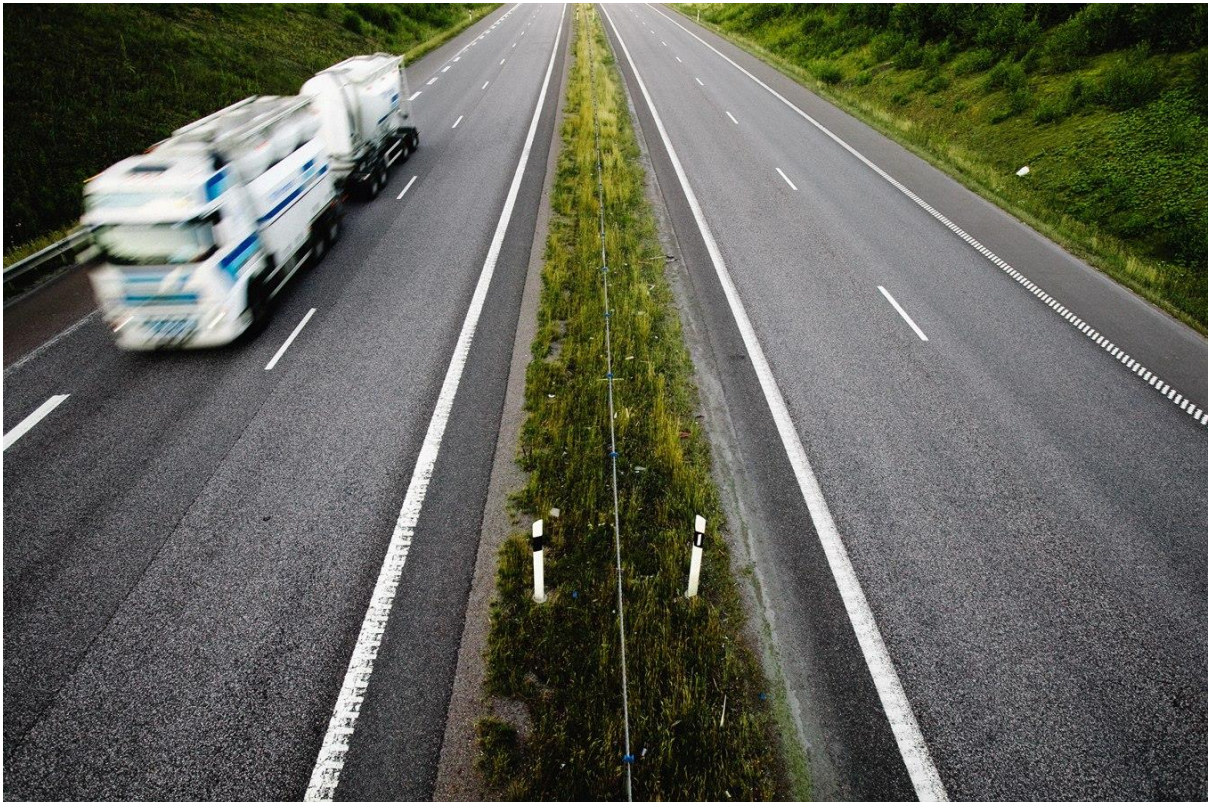


KINDA KOMMUN

ÖVERGRIPANDE RISKBEDÖMNING

RIKTLINJER FÖR SAMHÄLLSPLANERING INTILL FARLIGT GODS-LEDER

2022-09-21



wsp

Övergripande riskbedömning

Riktlinjer för samtällsplanering intill farligt gods-leder

KUND

Kinda Kommun

KONSULT

WSP Sverige AB

58222 Linköping

Besök: Ågatan 7

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

Emelie Laurin WSP emelie.laurin@wsp.com

Frida Karlsson Kinda kommun frida.karlsson@kinda.se

DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

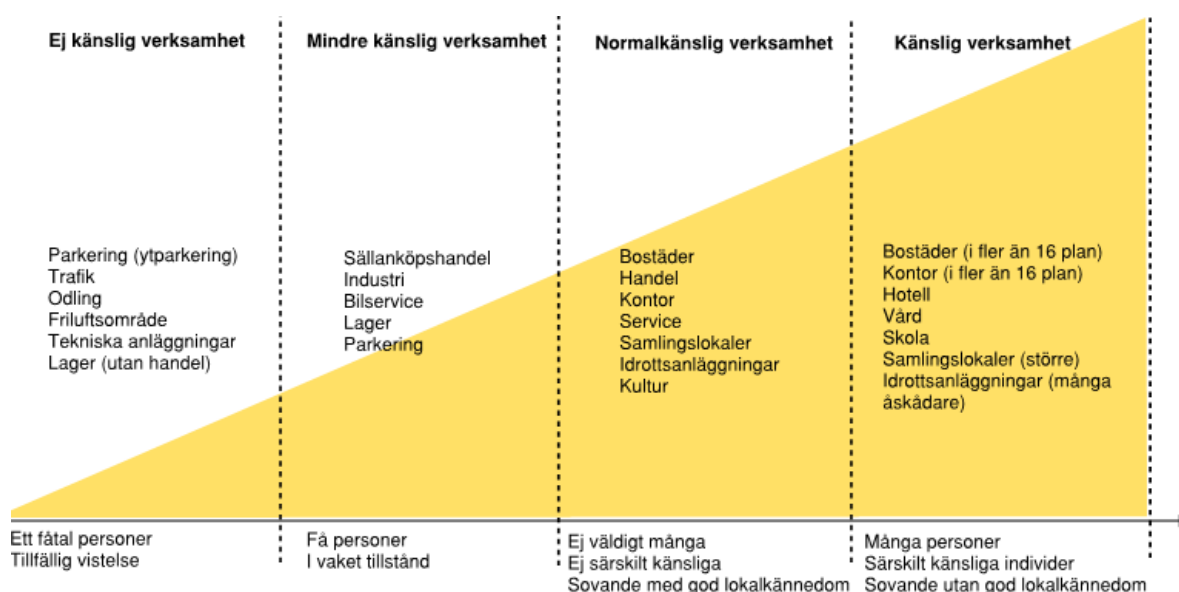
Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Datum	2022-09-21			
Handläggare	Emelie Laurin, Olov Holmstedt Jönsson			
Signatur	EL, OHJ			
Granskare	Fredrik Larsson			
Signatur	FL			
Godkänd av	Emelie Laurin			
Signatur	EL			

Sammanfattning

WSP har av Kinda kommun fått i uppdrag att ta fram övergripande riktlinjer avseende samhällsplanering i anslutning till transportleder för farligt gods inom kommunen.

Syftet med riktlinjen är att förenkla planeringsprocessen vid framtagande av detaljplaner, översiktsplaner, planprogram och bygglov för planområden i anslutning till transportleder med farligt gods inom Kinda kommun. Målet med riktlinjen är att uppfylla Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt länsstyrelsens/räddningstjänstens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

Följande indelning av typbebyggelse efter känslighet föreslås:



Baserat på de beräkningar som är genomförda och de förutsättningar som ligger till grund för dessa beräkningar föreslås följande riktlinjer inom Kinda kommun:

Skyddsavstånd Rv 23/34 för respektive typbebyggelse

Markanvändning	Skyddsavstånd (meter)	Skyddsavstånd givet byggnadsteknisk åtgärd* (meter)
Ej känslig verksamhet	30	10
Mindre känslig verksamhet	30	10
Normalkänslig verksamhet	30	30
Känslig verksamhet	30	30

*Med byggnadsteknisk åtgärd menas i detta fall brandklassad fasad, kombinerat med möjlighet till utrymning bort från riskkällan.

