olika slutkonsekvenser, exempelvis strålning, tryck eller toxisk effekt och vilka skadekriterier som sedan definieras när dessa leder till skada (Center for Chemical Process Safety, 2008).

2.3.5 Riskvärdering och presentation av risk

Vid riskvärdering är målet att besluta om en risk kan tolereras eller inte (Swedish Standards Institute, 2009). Resultatet från analysen kan jämföras mellan olika alternativ eller mot angivna acceptanskriterier. Detta ligger sedan till grund för om riskerna accepteras, om riskreducerande åtgärder behövs för att kunna acceptera risken eller om risken inte kan accepteras överhuvudtaget (Davidsson, Haeffler, Ljungman, & Frantzich, 2003).

Värdering av risker i samhället baseras på rimlighetsprincipen, proportionalitetsprincipen, fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer. Innebörden av dessa principer presenteras nedan (Davidsson, Lindgren, & Liane, 1997):

Rimlighetsprincipen

Verksamheter bör inte innebära risker som med rimliga resurser kan undvikas. Detta innebär att risker som med rimliga tekniska och ekonomiska resurser kan avlägsnas eller reduceras alltid ska åtgärdas.

Proportionalitetsprincipen

Den totala risken från verksamheten bör inte vara oproportionerligt stor jämfört med fördelarna med verksamheten.

Fördelningsprincipen

Riskerna bör vara lämpligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten bidrar med. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.

Principen av undvikande av katastrofer

Riskerna bör hellre innebära olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

Oavsett hur acceptanskriterierna är utformade innefattar de subjektiva bedömningar. Om risken bedöms som acceptabel eller inte beror på vem som är utsatt för risken, förståelsen för verksamheten och förtroendet för riskbedömningen. Allmänheten kan påverkas av felaktig information och en riskvärdering grundas alltid på ett visst mått av osäkerhet (Davidsson, Haeffler, Ljungman, & Frantzich, 2003). För att en riskanalys ska kunna utgöra ett beslutsunderlag krävs att den beräknade risken värderas vilket ska göras med utgångspunkt i ovanstående principer. Vid transport av farligt gods brukar riskerna presenteras i form av individrisk och samhällsrisk vilka sedan jämförs mot acceptanskriterier för att värdera riskerna (Center for Chemical Process Safety, 2009).

2.3.5.1 Individrisk

Syftet med att beräkna individrisken är att presentera risken för en enskild individ som utsätts för fara intill en verksamhet eller transportled. Ett sätt att beräkna individrisk är plats-specifik risk. Detta kan göras genom att anta att en person befinner sig på en plats kontinuerligt under ett år. Individrisken kan sedan beräknas med hjälp av Ekvation 1 och 2 (Center for Chemical Process Safety, 2009)

Ekvation 1

$$IR_{x,y} = \sum_{i=1}^n IR_{x,y,i}$$

Ekvation 2

$$IR_{x,y,i} = f_i * p_{f,i}$$

$IR_{x,y}$ = Individrisk

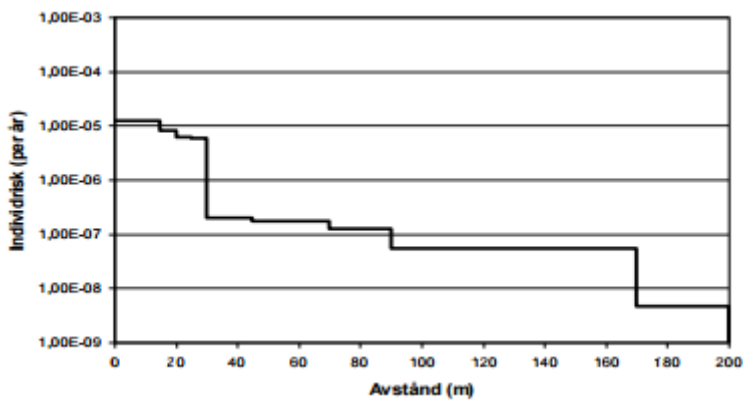
$IR_{x,y,i}$ = Individrisk för olycksscenario

f_i = Frekvensen för ett olycksscenario

$p_{f,i}$ = Sannolikheten att individen i studerad punkt avlider av scenario

Individrisken beräknas genom att summera individrisken för ett antal olycksscenarioer i en viss punkt.

Individrisken kan presenteras på olika sätt och beroende på syftet för riskanalysen. I samband med transport av farligt gods är ofta avståndet från transportleden av intresse därför brukar individrisk uttryckas som funktion av avståndet från transportleden. Resultatet kan presenteras som en individriskprofil, se Figur 2 (Center for Chemical Process Safety, 2008).



Figur 2, Exempel på en individriskprofil

2.3.5.2 Samhällsrisk

Syftet med att beräkna samhällsrisk är att uppskatta risknivån för de människor som befinner sig intill en transportled eller verksamhet. Skillnaden mellan metoderna är att samhällsrisk uttrycks som sannolikheten eller frekvensen av att ett visst antal människor omkommer eller skadas till följd av en eller flera olyckor. Vid beräkning av samhällsrisk används skadekriterier på samma sätt som för individrisken. Kombinationen av det område där kritisk påverkan uppstår samt befolkningstätheten inom detta område resulterar i att antalet döda (N) till följd av en slutkonsekvens kan beräknas, se Ekvation 3 (Center for Chemical Process Safety, 2009).

Ekvation 3

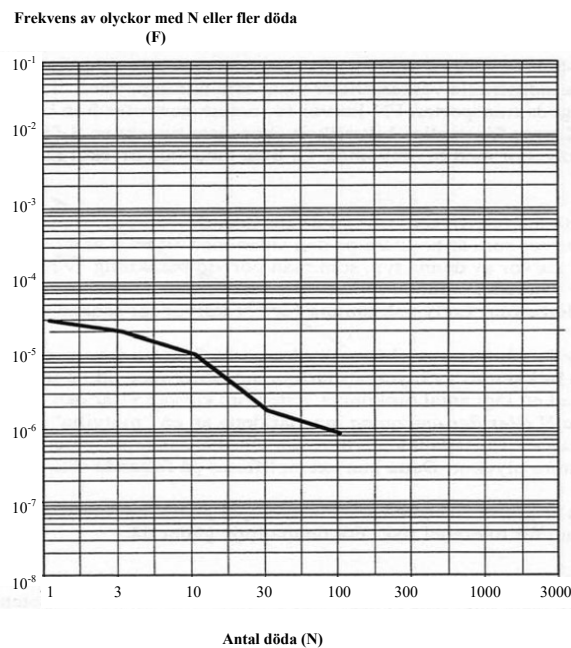
$$N = P_{densitet} * A_{kritisk} * p_f$$

$P_{densitet}$ = Befolkningstäthet i området med kritisk påverkan

$A_{kritisk}$ = Område inom vilket det råder kritisk påverkan

p_f = Sannolikheten att en person dör i området med kritisk påverkan

Ett av de vanligaste sätten att illustrera samhällsrisk är med hjälp av FN-kurvor. Det görs genom att antalet omkomna (N) plottas mot den kumulativa frekvensen (F) av slutkonsekvenser där N eller fler människor avlider. Genom stegvis beräkning av N och motsvarande F kan sedan en FN-kurva ritas upp, se exempel i Figur 3 nedan (Center for Chemical Process Safety, 2008).



Figur 3. Exempel på FN-kurva. Anpassad av författarna. Ursprungskälla: Davidsson, Lindgren & Mett (1997)

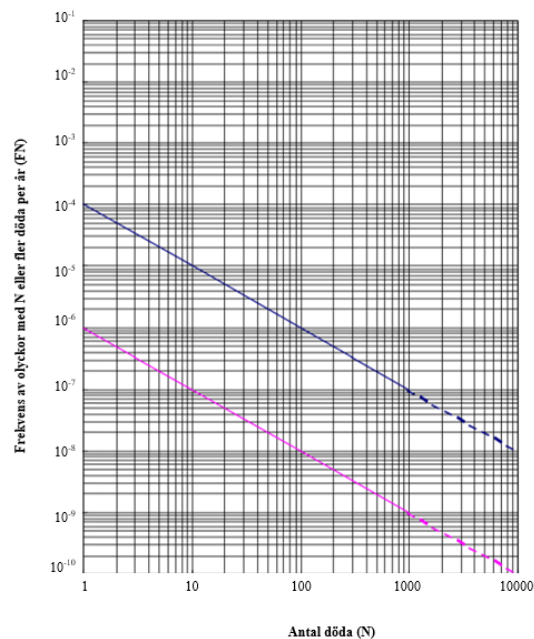
2.3.5.3 Acceptanskriterier

Utifrån de fyra principerna för riskvärdering har De Norske Veritas (DNV) på uppdrag från Statens Räddningsverk tagit fram ett förslag på acceptanskriterier för individrisk och samhällsrisk med principen As Low As Reasonably Practicable (ALARP). Detta begrepp innebär att en verksamhet är tvingad att genomföra riskreducerande åtgärder om inte kostnaden är helt oproportionerlig i förhållande till den erhållna riskreduktionen (Davidsson, Lindgren, & Liane, 1997).

Förslaget på acceptanskriterier för individrisken innebär följande:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras 10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan anses små 10^{-7} per år

Förslaget på acceptanskriterier för samhällsrisk innebär följande:



Figur 4, DNV:s förslag på acceptanskriterier för samhällsrisk (Davidsson, Lindgren, & Liane, Värdering av risk, 1997).

Acceptanskriterierna är främst framtagna vid riskbedömning avseende industrianläggningar men kan också tillämpas i riskbedömningar avseende transport av farligt gods. När det gäller individrisker innebär det inga problem utan acceptanskriterier kan tillämpas direkt. Acceptanskriterierna för samhällsrisk kan däremot inte tillämpas direkt på riskanalyser för transport av farligt gods. Anledningen till detta är att frekvensen för en olycka ökar beroende hur lång sträcka samhällsrisk beräknas för. Detta har inneburit att Holland tidigare bara tillämpade individriskkriterier vid transportaktivitet. Detta var också problematiskt då individrisker för transport av farligt gods ofta är små. Beroende på att sannolikheten att en olycka ska påverka en specifik individ är liten. Samhällsriskerna var dock betydande beroende på storleken på hanteringen. Det är därför önskvärt att beräkna samhällsrisk i samband med riskanalyser för transport av farligt gods och Holland har också tagit fram acceptanskriterier för samhällsrisk (Davidsson, Lindgren, & Liane, 1997).

Förslaget på tillämpning innebär att acceptanskriterierna ska tillämpas på en vägsträcka som är en kilometer lång. Ett av argumentet för detta är enhetlighet, samma acceptanskriterier för riskanalyser för industrier och transporter av farligt gods innebär enklast möjliga utformning. Ytterligare ett argument är att sträckan en kilometer är en rimlig utbredning av en olycka från en industriell anläggning. En kilometer är också rimligt antagande ur analys synpunkt. Kriteriet är också likt det som har föreslagits i Holland (Davidsson, Lindgren, & Liane, 1997).

Trots detta förslag av tillämpning av samhällsrisk på transport av farlig gods finns det kritik mot att använda acceptanskriterier i en riskbedömning. Ett argument är att acceptanskriterier är för stränga, framförallt för befintliga byggnader och för mindre olyckor. Detta är något framtiden för utvisa och det kan vara angelägenhet att uppdatera dessa kriterier med ökad erfarenhet (Davidsson, Lindgren, & Liane, 1997).

2.3.6 Riskbehandling

Riskbehandling omfattar förslag och beslut om åtgärder samt införande och uppföljning av åtgärder för att modifiera eller helt ta bort vissa risker. Vissa åtgärder kan i sig själva utgöra en risk och detta måste därför vägas mot storleken på den ursprungliga risken (Swedish Standards Institute, 2009).

Enligt Davidsson et al. (2003) kan risker åtgärdas genom att eliminera risken eller reducera risken. Avseende transport av farligt gods innebär detta att transportleden eller bebyggelsen planeras på en annan plats alternativt att riskerna reduceras. Riskerna kan reduceras genom att minska konsekvenserna av en olycka, minska sannolikheten för att en olycka uppkommer alternativt en kombination av dessa.

En viktig del avseende åtgärderna är att utreda hur dessa påverkar den befintliga risknivån. Enligt Davidsson et al. (2003) ska det utredas hur åtgärden påverkar risken. Det omfattar en bedömning av hur sannolikhet och konsekvens från en skadehändelse påverkas samt om åtgärden reducerar risken i tillräcklig utsträckning för att den ska bli tolerabel.

2.3.7 Hantering av osäkerhet

Enligt Davidsson et al. (2003) är osäkerheter i riskanalyser ofrånkomlig. I samtliga steg av riskanalysen, allt från riskidentifiering till värdering av risk, kommer det finnas ett visst mått av osäkerhet vilket kan påverka resultatet. Eftersom riskanalyser i stor mån innehåller osäkerheter är det därför av vikt att behandla dessa.

Abrahamsson (2002) hävdar att det är av betydelse att analysera och presentera osäkerheter för att belysa i vilken grad som resultatet är förknippat med osäkerheter. Det är i sin tur viktigt att presentera denna information till beslutsfattaren för att den ska kunna ta ett beslut baserat på de osäkerheter som finns i resultatet. Han beskriver vidare att osäkerheter kan förklaras av naturlig variation och kunskapsbrist. Osäkerhet på grund av kunskapsbrist kan hanteras genom att samla in mer information eller göra ytterligare undersökningar medan naturlig variation inte går att reducera. Abrahamsson beskriver osäkerheter i en riskanalys utifrån tre kategorier, vilka presenteras nedan.

- Parametersäkerhet
- Modellosäkerhet
- Osäkerhet till följd av ofullständighet

Parametersäkerhet utgörs av osäkerheter i parametrar och indata som kan hanteras med exempelvis sannolikhetsfördelningar. Parametersäkerhet kan bero på kunskapsosäkerheter eller naturlig variation. Davidsson et al (2003) beskriver att en metod för att hantera parametersäkerheter är känslighetsanalys. Genom att variera parametrar med stor osäkerhet eller signifikans för resultatet kan dess betydelse för resultatet studeras. Andra metoder kan utgöras av kvalitativa resonemang, konservativa antaganden eller sannolikhetsfördelningar över osäkra parametrar.

Modellosäkerheter utgörs av osäkerheter som grundar sig i att modeller är förenklingar av verkligheten. Dessa ska därför hanteras genom att validera modellen genom jämförelser från verkliga test avseende det som ska modelleras, exempelvis spridning av gasmoln. Om en validering inte är möjlig kan olika modeller jämföras och resultaten från dessa kan användas i riskanalysen, men med en sådan metod kan grundproblemet, att de inte representerar ett verkligt förlopp, fortfarande kvarstå. Osäkerhet till följd av ofullständighet grundar sig i att samtliga händelser eller scenarier som bidrar till risker inte kan utredas. Det kan vara svårt att direkt hantera denna typ av osäkerhet men det bör föras resonemang avseende hur det kan påverka resultatet (Abrahamsson, 2002).

2.3.8 Kvalitetsaspekter i riskbedömningar

I detta avsnitt presenteras och diskuteras kvalitetsaspekter i riskbedömningar. Nedanstående artiklar och böcker har studerats:

- Handbok för riskanalys, (Davidsson, Haeffler, Ljungman, & Frantzich, 2003)
- Validity and validation of safety-related quantitative risk analysis: A review, (Goerlandt, Khakzad, & Reniers, 2016)
- Fixing the cracks in the crystal ball: A maturity model for quantitative risk assessment (Rae, Alexander, & McDermid, 2014)
- Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis, (Morgan & Henrion, 1990)
- Selective Critique of risk assessments, (Aven, 2011)

I samtliga av de ovanstående källorna uttrycks betydelsen av att de olika momenten i riskbedömningar är väl dokumenterade och förklarade, vilket på så vis skapar möjligheten att förstå vad som har legat till grund för resultatet. Betydande antaganden, osäkerheter och begränsningar i riskbedömningarna ska presenteras och behandlas för att en beslutsfattare ska ha tillgång till så fullständig och korrekt information som möjligt.

Davidsson et al. (2003) talar bland annat om kvalitetsaspekter avseende riskanalysernas relevans och redovisning. Avseende relevans beskrivs betydelsen av lämpliga val av modeller och indata. Faktorer som är av stor vikt för riskanalysen ska belysas och avgränsningar samt begränsningar som kan påverka resultatet ska anges. Avseende redovisning ska beräkningsmetodiken framgå tydligt och modeller, databaser samt indata som används ska återges och motiveras. Särskilt belyses att riskanalyserna genomgående ska ha en hög transparens för att de olika stegen i analysen ska gå att följa.

Goerlandt, Khakzad och Reniers (2016) diskuterar ett antal olika modeller och teorier avseende validitet och kvalitetsaspekter i riskanalyser. I dessa beskrivs bland annat transparens och tydlighet i riskanalyser. Exempelvis att de olika momenten i riskanalyserna tydligt ska dokumenteras och beskrivas samt att underbyggande resonemang ska återges. Författarna presenterar även att en metod för att bedöma validitet i riskanalyser är så kallade "Benchmarks" eller "Partial benchmarks", vilket beskrivs som jämförelsen av riskanalyser på ett och samma system alternativt delar av samma system eller aktivitet.

Rae, Alexander och McDermid (2014) beskriver en metod för att utvärdera kvaliteten av kvantitativa riskanalyser baserat på kriterier fördelade i fyra olika nivåer. Den första nivån utgörs av att identifiera om mål, indata, metoder eller resultat inte presenteras eller är otydliga. Medan den högsta nivån utgörs av djupare analys av om olika val är kontroversiella eller om det inte finns tillgänglig statistik eller forskning avseende antaganden som görs. De kvalitetsaspekter som behandlas från artikeln utgörs främst av sådana som beskrivs i de två första nivåerna vilket motiveras av att jämförelsestudien hade blivit för omfattande om samtliga nivåer skulle studeras.

Morgan och Henrion (1990) presenterar vad de kallar "tio budord" för att skapa en bra riskanalys. Budorden behandlar samtliga delar av en riskanalys men de lägger ett stort fokus på osäkerhet och att det krävs en tydlig explicit hantering av osäkerheter och en systematisk känslighets- och osäkerhetsanalys för att belysa de effekter som får stor påverkan på resultatet.

Aven (2011) diskuterar främst olika typer av kritik avseende utformning av riskanalyser och hur de tillämpas. Han belyser exempelvis att komplexiteten i riskbedömningar medför svårigheter att utreda hur olika avgränsningar och antaganden kan komma att påverka resultatet. Han anser därför att det i stor utsträckning är möjligt att justera antaganden och metoder för att nå specifika acceptanskriterier

vilket kan innebära att olika typer av verksamheter eller aktiviteter kan fortgå trots att resultatet är förknippat med stora osäkerheter.

De generella kvalitetsaspekter som framgår i den studerade litteraturen återges nedan, kvalitetsaspekterna belyses huvudsakligen i de fyra förstnämnda böckerna och artiklarna:

- Syfte och mål ska vara tydligt formulerat
- Avgränsningar
 - o Ska tydligt anges och motiveras
 - o Påverkan på resultatet ska belysas
- Indata
 - o Ska tydligt anges
 - o Eventuella förenklingar ska motiveras
 - o Lämplig statistik ska användas
 - o Eventuella brister i använd statistik eller indata ska diskuteras
- Beräkningsmetoder och beräkningsmetodik
 - o Lämpliga val av modeller eller metoder
 - o Val av modeller eller metoder ska tydligt anges
 - o Begränsningar ska belysas
 - o Antaganden och förenklingar ska motiveras
 - o Betydande antaganden ska belysas och motiveras
 - o Resultat ska tydligt presenteras och kommenteras
- Värdering av risk
 - o Acceptanskriterier ska anges och motiveras
 - o Tydlig slutsats ska framgå
 - o Diskussion av resultat ska göras utifrån antaganden, begränsningar och osäkerhet
- Osäkerhet
 - o Betydande osäkerheter ska belysas och behandlas
 - o Känslighetsanalys ska genomföras för att belysa parametrar av stor vikt för resultatet
 - o Osäkerhetshantering ska ske löpande för att belysa parametrar med stora osäkerheter

Enligt ovanstående är kvalitetsaspekter av betydelse i samtliga delar av en riskbedömning för att bland annat skapa en tilltro till de resultat som presenteras och göra det möjligt att kontrollera resultaten. Det är av stor vikt att modellval, antaganden och avgränsningar presenteras och underbyggs för att skapa en förståelse för vad som legat till grund för analysresultat och värdering av risk. Sammanställningen av kvalitetsaspekterna används som underlag vid utformning av metoden i Kapitel 4.

3 Lagkrav och riktlinjer

I kapitlet presenteras lagkrav och föreskrifter avseende risker och olyckor som tillämpas vid riskhantering relaterat till transport av farligt gods.

Plan- och Bygglag (2010:900)

Enligt plan- och bygglag (2010:900) (PBL) ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa, säkerhet och risken för olyckor (2 kap. 5§). Bebyggelse och byggnadsverk ska utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser (2 kap. 6§). Enligt 11 kap. 11§ ska länsstyrelsen upphäva kommunens beslut att anta, ändra eller upphäva en detaljplan om beslutet antas innebära att bebyggelse blir olämplig med hänsyn till människors hälsa och säkerhet eller till risken för olyckor.

Miljöbalk (1998:808)

I Miljöbalk (1998:808) ställs krav i likhet med PBL. Människors hälsa ska skyddas för både nuvarande och framtida generationer. Människors hälsa och miljö ska skyddas mot skador och olägenheter oavsett om de orsakas av föroreningar eller annan påverkan.

Lag (2003:778) om skydd mot olyckor

Enligt Lag (2003:778) om skydd mot olyckor ska kommunen se till att åtgärder vidtas för att förebygga bränder och skador till följd av bränder samt, utan att andras ansvar inskränks, verka för att åstadkomma skydd mot andra olyckor än bränder. För att skydda människors liv och hälsa samt egendom och miljön skall kommunen se till att åtgärder vidtas för att förebygga bränder och skador till följd av bränder samt, utan att andras ansvar inskränks, verka för att åstadkomma skydd mot andra olyckor än bränder.

ADR-S – Föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng

ADR-S utgör föreskrifter för transport av farligt gods och reglerar vilka ämnen som är farligt gods, hur farligt gods ska transporteras och rutiner vid transport av farligt gods (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Fysisk planering

Enligt plan- och bygglagen (2010:900) ska kommuner ha en aktuell översiktsplan som omfattar hela kommunens yta. Planen ska ge vägledning avseende beslut om användning av mark med hänsyn till bland annat människors hälsa, säkerhet och risk för olyckor (3 kap. 1-5 §§). Vidare gäller att kommunerna med en detaljplan i enlighet med 4 kap. kan reglera markens användning och bebyggelse. Det avser exempelvis placering av byggnader, byggnaders användning, skyddsåtgärder etcetera (1-12 §§). Om ett område inte omfattas av en detaljplan kan kommunen på liknande sätt reglera användning av begränsade områden i enlighet med 4 kap. 41-43 §§.

Kommunerna har enligt ovanstående ett ansvar i att presentera sin plan för markanvändning och bebyggelse vilket bland annat omfattar hänsyn till risker avseende människors hälsa och säkerhet. Enligt Slettenmark (2003) är ett tydligt exempel på en sådan risk transport av farligt gods.

3.1 Riktlinjer och underlag för riskhantering av transport av farligt gods

Länsstyrelsen är tillsynsmyndighet avseende hur kommunerna tillämpar PBL med hänsyn till risker vid fysisk planering. En del länsstyrelser har därför upprättat riktlinjer och rapporter för riskbedömningar inom detaljplaneprocessen och ibland specifikt för transport av farligt gods.

I detta kapitel ges en övergripande beskrivning av riktlinjer och rapporter som har tagits fram för att utgöra vägledning och hjälpmedel vid riskbedömningar avseende transport av farligt gods. De publikationer som presenteras avser sådana som gäller för Stockholms län, Skåne län och Västra Götalands län. Nedan återges en lista av beaktade riktlinjer och dokument:

- Riskhantering i detaljplaneprocessen farligt gods. *Länsstyrelserna Skåne län, Stockholm län och Västra Götalands län, 2006*
- Riskhänsyn vid ny bebyggelse. *Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000*
- Riskanalyser i detaljplaneprocessen. *Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003*
- Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag. *Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003*
- Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods. *Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016*
- Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplanering (RIKTSAM). *Länsstyrelsen i Skåne län, 2007*
- Översiktsplan fördjupning i sektorn transport av farligt gods. *Antagen av Kommunfullmäktige i Göteborg, 1999*
- Riktlinjer för riskbedömningar. *Räddningstjänsten Storgöteborg, 2004*

3.1.1 Generellt

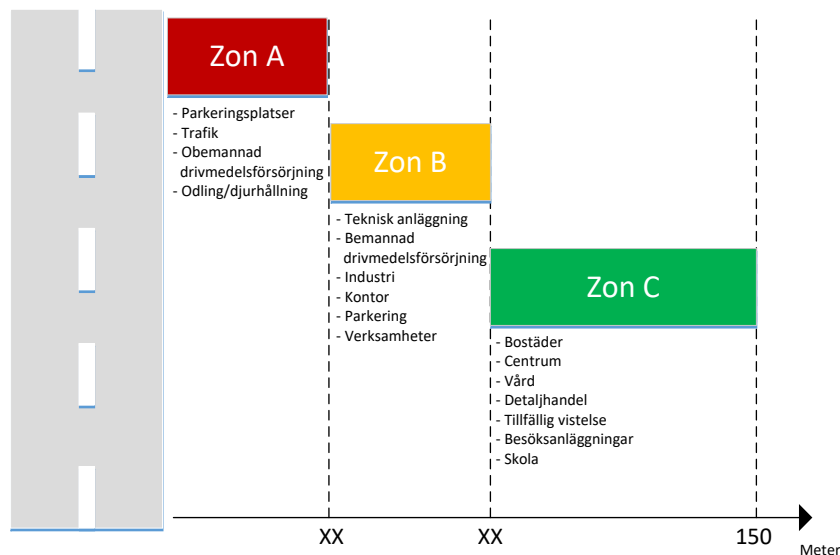
Gemensamt för flertalet riktlinjer är att dessa har tagits fram för att kvaliteten på riskbedömningar i detaljplaneärenden har varierat och i vissa fall ansetts bristfälliga. I flertalet riktlinjer och rapporter presenteras bland annat ledorden ”kontrollerbarhet, repeterbarhet och transparens” vilka ska genomsyra riskhanteringsprocessen. Det innebär att nedanstående bör vara uppfyllt (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003; Räddningstjänsten Storgöteborg, 2004; Länsstyrelsen i Skåne län, 2007):

- Syfte, mål och avgränsningar ska tydligt redovisas
- Antaganden, indata och analysmetoder ska motiveras och redovisas
- Resonemang ska tydliggöras och vara lätta att följa
- Risker ska värderas mot lämpliga alternativt föreslagna kriterier. Det ska tydligt framgå om riskerna är tolerabla eller inte
- Osäkerhet ska belysas och hantering av osäkerhet ska redovisas
- Åtgärders effekt på riskerna ska kvantifieras och/eller kvalitativt beskrivas. De bör även rangordnas för att ligga till grund för beslutfattares prioriteringsordning

Kvalitetsaspekterna stämmer till stor del överens med de kvalitetsaspekter som presenterades i avsnitt 2.3.8 vilket är ytterligare ett argument för att dessa bör vara uppfyllda i de riskbedömningar som genomförs avseende transport av farligt gods. I de efterföljande avsnitten ges en mer ingående beskrivning av de olika länsstyrelsernas riktlinjer.

3.1.2 Gemensam riskpolicy

År 2006 publicerades faktabladet *Riskhantering i detaljplaneprocessen* av länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län. I faktabladet kommuniceras länens gemensamma bild avseende hur markanvändning, avstånd och riskhantering samspelar i detaljplaner nära transportleder för farligt gods. I skrivelsen uttrycks därför en gemensam riskpolicy, se Figur 5 nedan.

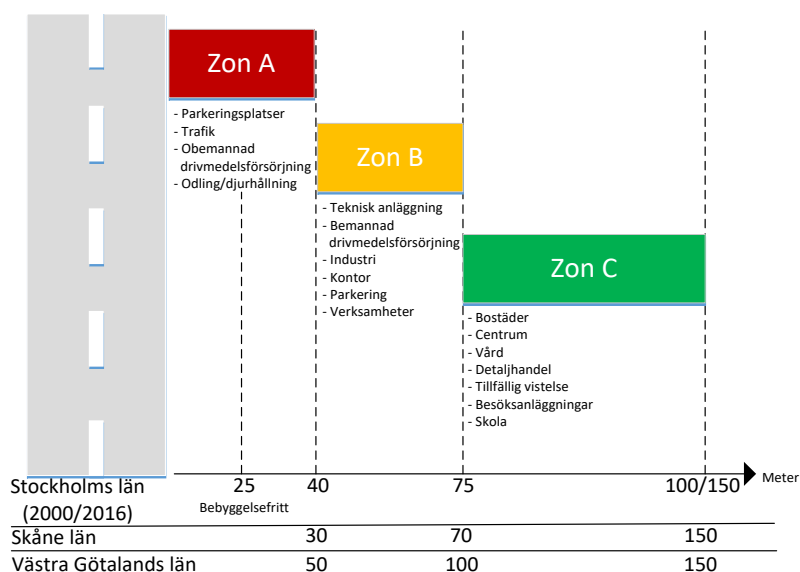


Figur 5. Zonindelning för riskpolicyns riskhanteringsavstånd. Visar möjlig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods på väg och järnväg (källa: (Länsstyrelserna Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006)

Riskhanteringsprocessen ska enligt policyn beaktas vid detaljplaner inom 150 meters avstånd från farligt godsleder, men hindrar inte att lokala riktlinjer används i riskhanteringsprocessen. De olika zonerna har inga fast gränser utan riskbilden för aktuellt planområde avgör markanvändningens placering. Om det inte är uppenbart att riskkällorna inte kan påverka planområdet ska en riskbedömning av förslaget genomföras (Länsstyrelserna Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006).

3.1.3 Skyddsavstånd

Nedan presenteras de rekommenderade skyddsavstånd enligt den zonindelning som anges i den gemensamma riskpolicyn, se Figur 6. Skyddsavstånden för Västra Götalands län utgörs av föreslagna avstånd som anges i översiktsplanen som antogs år 1999 i Göteborg stad. Den anses vara gällande då länsstyrelsen i Västra Götalands län hänvisar till den samt att det inte finns några andra gällande rekommenderade skyddsavstånd i länet.



Figur 6. Rekommenderade skyddsavstånd och zonindelning enligt riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län, Länsstyrelsen Skåne län samt en antagen översiktsplan fördjupad för sektorn transport av farligt gods (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000; Länsstyrelsen Stockholm, 2016; Länsstyrelsen i Skåne län, 2007; Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997).

Stockholms län

De rekommenderade skyddsavstånden för Stockholms län återges i *Riskhänsyn vid ny bebyggelse* som publicerades år 2000 och *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* som publicerades år 2016 av länsstyrelsen i Stockholms län. I riktlinjerna anges att en detaljerad och kvantitativ riskbedömning ska göras beroende på rådande förhållanden och avstånd till vägen i det aktuella planförslaget. Generellt sett ökar kraven på riskbedömningarna ju närmare bebyggelsen är placerade farligt godsleden.

I riktlinjen från 2016 återges att nedanstående skyddsåtgärder ska tillämpas inom 30 meter (gäller bostäder, centrum, vård, handel, tillfällig vistelse, besöksanläggningar, skola, kontor, industri, friluftsliv och camping, drivmedelsförsörjning):

- Glas i brandteknisk klass EW30 (endast för de åtta första verksamheterna)
- Fasader i obrännbart material alternativt lägst klass EI 30
- Friskluftsintag bort från vägen
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt

Länsstyrelsen hävdar att det är ett minimum för att uppfylla PBL intill primära leder. Utöver ovanstående krav ska även en riskbedömning genomföras för att säkerställa att risker mot planerade verksamheter är tolerabla (Länsstyrelsen Stockholm, 2016).

Skåne län

De rekommenderade avstånden i Skåne län presenteras i *RIKTSAM – Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*. De angivna skyddsavstånden är baserade på resultatet av en riskbedömning som ska representera risknivåer vid bebyggelse intill primära farligt godsleder i Skåne län (Länsstyrelsen i Skåne län, 2007).

Vid avsteg från skyddsavstånden anger Länsstyrelsen olika probabilistiska eller deterministiska kriterier för att göra en bedömning av riskerna intill farligt godsleder, se Avsnitt 3.1.5 nedan.

Västra Götalands län

De rekommenderade skyddsavstånden för Västra Götalands län återges i *Översiktsplan fördjupad för sektorn transporter av farligt gods* som antogs år 1999. I översiktsplanen anges att det inte ska

behövas någon ytterligare riskbedömning givet att de angivna skyddsavstånden följs. Avstånden som presenteras baseras delvis av de beräkningar avseende sannolikhet och konsekvens för olika olyckor som presenteras i översiktsplanen.

3.1.4 Rekommendationer och underlag

I detta avsnitt sammanställs rekommendationer och underlag avseende beräkningar.

Stockholms län

I riktlinjerna från Stockholms län ges ingen utförlig beskrivning avseende vilka ämnesklasser eller konsekvenser som bör beaktas. Det anges däremot att majoriteten av farligt godstransporterna utgörs av brandfarliga vätskor (klass 3) samt komprimerade, kondenserade och tryckkondenserade gaser.

De potentiella konsekvenserna av en farligt godsolycka anses vara:

- BLEVE
- Jetflamma
- Gasmolnsbrand och -explosion
- Spridning av giftig gas
- Pölbrand

Den information som presenteras i riktlinjerna anges bara som exempel på vad som kan hända. Det återges inga konkreta beräkningsexempel avseende hur risker ska hanteras (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000).

Skåne län

I RIKTSAM presenteras istället en riskbedömning som bedöms representera risker i hela Skåne län. De ämnesklasser som beaktas är klass 1, 2, 3, 6 och 8. De konsekvenser som beaktas är:

- Detonation
- BLEVE
- Jetflamma
- Gasmolnsbrand och -explosion
- Pölbrand
- Spridning av giftig gas
- Frätskador från stänk

I riktlinjen anges även en kumulativ fördelning av på vilka avstånd som de olika konsekvenserna kan leda till att människor omkommer (Länsstyrelsen i Skåne län, 2007). Beräkningsunderlaget visar på de konsekvenser som länsstyrelsen anser ska beaktas och resultatet av beräkningarna kan användas vid framtagandet av riskbedömningar i länet men det återges inget underlag avseende hur liknande beräkningar kan genomföras.

Västra Götalands län

I översiktsplanen framtagen i Göteborg presenteras resultat av beräkningar avseende konsekvens och sannolikhet vid olyckor med farligt gods. De ämnesklasser som beaktas är klass 1,2 och 5 då de anses kunna leda till mest omfattande konsekvenser. De konsekvenser som återges är:

- Explosion
- BLEVE
- Jetflamma
- Gasmolnsbrand och -explosion
- Spridning av giftig gas.

I översiktsplanen anges även beaktade skadekriterier och mängder av farligt gods som använts i beräkningarna (Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997).

3.1.5 Analysmetod och värdering av risk

I riktlinjerna från de tre länen anges att individ- och/eller samhällsrisk ska användas som analysmetod för att värdera riskerna i kvantitativa riskbedömningar. Länsstyrelsernas syn avseende tillämpning av acceptanskriterier och värdering av risk skiljer sig däremot åt.

Stockholms län

I riktlinjen från 2016 anger länsstyrelsen i Stockholms län att det är lämpligt att beräkna individ- och samhällsrisk vilket ska jämföras mot förslag på acceptanskriterier som presenteras av DNV i rapporten *Värdering av risk*. Vid bedömning av riskerna ska hänsyn tas till såväl omkringliggande bebyggelse som planområdet (Länsstyrelsen Stockholm, 2016). I tidigare riktlinjer har dessa kriterier nämnts men utgångspunkten har varit att riskerna ska jämföras mot ”lämpliga kriterier” och någon mer precis rekommendation har inte framgått (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000; Slettenmark, 2003).

För rekommenderade vägar för transport av farligt gods anser länsstyrelsen att det ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd och särskilda åtgärder oavsett vad en riskutredning kommer fram till. Riskutredningen ska därför utreda om acceptabel risknivå råder utöver skyddsavstånd och skyddsåtgärder. Länsstyrelsen i Stockholm nämner att de föredrar skyddsavstånd framför andra skyddsåtgärder. Vid korta avstånd läggs större vikt vid eventuella konsekvenser av en olycka än sannolikheten för att en olycka ska inträffa (Länsstyrelsen Stockholm, 2016).

Skåne län

I riktlinjen från Skåne län anges förslag på probabilistiska och deterministiska kriterier som ska uppfyllas om skyddsavstånd underskrids. Vid beräkning av samhällsrisk avses 1 km² med tillkommande bebyggelse placerad i mittpunkt och frekvenser beräknas för 1 km transportled. De olika kriterierna återges nedan (Länsstyrelsen i Skåne län, 2007):

För markanvändning enligt zon B på ett avstånd som understiger 30 meter gäller nedanstående:

- Probabilistisk analys ska påvisa individrisk som understiger 10⁻⁵ per år
- Deterministisk analys ska påvisa att hårda konstruktioner och liknande som kan skada avåkande fordon undviks

För markanvändning enligt zon C på ett avstånd som understiger 70 meter gäller nedanstående:

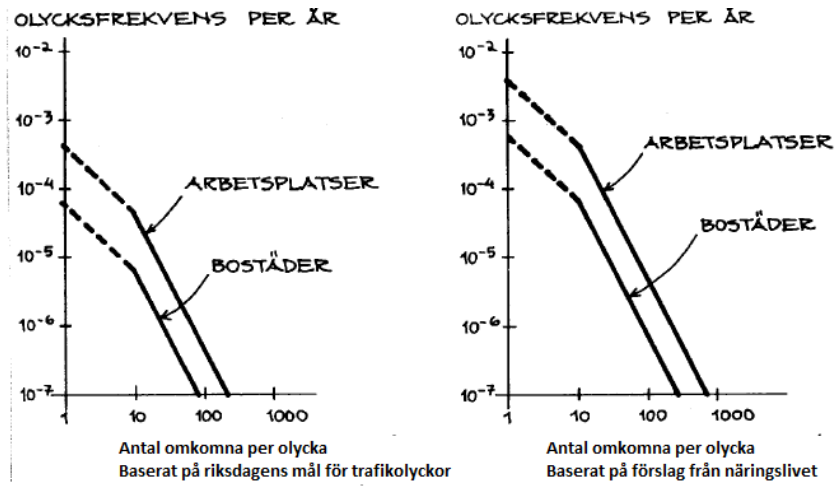
- Probabilistisk analys ska påvisa individrisk som understiger 10⁻⁶ per år
- Den deterministiska analysen kan påvisa att ”nettotillskott” av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder

För markanvändning där ett större antal människor förväntas befinna sig, exempelvis flerbostadshus och köpcentrum, på ett avstånd som understiger 150 meter gäller nedanstående.

- Probabilistisk analys ska påvisa individrisk som understiger 10⁻⁷ per år
- Probabilistisk analys ska påvisa samhällsrisk som understiger 10⁻⁵ för N=1 och 10⁻⁷ där N=100
- Den deterministiska analysen ska påvisa att tillskottet av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder

Västra Götalands län

Översiktsplanen i Göteborg ger förslag på samhällsriskkriterier baserat på uppsatta mål avseende trafikolyckor från riksdagen samt näringslivet. Risknivåerna ska enligt förslaget beräknas på en sträcka av 2 kilometer, se Figur 7 (Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997).



Figur 7. Föreslagna acceptanskriterier i Översiktsplan fördjupning i sektorn transport av farligt gods.
 Källa: Antagen översiktsplan fördjupning inom sektorn transport av farligt gods

4 Metod för jämförelsestudie

I detta kapitel beskrivs hur jämförelsestudien av riskbedömningarna genomförs. I Avsnitt 4.1 beskrivs de kriterier som har använts för att göra urvalet av de riskbedömningar som studeras. I Avsnitt 4.2 till 4.8 beskrivs metoden för att genomföra jämförelsestudien. Jämförelsestudien är uppdelad efter de olika momenten av en riskbedömning som beskrivs i Avsnitt 2.3.

Utformning av metoden baseras på den teori som presenteras i Kapitel 2 samt en preliminär genomgång av ett flertal riskbedömningar vilket sedan har jämförts mot teorin. Under denna genomgång har flera parametrar identifierats, som både är viktiga för resultatet och varierar beroende på val av metod, indata, beräkningsmodell eller antaganden. I jämförelsestudien kommer författarna att läsa igenom riskbedömningar tillsammans för att kunna bedöma riskbedömningarna homogent. De kvalitetsaspekter som ingår i studien består av sådana som kan bedömas baserat på den information som framgår i riskbedömningarna och dess bilagor. Det innebär att aspekter som kräver vidare efterforskning inte ingår i jämförelsestudien. Exempel på detta är om bättre underlag, statistik eller beräkningsmodeller finns tillgängliga.

Riskbedömningarna har kodats på olika sätt beroende på vad det är för typ av parametrar som har studerats. Nedan återges de olika metoderna för hur riskbedömningarna har kodats, under respektive avsnitt nedan anges vilken eller vilka av dessa metoder som har använts:

- Fritext
- Ja/Nej
- Numeriska värden
- Klassificering

”Etablering av kontext” jämförs löpande under respektive del nedan. Jämförelsen omfattar val av modeller, analysmetoder och avgränsningar. Syfte och mål har i samtliga fall utgjorts av att fastställa om avstånd mellan transportled och planerad bebyggelse kan accepteras utifrån beräknade risknivåer och utreds därför inte vidare.

4.1 Urval av riskbedömningar

Nedan följer ett antal kriterier för de riskbedömningar som valts ut till jämförelsestudien:

- Vägtransport av farligt gods
- Publicerade 2010 eller senare
- Primära eller rekommenderade vägar för transport av farligt gods
- Probabilistisk analysmetod
- Maximalt en riskbedömning per konsultbolag och region

Jämförelsestudien görs på riskbedömningar vid vägtransport av farligt gods för att kunna göra en djupare jämförelse avseende frekvens- och sannolikhetsuppskattningar samt konsekvensberäkningar. Riskbedömningarna ska vara publicerade 2010 eller senare för att de i så stor utsträckning som möjligt ska ha haft tillgång till samma modeller, metoder, indata, statistik etcetera.

Riskbedömningar som ingår i studien omfattar endast sådana som gjorts på bebyggelse intill primära eller rekommenderade vägar för transport av farligt gods för att kunna göra en mer djupgående jämförelse. I riskbedömningar avseende icke-rekommenderade leder är andelen och typen av farligt gods i huvudsak beroende av närliggande verksamheter vilket gör det svårt att jämföra riskbedömningarna.

Endast riskbedömningar där en probabilistisk metod har använts ingår i studien för att i större utsträckning kunna jämföra skillnader i hur dessa är utförda och utformade. Det innebär att avståndet mellan den planerade bebyggelsen och transportlederna i samtliga fall har understigit de rekommenderade skyddsavstånden. Probabilistiska riskanalysmetoder är den vanligaste metoden för

att bedöma risker vid transport av farligt gods då rekommenderade skyddsavstånd underskrids. Vilket i huvudsak beror på att länsstyrelsernas riktlinjer hävdar att både sannolikhet och konsekvens av olyckor med transport av farligt gods ska bedömas.

Vid en inledande genomgång av riskbedömningar från samma konsultbolag visade sig skillnaderna avseende de jämförelsepunkter som beskrivs i de efterföljande avsnitten vara små. Vilket kan förklaras av att de flesta konsultbolag använder sig av mallar vid utformning av riskbedömningar. I studien ingår därför maximalt en riskbedömning per konsultbolag och region.

Ett annat kriterium till urvalet är att beräkningsbilagor ska ha funnits tillgängliga. Detta har krävts för att kunna göra jämförelser av exempelvis de indata, antaganden, underbyggande resonemang som har legat till grund för resultatet i riskbedömningarna.

De utvalda riskbedömningarna har funnits tillgängliga på stadsbyggnadskontorens hemsidor i de olika länen. Urvalet har i övrigt varit slumpmässigt. I Skåne län upptäcktes ett bristande underlag på grund av de ovanstående kriterierna och att många av riskbedömningar baserades på RIKTSAM. Därför ingår RIKTSAM:s beräkningsbilaga i jämförelsestudien.

Nedan presenteras de parametrar, uppdelat efter de olika momenten i riskbedömningarna, som analyseras i jämförelsestudien.

4.2 Riskidentifiering

Vid riskidentifieringen identifieras transport av farligt gods på det närliggande vägnätet som riskkällan. Om det sker en olycka ger skadorna på fordonet eller lasten upphov till utsläpp eller kritisk påverkan på lasten. Eftersom farligt gods kan utgöras av en mängd olika ämnen, se Tabell 1, kan det i sin tur leda till ett antal olika slutkonsekvenser

I riskidentifieringen görs olika val och antaganden som påverkar den fortsatta analysen. De ingående parametrar som kommer jämföras i riskidentifieringen är:

- Val av metod vid riskidentifiering – *Fritext*
 - o Kvalitativa resonemang eller semi-kvantitativ ansats
- Val av ämnesklasser – *Klassificering & fritext*
- Val av slutkonsekvenser – *Fritext*
 - o Exempelvis BLEVE, gasmolnsexplosion eller giftigt gasmoln
- Val av representativa ämnen -*Fritext*

Övergripande studeras:

- Tydlighet i resonemang avseende de olika valen - *Fritext*
- Källhänvisningar för att underbygga val och resonemang - *Fritext*

4.3 Olycksfrekvens och sannolikhet

Olycksfrekvens och sannolikhet delas upp i två delar. Den ena utgör beräkning av olycksfrekvens av bashändelsen och utgörs av tillvägagångssättet för att beräkna frekvensen av en olycka med farligt gods. Den andra delen utgör tillvägagångssättet för att beräkna frekvens och sannolikhet för varje slutkonsekvens.

4.3.1 Frekvens för bashändelse

Om en slutkonsekvens ska inträffa måste först en olycka med farligt gods inträffa. Denna olycka kan vara trafikolycka eller defekt vara eller tank. Frekvensen för en sådan olycka kan beräknas med specifik statistik eller VTI-modellen. I dessa beräkningsmodeller måste sedan olika typer indata ansättas, så som ÅDT, andel farligt gods på väg och fördelningen av de olika ämnesklasserna. De ingående parametrar som kommer jämföras i riskidentifieringen är:

- Val av modell eller metod för att uppskatta frekvens av olycka - *Fritext*
- Typ av olyckor som studeras - *Fritext*
 - o Trafikolycka, olycka av annan orsak eller båda två?
- Andel farligt gods på väg – *Numeriska värden*
- Fördelningen av transporter med olika ämnesklasserna – *Numeriska värden*

Övergripande studeras:

- Tydlighet i resonemang – *Fritext*
- Baseras resonemangen på källor? – *Fritext*
- Typ av statistik som används – *Fritext*

4.3.2 Händelseträdsanalys

För de olika ämnesklasserna uppskattas frekvensen av en slutkonsekvens genom att ange sannolikheter för olika skadehändelser. Nedanstående parametrar kommer att jämföras:

- Händelseförlopp som leder till slutkonsekvens – *Fritext och klassificering*
 - o Val av skadehändelser, exempelvis antändning av gasmoln – *Fritext*
- Uppdelning eller punktskattning av frekvens av slutkonsekvens – *Numeriska värden & fritext*
 - o Exempelvis liten, mellan och stor explosion
- Sannolikhet för de olika slutkonsekvenserna – *Numeriska värden*
- Justering av frekvens av slutkonsekvenserna – *Fritext*
 - o Exempelvis på grund av vindriktning eller var ett hål uppstår i tanken

Övergripande studeras:

- Tydlighet i resonemang – *Fritext*
- Baseras resonemangen på källor? – *Fritext*

4.4 Konsekvens

Uppskattning av konsekvens delas in i två delar. Den ena utgörs av de skadekriterier som avgör när en människa förolyckas och den andra behandlar konsekvensberäkningen.