Skyddsavstånd Stångålsbanan

Ett skyddsavstånd på 10 meter bör upprätthållas mellan järnvägen och tillkommande bebyggelse baserat på dödsfallsrisken för tredje man. Med hänsyn till Trafikverkets krav samt aspekter så som buller och vibrationer kommer dock sannolikt ett avstånd om 30 meter bli gällande vid nybyggnation.

En riktlinje behöver vara generell för att vara användbar. Detta medför att det alltid finns undantag då riktlinjen bör frångås. Exempel på sådana undantag kan vara högre eller lägre befolkningstäthet, förändrade transportsflöden, anläggande av särskilt känslig verksamhet med mera.

Mot bakgrund av ovanstående är det viktigt att komma ihåg att framtagna rapporter är just en riktlinje, vars syfte är att underlätta samhällsplaneringen i Kinda kommun och bidra till att kommunen med dess huvudorter utvecklas så som önskas samtidigt som erforderlig hänsyn tas till de risker som farligt gods-transporter och järnvägstrafik kan medföra. Mot bakgrund av detta är det viktigt att riktlinjen förankras hos planhandläggare inom kommunen och att en god förståelse finns för hur riktlinjen kan och ska användas, samt hur undantag ska hanteras. Det bör exempelvis fastställas vid vilka förutsättningar som samråd med räddningstjänsten alltid ska ske.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	7
1.1	SYFTE OCH MÅL	7
1.2	OMFATTNING	7
1.3	AVGRÄNSNINGAR	7
1.4	STYRANDE DOKUMENT	8
1.5	SAMRÅD	8
1.6	UNDERLAGSMATERIAL	8
1.7	INTERNKONTROLL	8
2	RIKTLINJER	9
2.1	LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM	9
2.2	LÄNSSTYRELSERNA I SKÅNE, STOCKHOLM OCH VÄSTRA GÖTALAND	9
2.3	RIKTSAM	10
2.4	LÄNSSTYRELSEN HALLANDS LÄN	11
2.5	LÄNSSTYRELSEN DALARNAS LÄN	11
2.6	BORÅS KOMMUN	12
2.7	MALMÖ KOMMUN	12
2.8	SAMMANFATTNING	13
3	FÖRUTSÄTTNINGAR	14
3.1	VÄGAR	14
3.2	JÄRNVÄGAR	17
3.3	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	18
4	RISKIDENTIFIERING	19
4.1	MEKANISK PÅVERKAN I SAMBAND MED URSPÅRNING	19
4.2	OLYCKA VID TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ VÄG/JÄRNVÄG	19
4.3	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	22
5	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	23
5.1	RISKMÅTT OCH VÄRDERINGSKRITERIER	23
5.2	TYPBEBYGGELSE VID BEAKTANDE AV SKYDDSAVSTÅND	25
5.1	MODELL FÖR BERÄKNING AV SAMHÄLLSRISK	26
5.2	RIKSVÄG 23/34	27
5.3	STÅNGÅDALSBANAN	30
5.4	SAMMANSTÄLLNING AV GRUNDBERÄKNINGAR	31
5.5	FÖRDJUPADE ANALYSER	32
6	SKYDDSAVSTÅND	36

7	DISKUSSION	38
7.1	KÄNSLIGHETSANALYS	38
7.2	KUMULATIV RISK	39
7.3	JÄMFÖRELSE MED BEFINTLIGA RIKTLINJER	39
7.4	ANVÄNDADET AV RIKTLINJEN	40
7.5	SEKUNDÄRA TRANSPORTLEDER FÖR FARLIGT GODS	40
8	SLUTSATSER	41
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	42
BILAGA B.	STATISTISKT UNDERLAG VÄG	44
BILAGA C.	FREKVENSBERÄKNINGAR VÄG	47
BILAGA D.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR VÄG	57
BILAGA E.	FREKVENSBERÄKNINGAR JÄRNVÄG	62
BILAGA F.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR JÄRNVÄG	70

1 INLEDNING

I samband med att Kinda kommun jobbar med en ny översiktsplan har WSP fått i uppdrag att ta fram övergripande riktlinjer avseende samhällsplanering i anslutning till transportleder för farligt gods inom kommunen.

1.1 SYFTE OCH MÅL

Riskbedömningen berör i huvudsak transporter av farligt gods på riksväg (Rv) 23/34 respektive transporter av farligt gods och järnvägstrafik på Stångådalsbanan.

Syftet med riktlinjen är att förenkla planeringsprocessen vid framtagande av detaljplaner för planområden i anslutning till transportleder med farligt gods inom Kinda kommun. Denna riskbedömning avser att ta fram lämpliga skyddsavstånd och rekommenderade skyddsåtgärder för bebyggelse i anslutning till berörda transportleder för farligt gods.

Målet med riktlinjen är att uppfylla Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt länsstyrelsens/räddningstjänstens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen avser beskriva riskbilden med syfte att möjliggöra en bedömning av i första hand översiktsplanen, men även kommande detaljplaners lämplighet med avseende på liv och hälsa i enlighet med krav för markanvändning i Plan- och bygglagen. Vid behov föreslås riskreducerande åtgärder. Bedömningen tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

- Riskidentifiering: Vad kan inträffa?
- Frekvensberäkningar: Hur ofta kan det inträffa?
- Konsekvensberäkningar: Vad blir konsekvensen av det inträffade?
- Riskuppskattning: Hur stor är risken?
- Riskvärdering: Är risken acceptabel?
- Riskreduktion: Rekommenderas åtgärder?

Mer djupgående beskrivning av riskhanteringsprocessens olika steg och de metoder som använts i riskbedömningen redogörs för i Bilaga A.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med farligt gods-transporter på väg och järnväg. De risker som har beaktas är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision, långvarig exponering för buller, luftföroreningar samt elsäkerhet.

Riskbedömningen inkluderar inte skyddsavstånd till exempelvis farliga verksamheter, bensinstationer eller Sevesoverksamheter. Dessa typer av anläggningar ingår dock som en del i riskbedömningen vad gäller identifiering av sekundära transportleder.

De framtagna riktlinjerna är baserade på genomförd kvantitativ riskbedömning. Den kvantitativa riskbedömningen är i sin tur baserad på ett antal förutsättningar. Riktlinjen och dess föreslagna skyddsavstånd är endast applicerbar då dessa förutsättningar råder. Om förutsättningarna ändras, exempelvis avseende befolkningstäthet, antal transporter eller andra parametrar måste riskbedömningen uppdateras.

Se vidare i kapitel 3 gällande förutsättningar för genomförd riskbedömning.

1.4 STYRANDE DOKUMENT

I detta avsnitt redogörs för de dokument som huvudsakligen varit styrande i framtagandet och utformningen av riskbedömningen.

1.4.1 Plan- och bygglagen

Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till [...] människors hälsa och säkerhet, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 5§)

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk 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, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 6§)

1.4.2 Riktlinjer

I Sverige finns idag inga fastlagda nationella riktlinjer för hur risker kopplade till farligt gods-leder ska hanteras och värderas. Däremot har ett antal länsstyrelser och kommuner tagit fram egna riktlinjer, för att underlätta planprocessen och säkerställa en tillfredställande riskhantering avseende farligt gods-transporter. Dessa riktlinjer sammanfattas i rapportens kapitel 2.

1.5 SAMRÅD

Under framtagandet av översiktsplanen för Kinda kommuns planavdelning en fortlöpande dialog med Räddningstjänsten Kinda. Med anledning av framtagande av översiktsplanens miljökonsekvensbeskrivning (MKB) hålls samråd med länsstyrelsen Östergötland under vecka 38, 2022.

1.6 UNDERLAGSMATERIAL

Underlagsmaterial presenteras löpande i rapporten vid respektive aktuellt kapitel, främst kapitel 3.