4.4.1 Skadekriterier

De ingående parametrarna som kommer jämföras i skadekriterierna är:

- Vilken typ av skadekriterium som används till respektive slutkonsekvens – *Fritext*
 - o Exempelvis tryckpåverkan, värmestrålning eller toxicitet
- Uppdelning eller punktskattning av skadekriterier - *Fritext*
- Vilket eller vilka värden som används till skadekriterierna – *Numeriska värden*

Övergripande studeras:

- o Tydlighet i resonemang – *Fritext*
- o Baseras resonemangen på källor? – *Fritext*

4.4.2 Konsekvensberäkning

Konsekvensberäkning kan utföras med olika beräkningsmodeller och indata, vilket kan innebära olika resultat. Resultatet mäts i ett konsekvensavstånd eller konsekvensområde. De ingående parametrar som jämförs i konsekvensberäkningar är:

- Val av beräkningsmodeller - *Fritext*
- Indata – *Fritext & Numeriska värden*
- Resultat i form av konsekvensavstånd eller konsekvensområde - *Numeriska värden*

Övergripande studeras:

- Tydlighet i resonemang avseende modellval och indata – *Fritext*
- Baseras resonemangen på källor? – *Fritext*

4.5 Riskvärdering och presentation av risk

Det finns olika sätt att värdera risk på. Riskerna kan beräknas i form av individrisk och samhällsrisk för att sedan värderas mot acceptanskriterier. Detta innebär att de ingående parametrar som kommer jämföras i riskvärdering är:

- Genomförs individriskberäkningar? – *Ja/Nej*
- Hur korrigeras individrisken? – *Fritext*
 - Med korrigeringsmetoden hanteringen av att vissa slutkonsekvenser inte påverkar individer längst hela den studerade vägsträckan
- Genomförs samhällsriskberäkningar? – *Ja/Nej*
- Hur beräknas samhällsrisk? – *Fritext*
 - Antaganden avseende människor inomhus och utomhus
 - Typ av statistik eller metod för att uppskatta befolkningstäthet
- Vilka acceptanskriterier används? – *Fritext*

Övergripande studeras:

- Tydlighet i beräkningar och resonemang – *Fritext*
- Baseras resonemangen på källor? – *Fritext*

4.6 Riskbehandling

I acceptanskriterier kommer det alltid finnas ett ALARP-område. Om risken hamnar inom detta område ska åtgärder genomföras så länge som dess nackdelar inte vida överstiger fördelarna enligt de värderingsprinciper som beskrivits i Avsnitt 2.3.5. Om riskreducerande åtgärder genomförs kan de verifieras för att kontrollera att de uppnår önskat resultat. De ingående parametrar som kommer jämföras i riskbehandlingen är:

- Föreslagna riskreducerande åtgärder – *Fritext/ Ja/Nej*
- Analys av effekt från de riskreducerande åtgärderna – *Fritext/ Ja/Nej*
 - Kvalitativa resonemang eller kvantitativa uppskattningar

Övergripande studeras:

- Tydlighet i resonemang och analys av riskreducerande åtgärder – *Fritext*
- Baseras resonemangen på källor och finns tydlig anknytning till beräknad risknivå – *Fritext*

4.7 Resultat och tillämpning av riskbedömningarna

I alla riskbedömningar kommer ett resultat att återges. Resultatet kan presenteras på olika sätt och innebära olika saker. Om detta resultat sedan tillämpas i detaljplanen, kan också komma att variera. Genom att läsa planbeskrivningar och utlåtanden från länsstyrelserna går det att kontrollera hur riskbedömningar implementeras i detaljplanen. De ingående parametrar som kommer jämföras i resultat och tillämpning av riskbedömningarna är:

- Vad blir resultatet för riskbedömningarna? – *Fritext*
- Hur tillämpas riskbedömningarna i detaljplanerna? – *Fritext*

4.8 Hantering av osäkerheter

I alla riskbedömningar ska osäkerheter behandlas och riskbedömningar vid transport av farligt gods är inget undantag. En metod för att hantera osäkerheter är att genomföra en känslighetsanalys. Andra

metoder för hantering av osäkerheter är kvalitativa resonemang, konservativa punktskattningar eller fördelningar av osäkra parametrar. De ingående parametrar som kommer jämföras i hanteringen av osäkerheter är:

- Osäkerheter som belyses och diskuteras i riskbedömningarna – *Fritext/ Ja/Nej*
 - o Resonemang angående de generella osäkerheterna - *Fritext*
- Generell hantering av osäkerhet:
 - o Konservativa antaganden - *Fritext*
 - o Fördelningar över osäkra parametrar – *Fritext*
 - o Känslighetsanalys - *Fritext*
- Genomförs en känslighetsanalys? *Ja/Nej*
 - o Vilka parametrar varierar? – *Fritext/ Ja/Nej*
 - o Hur underbyggs val av parametrar i känslighetsanalys? – *Fritext/ Ja/Nej*
 - o Finns det resonemang kring valet av att använda en känslighetsanalys eller inte? – *Fritext/ Ja/Nej*

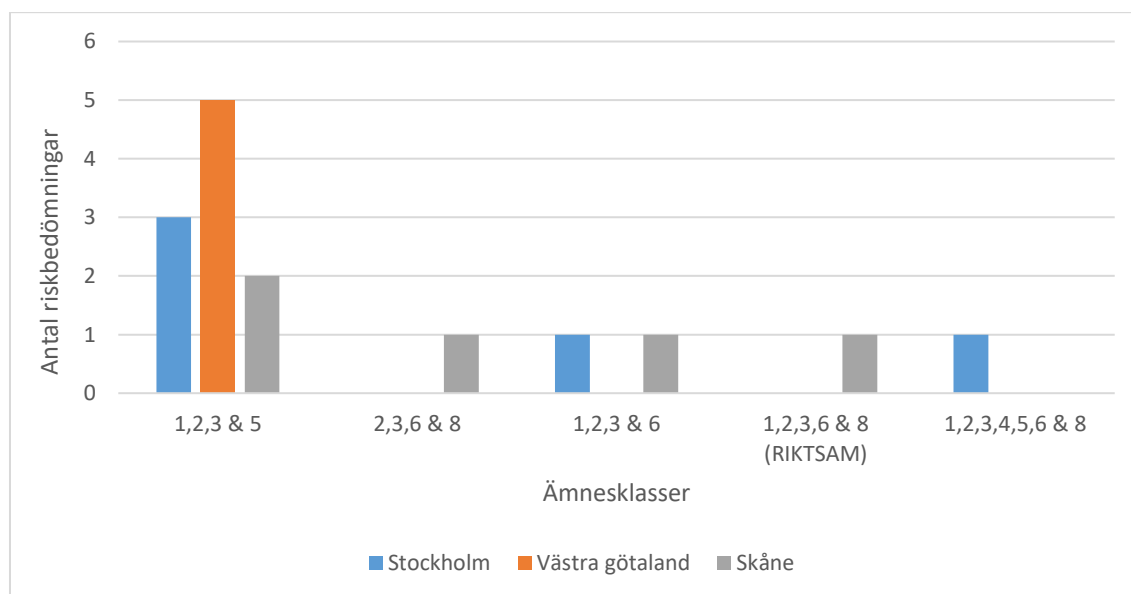
5 Resultat av jämförelsestudie

I detta kapitel presenteras resultatet av jämförelsestudien. Resultatet baseras på den kodning av riskbedömningarna som återges i Bilaga A.

14 riskbedömningar ingår i studien. Fem från Stockholms län, fem från Västra Götalands län och fyra från Skåne län. I jämförelsestudien ingår även RIKTSAM som en del av underlaget som representerar Skåne län. Detta beror på att det i urvalsprocessen har identifierats ett antal riskbedömningar som baserar hela sin resultatdel på de underlag som framgår i RIKTSAM.

5.1 Riskidentifiering

Riskidentifieringen utgjordes i alla 14 riskbedömningar och RIKTSAM av kvalitativa resonemang angående potentiella konsekvenser vid olyckor med respektive ämnesklass. Endast i två riskbedömningar förs även resonemang utifrån att andelen farligt gods av en viss ämnesklass är så låg att den inte ska ingå i riskbedömningen. Baserat på dessa resonemang väljs ämnesklasser ut för fortsatt analys. Val av ämnesklasser i de olika riskbedömningarna presenteras i Figur 8.



Figur 8, Val av ämnesklass i de olika riskbedömningarna samt RIKTSAM.

Ämnesklass 1,2 och 3 ingår i samtliga riskbedömningar med undantag för en riskbedömning i Skåne län som väljer bort ämnesklass 1, vilket motiveras av en låg andel transporter av denna ämnesklass. En riskbedömning i Stockholms län tar inte hänsyn till ämnesklass 2.3 vilket motiveras av specifik statistik som visar att en väldigt låg andel transporteras på vägsträckan. De största skillnaderna utgörs av om ämnesklass 5, 6 och 8 ska inkluderas i riskbedömningen.

Efter val av ämnesklass identifieras tillhörande slutkonsekvens för respektive ämnesklass alternativt undergrupp av ämnesklasserna. Samtliga riskbedömningar anger de slutkonsekvenser som kommer behandlas i riskbedömningen. För resultatet över identifierade slutkonsekvenser se Tabell 2.

Tabell 2, Val av slutkonsekvens för respektive ämnesklass i de olika riskbedömningarna.

Ämnesklass	Slutkonsekvens	Antal riskbedömningar
1	Explosion	13 + RIKTSAM
2.1	BLEVE	14 + RIKTSAM
	Jetflamma	14+ RIKTSAM
	Gasmolnsexplosion eller gasmolnsbrand	14 + RIKTSAM
2.3	Giftigt gasmoln	13 + RIKTSAM
3	Pölbrand	14 + RIKTSAM
	Fordonsbrand	4
	Giftigt gasmoln	2 + RIKTSAM
4	Brand	1
5	Explosion	11
	Brand	6
6	Giftigt gasmoln	2 + RIKTSAM
	Stänk	1
8	Stänk	3 + RIKTSAM

Val av slutkonsekvenser stämmer väl överens mellan riskbedömningarna. Det förs resonemang avseende att de identifierade slutkonsekvenserna kan ge betydande påverkan på människor intill farligt godsleden, men valen baseras sällan på vetenskaplig litteratur.

Det sista steget i riskidentifieringen utgörs av val av representativa ämnen för att kunna genomföra konsekvensberäkningar. Generellt sett valdes endast ett representativt ämne ut per ämnesklass med undantag för en riskbedömning som valde ut både klor och ammoniak för ämnesklass 2.3. Tre riskbedömningar, en i Stockholms län och två i Skåne län baserar konsekvensberäkningar på RIKTSAM och har därför inte angett representativa ämnen. En riskbedömning från Stockholms län hänvisar till holländska riktlinjer och anger endast representativt ämne för ämnesklass 1. Vilka representativa ämnen som identifieras för respektive ämnesklass presenteras i Tabell 3.

Tabell 3, Val av representativt ämne.

Ämnes-Klass	Representativt ämne	Stockholms län [antal riskbedömningar]	Västra Götalands län [antal riskbedömningar]	Skåne län [antal riskbedömningar]	Antal riskbedömningar som angav representativt ämne för respektive ämnesklass
1	Trotyl	4	4	2 + RIKTSAM	10 av 11
2.1	Gasol	3	5	2 + RIKTSAM	10 av 11
2.3	Svaveldioxid	2	2	2+ RIKTSAM	10 av 11
	Ammoniak	1	3	0	
3	Bensin	3	4	2 + RIKTSAM	10 av 11
	Hexan	0	1	0	
	Propylenoxid	0	0	RIKTSAM	
5	Ammoniumnitrat	3	1	1	11 av 11
	Översätts till trotyl, propan eller bensin	1	4	1	
6	Dimetylsulfat	0	0	RIKTSAM	-
8	Svavelsyra	0	0	RIKTSAM	-

Val av representativa ämnesklasser stämmer överlag väl överens mellan riskbedömningarna. De större skillnader som har observerats är valen för ämnesklass 2.3. Avseende ämnesklass 5 väljer vissa ut ammoniumnitrat vilket i samtliga fall översätts till en viss mängd bensin eller trotyl. De andra

riskbedömningarna väljer istället att direkt översätta en viss mängd av ämnesklass 5 till trotyl, propan eller bensin. Överlag saknas resonemang och källhänvisning avseende val av representativa ämnen.

Diskussion av resultat

Samtliga riskbedömningar motiverar valet av ämnesklasser utifrån dess potentiella konsekvenser. Trots detta finns det skillnader avseende om ämnesklass 5,6 och 8 utgör en tillräcklig risk för att utgöra en del av riskbedömningarna. Beskrivningen av potentiella konsekvenser med dessa ämnesklasser stämmer väl överens, vilket innebär att valet till stor del beror på olika åsikter mellan de som upprättar riskbedömningarna. De riskbedömningar som motiverar att ämnesklass 1 respektive 2.3 inte ska ingå på grund av låga andelar av dessa transporter motiverar sina val utifrån specifik statistik som är cirka tio år gammal. Eftersom båda ämnesklasserna kan resultera i omfattande konsekvenser kan lämpligheten i dessa val diskuteras. I riskbedömningar med liknande andelar av dessa ämnesklasser väljs inte dessa ämnesklasser bort.

I Stockholms län återges inga tydliga riktlinjer avseende val av ämnesklasser vilket kan vara en förklaring till skillnaderna inom länet. I RIKTSAM väljs ämnesklasserna 1,2,3,6 och 8 vilket påverkar de val av ämnesklasser som görs i riskbedömningar som baseras på RIKTSAM. Exempelvis väljs ämnesklass 6 ut i större utsträckning i Skåne och endast två bedömningar tar hänsyn till ämnesklass 5. Samtliga riskbedömningar i Västra Götalands län väljer ämnesklass 1,2,3 och 5 vilket kan bero på att 1,2 och 5 anges i Översiktsplanen i Göteborg.

Det framgår tydligt vilka slutkonsekvenser som ska behandlas i de olika riskbedömningarna. Det identifieras överlag inga tydliga skillnader i val av slutkonsekvenser mellan länen utan de största skillnaderna beror på om riskbedömningarna studerar RIKTSAM eller inte. En skillnad är att RIKTSAM studerar både giftiga och brandfarliga vätskor i ämnesklass 3. Det innebär att slutkonsekvensen är både pölbrand och giftigt gasmoln.

Överlag saknas tydlig motivering eller underbyggande resonemang avseende de representativa ämnen som väljs ut. Det framgår inte om det är värsta troliga ämne eller om det är de ämnen som transporteras i störst mängd som väljs ut. Den största skillnaden som har identifierats är val av representativt ämne för ämnesklass 2.3. Baserat på ett PM från MSB är svaveldioxid giftigare och kan ge upphov till betydligt längre konsekvensavstånd (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2014b).

5.2 Olycksfrekvens & sannolikhetsberäkning

I jämförelsestudien observeras ett generellt tillvägagångssätt för att beräkna frekvensen av en olycka vid transport av farligt gods och sannolikheten för att en olycka ska leda till de identifierade slutkonsekvenserna. Nedan återges det generella tillvägagångssättet:

1. Bashändelse är en olycka vid transport av en specifik ämnesklass av farligt gods. Exempelvis defekt vara, fordonsbrand och trafikolycka.
2. Skadehändelse är efterföljande händelser som kan leda till en slutkonsekvens. Exempelvis antändning av fordon, stort hål i tank etc.
3. Slutkonsekvens är den resulterande konsekvensen av ovanstående. Exempelvis explosion eller pölbrand.

5.2.1 Frekvensberäkning för bashändelse

Inledningsvis presenteras en beskrivning av de metoder som har använts för att uppskatta olycksfrekvens i riskbedömningarna. Sedan återges resultatet från jämförelsestudien.

5.2.1.1 VTI-modellen

Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) utvecklade en modell för att beräkna frekvensen av en trafikolycka med farligt gods (Nilsson G. , 1994). Modellen utvecklades 1994 och benämns VTI-

modellen. År 1996 släppte Statens räddningsverk handboken *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* som förtydligar hur modellen ska användas (Statens räddningsverk, 1996). De indata som ansätts i modellen är (Statens räddningsverk, 1996):

- ÅDT på aktuell vägsträcka
- Andel farligt gods på väg
- Fördelning mellan de olika ämnesklasserna

I modellen anges olika index beroende på typ av bebyggelsemiljö, vägtyp och hastighetsgräns. Indexen används för att beräkna frekvensen av en trafikolycka med farligt gods.

I modellen återges även ”index för farligt godsolycka” för att beräkna sannolikheten för läckage när en trafikolycka med farligt gods sker. Sannolikheten för ett läckage anses vara 30 gånger lägre för en tank med kondenserad gas jämfört med en vanlig tank (Statens räddningsverk, 1996). Användning av dessa index återges i resultatdelen för händelseträdsanalysen, se Avsnitt 5.2.2.

5.2.1.2 Alternativa modeller

I tre riskbedömningar används alternativa modeller för att beräkna olycksfrekvensen. I två av dessa riskbedömningar beräknas olycksfrekvensen som kvoten mellan antal olyckor med farligt gods dividerat med antal fordonskilometer med transport av farligt gods. Den statistik som används är i båda fallen nationell.

I ett av fallen beräknas både antal olyckor och fordonskilometer som ett medelvärde över fem år. I det andra fallet anges antalet olyckor baserat på en rapport från länsstyrelsen i Hallands län och antal fordonskilometer baseras på statistik under ett år. I det första fallet beräknas frekvensen till 4×10^{-7} och i den andra 7×10^{-7} olyckor per år och kilometer med transport av farligt gods. En skillnad mellan dessa metoder och VTI-modellen är att de inte tar hänsyn till skillnader i frekvens av olyckor beroende på hastighetsgräns, vägtyp eller typ av olyckor. VTI-modellen gör exempelvis skillnad på singelolyckor och kollisionsolyckor mellan flera fordon. Exakt vilken påverkan detta får på resultatet är svårt att uttala sig om. Ingen av de riskbedömningar som använder sig av alternativa modeller diskuterar eventuella begränsningar i det statistiska underlag som används.

I den tredje riskbedömningen beräknas frekvensen för en olycka utifrån Trafikverkets handbok *Effektsamband för transportsystemet* som gavs ut år 2015. Ur denna används ett schablonvärde för sannolikheten att en personskadeolycka inträffar per miljon fordonskilometer och år. I riskbedömningen görs antagandet att detta motsvarar singelolyckor. Därför räknas frekvensen upp med 40 % vilket motsvarar olyckor med fler än två fordon inblandade vilket baseras på rapporten *Farligt gods – Riskbedömning vid transport*. Frekvensen beräknas till $1,2 \times 10^{-7}$ olyckor per år och kilometer med transport av farligt gods. Vid användning av denna modell förs ingen diskussion avseende definitionen av personskadeolycka och om det nödvändigtvis innebär att endast ett fordon är inblandat.

5.2.1.3 Resultat

Samtliga riskbedömningar och RIKTSAM analyserar hur en trafikolycka kan leda till en slutkonsekvens. Endast en riskbedömning tar hänsyn till olyckor av annan orsak än trafikolycka vilket beskrivs närmare i Avsnitt 5.2.2.1. 11 riskbedömningar och RIKTSAM använde sig av VTI-modellen och 3 använde sig av alternativa metoder.

Vid beräkning av frekvensen för olyckor vid transport av farligt gods används olika tillvägagångssätt för att ange andelen farligt gods som transporteras på vägarna. Två huvudsakliga tillvägagångssätt har identifierats:

- Procentuell andel, baserad på nationell statistik eller antaganden, av den tunga trafiken på vägsträckan
- Specifik statistik över mängd eller antal transporter av farligt gods som transporteras på vägarna

Vid användning av procentuell andel återges sällan det värde som ansätts utan antalet farligt godstransporter presenteras direkt. Detta gör det dels svårt att jämföra olika antaganden och vad dessa baseras på. De tre riskbedömningar som anger andelen av den tunga trafiken använder värden mellan 2-3 %.

Vid användning av specifik statistik saknas ofta resonemang avseende hur statistiken har använts för att beräkna andelen transporter av farligt gods. I många fall utgörs statistiken över transporterade mängder vilket innebär att en mängd per transport måste ansättas för att beräkna antalet transporter.

Den andel farligt gods som används i de olika riskbedömningarna utgörs av punktskattningar i samtliga fall. Resultatet presenteras i Tabell 4.

Tabell 4, Andel farligt gods av det totala antalet fordon som används i de olika riskbedömningarna.

	Stockholms län	Västra götalands län	Skåne län
Andel farligt gods	0,2 – 0,3 %	0,2 – 0,4 %	0,015 – 0,3 %

Eftersom skillnaderna till stor del beror på hur mycket tung trafik som går på vägsträckan alternativt skillnader i den specifika statistiken är det svårt att göra direkta jämförelser av resultatet. I Stockholms län studerar samtliga riskbedömningar olika delar av E 18 vilket gör dessa värden mer jämförbara. Trots att de olika tillvägagångssätten används är skillnaderna relativt sett små, beräknade frekvens av olycka varierar som mest med en faktor 1,5.

För att kunna beräkna frekvens av en olycka med respektive ämnesklass anges en sannolikhetsfördelning av transporter med de olika ämnesklasserna. Olika typer av statistik används för att ange denna sannolikhetsfördelning:

- 7 riskbedömningar använder nationell statistik
- 6 riskbedömningar använder specifik statistik
- 1 riskbedömning anger inte sannolikhetsfördelning för ämnesklasserna.

Nationell statistik baseras på farligt godstransporter i hela landet medan specifik statistik avser transporter baserade på den aktuella vägen.

Nedan anges ett intervall av den andel som respektive ämnesklass utgör i riskbedömningarna. Andelarna är även korrekterade för hur stor andel av respektive ämnesklass som anses kunna leda till en slutkonsekvens. Endast ämnesklass 1,2,3,5, 6 och 8 redovisas i resultaten då dessa ämnesklasser är vanligast förekommande i riskbedömningarna. För fördelning över resterande ämnesklasser hänvisas till Tabell A - 3 i Bilaga A.

Tabell 5, Sannolikhetsfördelning av ämnesklasser. Uppdelat efter ämnesklass och nationell eller specifik statistik

Ämnesklass	Stockholms län		Västra Götalands län		Skåne län	
	Nationell (2 st) [%]	Specifik (3 st) [%]	Nationell (3st) [%]	Specifik (1 st) [%]	Nationell (2 st) [%]	Specifik (2 st) [%]
1	0,9 & 1,1	0,04 – 1,5	0,02 – 1,1	0,1	0,1 & 1,1	0* & 0,8
2.1	0,9 & 18,5	3 – 4,2	1,8 – 11,9	2,8	6 & 11,9	1,3 & 2,5
2.3	0,3 & 1	0* - 0,1	0,01 – 0,1	0,04	0,08 & 6	2,5 & 6,8
3	62,9 & 76,9	20,7 – 43,5	54 – 72,7	51	72,7 & 76,9	35,3 & 63,5
4	-	0,3	-	-	-	-
5	3,2	0,5 – 3	1,2 – 3,5	0,8	1,2 & 3,5	1,1
6	0,6	0,5	-	-	-	0,5 & 8
8	-	29,7	-	-	-	21 & 24,6

*Riskbedömning som anser att andelen av ämnesklassen är låg och därför inte behandlar dessa vidare i riskbedömningen

Ämnesklass 3 är den mest transporterade i samtliga riskbedömningar. Ämnesklass 2 och 8 utgör också stora andelar. Skillnaderna för ämnesklass 1 beror ofta på olika åsikter avseende hur stor andel av ämnesklassen som kan leda till explosion. I vissa fall görs antagandet att 10 % av ämnesklass 1 leder till explosion medan vissa hävdar att samtliga ämnen i ämnesklass 1 leder till explosion.

Riskbedömningarna i Stockholms län görs på E 18, de som använder nationell statistik gör detta trots att specifik statistik har funnits tillgänglig.

Samtliga riskbedömning förutom en angav indata till frekvensberäkningar för bashändelsen. Överlag var det tydliga resonemang och god källhänvisning när frekvensen för bashändelsen beräknades.

Diskussion av resultat

Samtliga riskbedömningar studerar trafikolyckor och det tas ingen hänsyn till om olyckor kan ske till följd av defekt vara alternativt fel på fordon vilket kan innebära en underskattning av olycksfrekvensen. En stor del av riskbedömningarna använder sig av VTI-modellen vilket ger en god enhetlighet. Trots användning av olika tillvägagångssätt för att uppskatta andelen farligt gods observeras liten variation mellan de riskbedömningar som studerar samma vägar. Då en klar majoritet av riskbedömningarna använder VTI-modellen är det viktigt att denna är representativ för de förhållanden som råder idag. Vid användning av alternativa modeller bör osäkerheter i dessa tydligare belysas i riskbedömningarna då frekvensen för olyckor ger stor påverkan på resultatet.

Det är i vissa fall stora skillnader i fördelningen mellan de olika ämnesklasserna. En förklaring är att specifik och nationell statistik ger olika resultat vilket visar på att specifik statistik bör användas för att resultatet ska bli representativt för den vägsträcka som studeras. Skillnaderna vid användning av nationell statistik kan förklaras av olika källor används, exempelvis MSB, SCB och TRAFKA och att statistiken kommer från olika årtal. En stor orsak till skillnaderna är antaganden avseende hur stor andel av ämnesklasserna som anses kunna leda till en slutkonsekvens samt hur transporterade mängder räknas om till ett visst antal transporter.

De största observerade skillnaderna observeras för ämnesklass 1, 2.1 och 2.3. Både avseende de som använder nationell statistik samt de som använder specifik statistik för samma vägar, vilket därför ger särskilt stor påverkan på frekvensen av slutkonsekvenser till följd av olyckor med dessa.

5.2.2 Händelseträdsanalys

I samtliga riskbedömningar har en händelseträdsanalys använts för att beräkna sannolikheten av olika slutkonsekvenser givet att en olycka har inträffat. Nedan återges en generell klassificering av kvalitetsaspekter avseende resonemang och antaganden vid händelseträdsanalysen:

- I 10 av riskbedömningarna finns en illustration av händelseträd och sannolikheter samt resonemang avseende händelseförlopp i fritext. Detta har inneburit att det relativt snabbt går att få en uppfattning om hur frekvensberäkningarna är genomförda samt att det underlättar kontroll av det resultat som presenteras.
- I 3 av riskbedömningarna finns en illustration av principiella händelseträd och tillhörande resonemang avseende händelseförlopp och ingående sannolikheter. Detta har inneburit att händelseförloppet inte återges i sin helhet i händelseträden utan information om indata och antaganden återges i löpande text.
- I 1 av riskbedömningarna återges endast resonemang i fritext vilket gör det svårare än för ovanstående kategorier att få en uppfattning om händelseförlopp samt indata och antaganden. Eftersom det är många händelseförlopp som återges är det svårare att kontrollera resultatet jämfört med ovanstående kategorier.

I RIKTSAM återges tabellerade värden av sannolikheter för olika slutkonsekvenser.

Händelseträdsanalysen har tillämpats givet att en olycka med en specifik ämnesklass har inträffat. På grund av detta återges resultaten uppdelat efter respektive ämnesklass i avsnitten nedan.

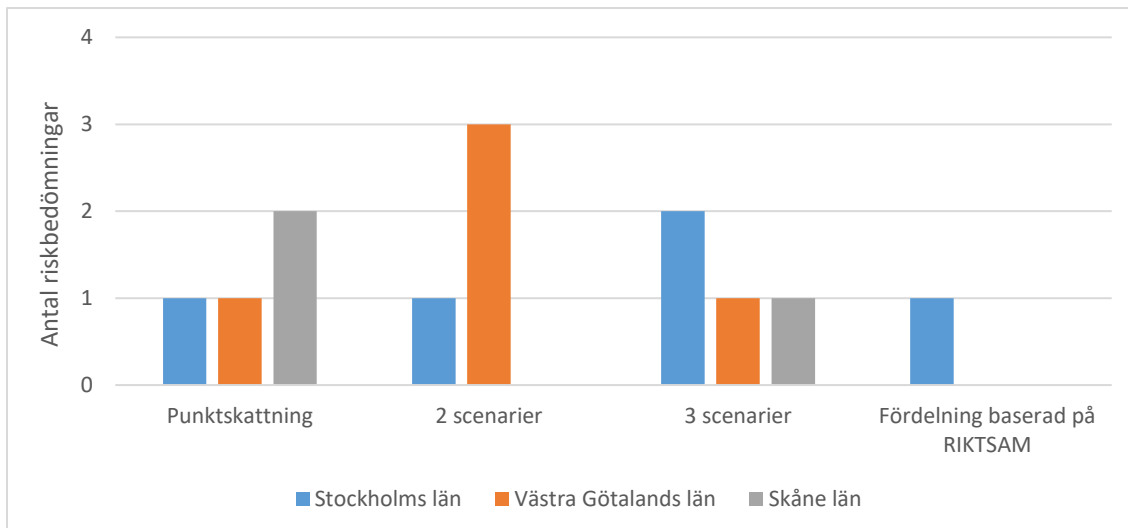
5.2.2.1 Ämnesklass 1

13 riskbedömningar och RIKTSAM har studerat olyckor med ämnesklass 1. Av dessa har samtliga studerat slutkonsekvensen explosion. I 12 riskbedömningarna framgår nedanstående skadehändelser:

- Antändning av fordon och efterföljande spridning av brand till last
alternativt
- Stötinitiering (en riskbedömning som inte studerar stötinitiering)

I RIKTSAM anges endast att explosion sker till följd av ”våldet av en olycka” (Länsstyrelsen i Skåne län, 2007) med hänvisning till externa källor. En annan riskbedömning baserar sannolikhetsuppskattningen på RIKTSAM. Endast i en riskbedömning studeras skadehändelser av annan orsak än trafikolycka, denna utgörs av fordonsbrand.

Uppdelning av slutkonsekvensen varierar. Nedan återges i vilken omfattning som slutkonsekvensen har delats upp efter olika mängd explosiv vara som deltar i explosionen, se Figur 9.



Figur 9. Uppdelning av slutkonsekvens för ämnesklass 1.

Vid uppdelning med två scenarier ansätts litet och stort scenario medan det för tre scenarier utgörs av litet, mellan och stort. En riskbedömning i Stockholms län använder en kumulativ sannolikhetsfördelning av konsekvensavstånd som återges i RIKTSAM, vilket beskrivs närmare i Avsnitt 5.4.

Ingen av riskbedömningarna anger att sannolikheten för de ingående skadehändelserna beror på förhållanden vid den aktuella vägsträckan eller typ av olycka. Därför görs en jämförelse av sannolikheten för att en explosion sker givet olycka med ämnesklass 1. För att kunna jämföra resultatet vid olika uppdelning av explosionslast återges även en förväntad explosionslast, se Tabell 6.

Tabell 6. Sammanställning av sannolikhet för explosion vid olycka med ämnesklass 1 samt förväntad explosionslast.

Konsultbolag	Förväntad explosionslast [ton]	Sannolikhet för explosion [%]
1 (3 st)	0,4	0,3
2	Fördelning baserad på RIKTSAM	0,3
3	0,4	0,02
4	16	0,6
5	1,65	1,0
6	0,3	0,7
7	1,9	0,06
8	0,3	1,3
9	15	9
10	RIKTSAM	10
11	Ej beräknad	Ej beräknad
12	15	1,5
RIKTSAM	12,5 ton (Likformig fördelning 10-15 ton)	10
Sammanställning	0,3 – 16	0,02 – 10

En skillnad som kan ge stor påverkan på resultatet beror av de riskbedömningar som gör en punktskattning av sannolikheten eftersom de då antar att alla olyckor sker med en stor mängd trotyl (TNT), vilket är ett konservativt antagande.

I samtliga fall framgår tydliga resonemang avseende hur en olycka leder till explosion. Antaganden och resonemang avseende sannolikheter för skadehändelser är tydliga men det saknas ofta hänvisning till litteratur för de värden som används.

Diskussion av resultat

En stor orsak till skillnader i resultatet avseende sannolikhet för explosion givet olycka beror på användning av index för farligt godsolycka. De riskbedömningar som använder index för farligt godsolycka antar att ett läckage av ämnesklass 1 måste ske för att en explosion ska kunna inträffa. Vilket innebär att sannolikheten kraftigt underskattas. Övriga skillnader beror främst på olika antaganden av sannolikheter för de skadehändelser som leder till explosion vilket främst beror på att vissa riskbedömningar gör rena antaganden medan andra baserar sina ansatta sannolikheter på vetenskaplig litteratur.

Uppdelningen av slutkonsekvensen varierar och baseras sällan på källhänvisningar utan snarare godtyckliga antaganden och resonemang vilket leder till stora skillnader mellan riskbedömningarna. Ett undantag är att samtliga motiverar 16 tons lastmängd utifrån att det är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras enligt regelverket ADR-S.

5.2.2.2 Ämnesklass 2

För ämnesklass 2 utgörs den initiala skadehändelsen i samtliga riskbedömningar av att ett läckage sker. I 14 (13 för ämnesklass 2.3) riskbedömningar och i RIKTSAM, anges de värden som används.

- 11 riskbedömningar (10 för ämnesklass 2.3) och RIKTSAM, använder index för farligt godsolycka. I 10 av dessa reduceras sannolikheten med 1/30. I en riskbedömning kombineras användning av index med sannolikhet för läckage från Göteborgs översiktsplan som är 0,01, vilket innebär att sannolikheten för läckage anges två gånger.
- 1 av riskbedömningarna har utgått från underlag från holländska riktlinjer. Vilket är baserat på en motorväg med hastighetsbegränsningen 90 km/h. För kondenserade gaser är detta värde 0,043 det kan jämföras med motsvarande värde från VTI som är $0,28 \cdot 1/30 = 0,009$.
- 2 riskbedömningar använder ett generellt värde för läckage som är hämtat från översiktsplanen i Göteborg. Detta är 0,01.

Nedan återges resultatet av jämförelsestudien uppdelat efter ämnesklass 2.1 respektive 2.3.

Ämnesklass 2.1

I 13 riskbedömningar framgår nedanstående skadehändelser vid olycka med ämnesklass 2.1:

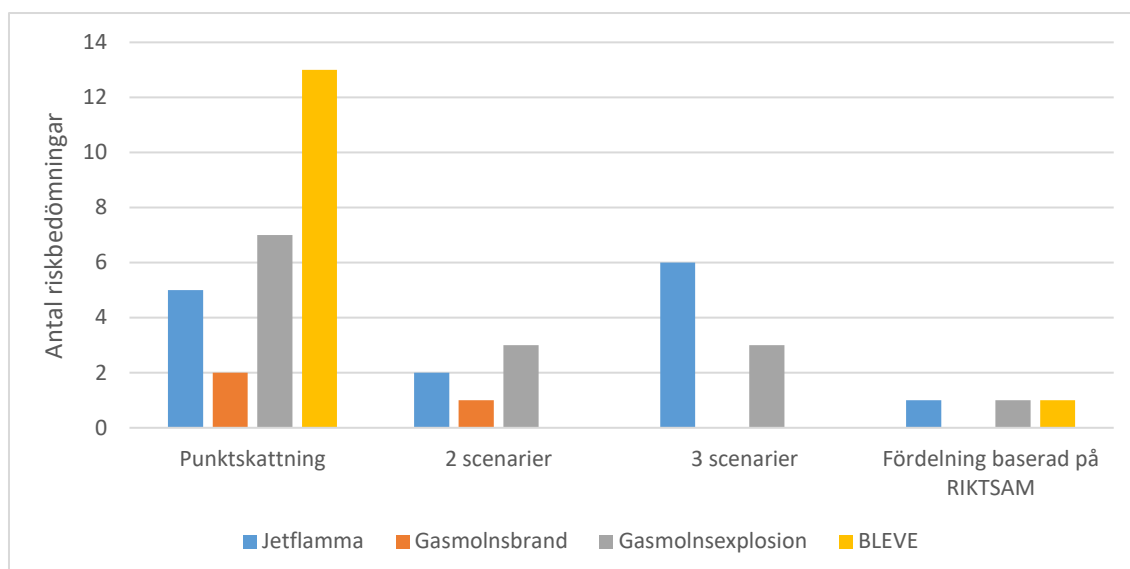
1. Kontinuerligt utsläpp
2. Omedelbar antändning som leder till jetflamma
3. *Alternativt* fördröjd antändning som leder till gasmolnexplosion eller -brand

I RIKTSAM och en riskbedömning som studerar RIKTSAM ansätts sannolikheter för de olika slutkonsekvenserna.

Skadehändelserna för BLEVE är de som varierar mest och dessa sammanställs därför nedan:

- BLEVE antas i 11 fall ske då en jetflamma riktas mot tanken. I 2 av dessa fall anses även gasmolnexplosion eller gasmolnsbrand kunna leda till BLEVE och i 1 av dessa även till följd av fordonbrand.
- I 3 riskbedömningar och RIKTSAM anges endast en sannolikhet för att BLEVE ska ske

Nedan återges i vilken grad de olika slutkonsekvenserna har delats upp, se Figur 10. Någon skillnad mellan länen har inte observerats och återges därför inte.



Figur 10. Uppdelning av slutkonsekvenser med avseende på källstyrka eller lastmängd för ämnesklass 2.1.

Vid uppdelning med två scenarier ansätts litet och stort scenario medan det för tre scenarier utgörs av litet, mellan och stort. En riskbedömning i Stockholms län använder en kumulativ sannolikhet av konsekvensavstånd som återges i RIKTSAM, vilket beskrivs närmare i Avsnitt 5.4.

I Tabell 7, 8 och 9 återges sannolikheten för respektive slutkonsekvens givet att läckage har skett. En förväntad last alternativt källstyrka återges för att kunna jämföra olika antaganden vid uppdelning av slutkonsekvensen.

Tabell 7. Sammanställning av sannolikhet för BLEVE samt förväntad last.

Konsultbolag	Förväntad last [ton]	Sannolikhet för BLEVE givet läckage [%]
1 (3 st)	25	0,1
2	Fördelning baserad på RIKTSAM	0,2
3	20	0,09
4	Ej angiven punktskattning	8,5
5	25	1,8
6	Ej angiven punktskattning	0,3
7	25	0,13
8	Ej angiven punktskattning	1,0
9	15	0,2
10	RIKTSAM	1
11	RIKTSAM	0,8
12	23	0,2
RIKTSAM	15 – 25 (Ej angiven fördelning)	1
Sammanställning	15 – 25	0,09 – 8,5

Tabell 8. Sammanställning av sannolikhet för jetflamma samt förväntad källstyrka.

Konsultbolag	Förväntad källstyrka	Sannolikhet för jetflamma givet läckage [%]
1 (3 st)	3,2 kg/s	12,9
2	Fördelning baserad på RIKTSAM	14,9
3	3,2 kg/s	9,3
4	50 mm	16,2
5	3,2 kg/s	10,0
6	51 mm	13,0
7	34 mm	12,4
8	50 mm	19,0
9	Ej angiven punktskattning	30,0
10	RIKTSAM	19,3
11	RIKTSAM	24,0
12	57,5 mm	20,0
RIKTSAM	63,4 kg/s	19,3
Sammanställning	3,2 - 63,4 kg/s 34 - 57,5 mm	9,3 - 30,0

Tabell 9. Sammanställning av sannolikhet för gasmolnsexplosion och -brand samt förväntad källstyrka.

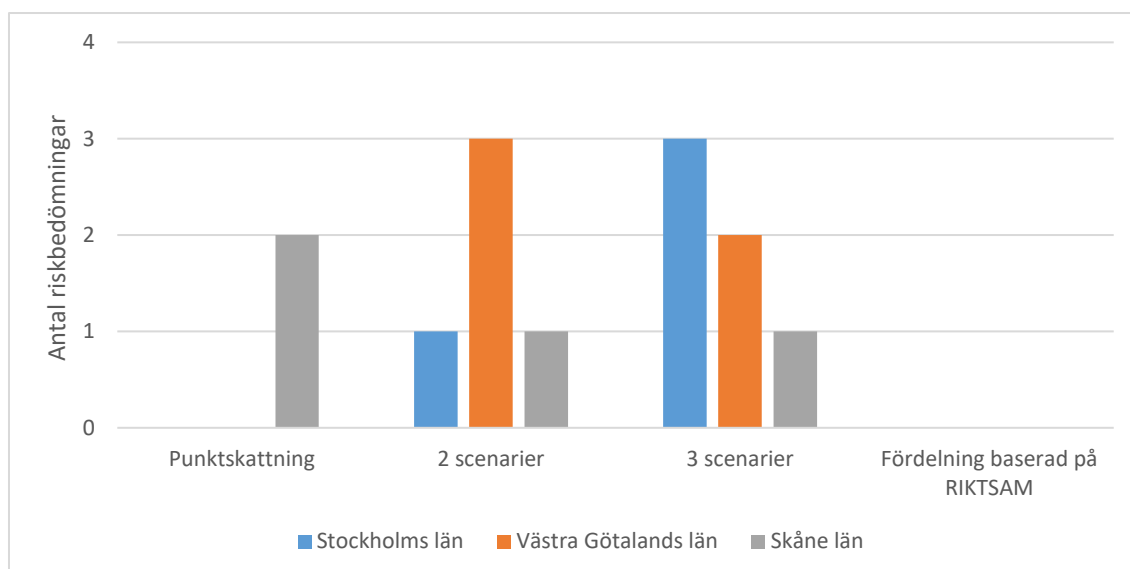
Konsultbolag	Förväntad källstyrka	Sannolikhet för gasmolnsexplosion och -brand givet läckage [%]
1 (3 st)	17,9 kg/s	57,9
2	Fördelning baserad på RIKTSAM	65,0
3	3,2 kg/s	9,0
4	50 mm	Gasmolnsexplosion: 2,6 Gasmolnsbrand: 1,5
5	3,2 kg/s	50,0
6	51 mm	15,7
7	34 mm	59,0
8	50 mm	Gasmolnsexplosion: 40 Gasmolnsbrand: 10
9	Ej angiven punktskattning	Gasmolnsexplosion: 19,6 Gasmolnsbrand: 24,5
10	RIKTSAM	50,0
11	RIKTSAM	55,2
12	57,5 mm	49,0
RIKTSAM	63,4 kg/s	50,3
Sammanställning	3,2 - 63,4 kg/s 34 - 57,5 mm	4,1 - 65,0

Skillnaderna i resultaten utgörs främst av antagna sannolikheter för antändning. Denna variation är som störst för gasmolnsexplosioner och BLEVE. Avseende BLEVE kan skillnaderna även härledas från de olika skadehändelser som anses leda till BLEVE samt olika uppskattningar av sannolikheter för dessa. Exempelvis sannolikhet för att jetflamma riktas mot tank. Olika antaganden av källstyrkan vid gasmolnsexplosion och -brand leder till stora skillnader vilket beror på att vissa gör en punktskattning av en hög källstyrka medan andra delar upp källstyrkan.

I samtliga riskbedömningar framgår tydliga resonemang avseende vilka skadehändelser som leder till de olika slutkonsekvenserna. Det anges överlag hänvisningar till vetenskaplig litteratur för de ansatta sannolikheterna. De skadehändelser och sannolikheter som ansatts för BLEVE baseras endast i ett fåtal fall på vetenskaplig litteratur.

Ämnesklass 2.3

Avseende ämnesklass 2.3 studeras spridning av giftigt gasmoln och samtliga riskbedömningar förutsätter att ett kontinuerligt utsläpp sker. Nedan återges i vilken grad slutkonsekvensen giftigt gasmoln har delats upp, se Figur 11.



Figur 11. Uppdelning av slutkonsekvensen giftigt gasmoln med avseende på källstyrka för ämnesklass 2.3.

Vid uppdelning med två scenarier ansätts litet och stort scenario medan det för tre scenarier utgörs av litet, mellan och stort. I RIKTSAM görs en punktskattning av frekvensen medan konsekvensen istället anges som en kumulativ fördelning av olika utbredning vilket behandlas i Avsnitt 5.4.3. Nedan anges sannolikhetsfördelningen för olika källstyrkor vid giftigt gasmoln.

I Tabell 10 återges förväntad källstyrka vid giftigt gasmoln. Skillnader i sannolikhet beror endast på de olika antaganden som görs för läckage vilket återges i inledningen av detta avsnitt.

Tabell 10. Förväntad källstyrka för giftigt gasmoln.

Konsultbolag	Förväntad källstyrka	Sannolikhet för läckage
1 (3 st)	3,2 kg/s	Farligt godsindex * (1/30)
2	Ej beräknad	Farligt godsindex * (1/30)
3	3,2 kg/s	Holländska riktlinjer
4	50 mm	Farligt godsindex * (1/30)
5	3,2 kg/s	Farligt godsindex * (1/30)
6	19,68 kg/s	Göteborgs översiktsplan
7	30 mm	Farligt godsindex
8	Ej angiven	Farligt godsindex * (1/30)
9	25 mm	Göteborgs översiktsplan
10	RIKTSAM	Farligt godsindex * (1/30)
11	RIKTSAM	Farligt godsindex * (1/30)
12	57,5 mm	Farligt godsindex * sannolikhet för hål
RIKTSAM	63,4 kg/s	Farligt godsindex * (1/30)
Sammanställning	3,2 - 63,4 kg/s 25 - 57,5 mm	

Skillnaderna avseende sannolikhet för giftigt gasmoln beror bara endast på beräkningen av sannolikhet för läckage. Resonemang avseende hur slutkonsekvensen delas upp framgår tydligt i riskbedömningarna men en stor del av riskbedömningarna saknar hänvisning till vetenskaplig litteratur för de källstyrkor som används.

Diskussion av resultat

En majoritet av riskbedömningarna använder index för farligt godsolycka för att beräkna sannolikheten för läckage vilket ger en god enhetlighet mellan riskbedömningarna. Den största skillnaden som har observerats utgörs av den riskbedömning som inte har reducerat sannolikheten med 1/30 enligt rapporten *Farligt gods – Riskbedömning vid transport*. Den skillnad som har identifierats

mellan länen är de två riskbedömningarna i Västra Götalands län som har använt ett generellt värde för läckage från översiktsplanen i Göteborg. Skillnader i tillvägagångssätt och antagna sannolikheter för läckage kan leda till stor påverkan på resultatet då det påverkar sannolikheten för slutkonsekvenser vid olyckor med både ämnesklass 2.1 och 2.3.

Uppdelningen av källstyrka varierar men fem riskbedömningar använder värden från rapporten *Farligt gods: Riskbedömning vid transport*. Uppdelningen innebär att sannolikheten för litet utsläpp är 62,5 % (0,09 kg/s), 20,8 % (0,9 kg/s) för mellan och stort 16,7 % (17,9 kg/s). I många fall görs rena antaganden av källstyrkan, vilket leder till skillnader mellan riskbedömningarna. Dessa antaganden påverkar sannolikhetsberäkningen för olyckor med både ämnesklass 2.1 och 2.3.

Ämnesklass 2.1

Sannolikheten för gasmolnsexplosion och -brand samt BLEVE varierar mest vilket kan leda till stora skillnader vid riskberäkningarna. En slutkonsekvens som aldrig delas upp, förutom i RIKTSAM, är BLEVE. En anledning till detta kan vara att tryckkondenserad gas alltid fraktas i tankar med omkring 20-25 ton.

Ämnesklass 2.3

Skillnader i sannolikhet för giftigt gasmoln beror endast av sannolikhetsfördelningen av olika källstyrkor. Det innebär att variationen i hur källstyrkan delas upp leder till stora skillnader vid riskberäkningar i de olika riskbedömningarna.