1.7 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Emelie Laurin (Brandingenjör och Civilingenjör i Riskhantering) och Olov Holmstedt Jönsson (Civilingenjör i Riskhantering). I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Fredrik Larsson (Brandingenjör och Civilingenjör i Riskhantering).

2 RIKTLINJER

I Sverige saknas nationella riktlinjer för hur risker kopplat till farligt gods-transporter ska hanteras och värderas. Till följd av detta har ett flertal länsstyrelser och kommuner utarbetat egna riktlinjer. Dessa riktlinjer visar på stora likheter och vissa olikheter. Då denna typ av jämförelser kommer vara viktig för utformningen av Kinda kommuns riktlinjer ges nedan en kort sammanfattning av de riktlinjer som bedöms som mest relevanta.

2.1 LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM

Länsstyrelsen i Stockholms län delar arbetssätt med andra på denna lista genom att använda sig av zonindelning. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning delas upp mellan tre zoner. I den första zonen (Zon A) närmast transportleden får i regel endast parkeringsytor och andra lågintensiva etableringar anläggas – all annan etablering upp till 75 meter (Zon B) kräver en detaljerad riskbedömning.

Länsstyrelsen påpekar dock att det ska finnas ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 25 meter från järnvägar och primära trafikleder för farligt gods, oavsett vad den detaljerade riskbedömningen visar. Vid korta avstånd lägger Länsstyrelsen större vikt vid eventuella konsekvenser av en olycka med farligt gods än sannolikheten för att en sådan olycka ska inträffa.

Skyddsavstånden för farligt gods-transporter på väg och järnväg utifrån riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholm, kan sammanfattas som:

Väg

Zon A – Parkering, trafikytor, friluftsområden: Upp till 40 meter, dock bebyggelsefritt 0-25 meter.

Zon B – Industri, kontor: 40-75 meter.

Zon C – Handel, skola, vårdhem: 75-150 meter. Kräver ingen detaljerad riskbedömning.

Järnväg

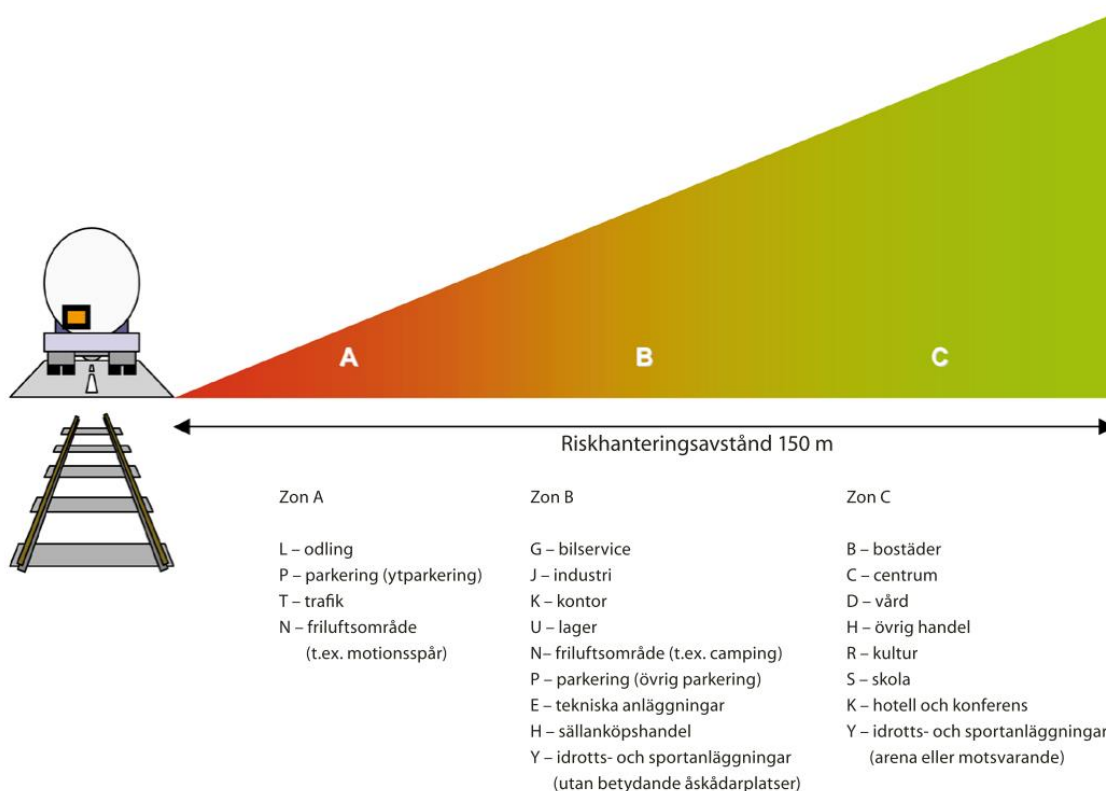
Zon A – Parkering, trafikytor, friluftsområden: Upp till 30 meter, dock bebyggelsefritt 0-25 meter.

Zon B – Industri, kontor: 30-50 meter.

Zon C – Handel, skola, vårdhem: 50-150 meter. Kräver ingen detaljerad riskbedömning.

2.2 LÄNSSTYRELSENA I SKÅNE, STOCKHOLM OCH VÄSTRA GÖTALAND

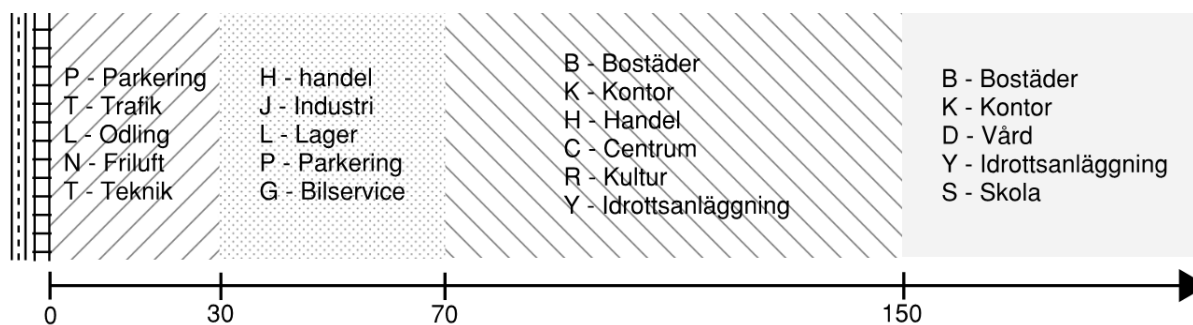
Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm samt Västra Götalands läns gemensamma dokument *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [1] anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.



Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [1].

2.3 RIKTSAM

Länsstyrelsen i Skåne län har tagit fram *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods* (RIKTSAM) [2]. I RIKTSAM föreslås tre vägledningsnivåer för att säkerställa att tillfredsställande och jämförbar säkerhet åstadkoms i samhällsplaneringen. Vägledning 1 baseras enbart på skyddsavstånd och uttrycks som minimiavstånd för god planering mellan transportleder och markanvändning, se Figur 2. Vägledning 2 baseras på deterministiska kriterier (hänsyn tas till konsekvenser som tänkbara scenarier medför). Vägledning 3 baseras på probabilistiska kriterier (hänsyn tas till såväl sannolikhet som konsekvens av tänkbara scenarier) avseende individ- och samhällsrisk. Vägledningarna ska tillämpas för bebyggelse som planeras inom vägledningsområdet 200 meter från transportleder för farligt gods.



Figur 2. Föreslagna skyddsavstånd i Vägledning 1 [2].