5.2.2.3 Ämnesklass 3

I samtliga riskbedömningar framgår nedanstående skadehändelser:

1. Läckage
2. Antändning som leder till pölbrand

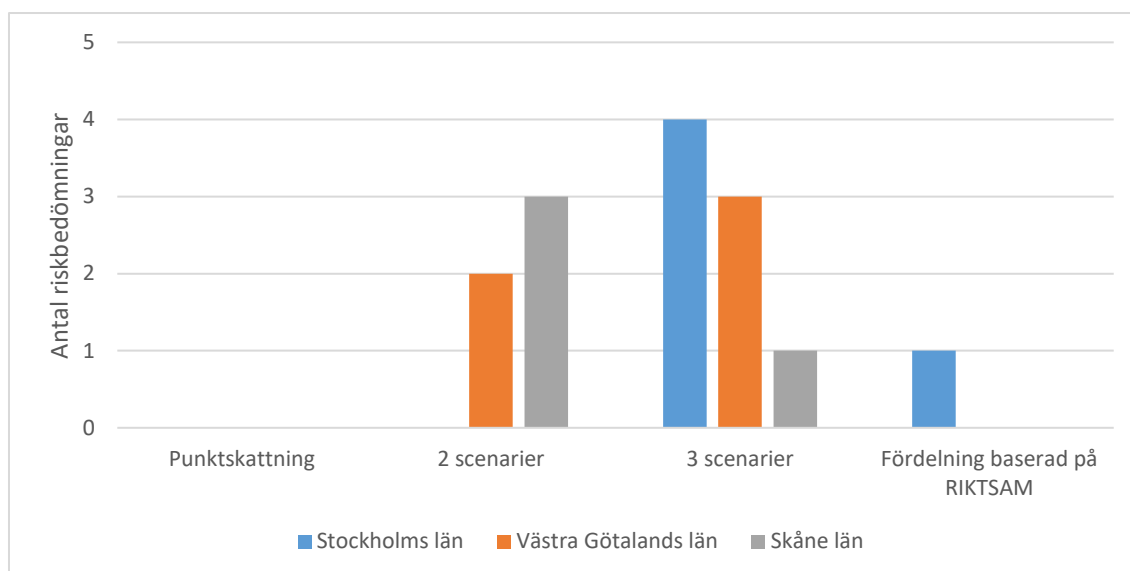
Nedan anges skillnader i hur sannolikheten för läckage beräknas:

- I 12 riskbedömningar och RIKTSAM används index för farligt godsolycka. 11 av dessa utgörs av samma riskbedömningar som för ämnesklass 2. Samma riskbedömning som angav sannolikheten för läckage två gånger för ämnesklass 2 gör det även för ämnesklass 3 och anger ytterligare en sannolikhet för läckage vilket är 0,22.
- 1 av riskbedömningarna har utgått från underlag från holländska riktlinjer vilket är baserat på en motorväg med hastighetsbegränsningen 90 km/h. För vätskor är detta värde 0,089 det kan jämföras med motsvarande värde från VTI som är 0,28.
- 1 av riskbedömningarna antar att sannolikheten för utsläpp är 0,04. Jämfört med VTI som skulle vara 0,28 på en motsvarande väg.

Nedan identifieras slutkonsekvenser och skadehändelser som inte har observerats i samtliga riskbedömningar.

- I 4 riskbedömningar studeras även slutkonsekvensen fordonsbrand. I samtliga fall likställs fordonsbranden med en stor pölbrand. 3 av dessa riskbedömningar kommer från samma företag men i de tre olika länen.
- I 1 riskbedömning studeras avdunstning och fördröjd antändning som leder till gasmolnsbrand.
- I RIKTSAM samt 2 riskbedömningar som baseras på RIKTSAM studeras även giftigt gasmoln till följd av avdunstning.

I Figur 12 återges hur slutkonsekvensen har delats upp med avseende på pölens storlek.



Figur 12. Uppdelning av pölbrand med avseende på pölens storlek för ämnesklass 3.

I Tabell 11 anges en sammanställning av sannolikhet för pölbrand, giftigt gasmoln och gasmolnsbrand. I de fall som fordonsbrand ingår i riskbedömningarna anges värden med och utan fordonsbrand inräknat.

Tabell 11. Sammanställning av sannolikhet för olika slutkonsekvenser vid olycka med ämnesklass 3 samt förväntad pölstorlek.

Konsultbolag	Pölbrand		Giftigt gasmoln	Gasmolnsbrand
	Förväntad pölstorlek [m ²]	Sannolikhet givet läckage [%]	Sannolikhet givet läckage [%]	Sannolikhet givet läckage [%]
1 (3 st)	270 (263 med endast pölbrand)	3,5 (3,3 med endast pölbrand)	-	-
2	Fördelning baserad på RIKTSAM	3	-	-
3	47	1,5	-	-
4	270	13	-	-
5	297 (263 med endast pölbrand)	2,7 (2 med endast pölbrand)	-	-
6	146	3,3	-	-
7	250	3	-	0,125 (anger ej avdunstningshastighet)
8	125	6,7	-	-
9	145	3,3	-	-
10	RIKTSAM	1,5	9,4	-
		1,5		
11	RIKTSAM	1,5	9,4	-
		1,5		
12	225	3	-	-
RIKTSAM	Direkt antändning	1,5	9,4 (anger ej avdunstningshastighet)	-
	Fördröjd antändning	1,5		
Sammanställning	47 - 297	1,5 - 13	9,4	0,125

Den riskbedömning som studerar gasmolnsbrand beräknar en låg sannolikhet och konsekvensavståndet är cirka 20 meter. Slutkonsekvensen får därför låg påverkan på resultatet och studeras inte vidare. En majoritet av sannolikheterna för pölbrand ligger kring 3 %. Sannolikheten för olika pölstorlekar varierar och baseras ofta på rena antaganden som varken underbyggs av resonemang eller hänvisning till vetenskaplig litteratur. Den största skillnaden utgörs av om giftigt gasmoln studeras eller inte då sannolikheten för ett giftigt gasmoln är cirka tre gånger högre än för pölbrand.

Diskussion av resultat

En majoritet av riskbedömningarna använder index för farligt godsolycka. De två riskbedömningar som använder andra värden för läckage samt den riskbedömning som dubbelräknar sannolikheten får betydligt lägre värden vid frekvensberäkningen.

Sannolikheten för att pölbrand ska ske givet läckage är den som varierar minst av samtliga slutkonsekvenser. Skillnader i uppdelning av slutkonsekvenserna kan härledas från olika antaganden avseende sannolikheten för att en viss mängd ska läcka ut och sedan antändas. I de 4 riskbedömningar som tar hänsyn till fordonsbrand observeras endast små skillnader i resultatet då sannolikheten är förhållandevis låg jämfört med sannolikheten för pölbrand.

Enligt beräkningsunderlaget i RIKTSAM är sannolikheten för giftigt gasmoln ungefär tre gånger större än den totala sannolikheten för pölbrand givet att en olycka med ämnesklass 3 sker. Vilket kan ställas i relation till att många riskbedömningar inte studerar giftigt gasmoln för ämnesklass 3.

5.2.2.4 Ämnesklass 4

En riskbedömning har tagit hänsyn till ämnesklass 4 och att en kraftig brand uppstår. Sannolikheten för detta scenario är 0,4 % givet att en olycka sker.

5.2.2.5 Ämnesklass 5

Ämnesklass 5 kan likt beskrivet i Avsnitt 2.2 delas upp i undergrupperna 5.1 och 5.2. Endast ett fåtal riskbedömningar specificerar vilken av undergrupperna som studeras. Resultatet presenteras därför gemensamt för hela ämnesklassen.

För ämnesklass 5 har samtliga 11 riskbedömningar som studerat ämnesklassen använt nedanstående skadehändelser:

1. Läckage eller utsläpp
2. Blandning med organiskt ämne
3. Antändning som leder till explosion

Ansatta värden för läckage skiljer sig mellan riskbedömningarna och återges nedan:

- I 5 riskbedömningar används index för farligt godsolycka. I ett av dessa fall antas transport ske med tjockväggig tank vilket innebär en reduktion av sannolikheten med 1/30. Samma riskbedömning som angav sannolikheten för läckage två gånger för ämnesklass 2 och 3 gör det även för ämnesklass 5 och anger ytterligare en sannolikhet för läckage vilken är 0,1.
- I 4 fall görs antagandet att godset transporteras i säckar och sannolikheten för att ämnet ska släppas ut från dessa är 0,1.
- I 1 riskbedömning ansätts sannolikheten enligt holländska riktlinjer till 0,089.
- I 1 fall antas sannolikheten för läckage vara 0,04.

I 6 stycken fall tas hänsyn till brand. Nedan återges skadehändelser för slutkonsekvenserna som skiljer sig mellan riskbedömningarna:

Explosion:

- I fyra fall görs antagandet att det inte sker en blandning men att ämnet antänds och sprider sig till lasten alternativt att det inte sker ett läckage men att fordonet antänds och att branden på så sätt sprider sig till lasten.
- I ett fall görs även antagandet att explosion sker på grund av stötinitiering.

Brand:

- Brand förutsätts ske givet att ämnet inte blandas med ett organiskt material och antänds alternativt att en fordonsbrand sprider sig till lasten men att det inte sker kritisk påverkan som leder till explosion.

I Tabell 12 nedan presenteras en sammanställning av sannolikhet för explosion och brand med ämnesklass 5.

Tabell 12. Sammanställning av sannolikhet för slutkonsekvenser med ämnesklass 5.

Konsultbolag	Explosion		Brand	
	Motsvarar TNT-last [ton]	Sannolikhet [%]	Motsvarar pölbrand [m ²]	Sannolikhet [%]
1 (3 st)	4,1	0,5	400	1,9
2	RIKTSAM	5,3	RIKTSAM	10,6
3	-	-	-	-
4	11	8,0	-	-
5	5	1,7	-	-
6	0,02	0,6	150	5,4
7	3	0,25	400	2,25
8	3	1,5	-	-
9	0,1 (propan) Appoximerar som gasmolnsexplosion	5	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	3	7,5	-	-
RIKTSAM	-	-	-	-
Sammanställning	0,02 – 11,1	0,25 – 8	150 – 400	1,9 – 10,6

Antalet skadehändelser och kombinationer av skadehändelser är stort jämfört med slutkonsekvenser för andra ämnesklasser. Samtidigt utgörs många sannolikheter för skadehändelserna av rena exempelvis avseende utsläpp och blandning med organiskt ämne samt spridning till last. Detta kan förklara skillnaderna i resultatet.

Diskussion av resultat

Den ansatta sannolikheten för läckage skiljer sig mellan riskbedömningarna. I vissa fall anses ämnen transporteras i flytande form och i andra i fast form. Detta gör skillnad i om index för farligt godsolycka används eller inte. Indexet tillämpas endast på de riskbedömningar som hävdar att ämnesklass 5 transporteras flytande. I många fall är det otydligt om det är ämnesklass 5.1, 5.2 eller båda två som ger upphov till en viss slutkonsekvens.

Händelseträden för ämnesklass 5 är de mest komplexa och många olika sannolikheter måste uppskattas. Detta är därför en av orsakerna till den stora variation som har observerats. Händelseträdet för brand är inte lika komplext och detta innebär ett mer liknande resultat.

5.2.2.6 Ämnesklass 6

Tre riskbedömningar och RIKTSAM studerar ämnesklass 6. Skadehändelserna utgörs av nedanstående i samtliga fall:

1. Läckage
2. Flytande ämne

I samtliga fall används index för farligt godsolycka.

En riskbedömning tar endast hänsyn till stänk med en sannolikhet på 23 % givet att läckage har inträffat. RIKTSAM och två riskbedömningar som baseras på RIKTSAM studerar giftigt gasmoln. Sannolikheten är 72 % i RIKTSAM och en annan av dessa medan den andra har en sannolikhet på 50 %. Skillnaderna beror enbart på hur stor andel av ämnena som antas vara flytande.

De mest betydande skillnaderna utgörs av de riskbedömningar som studerar giftigt gasmoln då det ger betydligt längre konsekvensavstånd än stänk.

5.2.2.7 Ämnesklass 8

Samma riskbedömningar som studerar ämnesklass 6 studerar även ämnesklass 8. I samtliga fall används index för farligt godsolycka för att uppskatta sannolikheten för läckage. Slutkonsekvensen är i samtliga fall stänk.

5.2.2.8 Justering av frekvens beroende på riktning av slutkonsekvens

Om en slutkonsekvens skulle inträffa är det inte givet att den är riktad mot planområdet. Därför kan det vara lämpligt att justera frekvensen för riktningen på slutkonsekvensen. Hur detta justeras beror till stor del om det ska exploateras på en eller båda sidor av farligt godsleden.

Resultat

Det är endast frekvensen av slutkonsekvenserna jetflamma, gasmolnsexplosion och giftigt gasmoln som justeras då dessa inte alltid kommer vara riktad mot planområdet. Explosion, BLEVE och pölbrand justeras inte, då alla riskbedömningar antar en jämn utbredning. I de riskbedömningar som detaljplaneområdet ligger på båda sidor av vägen bedöms slutkonsekvenserna alltid påverka någon del av området. 10 riskbedömningar hanterar endast exploatering på en sida av farligt godsleden. Resultatet över justering på riktningen av slutkonsekvensen redovisas i Tabell 13. I RIKTSAM anges att exploatering är tänkt på båda sidor av farligt godsleden.

Tabell 13, Justering av riktning på slutkonsekvens vid exploatering

Slutkonsekvens	Ingen/ej angiven justering av riktning	Angiven justering av riktning	Värde på justering av riktning
Jetflamma	5 riskbedömningar	5 riskbedömningar	1 – 100 % (placering av hål)
Gasmolnsexplosion eller -brand	5 riskbedömningar	5 riskbedömningar	31 – 75 % (vindriktning)
Giftigt gasmoln	5 riskbedömningar	5 riskbedömningar	31 – 75 % (vindriktning)

Diskussion av resultat

Riskbedömningarna är överlag dåliga på att ange hur de justerar frekvensen med avseende på riktningen av slutkonsekvenserna vilket gör det svårt att jämföra denna parameter. För gasmolnsexplosion och -brand samt giftigt gasmoln justeras frekvensen beroende på sannolikheten för vindar mot planområdet. Skillnaderna kan förklaras av lokala variationer och planområdets storlek. Jetflammans riktning beror på placeringen av hålet på tanken. Det innebär att de stora skillnaderna inte kan förklaras av lokala variationer utan av olika antaganden. De största skillnaderna på resultatet

utgörs av olika antagande avseende placeringen av hål vid jetflamma. Det skiljer som mest en faktor 100 vilket leder till stora skillnader av den beräknade frekvensen.

5.3 Skadekriterier

I 3 av riskbedömningarna görs hänvisningar till RIKTSAM för samtliga konsekvensberäkningar. Därför anger inte dessa riskbedömningar några skadekriterier. Två av dessa finns i Skåne län och en i Stockholms län. Jämförelsen görs därför av de 11 resterande riskbedömningarna och RIKTSAM. Det har inte observerats några skillnader mellan länen resultatet presenteras därför gemensamt för samtliga riskbedömningar.

5.3.1 Explosion

En explosion kan komma att orsaka direkta skador eller indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av tryckpåverkan på människa, tryckpåverkan på byggnader alternativt värmestrålning. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter eller föremål som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av tryckvågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken (Försvarets forskningsanstalt, 1998).

5.3.1.1 Resultat

Resultaten av skadekriterier för explosion presenteras i Tabell 14. 9 av 11 riskbedömningar anger vilket skadekriterium som används för explosioner. I RIKTSAM anges inte vilket skadekriterium som ansätts.

Tabell 14, Typ av skadekriterier för explosion.

Typ av skadekriterium	Antal riskbedömningar	Punktskattning eller uppdelning av kriterierna
Tryckpåverkan på endast människa	2	Punktskattning
Tryckpåverkan på endast byggnad	1	Punktskattning
Sammanvägning av: Tryckpåverkan människa Sekundära skador Tryckpåverkan byggnad	3 (samma bolag men i de olika länen)	Uppdelning
Separata kriterier: Tryckpåverkan människa Tryckpåverkan byggnad	2	Uppdelning
Separata kriterier: Tryckpåverkan människa Tryckpåverkan och impulstäthet byggnad	1	Uppdelning

Tryckpåverkan på endast människa innebär att endast människor utomhus förväntas dö.

Tryckpåverkan på byggnad innebär att endast människor i eller omkring en byggnad förväntas dö då denna raseras. Vid sammanvägning ansätts kriterier utifrån resonemang avseende de kriterier som anges i tabellen. Separata kriterier innebär att olika kriterier ansätts beroende på om människor befinner sig utomhus eller i en byggnad.

Skadekriterier för byggnadskollaps varierar mellan 20 och 40 kPa. Om en byggnad rasar antas mellan 17 och 50 % omkomma. Skadekriteriet för 100 % dödlighet för en människa utomhus varierar mellan 40 – 350 kPa.

I samtliga riskbedömningar förs ett resonemang om det skadekriterier som används vilket i många fall baseras på hänvisning till vetenskaplig litteratur. Ett resonemang som ofta saknas är hur impulstätheten påverkar människor och byggnader.

Diskussion av resultat

Beroende på att skadekriterierna ansätts utifrån olika typer av skador varierar de värden som används. Trots att de flesta riskbedömningarna utgår från skadekriterier som återges i boken *Vådautsläpp av*

brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, vilken publicerades av Försvarets forskningsanstalt år 1998, görs olika antaganden vilket leder till stor variation.

Skadekriterier till följd av indirekta skador kan vara särskilt svåra att uppskatta. Exempelvis hur många som omkommer då en byggnadsdel kollapsar, då de kastas omkull av tryckvågen eller träffas av splitter eller föremål.

5.3.2 BLEVE

Skadekriterierna som användes i riskbedömningarna är värmestrålning. Enligt Center for Chemical Process Safety (2000) kan däremot en BLEVE i vissa fall även leda till en betydande tryckpåverkan.

5.3.2.1 Resultat

6 av 11 riskbedömningar anger vilka skadekriterier som används. I RIKTSAM beräknas skadekriteriet för strålning utifrån en probitfunktion. Strålningskriteriet för 50 % döda vid exponering under 30 sekunder är ungefär 16,2 kW/m².

2 av riskbedömningar delade upp skadekriterierna och 4 angav skadekriterierna som en punktskattning.

I en riskbedömning är skadekriteriet för 100 % dödlighet 35 kW/m². De som inte anger strålningsnivåer anger skadekriterierna i form av andra och tredje gradens brännskador. I en riskbedömning görs antagandet att samtliga personer dör vid tredje gradens brännskador medan en annan riskbedömning endast anger att 15 % förväntas omkomma vid andra gradens brännskador.

Diskussion av resultat

Det var få riskbedömningar som angav skadekriterierna för BLEVE vilket gör det svårt att uttala sig om resultatet. Enligt de skadekriterier som anges är det stora skillnader avseende ansatta strålningskriterier samt hur många som förväntas dö vid brännskador. Ett antal riskbedömningar använder skadekriterier som anges i beräkningsprogram alternativt beräkningsgången i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* men exakt hur dessa tillämpas anges inte.

5.3.3 Jetflamma

Vid en jetflamma använder riskbedömningarna skadekriterier för värmestrålning. 7 av 10 riskbedömningar anger vilket skadekriterium som används för jetflamma. I RIKTSAM anges inte skadekriteriet för värmestrålning från en jetflamma, endast en beräkningsformel för att beräkna konsekvensavståndet återges.

2 riskbedömningar delade upp skadekriterierna och 5 angav skadekriterierna som en punktskattning.

Skadekriterierna som används i de olika riskbedömningarna varierar mellan 15 och 61 kW/m². De som inte anger strålningsnivåer anger skadekriterierna i form av andra och tredje gradens brännskador. Riskbedömningarna ansätter dessa skadekriterier på samma sätt som för BLEVE.

Diskussion av resultat

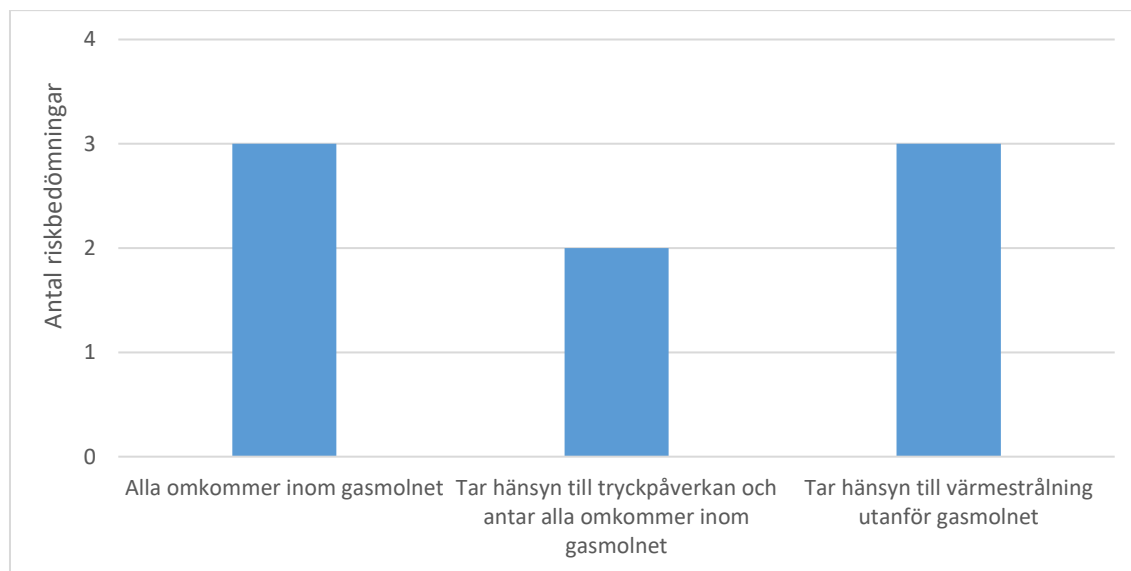
Det var få riskbedömningar som angav skadekriterierna för jetflamma vilket gör det svårt att uttala sig om resultatet. Enligt de skadekriterier som anges är det stora skillnader avseende ansatta strålningskriterier samt hur många som förväntas dö vid brännskador. Ett antal riskbedömningar använder skadekriterier som anges i beräkningsprogram alternativt beräkningsgången i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*. I dessa fall görs endast antaganden avseende hur många som dör vid andra alternativt tredje gradens brännskador. Det framgår inte vilken strålningsnivå som dessa brännskador motsvarar.

5.3.4 Gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion

Vid en gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion utgörs skadekriterierna av värmestrålning eller tryckpåverkan.

5.3.4.1 Resultat

Resultatet för skadekriterierna presenteras i Figur 13. 8 av 11 riskbedömningar anger vilket skadekriterium som används för gasmolnsexplosioner. I RIKTSAM anges inte skadekriteriet för gasmolnsexplosion.



Figur 13, Skadekriterier för gasmolnsexplosion och -brand.

De riskbedömningar som endast tar hänsyn till att alla omkommer inom gasmolnet beräknar molnets utbredning utifrån dess undre brännbarhetsområde. Det genomförs inga beräkningar av den strålning eller det tryck som uppstår då molnet antänds.

2 riskbedömningar delade upp skadekriterierna och 6 angav skadekriterierna som en punktskattning

Skadekriterierna i form av värmestrålning anges endast i andra och tredje gradens brännskada och är samma som för jetflamma och BLEVE.

Diskussion av resultat

Skadekriterierna för gasmolnsexplosion och -brand skiljer sig åt beroende på vilken beräkningsmodell som används. I vissa fall görs antagandet att endast personer inom gasmolnet dör medan det i andra fall tas hänsyn till strålning eller tryckpåverkan utanför gasmolnet. I de fall som endast gasmolnets utbredning beräknas bör valet av dessa skadekriterier motiveras i större utsträckning än vad som är fallet då det potentiellt kan leda till stor osäkerhet i resultatet. Variationen avseende hur många som dör till följd av olika brännskador kan potentiellt leda till stora skillnader i resultat mellan riskbedömningarna.

5.3.5 Giftigt gasmoln

Skadekriterierna för ett giftigt gasmoln kvantifieras genom att uppskatta hur mycket en människa kan inhalera innan den avlider. Hur mycket en människa inhalerar beror på hur stor del av den giftiga gasen som finns i luften. Beroende på val av representativt ämne kommer detta värde att variera (Försvarets forskningsanstalt, 1998). I RIKTSAM anges LC₅₀-värden för de representativa ämnena. Dessa är 798 PPM för svaveldioxid, 33 PPM för dimetylsulfat och 400 PPM för propylenoxid

5.3.5.1 Resultat

Endast RIKTSAM och riskbedömningar som hänvisar till RIKTSAM tar hänsyn till giftigt gasmoln från ämnesklass 3 och 6 vilket innebär att dessa använder samma värden. Därför återges endast resultaten för ämnesklass 2.3. 6 av 11 riskbedömningar angav värdet för skadekriterierna.

Samtliga riskbedömningar angav skadekriterierna som en punktskattning.

Skadekriterierna som används i de olika riskbedömningarna för svaveldioxid varierade mellan 100 och 856 ppm och det enda värde som angavs till ammoniak var 8500 ppm.

Diskussion av resultat

Det är svårt att jämföra skadekriterierna då dessa inte anges i samtliga riskbedömningar. Eftersom olika ämnen studeras är det även svårt att göra en jämförelse mellan dessa. De som räknar med svaveldioxid anger skadekriterier som varierar mer än en faktor åtta vilket kan ge stor påverkan på resultatet. De lägre skadekriterierna utgörs av väldigt konservativa antaganden medan de högre värdena utgörs av LC₅₀-värden från en probitfunktion, vilket anses vara ett mer lämpligt antagande.

5.3.6 Pölbrand och brand

Vid pölbrand orsakad av ämnesklass 3 eller brand orsakad av ämnesklass 4 eller 5 utgörs skadekriterierna av värmestrålning. I RIKTSAM beräknas skadekriteriet för strålning utifrån en probitfunktion. Strålningskriteriet för 50 % döda vid exponering under 30 sekunder är ungefär 16,2 kW/m².

5.3.6.1 Resultat

8 av 11 riskbedömningar angav värdet för skadekriterierna. 1 riskbedömning delade upp skadekriterierna och 7 angav dessa som punktskattningar.

Skadekriterierna för 100 % omkomna som används i de olika riskbedömningarna varierar mellan 15 och 80 kW/m². 6 av riskbedömningarna gör en punktskattning på 15 kW/m² för 100 % dödlighet medan en endast anger att 15 % omkommer vid 13 kW/m². I det fall som skadekriteriet delas upp antas 1, 50 och 100 % omkomma vid 10, 60 respektive 80 kW/m².

Diskussion av resultat

Skadekriterierna vid pölbrand är de som varierar minst, majoriteten av riskbedömningarna använder 15 kW/m² baserat på hänvisning till allmänna råd för kritisk värmestrålning i boverkets byggregler. Då det genomförs fler handberäkningar av konsekvenserna av pölbrand än för övriga slutkonsekvenser, är det också fler riskbedömningar som anger skadekriterierna i diskreta värden.

Det är också intressant att samma riskbedömningar anger olika skadekriterier i form av värmestrålning för jetflamma och pölbrand utan att ange resonemang om varför olika värden ansätts.

5.3.7 Frätande ämnen

Det återges inga skadekriterier för frätande ämnen. Konsekvensen uppskattas utifrån antaganden av det avstånd inom vilket personer kan omkomma.

5.4 Konsekvensberäkningar

I riskbedömningarna beräknas konsekvensen som ett konsekvensavstånd eller konsekvensområde. Ofta saknas information om de spridningsvinklar som används för slutkonsekvenser som inte har en jämn utbredning. Därför jämförs resultaten med avseende på konsekvensavstånd. I vissa fall approximeras konsekvensområdet som en rektangel i dessa fall utgör konsekvensavståndet längden på denna rektangel.

Vid jämförelsen av beräknade konsekvensavstånd anges även sannolikheten för slutkonsekvensen för att visa på variationen av både konsekvens och sannolikhet mellan riskbedömningarna. Då det inte upplevs vara någon skillnad i hur explosionslast, tankstorlek, utsläppstorlek och pölstorlek ansätts i respektive län presenteras detta inte i resultaten.

De beräkningsmodeller och -metoder som används i riskbedömningarna och de förkortningar som används återges nedan:

- Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA)
- Gasol
- Spridning Luft
- Vådautsläpp av brandfarliga giftiga gaser och vätskor (FOA)
- Branddynamisk beräkningsgång (Drysdale, 2011; Karlsson & Quintiere, 1999)
- Risk based management II (RBM II)
- Process hazard analysis software tool (PHASt)
- Beräkningsmodeller för kemikalier (BFK)
- SAVE II
- RIKTSAM
- Göteborgs översiktsplan fördjupning inom sektorn transport av farligt gods (Göteborgs översiktsplan)
- Introduktion till konsekvensberäkningar
- Dynamisk lastpåverkan, referensbok
- Konsekvensanalys explosioner
- Konsekvenser vid explosioner

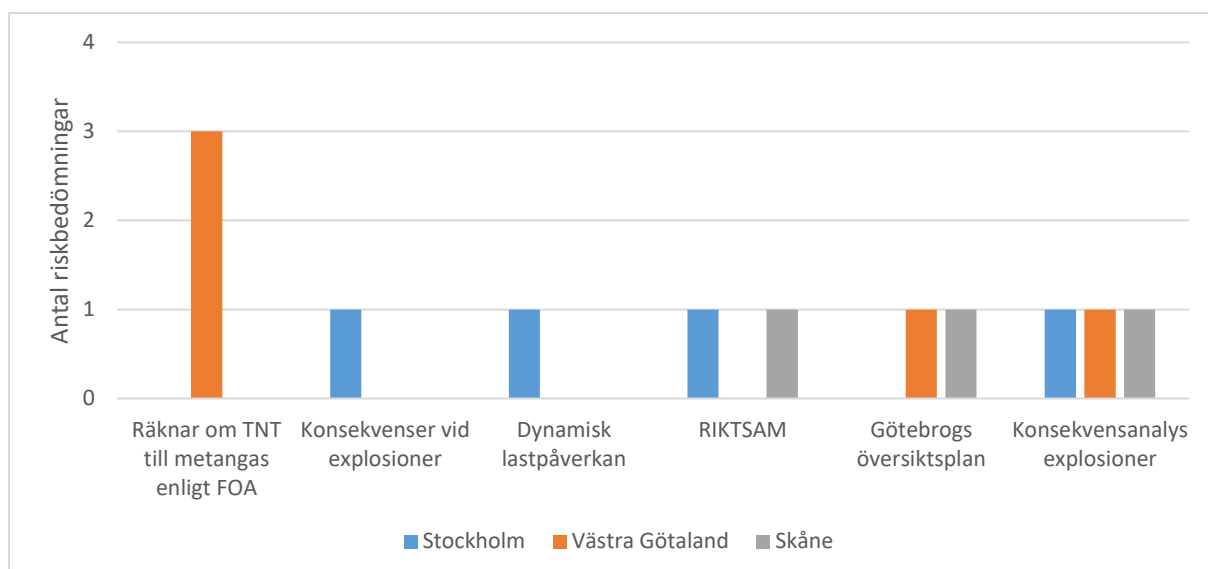
För mer ingående information angående de olika beräkningsmodellerna se Bilaga B.

5.4.1 Ämnesklass 1 – Explosion

Grunden i att beräkna eller uppskatta konsekvenserna till följd av en explosion av explosiva ämnen är att beräkna tryckpåverkan på olika avstånd från den plats där explosionen sker. För trotyl, vilket ofta benämns TNT, finns en stor mängd empiriska formler och data för att fastställa övertryck och impulstäthet på olika avstånd samt vad det ger för påverkan på människor eller byggnader (Försvarets forskningsanstalt, 1998).

5.4.1.1 Resultat

12 av 13 riskbedömningar som beräknade konsekvensen av explosion angav vilken beräkningsmodell som användes, resultatet redovisas i Figur 14. I RIKTSAM anges en modell för att beräkna tryck och impulstäthet på specifika avstånd baserat på laddningsvikten TNT. Modellen kommer från ett kompendium i explosivämneskunskap utgiven av Försvarets forskningsanstalt år 1998.



Figur 14, Beräkningsmodell för att uppskatta konsekvens av explosion.

Vid användning av RIKTSAM och Göteborgs översiktsplan används endast beräknade konsekvensavstånd som anges i dessa. I övriga beräkningsmodeller uppskattas konsekvensavståndet utifrån empiriska samband mellan laddningsvikten TNT och övertryck eller impulstäthet på olika avstånd.

13 av 13 riskbedömningar angav konsekvensavståndet för en explosion med ämnesklass 1. Resultatet presenteras i Tabell 15. För information angående hur konsekvensavstånden varierar beroende på andelen omkomna hänvisas till Tabell A - 23 i Bilaga A.

Tabell 15, Beräknade konsekvensavstånd vid explosion med ämnesklass 1 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna.

Storlek/Punktskattning	Mängd [ton]	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)	Sannolikhet givet olycka
Liten	0,02 – 1 ton	13 – 40 m	0,02 – 1,24 %
Mellan	1,5 – 3 ton	25 – 30 m	0,043 – 0,155 %
Stor	6 – 16 ton	40 – 100 m	0,0004 – 0,052 %
Punktskattning av last	15-16 ton	60 – 125 m	0,55 – 9 %
Punktskattning av RIKTSAM	80 %-percentil	110 m	10 %
Fördelning baserad på RIKTSAM	-	60 – 120 m	0,3 %
RIKTSAM	Likformig fördelning 10 – 15 ton	60 – 120 m (avstånd till 50 % omkomna)	10 %

Ingen av riskbedömningarna anger något underbyggande resonemang avseende den modell som används. Vid användning av rapporten *Konsekvensanalys explosioner* hänvisas endast till denna utan att ange de empiriska samband som tillämpas. Det saknas även en diskussion angående lämpligheten av att räkna om TNT-explosioner till metangasexplosioner. Vidare är resonemangen också otidliga i hur tryckvågen fortplantar sig inom planområdet, ett rimligt antagande är att bebyggelse närmast farligt godsleden kommer ta upp en stor del av tryckvågen.

Diskussion av resultat

Vid beräkning av konsekvens till följd av explosion användes många olika beräkningsmodeller vilket är en av orsakerna till de skillnader i konsekvensavstånd som har observerats. Övriga skillnader beror på de olika antaganden som görs avseende skadekriterier och explosionslaster. Variationen kan leda till att slutkonsekvensen i vissa fall är en stor bidragande orsak till de risknivåer som beräknas medan

den i andra fall utgör en betydligt mindre del. Exempelvis beroende på de som beräknar konsekvensavstånd på mellan 60-125 meter i samtliga fall och de som istället delar upp slutkonsekvensen.

Endast 2 riskbedömningar beräknar impulstätheten. Impulstätheten är en viktig del av konsekvensen av en explosion och är en viktig del av påverkan på byggnader vilket i sin tur påverkar antalet som omkommer till följd av en explosion (Försvarets forskningsanstalt, 1998). Impulstätheten är även viktig att veta om konstruktioner för byggnader intill farligt godslederna ska förstärkas för att inte kollapsa vid en explosion.

5.4.2 Ämnesklass 2.1 – BLEVE, gasmolnsexplosion och jetflamma

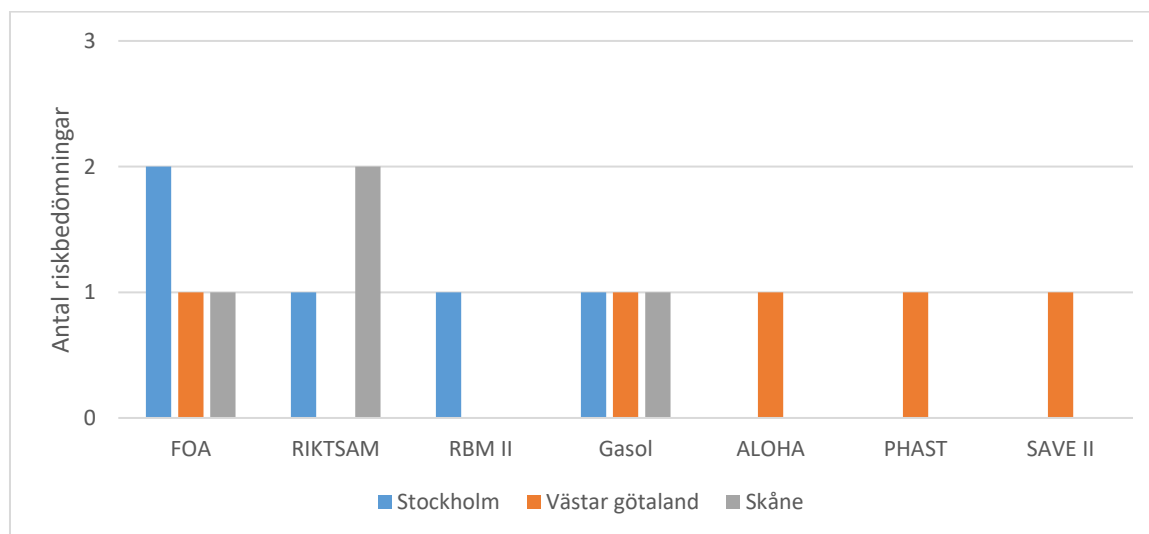
De olika konsekvenserna för ämnesklass 2.1 utgörs av BLEVE, gasmolnsexplosion och -brand samt jetflamma. Vid de olika konsekvensberäkningarna görs en punktskattning eller uppdelning av slutkonsekvensen enligt beskrivet i Avsnitt 5.2.2.2 som behandlar de olika händelseträdsanalyserna.

5.4.2.1 BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE utgörs av tryckpåverkan, tankfragment som slungas iväg och värmestrålning från det eldklot som bildas då det brännbara ämnet strömmar ut (ofta momentant) och antänds. Beräkning av konsekvenserna är ofta förknippat med stora osäkerheter och det kan i många fall ta lång tid till tanken exploderar. Konsekvensberäkningen utgörs ofta primärt av att beräkna strålningen från eldklotet (Försvarets forskningsanstalt, 1998).

Resultat

14 av 14 riskbedömningar angav vilken beräkningsmodell som användes, se Figur 15. I RIKTSAM anges den beräkningsformel som används men ingen källhänvisning.



Figur 15, Beräkningsmodell för att uppskatta konsekvens av BLEVE.

14 av 14 riskbedömningar angav konsekvensavståndet för en BLEVE. Resultatet presenteras i Tabell 16. För information angående hur konsekvensavstånden varierar beroende på andelen omkomna hänvisas till Tabell A - 24 i Bilaga A.

Tabell 16, Beräknade konsekvensavstånd vid BLEVE med ämnesklass 2.1 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna.

Storlek/Punktskattning	Mängd	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)	Sannolikhet givet läckage
Punktskattning av last	15 - 40 ton	40 – 300 m	0,1 - 8,5 %
Punktskattning av RIKTSAM	-	295 & 320 m	0,8 & 1 %

Fördelning baserad på RIKTSAM		240 – 340 m	0,15 %
RIKTSAM	Likformig fördelning 10 – 15 ton	240 – 340 m (avstånd till 50 % omkomna)	1 %

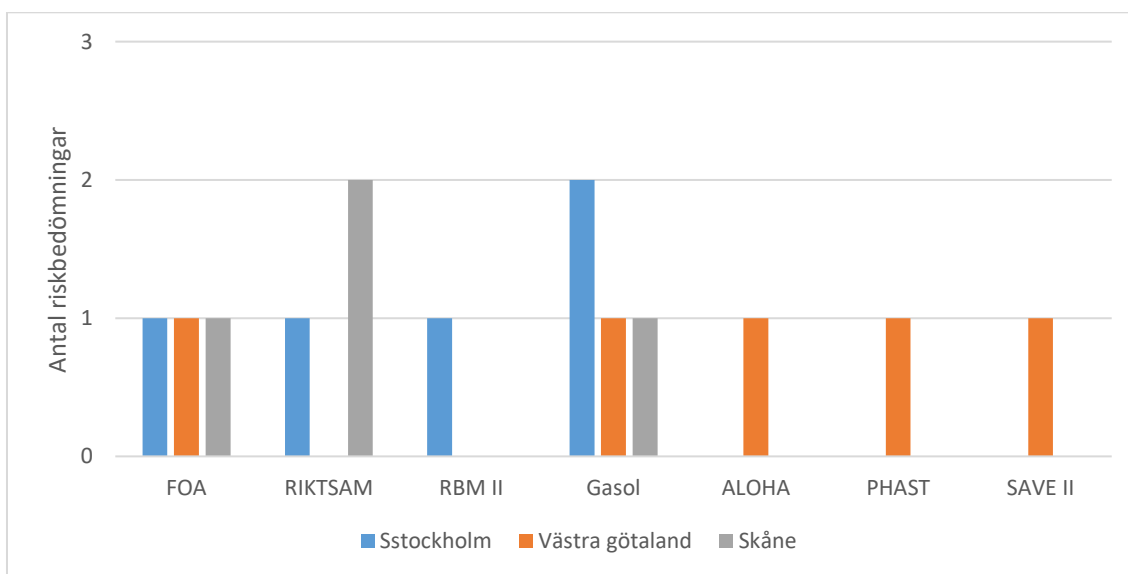
Alla riskbedömningar räknar på att ett eldklot uppstår och människor omkommer till följd av värmestrålningen. En BLEVE kan också innebära tryckuppbyggnad som kan skada människor, detta räknar ingen av riskbedömningarna på. Sedan är det också otydligt varför lasten för ämnesklass 1 ofta varierar och lasten för ämnesklass 2.1 i princip aldrig varierar.

Diskussion av resultat

Vid beräkning av konsekvens till följd av BLEVE användes många olika beräkningsmodeller vilket är en av orsakerna till de skillnader i konsekvensavstånd som har observerats. I Tabell A - 24 i Bilaga A går det att utläsa att beräkningsmodellen och ansatta skadekriterier kommer påverka konsekvensavståndet mer än antagen mängd gasol. Den stora variationen avseende både konsekvensavstånd och sannolikhet kan leda till stor påverkan på de beräknade risknivåerna.

5.4.2.2 Jetflamma

14 av de 14 riskbedömningar som beräknade konsekvensen av jetflamma angav vilken beräkningsmodell som användes, se Figur 16. I RIKTSAM anges den beräkningsformel som används men ingen källhänvisning.



Figur 16, Beräkningsmodell för att uppskatta konsekvens av jetflamma.

14 av 14 riskbedömningar angav konsekvensavståndet, för resultat se Tabell 17. För information angående hur konsekvensavstånden varierar beroende på andelen omkomna och mer specifik indata hänvisas till Tabell A - 25 i Bilaga A.

Tabell 17, Beräknade konsekvensavstånd vid jetflamma med ämnesklass 2.1 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna

Storlek/Punktskattning	Källstyrka	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)	Sannolikhet givet läckage
Liten källstorlek	0,09 kg/s	4 – 32 m	5,3-10 %
Liten hålstorlek	10 – 35 mm		
Mellan källstorlek	0,9 kg/s	10 – 20 m	1,8-3,4 %
Mellan hålstorlek	30 mm		
Stor källstorlek	17,9 kg/s	44 – 91 m	1,5-10 %

Stor hålstorlek	80 – 110 mm		
Punktskattning hålstorlek	50 mm	(0*) 21 – 74 m	19 – 30 %
Punktskattning av RIKTSAM	-	20 & 25 m	19,3 % & 24 %
Fördelning baserad på RIKTSAM		0 – 80 m	14,9 %
RIKTSAM	Litet – 1 Kg/s Mellan – 12 kg/s Stor – 160 kg/s	0 – 80 m (avstånd till 50 % omkomna)	19,3 %

* En riskbedömning hävdar att en jetflamma inte medför någon betydande konsekvens

Utbredning av jetflamma beskrivs ofta tydligt medan det område som påverkas av strålning i vissa fall beskrivs otydligt.

Diskussion av resultat

Vid beräkning av konsekvens till följd av jetflamma användes många olika beräkningsmodeller vilket är en av orsakerna till de skillnader i konsekvensavstånd som har observerats. Ytterligare en parameter som påverkar konsekvensavståndet är källstyrkan. Källstyrkan anges både som håldiameter och flöde vilket gör det svårt att jämföra hur mycket denna parameter påverkar. Sedan kommer de ansatta skadekriterier också påverka det erhållna konsekvensavståndet. Variationen avseende resultatet från både händelseträdsanalysen och konsekvensberäkningarna är betydligt mindre än för övriga slutkonsekvenser med ämnesklass 2.1, vilket medför att den inte leder till lika stor påverkan på beräknade risknivåer som övriga slutkonsekvenser. Det är däremot värt att notera att en riskbedömning hävdar att en jetflamma inte betyder någon allvarlig konsekvens och därför inte beräknar konsekvensavståndet.

5.4.2.3 Gasmolnexplosion och -brand

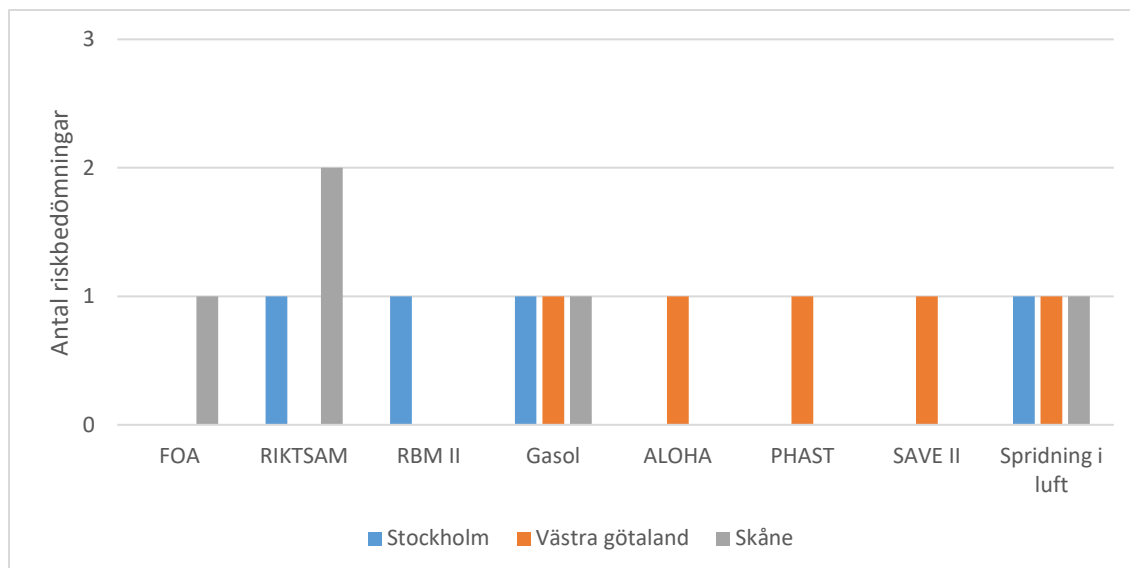
Vid beräkning av konsekvenserna då ett gasmoln antänds måste gasens spridningsområde som innehåller koncentrationer inom brännbarhetsområdet fastställas. Utifrån detta kan uppskattningar avseende var i förhållande till farligt godsleden som en brand eller explosion sker. Bedömningar av om brand eller explosion sker är ofta förknippat med stora osäkerheter. En viktig parameter är den turbulens som skapas i gasmolnet. Om gasmolnet antänds i en helt fri volym förväntas låg tryckupbyggnad medan antändning under exempelvis skärmtak eller i vegetation kan leda till hög tryckupbyggnad (Center for Chemical Process Safety, 2000).

Avseende spridning av gasmolnet är nedanstående data betydelsefull:

- Väderförhållande (Stabilitetsklass)
- Topografi
- Utsläppstyp
- Vindhastighet
- Håldiameter
- Källstyrka
- Tanktryck

Resultat

14 av 14 riskbedömningar angav vilken beräkningsmodell som användes, se Figur 17. I RIKTSAM används en beräkningsgång i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (FOA) för att beräkna hur gasens sprids men beräkningsmodellen för strålningspåverkan anges inte.



Figur 17, Beräkningsmodell för att uppskatta konsekvens av gasmolnexplosion och -brand.

Det är många osäkra parametrar som måste ansättas i konsekvensberäkningar av gasmolnexplosion eller gasmolnsbrand, fler än för övriga slutkonsekvenser. Därför kan det vara av betydelse att variera indata i konsekvensberäkningarna för gasmolnexplosion eller gasmolnsbrand. 6 av 12 riskbedömningar angav den indata som användes. I två av dessa fall används olika stabilitetsklasser och vindhastigheter medan det i fyra fall gjordes punktskattningar av dessa parametrar.

14 av 14 riskbedömningar angav vilket konsekvensavstånd som användes. För resultat se Tabell 18.

Tabell 18, Beräknade konsekvensavstånd vid gasmolnexplosion med ämnesklass 2.1 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna.

Storlek/Punktskattning	Källstyrka	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)	Sannolikhet givet läckage
Liten källstorlek	0,09 kg/s	5 – 115 m	0,7 – 30 %
Liten hålstorlek	10 – 35 mm		
Mellan källstorlek	0,9 kg/s	35 – 95 m	1,8 – 13 %
Mellan hålstorlek	30 mm		
Stor källstorlek	17,9 kg/s	21 – 520 m	1,5 – 16 %
Stor hålstorlek	80 – 110 mm		
Punktskattning källstorlek	17,9 kg/s	20 – 70 m	44,1 – 58,1 %
Punktskattning hålstorlek	50 mm		
Punktskattning RIKTSAM	-	20 & 35 m	50 % & 55,2 %
Fördelning baserad på RIKTSAM		0 - 150m	65 %
RIKTSAM	Litet – 1 Kg/s Mellan – 12 kg/s Stor – 160 kg/s	0 – 150 m (avstånd till 50 % omkomna)	50 %

För information angående hur konsekvensavstånden varierar beroende på andelen omkomna och mer specifik indata hänvisas till Tabell A - 26 i Bilaga A.

Det som är otydligt i konsekvensberäkningar av gasmolnexplosion eller gasmolnsbrand är om slutkonsekvensen hanteras som en explosion eller brand. Endast två riskbedömningar beräknade tryckpåverkan från gasmolnexplosion i övriga fall studeras endast strålningspåverkan. Samtliga riskbedömningar anger att gasmolnexplosionen inträffar till följd av ett läckage och en fördröjd

antändning. Vad fördröjd antändning innebär och när det inträffar är det däremot ingen som anger, vilket upplevs som otydligt.

Diskussion av resultat

En förklaring till de olika konsekvensavstånden är indata som påverkar spridningen av gasmolnet samt den tidpunkt då gasmolnet antänds. Ytterligare en parameter som påverkar resultatet är valet av beräkningsmodellen. Till exempel tar beräkningsprogrammet *Gasol* hänsyn till strålningen från gasmolnexplosion eller gasmolnsbrand medan *Spridning Luft* endast modellerar storleken på gasmolnet (Andersson & Andersson, 2016; Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2016). En orsak till skillnader i beräkningsresultat är därför hur skador definieras. De som använder *Spridning Luft* beräknar endast konsekvensen som antalet döda inom gasmolnet medan *Gasol* eller andra beräkningsprogram tar hänsyn till hela det område där kritisk strålningsnivå nås.

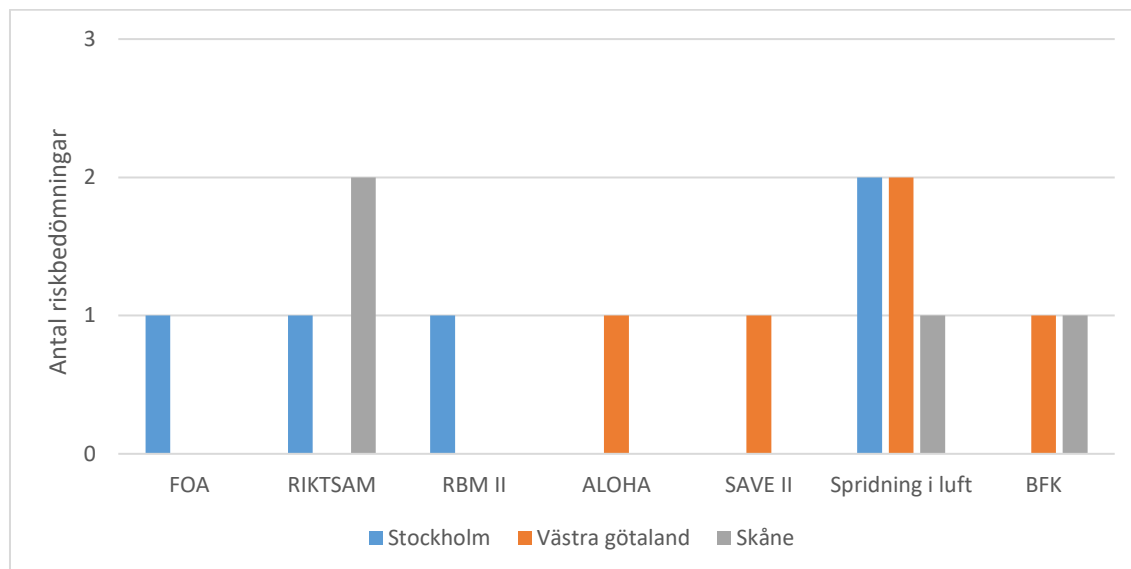
Två riskbedömningar som använder *Gasol* erhåller en skillnad på konsekvensavstånd mellan 21 – 520 meter för vad de karakteriserar som en stor gasmolnexplosion. Det går inte att utläsa vad dessa skillnader beror på utifrån de indata som anges. En anledning kan vara utsläppstiden som ansätts alternativt skillnader i den stabilitetsklass och vindhastighet som används. Konsekvensavstånden för gasmolnexplosion och –brand är en av de som varierar allra mest och det bedöms därför kunna leda till stora skillnader i beräknade risknivåer.

5.4.3 Ämnesklass 2.3 – Giftigt gasmoln

Indata till beräkningsmodellerna för spridning av giftigt gasmoln är samma som anges i Avsnitt 5.3.4.

Resultat

Resultat för konsekvensberäkningarna för giftigt gasmoln av ämnesklass 2.3 presenteras nedan. 14 av 14 riskbedömningar angav vilken beräkningsmodell som användes, se Figur 18. I RIKTSAM används ekvationer från *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (FOA).



Figur 18, Beräkningsmodell för att uppskatta konsekvens av giftigt gasmoln.

Likt med konsekvensberäkning av gasmolnsexplosion eller gasmolnsbrand är det många osäkra parametrar. Därför kan det vara av betydelse att variera indata. 10 av 12 riskbedömningar angav indata. I tio av dessa fall anges den variation av stabilitetsklass och vindhastighet som har använts medan det i två fall gjordes punktskattningar av dessa parametrar.

14 av 14 riskbedömningar angav konsekvensavståndet. Resultatet presenteras i Tabell 19. För information angående hur konsekvensavstånden varierar beroende på andelen omkomna och mer specifik indata hänvisas till Tabell A - 27 i Bilaga A.

Tabell 19, Beräknade konsekvensavstånd för giftigt gasmoln med ämnesklass 2.3 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna.

Storlek/Punktskattning	Källstyrka	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)	Sannolikhet givet läckage
Liten källstorlek	0,09 – 3 kg/s	0 – 130 m	50 – 99,9 %
Liten hålstorlek	10 – 25 mm		
Mellan källstorlek	0,9 kg/s	40 – 450 m	20,8 – 50 %
Mellan hålstorlek	30 mm		
Stor källstorlek	17,9 - 60 kg/s	60 – 1200 m	0,01 – 50 %
Stor hålstorlek	100 – 200 mm		
RIKTSAM punktskattning	-	150 m 70 m	-
Fördelning baserad på RIKTSAM		0 – 500 m	-
RIKTSAM	Litet – 1 Kg/s Mellan – 12 kg/s Stor – 160 kg/s	0 – 500 m (avstånd till 50 % omkomna)	-

Många riskbedömningar varierar indata och detta innebär att olika konsekvensavstånd erhålls. Då indata varierar i vissa riskbedömningar anges inte vilken sannolikhetsfördelning som används för de olika beräknade konsekvensavstånden.

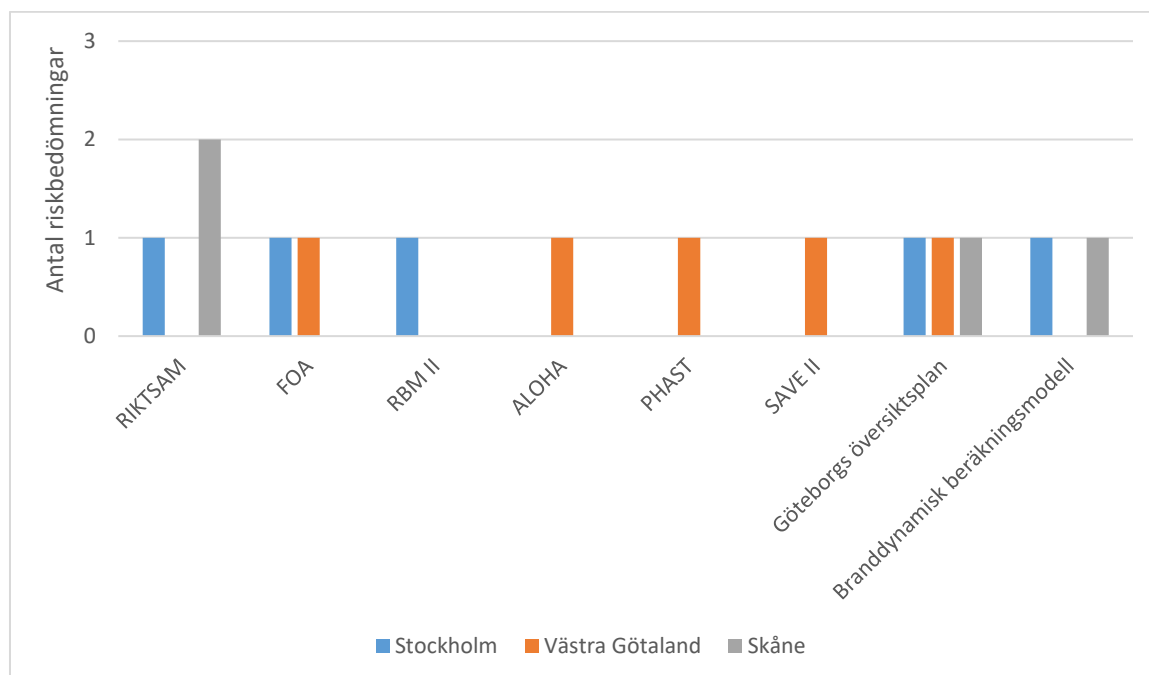
Diskussion av resultat

Konsekvensberäkningarna för giftigt gasmoln är förknippat med stora osäkerheter. Detta avspeglar sig också i de stora skillnaderna i konsekvensavstånd. Skillnaderna kan till viss del förklaras av plats-specifik indata, exempelvis vindhastighet och stabilitetsklass, men skillnaderna anses vara betydligt större än vad som enbart kan förklaras av dessa parametrar. Utifrån den variationen i indata som anges i riskbedömningarna verkar beräkningsmodellen ha störst inverkan. Vilket baserar på att variationen i konsekvensavstånd vid variation av indata i respektive riskbedömningar är mindre än den variation av konsekvensavstånd som har observerats mellan riskbedömningar som använder olika beräkningsmodeller.

5.4.4 Ämnesklass 3 – Pölbrand & giftigt gasmoln

14 av de 14 riskbedömningar som beräknade konsekvensen av en pölbrand angav vilken beräkningsmodell som användes, se Figur 19. I RIKTSAM anges en ekvation för att beräkna värmestrålning men det ges ingen källhänvisning.

3 riskbedömningar och RIKTSAM beräknar även konsekvensen av ett giftigt gasmoln. Riskbedömningarna baserar sina resultat på RIKTSAM. I RIKTSAM används ekvationer från *Introduktion till konsekvensberäkningar* de pölstorlekar som används anges inte.



Figur 19, Beräkningsmodeller för att uppskatta konsekvens av pölbrand.

Många av beräkningsmodellerna bygger på samma grundläggande samband för att beräkna konsekvensen. De beräkningsmodeller som inte har kontrollerats är RBM II, PHAST och SAVE II. 13 av 14 riskbedömningar angav konsekvensavståndet. En anger att pölbrand inte kommer leda till några betydande konsekvenser. För resultat se Tabell 20 och Tabell 21. För information angående hur konsekvensavstånden varierar beroende på andelen omkomna och mer specifik indata hänvisas till Tabell A - 28 i Bilaga A.

Tabell 20, Beräknade konsekvensavstånd vid pölbrand med ämnesklass 3 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna.

Storlek/Punktskattning	Pölstorlek	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)	Sannolikhet givet läckage
Liten	7 – 50 m ²	5 – 12 m	0,8 – 3,3 %
Mellan	64 – 300 m ²	11 – 30 m	0,5 – 7,8 %
Stor	178 – 600 m ²	15 – 45 m	0,3 – 3,3 %
Punktskattning	-	Menar att en pölbrand inte medför någon betydande konsekvens	-
Punktskattning av RIKTSAM	Direkt antändning	10 och 30 m	3 %
	Fördröjd antändning	35 och 50 m	3 %
Fördelning baserad på RIKTSAM	Anpassar fördelning för direkt och fördröjd antändning till en fördelning	10 – 45 m	3 %
RIKTSAM	Direkt antändning	0 – 40 m	3 %
	Fördröjd antändning	0 – 70 m	3 %

Tabell 21, Beräknade konsekvensavstånd för ämnesklass 3 – giftigt gasmoln

Storlek/Punktskattning	Pölstorlek	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)
Punktskattning av RIKTSAM	Ej angiven	75 och 110 m
RIKSTAM	Ej angiven	50 – 110 m (avstånd till 50 % omkomna)

Det framgår inga konkreta resonemang avseende hur stor pölen blir samt hur pölen sprider sig. Exempelvis om den antas sprida sig längs med vägbanan eller fördela sig jämt på båda sidor av vägen. Ibland anges inte om konsekvensavståndet räknas från centrum av pölen eller från pölkanten vilket kan påverka resultatet av konsekvensavstånden.

Diskussion av resultat

Skillnaderna i resultatet kan främst förklaras av antagna eller beräknade pölstorlekar och flammtemperaturer. Pölbrand är den slutkonsekvens där minst variation har observerats i både händelseträdsanalys och konsekvensberäkningar vilket medför relativt små skillnader i beräknade risknivåer.

Enligt resultatet ovan medför giftigt gasmoln betydligt längre konsekvensavstånd än de som har beräknats för pölbränder. Eftersom ämnesklass 3 samtidigt är den som transporteras mest kan det potentiellt medföra stora skillnader i beräknade risknivåer. Det är endast RIKTSAM som har utfört beräkningarna för giftigt gasmoln vid olycka med ämnesklass 3. De tre riskbedömningar som studerar slutkonsekvensen baserar sina resultat på RIKTSAM. Skillnaden kan förklaras av att giftiga ämnen i ämnesklass 3 främst transporteras i Skåne län, men om så inte är fallet bör övriga riskbedömningar ta hänsyn till denna slutkonsekvens.

5.4.5 Ämnesklass 3 – Fordonsbrand

4 av 15 riskbedömningar beräknade fordonsbrand i samband med transport av ämnesklass 3. Alla fyra riskbedömningar likställde fordonsbranden med en stor pölbrand. Vilket endast resulterar i en högre sannolikhet för stor pölbrand, vilket beskrivs i Avsnitt 5.2.2.3.

5.4.6 Ämnesklass 4 – Brand

Den enda riskbedömning som beräknar konsekvensavståndet för ämnesklass 4 är framtagen för ett planområde i Stockholm. De baserar sina beräkningar på RIKTSAM:s beräkningar för pölbrand. Detta innebär att de erhåller ett konsekvensavstånd som varierar mellan 5 och 50 m. De korta konsekvensavstånden samt en låg frekvens för slutkonsekvensen innebär att det får lite påverkan på de beräknade risknivåerna.

5.4.7 Ämnesklass 5 – Explosion

Vid beräkning av konsekvenserna vid explosion med ämnesklass 5 använder riskbedömningarna samma metodik som vid explosionsberäkningar för ämnesklass 1 vilket beskrivs i Avsnitt 5.3.1.

5.4.7.1 Resultat

11 av 14 riskbedömningarna tar hänsyn till explosion av ämnesklass 5. I riskbedömningarna används samma beräkningsmodell som vid beräkning av explosion med ämnesklass 1, se Figur 14. I ett fall antas explosionen istället motsvara en gasmolnsexplosion av propan.

Vid konsekvensberäkningarna punktskattas alternativt fördelas slutkonsekvensen enligt beskrivet i Avsnitt 5.2.2.5.

10 av 11 riskbedömningar angav konsekvensavståndet. En av riskbedömningarna baserar sin konsekvensberäkning på RIKTSAM. Då RIKTSAM inte beräknar explosion för ämnesklass 5 är det oklart hur denna fördelning skapas utifrån RIKTSAM. En riskbedömning delar upp lasten mellan liten och stor, men anger inte konsekvensavstånden. Se Tabell 22 nedan för skillnader i konsekvensavstånd avseende explosion med ämnesklass 5.

Tabell 22, Beräknade konsekvensavstånd vid explosion med ämnesklass 5 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna.

Storlek/Punktskattning	Explosionslast (TNT)	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)	Sannolikhet givet läckage
Punktskattning	0,02 - 11 ton	10 – 95 m	0,25 – 8 %
	100 kg propan	20 m	
Fördelning baserad på RIKTSAM	Ej angiven	5 – 40 m	5,3 %

De antaganden som görs avseende vilken mängd TNT som en explosion med ämnesklass 5 motsvarar utgörs till stor del av rena antaganden vilket är förklaringen till de stora skillnader som har observerats.

Resultat av diskussion

I konsekvensberäkningar för explosion med ämnesklass 5 måste en mängd trotyl eller propan som motsvarar den explosiva blandningen ansättas. Denna uppskattning är i stor utsträckning baserad på rena antaganden. Skillnaderna i konsekvensavstånd beror främst på de ansatta skadekriterierna och lastmängderna. Den stora variationen av både frekvens och konsekvensavstånd kan innebära stora skillnader i beräknade risknivåer.

5.4.8 Ämnesklass 5 – Brand

Vid beräkning av konsekvenser av en brand som utgörs av ämnesklass 5 motsvarar branden en pölbrand med en viss mängd bensin. Sedan används samma beräkningsmodeller som presenteras i Avsnitt 5.4.4. Det var endast 6 riskbedömningar som beräknade konsekvensen av en brand som utgörs av ämnesklass 5.

5.4.8.1 Resultat

Alla riskbedömningar som beräknade konsekvensen av brand med ämnesklass 5 använde samma beräkningsmodell som användes vid beräkning av pölbrand för ämnesklass 3, se Avsnitt 5.4.4. I samtliga fall anges storleken på den pöl som branden antas motsvara.

Vid konsekvensberäkningarna punktskattas alternativt fördelas slutkonsekvensen enligt beskrivet i Avsnitt 5.2.2.5.

6 av 6 riskbedömningar angav konsekvensavståndet. En riskbedömning baserar sin konsekvensberäkning på RIKTSAM:s beräkningar för pölbrand. För att RIKTSAM inte beräknar konsekvensen av en brand med ämnesklass 5. För resultat se Tabell 23.

Tabell 23, Beräknade konsekvensavstånd vid brand med ämnesklass 5 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna.

Storlek/Punktskattning	Pölstorlek	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)	Sannolikhet givet läckage
Punktskattning	150 – 400 m ²	13 – 30 m	1,9 – 8 %
Fördelning baserad på RIKTSAM	Ej angiven	5 – 45 m	10,6 %

Beräkningar och antaganden vid brand med ämnesklass 5 baseras sällan på vetenskaplig litteratur. Samtliga riskbedömningar återger resonemang i vilka det framgår att branden anses motsvara en stor pölbrand för ämnesklass 3.

Diskussion av resultat

Konsekvensberäkningar för brand av ämnesklass 5 baseras alltid på de konsekvensberäkningarna som genomfördes för ämnesklass 3 i riskbedömningarna. Detta leder till att konsekvensavstånden i stor grad baseras på godtyckliga antaganden. Konsekvensavstånden för brand med ämnesklass 5 är däremot relativt korta och variationen av frekvensen är relativt låg vilket innebär att det ger liten påverkan på de beräknade risknivåerna.

5.4.9 Ämnesklass 6 – Giftigt gasmoln och stänk

För att kunna beräkna konsekvensavståndet för ett giftigt gasmoln som avdunstar från pöl kan olika beräkningsmodeller användas. Det var endast 3 av 14 riskbedömningar som beräknade konsekvensen för ett giftigt gasmoln för ämnesklass 6.

5.4.9.1 Resultat

2 riskbedömningar och RIKTSAM beräknade konsekvensen av giftigt gasmoln vid olyckor med ämnesklass 6 medan 1 endast studerade stänk. Samtliga riskbedömningar baserade sina resultat på RIKTSAM. RIKTSAM använder hanberäkningsmetoder från *Introduktion till konsekvensberäkningar* vid beräkning av konsekvensavstånd för giftigt gasmoln. För resultat se Tabell 24.

Tabell 24, Beräknade konsekvensavstånd vid giftigt gasmoln med ämnesklass 6 som påverkar människor utomhus. Sannolikhet givet olycka inkluderas för att visa på variationen avseende både konsekvens- och sannolikhetsberäkningar mellan riskbedömningarna.

Storlek/Punktskattning	Pölstorlek	Konsekvensavstånd (100 % omkomna utomhus)
Punktskattning RIKTSAM	Ej angiven	25 och 40 m
Fördelning baserad på RIKTSAM	Ej angiven	10 – 60 m
RIKSTAM	Ej angiven	10 – 60 m (avstånd till 50 % omkomna)

Den riskbedömning som beräknar konsekvensen till följd av stänk använder en fördelning av konsekvensavstånd mellan 0-20 meter.

Diskussion av resultat

Det är endast RIKTSAM som har utfört beräkningarna för giftigt gasmoln av ämnesklass 6. Resterande riskbedömningar baserar sina konsekvensavstånd på RIKTSAM. Därför går det inte att jämföra resultaten från konsekvensberäkningar. Eftersom bebyggelsen oftast är placerad mer än 20 meter från transportleden påverkar stänk inte de beräknade risknivåerna medan giftigt gasmoln leder till en större påverkan. Då ämnesklass 6 utgör en liten andel av transporter med farligt gods, se Tabell 4, bedöms däremot påverkan på de beräknade risknivåerna vara begränsad.

5.4.10 Ämnesklass 8 – Stänk

Ämnesklass 8 är starkt frätande. Detta innebär att människor kan förolyckas till följd av stänk. Det är 2 riskbedömningar och RIKTSAM som beräknar konsekvens till följd av stänk vid olycka med ämnesklass 8. Riskbedömningarna baserar sina resultat på RIKTSAM. Konsekvensavstånden baseras på kvalitativa uppskattningar. Konsekvensavståndet varierar mellan 0 till 20 m.

Diskussion av resultat

Konsekvensberäkning av ämnesklass 8 innebär korta konsekvensavstånd. Endast RIKTSAM genomför uppskattningen av konsekvensavståndet av ämnesklass 8. Resterande riskbedömningar baserar sina konsekvensavstånd på RIKTSAM. Den relativt höga andelen transporter med ämnesklass 8 i Stockholms och Skåne län att frekvensen av slutkonsekvensen är relativt hög. De korta konsekvensavstånden leder däremot till att slutkonsekvensen sällan påverkar närliggande bebyggelse eller människor vilket innebär ett litet bidrag till de beräknade risknivåerna.

5.4.11 Justering av utbredning - spridningsvinkel

Utbredning av konsekvenserna har bedömts vara rektangulär eller cirkulär av de olika riskbedömningarna. Om en cirkulär utbredning antas bör en reduktion göras avseende utbredningen av slutkonsekvenser som inte förväntas ge upphov till ett liknande konsekvensavstånd i samtliga riktningar. Detta kan tas hänsyn till genom att uppskatta hur stor andel av planområdet som drabbas. De konsekvenser som kommer ge upphov till liknande konsekvensavstånd i alla riktningar är explosion, BLEVE, pölbrand och brand. De som inte kommer göra det är jetflamma, gasmolnexplosion och giftigt gasmoln. Då det inte upplevs vara någon skillnad i hur justeringen av utbredningen ansätts för respektive län presenteras detta inte i resultaten.

5.4.11.1 Resultat

Resultatet över hur riskbedömningarna justerar utbredningen av slutkonsekvenser presenteras i Tabell 25. Endast 5 av 10 riskbedömningar som studerar cirkulär utbredning anger hur den justeras för slutkonsekvenserna. RIKTSAM anger utbredningen som cirkulär, rektangulär eller konformat, hur den sedan justeras anges inte.

Tabell 25. Skillnader i justering av utbredning i riskbedömningarna.

Slutkonsekvens	Rektangulärt eller cirkulärt - antal riskbedömningar	Justering av utbredning för cirkulär utbredning - spridningsvinkel
Jetflamma	Cirkulär: 10 riskbedömningar	15 - 68°
Gasmolnexplosion eller -brand	Rektangulärt: 3 riskbedömningar Liksidig triangel: 1 riskbedömning	7 - 65°
Giftigt gasmoln		15 - 55°

Det som upplevs otydligt är att spridningsvinklar oftast beräknas fram i olika beräkningsprogram, för att sedan inte anges i riskbedömningarna.

Diskussion av resultat

Vad de olika konsekvensavstånden innebär är beroende på vilken form på utbredningen som antas. När utbredningen beskrivs cirkulärt är riskbedömningar dåliga på att ange spridningsvinklarna som antas för respektive slutkonsekvens. Som resultatet visar finns det skillnad i vilken spridningsvinkel som ansätts. Detta kan bero på skillnader i beräkningsmodellerna. Vissa modeller beräknar en längre och avlång plym medan andra beräkningsmodeller leder till en kortare och bred utbredning. Ytterligare faktorer som kan påverka spridningsvinkeln är stabilitetsklass och vindhastighet. Spridningsvinkel kommer ha stor inverkan på de beräknade risknivåerna.

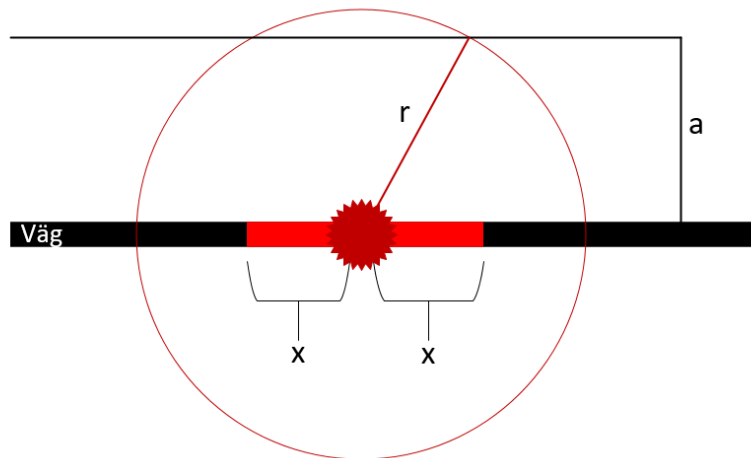
5.5 Riskvärdering och presentation av resultat

Samtliga riskbedömningar värderade risk genom att beräkna individsrisk eller samhällsrisk för att sedan jämföra risknivåerna mot acceptanskriterier.

5.5.1 Individsrisk

Frekvens av en farligt godsolycka beräknas i de flesta fall längst en sträcka som är längre än slutkonsekvensernas konsekvensavstånd. Det innebär att en olycka som sker längs sträckan endast kan påverka en individ på en liten del av vägsträckan. Frekvensen för en sådan olycka måste därför korrigeras för detta.

I riskbedömningarna har tre olika tillvägagångssätt för denna korrigerings observerats. Korrigeringen görs antingen med Pythagoras sats alternativt genom att ange en andel av vägsträckan som en olycka måste ske på för att kunna påverka en individ på ett visst avstånd. Metoden för att korrigera individsrisken enligt Pythagoras sats görs med hjälp av Figur 20 och Ekvation 4.



Figur 20 Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från transportleden

Ekvation 4

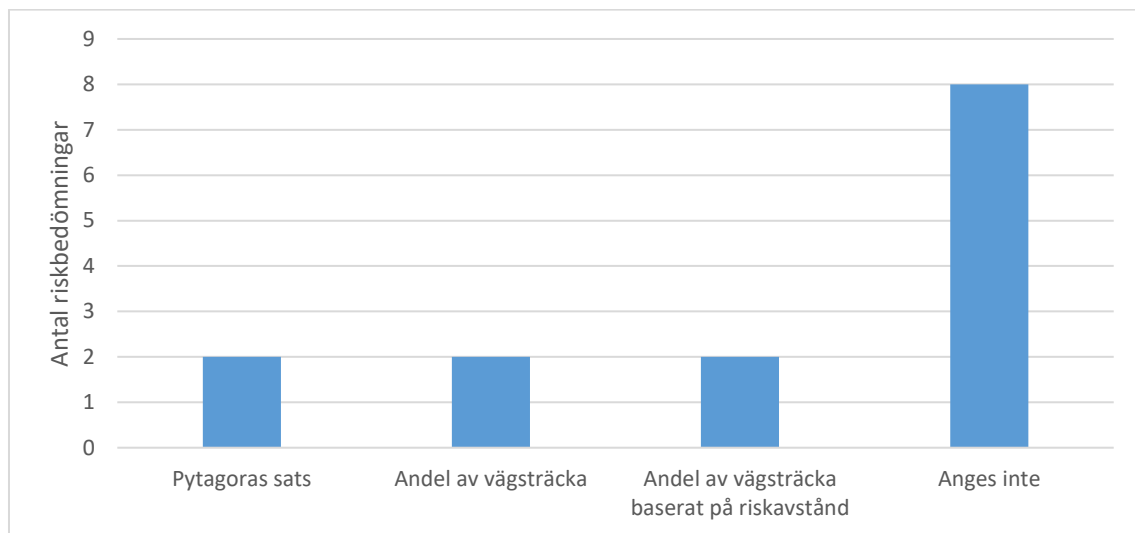
$$IR_{x,y,i} = f_i * \frac{2 * \sqrt{r^2 - a^2}}{L}$$

$IR_{x,y,i}$ =	Individsrisk för olycksscenario
f_i =	Frekvensen för ett olycksscenario (justerad för spridningsvinkel)
L =	Längden på vägsträckan (Vanligtvis 1000 m)
r =	Konsekvensavstånd
a =	Avståndet från utsläppskällan
$x (\sqrt{r^2 - a^2})$ =	Del av vägsträckan som olyckan måste ske på för att påverka individen på ett visst avstånd från transportleden

5.5.1.1 Resultat

Samtliga riskbedömningar inklusive RIKTSAM beräknar individrisk. I samtliga fall beräknas individrisken som frekvensen av att en person utomhus ska omkomma på ett specifikt avstånd från farligt godsleden.

En skillnad mellan riskbedömningarna är hur frekvensen korrigeras för att kunna beräkna individrisken. I Figur 21 återges de identifierade metoderna för att korrigera frekvensen vid beräkning av individrisk. Då det inte upplevs vara någon skillnad i hur individrisken beräknas för respektive län presenteras detta inte i resultaten.



Figur 21, Metod för att korrigera frekvens vid beräkning av individrisk.

Andel av vägsträcka innebär att samtliga olyckor inom en viss andel förväntas påverka en person på ett specifikt avstånd. I en riskbedömning anges denna andel som 300 meter av den en kilometer långa vägsträckan. I det andra fallet som 200 meter för alla slutkonsekvenser förutom giftigt gasmoln som antas påverka 400 meter av den en kilometer långa vägsträckan.

Två av riskbedömningarna har uppskattat en andel av vägsträckan baserat på konsekvensavståndet för respektive slutkonsekvens. Andelen av vägsträckan beräknas som konsekvensavståndet multiplicerat med två. Andelarna varierade mellan cirka 1-55 % (10 – 550 meter) beroende på vilken slutkonsekvens som studeras. I de övriga riskbedömningarna framgår det inte om och i så fall hur frekvensen har korrigerats.

Transparensen avseende hur individrisken beräknas är generellt sätt låg då endast 6 av 14 riskbedömningar anger tillvägagångssättet.

Diskussion av resultat

Hur individrisken beräknas av respektive riskbedömning är ofta otydligt. Därför är det svårt att göra någon direkt jämförelse av hur individrisken korrigeras. Givet att antagandet om cirkulär utbredning anses korrekt ger användning av Pythagoras sats den mest realistiska justeringen av frekvensen. Då andelar av vägsträckan ansätts blir resultatet i de flesta fallen betydligt mer konservativt och stämmer i många fall inte överens med den faktiska utbredningen av de slutkonsekvenser som beräknas. Beroende på de olika tillvägagångssätt som har identifierats kan korrigeringen leda till betydande skillnader i frekvensreducering mellan de olika riskbedömningarna.

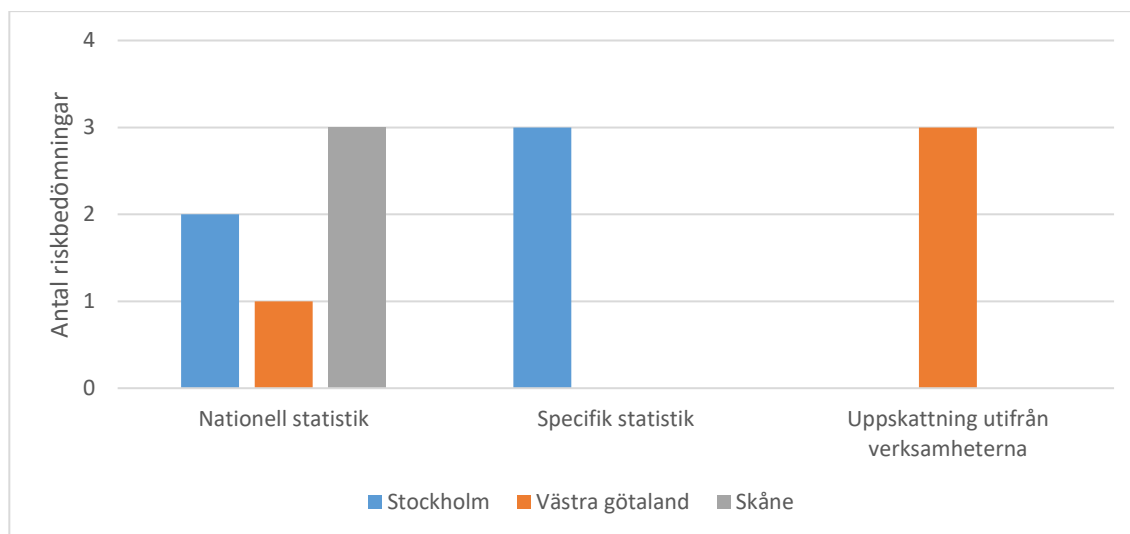
5.5.2 Samhällsrisk

Samhällsrisksberäkningar utförs i enlighet med Avsnitt 2.3.5.

5.5.2.1 Resultat

12 riskbedömningar beräknar samhällsrisk. En riskbedömning i Skåne som inte beräknar samhällsrisk gör det baserat på att de verksamheter som planeras intill farligt godsleden uppfyller tillräckligt skyddsavstånd, enligt RIKTSAM, för att endast individrisk ska beräknas. I en riskbedömning från Västra Götalands län som endast beräknar individrisk framgår ingen motivering av valet att inte beräkna samhällsrisk.

En viktig parameter i samhällsrisksberäkningar är vilken befolkningstäthet som ansätts. Därför jämförs den typ av statistik eller metod som riskbedömningarna använder för att uppskatta befolkningstätheten. Resultatet återges i Figur 22.



Figur 22, Använd statistik eller metod för att uppskatta befolkningstäthet.

Hur långt planprocessen har gått innan riskbedömningen genomförs bestämmer också hur väl befolkningstätheten går att uppskatta. Nationell statistik utgörs av allmänna värden för städer. Specifik statistik utgörs av befolkningstäthet inom den specifika staden eller kommunen. Uppskattning utifrån verksamheterna görs med hjälp av förväntad personintensitet inom byggnaderna eller på parkeringsplatser.

Om människor förväntas vara inomhus eller utomhus kommer påverka hur många som omkommer vid en slutkonsekvens. I 14 av 14 riskbedömningar angavs om de justerade för människor inomhus eller utomhus, se Tabell 26. I RIKTSAM anges andelen av människor inomhus och utomhus under både dag- och nattetid. Den viktade andelen av personer inomhus och utomhus är cirka 5 % utomhus och 95 % inomhus men det framgår inte hur slutkonsekvenser antas påverka människor inomhus.

Tabell 26, Antaganden avseende andelen människor inomhus och utomhus

Alla människor antas vara utomhus	Andel utomhus (viktad för hela dygnet)	Slutkonsekvenser som medför dödliga konsekvenser för människor inomhus	
		Slutkonsekvens	Antal riskbedömningar
6 riskbedömningar	4 – 20 % (8 riskbedömningar) 2 riskbedömningar anger inte andelen.	Explosion	7 riskbedömningar
		BLEVE	6 riskbedömningar
		Jetflamma	3 riskbedömningar
		Gasmolnsexplosion	6 riskbedömningar
		Giftigt gasmoln	7 riskbedömningar
		Pölbrand eller brand	2 riskbedömningar

Det finns stora brister i hur samhällsrisikberäkningar redovisas och endast 2 av 14 riskbedömningar anger hur samhällsrisiken beräknas. Detta görs utifrån en sammanställning i tabellform av frekvens, konsekvens och reducerande faktorer för de olika slutkonsekvenserna.

Diskussion av resultat

Överlag är det otydligt hur samhällsrisiken beräknas vilket beror på att det sällan återges en sammanställning av de frekvenser och konsekvenser som har beräknats för respektive slutkonsekvens.

De olika tillvägagångssätt som används för att uppskatta befolkningstätheten är i samtliga fall baserade på antaganden och statistik som är relevant för det aktuella planområdet.

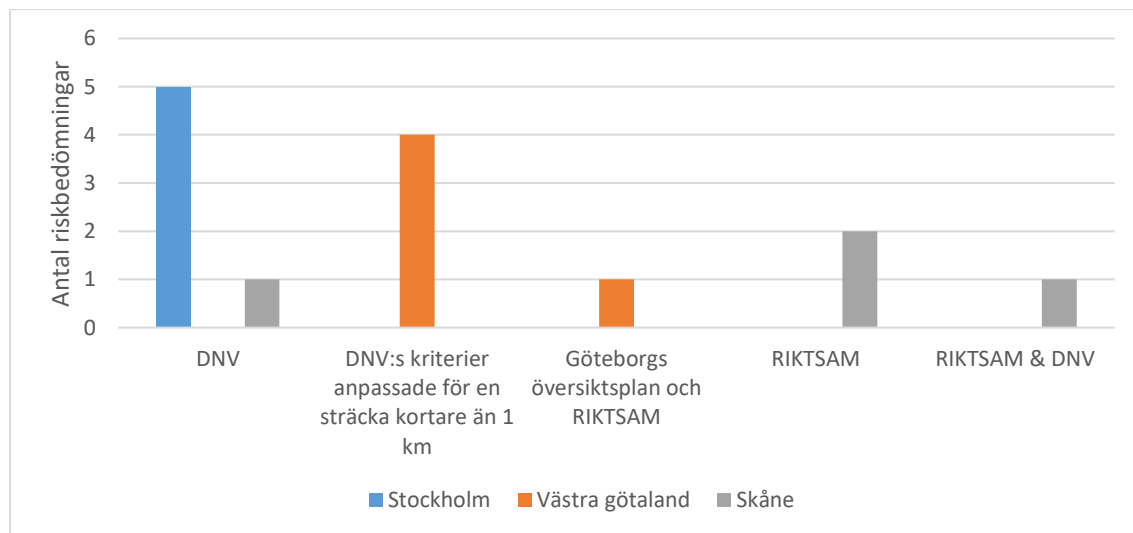
Riskbedömningarna är överlag bra på att ange de antaganden som görs avseende hur stor del av befolkningen som befinner sig inomhus respektive utomhus. De antaganden som görs skiljer sig däremot åt mellan riskbedömningarna. De skillnader som får störst påverkan på resultatet utgörs av de som antar att samtliga människor förväntas vara utomhus vilket är ett väldigt konservativt antagande. I ett annat fall antas 80 % av alla människor vara inomhus och ingen av dessa personer antas bli påverkad av någon slutkonsekvens. Dessa är de två extremfallen i de 14 riskbedömningarna och är ett av de antaganden som kommer påverka resultatet från riskbedömningarna allra mest. I de övriga riskbedömningar varierar hanteringen av människor inomhus och utomhus och ofta anges en procentuell andel som dör då de befinner sig inomhus istället för utomhus.

5.5.3 Acceptanskriterier

De acceptanskriterier som används i riskbedömningarna är baserade på DNV:s förslag, se Avsnitt 2.3.5.3, samt Göteborgs översiktsplan och de kriterier som anges i RIKTSAM, se Avsnitt 3.1.5.

5.5.3.1 Resultat

Resultatet för vilka acceptanskriterier som används presenteras i Figur 23.



Figur 23, Acceptanskriterier som används i de olika riskbedömningarna fördelat efter län.

Den riskbedömning som använder acceptanskriterier från Göteborgs översiktsplan och RIKTSAM använder samhällsrisikriterier från Göteborgs översiktsplan och individrisikriterier från RIKTSAM.

Majoriteten av riskbedömningarna använder sig av acceptanskriterier som presenteras av DNV i rapporten *Värdering av risk*. I Västra Götalands län har kriterierna reducerats för sträckor som är kortare än en kilometer, vilket beror på att dessa detaljplaneområden har varit mindre. I ett av dessa fall reduceras även kriterierna med avseende på att bebyggelsen endast är placerad på en sida av

vägen, vilket inte har gjorts i någon annan riskbedömning. De som har använt RIKTSAM och DNV jämför sina resultat mot båda dessa kriterier och för resonemang avseende om risken är acceptabel eller inte.

Diskussion av resultat

Eftersom DNV:s acceptanskriterier används i stor utsträckning är utgångspunkten för värdering av risk överensstämmande i riskbedömningarna. Det märks också i resultaten att fler i Skåne använder RIKTSAM:s acceptanskriterier och fler i Västra Götaland använder Göteborgs översiktsplans acceptanskriterier. En riskbedömning i Västra Götalands län anpassar kriterierna för samhällsrisk genom att halvera acceptanskriteriet vilket anses vara väldigt konservativt. Varför denna reducering görs framgår inte.

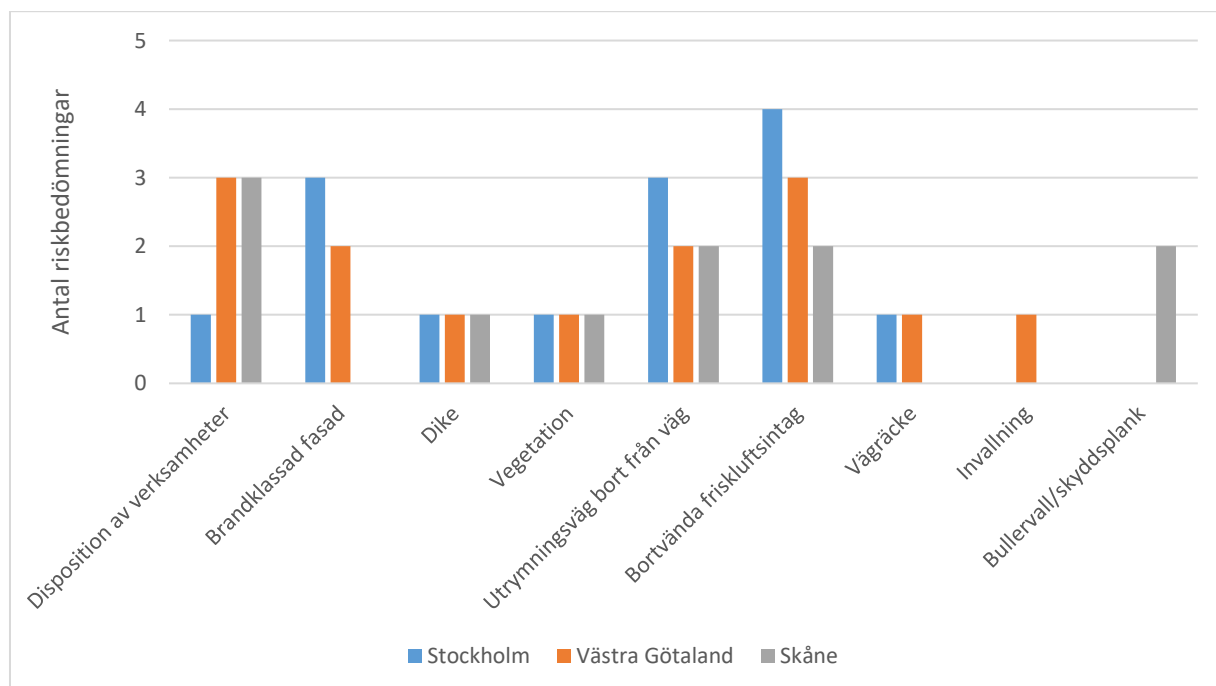
En skillnad vid användning av de olika kriterierna är att RIKTSAM:s förslag utgör en skarp gräns för när risker är acceptabla eller inte. Individriskkriterierna är dessutom olika beroende på vilken typ av bebyggelse som studeras. DNV:s förslag innebär istället att det krävs en tolkning av vilka åtgärder som är rimliga i förhållande till att kostnaden inte får vara oproportionerlig i förhållande till den erhållna riskreduktionen. Göteborgs översiktsplans acceptanskriterier för samhällsrisk är framtagna för en två kilometer lång vägsträcka men om kriterierna skalas ner till en kilometer, kommer kriterierna vara lika DNV:s. En skillnad är att en lägre acceptansnivå tillåts för olyckor där fler människor omkommer.

5.6 Riskbehandling

I riskbedömningarna anges ett antal möjliga åtgärder för att höja säkerheten och minska riskerna intill bland annat transportleder.