2.4 LÄNSSTYRELSEN HALLANDS LÄN

Länsstyrelsen Hallands län har utifrån en kvantitativ analys av väg- och järnvägstransporter inom länet genomfört en värdering av tolerabla risknivåer i samband med samhällsplanering utmed transportleder för farligt gods. Resultat har omarbetats till riktlinjer som baseras på att områdena utmed transportlederna delas in i fyra zoner enligt följande: (1) Yttre gräns för riskbedömningsområde, (2) Basavstånd, (3) Reducerat avstånd, (4) Bebyggelsefritt område.

Den yttre gränsen är utifrån riktlinjerna satt till 150 meter och gäller alla transportleder. I praktiken innebär denna gräns att alla typer av byggnader för normalt förekommande användningsområden får etableras bortanför 150 meter från närmsta farligt gods-led utan att någon särskild riskbedömning görs. Vid etablering vid basavståndet bedöms risknivån som acceptabel utan särskilda åtgärder, dock ska vissa grundläggande säkerhetskrav på byggnaden vara uppfyllda. Det reducerade avståndet kräver å andra sidan att specificerade säkerhetshöjande åtgärder redovisas innan etablering, medan bebyggelse inom det vanligtvis bebyggelsefria området kräver en särskild riskbedömning för att ett sådant undantag ska tas i beaktande.

Skyddsavstånden för farligt gods-transporter på väg och järnväg utifrån riktlinjer från Länsstyrelsen Hallands län, kan sammanfattas som:

Yttre gräns: 150 meter. Ingen särskild hänsyn tas till risker genererade av farligt gods.

Basavstånd: 30-100 meter. Ett rekommenderat avstånd från allmänna transportleder för farligt gods. Varierar beroende på verksamhetstyp.

Reducerat avstånd: Byggnation kräver att specificerade säkerhetshöjande åtgärder vidtas. Avstånd specificeras från fall till fall.

Bebyggelsefritt område: 15-30 meter. Minimivstånd mellan byggnader och transportleder. Kräver en särskild riskbedömning.

2.5 LÄNSSTYRELSEN DALARNAS LÄN

Länsstyrelsen Dalarnas län använder sig av en vägledning för farligt gods-transporter som tar avstamp i beräkningar utförda av Länsstyrelsen i Skåne tillsammans med Räddningstjänsten Dala Mitt (även länsstyrelserna i Södermanland och Västernorrland arbetar efter liknande riktlinjer och delar samma skyddsavstånd). I vägledningen används en zonindelning där avståndet mellan riskkällan (dvs. farligt gods-leden) och olika typer av verksamhetstyper kartläggs. Zonindelningen slår fast att området närmast riskkällan ska vara bebyggelsefritt, vilket i praktiken innebär att endast lågintensiva etableringar såsom ytparkering och friluftsytor får anläggas närmare än 30 meter. Resterande verksamhetstyper måste ha ett ökat skyddsavstånd. Om respektive zonindelning och dess skyddsavstånd beaktas under uppförandet av en viss verksamhet så behövs inga ytterligare säkerhetsåtgärder vidtas under planprocessen.

Skulle däremot en nyetablering inte förhålla sig till det skyddsavstånd som är kopplat till tillhörande zonindelning så måste en särskild riskbedömning genomföras. Enligt länsstyrelsens vägledning ska först en kvalitativ analys arbetas fram av planhandläggaren i samråd med räddningstjänsten. Om denna inte visar att tillräckliga åtgärder kan implementeras så ska analysen utvidgas med en kvantitativ del som med fördel utförs av en specialist. Riskbedömningen bör grunda sig på kriterier från Det Norske Veritas (DNV).

Skyddsavstånden från farligt gods-transporter på väg och järnväg utifrån riktlinjer från Länsstyrelsen Dalarnas län, kan sammanfattas som:

Parkering, trafikytor, friluftsområden: Närmare än 30 meter.

Industri, lager: 30-70 meter.

Handel, kontor, mindre bostäder (2-plan): 70-150 meter.

Skola, hotell, vårdhem: Över 150 meter.

2.6 BORÅS KOMMUN

Borås Kommun (även kallad Borås Stad) utgår från riktlinjer framtagna av länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län om att hänsyn ska tas till risksituationen vid planerad markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. Utifrån dessa riktlinjer preciserar kommunen sina egna skyddsavstånd genom en delvis kvantitativ metodik baserad på "Behovsbedömningar". Kopplat till dessa behovsbedömningar finns även en klassificering av särskilda verksamhetstyper som ska underlätta bedömningen och ge en sammantagen bild över planområdet i det aktuella fallet. Klassificeringen sträcker sig från "Ej känslig verksamhet" (Parkering, friluftsområde) till "Känslig verksamhet" (Bostäder, Skola). Däremellan återfinns mindre känsliga eller normalkänsliga verksamhetstyper såsom handel och industri.

Kommunens behovsbedömningar kan antingen vara "enkla" eller "nyanserade" beroende på dels avståndet från tänkt bebyggelse till närmaste farligt gods-led, dels på vilken verksamhetstyp som omger området närmast den tänkta bebyggelsen. Generellt sätt görs endast enklare behovsbedömningar om avståndet till närmsta farligt gods-led är mellan 80-150 meter från tänkt bebyggelse. Oftast innefattar detta att samtal förs med berörd räddningstjänst kring implementering av eventuella säkerhetsåtgärder på platsen, och/eller att länsstyrelsernas rekommendationer följs utan direkta samtal. Nyanserade behovsbedömningar blir först aktuella om avståndet från tänkt bebyggelse till närmsta farligt gods-led understiger 80 meter och området runt tänkt bebyggelse delas med känsliga verksamheter. Vid en sådan bedömning ska alltid en separat riskbedömning göras där även variabler som väghastighet, områdestopografi och typ av farligt gods inkluderas.

Skyddsavstånden för farligt gods-transporter på väg och järnväg inom Borås Kommun kan sammanfattas som:

Mindre känslig verksamhet: 20-30 meter.

Normalkänslig verksamhet (brandskyddat): 10-40 meter.

Känslig verksamhet (brandskyddat): 40-80 meter.

2.7 MALMÖ KOMMUN

Malmö kommun (även kallad Malmö Stad) grundar sina riktlinjer på den översiktsplan med tillhörande farligt gods-policy som Göteborgs stadsbyggnadskontor tog fram år 1997. Med ytterligare rådgivning från räddningstjänsten och Länsstyrelsen i Skåne län har kommunen etablerat en s.k. bebyggelseram som stipulerar vid vilket avstånd (från väg eller järnväg) en viss bebyggelse får uppföras. Bebyggelseramen är reglerad på så vis att en riskbedömning inte anses nödvändig om riktlinjerna följs vid ny- eller ombyggnation. Om avsteg däremot görs från bebyggelseramen så krävs en särskild riskanalys i det enskilda fallet för att säkerställa ett nödvändigt skyddsavstånd. Någon metodik för hur bebyggelseramen har arbetats fram nämns inte i underlaget från kommunen.

Skyddsavstånden från farligt gods-transporter på väg och järnväg inom Malmö Kommun kan sammanfattas som:

Järnväg: 30-80 meter (Kontorsverksamhet 30 m, Bostäder 80 m).

Väg: 50-120 meter (Kontorsverksamhet 50 m, Bostäder 100 m, Skolor och vårdhem 120 m).

2.8 SAMMANFATTNING

Från de riktlinjer som sammanfattas i avsnitt 2.1-2.7 kan följande sammanfattning göras.

Tabell 1. Sammanfattning av föreslagna markanvändningar i ovan angivna riktlinjer.