5.6.1 Resultat

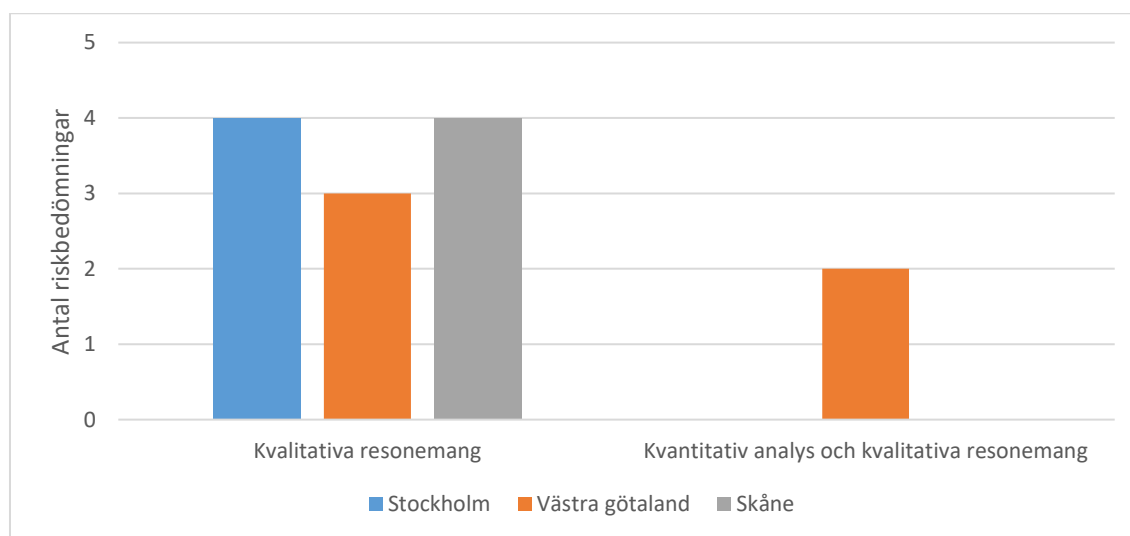
13 av 14 riskbedömningar angav någon form av riskreducerande åtgärder. Samtliga riskbedömningar anger skyddsavstånd vilket baseras på individ- och samhällsriskberäkningarna. De övriga åtgärder som föreslås presenteras i Figur 24 nedan.



Figur 24, Riskreducerande åtgärder som förekommer i riskbedömningarna.

Skillnaderna mellan länen kan till stor del bero på att riktlinjerna i Stockholm tydligt återger åtgärderna bortvända friskluftsintag och brandklassad fasad. Samtliga riskbedömningar som värderar riskerna utifrån RIKTSAM:s kriterier föreslår åtgärden disposition av verksamheter. Det kan förklaras av att olika individriskkriterier tillämpas beroende på typ av verksamhet, exempelvis accepteras högre risker för kontor än flerbostadshus. De riskbedömningar som använder DNV:s kriterier lägger istället ett större fokus på att reducera riskerna genom olika typer av byggnadstekniska åtgärder. Övriga skillnader beror till stor del på sådana åtgärder som redan ingår i detaljplanen men även bidrar till ett skydd mot olika slutkonsekvenser. Exempel på dessa är bullervall/skyddsplank, dike, vegetation och vägräcke.

Nedan återges hur effekterna av de riskreducerande åtgärderna analyseras i riskbedömningarna, se Figur 25.



Figur 25. Typ av verifiering av riskreducerande åtgärder.

Endast två riskbedömningar gör någon typ av kvantitativ analys. I ett av dessa fall illustreras ett nytt diagram för samhällsrisk där effekterna av åtgärderna brandklassad fasad, disposition av verksamheter samt ventilationsåtgärder reducerar riskerna. Vilket beskrivs med resonemang och antaganden. Den andra riskbedömningen illustrerar de slutkonsekvenser som kommer leda till störst påverkan på de beräknade risknivåerna på olika avstånd. Utifrån detta ges åtgärdsförslag för att minimera dessa risker. I övriga fall förs endast kvalitativa resonemang avseende hur åtgärderna kan komma att påverka riskbilden.

I många fall är det svårt att förstå hur riskbedömningar väljer ut sina riskreducerande åtgärder. Det sker sällan någon rangordning eller värdering av vilka åtgärder som ska prioriteras.

Diskussion av resultat

Riskbedömningarna presenterar ofta generella resonemang för att motivera de val av riskreducerande åtgärder som föreslås. I en stor del av fallen anges endast en kort kvalitativ beskrivning av effekterna men det anges inte vilka åtgärder som bör prioriteras utifrån deras riskreducerande effekt. Det saknas ofta en tydlig koppling mellan de åtgärder som föreslås och de slutkonsekvenser som är mest betydande för de beräknade risknivåerna. En av de största skillnaderna utgörs av en riskbedömning som hävdar att fasader och fönster ska vara brandklassade upp till 140 meter från farligt godsleden medan en annan hävdar att brandklassning endast krävs 40 meter från vägen, detta trots att de beräknade risknivåerna är lägre för den riskbedömning som anger det längre avståndet. Bristen på kvantitativ verifiering av åtgärderna kan innebära att det är svårt för beslutsfattare att dels förstå varför en åtgärd ska införas, dels vilka åtgärder som ger störst effekt på risknivåerna.

5.7 Resultat och tillämpning av riskbedömningarna

13 av 14 riskbedömningar presenterar resultatet som en individriskprofil och av de 12 riskbedömningar som beräknar samhällsrisik presenterar alla resultatet i en FN-kurva. RIKTSAM presenterar både en individriskprofil och en FN-kurva. Även fast alla riskbedömningar inte använder DNV:s acceptanskriterier kommer riskbedömningar jämföras mot detta ALARP-område för att ge en bild av skillnader i resultatet mellan riskbedömningarna. För resultat se Tabell 27.

Tabell 27. Resultat utifrån ALARP-området i DNV:s kriterier.

	Individriskprofil	FN-kurva
Stockholms län	Alla riskbedömningar startar inom ALARP-området och försvinner ut mellan 30 – 78 m.	Alla riskbedömningar startar inom ALARP-området och försvinner ut mellan 8 och 1000 omkomna.
Västra Götalands län	<ul style="list-style-type: none"> – Två riskbedömningar startar inom ALARP-området och försvinner ut mellan 150 och 500 m. – Två riskbedömningar startar ovanför ALARP-området och tar sig in i ALARP-området mellan 25 och 40 m. Sedan försvinner de ur ALARP-området mellan 50 och 300 m. – En riskbedömning presenterar inte individriskprofil 	<ul style="list-style-type: none"> – Fyra riskbedömningar startar inom ALARP-området och försvinner ut mellan 20 och 1000 omkomna. – En riskbedömning beräknar inte samhällsrisik
Skåne län	<ul style="list-style-type: none"> – Tre riskbedömningar startar inom ALARP-området och försvinner ut mellan 25 och 60 m. – En riskbedömning startar ovanför ALARP-området och tar sig in i ALARP-området vid 10 m. Sedan försvinner de ur ALARP-området mellan 110 m. – RIKTSAM: Startar ovanför ALARP-området och tar sig in i ALARP-området vid 30 m. Sedan försvinner de ur ALARP-området vid 200 m. 	<ul style="list-style-type: none"> – Tre riskbedömningar startar inom ALARP-området och försvinner ut mellan 250 och 500 omkomna. – En riskbedömning är alltid nedanför ALARP-området – En riskbedömning beräknar inte samhällsrisik – RIKTSAM: Startar inom ALARP-området och försvinner ut vid 90 omkomna.

5 av riskbedömningarna har inte implementeras i detaljplanen ännu. Av de 9 riskbedömningar som implementeras i detaljplanen, är det två som har fått kritik från länsstyrelsen alternativt räddningstjänsten. Kritik ges mot val av åtgärder och de skyddsavstånd som har beräknats i riskbedömningarna.

Individriskprofilen hamnar inom ALARP-området för alla riskbedömningar. Under hur lång sträcka individriskprofiler hamnar inom ALARP-området varierar mellan de olika riskbedömningarna. 10 individriskprofiler startar inom ALARP-området och 5 riskbedömningar startar ovanför ALARP-området. Detta borde innebära att byggnader inte borde tillåtas förens individriskprofil korsar ALARP-området.

Ingen riskbedömning som beräknar en FN-kurva hamnar ovanför ALARP-området och visar att risken är oacceptabel. En riskbedömning hamnar under ALARP genom hela FN-kurvan. Resterande riskbedömningar är mer eller mindre inom ALARP-området.

5.8 Hantering av osäkerheter

I samtliga riskbedömningar finns ett avsnitt där osäkerheter diskuteras. Nedan återges de generella parametrar som har belysts i de olika riskbedömningarna:

- Antal och fördelning av farligt godstransporter
- Befolkningstäthet och andelen människor utomhus och inomhus
- Frekvensberäkningar för de olika slutkonsekvenserna
- Konsekvensberäkningar för de olika slutkonsekvenserna

Samtliga riskbedömningar anger att uppskattningen av antal och fördelning farligt godstransporter är den mest osäkra parametern. Enligt de osäkerheter som belyses i riskbedömningarna finns det osäkerheter i princip alla delmoment av riskbedömningarna. Nedan presenteras resultatet avseende hur riskbedömningarna har hanterat olika osäkerheter.

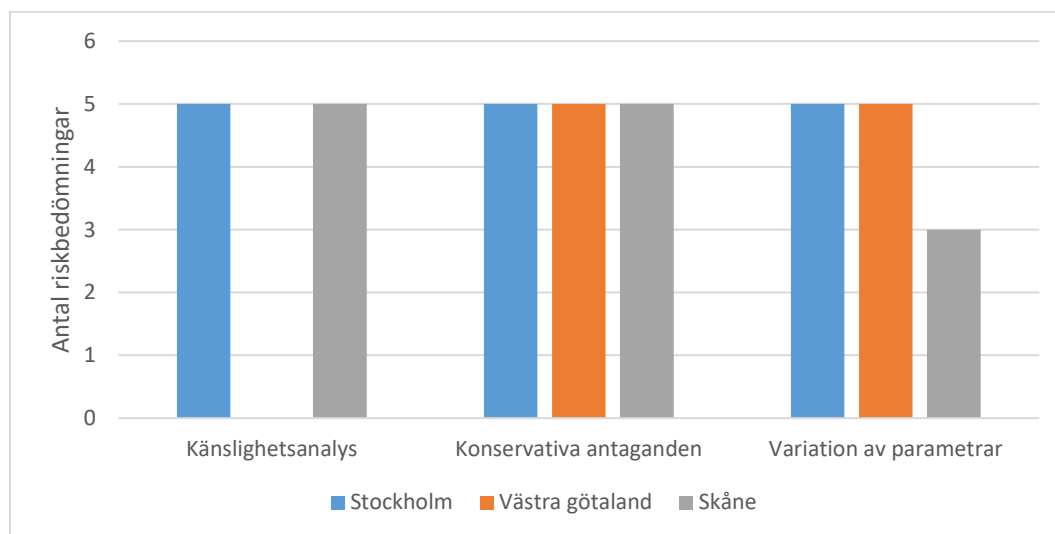
5.8.1 Resultat

Den generella hanteringen av osäkerheter i riskbedömningarna beskrivs i Figur 26 nedan.

Känslighetsanalys avser de riskbedömningar som gör en känslighetsanalys av en eller flera parametrar.

Konservativa antaganden utgörs av om det framgår att sådana görs för att hantera osäkerheterna.

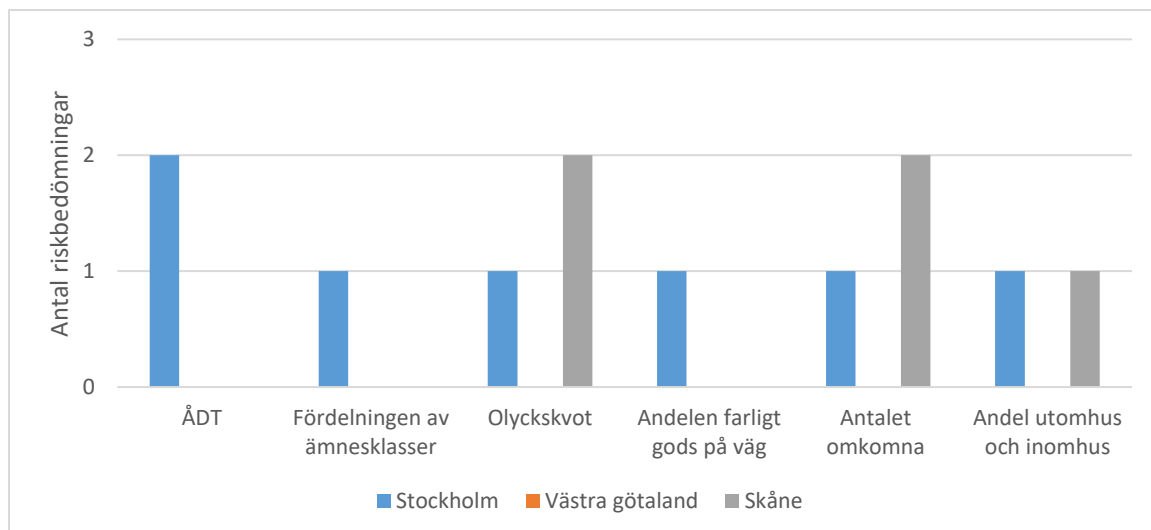
Variation av parametrar avser de riskbedömningar som hanterar osäkerheter genom uppdelning av slutkonsekvenser i händelseträdsanalysen samt att indata vid beräkning av konsekvenserna varierar.



Figur 26, Generell hantering av osäkerheter i de olika riskbedömningarna

Samtliga riskbedömningar använder sig i stor grad av konservativa antaganden. Det som skiljer sig åt är däremot vilka parametrar som hanteras konservativt i de olika riskbedömningarna. I vissa fall görs väldigt konservativa antaganden avseende lastmängd eller källstyrka medan andra ansätter konservativa värden avseende skadekriterier eller andelen människor inomhus eller utomhus. Samtliga riskbedömningar varierar i olika utsträckning ingående parametrar. Exempelvis uppdelning av lastmängd eller olika vindhastigheter. Endast i en riskbedömning används en fördelning av värden vilken utgörs av den som anpassar en fördelning utifrån RIKTSAM. De två riskbedömningar som inte varierar några parametrar använder sig av percentiler från resultat som återges i RIKTSAM.

De riskbedömningar som genomför en känslighetsanalys baserar valet av parametrar på kvalitativa bedömningar av de parametrar som har störst betydelse för resultatet. Nedan återges de olika parametrar som studeras i känslighetsanalyserna, Figur 27.



Figur 27, Parametrar som studeras i känslighetsanalys.

Ingen av riskbedömningarna i Västra Götalands län gör en känslighetsanalys. Detta motiveras i tre riskbedömningar av att de räknat upp antalet transporter enligt trafikprognoser för år 2030 och 2035. De två andra riskbedömningarna anger endast att resultatet är konservativt på grund av flertalet konservativa antaganden.

I RIKTSAM görs en mer utförlig känslighetsanalys, de aspekter som studeras återges nedan:

- Ändrade hålstorlekar
- Ändrade fördelningar av ADR-klasser
- Jämför spridningsberäkningar mot annat beräkningsprogram

Alla riskbedömningarna har ett kapitel som är benämnt osäkerheter och där genomförs en väldigt generell diskussion kring osäkerheter. I detta kapitel framgår att resultatet är förknippat med stora osäkerheter men det görs

Diskussion av resultat

Konsultbolagen belyser överlag samma osäkerheter i riskbedömningarna och att resultatet baseras på osäkra skattningar. Hanteringen av osäkerheter utgörs i stor grad av konservativa antaganden och kvalitativa resonemang. Dessa metoder gör det svårt att förstå i vilken utsträckning som osäkerheterna påverkar de beräknade risknivåerna och hur pass osäkert resultatet är. En nackdel med konservativa antaganden är dels att risknivåerna kan bli överskattade i detaljplanerna, dels att konservativa antaganden används för att acceptera stora osäkerheter.

De flesta riskbedömningarna genomför känslighetsanalyser. De parametrar som studeras påverkar antingen frekvensen av olycka alternativt antalet människor som förolyckas vid olika slutkonsekvenser. Endast i ett fåtal fall studeras båda dessa parametrar vilket leder till att osäkerheterna i resultatet endast hanteras till viss del. Det genomförs ingen kvantitativ bedömning avseende vilka slutkonsekvenser som påverkar resultatet i störst utsträckning vilket ibland gör det svårt att förstå varför parametrarna väljs ut. Även om många riskbedömningar genomför någon form av variation av ansatta parametrar sker detta endast i ett fåtal fall i varje riskbedömning. Det är endast RIKSTAM som genomför någon form osäkerhetshantering av de olika beräkningsmodeller som används.

6 Diskussion

Nedan följer en övergripande diskussion av de resultat som presenteras i Kapitel 5. Diskussion är uppdelad i tre delar.

Den första delen utgörs av en generell diskussion av skillnader och likheter samt kvalitetsaspekter. Syftet är att belysa de moment eller parametrar i riskbedömningarna som kan leda till stor påverkan på resultatet och tillämpningen av riskbedömningarna.

Den andra delen behandlar eventuella lösningar eller tillvägagångssätt för att riskbedömningarna ska bli mer enhetliga.

Den sista delen behandlar diskussion kring osäkerheter och felkällor i examensarbetet.

6.1 Skillnader och likheter samt kvalitetsaspekter

Diskussionen i detta avsnitt delas upp efter de olika delmomenten i riskbedömningarna.

6.1.1 Riskidentifiering

De olika val som görs i riskidentifieringen stämmer väl överens. De skillnader som har observerats leder generellt till liten skillnad i resultat då dessa främst utgörs av val av ämnesklasser eller slutkonsekvenser för vilka frekvenserna och konsekvenserna är relativt låga, exempelvis ämnesklass 6 och 8.

I riskbedömningarna bör det däremot framgå tydligare motivering avseende de ämnesklasser som väljs bort eftersom det potentiellt kan leda till stor påverkan på resultatet. I de fall valen motiveras av statistik bör även giltigheten i statistiken diskuteras och det bör tas hänsyn till att andelarna av olika ämnesklasser kan förändras över tid. Ett gemensamt underlag avseende vilka ämnesklasser som kan leda till betydande konsekvenser skulle därför kunna användas som utgångspunkt vid val av ämnesklasser. Generellt sett kan en så stor andel som möjligt av ämnesklasserna inkluderas i riskbedömningarna för att ge en så heltäckande bild som möjligt av risknivåerna intill farligt godsleden. I riskbedömningarna identifieras främst olika åsikter vid val av ämnesklass 5 och 6, dessa bör därför utredas vidare. De beaktade slutkonsekvenserna bör inte skilja mellan riskbedömningarna då de inte baseras på underlag över exakt vilka ämnen som transporteras på vägsträckorna. Gemensamma underlag eller riktlinjer kan därför vara ett bra stöd för att riskbedömningar ska utgå från samma slutkonsekvenser.

Val av representativa ämnen stämmer väl överens mellan riskbedömningarna. Resonemang avseende val av representativa ämnen bör i vissa fall förtydligas för att motivera varför ett visst ämne används. Om valet enbart görs utifrån de ämnen som kan medföra värst konsekvenser bör valen inte skilja sig mellan riskbedömningarna, om valet däremot baseras på statistik över de ämnen som transporteras mest bör detta belysas.

Förslag på åtgärder som behöver utredas vidare sammanställs nedan:

- Gemensamma underlag eller riktlinjer för de ämnesklasser som bör studeras
- Gemensamma underlag eller riktlinjer för de slutkonsekvenser som bör studeras
- Underlag avseende hur representativa ämnen ska hanteras

6.1.2 Frekvens för bashändelse

Frekvensen av olyckor vid transport av farligt gods är den parameter i riskbedömningarna som potentiellt kan leda till störst skillnader i resultat eftersom den påverkar frekvensen av samtliga slutkonsekvenser i riskbedömningarna. VTI-modellen används i stor utsträckning och variationen vid beräkning av frekvens av olycka är låg mellan riskbedömningar som studerar samma vägar. Den utbredda användning av VTI-modellen innebär att dess giltighet avseende de förhållanden som råder

idag bör utredas. Modellen detaljgranskas därför i ett parallellt examensarbete (Ardin & Markselius, 2016).

Endast en riskbedömning tar hänsyn till olyckor som sker av annan orsak än trafikolycka. Detta trots att det finns statistik som visar att en betydande del av farligt godsolyckor inte initieras av en trafikolycka (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2014a) samt att en granskning av olycksrapportering under fem år framgår det även att cirka 50 % av alla olyckor vid transport av farligt gods sker av annan orsak än trafikolycka (Ardin & Markselius, 2016). Det är därför ett generellt antagande i riskbedömningarna som kan leda till att risknivåerna underskattas.

Fördelningen av transporter med olika ämnesklasser kan i många fall variera på grund av den statistik som används, men beror i vissa fall även på skillnader avseende hur stor andel av ämnesklasserna som anses kunna leda till betydande slutkonsekvenser. Variation är som störst för ämnesklass 1, 2.1 och 2.3 eftersom dessa även kan leda till omfattande konsekvenser bedöms detta kunna leda till stor skillnad i resultat. På grund av variationen bör det finnas en medvetenhet om att valet av statistik kan leda till stora skillnader i beräknade risknivåer. Det bör även utredas hur stor andel av ämnesklass 1 som kan leda till massexplosion samt vilka ämnen inom ämnesklass 3 som kan leda till giftigt gasmoln.

Förslag på åtgärder som behöver utredas vidare sammanställs nedan:

- Utredning av i vilken utsträckning som VTI-modellen ger giltiga skattningar utifrån de förutsättningar vid transport av farligt gods som råder idag
- Utredning av i vilken omfattning som olyckor av annan orsak än trafikolycka kan leda till de beaktade slutkonsekvenserna
- Bättre underlag för de ämnesklasser som transporteras på vägarna
- Utredning avseende vilka ämnen inom ämnesklass 1 som kan leda till massexplosion och vilka ämnen inom ämnesklass 3 som kan leda till giftigt gasmoln

6.1.3 Händelseträdsanalys

I händelseträdsanalyserna identifieras stora skillnader mellan riskbedömningarna. En orsak är hur och för vilka ämnesklasser som sannolikheter för läckage används. Majoriteten av riskbedömningarna använder index för farligt godsolycka vid olyckor med ämnesklass 2 och 3. Användning av indexet vid olyckor med ämnesklass 1 och 5 leder till stor påverkan på frekvenserna av olyckor med dessa. För ämnesklass 5 krävs utredning av om ämnen transporteras i flytande eller fast form. Ingen riskbedömning för resonemang om sitt val av att studera fasta eller flytande ämnen i ämnesklass 5.

Den stora variationen av sannolikheten för respektive slutkonsekvens leder till stor skillnad i resultat mellan de olika riskbedömningarna. Skillnaderna beror till stor del på rena antaganden som görs av respektive konsult eller konsultbolag vilket motiverar att antagna parametrar i större grad bör underbyggas av källhänvisningar. En del osäkerheter utgörs däremot av kunskapsosäkerheter och ofullständighet, om målet är att öka enhetligheten mellan olika riskbedömningar kan det därför krävas tydligare riktlinjer inom länen alternativt nationella riktlinjer. Vidare finns det stora skillnader i uppdelning eller punktskattning av slutkonsekvenserna. Dessa antaganden bör därför i större grad baseras på vetenskaplig litteratur. En grundligare undersökning av sannolikheten för olika storlekar på lasterna av ämnesklass 1 bör genomföras. Slutkonsekvenserna explosion, BLEVE, gasmolnexplosion och giftigt gasmoln innebär störst variation avseende sannolikhet och uppdelning av slutkonsekvenser.

Förslag på åtgärder som behöver utredas vidare sammanställs nedan:

- Hantering av index för farligt godsolycka bör ses över
- Utredning av om ämnesklass 5 fraktas i flytande eller fast form i de olika länen
 - o Vad medför det för skillnader avseende konsekvenserna?

6.1.4 Skadekriterier

Skillnader i skadekriterier beror till stor del på hur pass konservativa värden som ansätts i de olika riskbedömningarna. Även om riskbedömningarna i många fall använder samma källor för skadekriterier alternativt förinställda kriterier i beräkningsprogram är det stor variation i de kriterier som anses leda till dödlig påverkan. Avseende explosion beror en del av skillnaderna på om separata skadekriterier ansätts för skador på människa och byggnader eller om skadekriteriet utgörs av en sammanvägning av olika kriterier.

Skadekriterier är en parameter som inte bör ha den variation som har observerats. En människa bör löpa lika stor risk att dö oavsett vilken plats denna befinner sig på. En möjlig lösning skulle därför vara att gemensamma underlag eller riktlinjer för vilka skadekriterier som ska användas.

6.1.5 Konsekvensberäkning

Vid konsekvensberäkningarna används många olika beräkningsmodeller och i vissa fall en stor mängd indata. Det har inneburit att det inte har varit möjligt att i detalj utreda förklaringen till variationen i de olika konsekvensberäkningarna. Utifrån de resultat som har presenterats är däremot variationen i konsekvensavstånd som störst för slutkonsekvenserna BLEVE, gasmolnexplosion och giftigt gasmoln. En viss del av variationen kan förklaras av plats-specifika förhållanden, exempelvis vindhastigheter och stabilitetsklass, men de stora skillnaderna kan inte enbart förklaras av dessa parametrar.

En problematik med konsekvensberäkningar och vad som gör resultaten svåra att jämföra, är hur konsekvensavståndet och konsekvensområdet anges. De riskbedömningar som anger ett konsekvensavstånd nämner att spridningsvinkeln erhålls ur beräkningsprogram men återger inte alltid denna. På samma sätt finns det stora skillnader i källstyrka. Här är det svårare att göra en direkt jämförelse, då riskbedömningar anger källstyrkan i både hålstorlek och flöde. Om inte källmodellen beskrivs i detalj med tillhörande indata, går det inte att utläsa vad hålstorleken motsvarar för flöde. Därför går det att öka transparensen i riskbedömningarna genom att alltid ange källstyrkan som ett flöde.

Vilken ämnesklass som påverkar de beräknade risknivåerna mest är beroende på riskbedömningens utformning. De stora skillnaderna i sannolikhetsfördelning av ämnesklasser och konsekvensavstånd innebär att olika ämnesklasser kommer ha olika stor påverkan på risknivåerna i de olika riskbedömningarna. Givet den variation som har observerats, avseende såväl konsekvensavstånd som beräknad frekvens, för slutkonsekvenserna explosion, BLEVE, gasmolnexplosion och giftigt gasmoln kan dessa leda till stora skillnader i resultat.

De mest betydande skillnader som har observerats i riskbedömningarna och behöver utredas vidare sammanställs nedan:

- Gemensamma underlag för hur konsekvensberäkningar ska genomföras
- Utredning av vilka modeller som bör användas vid konsekvensberäkningar av olika slutkonsekvenser
- Riktlinjer angående hur indata och konsekvensområden ska anges vid konsekvensberäkningar

6.1.6 Riskvärdering

I en klar majoritet av riskbedömningarna saknas en sammanställning av de frekvenser och konsekvenser för respektive slutkonsekvens som används i riskberäkningarna. I händelseträdsanalysen och konsekvensberäkningarna återges de parametrar som används men det är svårt att få en överblick över resultaten. Det leder bland annat till att det är svårt att få en uppfattning om de slutkonsekvenser som är mest betydande för de beräknade risknivåerna.

Individrisk

Transparensen avseende hur individrisken beräknas är överlag dålig. De tillvägagångssätt som framgår för att korrigera frekvensen för slutkonsekvenser som inte påverkar hela vägsträckan varierar. De riskbedömningar som reducerar frekvensen utifrån en förutbestämd andel av vägen erhåller väldigt konservativa resultat. I de fall som frekvensen reduceras med avseende på konsekvensavstånd för respektive slutkonsekvens erhålls mer realistiska resultat.

Samhällsrisk

En av de parametrar som kan få störst påverkan på resultatet utgörs av uppskattningen av befolkningstätheten. Det är svårt att jämföra denna parameter mellan riskbedömningarna men överlag är transparensen god och de antaganden som görs framgår. I samtliga fall baseras uppskattningarna på någon form av statistik eller resonemang utifrån de verksamheter som finns inom detaljplaneområdet.

De olika tillvägagångssätten för att hantera att människor befinner sig utomhus och inomhus varierar mellan riskbedömningarna. Hur stor andel som befinner sig inomhus och i vilken utsträckning slutkonsekvenserna påverkar människor inomhus leder till väldigt stora skillnader i samhällsriskberäkningarna. De riskbedömningar som antar att samtliga personer befinner sig utomhus erhåller väldigt konservativa risknivåer jämfört med de som endast antar att 4 % befinner sig utomhus.

Enligt de resultat som presenteras i riskbedömningarna är samhällsrisk det riskmått som styr om risknivån är acceptabel eller inte. Det innebär i sin tur att stora skillnader i hur samhällsrisk beräknas leder till skillnader i användningen av riskbedömningen som beslutsunderlag. Samhällsrisknivåerna påverkas även i större utsträckning av slutkonsekvenser med långa konsekvensavstånd men låg frekvens. Som jämförelsestudien visar beräknas de största konsekvensavstånden för slutkonsekvenser vid olyckor med ämnesklass 1, 2.1 och 2.3, men variationen är samtidigt stor. Det kan därför leda till stora skillnader och osäkerheter i de resultat som utgör beslutsunderlag i detaljplanerna.

6.1.7 Riskbehandling

I riskbedömningarna presenteras ett antal olika riskreducerande åtgärder. Effekterna av åtgärderna beskrivs i stor utsträckning med kvalitativa resonemang vilket ger en grundläggande förståelse för hur dessa eventuellt kan påverka risknivåerna. Det är däremot svårt att få en uppfattning om vilka åtgärder som bör prioriteras och i vilken utsträckning de faktiskt påverkar de beräknade risknivåerna. I ett parallellt exjobb studeras därför olika metoder för att utvärdera effekterna av riskreducerande åtgärder.

En annan problematik är att det är svårt att se en tydlig koppling mellan de åtgärder som föreslås och de slutkonsekvenser som är mest betydande för slutresultatet. Åtgärderna är ofta generella och i motiveras inte av att de påverkar slutkonsekvenser som är mest betydande för risknivåerna. Det leder till att riskbedömningarna ofta föreslår i princip samma åtgärder trots att olika slutkonsekvenser kan vara mer betydande för resultatet än andra. På samma sätt är det svårt att se någon tydlig skillnad i föreslagna åtgärder då riskerna ligger i övre delen av ALARP-området jämfört med de fall där riskerna endast är inom ALARP-området de närmaste 40-50 metrarna från vägen.

6.1.8 Resultat och tillämpning av riskbedömningarna

Samtliga riskbedömningar hamnar inom ALARP-området alternativt i området för acceptabla risknivåer. Resultatet från riskbedömningarna, i form av skyddsavstånd och åtgärder, tillämpas i stor utsträckning i detaljplanerna. Samtidigt visar jämförelsestudien på att det finns stor variation i antaganden och resultat vid beräkningar av sannolikhet och konsekvens. En möjlig problematik är därför att beräknade risknivåer i stor grad beror på den som upprättar riskbedömningen vilket kan påverka de åtgärder och skyddsavstånd som tillämpas.

En annan problematik är att det inte finns någon tydlig koppling mellan beräknade risknivåer och de föreslagna åtgärderna. Apostolakis (2004) diskuterar hur kvantitativa riskanalyser bör användas och belyser att det är analysernas påverkan på beslutfattande som är av betydelse och inte de exakta

resultaten som presenteras. Han hävdar att analyserna ska bidra med en förståelse om de dominerande riskfaktorerna och ge en förståelse om vilka faktorer som är problematiska ur säkerhetssynpunkt. Enligt detta bör alltså riskbedömningarna bidra med information om vilka slutkonsekvenser som är mest betydande för risknivåerna. Eftersom så inte är fallet kan det i sin tur innebära att tillämpningen av resultaten i detaljplanerna inte baseras på de mest betydande riskerna mot planområdet.

Endast två av nio riskbedömningar har fått kritik och det är osäkert om och hur resultatet från dessa riskbedömningar kommer tillämpas i detaljplanen. Kritiken mot riskbedömningarna kan leda till att riskhanteringsprocessen vid exploatering blir ineffektiv eftersom länsstyrelsen eller räddningstjänsten inte litar på resultatet och till följd av det inte tillämpar resultatet i detaljplanen. På grund av stora skillnader i antaganden, modeller och indata och ibland bristande transparens kan detta bli ett växande problem eftersom resultatet i stor grad beror på den som utför riskbedömningen. Detta märks också i länsstyrelsernas riktlinjer som framförallt väljer att fokusera på olika skyddsavstånd.

6.1.9 Hantering av osäkerheter

Riskbedömningarna belyser överlag samma osäkerheter som finns i riskbedömningarna och hävdar att en stor del av resultatet baseras på osäkerheter. Hanteringen av osäkerheter utgörs ofta av att ansätta konservativa antaganden vilket till viss del kan förklaras av bristen på statistik eller underlag. I många fall går det däremot att utläsa att vissa riskbedömningar använder statistik eller källhänvisningar för ansatta parametrar medan vissa istället väljer att göra rena antaganden som är väldigt konservativa. De konservativa antaganden som görs kan leda till att riskerna kraftigt överskattas vilket på så vis kan leda överskattning av risknivåerna och efterföljande investeringar i riskreducerande åtgärder. De konservativa antaganden som görs i vissa analyser är även en av förklaringarna till de stora skillnader som observeras i bland annat konsekvensberäkningarna.

En stor del av riskbedömningarna genomför känslighetsanalyser avseende parametrar som påverkar frekvensen av olyckor vilket anses vara ett lämpligt val då dessa påverkar frekvensen av samtliga slutkonsekvenser. Ingen av riskbedömningarna återger däremot någon bedömning av osäkerheterna i beräkning av sannolikhet eller konsekvens för de olika slutkonsekvenserna. Detta trots att en stor variation i dessa parametrar har påvisats mellan riskbedömningarna.

6.2 Hur kan dessa skillnader hanteras?

För att hantera stor variation i parametrar kan länsstyrelserna, Boverket eller MSB försöka erbjuda bättre underlag för konsultbolagen. Ett exempel på detta är VTI-modellen som utvecklades för att skapa ett bättre underlag vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka med farligt gods. Denna modell har också blivit branschpraxis, enligt jämförelsestudien, vilket visar på hur ett genomarbetat underlag kan innebära mer enhetliga och lättförstådda riskbedömningar. Ett problem med denna modell är däremot att den bör uppdateras kontinuerligt för att vara representativ för de förhållanden som råder idag. Då fördelningen av ämnesklassen varierar trots att samma vägar studeras skulle bättre och mer kontinuerligt uppdaterade underlag skapa bättre förutsättningar för enhetliga riskbedömningar. Både avseende de ämnesklasser som väljs ut samt vilka slutkonsekvenser dessa ämnesklasser kan ge upphov till.

Skillnaderna i riskbedömningarna kan i vissa fall vara svåra att förklara på grund av bristande transparens. Behovet av transparens har som tidigare presenterats belysts av bland annat Davidsson et al (2003) för att ge en större förståelse för de resultat som presenteras. Enligt resultatet i jämförelsestudien är denna problematik som störst vid konsekvensberäkningar. Ett problem med konsekvensberäkningar är hur konsekvensavståndet eller konsekvensområdet och skadekriterier anges vilket i vissa fall gör det svårt att jämföra resultaten. Konsultbolagen motiverar inte val av beräkningsmodell och det upplevs inte finnas någon förklaring till varför så många beräkningsmodeller används. För närvarande upplevs konsultbolagen utföra sina konsekvensberäkningar utifrån mallar som sällan uppdateras. Det kommer krävas ett större engagemang och nyfikenhet för att lära sig nya konsekvensberäkningsmetoder, för att driva utvecklingen framåt. Samtidigt behöver konsultbolagen incitament för att kontinuerligt förbättra sina riskbedömningar. Om det inte ställs krav på hur resultat ska sammanställas eller att mer utförliga osäkerhetsanalyser ska genomföras finns det ingen anledning för konsultbolagen att göra detta. För att inspirera och skapa en plattform för vidare utveckling kan forum eller föreningar skapas. Detta skapar möjligheten att föra en kontinuerlig dialog och utbyte av erfarenheter. Expertis från fler konsultbolag kan definiera olika typer av "best practice" och ge ett bredare perspektiv än vad till exempel olika typer av riktlinjer innebär. Dessa typer av forum kan också ge en mer dynamisk utveckling av riskbedömningar avseende transport av farligt gods.

En metod för att hantera en viss del av variationen och skillnaderna är reglering. Ett exempel på ett land som har reglerat riskbedömningar vid transport av farligt gods är Holland. Det kommer alltid att finnas olika typer av fördelar och nackdelar med reglering. De holländska riktlinjerna menar att om en QRA ska användas för beslut ska den vara verifierbar, repeterbar och jämförbar. Som en konsekvens av detta måste analyserna vara baserade på samma modeller, antaganden och grundläggande information. Trots detta visar en jämförelsestudie att det fortfarande finns stora skillnader i riskbedömningar för de holländska konsultbolagen (National Institute of Public Health and the Environment, 2009). Sedan finns det människor som menar att reglering inte inspirerar människor till vidare utveckling, och att regleringen inom riskbedömningar kan innebära långsam utveckling inom området (Tirole, 2014). Goerlandt, Kzahkad och Reniers (2016) belyser att det krävs en fortsatt hög transparens i riskbedömningarna och öppen dialog mellan regulatorer och konsulter för att hantera ovanstående problematik. De anser vidare att det krävs gemensamma underlag för hur innehållet och resultatet i riskbedömningar ska presenteras. Enligt ovanstående kan det därför vara lämpligt att reglera hur beräkningar av frekvens och konsekvens ska genomföras samt hur resultat ska anges. Om reglering av riskbedömningar vid transport av farligt gods är det bästa sättet att hantera skillnader och variation mellan riskbedömningar i Sverige är svårt att uttala sig om. Det behövs vidare analys.

Det kommer alltid finnas skillnader i riskbedömningar avseende transport av farligt gods. Vissa skillnader kan förklaras av naturliga variationer vilket inte fullt ut har kunnat belysas inom ramen för detta examensarbete. Andra skillnader beror på grova antaganden alternativt underbyggande resonemang som leder till stor skillnader avseende antagna sannolikheter eller konsekvenser,

exempelvis sannolikhet för antändning av pöl eller gasmoln. Det viktiga är att det tydligt går att urskilja dessa skillnader och ha kontroll på vad dessa skillnader innebär, hur dessa kommer påverka stadsbebyggelsen. Alternativt att riktlinjer och underlag tas fram för att erhålla mer enhetliga riskbedömningarna.

I denna jämförelsestudie har främst olika typer av skillnader och likheter identifieras exakt hur detta kommer att påverka de beräknade risknivåerna och stadsutveckling krävs det en mer djupgående utredning av. En metod för att ytterligare utreda skillnader i genomförandet av riskbedömningar och utreda hur detta påverkar resultatet är att genomföra en ”benchmark-studie”. Det innebär att ett antal konsultbolag får genomföra en riskbedömning på en fiktiv eller verklig detaljplan. Fördelen med en sådan studie är att skillnader som beror av plats-specifika parametrar elimineras och variationen kan mätas direkt utifrån de resultat som erhålls, sådana studier har exempelvis utförts av Ham et.al (2011) och Lauridsen et.al (2002). I studierna jämförs riskbedömningar på en vägastankstation respektive en anläggning som förvarar ammoniak. I båda fallen anses det krävas gemensamma underlag eller ”approacher” för att undvika stora skillnader i resultat.

6.3 Osäkerheter och felkällor i jämförelsestudien

Jämförelsestudien är baserad på 14 riskbedömningar och RIKTSAM vilka har funnits publicerade på stadsbyggnadskontorens hemsidor. Ett av kriterierna är att bilagor ska ha funnits tillgängliga vilket innebär att en möjlig felkälla är att konsultbolagen inte har velat publicera bilagor med deras mest genomarbetade metoder. Det kan leda till att de riskbedömningar som ingår i jämförelsestudien inte är helt representativt för de riskbedömningar som görs idag.

Ett kriterium i urvalet är att maximalt en riskbedömning per konsultbolag i respektive län studeras. Det innebär att resultat inte nödvändigtvis är helt representativt för majoriteten av de riskbedömningar som görs idag. I urvalsprocessen har det visat sig att vissa bolag är klart överrepresenterade vid framtagandet av riskbedömningar i detaljplaner.

Det finns ingen tidigare jämförelsestudie för riskbedömningar vid transport av farligt gods. Detta innebär att metoden till stor del är baserad på litteratur för riskbedömningar avseende transport av farligt gods och en preliminär genomgång av riskbedömningarna.

Som nämns i Avsnitt 1.4 gör jämförelsestudien på en relativt begränsad detaljeringsnivå. Det har inte ingått i detta examensarbete att utreda exakt vilka indata och antaganden som påverkar beräkningarna utan fokus har istället legat på att jämföra de resultat som erhålls. Detta innebär att det ibland kan finnas skillnader som kan förklaras av naturliga variationer i större utsträckning än vad som har utretts i examensarbetet.

7 Slutsats

Examensarbetet syftade till att besvara följande frågeställningar:

- Hur skiljer sig och vilka likheter finns avseende utformning och utförande i riskbedömningar i de svenska storstadsregionerna?
 - o Hur ser arbetsgången ut för riskbedömningar avseende transport av farligt gods?
 - o Vilka delmoment eller parametrar kan leda till stora skillnader i resultat?
 - o Hur kan de eventuella skillnaderna påverka tillämpning av riskbedömningarna?
 - o Hur uppfylls och hanteras generella kriterier för kvalitet i riskbedömningarna?
- Hur kan de eventuella skillnaderna i riskbedömningarna hanteras?

Arbetsgången i riskbedömningarna stämmer väl överens och följer den metodik som återges i Kapitel 2. De likheter och skillnader som observeras utgörs därför av olika val eller antaganden i de olika delmomenten av riskbedömningarna. De största likheterna är användningen av VTI-modellen samt de val som görs i riskidentifieringen, exempelvis val av ämnesklasser och slutkonsekvenser. De skillnader som har observerats i dessa moment beror främst på att två riskbedömningar i Skåne studerar RIKTSAM och väljer ut slutkonsekvenser som studeras i riktlinjen, exempelvis giftigt gasmoln för ämnesklass 3 och 6.

De delmoment eller parametrar som kan leda till stora skillnader i resultatet utgörs av frekvens- och konsekvensberäkningar för nedanstående slutkonsekvenser:

- Explosion med ämnesklass 1 och 5
- Gasmolnsexplosion och BLEVE med ämnesklass 2.1
- Giftigt gasmoln med ämnesklass 2.3

För att hantera dessa skillnader bör antaganden baseras på vetenskaplig litteratur och osäkerheter ska i så liten utsträckning som möjligt hanteras med konservativa antaganden då det kan leda till stora skillnader i resultat mellan olika konsultbolag. En annan parameter som leder till stora skillnader i resultat är antaganden om hur stor andel människor som befinner sig inomhus respektive utomhus samt i vilken utsträckning dessa påverkas av olika slutkonsekvenser.

De skillnader som har identifierats i ovanstående delmoment eller parametrar kan medföra att risker bedöms och värderas olika beroende på den konsult som gör riskbedömningen. Det kan i sin tur medföra en stor variation i de risknivåer som råder vid olika detaljplaneområden. För att mer exakt utreda dessa variationer och hur de kan komma påverka resultaten i riskbedömningarna bör en benchmark-studie genomföras.

Riskbedömningarna uppfyller kriterier för kvalitet vid val av modeller och metoder samt specificering av de parametrar som används. De parametrar som återges i lägst utsträckning är spridningsvinklar eller konsekvensområden samt antagna skadekriterier. Det saknas generellt sett en sammanställning av de frekvenser och konsekvenser som används för respektive slutkonsekvens vid beräkning av risknivåerna. En stor del av riskbedömningarna hamnar inom ALARP-området men det är svårt att utläsa några skillnader mellan de åtgärder som föreslås och de beräknade risknivåerna. Trots stora skillnader i beräknade risknivåer föreslås i princip samma åtgärder vilka ofta saknar anknytning till de slutkonsekvenser som ger störst påverkan på resultatet.

Hantering av osäkerheter anses vara otillräcklig med vetskap om de stora skillnader som åskådliggörs i jämförelsestudien. I en majoritet av riskbedömningarna genomförs en känslighetsanalys av parametrar som är kopplade till frekvens av olycka men endast i enstaka fall behandlas osäkerheter kopplade till konsekvensberäkningar. En annan problematik är att osäkerheter i vissa fall accepteras genom att väldigt konservativa parametrar ansätts. Det belyser därför vikten av att parametrar ska ansättas baserat på vetenskaplig litteratur.

Resultaten i riskbedömningarna tillämpas ofta direkt i detaljplanerna trots de stora osäkerheter som belyses i riskbedömningarna samt den variation som har observerats i jämförelsestudien. Möjliga åtgärder för att hantera skillnaderna mellan riskbedömningarna återges därför i Kapitel 6. Dessa anses kunna öka enhetligheten mellan riskbedömningarna och minska variationen på grund av parametrar som inte är plats-specifika. En allmän sammanställning presenteras nedan:

- Förbättrade underlag av vilka typer av farligt gods som transporteras inom länen
- Större krav på konsultbolagen avseende insamling av data och konsekvensberäkningar
- Mötesplats för involverade parter – Forum eller intresseförening
- Riktlinjer eller reglering avseende hur frekvens- och konsekvensberäkningar ska genomföras

Lösningen på dessa problem kommer vara komplex och det kommer krävas samarbete mellan myndighet, konsultbolag och mellan konsultbolag. Därför kommer det krävas ytterligare utredningar och lösningar för att driva utvecklingen framåt för hur exploatering intill farligt godsled ska hanteras.

8 Referenser

- Abrahamsson, M. (2002). *Uncertainty in Quantitative Risk Analysis - Characterisation and Methods of Treatment*. Lunds Tekniska Högskola: Brandteknik.
- Andersson, B. (1992). *Introduktion till konsekvensberäkningar. Några förenklade typfall*. Lund: Lunds universitet.
- Andersson, B., & Andersson, P. (den 13 09 2016). *Manual till datorprogrammet gasol*. Lund: Avdelning för Brandteknik.
- Apostolakis, G. E. (2004). How Useful Is Quantitative Risk Assessment? *Risk Analysis, Volume 24, Issue 3*, 515-520.
- Ardin, F., & Markselius, M. (2016). *Utsläpp av farligt gods vid vägtransport - Utvärdering av modell för frekvensberäkning*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Aven, t. (2011). Selective critique of risk assessments with recommendations for improving methodology and practise. *Reliability Engineering and Systems Safety* 96, 509-514.
- Center for Chemical Process Safety. (2000). Consequence Analysis. i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* (ss. 57-296). New Jersey: John Wiley & Sons inc.
- Center for Chemical Process Safety. (2008). *Guidelines for Chemical Transportation Safety, Security and Risk Management*. New Jersey: American Institute of Chemical Engineers, Inc.
- Center for Chemical Process Safety. (2009). *Guidelines for developing quantitative safety risk criteria*. New Jersey: American Institute of Chemical Engineers, Inc.
- Davidsson, G., Haeffler, L., Ljungdman, B., & Frantzich, H. (2003). *Handbok för Riskanalys*. Karlstad: Räddningsverket.
- Davidsson, G., Lindgren, M., & Liane, M. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Statens Räddningsverket.
- De Norske Veritas. (den 05 10 2016). Hämtat från <https://www.dnvgl.com/>: <https://www.dnvgl.com/services/process-hazard-analysis-phast-1675>
- Drysdale, D. (2011). *An Introduction to Fire Dynamics, Third Edition*. Wiley.
- Försvarets forskningsanstalt. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*. Stockholm: Försvarets forskningsanstalt.
- Garrick, B. (1998). Technological stigmatism, risk perception, and truth. *Reliability Engineering and System Safety, Vol. 59, No. 1*, ss. 41-45.
- Goerlandt, F., Khakzad, & Reniers, G. (2016). *Validity and validation of safety-related quantitative risk analysis: A review*. Safety Science. Hämtat från Safety Science.
- Goerlandt, F., Khakzad, N., & Reniers, G. (2016). *Validity and validation of safety-related quantitative risk analysis: A review*. Safety Science. Hämtat från Safety Science: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2016.08.023>
- Ham, K., Marangon, A., Middha, P., Versloot, N., Rosmuller, N., Carcassi, M., . . . Serbanescu, D. (2011). Benchmark exercise on risk assessment methods applied to a virtual hydrogen refuelling station. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2666-2677.
- Karlsson, B., & Quintiere, J. G. (1999). *Enclosure Fire Dynamics*. CRC Press Inc.

- Karlsson, H. T. (2012). *Processriskanalys*. Lund: Institutionen för kemiteknik, Lunds tekniska högskola.
- Lauridsen, K., Christou, M., Amendola, A., Markert, F., Kozine, I., & Fiori, M. (2002). *Assessing the Uncertainties in the process of risk analysis of chemical establishments. The ASSURANCE project. Final summary report*. Risoe, Danmark: Forskningscenter Risoe.
- Länsstyrelsen i Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*. Malmö: Länsstyrelsen i Skåne län.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse - intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholm.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2003). *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen Stockholm. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Stockholm: Enheten för samhällsskydd och beredskap.
- Länsstyrelserna Skåne, Stockholms och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- Malmkvist, K., & Näslund, J. (2015). *DETALJERAD RISKBEDÖMNING, Pottholmen, Karlskrona*. Malmö: WSP.
- Morgan, M. G., & Henrion, M. (1990). *Uncertainty A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2014a). *Transport av farligt gods Händelserapportering 2007-2012*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap. (2014b). *Framtagande av nya rekommendationer för riskområden vid utsläpp av giftiga gaser*. Karlstad: Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.
- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap. (2015a). *Samhällsplanering och riskhantering i anslutning till storskalig kemikaliehantering*. Karlstad: Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2015b). *Transport av farligt gods Väg och järnväg 2015/2016*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2015c). *ADR-S 2015*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2016). *Hjälp om Spridning Luft*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- National Institute of Public Health and the Environment . (2009). *Reference Manual Bevi Risk Assessment*. Utrecht: National Institute of Public Health and the Environment .
- Nationalencyklopedin. (den 02 09 2016). *väteperoxid*. Hämtat från [www.ne.se: http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/väteperoxid](http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/väteperoxid)
- Nilsson, G. (1994). *Vägtransporter med farligt gods - Farligt gods i vägtrafikolyckor* . Linköping: Väg-och transport-forskningsinstitutet.

- Nilsson, J. (2003). *Rapport 3134 - Introduktion till riskanalytiska metoder*. Lunds Tekniska Högskola: Brandteknik.
- Nystedt, F. (2011). *Helsingborgs stad - Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Helsingborg: Wuz risk consultancy AB.
- Nystedt, F. (den 29 04 2016). *Rationell riskhantering i samhällsplaneringen*. Hämtat från <http://wuz.se>: http://wuz.se/wp-content/publications/bilagan_1_2007.pdf
- Nystedt, F. (den 31 10 2016). *www.wuz.se*. Hämtat från http://wuz.se/wp-content/publications/bilagan_1_2007.pdf
- Rae, A., Alexander, R., & McDerimid, J. (2014). Fixing the cracks in the crystal ball: A maturity model for quantitative risk assessment. *Reliability Engineering & System Safety*, 67-81.
- Renn, O. (1998). The role of risk perception for risk management. *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 59, No.1, ss. 49-68.
- rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu. (den 05 10 2016). <http://www.rivm.nl/>. Hämtat från http://www.rivm.nl/Onderwerpen/R/RBM_II/Vragen_en_antwoorden
- Räddningstjänsten Storgöteborg. (2004). *Riktlinjer för riskbedömningar*. Göteborg: Räddningstjänsten Storgöteborg.
- Räddningsverket. (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*. Karlstad: Räddningsverket - Enheten för bebyggelse och miljö.
- Slettenmark, O. (2003). *Risikanalyser i detaljplaneprocessen - vem, vad, när, hur?* Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Slovic, P. (2001). The risk game. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 86, No. 1-3, 17-24.
- Stadsbyggnadskontoret i Göteborg. (1997). *Översiktplan för Göteborg fördjupad för sektorn "Transport av farligt gods" Bilaga 1-5*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret i Göteborg.
- Statens räddningsverk. (1996). *Farligt gods riskbedömning vid transport - Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Statens räddningsverk. (1996). *Farligt Gods riskbedömning vid transport - Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Statens räddningsverk. (2000). *Beräkningsmodeller för kemikalieexponering*. Karlstad: Statensräddningsverk.
- Statens räddningsverk. (2005). *Dynamisk lastpåverkan, referensbok*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Statens Räddningsverk. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter*. Karlstad: Statens Räddningsverk.
- Swedish Standards Institute. (2009). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2009, Riskhantering - Principer och riktlinjer*. Stockholm: Swedish standards institute.
- Sveriges komuner och landsting. (2012). *Transporter av farligt gods - Handbok för kommunernas planering*. Stockholm: Sveriges komuner och landsting.
- Tirole, J. (2014). Marknadsmakt och reglering. *Kungliga Vetenskapsakademien*.

- Trafikanalys. (2016). *Lastbilstrafik 2015 - Statistik 2016:27*. Stockholm: Trafikanalys myndigheten.
- Trafikverket. (den 30 08 2016). Hämtat från <http://vtf.trafikverket.se/>:
<http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#>
- Transportstyrelsen. (2016). *Trafiksäkerheten i Sverige - Statistik och analys över järnväg, luftfart, sjöfart och väg för 2015*. Transportstyrelsen.
- U.S Environmental Agency;National Oceanic and Atmospheric Administration. (den 13 09 2016). *ALOHA - User's Manual*. Washington: U.S Environmental Agency;National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Vägverket. (2008). *Effektsamband för vägtransportsystem - Kap 6 Trafiksäkerhet*. Stockholm: Vägverket.

Bilaga A - Kodning av riskbedömningar

Nedan följer resultatet från kodning av riskbedömningarna enligt de parametrar som återges i Kapitel 4. Underlaget från kodningen har sedan använts för att sammanställa resultatet i Kapitel 5.

Riskidentifiering

Nedan följer resultatet vid kodning av riskidentifiering i de olika riskbedömningarna.

Tabell A - 1. Resultat från kodning vid riskidentifiering.

Stockholms län			
Konsultbolag	Val av ämnesklasser	Representativa ämnen	Identifierade slutkonsekvenser
1	1,2,3 & 5	1.1 – Trotyl 2.1 – Gasol 2.3 - Svaveldioxid 3 – Bensin 5 – Ammoniumnitrat	1.1 – Massexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand 5 – Explosion Brand
2	1,2,3, 4,5, 6 & 8	RIKTSAM	1.1 – Massexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand Giftigt gasmoln 4 - Brand 5 – Explosion Brand 6 – Stänk 8 - Stänk
3	1,2,3 & 6. Frekvensen för 2.3 räknas upp, för att ta hänsyn till 6.	1 – Trotyl 2.1 – Gasol 2.3 - Ammoniak 3 – Bensin 6 – Ej angiven	1.1 – Massexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand
4	1,2,3 & 5	1 – Trotyl 2.1 – Anges inte 2.3 – Anges inte 3 – Anges inte 5 - Ammoniumnitrat	1.1 – Massexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand 5 - Explosion
5	1,2,3 & 5	1 – Trotyl 2.1 – Gasol 2.3 - Svaveldioxid 3 – Bensin 5 – Översätts till Trotyl	1.1 – Massexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand 5 - Explosion
Västra götalandets län			
1	1,2,3 & 5	1.1 – Trotyl 2.1 – Gasol 2.3 - Svaveldioxid 3 – Bensin 5 – Ammoniumnitrat	1.1 – Massexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand 5 – Explosion Brand

6	1,2,3 & 5	1.1 – Trotyl 2.1 – Gasol 2.3 – Klor & Ammoniak 3 – Bensin 5 – Översätts till Bensin & Trotyl	1.1 – Masseexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand 5 – Explosion Brand
7	1,2,3 & 5	1.1 – Trotyl 2.1 – Propan 2.3 – Svaveldioxid 3 – Hexan 5 – Översätts till Bensin och Trotyl	1.1 – Masseexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand Gasmolnsbrand 5 – Explosion Brand
8	1,2,3 & 5	1.1 – Trotyl 2.1 – Propan 2.3 – Ammoniak 3 – Bensin 5 – Översätts till Bensin och Trotyl	1.1 – Masseexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion Gasmolnsbrand 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand Gasmolnsbrand 5 – Explosion
9	1,2,3 & 5	1.1 – Ej aniven 2.1 – Propan 2.3 – Ammoniak 3 – Bensin 5 – Översätts till propan	1.1 – Masseexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion Gasmolnsbrand Pölbrand 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand Gasmolnsbrand 5 – Explosion
Skåne län			
1	1,2,3 & 5	1.1 – Trotyl 2.1 – Gasol 2.3 – Svaveldioxid 3 – Bensin 5 – Ammoniumnitrat	1.1 – Masseexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand Giftigt gasmoln 5 – Explosion Brand
10	1,2,3, & 6	RIKTSAM	1.1 – Masseexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand 6 – Gasmoln
11	2,3,6 & 8 Studerar ej 1 p.g.a låg andel	RIKTSAM	2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand Giftigt gasmoln 6 – Gasmoln 8 – Frätskada från stänk
12	1,2,3 & 5	1.1 – Trotyl 2.1 – Gasol 2.3 – Svaveldioxid 3 – Bensin 5 – Översätts till trotyl	1.1 – Masseexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnexplosion Pölbrand

			2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand Gasmolnsbrand 5 – Explosion
RIKTSAM	1,2,3,6 & 8	1 – Trotyl 2.1 – Gasol 2.3 - Svaveldioxid 3 – Bensin – propylenoxid 6 - Dimetylsulfat 8 - Svavelsyra	1.1 – Masseexplosion 2.1 – BLEVE Jetflamma Gasmolnsexplosion 2.3 – Giftigt gasmoln 3 – Pölbrand Giftigt gasmoln 6 – Gasmoln 8 – Frätskada från stänk

Kvalitetsaspekter vid riskidentifiering

Tabell A - 2. Resultat från kodning av kvalitetsaspekter vid riskidentifiering

Stockholms län – Riskidentifiering			
Konsultbolag	Resonemang kring val i riskidentifieringen?	Baseras resonemangen på källor?	Är resonemangen tydliga?
1	Ja	Delvis	Ja, val utifrån potentiella konsekvenser
2	Delvis, ibland oklart vilka ämnesklasser som ska studeras	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor.	Ja, tydliga resonemang utifrån potentiella konsekvenser. 2.3 väljs bort på grund av låg andel
3	Ja, resonemang om vilka ämnesklasser som ska studeras och vilka som inte ska studeras samt förklaring.	Nej	Delvis, oklart varför ämnesklass 5 väljs bort. Motiveras av låg sannolikhet och lägre avstånd än 1 resp 3 vilket ej anses tillräckligt
4	Ja, resonemang om samtliga ämnesklasser	Nej	Ja, tydligt vilka ämnesklasser som ska studeras och inte beroende på potentiell konsekvens
5	Ja, resonemang om samtliga ämnesklasser	Delvis	Ja, tydligt vilka som tas med och inte samt slutkonsekvenser
Västra götaland län - Riskidentifiering			
1	Ja	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor.	Ja, val utifrån potentiella konsekvenser
2	Ja, resonemang om samtliga ämnesklasser	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor.	Ja, val utifrån potentiella konsekvenser
7	Ja, resonemang om samtliga ämnesklasser	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor	Ja, val utifrån potentiella konsekvenser
8	Ja, resonemang om samtliga ämnesklasser	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor	Ja, val utifrån potentiella konsekvenser
9	Ja, resonemang om samtliga ämnesklasser	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor	Ja, val utifrån potentiella konsekvenser
Skåne län - Riskidentifiering			
1	Ja	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor.	Ja, val utifrån potentiella konsekvenser
10	Ja, resonemang om samtliga ämnesklasser	Allt baseras på RIKTSAM	– oklart vilka slutkonsekvenser de kopplar samman med olika ämnesklasser
11	Ja, korta resonemang angående respektive slutkonsekvens.	Baseras på RIKTSAM	Ja, utifrån potentiella konsekvenser

			1.1 väljs bort pga inget av denna klass går på aktuell väg
12	Ja, fast väldigt kort	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor	Ja utifrån potentiella konsekvenser
RIKTSAM	Ja, resonemang om samtliga ämnesklasser	Delvis. Alla val av resrepresentativa ämnen baseras inte på källor.	Ja, utifrån konsekvenser

Frekvens för bashändelse

Nedan följer resultatet från kodning av frekvens för bashändelse.

Tabell A - 3. Resultat från kodning vid frekvens av bashändelse.

Stockholms län					
Konsultbolag	Metod för att uppskatta frekvens av olycka	Typ av olyckor	Andel farligt gods på väg (metod för skattning)	Frekvens för trafikolycka med farligt gods per år	Fördelning av ämnesklasser som leder till slutkonsekvens (statistik)
1	VTI	Bara trafikolycka	0,25% E 18 (anger ej antagen andel farligt gods av tung trafik)	0,01	1.1 – 1,088 % 2.1 – 18,54 % 2.3 – 1,00 % 3 – 62,86 % 5 – 3,23 % Övriga – 13,09 % (Nationell)
2	VTI	Bara trafikolycka	0,225 % E 18 (Specifik Kartläggning MSB 2006)	Ej angivet	1 – 0,76 % 2.1 – 4,17 % 2.3 – 0 % 3 – 20,70 % 4 – 0,30 % 5 – 0,50 % 6 – 0,54 % 8 – 29,70 % Övriga – 56,67 % (Specifik Kartläggning MSB 2006)
3	VTI	Bara trafikolycka	0,17 % E18 (Anger ej antagen andel farligt gods av tung trafik)	0,012 (Specifik – STRADA på antal olyckor och andel singelolyckor)	1 – 0,9 % 2.1 – 0,945 % 2.3 – 0,2646 % 3 – 76,9 % Övriga – 20,99 % (Nationell från RIKTSAM)
4	”Effektsamband för transportsystemet” utgiven av Trafikverket 2015	Bara trafikolycka	Anges inte och behövs inte för denna modell E 18	0,00762	1 – 0,04 % 2.1 – 3 % 2.3 – 0,13 % 3 – 43,5 % 5 - 3 % Övriga – 50,33 % (Medelvärde av specifik MSB 2006 och nationell)
5	VTI	Bara trafikolycka	0,298 % E18 (Anger ej antagen andel farligt gods av tung trafik)	0,06	1 – 1,5 % 2.1 – 3,18 % (tankbil och gasflaska) 2.3 – 0,053 % 3 – 21 % 5 - 1,5 % Övriga – 73,147 %

					(Specifik, kartläggning MSB 2006 och 1998)
Västra Götalands län					
1	VTI	Bara trafikolycka	0,25 % E6 (2,5 % av tung trafik är farligt gods)	0,07	1.1 – 1,088 % 2.1 – 11,87 % 2.3 – 0,08 % 3 – 72,74 % 5 – 3,48 % Övriga – 9,51 % (Nationell)
6	VTI	Bara trafikolycka	0,27 % E6 (Specifik prognos 2030 trafikverket)	0,025	1 – 0,1 % 2.1 – 2,8 % 2.3 – 0,04 % 3 – 51 % 5 – 0,76 % Övriga – 45,3 % (Specifik prognos 2030 trafikverket)
7	VTI	Bara trafikolycka	0,22 % Väg 155 (2 % av tung trafik är farligt gods)	0,015	1.1 – 0,01 % 2.1 – 4,9 % 2.3 – 0,03 % 3 – 54 % 5.1 – 1,221 % Övriga – 37,07 % (Nationell)
8	Egen metod som baseras Hallands länsstyrelse & statistik	Trafikolycka & brand i fordon	0,26 % Västerleden	Går inte att beräkna utifrån underlag som finns p.g.a. motsägande indata	Går inte att beräkna utifrån underlag som finns p.g.a. motsägande indata
9	Egen metod som är baserad på SIKA och annan statistik	Trafikolycka & brand i fordon	0,44 % E6 (Nationell Medelvärde av SIKA-statistik från 5 år)	0,043 + 0,000065 på grund av brand i fordon	1.1 – 0,02 % 2.1 – 1,76 % 2.3 – 0,01 % 3 – 69,16 % 5 – 3,52 % Övriga – 25,53 % (Nationell Medelvärde av SIKA-statistik från 5 år)
Skåne län					
1	VTI	Bara trafikolycka	0,31 % Inre ringvägen (anger ej antagen andel farligt gods av tung trafik)	0,01	1.1 – 1,088 % 2.1 – 11,87 % 2.3 – 0,08 % 3 – 72,74 % 5 – 3,48 % Övriga – 9,51 % (Nationell)
10	VTI	Bara trafikolycka	0,15 % E22 (Anger ej använd andel farligt gods av tung trafik)	0,00anvä17	1 – 0,8 % 2.1 – 1,25, % 2.3 – 6,75 % 3 – 35,3 % 5 – 1,1 % 6 – 0,5 % 7 – 0 % 8 – 24,6 % Övriga – 25,2 % (Specifik kartläggning MSB 2006)
11	VTI	Bara trafikolycka	0,0146 % (Specifik kartläggning MSB 1998)	0,00028	1.1 – 0 % 2.1 – 2,475 % 2.3 – 2,475 %

					3 – 63,5 % – Brandfarligt 57,1 % – Giftigt – 6,35 % 6.1 – 8 % 8 – 21 % Övriga – 0,3 % (Specifik kartläggning MSB 1998)
12	VTI	Bara trafikolycka	0,34 % (Antar 0,03 utgör farligt gods av tung trafik)	0,0087	1.1 – 0,9 % 2.1 – 6 % 2.3 – 6 % 3 – 76,9 % 5 – 1,2 % Övriga – 9,0 % (Nationell)
RIKTSAM	VTI	Bara trafikolycka	0,33 % (anger ej andel)	0,0026	1.1 – 0,09 % 2.1 – 1,44 % 2.3 – 6,48 % 3 – 63,8 % -Brandfarligt 57,7 % -Giftigt – 6,1 % 5 – 1,2 % 6 – 0,6 % 8 – 7,2 % Övriga – 1,3 % (Nationell)

Kvalitetsaspekter vid frekvens för bashändelse

Tabell A - 4. Resultat från kodning av kvalitetsaspekter vid frekvens för bashändelse

Stockholms län – Frekvensberäkning för bashändelse			
Konsultbolag	Finns ett resonemang kring indata, antaganden och modellval i frekvensberäkningar för bashändelsen?	Baseras resonemangen på källor?	Är resonemangen tydliga?
1	Ja	Nationell statistik Nej, - Inga källor för vald ÅDT Varken källa eller angivet värde för andel farligt gods på väg.	Ja,
2	Ja, indata, antaganden och modellval framgår	Ja	Ja, tydligt hur transporterad mängd räknas om till antal transporter
3	Ja, tydligt angiven indata, antaganden och källor	Ja	Ja,
4	Ja, tydligt angivet	Ja, förutom att endast 1/3 av 5 ingår i analysen	Ja
5	Ja framgår tydligt men relativt osäker indata	Ja men endast statistik för mätning en månad 98 och 06	Ja
Västra götaland län			
1	Ja	Ja i denna riskbedömning finns källor för vald ÅDT och andel farligt gods på väg.	Ja
6	Ja	Ja, förutom medelvikten för en transport antas 15 ton vid beräkning av andel transport på väg. Vilket är ett konstigt värde.	Ja

7	Ja	Ja i denna riskbedömning finns källor för vald ÅDT och andel farligt gods på väg.	Ja
8	Ja	Ja i denna riskbedömning finns källor för vald ÅDT och andel farligt gods på väg.	Nej, deras egna metod att beräkna frekvensen för en olycka med farligt gods var svår att förstå och behövs förtydligas.
9	Ja	Ja i denna riskbedömning finns källor för vald ÅDT och andel farligt gods på väg.	Deras egen metod bedöms som tydlig och underbyggs med tydliga resonemang
Skåne län			
1	Ja	– Ingen källa för andel farligt gods av tung trafik	Ja
10	Ja	Ja i denna riskbedömning finns källor för vald ÅDT och andel farligt gods på väg.	Ja
11	Ja	Ja i denna riskbedömning finns källor för vald ÅDT och andel farligt gods på väg	Ja
12	Ja	Ja i denna riskbedömning finns källor för vald ÅDT och andel farligt gods på väg	Ja
RIKTSAM	Ja	Ja i denna riskbedömning finns källor för vald ÅDT och andel farligt gods på väg.	Ja

Händelseträdsanalys

Nedan följer resultatet vid kodning av riskbedömningarna uppdelat efter de olika ämnesklasserna.

Tabell A - 5. Resultat från kodning vid händelseträdsanalys av ämnesklass 1.

Stockholms län – Ämnesklass 1			
Konsultbolag	Skadehändelser	Uppdelning av slutkonsekvens	Sannolikhet för slutkonsekvens givet olycka med ämnesklassen
1	1. Antändning av fordon 2. Spridning av brand till last 3. Stötinitiering	Liten – 85 % (0,15 Ton) Mellan – 14,5 % (1,5 Ton) Stor – 0,5 % (16 Ton)	Liten explosion – 0,250 % Mellan Explosion – 0,043 % Stor Explosion – 0,0015 % Summa: 0,3 %
2	1. Antändning av fordon 2. Spridning av brand till last 3. Stötinitiering	Fördelning i konsekvensberäkning RIKTSAM	Explosion – 0,3 %
3	1. Utsläpp (Farligt gods index) 2. Antändning 3. Spridning till last	Liten – 98 % (0,1 ton) Stor – 2 % (16 ton)	Liten explosion – 0,0196 % Stor explosion – 0,0004 % Summa: 0,02 % <i>Lågt pga index-användning</i>
4	1. Stötinitiering 2. Antändning 3. Spridning till last	Punktskattning 16 ton	Explosion – 0,55 %
5	1. Antändning av fordon 2. Spridning av brand till last 3. Stötinitiering	Liten – 80 % (0,5 Ton) Mellan – 15 % (3 Ton) Stor – 5 % (16 Ton)	Liten – 0,830 % Mellan – 0,155 % Stor – 0,052 % Summa: 1,04 %
Västra Götalands län – Ämnesklass 1			
1	1. Antändning av fordon 2. Spridning av brand till last 3. Stötinitiering	Liten – 85 % (0,15 Ton) Mellan – 14,5 % (1,5 Ton) Stor – 0,5 % (16 Ton)	Liten explosion – 0,25 % Mellan Explosion – 0,043 % Stor Explosion – 0,0015 % Summa: 0,30 %
6	1. Antändning av fordon 2. Stötinitiering	Liten – 98 % (0,02 ton) Stor – 2 % (16 ton)	Liten explosion – 0,684 % Stor explosion – 0,00596 % Summa: 0,69

7	1. Utsläpp (0,13 index) 2. Antändning 3. Spridning till last 4. Stötinitiering	Liten – 94 % (1 ton) Stor – 6 % (16 ton)	Mellan explosion – 0,0535 % Stor explosion – 0,0034 % Summa: 0,06 <i>Lågt p.g.a index</i>
8	1. Stötinitiering 2. Fordonsbrand som resulterar i explosion	Liten – 98 % (0,2 ton) Stor – 2 % (6 ton)	Liten explosion – 1,24 % Stor explosion – 0,024 % Summa: 1,26
9	1. Explosion till följd av trafikolycka (stötinitiering) 2. Fordonsbrand som resulterar i explosion	Punktskattning - 15 ton	Explosion – 9 % Summa: 9 %
Skåne län – Ämnesklass 1			
1	1. Antändning av fordon 2. Spridning av brand till last 3. Stötinitiering	Liten – 85 % (0,15 Ton) Mellan – 14,5 % (1,5 Ton) Stor – 0,5 % (16 Ton)	Liten explosion – 0,25 % Mellan Explosion – 0,043 % Stor Explosion – 0,0015 % Summa: 0,30
10	1. Stötinitiering (RIKTSAM)	Punktskattning	Explosion – 10 %
11	-	-	-
12	1. Utsläpp (0,15 index) 2. Antändning av fordon 3. Stötinitiering	Punktskattning 15 ton	Explosion – 1,52 %
RIKTSAM	1. Stötinitiering (våldet av en olycka)	Likformig fördelning (10000,15000)	Detonation – 10 %

Tabell A - 6. Resultat från kodning vid händelseträdsanalys av ämnesklass 2.1

Stockholms län – Ämnesklass 2.1			
Konsultbolag	Skadehändelser	Fördelning av slutkonsekvens	Sannolikhet för slutkonsekvens givet olycka med ämnesklassen [sannolikhet bortsett från gasläckage]
1	1. Gasläckage (index 0,42 och 1/30) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE	Liten – 62,5 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,9 Kg/s) Stor – 16,7 % (17,9 Kg/s)	BLEVE – 0,0018 % [0,13 %] Liten Jetflamma – 0,09 % [6,2 %] Mellan Jetflamma – 0,043 % [3,4 %] Stor Jetflamma – 0,046 % [3,64 %] Summa: 0,18% [12,86 %] Gasmolnsexplosion (stor) – 0,81 % [57,86 %]
2	1. Gasläckage (index 0,42 och 1/30) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE	Fördelning RIKTSAM	BLEVE – 0,0021 % [0,15 %] Jetflamma – 0,2079 % [14,85 %] Gasmolnsexplosion – 0,91 % [65 %]
3	1. Gasläckage (index 0,02 och 1/30) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE	Liten – 62,5 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,9 Kg/s) Stor – 16,7 % (17,8 Kg/s)	BLEVE – 0,00006 % [0,09 %] Jetflamma liten 0,004 % [6 %] Jetflamma mellan 0,0012 % [1,8 %] Jetflamma stor 0,001 % [1,5 %] Summa: 0,0062 % [9,3 %] Liten gasmolnsexplosion – 0,0038 % [5,7 %] Mellan gasmolnsexplosion – 0,00124 % [1,8 %] Stor gasmolnsexplosion - 0,001 % [1,5 %] Summa: 0,006 % [9 %]
4	1. Gasläckage (0,043 holländska riktlinjer)	Momentan - 11 % Kontinuerlig (50 mm) – 20 %	BLEVE – 0,36 % [8,45 %] Jetflamma – 0,69 %

	2. Momentant utsläpp (BLEVE) 3. Kontinuerligt utsläpp 4. Antändning omedelbar 5. Antändning fördröjd 6. Gasmolnsbrand 7. Gasmolnsexplosion	Ej relevant <100 kg– 70 %	[16,2 %] Momentan gasmolnsexplosion – 0,04 % Kontinuerlig gasmolnsexplosion – 0,07 % Summa: 0,11% [2,56 %] Momentan gasmolnsbrand – 0,055 % Kontinuerlig gasmolnsbrand – 0,01 % Summa: 0,065 % [1,51%]
5	Tankbil alt. Gasflaskor 1. Gasläckage (VTI index 0,03 och 1/30) (2% för gasflaskor) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE 5. Inget utsläpp fordonbrand leder till BLEVE alt. Exploderande gasflaska	Liten – 62,5 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,9 Kg/s) Stor – 16,7 % (17,9 Kg/s)	Tankbil: Bleve – 0,0018 % [1,8 %] <u>Jetflamma</u> liten – 0,0053 % [5,3 %] mellan – 0,0026 % [2,6 %] stor – 0,0035 % [3,5 %] Summa: 0,01% [10 %] <u>Gasmolnsexplosion</u> Liten – 0,0265 % [26,5 %] Mellan – 0,0115 % [11,5 %] Stor – 0,0141 % [14,1 %] Summa: 0,05% [50 %] Gasflaskor: Jetflamma liten – 0,0026 % Jetflamma stor – 0,0018 % Gasmolnsexplosion liten – 0,0132 % Gasmolnsexplosion stor – 0,0070 % Exploderande gasflaska – 0,0023 %
Västra Götalands län – Ämnesklass 2.1			
1	1. Gasläckage (index 0,18 och 1/30) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE	Liten – 62,5 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,9 Kg/s) Stor – 16,7 % (17,9 Kg/s)	BLEVE – 0,00076 % [0,13%] Liten Jetflamma – 0,037 % [6,2 %] Mellan Jetflamma – 0,019 % [3,4 %] Stor Jetflamma – 0,020 % [3,64 %] Summa: 0,076 % [12,86 %] Gasmolnsexplosion – 0,349 % [58,13 %]
6	1. Gasläckage (0,01 generellt värde) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE	Liten – 70 % (30 mm) Stor – 30 % (100 mm) (antagande)	BLEVE – 0,003 % [0,3 %] Liten Jetflamma – 0,07 % [7%] Stor Jetflamma – 0,06 % [6 %] Summa: 0,13 % [13 %] Liten Gasmolnsexplosion – 0,007 % [0,7 %] Stor Gasmolnsexplosion – 0,15 % [15 %] Summa: 0,157 % [15,7 %]
7	1. Gasläckage (index 0,13) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE	Liten – 60 % (10 mm) Mellan – 20 % (30 mm) Stor – 20 % (110 mm) (antagande)	BLEVE – 0,0169 % [0,13 %] Liten jetflamma – 0,772 % [5,94 %] Mellan jetflamma – 0,386 % [2,97 %] Stor jetflamma – 0,515 % [3,96 %] Summa: 1,67 % [12,85 %] Liten gasmolnsexplosion – 3,9 % [30 %] Mellan gasmolnsexplosion – 1,69 % [13 %] Stor gasmolnsexplosion – 2,08 % [16 %] Summa: 7,67 % [59 %]
8	1. Gasläckage (0,3 index och 1/30)	50 mm -100% (antagande)	BLEVE – 0,01 % [1 %]

	2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE		Jetflamma – 0,19 % [19 %] Gasmolnsbrand – 0,4 % Gasmolnsexplosion – 0,1 % Summa: 0,5 % [50 %]
9	1. Gasläckage (0,01 gbg översiktsplan) 2. Omedelbar antändning 3. Fördröjd antändning 4. Samtliga scenarier kan orsaka BLEVE	Punktskattning	BLEVE – 0,00175 % [0,175 %] Jetflamma – 0,3 % [30 %] Gasmolnsbrand – 0,196 % Gasmolnsexplosion - 0,245 % Summa: 0,441 % [44,1 %]
Skåne län – Ämnesklass 2.1			
1	1. Gasläckage (index 0,42 och 1/30) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE	Liten – 62,5 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,9 Kg/s) Stor – 16,7 % (17,9 Kg/s)	BLEVE – 0,0018 % [0,13 %] Liten Jetflamma – 0,09 % [6,2 %] Mellan Jetflamma – 0,043 % [3,4 %] Stor Jetflamma – 0,046 % [3,64 %] Summa: 0,18% [12,86 %] Gasmolnsexplosion – 0,81 % [57,86 %]
10	1. Gasläckage (index 0,42 och 1/30)	Punktskattning (80%-percentil av RIKTSAM)	BLEVE – 0,014 % [1 %] Jetflamma – 0,27 % [19,3%] Gasmolnsexplosion – 0,7 % [50 %]
11	1. Gasläckage (index 0,22 och 1/30) 2. Antändning	Punktskattning (50 % - percentil av RIKTSAM)	BLEVE – 0,006 % [0,8 %] Jetflamma – 0,176 % [24 %] Gasmolnsexplosion – 0,405 % [55,2 %]
12	1. Gasläckage (index 0,15 och 0,01 för läckage) 2. Antändning omedelbar 3. Antändning fördröjd 4. Jetflamma orsakar BLEVE	Liten – 50 % (35 mm) Stor – 50 % (80 mm) (antagande)	BLEVE – 0,0003 % [0,21 %] Jetflamma Liten – 0,016 % [10 %] Stor – 0,016 % [10 %] Summa: 0,032 [20 %] Gasmolnsexplosion Liten – 0,037 % [24,5 %] Stor- 0,037 % [24,5 %] Summa: 0,074 % [49 %] <i>Låga värden pga dubbelräkning av läckage</i>
RIKTSAM	1. Utsläpp (index 0,28/0,42 och 1/30) 2. Antändning	Mängd - 15 – 25 ton Kumulativ fördelning Liten – 37,5 % (1 kg/s) Mellan-25 % (12 kg/s) Stor-37,5% (160 kg/s)	BLEVE – 0,009 resp 0,014 % [1 %] Jetflamma – 0,18 resp. 0,27 % [19,3%] Gasmolnsexplosion – 0,47 resp 0,7 % [50 %]

Tabell A - 7. Resultat från kodning vid händelseträdsanalys av ämnesklass 2.3.

Stockholms län – Ämnesklass 2.3			
Konsultbolag	Skadehändelser	Fördelning av slutkonsekvens	Sannolikhet för slutkonsekvens givet olycka med ämnesklassen
1	1. Gasläckage (index 0,42 och 1/30)	Liten – 62,5 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,9 Kg/s) Stor – 16,7 % (17,9 Kg/s)	Litet gasmoln – 0,875 % Mellan gasmoln – 0,2912 % Stort gasmoln – 0,2338 % Summa: 1,4 %
2	Inte beräknat för ämnesklass 2.3 inte antas transporteras på aktuell väg.		
3	1. Gasläckage (index 0,02 och 1/30) 2. Vindriktning mot området	Liten – 62,5 % (0,08 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,7 Kg/s) Stor – 16,7 % (9,4 Kg/s)	Litet gasmoln – 0,042 % Mellan gasmoln – 0,014 % Stort gasmoln – 0,011 % Summa: 0,067 %
4	1. Gasläckage (index 0,043 holländsk riktlinje) 2. Momentant 3. Kontinuerligt	Momentant – 20 % Kontinuerligt (50 mm) – 1,5 % Ej relevant < 100 kg – 78,5 %	Momentant – 0,0645 % Kontinuerligt – 0,86 % Summa: 0,92 %
5	1. Gasläckage (index 0,03 och 1/30)	Liten – 60 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20 % (0,9 Kg/s) Stor – 20 % (17,8 Kg/s)	Litet gasmoln – 0,06 % Mellan gasmoln – 0,02 % Stort gasmoln – 0,02 % Summa: 0,1 %
Västra Götalands län – Ämnesklass 2.3			
1	1. Gasläckage (index 0,18 och 1/30)	Liten – 62,5 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,9 Kg/s) Stor – 16,7 % (17,9 Kg/s)	Litet gasmoln – 0,375 % Mellan gasmoln – 0,125 % Stort gasmoln – 0,1 % Summa: 0,6 %
6	1. Ammoniak eller klor i tank 2. Gasläckage (0,01 gbg översiktsplan)	Liten – 70 % (2,4 Kg/s) Stor – 30 % (60 Kg/s) (antagande)	<i>Ammoniak</i> Litet gasmoln – 0,35 % Stort gasmoln – 0,15 % <i>Klor</i> Litet gasmoln – 0,35 % Stort gasmoln – 0,15 % Summa 1 %
7	1. Gasläckage (index 0,13)	Liten – 60 % (10 mm) Mellan – 25 % (30 mm) Stor – 15 % (110 mm) (antagande)	Litet gasmoln – 7,8 % Mellan gasmoln – 3,25 % Stort gasmoln – 1,95 % Summa 13 %
8	1. Gasläckage (index 0,3 och 1/30)	Medelstort – 50 % (anges ej) Stort – 50 % (anges ej)	Medelstort gasmoln – 0,5 % Stort gasmoln – 0,5 % Summa 1 %
9	1. Gasläckage (0,01 gbg översiktsplan)	Liten – 99,9 % (25 mm) Stort – 0,01% (200 mm)	Litet gasmoln – 1 % Stort gasmoln – 0,001 % Summa 1,01 %
Skåne län – Ämnesklass 2.3			
1	1. Gasläckage (index 0,42 och 1/30)	Liten – 62,5 % (0,09 Kg/s) Mellan – 20,8 % (0,9 Kg/s) Stor – 16,7 % (17,9 Kg/s)	Litet gasmoln – 0,875 % Mellan gasmoln – 0,291 % Stort gasmoln – 0,234 % Summa: 1,4 %
10	1. Gasläckage (Index 0,42 och 1/30)	Punktskattning (80 %-percentil RIKTSAM)	Gasmoln 1,4 %
11	1. Gasläckage (Index 0,22 och 1/30)	Punktskattning (50 %-percentil RIKTSAM)	Gasmoln 0,7 %
12	1. Gasläckage (index 0,15 och 0,01 för läckage)	Liten – 50 % (35 mm) Stor – 50 % (80 mm)	Litet gasmoln – 0,0015 % Stort - 0,015 % Låga värden p.g.a dubbelräkning av läckage

RIKTSAM	1. Gasläckage (0,28/0,42Index och 1/30)	Mängd - 15 – 25 ton Hålstorlek - Kumul (8e-5,1e-2), {8e-5,7e-4,1e-2}, {0,625,0.833,1}) Kumulativ fördelning Liten – 37,5 % (1 kg/s) Mellan-25 % (12 kg/s) Stor-37,5% (160 kg/s)	Gasmoln – 0,93 % och 1,4 %
---------	--	--	----------------------------

Tabell A - 8. Resultat från kodning vid händelseträdsanalys av ämnesklass 3

Stockholms län – Ämnesklass 3			
Konsultbolag	Skadehändelser	Fördelning av slutkonsekvens	Sannolikhet för slutkonsekvens givet olycka med ämnesklassen [sannolikhet givet läckage]
1	1. Läckage (index 0,42) 2. Antändning 2. Fordonsbrand (motsv. stor pölbrand)	Liten – 25 % (50 m ²) Mellan – 25 % (200 m ²) Stor – 50 % (400 m ²)	Liten pölbrand – 0,3465 % [0,83 %] Mellan pölbrand – 0,3465 % [0,83 %] Stor pölbrand – 0,693 % [1,65 %] Summa: 1,39 % [3,3 %] Fordonsbrand – 0,116 % [0,2 %]
2	1. Läckage (index 0,42) 2. Antändning	Fördelning RIKTSAM	Pölbrand – 1,26 % [3 %]
3	1. Läckage (index 0,02) 2. Antändning	Liten – 62,5 (7 m ²) Mellan – 20,8 % (64 m ²) Stor – 16,7 % (178 m ²)	Liten pölbrand – 0,019 % [0,95 %] Mellan pölbrand – 0,006 % [0,3 %] Stor pölbrand – 0,005 % [0,25 %] Summa: 0,03 % [1,5 %]
4	1. Läckage (0,089 holländska) 2. Antändning	Liten – 25 % (0,5 m ²) räknar ej konsekvens Mellan – 60 % (300 m ²) Stor – 15 % (600 m ²)	Liten pölbrand – 0,289% (beräknar ej konsekvens) [3,25 %] Mellan pölbrand – 0,694 % [7,80 %] Stor pölbrand – 0,173 % [1,94 %] Summa: 1,156 % [13 %]
5	1. Läckage (index 0,03) 2. Antändning 3. Fordonsbrand (motsv. stor pölbrand)	Liten – 25 % (50 m ²) Mellan – 25 % (200 m ²) Stor – 50 % (400 m ²)	Liten pölbrand – 0,015 % [0,5 %] Mellan pölbrand – 0,015 % [0,5 %] Stor pölbrand – 0,03 % [1 %] Summa: 0,06 % [2 %] Fordonsbrand – 0,0196 % [0,65 %]
Västra Götalands län – Ämnesklass 3			
1	1. Läckage (index 0,18) 2. Antändning 2. Fordonsbrand (motsv. stor pölbrand)	Liten – 25 % (50 m ²) Mellan – 25 % (200 m ²) Stor – 50 % (400 m ²) Fordonsbrand motsvarar stor pölbrand	Liten pölbrand – 0,149 % [0,83 %] Mellan pölbrand – 0,149 % [0,83 %] Stor pölbrand – 0,297 % [1,65 %] Summa: 0,594 % [3,3 %] Fordonsbrand – 0,164 % [0,2 %]
6	1. Läckage (0,2 Index-VTI) 2. Antändning	Liten – 15 % (20 m ²) Mellan – 75 % (150 m ²)	Liten pölbrand – 0,099 % [0,50 %]

		Stor – 10 % (300 m ²)	Mellan pölbrand – 0,495 % [2,475 %] Stor pölbrand – 0,066 % [0,33 %] Summa: 0,66 % [3,3 %]
7	1.Läckage (index 0,13) 2. Direkt antändning 3. Fördröjd antändning (gasmolnsbrand)	Mellan – 75 % (200 m ²) Stort – 25 % (400 m ²)	Mellan pölbrand – 0,2925 % [2,25 %] Stor pölbrand – 0,0965 % [0,74 %] Summa: 0,39 [3 %] Gasmolnsbrand – 0,01625 % [0,125 %]
8	1.Läckage (index 0,3) 2.Antändning	Mellan – 50 % (50 m ²) Stort – 50 % (200 m ²)	Mellan pölbrand – 1 % [3,3 %] Stor pölbrand – 1 % [3,3 %] Summa: 2 % [6,67 %]
9	1.Läckage (0,04 antagande) 2.Antändning	Liten – 15 % (20 m ²) Mellan – 75 % (150 m ²) Stor – 10 % (300 m ²)	Liten pölbrand – 0,02 % [0,50 %] Mellan pölbrand – 0,099 % [2,475 %] Stor pölbrand – 0,013 % [0,33 %] Summa: 0,132 % [3,3 %] <i>Lås sannolikhet pga dubbelräkning av läckage</i>
Skåne län – Ämnesklass 3			
1	1. Läckage (index 0,42) 2.Antändning 2. Fordonsbrand (motsv. stor pölbrand)	Liten – 25 % (50 m ²) Mellan – 25 % (200 m ²) Stor – 50 % (400 m ²)	Liten pölbrand – 0,3465 % [0,83 %] Mellan pölbrand – 0,3465 % [0,83 %] Stor pölbrand – 0,693 % [1,65 %] Summa: 1,39 % [3,3 %] Fordonsbrand – 0,116 % [0,02 %]
10	1.Läckage (0,42 index) 2.Antändning	Direkt – 50 % Fördröjd – 50 %	Brandfarligt och giftigt Direkt pölbrand – 1,26 % Fördröjd pölbrand – 1,26 % [3 %] Giftigt Giftigt gasmoln – 3,95 % [9,4 %]
11	1.Läckage (0,22 index) 2.Antändning	Direkt – 50 % Fördröjd – 50 %	Brandfarligt och giftigt Direkt pölbrand – 0,67 % Fördröjd pölbrand – 0,67 % [3 %] Giftigt Giftigt gasmoln – 2,068 % [9,4 %]
12	1.Läckage (0,15 index och 0,22 index igen) 2.Antändning	Liten – 50 % (50 m ²) Stor – 50 % (400 m ²)	Liten pölbrand – 0,0495 % [1,5 %] Stor pölbrand – 0,0495 % [1,5 %] Summa: 0,01 % [3 %]
RIKTSAM	1.Läckage (0,28 / 0,42 index) 2. Antändning brandfarligt 3. Antändning giftigt 4. Ingen antändning giftigt gasmoln	Mängd - 15 – 25 ton Hälstorlek - Kumul (8e-5,1e-2, {8e-5,7e-4,1e-2}, {0.375,0.625,1}) Direkt – 50 % Fördröjd – 50 %	Brandfarligt och giftigt Direkt pölbrand – 0,84 % resp 1,26 Fördröjd pölbrand – 0,84 % resp 1,26 [3 %] Giftigt Giftigt gasmoln – 2,632 resp 3,95 % [9,4 %]

Tabell A - 9. Resultat från kodning vid händelseträdsanalys av ämnesklass 4. (Endast en riskbedömning studerar dessa olyckor)

Stockholms län – Ämnesklass 4			
Konsultbolag	Skadehändelser	Fördelning av slutkonsekvens	Sannolikhet för slutkonsekvens
1	–	–	–
2	1. Antändning	Fördelning baserad på RIKTSAM	Brand – 0,4 %
3	–	–	–
4	–	–	–
5	–	–	–

Tabell A - 10. Resultat från kodning vid händelseträdsanalys av ämnesklass 5.

Stockholms län – Ämnesklass 5			
Konsultbolag	Skadehändelser	Fördelning av slutkonsekvens	Sannolikhet för slutkonsekvens givet olycka med ämnesklassen [sannolikhet givet läckage]
1	1.Läckage (0,1 ej beroende på hast.) 2.Blandning organiskt ämne 3.Antändning (explosion) 3.Ej blandning 4. Antändning av fordon 5. Spridning till last 6.kritisk påverkan (explosion) 7. Brand 1.Ej läckage 2.Antändning av fordon 2. Spridning till last 3. Kritisk påverkan på last (Explosion) 3. Brand	Punktskattningar	Brand – 0,19 % [1,9 %] Explosion – 0,05 % [0,50 %]
2	1. Läckage (index 0,42 och 1/30) 2. Blandning med organiskt material 3. Antändning (explosion) 2. Ej blandning 3.Antändning 4. Spridning till last 5. Kritisk påverkan på last (explosion) 5.Brand 1.Ej läckage 2.Antändning 4. Spridning till last 5. Kritisk påverkan på last (explosion) 5.Brand	Fördelning baserad på RIKTSAM	Brand – 0,15 % [10,6 %] Explosion – 0,07 % [5,31 %]
3	-	-	-
4	1. Läckage (0,089 holländsk rikt.) 2. Bränsletank skadad 3. Blandning 3. Antändning	Liten – 61 % 8 ton trotyl Stor – 39 % 16 ton trotyl	Liten explosion – 0,43 % [4,83 %] Stor explosion – 0,28 % [3,15 %] Summa: 0,71 [7,98 %]
5	1. Läckage (index 0,03)	-	Explosion – 0,05 %

	2. Kontakt med organiskt material 3. Explosionsartad självantändning		[1,7 %]
Västra Götalands län – Ämnesklass 5			
1	1.Läckage (0,1 ej beroende på hast.) 2.Blandning organiskt ämne 3.Antändning (explosion) 3. Antändning 4. Spridning till last 5.kritisk påverkan (explosion) 5. Brand 1.Ej läckage 2.Antändning av fordon 2. Spridning till last 3. Kritisk påverkan på last (Explosion) 3. Brand	-	Brand – 0,19 % [1,9 %] Explosion – 0,05 % [0,5 %]
6	1. Läckage (0,2 konsekvens VTI) 2. Blandning med organiskt material 3. Antändning (explosion) 2. Ej blandning 3. Brand	-	Brand – 1,1 % [5,4 %] Explosion – 0,12 % [0,6 %]
7	1.Läckage (0,13 index) 2.Blandning med organiskt material 3.Antändning (explosion/brand)	-	Brand – 0,29 % [2,25 %] Explosion – 0,03% [0,25 %]
8	1.Läckage (0,1 antagande) 2. Blandning organiskt material 3. Antändning	-	Explosion – 15 % [1,5 %]
9	1.Läckage(0,04 antagande) 2.Blandning organiskt material 3.Antändning 1.Stötinitiering (hälften av sann. Detonation)	-	Explosion – 1,16 % [5 %]
Skåne län – Ämnesklass 5			
1	1.Läckage (0,1 ej beroende på hast.) 2.Blandning organiskt ämne 3.Antändning (explosion) 3. Antändning 4. Spridning till last 5.kritisk påverkan (explosion) 5. Brand 1.Ej läckage 2.Antändning av fordon 2. Spridning till last 3. Kritisk påverkan på last (Explosion) 3. Brand	-	Brand – 0,189 % [1,89 %] Explosion – 0,05 % [0,5 %]
10	-	-	-
11	-	-	-
12	1.Läckage (0,15 index och 0,1 för läckage) 2.Blandning organiskt ämne	-	Explosion – 0,113 % [7,53 %]

	3.Antändning		
RIKTSAM	-	-	-

Tabell A - 11. Resultat från kodning vid händelseträdsanalys av ämnesklass 6.