Markanvändning	Kortast avstånd (m)	Längsta avstånd (m)	Kommentar
Bebyggelsefritt	0-25	15-30	Endast Länsstyrelsen i Stockholm och Länsstyrelsen i Halland anger ett bebyggelsefritt område.
Parkering, trafikytor, friluftsområde	0-30	0-40	Generellt anges något längre skyddsavstånd för väg jämfört med järnväg.
Mindre känslig verksamhet	20	30	Begreppet mindre känslig verksamhet används av Borås kommun.
Industri, lager	30	40	Vanligast är att 30 meters skyddsavstånd anges.
Handel	30	75	Förhållandevis stort spann inom vilka avstånd handel kan tillåtas.
Kontor	30	70	Kontor återfinns vid flera tillfällen i olika zoner för skyddsavstånd. Förmodligen beroende på hur personintensiv verksamheten är.
Bostäder	50	150	I vissa fall anges typ av bostäder som en faktor att beakta.
Känslig verksamhet (vård, skola, omsorg)	50	150	I flera fall likställs känslig verksamhet med bostäder och samma avstånd anges.

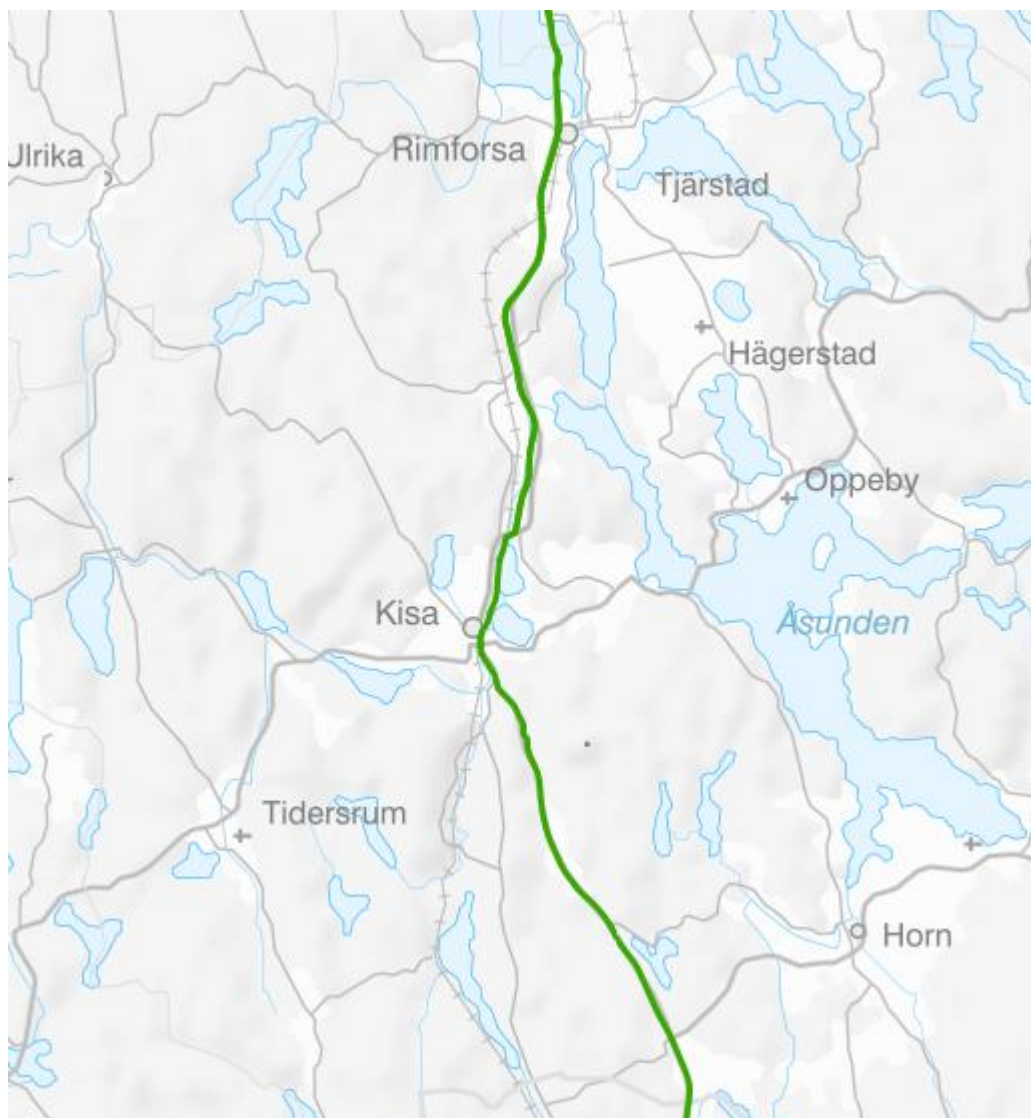
Några riktlinjer anger andra skyddsavstånd i de fall som riskreducerande åtgärder kan vidtas. Exempel på detta är Borås kommun som anger kortare skyddsavstånd om den tänkta byggnationen kan skyddas mot brand eller om barriär mellan transportled och byggnation kan upprättas. Andra riktlinjer anger under vilka förutsättningar som mer detaljerade riskbedömningar behöver genomföras.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av de olika transportlederna för farligt gods inom Kinda kommun som behandlas i denna riskbedömning. Vidare beskrivs även kommunens huvudorter samt önskade och planerade exploateringar av mark. Syftet är att överskådligt beskriva de förutsättningar och ingångsvärden som riskuppskattningen för respektive transportled baseras på.

3.1 VÄGAR

För inventering av transportleder för farligt gods inom Kinda kommun studeras kartor i den nationella vägdatabasen (NVDB), se Figur 3. NVDB visar utpekade primära och sekundära transportleder (vägar) för farligt gods.



Figur 3. Primära (gröna linjer) transportleder för farligt gods i och i anslutning till Kinda kommun. Karta från NVDB [3].

Det rekommenderade vägnätet för transporter av farligt gods är uppdelat i primära och sekundära leder.

- Primära transportleder utgör stommen i det rekommenderade vägnätet för farligt gods-transporter i Sverige och får användas för genomfartstrafik. På en primär transportled förväntas stora mängder samt förekomst av samtliga klasser av farligt gods.
- Sekundära transportleder för farligt gods är främst avsedda för transporter från de primära transportlederna till lokala recipienter, exempelvis bensinstationer och farliga verksamheter. Sekundära transportleder bör inte användas för genomfartstrafik. Omfattningen av farligt gods-transporter på en sekundär led kan därmed uppskattas genom att identifiera lokala målpunkter för farligt gods längs den aktuella leden.

I kommande avsnitt redovisas en mer ingående beskrivning av respektive transportled. Bland annat redovisas både aktuella och prognostiserade trafikflöden för horisontår 2040 för respektive väg. Vid riskuppskattningen används trafikflödet horisontår 2040 som ingångsvärde till beräkningarna.

3.1.1 Primära transportleder

Genom Kinda kommun är Riksväg (Rv) 23/34 utpekad som primär transportled. Rv 23/34 sträcker sig i nord-sydlig riktning tvärs igenom kommunen och passerar på vägen genom de båda huvudorterna Rimforsa och Kisa. Norr om Rimforsa har vägen 2+1 körfält med mitträcke, vilket övergår till ett körfält i vardera riktningen genom Rimforsa. Vägen skiftar sedan mellan 2+1 och 1+1 körfält ned till Knoppetorp, där vägen smalnar av och mitträcket försvinner. Vägen fortsätter på detta vis genom Kisa och vidare söderut till länsgränsen.

I anslutning till rondellen vid Ulrikavägen i Rimforsa är hastighetsgränsen 70 km/h och genom Kisa är hastighetsgränsen nere på 40 km/h. I övrigt är hastighetsgränsen överlag 100 km/h mellan Rimforsa och Knoppetorp. Därefter varierar hastigheten mellan 50-80 km/h ned till Kisa.

I Tabell 2 redovisas prognostiserade trafikflöden för respektive delsträcka av Rv 23/34 för horisontår 2040. Trafikflöden och delsträckor är hämtade från översiktsplanens bullerutredning [4].