Stockholms län – Ämnesklass 6			
Konsultbolag	Skadehändelser	Fördelning av slutkonsekvens	Sannolikhet för slutkonsekvens givet olycka med ämnesklassen [Sannolikhet givet läckage]
1	–	–	–
2	1. Läckage (0,42 index) 2. Flytande	Ej angivet	Stänk – 9,66 % [23 %]
3	-	-	–
4	–	–	–
5	-	-	–
Västra Götalands län – Ämnesklass 6			
1	–	–	–
6	–	–	–
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
Skåne län – Ämnesklass 6			
1	-	-	-
10	1. Utsläpp (0,42) 2. Flytande	Punktskattning	Giftigt gasmoln – 30 % [72 %]
11	1. Utsläpp (0,22) 2. Flytande	Punktskattning	Giftigt gasmoln – 11 % [50 %]
12	-	-	-
RIKTSAM	1. Läckage (0,28/0,42) 2. Flytande	15 – 25 ton	Giftigt gasmoln – 28 % [72 %]

Tabell A - 12. Resultat från kodning vid händelseträdsanalys av ämnesklass 8.

Stockholms län – Ämnesklass 8			
Konsultbolag	Skadehändelser	Fördelning av slutkonsekvens	Sannolikhet för slutkonsekvens
1	–	–	–
2	1. Läckage	Ej angivet	Stänk – 42 %
3	-	-	-
4	-	-	-
5	–	–	–
Västra Götalands län – Ämnesklass 8			
1	–	–	–
6	-	-	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
Skåne län – Ämnesklass 8			
1	–	–	–
10	1. Läckage	-	Stänk – 42 %

11	1.Läckage		Stänk – 22 %
12	-	-	-
RIKTSAM	1.Läckage	15 – 25 ton	Frätskada – 28 %

Kvalitetsaspekter händelseträdsanalys

Tabell A - 13. Resultat från kodning av kvalitetsaspekter vid händelseträdsanalys

Stockholms län – Händelseträdsanalys			
Konsultbolag	Finns ett resonemang kring de olika antagandena i händelseträdsanalys för bashändelsen?	Baseras resonemangen på källor?	Är resonemangen tydliga?
1	Ja, sannolikheter i träd och genom resonemang	Ja	Ja, tydliga träd
2	Ja, endast principiella träd	Ja, mestadels. Uppskattning för jetflamma som orsakar BLEVE samt explosion ämnesklass 5	Ja, men endast principiella träd. Sannolikheter står i fritext vilket gör det lite svårare att följa
3	Ja, sannolikheter för skadehändelser anges i händelseträd och genom resonemang	Delvis, saknar: -sannolikhet för antändning i samtliga händelseträd	Tydliga träd Delvis, de resonemang som finns är tydliga t.ex. fördelning brandfarlig vätska
4	Ja, sannolikheter anges i träd och underbyggs med resonemang Delvis, ja för 1.1 och 5.1. För Gäller 2.1, 2.3, 3 baseras stor del på holländska riktlinjer vilket gör det svårt att följa.	Ja överlag. 1.1 nej på sann. Detonation till följd av brand	Tydliga träd Delvis, data från holländska riktlinjer anges inte. Saker kopplat till 1.1 och 5 är lättare att förstå då dessa ej baseras på holländsk riktlinje
5	Ja, resonemang och illustration i händelseträd samt tabeller avseende resultat	Ja överlag mycket bra. Uppskattar sann. Detonation p.g.a stötinitiering	Ja, tydligt
Västra götaland län – Händelseträdsanalys			
1	Ja, Ja, sannolikheter i träd och genom resonemang	Ja	Ja, mycket bra träd
6	Ja	Delvis, saknar: – Källa på fördelningen av lastmängd – Källa på fördelningen av källstorlek/pöl	Ja
7	Delvis, resonemang och illustration i händelseträd stämmer inte överens	Nej, majoriteten av antaganden och indata anges utan källor	Ja, men förvirrande då information i händelseträd och fritext inte stämmer överens
8	Delvis, endast principiellt händelseträd. Antaganden och indata anges i löpande text	Ja, källor och indata på i princip all indata/antaganden	Delvis, blandar ihop begreppet sannolikhet och frekvens vid ett flertal tillfällen och presenterad frekvens för vissa olyckor stämmer inte överens vid kontrollberäkning
9	Nej, ibland principiella träd men oftast all indata och resonemang i fritext.	Delvis, stor mängd antaganden/indata utan källor. -BLEVE -ämnesklass 5	Delvis, antaganden framgår men oklart hur de anser att vissa värden är rimliga. T.ex. sannolikhet för stort utsläpp kontra litet utsläpp giftig gas är

			1000 ggr mindre utan någon som helst källa
Skåne län - Händelseträdsanalys			
1	Ja	Ja	Ja, mycket bra träd
10	Beskriver förlopp I löpande text men indata etc. Finns I RIKTSAM	Ja, hänvisar till riktsam	Nej, endast löpande text där det är svårt att följa exakt vilka scenarier som studeras och inte
11	Finns händelsträd med angivna sannolikheter	Ja alla sannolikheter anges med källor	Ja
12	Finns händelseträd med angivna sannolikheter	Delvis, Nej på 1.1 Nej 5	Ja, bra träd och alla antaganden anges
RIKTSAM	– Finns bara ett kort resonemang angående farligt gods-indexet – Saknas resonemang kring resterande	Källor på allt	Ja

Skadekriterier

Nedan följer resultatet från kodning av skadekriterier.

Tabell A - 14. Resultat från kodning av skadekriterier för explosion med ämnesklass 1 och 5.

Stockholms län – Ämnesklass 1 & 5 - Explosion			
Konsultbolag	Typ av skadekriterium	Uppdelning av skadekriterier	Värde på skadekriterium (vad kriterier grundar sig i)
1	Tryckpåverkan	Fördelning	100 % dödlighet vid > 180 kPa 20 % dödlighet vid > 20-180 kPa (antaganden utifrån när byggnadskollaps sker samt när människor kan kastas omkull)
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	Tryckpåverkan	Punktskattning	100 % dödlighet > 40 kPa (förenkling att både personer utomhus och inomhus dör vid kriterium för när byggnad kollapsar)
4	Tryckpåverkan	Punktskattning	Byggnadskollaps > 30 kPa 17 % av personer i byggnad dör och alla i anslutning till byggnad dör (diskuterar andra andra kriterier men tar endast hänsyn till ovanstående)
5	Tryckpåverkan Impulstäthet Varaktighet	Fördelning	<u>Människa</u> 1 % dödlighet vid > 180 kPa 50 % dödlighet vid > 260 kPa 99 % dödlighet vid > 350 kPa <u>Byggnad</u> Bedöms utifrån tryckpåverkan, impulstäthet och varaktighet. Sedan varierar det beroende på typ av byggnad. 50 % dör i byggnad som kollapsar
Västra Götalands län – Ämnesklass 1 & 5 - Explosion			
1	Tryckpåverkan	Fördelning	100 % dödlighet vid > 180 kPa 20 % dödlighet vid > 20-180 kPa (antaganden utifrån när byggnadskollaps sker samt när människor kan kastas omkull)
6	Tryckpåverkan	Fördelning	<u>Människa - Samhällsrisk</u> 10 % dödlighet vid > 180 kPa (skumt antagande) 10 % dödlighet vid > 210 kPa 50 % dödlighet vid > 260 kPa 90 % dödlighet vid > 300 kPa 99 % dödlighet vid > 350 kPa <u>Människa individrisk</u> 100 % dödlighet vid > 180 kPa <u>Byggnad</u> Rasar vid 20 kPa Oklart hur många som dör vid raserad byggnad (FOA)
7	Tryckpåverkan	Punktskattning	100 % dödlighet vid > 70 kPa (FOA och sammanvägning skador på byggnad gäller både inomhus och utomhus)
8	Tryckpåverkan	Fördelning	<u>Utomhus</u> 100 % dödlighet vid > 70 kPa <u>Inomhus</u> <i>Avstånd < 49 m</i> 1 % dödlighet vid > 21 kPa 5 % dödlighet vid > 69 kPa 30 % dödlighet vid > 180 kPa <i>Avstånd < 99 m</i> 1 % dödlighet vid > 21 kPa 5 % dödlighet vid > 69 kPa 15 % dödlighet vid > 180 kPa <i>Avstånd > 100 m</i> 1 % dödlighet vid > 21 kPa

			5 % dödlighet vid > 69 kPa 5 % dödlighet vid > 180 kPa
9	Tryckpåverkan	Ej angiven	Ej angiven
Skåne län – Ämnesklass 1 & 5 - Explosion			
1	Tryckpåverkan	Fördelning	100 % dödlighet vid > 180 kPa 20 % dödlighet vid > 20-180 kPa
10	Ej angivet (Riktsam)	-	Riktsam
11	Ej angivet (Riktsam)	-	Riktsam
12	Tryckpåverkan	Ej angivet (Göteborgs översiktsplan)	Ej angivet (Göteborgs översiktsplan)
RIKTSAM	Tryck och impulstäthet	Endast klass 1	Anges ej, visar bara diagram för tryck och impulstäthet Pc 200 kPa Impulstäthet 2,5

Tabell A - 15. Resultat från kodning av skadekriterier vid BLEVE med ämnesklass 2.1.

Stockholms län – Ämnesklass 2.1 - BLEVE			
Konsultbolag	Typ av skadekriterium	Punktskattning/fördelning av skadekriterier	Värde på skadekriterium
1	Strålning	Ej angivet	Anges ej: (Antar 100 % döda 2:a gradens vid koll i beräkningsexempel i FOA)
2	Riktsam	Riktsam	-
3	Strålning	Punktskattning	100 % döda 2:a gradens brännskador
4	Holländsk riktlinje	Ej angivet	Ej angivet (område från holländska riktlinjer)
5	Strålning	Fördelning	2:a gradensbrännskador: Utomhus 15 % förväntas omkomma Inomhus 10 % förväntas omkomma 3:e gradensbrännskador: Utomhus 50 % förväntas omkomma (De inte anger vilken strålning som innebär andra/tredje gradens brännskada.)
Västra Götalands län – Ämnesklass 2.1 - BLEVE			
1	Strålning	Ej angivet	Anges ej: (Antar 100 % döda 2:a gradens vid koll i beräkningsexempel i FOA)
6	Strålning	Ej angivet	<i>Utomhus</i> 50 % dör inom konsekvensområdet <i>Inomhus</i> 10 % dör inom konsekvensområdet
7	Strålning	Ej angivet	2.a gradensbrännskador: 15 % förväntas omkomma
8	Strålning	Punktskattning	35 kW/m ²
9	Strålning	Ej angiven	Visa graf för samband mellan strålning och exp.tid men anger inte vilket kriterium som används
Skåne län – Ämnesklass 2.1 - BLEVE			
1	Strålning	Ej angivet	Anges ej: (Antar 100 % döda 2:a gradens vid koll i beräkningsexempel i FOA)
10	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
11	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
12	Strålning	Punktskattning	3:e gradensbrännskador 100 % förväntas omkomma

			(De inte anger vilken strålning som innebär andra/tredje gradens brännskada.)
RIKTSAM	Strålning	CPR (holländska riktlinjer)	16,24 kW/m ² (30 s, 50 % dödlighet)

Tabell A - 16. Resultat från kodning av skadekriterier vid jetflamma med ämnesklass 2.1.

Stockholms län – Ämnesklass 2.1 – Jetflamma			
Konsultbolag	Typ av skadekriterium	Punktskattning/fördelning av skadekriterier	Värde på skadekriterium
1	Strålning	Punktskattning	Endast utomhus 61 kW/m ² under 10s
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	–	–	-
4	Ej angivet	Ej angivet	Ej angivet (område i holländsk riktlinje)
5	Strålning	Fördelning	<u>2.a gradensbrännskador:</u> Utomhus 15 % förväntas omkomma Inomhus 10 % förväntas omkomma <u>3:e gradensbrännskador:</u> Utomhus 50 % förväntas omkomma (De inte anger vilken strålning som innebär andra/tredje gradens brännskada.)
Västra Götalands län – Ämnesklass 2.1 - Jetflamma			
1	Strålning	Punktskattning	Endast utomhus 61 kW/m ² under 10s
6	Strålning	Ej angivet	<i>Utomhus</i> 50 % dör inom konsekvensområdet <i>Inomhus</i> 10 % dör inom konsekvensområdet
7	Strålning	Punktskattning	15 kW/m ²
8	Strålning	Fördelning	Endast utomhus 100 % 40 kW/m ² 50 % Andra gradens brännskada 10 % första gradens brännskada
9	Strålning	Ej angivet	Ej angiven
Skåne län – Ämnesklass 2.1 - Jetflamma			
1	Strålning	Punktskattning	Endast utomhus 61 kW/m ² under 10s
10	Ej angivet (Riktsam)	Punktskattning	Riktsam
11	Ej angivet (Riktsam)	Punktskattning	Riktsam
12	Strålning	Punktskattning	Endast utomhus 3:e gradens brännskador 100 % (De inte anger vilken strålning som innebär andra/tredje gradens brännskada.)
RIKTSAM	Strålning/brännskada	-	Anges ej, konsekvensavstånd beror endast av tid och massflöde

Tabell A - 17. Resultat från kodning av skadekriterier vid gasmolnsexplosion och -brand med ämnesklass 2.1.

Stockholms län – Ämnesklass 2.1 – Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion			
Konsultbolag	Typ av skadekriterium	Punktskattning/fördelning av skadekriterier	Värde på skadekriterium
1	Strålning & brand	Punktskattning	Alla omkommer i gasmolnet (definierar moln som halva undre brännbarhetsgränsen)
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	Strålning & brand	Punktskattning	Alla omkommer i gasmolnet
4	Strålning & brand Tryckpåverkan för explosion	Punktskattning	<i>Gasmolnsbrand</i> – Alla omkommer i gasmolnet <i>Gasmolnsexplosion</i> – Alla omkommer i gasmolnet + tryckpåverkan 0,3 bar
5	Strålning & brand	Ej angivet	<u>2:a gradensbrännskador:</u> Utomhus 15 % förväntas omkomma Inomhus 10 % förväntas omkomma <u>3:e gradensbrännskador:</u> Utomhus 50 % förväntas omkomma (De inte anger vilken strålning som innebär andra/tredje gradens brännskada.)
Västra Götalands län			
1	Strålning & brand	Punktskattning	Alla omkommer i gasmolnet
6	Strålning & brand	Ej angivet	Anges ej – konsekvensområdet definieras ej <i>(Utomhus</i> 50 % dör inom konsekvensområdet <i>Inomhus</i> 10 % dör inom konsekvensområdet)
7	Strålning & brand	Ej angivet	Ej angivet
8	Strålning & brand Tryckpåverkan för explosion		<i>Gasmolnsbrand</i> – Alla omkommer i gasmolnet <i>Gasmolnsexplosion</i> – Alla omkommer i gasmolnet + ej angiven tryckpåverkan
9	Tryckpåverkan	Ej angivet	Ej angivet
Skåne län			
1	Strålning & brand	Punktskattning	Alla omkommer i gasmolnet
10	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
11	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
12	Strålning	Punktskattning	3:e gradens brännskador (De anger inte vilken strålning som innebär andra/tredje gradens brännskada.)
RIKTSAM	Strålning/brännskada (oklart om det tas hänsyn till tryck)	Anges ej	Anges ej (redovisar endast spridningsmodell från FOA)

Tabell A - 18. Resultat från kodning av skadekriterier vid giftigt gasmoln med ämnesklass 2.1.

Stockholms län – Ämnesklass 2.3 – Giftigt gasmoln			
Konsultbolag	Typ av skadekriterium	Punktskattning/fördelning av skadekriterier	Värde på skadekriterium
1	Toxicitet	Punktskattning	100 % dödlighet >100 ppm
2	-	-	Beräknas ej
3	Toxicitet	Punktskattning	100 % dödlighet >8500 ppm
4	Ej angivet	Ej angivet	Område enligt hölländsk riktlinje
5	Toxicitet	Fördelning	Finns i programvaran ”Spridning Luft”
Västra Götalands län			
1	Toxicitet	Punktskattning	100 % dödlighet >100 ppm
6	Toxicitet	Punktskattning	<i>Utomhus</i> 100 % antas dö inom LC50-avståndet. <i>Inomhus</i> 10 % antas dö inom LC50-avståndet.
7	Toxicitet	Punktskattning	100 % dödlighet >750 ppm
8	Toxicitet	Ej angivet	Ej angivet
9	Toxicitet	Ej angivet	Ej angivet
Skåne län			
1	Toxicitet	Punktskattning	100 % dödlighet >100 ppm
10	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
11	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
12	Toxicitet		Svaveldioxid – 2415 mg/m ³ (856 PPM) LC ₅₀ -värde
RIKTSAM	Toxicitet	Punktskattning	Svaveldioxid – 2250 mg/m ³ (798 PPM)

Tabell A - 19. Resultat från kodning av skadekriterier vid pölbrand med ämnesklass 3.

Stockholms län – Ämnesklass 3 – Pölbrand			
Konsultbolag	Typ av skadekriterium	Punktskattning/fördelning av skadekriterier	Värde på skadekriterium
1	Strålning	Punktskattning	100 % omkomna - 15 kW/m ²
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	Strålning	Punktskattning	100 % omkomna - 15 kW/m ²
4	Ej angivet	Ej angivet	Ej angivet
5	Strålning	Fördelning	1 % omkomna - 10 kW/m ² 10 % omkomna - 15 kW/m ² 50 % omkomna - 60 kW/m ² 100 % omkomna - 80 kW/m ²
Västra Götalands län			
1	Strålning	Punktskattning	100 % omkomna - 15 kW/m ²
6	Strålning	Fördelning	15 % omkomna – 13 kW/m ² under 10 s
7	Strålning	Punktskattning	100 % omkomna - 15 kW/m ²
8	Strålning	Ej angivet	Ej angivet
9	Strålning	Ej angivet	Ej angivet

Skåne län			
1	Strålning	Punktskattning	100 % omkomna - 15 kW/m ²
10	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
11	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
12	Strålning	Punktskattning	100 % omkomna - 15 kW/m ²
RIKTSAM	Strålning	Punktskattning	16,24 kW/m ² (30 s, 50 % dödlighet?) Propylenoxid-1000 mg/m ³

Tabell A - 20. Resultat från kodning av skadekriterier vid brand med ämnesklass 4..

Stockholms län – Ämnesklass 4 – Brand			
Konsultbolag	Typ av skadekriterium	Punktskattning/fördelning av skadekriterier	Värde på skadekriterium
1	–	–	–
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	–	–	–
4	–	–	-
5	-	-	-

Tabell A - 21. Resultat från kodning av skadekriterier vid stänk eller giftigt gasmoln med ämnesklass 6.

Stockholms län – Ämnesklass 6 – Stänk/Giftmoln			
Konsultbolag	Typ av skadekriterium	Punktskattning/fördelning av skadekriterier	Värde på skadekriterium
1	-	-	-
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	–	–	–
4	-	-	-
5	-	-	-
Västra Götalands län			
1	-	-	-
6	-	-	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
Skåne län			
1	-	-	-
10	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
11	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)	Ej angivet (Riktsam)
12	-	-	-
RIKTSAM	Toxicitet	Punktskattning	Dimetylsulfat - 185 mg/m ³

Kvalitetsaspekter skadekriterier

Tabell A - 22. Resultat från kodning av kvalitetsaspekter för skadekriterier

Stockholms län – Skadekriterier			
Konsultbolag	Finns ett resonemang kring de olika antaganden och indata för skadekriterierna?	Baseras resonemangen på källor?	Är resonemangen tydliga?
1	Ja	Ja, förutom för BLEVE och gasmolnsexplosion	– Kriteriet för jetflamma finns i källa men anges inte
2	RIKTSAM, sker ingen diskussion avseende giltighet i detta fall.	Ja, RIKTSAM	RIKTSAM
3	Delvis, ja avseende antaganden men ej avseende val av indata	Delvis, hänvisar övergripande till annan litteratur men anger ej källor på specifika värden	Ja
4	Tydligt angående 1.1 och 5.1 Övriga konsekvensberäkningar från holländsk riktlinje	Ja	Resonemang är tydliga men bakgrund till exakta värden saknas
5	Ja, tydligt överlag. Ingen diskussion kring antaganden om dödlighet vid 2:a och 3:e gradens brännskador	Ja,	Ja överlag bra och sammanfattat i tabeller
Västra götalandets län – Skadekriterier			
1	Ja	Ja, förutom för BLEVE och gasmolnsexplosion	– Ja, förutom för BLEVE – Kriteriet för jetflamma finns i källa men inte i rapporten.
6	Ja, Ingen diskussion kring antaganden om dödlighet vid 2:a och 3:e gradens brännskador	Ja, men inget förtydligande vid användning av Gasol och Spridning Luft	Ja men saknas vid användning av Gasol och Spridning Luft
7	Ja	Delvis, saknas för BLEVE & gasmolnsexplosion	Delvis, saknas för BLEVE & gasmolnsexplosion
8	Ja	Delvis, saknas för jetflamma, gasmolnsbrand, gasmolnsexplosion, giftigt gasmoln & pölbrand	Ja
9	Nej	Saknar alla typer av skadekriterium	Nej, de anger olika typer av skadekriterier utan att specificera vilka som används
Skåne län – Skadekriterier			
1	Ja	Ja	– Ja, förutom för BLEVE – Kriteriet för jetflamma finns i källa men inte i rapporten.
10	RIKTSAM, ingen diskussion avseende giltighet	RIKTSAM	RIKTSAM
11	RIKTSAM, ingen diskussion avseende giltighet	RIKTSAM	RIKTSAM
12	Ja	Överlag bra men saknas skadekriterium för vad 3:e gradens brännskada innebär.	Ja
RIKTSAM	Delvis, anger ibland ekvation för riskavstånd som inte innehåller	Ja men otydligt vilka källor som vissa formler är hämtade från	Ja tydligt men ibland svårt att veta var modeller kommer ifrån

	skadekriterium. Tydligt hur riskavstånd beräknas	
--	--	--

Konsekvensberäkningar

Nedan följer resultat från kodning vid konsekvensberäkningar.

Tabell A - 23. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid explosion med ämnesklass 1

Stockholms län – Ämnesklass 1 – Explosion			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	”Konsekvensanalys explosioner”	0,15 ton 1,5 ton 16 ton Ingen hänsyn till splitter och omkullkastning – Ingen hänsyn till skada på byggnad	<u>Människa</u> <i>Liten</i> Andel omkomna 100 % - 13 m Andel omkomna 20 % - 41 m <i>Mellan</i> Andel omkomna 100 % - 28 m Andel omkomna 20 % - 88 m <i>Stor</i> Andel omkomna 100 % - 62 m Andel omkomna 20 % - 193 m
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam - Fördelning
3	Ej angivet	0,1 ton 16 ton	Liten – 30 m Stor – 98 m
4	Dynamisk lastpåverkan (SRV)	16 ton	125 m
5	FOA:s ”Konsekvenser vid explosioner” kurskompendium	0,5 ton 3 ton 16 ton Ingen hänsyn till splitter och omkullkastning – Ingen hänsyn till egendomsskada	<u>Människa</u> <i>Liten</i> Andel omkomna 99 % - 15 m Andel omkomna 50 % - 17 m Andel omkomna 1 % - 20 m <i>Mellan liten</i> Andel omkomna 99 % - 25 m Andel omkomna 50 % - 20 m Andel omkomna 1 % - 18 m <i>Mellan stor</i> Andel omkomna 99 % - 30 m Andel omkomna 50 % - 35 m Andel omkomna 1 % - 40 m <i>Stor</i> Andel omkomna 99 % - 45 m Andel omkomna 50 % - 50 m Andel omkomna 1 % - 60 m <u>Byggnad</u> Går inte att utläsa då byggnadstypen i planområdet inte specificeras
Västra Götalands län			
1	”Konsekvensanalys explosioner”	0,15 ton 1,5 ton 16 ton - Ingen hänsyn till splitter och omkullkastning – Ingen hänsyn till egendomsskada	<u>Människa</u> <i>Liten</i> Andel omkomna 100 % - 13 m Andel omkomna 20 % - 41 m <i>Mellan</i> Andel omkomna 100 % - 28 m Andel omkomna 20 % - 88 m <i>Stor</i> Andel omkomna 100 % - 62 m Andel omkomna 20 % - 193 m

6	FOA:s beräkningsmode II	0,02 ton 16 ton – Ingen hänsyn till splitter och omkullkastning – Detonationsklass 8 – Räkna om TNT till Metangas – Effektivitetsfaktor 0,2	<i>Liten - Samhällsrisk</i> 1-30 m: 200 - 20 kPa 30 – 85 m: 20 kPa – 8 kPa 85 – 200 m: 8 kPa – 0 kPa <i>Liten – Individrisk</i> 100 % omkomna – 10 m <i>Stor - Samhällsrisk</i> 1-30 m :1013 - 202 kPa 30 – 85 m :202 kPa – 101 kPa 85 – 200 m :101 kPa – 41 kPa <i>Stor - individrisk</i> 100 % omkomna – 40 m
7	FOA:s beräkningsmode II	1 ton 16 ton – Tar hänsyn till splitter och omkullkastning genom sänkt skadekriterierum – Detonationsklass 10 – Räkna om TNT till Metangas – Effektivitetsfaktor 0,2	<u>Människa -</u> <i>Liten</i> Andel omkomna 100 % - 40 m <i>Stor</i> Andel omkomna 100 % - 100 m
8	FOA:s beräkningsmode II	0,2 ton 6 ton – Ingen hänsyn till splitter och omkullkastning – Detonationsklass 10 – Räkna om TNT till Metangas	<u>Människa - utomhus</u> <i>Liten</i> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 0 % 51 – 100 m - Andel omkomna 0 % <i>Stor</i> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 100 % 51 – 100 m - Andel omkomna 50 % <u>Människa - inomhus</u> <i>Liten</i> 0 – 25 m - Andel omkomna 15 % 26 – 50 m - Andel omkomna 5 % 51 – 100 m - Andel omkomna 1 % <i>Stor</i> 0 – 25 m - Andel omkomna 30 % 26 – 50 m - Andel omkomna 15 % 51 – 100 m - Andel omkomna 15 %
9	Göteborgs översiktsplan (Stadsbyggnads kontoret i Göteborg, 1997).	15 ton	<u>50 meters bebyggelsefritt område</u> Utomhus (inom 60 m från explosion) - Andel omkomna 100 % Byggnadsrad 1 – 15 % Byggnadsrad 2 – 5 % <u>100 meters bebyggelsefritt område</u> Utomhus (inom 60 m från explosion) - Andel omkomna 100 % Byggnadsrad 1 – 5 % Byggnadsrad 2 – 0 %
Skåne län – Ämnesklass 1 – Explosion			
1	”Konsekvens- analys explosioner”	0,15 ton 1,5 ton 16 ton – Ingen hänsyn till splitter och omkullkastning – Ingen hänsyn till egendomsskada	<u>Människa</u> <i>Liten</i> Andel omkomna 100 % - 13 m Andel omkomna 20 % - 41 m <i>Mellan</i> Andel omkomna 100 % - 28 m Andel omkomna 20 % - 88 m <i>Stor</i> Andel omkomna 100 % - 62 m Andel omkomna 20 % - 193 m
10	RIKTSAM	80%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	110 m

11	-	-	-
12	Göteborgs översiktplan	15 ton TNT	60 m
RIKTSAM	Explosivämneskurs FOA 1.8 ggr massa och beräk. skalat avstånd vilket ger tryck och impulstäthet	Likformig fördelning 10-15 ton Betongvägg 20 cm Pc 200 Ic 2,5	Fördelning av olyckor 50 % omkomna 60 m 100% 70 m 80% 80 m – 60 % 100 m 40% 110 m 20% 120 m 0 % Oklart hur inomhus/utomhus hanteras

Tabell A - 24. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid BLEVE med ämnesklass 2.1

Stockholms län – Ämnesklass 2.1 – BLEVE			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd eller konsekvensområde
1	FOA:s beräkningsmodell	– 25 ton propan	170 m
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam - Fördelning
3	FOA:s beräkningsmodell	– 20 ton propan	98 m
4	RBM II	Ej angiven	40 x 80 m (ut från väg x längs med väg)
5	Gasol	– 25 ton tank – 20 ton flaskor	2:a gradens brännskada 15 % omkommer utomhus BLEVE Tank – 221 m BLEVE gasflaska – 29 m 3:e gradens brännskada 50 % omkommer utomhus BLEVE tank – 143 m BLEVE gasflaska – 17 m
Västra Götalands län – Ämnesklass 2.1 - BLEVE			
1	FOA:s beräkningsmodell	– 25 ton	170 m
6	Gasol	– 40 ton	200 m
7	ALOHA	-25 ton	150 m
8	PHAST	Ej angiven	<u>Människa - inomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 100 % 51 – 100 m - Andel omkomna 25 % 101-150 m - Andel omkomna 0 % <u>Människa - utomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 100 % 51 – 100 m - Andel omkomna 100 % 101-150 m - Andel omkomna 50 %
9	Save II	– 15 ton TNT	300 m
Skåne län – Ämnesklass 2.1 – BLEVE			
1	FOA:s beräkningsmodell	25 ton propan	170 m
10	RIKTSAM	80%-percentilen av RIKTSAM:s veräkning	320 m
11	RIKTSAM	50%-percentilen av RIKTSAM:s veräkning	295 m
12	Gasol	23 ton	145 m
RIKTSAM	FOA men oklart angivet	15-25 ton gasol	Fördelning av olyckor 50 % omkomna 240 m – 100 % 270 m – 80 % 290 m – 60 % 300 m – 40 % 320 m – 20 % 340 m – 0 %

Tabell A - 25. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid jetflamma med ämnesklass 2.1

Stockholms län – Ämnesklass 2.1 – Jetflamma			
Konsult-bolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd eller konsekvensområde
1	FOA:s beräkningsmodell	– Hålet är beläget under vätskeytan – Tryck i tanken 500 kPa	Liten – 5 m Mellan – 17m Stor – 73 m
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam - Fördelning
3	Gasol	Ej angiven	21 m
4	RBM II	Ej angiven	74 x 45 m (ut från väg x längs med väg)
5	Gasol	– Lagringstemperatur 15 °C – Tryck i tanken 500 kPa – Tankdiameter Flaska – 0,3 m Tank – 2 m – Tanklängd Flaska – 0,5 m Tank – 18 m – Tankfyllnad 80 % – Tomvikt Flaska – 10 Kg Tank – 50 000 Kg – Designtryck Flaska – 10 bar Tank – 10 bar – Bristningstryck 4 x designtrycket – Lufttryck 760 mmHg – Utomhustemperatur 15 °C – Luftfuktighet 50 % – Topografi tätortsförhållanden – Utsläpp nära vätskefas	2:a gradens brännskada <u>Flaska</u> Liten – 24 x 26 m (1 x b) Stor – 54 x 58 m (1 x b) <u>Tank</u> Liten – 4,8 x 6 m (1 x b) Mellan – 13 x 14 m (1 x b) Stor – 56 x 60 m (1 x b) 3:e gradens brännskada <u>Flaska</u> Liten – 21 x 20 m (1 x b) Stor – 48 x 42 m (1 x b) <u>Tank</u> Liten – 3,8 x 4 m (1 x b) Mellan – 12 x 10 m (1 x b) Stor – 49 x 44 m (1 x b)
Västra Götalands län – Ämnesklass 2.1 - Jetflamma			
1	FOA:s beräkningsmodell	– Hålet är beläget under vätskeytan – Tryck i tanken 500 kPa	Liten – 5 m Mellan – 17m Stor – 73 m
6	Gasol	– Lagringstemperatur 15 °C – Tryck i tanken 7 bar – Tankdiameter – 2.5 m – Tanklängd – 19 m – Tankfyllnad 80 % – Tomvikt Flaska – 50 000 Kg – Designtryck - 15 bar – Bristningstryck 4 x designtrycket – Lufttryck 760 mmHg – Utomhustemperatur 15 °C – Klart väder – Luftfuktighet 50 % – Topografi tätortsförhållanden – Utsläpp nära vätskefas	Liten – 18 x 16 m (1 x b) Stor – 91,5 x 80 m (1 x b)
7	ALOHA	– Tryck i tanken 7 bar – Tankdiameter – 2 m – Tanklängd – 18 m – Tankfyllnad 80 % – Stabilitetsklass A, D & E – Molnigt väder – Luftfuktighet 50 % – Topografi tätortsförhållanden – Utsläpp i mitten på vätskefas	Liten – 8 x 10 m (1 x b) Mellan - 20 x 20 m (1 x b) Stor – 75 x 70 m (1 x b)

		- 25 ton propan	
8	PHAST	Ej angiven	<u>Människa - inomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 10 % <u>Människa - utomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 20 %
9	SAVE II	Ej angiven	En jetflamma antas inte medföra några omkomna människor
Skåne län – Ämnesklass 2.1 – Jetflamma			
1	FOA:s beräkningsmodell	- Hålet är beläget under vätskeytan - Tryck i tanken 500 kPa	Liten – 5 m Mellan – 17m Stor – 73 m
10	RIKTSAM	80%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	25 m
11	RIKTSAM	50%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	20 m
12	Gasol	- Lagringstemperatur 15 °C - Tryck i tanken 7 bar - Tankdiameter – 2 m - Tanklängd – 18 m - Tankfyllnad 80 % - Tomvikt Flaska – 50 000 Kg - Designtryck - 15 bar - Bristningstryck 4 x designtrycket - Luftryck 760 mmHg - Utomhustemperatur 5 °C - Molnigt väder - Luftfuktighet 50 % - Topografi tätortsförhållanden - Utsläpp nära vätskefas - Utsläppstid 1500 s	Mellan – 32 m Stort – 75 m
RIKTSAM	Anges ej källa	Riskavstånd baseras på utsläppshastighet och exponeringstid	Fördelning av olyckor 50 % omkomna 0 m – 60 % 20 m – 40 % 25 m – 20 % 45 m – 10 % 80 m – 0 %

Tabell A - 26. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid gasmolnsexplosion och -brand med ämnesklass 2.1

Stockholms län – Ämnesklass 2.1 – Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	Spridning Luft	Ej angiven	42 m
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam - Fördelning
3	Ej angiven	Ej angiven	70 m
4	RBM II	Ej angiven	Momentan gasmolnsbrand – 93 x 186 m (ut från väg x längs med väg) Momentan gasmolnsexplosion – 126 x 252 m (ut från väg x längs med väg) Kontinuerlig gasmolnsbrand – 50 x 10 m (ut från väg x längs med väg) Kontinuerlig gasmolnsexplosion – 66 x 66 m (ut från väg x längs med väg)

5	Gasol	<ul style="list-style-type: none"> - Lagringstemperatur 15 °C - Tryck i tanken 500 kPa - Tankdiameter Flaska – 0,3 m Tank – 2 m - Tanklängd Flaska – 0,5 m Tank – 18 m - Tankfyllnad 80 % - Tomvikt Flaska – 10 Kg Tank – 50 000 Kg - Designtryck Flaska – 10 bar Tank – 10 bar - Bristningstryck 4 x designtrycket - Lufttryck 760 mmHg - Utomhustemperatur 15 °C - Luftfuktighet 50 % - Topografi tätortsförhållanden - Utsläpp nära vätskefas 	<p><i>2:a gradens brännskada</i> <u>Flaska</u> Liten – 87 x 47 m (1 x b) Stor – 97 x 60 m (1 x b)</p> <p><u>Tank</u> Liten – 5 x 0 m (1 x b) Mellan – 70 x 50 m (1 x b) Stor – 185 x 215 m (1 x b)</p> <p><i>3:e gradens brännskada</i> <u>Flaska</u> Liten – 87 x 47 m (1 x b) Stor – 97 x 60 m (1 x b)</p> <p><u>Tank</u> Liten – 5 x 0 m (1 x b) Mellan – 70 x 50 m (1 x b) Stor – 175 x 215 m (1 x b)</p>
Västra Götalands län			
1	Spridning Luft	Ej angiven	42 m
6	Gasol	<ul style="list-style-type: none"> - Lagringstemperatur 15 °C - Tryck i tanken 7 bar - Tankdiameter – 2,5 m - Tanklängd – 19 m - Tankfyllnad 80 % - Tomvikt Flaska – 50 000 Kg - Designtryck - 15 bar - Bristningstryck 4 x designtrycket - Lufttryck 760 mmHg - Utomhustemperatur 15 °C - Klart väder - Luftfuktighet 50 % - Topografi tätortsförhållanden - Utsläpp nära vätskefas 	<p>Liten – 18 x 12 m (1 x b) Stor – 21 x 25 m (1 x b)</p>
7	ALOHA	<ul style="list-style-type: none"> - Tryck i tanken 7 bar - Tankdiameter – 2 m - Tanklängd – 18 m - Tankfyllnad 80 % - Stabilitetsklass A, D & E - Molnigt väder - Luftfuktighet 50 % - Topografi tätortsförhållanden - Utsläpp i mitten på vätskefas - Vindhastighet 2 & 6 m/s - 25 ton propan 	<p>Liten – 10-35 x 5-10 m (1 x b) Mellan - 35-95 x 10 - 90 m (1 x b) Stor – 145-380 m x 65 - 415 m (1 x b)</p> <p>(Anges inte hur dessa värden fördelas)</p>
8	PHAST	Ej angiven	<p><i>Gasmolnsexplosion</i> <u>Människa - inomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 50 % 51 – 100 m - Andel omkomna 10 %</p> <p><u>Människa - utomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 50 % 51 – 100 m - Andel omkomna 10 %</p> <p><i>Gasmolnsbrand</i> <u>Människa - inomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 40 % 51 – 100 m - Andel omkomna 30 %</p> <p><u>Människa - utomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 100 % 51 – 100 m - Andel omkomna 50 %</p>
9	SAVE II	<ul style="list-style-type: none"> - Klart väder - Utomhustemperatur 15 °C - Topografi - Flack - Vindhastighet 3 m/s 	<p><u>Liten</u> 18 m</p> <p><u>Stor</u> 25 m</p>

Skåne län			
1	Spridning Luft	Ej angiven	42 m
10	RIKTSAM	80%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	35 m
11	RIKTSAM	50%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	10 m
12	Gasol	<ul style="list-style-type: none"> - Lagringstemperatur 15 °C - Tryck i tanken 7 bar - Tankdiameter – 2 m - Tanklängd – 18 m - Tankfyllnad 80 % - Tomvikt Flaska – 50 000 Kg - Designtryck - 15 bar - Bristningstryck 4 x designtrycket - Lufttryck 760 mmHg - Utomhustemperatur 5 °C - Molnigt väder - Luftfuktighet 50 % - Topografi tätortsförhållanden - Utsläpp nära vätskefas - Utsläppstid 1500 s 	Mellan – 115 m Stor – 520 m
RIKTSAM	FOA (källstyrka/spridningsmodell) Framgår ej hur strålning beräknas. Troligtvis modifieras beräkning av strålning från vanlig explosion (Explosivämneskurs)	Utsläpp vätskefas Tanktryck 525 kPa Instabil 1,7 m/s Neutral 4,4 m/s Stabil 2,4 m/s	Fördelning av olyckor 50 % omkomna 0 m – 60 % 20 m – 40 % 25 m – 20 % 50 m – 10 % 150 m – 0 %

Tabell A - 27. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid giftigt gasmoln med ämnesklass 2.3

Stockholms län – Ämnesklass 2.3 – Giftigt gasmoln			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	Spridning Luft	Mängd – 24 ton Topografi – Tät skog/stad Väderförhållande - Stabilitetsklass B Vindhastighet – 2 & 6 m/s	<i>Vindhastighet 2 m/s</i> Liten – 27 m Mellan – 88 m Stor – 458 m <i>Vindhastighet 6 m/s</i> Liten – 29 m Mellan – 96 m Stor – 461 m
2	RIKTSAM	-	Fördelning
3	FOA:s beräkningsmodell	Tanktryck Topografi Höjd för koncentrationsberäkningar Väderförhållande - Stabilitetsklass D/F Vindhastighet – 1,3,5 & 7 m/s	Väntevärde stabilitetsklass D – 13 m Väntevärde stabilitetsklass F – 226 m <u>Oklart vad som används!</u>
4	RBM II	Ej angiven	Momentant gasmoln – 70 x 35 m (ut från väg x längs med väg) Kontinuerligt gasmoln – 135 x 25 m (ut från väg x längs med väg)
5	Spridning Luft	Mängd – 24 ton Topografi – Tät skog/stad Väderförhållande - 15°C, vår, dag och klart Vindhastighet – 3 m/s Ventilationsdon – 3 m ovan mark	<i>Litet</i> <u>Inomhus</u> Andel omkommna 100 % - Andel omkommna 50 % - Andel omkommna 5 % - <u>Utomhus</u> Andel omkommna 100 % - Andel omkommna 50 % - 15 x 5 m (1 x b) Andel omkommna 5 % - 25 x 10 m (1 x b) <i>Mellan</i> <u>Inomhus</u> Andel omkommna 100 % - 10 x 10 m (1 x b) Andel omkommna 50 % - 55 x 25 m (1 x b) Andel omkommna 5 % - 100 x 40 m (1 x b) <u>Utomhus</u> Andel omkommna 100 % - 35 x 20 m (1 x b) Andel omkommna 50 % - 50 x 30 m (1 x b) Andel omkommna 5 % - 70 x 40 m (1 x b) <i>Stort</i> <u>Inomhus</u> Andel omkommna 100 % - 10 x 10 m (1 x b) Andel omkommna 50 % - 55 x 25 m (1 x b) Andel omkommna 5 % - 100 x 40 m (1 x b) <u>Utomhus</u> Andel omkommna 100 % - 160 x 100 m (1 x b) Andel omkommna 50 % - 225 x 130 m (1 x b) Andel omkommna 5 % - 275 x 150 m (1 x b)
Västra Götalands län			
1	Spridning Luft	Mängd – 24 ton	<i>Vindhastighet 2 m/s</i> Liten – 27 m

		Topografi – Tät skog/stad Väderförhållande - Stabilitetsklass B Vindhastighet – 2 & 6 m/s	Mellan – 88 m Stor – 458 m <i>Vindhastighet 6 m/s</i> Liten – 29 m Mellan – 96 m Stor – 461 m
6	Spridning Luft	Kemikalier – Klor, Ammoniak Mängd – 55 ton Topografi – Tät skog/stad Väderförhållande - Stabilitetsklass B Vindhastighet – 2 & 6 m/s	<i>Litet – Vindhastighet 2 m/s</i> <u>Inomhus</u> 15 x 10 m (1 x b) <u>Utomhus</u> 80 x 40 m (1 x b) <i>Litet – Vindhastighet 7 m/s</i> <u>Inomhus</u> – <u>Utomhus</u> 35 x 10 m (1 x b) <i>Stort – Vindhastighet 2 m/s</i> <u>Inomhus</u> 420 x 220 m (1 x b) <u>Utomhus</u> 600 x 380 m (1 x b) <i>Stort – Vindhastighet 7 m/s</i> <u>Inomhus</u> 190 x 50 m (1 x b) <u>Utomhus</u> 420 x 110 m (1 x b)
7	ALOHA	– Tankdiameter – 2 m – Tanklängd – 18 m – Tankfyllnad 80 % – Stabilitetsklass A, D & E – Molnigt väder – Luftfuktighet 50 % – Topografi tätortsförhållanden – Utsläpp i mitten på vätskefas – Vindhastighet 2 & 6 m/s – 25 ton svaveldioxid – Ängtryck 330 kPa	Liten – 60-130 x 10-50 m (1 x b) Mellan – 180-450 x 40-200 m (1 x b) Stor – 730-1200 x 180-800 m (1 x b)
8	BFK	Vindhastighet – 2 & 6 m/s Utetemperatur - 8°C Ventilationsdon – 5 m ovan mark för kontor & 1 m för hus Luftväxlingar – 0,5/timme & 3/timme	<i>Gasmoln -medel</i> <u>Människa – inomhus 0,5 luftväxlingar/timme</u> <i>Kontor</i> 11 m - Andel omkomna 0 % 23 m - Andel omkomna 39 % 36 m - Andel omkomna 21 % <i>Hus</i> 11 m - Andel omkomna 100 % 23 m - Andel omkomna 60 % 36 m - Andel omkomna 0 % <u>Människa – inomhus 3 luftväxlingar/timme</u> <i>Kontor</i> 11 m - Andel omkomna 25 % 23 m - Andel omkomna 4 % 36 m - Andel omkomna 24 % 48 m - Andel omkomna 60 % 75 m - Andel omkomna 55 % 88 m - Andel omkomna 32 % <i>Hus</i> 11 m - Andel omkomna 0 % 23 m - Andel omkomna 96 % 36 m - Andel omkomna 76 % 48 m - Andel omkomna 36 % 75 m - Andel omkomna 2 % 88 m - Andel omkomna 0 % <u>Människa - utomhus</u>

			6 m - Andel omkomna 100 % 36-40 m - Andel omkomna 100 % 50 m - Andel omkomna 91 % 70 m - Andel omkomna 62 % 100 m - Andel omkomna 11 % 130 m - Andel omkomna 1 % Gasmoln – stort <u>Människa – inomhus 0,5 luftväxlingar/timme</u> <i>Kontor</i> 31 m - Andel omkomna 10 % 73 m - Andel omkomna 72 % 116 m - Andel omkomna 3 % 158 m - Andel omkomna 0 % <i>Hus</i> 31 m - Andel omkomna 90 % 73 m - Andel omkomna 12 % 116 m - Andel omkomna 0 % 158 m - Andel omkomna 0 % <u>Människa – inomhus 3 luftväxlingar/timme</u> <i>Kontor</i> 31 m - Andel omkomna 0 % 73 m - Andel omkomna 16 % 116 m - Andel omkomna 71 % 158 m - Andel omkomna 26 % <i>Hus</i> 31 m - Andel omkomna 90 % 73 m - Andel omkomna 12 % 116 m - Andel omkomna 0 % 158 m - Andel omkomna 0 % <u>Människa - utomhus</u> 6 m - Andel omkomna 100 % 36-40 m - Andel omkomna 100 % 50 m - Andel omkomna 100 % 70 m - Andel omkomna 100 % 100 m - Andel omkomna 100 % 130 m - Andel omkomna 100 %
9	Save II	– Klart väder – Utomhustemperatur 15 °C – Topografi - Flack – Vindhastighet 3 m/s	Gasmoln – litet 20 m Gasmoln – stort 60 m
Skåne län – Ämnesklass 2.3 – Giftigt gasmoln			
1	Spridning Luft	Mängd – 24 ton Topografi – Tät skog/stad Väderförhållande - Stabilitetsklass B Vindhastighet – 2 & 6 m/s	<i>Vindhastighet 2 m/s</i> Liten – 27 m Mellan – 88 m Stor – 458 m <i>Vindhastighet 6 m/s</i> Liten – 29 m Mellan – 96 m Stor – 461 m
10	RIKTSAM	80%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	150 m
11	RIKTSAM	50%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	70 m
12	BFK	Mängd – 24,5 ton Vindhastighet – 2 & 6 m/s Utetemperatur - 5°C Utsläppshöjd – 1 m Ventilationsdon – 5 m ovan mark Koncentrationsmätning – 1,5 m ovan mark Vindhastighet - 3 m/s Stabilitetsklass A - F	Mellan – 115 m Stor – 575 m

RIKTSAM	FOA gaussisk spridningsmodell 1	15-25 ton Stad Instabil 1,7 m/s Neutral 4,4 m/s Stabil 2,4 m/s	Fördelning av olyckor 50 % omkomna 0 m – 100 % 40 m – 80 % 60 m – 60 % 80 m – 40 % 150 m – 20 % >500 m – 0 %
---------	---------------------------------	--	--

Tabell A - 28. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid pölbrand eller giftigt gasmoln med ämnesklass 3

Stockholms län – Ämnesklass 3 – Pölbrand och giftigt gasmoln			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	Göteborgs översiktsplan (Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997).	– 1MW/m ² bensin	Liten - 12 m Mellan – 22,5 m Stor - 30 m
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam-Fördelning
3	FOA:s beräkningsmodell	Ej angiven	10 m
4	RBM II	Ej angiven	Mellan – 13 x 23 m (ut från väg x längs med väg) Stor – 24 x 48 m (ut från väg x längs med väg)
5	Branddynamisk beräkningsmodell	Ingen omkommer inomhus	<i>Liten</i> Andel omkommna 100 % - 5 m Andel omkommna 50 % - 8 m Andel omkommna 10 % - 16 m Andel omkommna 1 % - 20 m <i>Mellan</i> Andel omkommna 100 % - 11 m Andel omkommna 50 % - 15 m Andel omkommna 10 % - 30 m Andel omkommna 1 % - 36 m <i>Stor</i> Andel omkommna 100 % - 15 m Andel omkommna 50 % - 20 m Andel omkommna 10 % - 41 m Andel omkommna 1 % - 49 m <i>Tankbilsbrand</i> Andel omkommna 100 % - 4 m Andel omkommna 50 % - 9 m Andel omkommna 10 % - 30 m Andel omkommna 1 % - 36 m
Västra Götalands län – Ämnesklass 3 – Pölbrand			
1	Göteborgs översiktsplan (Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997).	– 1MW/m ² bensin	Liten - 12 m Mellan – 22,5 m Stor - 30 m
6	FOA:s beräkningsmodell	– Riskavstånd från flamfront	Liten - 7,5 m Mellan – 13 m Stor - 30 m
7	ALOHA	– Temperatur – Vind 2-6 m/s – Stabilitetsklass B-E – Tank	Mellan pölbrand – 30 m Stor pölbrand – 45 m Gasmolnsbrand – 15-30 m
8	PHAST	Ej angivet	Ej angivet
9	SAVE II	Ej angivet	En pölbrand antas inte medföra några konsekvenser

Skåne län – Ämnesklass 3 – Pölbrand			
1	Göteborgs översiktsplan (Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997).	– 1MW/m ² bensin	Liten - 12 m Mellan – 22,5 m Stor - 30 m
10	RIKTSAM	80%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	Fördröjd antändning – 50 m Direkt antändning – 30 m Giftigt gasmoln – 110 m
11	RIKTSAM	50%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	Fördröjd antändning – 35 m Direkt antändning – 10 m Giftigt gasmoln – 75 m
12	Branddynamisk	-	Liten – 12 m Stor – 25 m
RIKTSAM	– Strålning mot omslutande cirkel, ingen källa	Mängd 15-25 ton Brandeffekt(anges ej) Strålning (0,14)	Fördröjd antändning 20 m – 80 % 30 m – 60 % 40 m – 40 % 50 m – 20 % 70 m – 0 % Direkt antändning 0 m – 60 % 20 m – 40 % 30 m – 20 % 40 m – 0 % Giftigt gasmoln Propylenoxid 50 m – 80 % 60 m – 60 % 90 m – 40 % 110 m – 20 %

Endast en riskbedömning studerar brand med ämnesklass 4.

Tabell A - 29. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid brand med ämnesklass 4.

Stockholms län – Ämnesklass 4 – Brand			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	–	–	–
2	Anpassad fördelning för pölbrand från Riktsam	Riktsam	Riktsam - Fördelning

Tabell A - 30. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid explosion med ämnesklass 5

Stockholms län – Ämnesklass 5 – Explosion			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	“Konsekvensanalys explosioner”	-4,1 ton trotyl	30 m för människor 120 m för byggnader
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	-	-	–
4	RBM II	Liten 8 ton Stor 16 ton	Liten 62,5 m Stor 125 m
5	FOA:s beräkningsmodell	– 5 ton Trotyl	<u>Människa</u> Mellan stor

			Andel omkomna 99 % - 30 m Andel omkomna 50 % - 35 m Andel omkomna 1 % - 40 m <u>Byggnad</u> Går inte att utläsa då byggnadstypen i planområdet inte specificeras
Västra Götalands län			
1	“Konsekvensanalys explosioner”	-4,1 ton trotyl	30 m för människor 120 m för byggnader
6	FOA:s beräkningsmodell	0,02 ton (Samma som för liten explosion)	Samma som för liten explosion
7	FOA:s beräkningsmodell	-3 ton trotyl	95 m
8	FOA:s beräkningsmodell	-3 ton trotyl	<u>Människa - utomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 100 % 26 – 50 m - Andel omkomna 100 % 51 – 75 m - Andel omkomna 0 % <u>Människa - inomhus</u> 0 – 25 m - Andel omkomna 15 % 26 – 50 m - Andel omkomna 5 % 51 – 75 m - Andel omkomna 1 %
9	SAVE II	-100 kg propan	20 m
Skåne län – Ämnesklass 5– Explosion			
1	“Konsekvensanalys explosioner”	-4,1 ton trotyl	30 m för människor 120 m för byggnader
10	-	-	-
11	-	-	-
12	Göteborgs översiktsplan	3 ton trotyl	30 m
RIKTSAM	-	-	-

Tabell A - 31. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid brand med ämnesklass 5

Stockholms län – Ämnesklass 5 – Brand			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	Ingen. Riskavståndet är baserad på grova antaganden	Motsvarar en stor pölbrand	30 m
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	-
Västra Götalands län – Ämnesklass 5 - Brand			
1	Ingen. Riskavståndet är baserad på grova antaganden	Motsvarar en stor pölbrand	30 m
6	FOA:s beräkningsmodell	Motsvarar en mellan pölbrand	Motsvarar en mellan pölbrand
7	ALOHA	Motsvarar en mellan pölbrand	30 m
8	-	-	-
9	-	-	-
Skåne län – Ämnesklass 5 – Brand			

1	Ingen. Riskavståndet är baserad på grova antaganden	Motsvarar en stor pölbrand	30 m
10	-	-	-
11	-	-	-
12	-	-	-
RIKTSAM	-	-	-

Tabell A - 32. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid giftigt gasmoln med ämnesklass 6

Stockholms län – Ämnesklass 6 – Giftigt gasmoln			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	-	-	-
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam fördelning
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	-
Västra Götalands län – Ämnesklass 6 – Giftigt gasmoln			
1	-	-	-
6	-	-	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
Skåne län – Ämnesklass 6 – Giftigt gasmoln			
1	-	-	-
10	RIKTSAM	80%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	Giftigt moln – 40 m
11	RIKTSAM	50%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	Giftigt moln – 25 m
12	-	-	-
RIKTSAM	-Förångning (Introduktion till konsekvensberäkningar) och sedan spridnings beräk		Dimetylsulfat 10 m – 80 % 20 m – 60 % 30 m – 40 % 40 m – 20 % 60 m – 0 %

Tabell A - 33. Resultat från kodning konsekvensberäkningar vid stänk med ämnesklass 8

Stockholms län – Ämnesklass 8 – Stänk			
Konsultbolag	Beräkningsmodell	Indata	Konsekvensavstånd
1	-	-	-
2	Riktsam	Riktsam	Riktsam
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	-
Västra Götalands län – Ämnesklass 8 - Stänk			
1	-	-	-
6	-	-	-
7	-	-	-

8	-	-	-
9			
Skåne län – Ämnesklass 8 – Stänk			
1	-	-	-
10	RIKTSAM	80%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	15 m
11	RIKTSAM	50%-percentilen av RIKTSAM:s beräkning	0 m
12	-	-	-
RIKTSAM	-	-	10-20 m

Tabell A - 34. Resultat från kodning av människor inomhus och utomhus

Stockholms län – Justering inomhus/utomhus			
Konsultbolag	Antar man att alla är utomhus?	Andelen inomhus/utomhus	Vilka scenarier påverkar människor inomhus?
1	Ja	-	- För explosion förs resonemang om påverkan på byggnad vid explosion men endast för att korrigera skadekriterier för människa utomhus
2	Ja, alla utomhus		
3	Ja, alla utomhus		
4	Nej	Dag - 7 % utomhus Natt – 1 % utomhus	Explosion Jetflamma Gasmolnexplosion BLEVE Giftigt gasmoln Pölbrand
5	Nej	Dag: endast kring bostäder Natt: i samliga områden Utomhus 10-15 %	Explosion - 50 % dör om kritisk påverkan på byggnad Strålning 10 % omkommer inomhus vid 2:a gradens brännskada Giftigt gasmoln anges annat skadeområde för personer inomhus (från spridning luft) Pölbrand – 10 % omkommer inomhus vid 15 kw/m ² Oxiderande - 50 % dör om kritisk påverkan på byggnad
Västra Götalands län – Justering inomhus/utomhus			
1	Nej	Dagtid: 10 % ute, 90 % inne Natt: 1% ute, 99 % inne	Explosion Gasmolnexplosion BLEVE Giftigt gasmoln

			(Anger skyddsgrad)
6	Nej	Utomhus 6,2 %	Explosion Jetflamma Gasmolnsexplosion BLEVE Giftigt gasmoln (Specifikt för varje slutkonsekvens)
7	Ja, Alla utomhus (beräknar bara individrisk)		
8	Nej	Andel utomhus utgörs av uppskattning av personer på parkering anges ej fördelning	Explosion – 30-5 % att omkomma inomhus beroende på tryck och avstånd Giftigt gasmoln – hänsyn till döda inomhus genom luftväxlingar Ämnesklass 5 - 30-5 % att omkomma inomhus beroende på tryck och avstånd
9	Ja, Alla utomhus		
Skåne län – Justering inomhus/utomhus			
1	Ja	-	För explosion förs resonemang om påverkan på byggnad vid explosion men endast för att korrigera skadekriterier för människa
10	Ja, Alla utomhus (beräknar bara individrisk)		
11	Nej	20% utomhus	Endast personer utomhus påverkas
12	Nej	Utomhus 20 %	Ej angivet
RIKTSAM	Nej	Dag 10% utomhus Natt 1 % utomhus	Framgår ej

Kvalitetsaspekter konsekvensberäkningar

Stockholms län – Konsekvensberäkningar			
Konsultbolag	Finns ett resonemang kring olika antaganden, modellval och indata i konsekvensberäkningar?	Baseras resonemangen på källor?	Är resonemangen tydliga?
1	Ja, förutom för konsekvensberäkning gasmolnsexplosion (beräknar endast område där brännbar blandning finns)	Ja	– Ja, förutom för konsekvensberäkning för explosion
2	RIKTSAM För pölbrand och ämnesklass 5 ansåts anpassad fördelning exakt hur denna är framtagen anges ej	Ja, RIKTSAM	Samtliga avstånd baseras på RIKTSAM Diskuterar ej giltighet

3	Delvis, 1 – Ja på antaganden och indata men motiverar ej modellval (anges ej) Delvis, 2.1 – Motiverar indata, antaganden och modellval (ej modell för jetflamma) 2.3 - Ja 3- Ja	1 – Ja men inte mängd eller modellval 2.1 – Delvis 2.3 - Ja 3- Ja	1 – Ja 2.1 – Ja 2.3 – Ja 3 - Ja
4	Ja tydligt för 1 och 5. Resten från holländsk riktlinje	Ja	Ja
5	Ja, tydligt angivet när program eller handberäkning används samt indata	Ja	Ja
Västra Götalands län – Konsekvensberäkningar			
1	Ja, förutom för konsekvensberäkning för gasmolnsbrand	Ja	– Ja, förutom för konsekvensberäkning för explosion. – Anger skyddsgrad som sannolikhet att dö vid olika konsekvenser men inga resonemang om var dessa värden kommer ifrån
6	Ja	Ja	Överlag tydligt hur de genomfört konsekvensberäkningarna. All indata är specificerad.
7	Ja	Ja	Överlag tydligt hur de genomfört konsekvensberäkningarna. All indata är specificerad. Det är dock oklart vilka konsekvensavstånd som används vid olika vinshastigheter
8	Ja	– Tydligt med vilka beräkningsprogram som används. – Saknas överlag mycket källor på indata och vad indatan är angiven till.	Överlag tydligt hur de genomfört konsekvensberäkningarna. All indata är specificerad. Det är dock oklart vilka riskavstånd som är används när den är fördelad.
9	Ja	Nej	– Saknas mycket indata – Otydliga resultat
Skåne län – Konsekvensberäkningar			
1	Ja, förutom för konsekvensberäkning för gasmolnsbrand	Ja	– Ja, förutom för konsekvensberäkning för explosion.
10	RIKTSAM, diskuterar ej val av 80 %-percentil	RIKTSAM	Ja, Riktsam
11	RIKTSAM, diskuterar ej val av 50 %-percentil	RIKTSAM	Ja, Riktsam
12	Ja mycket tydliga konsekvensberäkningar	Ja alltid.	Ja all indata är angiven.
RIKTSAM	-Otydligt hur konsekvens av gasmolnsexplosion beräknas. -Tydligt hur förångning, spridning i luft och källstyrka beräknas -Otydligt var modell för jetflamma och pölbrand kommer från	Ja stora delar men ibland otydligt vad vissa modeller kommer ifrån och hur konsekvens av gasmolnsexplosion beräknas	Överlag tydligt men svårt att följa vissa beräkningsgångar

Riskvärdering

Nedan presenteras resultatet från kodning av riskvärdering.

Tabell A - 35. Resultat från kodning av riskvärdering

Stockholms län						
Konsultbolag	Justering av utbredning för samhällsrisk och individrisk.	Justering av riktning	Beräknas individrisk?	Används korrigeringsfaktor vid beräkning av individrisk?	Beräknas samhälls-risk? Vilken befolkningstäthet används?	Vilka acceptans kriterier används?
1	Jetflamma – Andel av cirkel endast i horisontalld (anger ej värde) Gasmolnsexp. - Andel av cirkel (anger ej värde) Giftigt gasmoln – Andel av cirkel från spridning luft (2 m/s 55-59 grad 6 m/s 25-29 grad)	Båda sidor Nej	Ja	Anges inte	Ja 1285 pers/km ² (Specifik)	DNV:s förslag
2	Gasmolnsexplosion – 0,06 (22 grader) Räknar ej på 2.3	1 sida Jetflamma – 0,2	Ja	Ja, Pythagoras sats	Ja 2500 pers/km ² (Nationell)	DNV:s förslag
3	Giftigt gasmoln – 0,04 (15 grader) Gasmolnsexplosion – 0,04 (15 grader)	1 sida Jetflamma – 0,33	Ja	Anges inte	Ja <30 m - 1000 pers/km ² >30 m – 4000 pers/km ² (Specifik)	DNV:s förslag
4	Rektangulär utbredning från holländsk riktlinje	1 sida Kontinuerlig gasmolnsbrand/explosion 0,31 mot området 0,20 längs väg Kontinuerlig giftigt gasmoln 0,31 mot området 0,20 längs väg	Ja	Procentuell andel av vägsträcka beroende på konsekvensavstånd	Ja Dag – 1285 pers/km ² Natt - 950 pers/km ² (Nationell)	DNV
5	Rektangulär utbredning – uppskattas från vinkel Jetflamma – 19 % -17 % -14,5% Gasmolnsexp. – 2% 11 % 18 %	Båda sidor Nej	Ja	Ja, procentuell andel av vägsträcka (beräknas som riskavstånd gånger 2)	Ja 4200 10-15 % Anges fördelning i olika områden beroende på nattetid och dagtid (nationell)	DNV

	Giftigt 8% 9% 9 %					
Västra götlands län						
1	Jetflamma – Andel av cirkel endast i horisontalled (anger ej värde) Gasmolnsexp. - Andel av cirkel (anger ej värde) Giftigt gasmoln – Andel av cirkel från spridning luft (2 m/s 55-59 grad 6 m/s 25-29 grad)	1 sida Ej angivet	Ja	Anges inte	Ja <30 – 0 <40 – 8900/km ² >40 – 3600/km ² (specifik)	– För individrisken används DNV:s kriterier. -För samhällsrisken används DNV:s kriterier modifierade för en sträcka på 500 m
6	Rektangulär utbredning Anger ej spridningsvinklar	1 sida Giftigt gasmoln och brandfarligt gasmoln – 43 % (vindriktning mot området) Jetflamma – 0,0104 (Andel av cirkel i horisontal samt vertikalled)	Ja	Ja, men anges ej hur	Ja Liten – Angiven i antal person Medel – Angiven i antal person Stor - Angiven i antal person (specifik)	DNV men endast på 800 meter
7	Konsekvensavstånd och Liksidig triangel Anger ej vinklar	2 sidor 100 % mot området		Anges inte	Nej	DNV 500 meter
8	Anger avstånd och antal döda, ej område	1 sida Jetflamma – 1/6 antagande Giftigt gasmoln och brandfarligt gasmoln – 1/3 antagande	Ja	Ja, procentuell andel (0,2 för allt utom giftigt gasmoln 0,4)	Ja, Anger personintensiteter utifrån verksamheter. (specifik)	DNV - Modifieras för 200 m och en sida av väg
9	Ej angivet	1 sida Giftigt gasmoln – 75 % mot område (antagande baserat på vindriktningar)	Ja	Anges inte	Ja Angiven i specifikt personantal utifrån verksamheterna.	RIKTSAM (Individrisk) GBG (Samhälls risk)
Skåne län						

1	Jetflamma – Andel av cirkel endast i horisontal (anger ej värde) Gasmolnsexp. - Andel av cirkel (anger ej värde) Giftigt gasmoln – Andel av cirkel från spridning luft (2 m/s 55-59 grad 6 m/s 25-29 grad)	1 sida	Ja	Anges inte	Ja 3600/km ² (nationell)	DNV
10	Ej angivet	1 sida	Ja och deterministik analys	Ja – 300 m	Nej	RIKTSAM
11	Giftmoln 0,04 (15 grader) Övriga anges ej	2 sidor	Ja	Anges inte	Ja, 4000/m ² (konservativt antagande)	RIKTSAM
12	Gasmolnsexplosion – 0,04 (15 grader) Giftmoln 0,04 (15 grader) Jetflamma– 0,04 (15 grader)	1 sida Jetflamma-100 % Giftigt gasmoln och brandfarligt gasmoln – 37,5 % baserat på vindriktning	Ja	Ja, Pythagoras sats	Ja 3100/km ² (nationell)	RIKTSAM & DNV
RIKTSAM	– Tar hänsyn till att olyckan inte bara kan ske exakt på vägen utan det finns risk för avåkning – Övrig justering är ej angiven		Ja	Anges inte	Ja, 0-20 m 0 pers 20-60 m 1000pers/m ² >60 m 4100pers/m ²	Samhällsri sk 10 ⁻⁵ för N=1 10 ⁻⁷ för N=100

Kvalitetsaspekter riskvärdering

Tabell A - 36. Resultat från kodning av kvalitetsaspekter vid riskvärdering

Stockholms län – Riskvärdering			
Konsultbolag	Finns ett resonemang kring olika de olika antaganden och beräkningarna i riskvärderingen?	Baseras resonemangen på källor?	Är resonemangen tydliga?
1	Ja	Ja	Ja men ottydligt hur samhällsrisk och individrisk beräkningarna genomförs (inomhus/utomhus)
2	Ja	Ja	Ja men ottydligt hur samhällsrisk och individrisk beräkningarna genomförs (inomhus/utomhus)
3	Ja	Ja	Ja men ottydligt hur samhällsrisk och individrisk beräkningarna genomförs (inomhus/utomhus)
4	Ja	Delvis, mycket baseras på riktlinjer men tydligt med hur riskerna värderas	Delvis, tydligt med hur personer påverkas inomhus resp. utomhus

5	Ja, anges tydligt i tabell vad som används vid beräkning samt hur frekvenser reduceras etc.	Ja	Ja, tydligt angivet hur riskmåttet beräknas
Västra götalands län – Riskvärdering			
1	Ja	Delvis. Otydligt hur acceptanskriterier beräknas om för samhällsrisk. Bör baseras på en källa.	Ja men otydligt hur samhällsrisk och individrisk beräkningarna genomförs (inomhus/utomhus; Anger procentuella andelar) Också otydligt hur acceptanskriterier beräknas om för samhällsrisk.
6	Ja, anges tydlig i tabell vad som används vid beräkning	Delvis, otydligt hur acceptanskriterier har räknats om	Delvis, oklart hur personer inomhus/utomhus har hanterats
7	Delvis, – tydlig sammanställning av avstånd som används vid beräkning – Anges ej hur fördelningar ansätts vid monte-carlo simulering	-	-Otydlig motivering avseende varför endast individrisk beräknas -Tydligt om risk bedöms vara ok eller inte
8	Ja, tydlig sammanställning av fördelningar av konsekvens och sammanställning men otydligt hur dessa används.	Ja	Ja, tydligt hur kriterier räknas om
9	Delvis, -motiveras ej varför samtliga olyckor bedöms påverka hela sträckan då beräkningar visar på betydligt kortare avstånd än så - Konsekvensdel som används är otydlig -Sannolikhetsdel presenteras tydligt	Nej, justering av frekvens och utbredning motiveras ej	Otydligt hur kriterier från översiktsplan räknas om
Skåne län – Riskvärdering			
1	Ja	Ja	Ja men otydligt hur samhällsrisk och individrisk beräkningarna genomförs (inomhus/utomhus; Anger procentuella andelar) Också otydligt hur acceptanskriterier beräknas om för samhällsrisk.
10	Nej, oklart vilka scenarier som kombineras med vilka sannolikheter. Blir dubbelräkning då farligtgods-index och används för explosione etc. Tydliga kriterier och vilka avstånd som är okej och inte	Ja, källa till DNV	Motiveras ej varför samhällsrisk inte beräknas
11	Nej.	Ja källor till RIKTSAM	Anges inte om individrisk och samhällsrisk justeras
12	Otydligt om det är RIKTSAM:s eller DNV:s acceptanskriterier som används.	Ja	Tydligt hur individrisk och samhällsrisk beräknas.

	Otydligt vilka scenarion som är kopplade till vilka slutkonsekvenser.		
RIKTSAM	Saknas resonemang kring hur samhällsrisk och individrisk beräknas	Ja, källa till DNV	Anges inte om individrisk och samhällsrisk justeras

Riskbehandling

Nedan följer resultat från kodning av riskbehandling.

Tabell A - 37. Resultat från kodning av riskbehandling

Stockholms län			
Konsultbolag	Föreslås riskreducerade åtgärder inom ALARP-området?	Vilka riskreducerande åtgärder föreslås?	Verifieras de riskreducerande åtgärderna?
1	Ja	<ul style="list-style-type: none"> – Skyddsavstånd – Brandklassad fasad – Diken & vegetation – Utrymningsvägar och friskluftsintag bort från farligt gods led 	<p>Ja skyddsavstånd</p> <p>Resterande kvalitativt</p>
2	Ja	<ul style="list-style-type: none"> – Skyddsavstånd -Disposition av verksamheter – Friskluftsintag bort från farligt gods led 	<p>Ja skyddsavstånd</p> <p>Resterande kvalitativt</p>
3	Ja	– Skyddsavstånd	Ja, skyddsavstånd
4	Ja	<ul style="list-style-type: none"> -Skyddsavstånd – Obrännbar fasad – Brandklassade fönster – Bortvända friskluftsintag – Utrymning bort från väg – Tungt vägräcke eller vall på 3 meter relativt vägbanan 	<p>Ja skyddsavstånd</p> <p>Resten kvalitativt</p>
5	Ja	<p>Skyddsavstånd</p> <ul style="list-style-type: none"> – 25 m kontor,handel – 40 m bostäder,skola <p>Utrymning till säker plats (bort från vägen)</p> <p>Om skyddsavstånd ej uppfylls</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ventilationssystem – Brandklassad fasad (fönster/väggar) 	<p>Ja skyddsavstånd</p> <p>Resten kvalitativt</p>
Västra götaland län			
1	Ja	<ul style="list-style-type: none"> – Skyddsavstånd – Disposition av verksamheter – Bortvända friskluftsintag – Utrymning bort från väg – Brandklassad fasad 	<p>Ja</p> <p>Återger ny samhällsrisk:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Brandklassad fasad -Verksamheter med färre människor närmast väg -Vent.åtgärder
6	Ja	<ul style="list-style-type: none"> – Skyddsavstånd – Bortvända friskluftsintag – Brandklassad fasad -Avbärraräcke 	<p>Ja, skyddsavstånd</p> <p>Resten kvalitativt</p>

7	Ja	-Hökapacitetsräcke -Dike	Delvis. De beräknar vilka slutkonsekvens som påverkar riskbilden mest och sedan föreslår de åtgärder utifrån det.
8	Ja	- Skyddsavstånd - Disposition av verksamheter - Bortvända friskluftsintag - Utrymning bort från väg - Invallning för vätska	Ja, skyddsavstånd Resten kvalitativt
9	Ja	- Skyddsavstånd - Disposition av verksamheter	Ja, skyddsavstånd Resten kvalitativt
Skåne län			
1	Ja	- Skyddsavstånd - Diken & vegetation - Utrymningsvägar och friskluftsintag bort från farligt gods led - Disposition av verksamheter	Ja, skyddsavstånd Resten kvalitativt
10	Ja	- Disposition av verksamheter - Skyddsavstånd	Ja skyddsavstånd Resten kvalitativt
11	Risiknivå under ALARP, men tar hänsyn till bullervall då sådan ingår i detaljplanen	-Skyddsavstånd -Bullervall	Ja, skyddsavstånd Resten kvalitativt
12	Ja	- Skyddsavstånd - Disposition av verksamheter - Bortvända friskluftsintag - Utrymning bort från väg - Vegetation	Ja, skyddsavstånd Resten kvalitativt
RIKTSAM	Ja	- Disposition av verksamheter - Skyddsavstånd	Ja, för skyddsavstånd

Kvalitetsaspekter riskbehandling

Tabell A - 38. Resultat från kodning av kvalitetsaspekter vid riskbehandling

Stockholms län – Riskbehandling			
Konsultbolag	Finns ett resonemang kring de olika valen i riskbehandlingen?	Baseras resonemangen på källor?	Är resonemangen tydliga?
1	Ja	Nej	Nej
2	Nej	Nej	Nej
3	Ja	Ja	Ja
4	Ja	Nej	Ja, kring valet av obrännbar fasad. Inte de resterande åtgärderna.
5	Ja	Ja	Ja
Västra götaland län – Riskbehandling			
1	Ja	Ja	Ja
6	Ja	Nej	Ja, men väldigt korta resonemang
7	Ja	Nej	Väldigt tydligt resonemang på grund av analys av vilka

			scenarion påverkar riskbilden mest.
8	Nej, känns som att alla möjliga skyddsåtgärder föreslås utan någon grund	Nej	Tydligt vilka åtgärder som bör genomföras. Oklart varför de ska genomföras och hur de påverkar riskbilden.
9	Ja	Nej, en mycket knapphändig diskussion erbjuds	Nej, inte alls.
Skåne län – Riskbehandling			
1	Ja	Nej	Nej, oklart varför de olika riskreducerande åtgärderna. De bör baseras på tydliga resonemang.
10	Ja	Ja, allt baseras på RIKTSAM	Ja
11	Risiknivå under ALARP, men tar hänsyn till bullervall då sådan ingår i detaljplanen	Nej	Ja
12	Ja	Ja och "egna erfarenheter"	ja
RIKTSAM	Ja, lyfter fram vilken typ av åtgärder som är mest effektiva på olika avstånd. Ej utförliga förslag då detta inte ingår i arbetet	Nej, det är beräkningar/analyser av resultat	Ja väldigt tydligt

Hantering av osäkerheter

Nedan presenteras resultat vid kodning av hantering av osäkerheter.

Tabell A - 39. Resultat från kodning vid hantering av osäkerheter

Stockholms län			
Konsultbolag	Genomförs en känslighetsanalys?	Vilka parametrar varierar i känslighetsanalys?	Hur hanteras osäkerheter?
1	Ja	-ÅDT -Befolkningstäthet	Punktskattningar och konservativa antaganden
2	Ja	- Fördelningen mellan de olika farligt ämnessaklasserna - Befolkningstäthet	Genom fördelning tagna från Riktsam
3	Ja	-ÅDT -Olyckskvot	Punktskattningar och konservativa antaganden
4	Ja	- Befolkningstäthet - Andelen farligt gods på väg	Punktskattningar och konservativa antaganden
5	Ja	- Antal omkomna vid scenarier (2 resp. 10 ggr fler)	Konservativa antaganden Fördelningar av många värden
Västra götaland län			
1	Nej	Använder trafikprognos 2030 som utgångspunkt men ingen känslighetsanalys	Konservativa antaganden Punktskattningar
6	Nej	Trafikprognos från 2030 men ej känslighetsanalys	Konservativa antaganden Punktskattningar
7	Nej	Använder trafikprognos 2035 som utgångspunkt men ingen känslighetsanalys	Konservativa antaganden Punktskattningar. Dessutom används fördelningar av riskavstånden som leder till en fördelning av individrisken
8	Nej	Har utförlig diskussion kring osäkerheter istället	Fördelningar och konservativa punktskattningar.

9	Nej	Använder standardavvikelse för att hantera osäkerheterna i beräkningen av olycksfrekvensen för farligt gods.	Konservativa antaganden Punktskattningar.
Skåne län			
1	Ja	– Andel farligt gods på väg – Persontäthet	Konservativa antaganden Punktskattningar
10	Nej	Använder trafikprognos 2030 som utgångspunkt men ingen känslighetsanalys	Konservativa antagande och punktskattningar
11	Ja	Dubblar antal farligt godstransporter	Konservativa antaganden Punktskattningar
12	Ja	-Varierar förhållandet av personer inomhus och utomhus -Olyckskvot	Konservativa antaganden, punktskattningar och fördelningar av indata
RIKTSAM	Ja	– Beräknar risken för 90 km/h & 110 km/h väg – Osäkerheter hanteras genom fördelningar & därför genomförs inte en mer detaljerad känslighetsanalys -Ändrade hålstorlekar -Ändrad fördelning av ADR-klasser -Visar fördelning av typ av skador på olika avstånd -Jämför spridningsberäkning mot BFK	Konservativa antaganden och fördelningar

Kvalitetsaspekter vid hantering av osäkerheter

Tabell A - 40. Resultat från kodning av kvalitetsaspekter vid hantering av osäkerheter.

Stockholms län – Hantering av osäkerheter			
Konsultbolag	Finns ett resonemang kring generella osäkerheter riskbedömningen?	Resonemang kring val av parametrar i känslighetsanalys	Är resonemangen tydliga?
1	Ja	Ja, utifrån mest osäker parameter.	Ja
2	Ja	Ja, utifrån mest osäker parameter.	Ja
3	Ja	Ja, utifrån mest osäker parameter.	Ja
4	Ja	Ja, utifrån mest osäker parameter.	Ja
5	Ja	Ja, utifrån mest osäker parameter.	Ja
Västra götalandets län – Hantering av osäkerheter			
1	Ja, hävdar att konservativa antaganden leder till att känslighetsanalys ej krävs.	Ingen känslighetsanalys. Hävdar att trafikprognos från 2030 räcker	Ja tydligt vilka parametrar som är osäkra men görs ingen analys eller bedömning av dessa
6	Ja, hävdar att konservativa antaganden leder till att känslighetsanalys ej krävs.	Ingen känslighetsanalys. Hävdar att trafikprognos från 2030 räcker	Ja, tydligt men tveksamt angående exempelvis riktning jetflamma (endast 1% sann. mot området)
7	Ja, hävdar att konservativa antaganden leder till att känslighetsanalys ej krävs.	Ingen känslighetsanalys. Hävdar att trafikprognos från 2035 räcker	– Ja tydligt vilka parametrar som är osäkra men görs ingen analys eller bedömning av dessa – Finns en fördelning av riskavstånden men otydligt hur det används. – Dessa leder dock till en fördelning

			av individrisken som illustreras i en figur
8	Nej, har en diskussion istället som tar upp giltigheten i riskbedömningen.	Ingen känslighetsanalys. Diskussion om osäkerheter istället	– Ja tydligt vilka parametrar som är osäkra – Finns en diskussion kring dessa – Finns fördelningar på alla konsekvensberäkningar – Oklart hur dessa appliceras i beräkningar för individrisk och samhällsrisk
9	Anger deras bedömning av osäkerhet vid frekvensberäkning (standardavvikelse) - Diskuterar eller belyser inte särskilda osäkerheter	Ingen känslighetsanalys. Återges standardavvikelse för olycksfrekvens	Ja, metod för beräkning av standardavvikelse är tydlig
Skåne län – Hantering av osäkerheter			
1	Ja, finns resonemangen kring valen i känslighetsanalysen	Ja, utifrån mest osäker parameter	Ja tydligt vilka parametrar som är osäkra och de genomförs en känslighetsanalys av vissa av dessa.
10	Ja belyser att det finns osäkerheter och då främst avseende antalet transporter av farligt gods. Hävdar att en mycket konservativ ansats har använts	Ingen känslighetsanalys. Hävdar att trafikprognos från 2030 räcker	Tydligt men väldigt kortfattad diskussion avseende osäkerheterna
11	Ja -Antal farligt godstransporter -Vilka klasser -Händelser som leder till utsläpp	Ja, utifrån mest osäker parameter	Tydligt men kortfattad diskussion avseende osäkerheter
12	Ja	Ja, utifrån mest osäker parameter	Tydligt men kortfattad diskussion avseende osäkerheter
RIKTSAM	Ja, omfattande känslighetsanalys där de belyser vilka parametrar som är mest osäkra och säkra	Nej, analys av underlaget	Tydliga resonemang avseende osäkra parametrar och att indata generellt är konservativ

Resultat och tillämpning av riskbedömning

Tabell A - 41. Resultat från kodning av resultat och tillämpning av riskbedömningar.

Stockholms län – Resultat och tillämpning av riskbedömning			
Konsultbolag	Beräknas individriskprofil? Hamnar individriskprofil inom ALARP-området? På vilket avstånd hamnar individriskprofilen inom ALARP-området?	Beräknas en FN-kurva? Hamnar FN-kurvan inom ALARP-området? På vilket avstånd hamnar FN-kurvan inom ALARP-området?	Hur tillämpas riskbedömningen i detaljplanen?
1	Ja Är inom ALARP från 0 – 30 m.	Ja Är inom ALARP från 0-90 omkommna	– 40 m skyddsavstånd enligt länsstyrelsen – Byggnation inom 40 m innebär obrännbar fasad – Diken & vegetation – Utrymningsvägar och friskluftsintag bort från farligt gods led I enlighet med riskbedömning & länsstyrelsens riktlinjer

2	Ja Är inom ALARP från 0 – 40 m.	Ja Är inom ALARP från 0-1000 omkommna	Riskbedömningen är inte implementerad i detaljplanen än.
3	Ja Är inom ALARP från 0 – 30 m	Ja Är inom ALARP från 0-8 omkommna	– 25 m skyddsavstånd enligt riskbedömning
4	Ja Är inom ALARP från 0 – 78 m	Ja Är inom ALARP från 0-120 omkommna	– Fasaden på byggnaderna inom cirka 140 meter från leden utförs i obrännbart material – Fasaderna som riktas mot leden på husen närmast vägen förses med fönster i brandklass EI30 – Friskluftsintag på byggnaderna inom cirka 140 meter ska förläggas på tak eller annat skyddat läge i förhållande till leden – Byggnaderna inom cirka 140 meter från leden ska kunna utrymmas i riktning bort från farligt gods leden Enligt riskbedömning
5	Ja Är inom ALARP från 0 – 40 m	Ja Är alltid inom ALARP-området	Riskbedömningen är inte implementerad i detaljplanen än.
Västra götaland län – Resultat och tillämpning av riskbedömning			
1	Ja Är inom ALARP från 40 – 300 m	Ja Är inom ALARP från 0-1000 omkommna	Riskbedömningen är inte implementerad i detaljplanen än. Dubbla riskanalyser beställda.
6	Ja Är inom ALARP från 0 – 500 m	Ja Är inom ALARP från 0-350 omkommna	– luftintag ska placeras vända bort från leden med möjlighet att stängas av manuellt vid olycka – fasader riktade mot leden och belägna inom zonen 30 – 50 meter från vägen, där inte effektiv avrinning kan garanteras inom de närmaste 8 metrarna från fasad, ska anpassas så att de tål en värmestrålning av 15 kW/kvm under minst 30 minuter utan brandspridning till byggnader – byggnader inom planområdet ska också utformas så att lokal kollaps inte leder till fortskridande ras. Enligt riskbedömning
7	Ja Är inom ALARP från 0 – 150 m	Beräknar inte samhällsrisk	– Dike och trafiksäkerhets höjande Enligt riskbedömning
8	Ja Är inom ALARP från 25 – 50 m	Ja Är inom ALARP från 0-20 omkommna	Riskbedömningen är inte implementerad i detaljplanen än.
9	Nej, presenteras i annan typ av diagram. Inom ALARP vid 50 m.	Ja Är inom ALARP från 0-20 omkommna	Begränsade av verksamheter Enligt riskbedömning.

Skåne län – Resultat och tillämpning av riskbedömning			
1	Ja Är inom ALARP från 0 – 25 m	Ja Är inom ALARP från 0-250 omkommna	Riskbedömningen är inte implementerad i detaljplanen än.
10	Ja Är inom ALARP från 10 – 110 m	Beräknar inte samhällsrisk	Använder sig av skyddsavstånd enligt riskbedömning
11	Ja Är inom ALARP från 0 – 40 m.	Ja Är alltid utanför ALARP- området. Risken är alltid acceptabel.	Länsstyrelse går på skyddsavståndet rakt av. 70 istället 55 för förskola, som var beräknat. Inte klart hur det blir än.
12	Ja Är inom ALARP från 0 – 60 m	Ja Är inom ALARP från 0-500 omkommna	1. Förelås flertalet riskreducerande åtgärder. Alla tillämpas förutom att samlingslokal ska byggas 2. Annan konsult utformar PM med endast en riskreducerande åtgärd i form av avstängningsbar ventilation för samlingslokaler 3. Räddningstjänst tycker att alla lokalar ska ha avstängningsbar ventilation. 4. Utformning fortfarande oklar.
RIKTSAM	Ja Är inom ALARP från 30 – 200 m	Ja Är inom ALARP från 0-90 omkommna	–

Bilaga B - Beräkningsmodeller

Nedan ges en beskrivning av de beräkningsmodeller eller -metodiker som har använts i riskbedömningarna.

ALOHA

ALOHA är ett datorprogram som kan modellera konsekvensavstånd i samband med farliga kemiska utsläpp, inklusive giftiga gasmoln, bränder och explosioner. ALOHA är framtaget av U.S Environmental Agency och National Oceanic and Atmospheric Administration (U.S Environmental Agency; National Oceanic and Atmospheric Administration, 2016) .

Gasol

Gasol är ett datorprogram framtaget för att simulera utsläpp av gasol. Gasol är utvecklat vid Institutionen för Brandteknik vid Lunds Universitet på uppdrag av Statens Räddningsverk (Andersson & Andersson, Manual till datorprogrammet gasol, 2016).

Spridning Luft

Spridning Luft är datorprogram framtaget för att beräkna spridning av kemikalieutsläpp i atmosfär. Programmet är framtaget av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Beräkningsprogrammet har utvecklats tillsammans med Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) och Luft i Väst, Luftvårdsförbundet i Västra Sverige (LiV). (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2016)

Vådautsläpp av brandfarligt och giftiga gaser och vätskor

Försvarets forskningsanstalt (FOA) har på uppdrag från Statens Räddningsverk, Styrelsen för Svensk Brandforskning och Arbetsmiljöfonden tagit fram handboken *Vådautsläpp av brandfarligt och giftiga gaser och vätskor*. Handboken innehåller beräkningsmetoder för utsläpp och spridning av kemikalier, bestämning av tryck och värmestrålning från explosioner (Försvarets forskningsanstalt, 1998).

Branddynamisk beräkningsgång

Metoden utgörs av ekvationer för att beräkna storlek på flamma, temperatur och synfaktor. Ekvationerna kommer från *An Introduction to Fire Dynamics* (Drysdale, 2011) och *Enclosure fire Dynamics* (Karlsson & Quintiere, 1999).

RBM II

RBM II är ett beräkningsprogram som beräknar risken vid transport av farligt gods. Beräkningsprogrammet är framtaget av den holländska regeringen och är en standardiserad metod för att beräkna konsekvenser vid transport av farligt gods (Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu, 2016).

PHAST

PHAST är ett beräkningsprogram som kvantifiera konsekvenser vid processanläggningar. Programmet är framtaget av De norske veritas (DNV) och DNV hävdar att detta program är industristandard vid konsekvensberäkningar (De Norske Veritas, 2016).

BFK

BFK är framtaget av statens räddningsverk för att modellera kemikalieutsläpp. Programmet baseras främst på vådautsläpp av brandfarliga giftiga gaser och vätskor (Statens räddningsverk, 2000).

SAVE II

SAVE II är ett beräkningsprogram som författarna inte har hittat någon information om.

RIKTSAM

RIKTSAM är Skånes länsstyrelses riktlinjer angående exploatering intill farligt godsleder. I RIKTSAM beräknas konsekvensavstånd för en rad olika scenarion. Dessa avstånd kan sedan tillämpas i riskbedömningar vid transport av farligt gods (Länsstyrelsen i Skåne län, 2007).

Översiktsplan fördjupning i sektorn transport av farligt gods

Göteborg stad tog fram riktlinjer angående bebyggelse intill farligtgodsleder i översiktsplan daterad till 1998. I denna översiktsplan genomförs konsekvensberäkningar som sedan kan tillämpas i riskbedömningar vid transport av farligt gods (Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997).

Introduktion till konsekvensberäkningar

Introduktion till konsekvensberäkningar är framtagen av avdelningen för brandteknik på Lunds Tekniska Högskola. Rapporten syftar till att sammanställa nuvarande metoder för att beräkna olika typer av konsekvenser (Andersson, 1992).

Dynamisk lastpåverkan

Dynamisk lastpåverkan är framtagen av statens räddningsverk som referensbok vid explosionsberäkningar (Statens räddningsverk, 2005).

Konsekvensanalys explosioner

Kompendium framtaget av Stefan Lamnevik AB 2006.

Konsekvenser vid explosioner

Kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)

Bilaga C - Farligt gods ämnesklasser

Ämnesklass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Ämnesklass 1 omfattar ämnen som genom en kemisk reaktion alstrar sådant tryck och temperatur så att personer och omgivningen kommer till skada. Explosiva föremål innebär föremål som innehåller ett eller flera explosionsämnen. Denna typ av last medför en risk för massexplosion vilket innebär en explosion som involverar hela lasten (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

En massexplosion av ämnesklass 1 innebär primärt en energiomvandling till en tryckvåg, värmeenergi och rörelseenergi (Karlsson H. T., 2012).

Ämnesklass 2.1 – Brandfarliga gaser

Brandfarliga gaser innebär att vid 20 °C och normaltryck 101,3 kPa är gaserna antändbara i en blandning vid en koncentration av högst 13 volymprocent, eller har ett brännbarhetsområde i luft om minst 12 procentenheter oberoende av den undre brännbarhetsgränsen (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Om en trafikolycka sker i samband med transport av brandfarlig gas kan möjliga konsekvenser vara en Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE), JET-flamma, gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion (Nystedt, 2011).

En BLEVE startas genom att en tryckkondenserad tank innehållande brandfarlig gas värms upp så att den kondenserade gasen börjar koka. När vätskan kokar stiger trycket så att tanken till slut spricker. Då bildas snabbt ett gasmoln innehållande brännbara ämnen och med stor sannolikhet kommer detta gasmoln att antändas. Detta innebär en explosion av gasmolnstyp eller eldklotstyp. En BLEVE kan under vissa förutsättningar leda till katastrofala konsekvenser (Karlsson H. T., 2012).

När är ett hål i en trycksatt tank uppstår och tanken innehåller brandfarliga gaser uppstår en kontinuerlig utströmning av en brännbar gas. Om denna stråle skulle antändas i anslutning till tanken kallas det för en Jet-flamma (Försvarets forskningsanstalt, 1998).

Gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion innebär att ett moln av brännbar gas som ligger inom brännbarhetsområdet antänds (Karlsson H. T., 2012).

Ämnesklass 2.2 – Icke brandfarliga gaser, Icke giftiga gaser

Ämnesklass 2.2 utgörs av gaser som är kvävningframkallande eller oxiderande. Gaser som inte är oxiderande, brandfarliga eller giftiga och som normalt späder ut eller tränger undan syre är kvävningframkallande. Gaser som i allmänhet genom att avge syre i högre grad än luft, kan förorsaka eller bidra till förbränning av andra ämnen är oxiderande (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 2.3 – Giftiga gaser

Giftiga gaser innebär att de är kända för att vara så frätande eller giftiga för människan att de utgör en hälsofara. De kan också vara giftiga eller frätande för människan, eftersom de har ett LC50-värde för akut giftighet på högst 5 000 ml/m³ (ppm) (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 3 – Brandfarliga vätskor

En brandfarlig vätska har ett ångtryck på högst 300 kPa (3 bar) vid 50 °C och är inte fullständigt gasformig vid 20 °C och normaltrycket 101,3 kPa. Dessutom ska de ha en flampunkt på höst 60 °C (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Om ett utsläpp av brandfarliga vätskor sker till omgivning kan en pöl som antändas (Nystedt, 2011).

Ämnesklass 4.1 - Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen

Ämnesklass 4.1 omfattar brandfarliga ämnen och föremål, okänsliggjorda explosivämnen, vilka är fasta ämnen, och självreaktiva fasta och flytande ämnen. Ämnesklass 4 kan antändas och orsaka ett kraftigt brandförlopp, vilket kan komma att skada omgivningen (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 4.2 – Självantändande ämnen

Ämnesklass 4.2 är ämnen som antänds inom 5 minuter vid kontakt med luft eller är självupphettande. Ett kraftigt brandförlopp med ämnesklass 4.2 kan innebära strålningskador på omgivning (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten

Ämnesklass 4.3 omfattar ämnen som utvecklar en explosiv atmosfär vid kontakt med vatten. Detta kan påverka omgivningen genom en gasmolnexplosion (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 5.1 – Oxiderande ämnen

Oxiderande ämnen, är ämnen som inte nödvändigtvis är brännbara men som vid avgivande av syre kan orsaka brand eller underhålla brand hos andra ämnen, samt föremål som innehåller sådana ämnen. Det är inte alla oxiderande ämnen som kan ge upphov till allvarliga konsekvenser för människa, egendom och miljö (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 5.2 – Organiska peroxider

Organiska peroxider är ämnen som kan sönderfalla exotermt och orsaka hälsofarliga eller brandfarliga gaser. Vissa organiska peroxider kan sönderfalla explosionsartat, särskilt om de är inneslutna. Dessutom kan explosion inträffa om organiska peroxider blandas med brandfarliga vätskor (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 6.1 – Giftiga ämnen

Klass 6.1 omfattar ämnen för vilka det av erfarenhet är känt eller efter djurförsök kan befaras att de vid påverkan vid ett enstaka tillfälle eller under kort tid av relativt små mängder, genom inandning, hudabsorption eller förtäring, kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor. För att ett ämne ska tillhöra ämnesklass 6.1 måste det vara akut giftigt. Akut giftiga ämnen kan vara både fasta, flytande och vätskor (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 6.2 – Smittförande ämnen

Ämnesklass 6.2 omfattar ämnen som kan innehålla patogener. Om ämnesklass 6.2 sprids till omgivningen kan den orsaka sjukdomar hos människor eller djur (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 7 – Radioaktiva ämnen

Ämnen som innehåller radionuklider som överstiger angivna värden. Om ämnesklass 7 sprids till omgivningen kan det innebära allvarliga konsekvenser på omgivningen (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c).

Ämnesklass 8 – Frätande ämnen

Frätande ämnen omfattar ” ämnen som genom kemisk inverkan angriper epitelvävnad i hud och slemhinnor som de kommer i kontakt med, eller som vid läckage kan skada eller förstöra annat gods eller transportmedel. Definitionen av denna klass omfattar också ämnen som först vid kontakt med vatten bildar frätande vätskor eller med naturlig luftfuktighet utvecklar frätande ångor eller dimma” (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015c)