Tabell 2. Trafikuppgifter för respektive delsträcka av Rv 23/34 horisontår 2040.

Kisa	ÅDT 2040, delsträcka	
	1	3
Total trafik	5 200	8 100
Andel tung trafik	17 %	13 %
Rimforsa	1	6
Total trafik	6 600	5 200
Andel tung trafik	14 %	17 %

3.1.2 Sekundära transportleder

I Kinda kommun finns inga utpekade sekundära transportleder [3]. Detta är dock inte samma sak som att inga vägar används som sekundära transportleder till lokala mottagare eller avsändare.

I Kinda kommun finns drivmedelsstationer på följande platser:

- Ulrikavägen, direkt väster om rondellen, INGO.
- Kalmarvägen, Frodab Rimforsa Bil & Fritid AB.
- Ydrevägen, St1.
- Östgötagatan, Ingo Kisa.

I Kinda kommun finns även tre stycken Sevesoverksamheter på den lägre kravnivån enligt följande:

Berg Grus Sand Småland AB

Berg Grus Sand Småland AB omfattas av bestämmelserna i Sevesolagstiftningen som följd av att bolaget använder sprängmedel i sin bergtäkt vid Väsby. Ämnet som används mest i tåkten är av typen bulkemulsion. Detta innebär att olika ämnen som var för sig är icke-explosiva blandas och blir explosiva först när de är på platsen där sprängning ska ske. Vid bergtåkten används även diesel/eldningsolja i begränsad mängd. [5]

NCC Industry AB

NCC Industry AB omfattas av bestämmelserna i Sevesolagstiftningen som följd av att bolaget använder sprängmedel i sin bergtäkt. Vid bergtåkten kan explosiva ämnen, oxiderande ämnen och brandfarliga ämnen förekomma. Explosiva ämnen förekommer främst i form av borrhål laddade med bulkemulsion som har explosiva egenskaper först i samband med injekteringen i borrhålen. Explosiva ämnen förekommer även i form av patronerade sprängämnen och sprängkapslar. Övriga farliga ämnen utgörs av dieselolja för drift av maskiner samt små mängder spillolja. [6]

Sofidel

Sofidel omfattas av bestämmelserna i Sevesolagstiftningen till följd av att bolaget har en gasolanläggning med en total lagringsmängd på 140 ton flytande gasol.

Med undantag för Sofidel antas ovanstående drivmedelsstationer och verksamheter inte ge upphov till några sekundära transportleder som bedöms behöva beaktas inom ramen för översiktsplanen. Samtliga drivmedelsstationer ligger relativt nära Rv 23/34 varvid transportvägen från den primära transportleden blir mycket kort. Transporter av farligt gods till bergtåkten går på vägar bort från tätbebyggda områden och där ingen exploatering förväntas.

Gasoltransporterna till Sofidel antas i huvudsak vika av från Rv 23/34 i Kisa för att sedan gå västerut via Rv 134 och slutligen söderut på Industrigatan. I dagsläget ligger i huvudsak lätt industri samt gles villabebyggelse längs Industrigatan. Ingen större exploatering förväntas inom detta område i närtid. Ovanstående, sammantaget med att det i framtiden planeras för en ringled i söder som kommer att medföra att gasoltransporterna inte behöver åka längs med Rv 134 och på Industrigatan, medför att ingen specifik bedömning görs för Industrigatan som underlag till översiktsplanen. Eventuella framtida detaljplaner i anslutning till Industrigatan kommer dock att kräva riskbedömning med avseende på Sofidels gasoltransporter.

3.2 JÄRNVÄGAR

Stångådalsbanan löper genom Kinda kommun i nord-sydlig riktning och löper längs långa sträckor relativt parallellt med Rv 23/34, se Figur 4.



Figur 4. Stångådalsbanans sträckning markerad med prickad linje. (Grundkarta från NVDB)

3.2.1 Stångådalsbanan

Stångådalsbanan är järnvägen mellan Linköping och Kalmar. Banan är oelektrifierad och enkelspårig. Översiktsplanens bullerutredning [4] anger ett ÅDT på 19 persontåg per dygn samt att ingen godstrafik förekommer på sträckan i dagsläget.

3.3 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Invånarantalet i Kinda kommun uppgick år 2022 till drygt 10 000. Kommunens ambition är att invånarantalet inom kommunen inom en överskådlig framtid ska växa till 15 000. I riskbedömningen antas kommunen ha uppnått sitt tillväxtmål år 2040 vilket även motsvarar horisontåret för trafikprognoserna. I Tabell 3 redovisas nuvarande samt prognostiserade befolkningsdata för de två största tätorterna i Kinda kommun, Kisa respektive Rimforsa. De prognostiserade siffrorna för år 2040 bygger på ett antagande om att tätorternas landareal samt deras andel av kommunens totala invånarantal är oförändrade i relation till nuläget. Givet föregående antaganden skulle persontätheten vid prognosåret uppgå till 1 175 personer/km² för Kisa respektive 1 233 personer/km² för Rimforsa.

Tabell 3. Nuvarande samt prognostiserade befolkningsdata för Kisa och Rimforsa.

Nuläge (2022)	Kisa	Rimforsa
Invånarantal	3 846	2 137
Areal tätort (km ²)	4,8	2,8
Persontäthet (inv./km ²)	788	828
Andel av kommunens totala invånarantal	38 %	23 %
Framtidsprognos (2040)	Kisa	Rimforsa
Invånarantal	5 732	3 453
Areal tätort (km ²)	4,8	2,8
Persontäthet (inv./km ²)	1 175	1 233
Andel av kommunens totala invånarantal	38 %	23 %

4 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas de risker som är kopplade till farligt gods-transporter samt järnvägstrafik och hur de kan påverka omgivningen. Riskidentifieringen innebär en systematisk genomgång av de riskkällor som förekommer i samband med transport av farligt gods på väg respektive tågtrafik och transport av farligt gods på järnväg, för att klargöra vilka olyckor som kan inträffa.

4.1 MEKANISK PÅVERKAN I SAMBAND MED URSPÅRNING

Den dominerande risken (med avseende på sannolikhet) i anslutning till järnväg är urspårning. Konsekvenserna till följd av urspårning kan omfatta att människor förolyckas, antingen utomhus eller i intilliggande byggnader som påverkas av händelsen. Dock är den vanligaste konsekvensen av en urspårning materiella skador på järnvägsanläggningen och/eller på tåg. Risken för mekanisk påverkan på människor eller byggnader är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg.

Det finns ett antal kända orsaker som var för sig eller tillsammans kan resultera i en urspårning, såsom växelpassager, kraftiga inbromsningar, spårlägesfel, solkurvor och sabotage. Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Konsekvenserna av en urspårning är direkt beroende av hur långt ifrån spåret som tåget hamnar. Urspårningar bedöms generellt ha ett konsekvensområde (med avseende på mekaniska skador) på maximalt cirka 30 meter från spåret, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom [7].

4.2 OLYCKA VID TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ VÄG/JÄRNVÄG

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar [8] [9] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på väg och järnväg delas in i nio olika klasser enligt det så kallade ADR-/RID-systemet, som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 4 redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 4. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [10].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m [11].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 3	Brandfarlig a vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
Klass 4	Brandfarlig a fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
Klass 5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer >60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
Klass 6	Giftiga ämnen, smittförand e ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [12]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

Baserat på konsekvensbeskrivningarna i Tabell 4 studeras följande riskscenarier avseende transporter med farligt gods på väg och järnväg vidare i analysen:

- Farligt gods-olycka med explosiva ämnen (klass 1).
- Farligt gods-olycka med gas (klass 2). Delas upp i brandfarlig gas (2.1) och giftig gas (2.3).
- Farligt gods-olycka med brandfarlig vätska (klass 3).
- Farligt gods-olycka med oxiderande ämnen och/eller organiska peroxider (klass 5).

Övriga klasser transporteras endast i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser utöver vid olycksfordonets omedelbara närhet och behandlas därmed inte vidare i analysen.

4.2.1 Fördelning mellan transporterade ADR-S-klasser på Riksväg 23/34

Sett till all godstrafik på väg inom Sverige utgjordes i medeltal cirka 2,5 % av lastbilstransporterna av farligt gods under åren 2009-2015 [13]. Samtliga beaktade farligt gods-klasser (1, 2, 3 och 5) bedöms förekomma på den primära transportleden som går genom Kinda kommun. I grundberäkningen antas 2,5 % av den tunga trafiken på Rv 23/34 utgöras av lastbilstransporter med farligt gods. I Tabell 5 redovisas den inbördes fördelningen i körda kilometer för de olika ADR-S-klasserna baserat på uppgifter från TRAFKA mellan åren 2009-2015 för hela landet [13]. Siffrorna anses generellt vara representativa för primära transportleder med farligt gods.

Tabell 5. Fördelning mellan transporterade ADR-klasser i Sverige år 2009-2015 baserat på körda kilometer [13]

ADR-klass	Andel 2009-2015 (%)
Klass 1. Explosiva ämnen och föremål	0,13
Klass 2.1 Brandfarliga gaser	1,85
Klass 2.3 Giftiga gaser	0,03
Klass 3. Brandfarliga vätskor	67,8
Klass 5. Organiska peroxider och oxiderande ämnen	0,51
Övriga klasser	29,7
Totalt	100

4.2.2 Fördelning av transporterade RID-klasser på järnväg

I grundberäkningen tas ingen hänsyn till farligt gods på järnvägen, då godstransporter varken förekommer i dagsläget eller enligt prognos. Det finns dock ingen begränsning mot att köra gods och farligt gods på Stångådalsbanan, varvid känslighetsanalyser genomförs för att ta höjd för framtida förändringar i trafikeringen på banan.

Vid beräkningar av sannolikhet för och konsekvens av en olycka på järnväg utgör antal och typ av tågtransporter per år viktiga ingångsvärden. Persontåg, tjänstetåg och samtliga godståg är aktuella att beakta vid uppskattning av exempelvis urspårningsolyckor, medan godståg med farligt gods även är av intresse för att bedöma olyckor med efterföljande brand, explosion och/eller utsläpp av toxiska ämnen.

För att bedöma sannolikheten för och konsekvensen av en olycka där farligt gods är inblandat krävs en skattning av vilken andel av godstrafiken som utgörs av farligt gods, samt vilken fördelning mellan de olika godsklasserna som föreligger. Statistik visar att i snitt 9 % av den totala transporterade godsmängden på järnväg i Sverige (exklusive malm på Malmbanan) utgörs av RID-klassat gods. I Tabell 6 redovisas fördelningen mellan transporterade RID-klasser i Sverige under åren 2013-2017 [14].

Tabell 6. Fördelning mellan transporterade RID-klasser i Sverige under åren 2013-2017 baserat på transporterad godsmängd av respektive RID-klass .

RID-klass	Andel 2013-2017 (%)
1. Explosiva ämnen och föremål	0
2.1 Brandfarliga gaser	15,5
2.3 Giftiga gaser	5,2
3. Brandfarliga vätskor	22
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	31,5
Övriga klasser	25,8
Totalt	100

För Stångådalsbanan antas för känslighetsanalysen omfattningen av farligt gods-transporter samt fördelningen mellan transporterade RID-klasser motsvara rikssnittet för Sverige under perioden 2013-2017.

4.3 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 7.

Tabell 7. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer avseende transporter av farligt gods baserat på rådande förutsättningar.

Explosiva ämnen Klass 1	Brandfarlig gas Klass 2.1	Giftig gas Klass 2.3	Brandfarlig vätska Klass 3	Oxiderande ämnen Klass 5.1
Liten explosion	BLEVE	Litet läckage	Liten pölbrand	Explosion
Medelstor explosion	Gasmolns-explosion	Medelstort läckage	Medelstor pölbrand	Brand
Stor explosion	Liten jetflamma Mellan jetflamma Stor jetflamma	Stort läckage	Stor pölbrand	

5 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för de farligt gods-leder som har beaktats i riskbedömningen.

5.1 RISKMÅTT OCH VÄRDERINGSKRITERIER

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk [15]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med restriktioner och
- acceptabla

Risker som klassificeras som **oacceptabla** värderas som oacceptabelt höga och tolereras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.

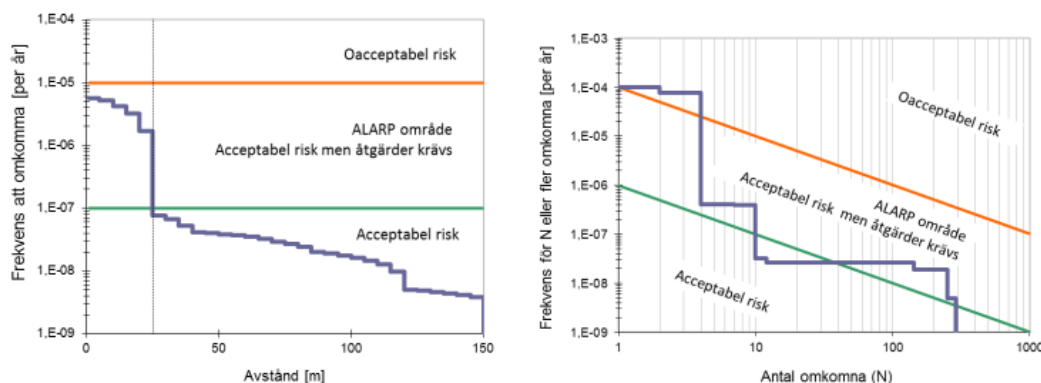
De risker som bedöms vara **acceptabla med restriktioner** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttoanalys.

De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 8 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer enligt Figur 5.

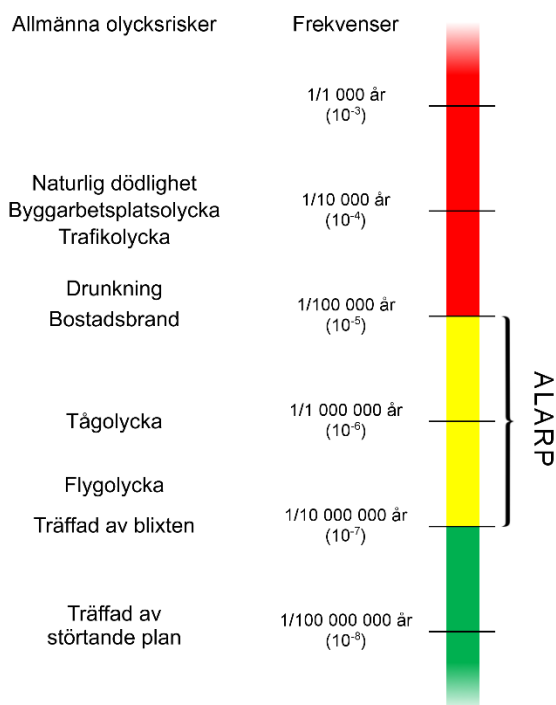
Tabell 8. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

Riskmått	Acceptabel risk	ALARP	Oacceptabel risk
Individrisk	$< 10^{-7}$	10^{-7} till 10^{-5}	$> 10^{-5}$
Samhällsrisk*	$< 10^{-6}$	10^{-6} till 10^{-4}	$> 10^{-4}$



Figur 5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [15].

Som jämförelse illustreras i Figur 6 ett antal olycksrisker i samhället



Figur 6. Storleksordning på allmänna olycksrisker i förhållande till ALARP-området.

Individrisk – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt omkommer. Individriska är platspecifika och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmåttet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

Individriska redovisas ofta med en individriska profil (t.v. i Figur 5) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som konturer på karta.

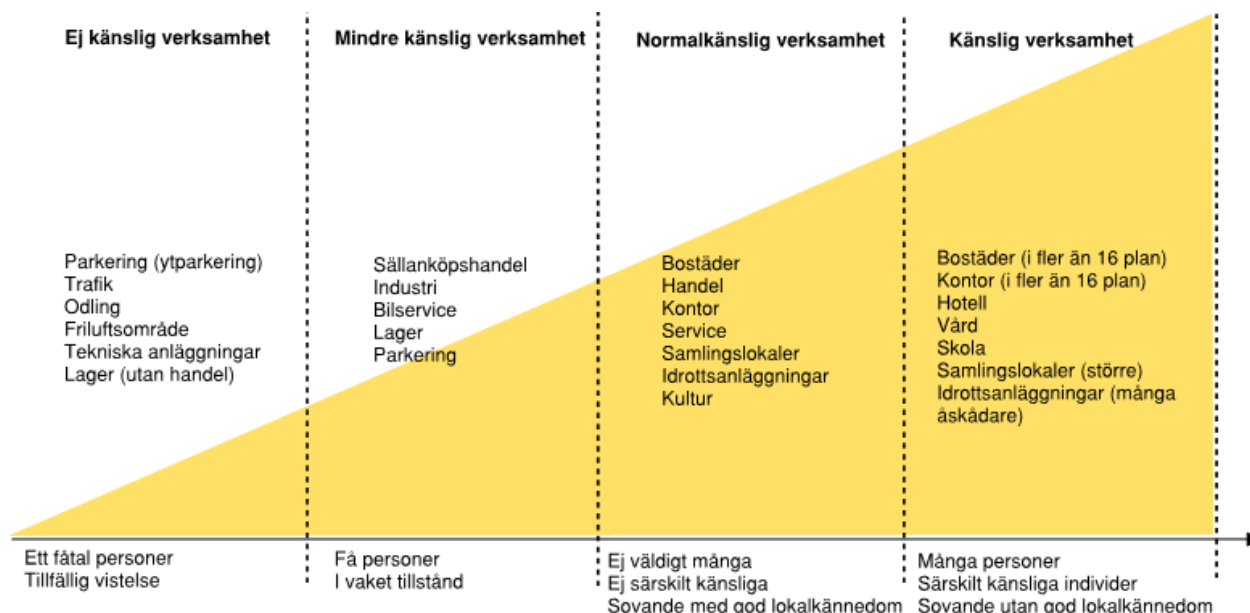
Samhällsriska – Beaktar hur stor konsekvensen kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika scenarier där hänsyn tas till befolkningstätheten inom det aktuella området. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att personstätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsriska redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 5) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmått, individriska och samhällsriska, vid uppskattning av risknivå i ett område så att risknivå för den enskilde individen tas i beaktande samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas.

5.2 TYPBEBYGGELSE VID BEAKTANDE AV SKYDDSAVSTÅND

Utmed transportlederna kommer olika typer av bebyggelse vara aktuella. Rekommendationerna utgår från Figur 7:



Figur 7. Indelning av typbebyggelse beroende på personbelastning samt närvaro av känsliga individer.

Ej känslig verksamhet: här avses olika typer av verksamhet som inte är känslig i den bemärkelsen att många personer genereras till följd av verksamheten eller att verksamheten medför att personer som kan vara särskilt känsliga vistas där. Exempel på känsliga individer är tex barn eller personer som kräver vård och därigenom har svårare att förflytta sig. Vidare avses här endast verksamheter som ger upphov till tillfällig vistelse, exempelvis får lagerverksamhet inte medföra att personer (om än få) vistas permanent vid lagret.

Mindre känslig verksamhet: Denna typ av verksamheten medför flera personer än föregående typ, men samtliga bedöms vara vakna och ha god möjlighet att förflytta sig i händelse av en olycka. Vidare är dock persontätheten fortsatt låg.

Normalkänslig verksamhet: Denna kategori avser generell centrumbebyggelse i form av bostäder, handel, kontor etc. Verksamheter som medför relativt höga personbelastning kan tillåtas så länge det inte rör sig om särskilt känsliga individer.

Känslig verksamhet: Här avses verksamheter som medför en väldigt hög personbelastning alternativt vistelse av särskilt känsliga individer. Verksamheter som ryms inom Boverkets definition (Boverkets byggregler avsnitt 5:22) för byggnadsklass Br0 bör alltid räknas till kategorin känslig verksamhet:

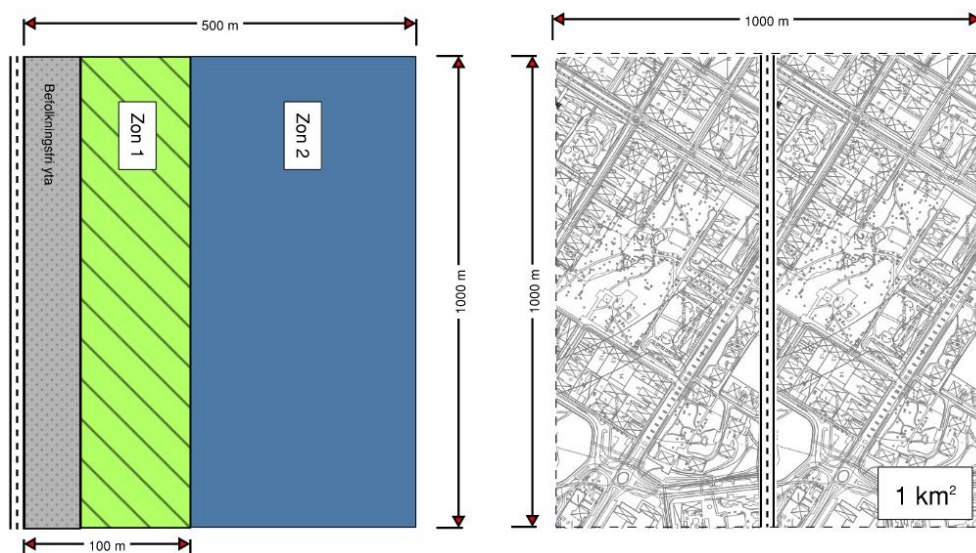
- Byggnader med fler än 16 våningsplan (bostäder, kontor)
- Större sjukhus
- Häkten, fängelser, anstalter
- Skolor, butiker, konferensanläggning, restauranger, samlingslokaler, idrottsanläggningar, handelsanläggningar med fler än 1 våning, vilka rymmer fler än 1 000 personer.
- Nattklubbar, diskotek, pubar vilka rymmer fler än 600 personer.

En exakt nedre gränsdragning är dock svårt att fastställa för när en verksamhet bör klassas som känslig och därmed medföra att särskild riskhänsyn bör beaktas vid planläggningen. En riktlinje bör dock vara robust varvid skolor och vårdinrättningar alltid bör falla under kategorin känslig verksamhet då de medför vistelse av särskilt känsliga individer. För bostadshus och kontor i flera plan blir denna gränsdragning svårare att generalisera.

Det är viktigt att riktlinjen tar avstamp i hur kommunen avser att arbeta med samhällsplanering för att på bästa vis säkerställa att erforderlig hänsyn tas till hälsa och säkerhet vid planering av nybebyggelse eller utveckling av befintlig bebyggelse.

5.1 MODELL FÖR BERÄKNING AV SAMHÄLLSRISK

I detta avsnitt redovisas hur beräkningarna av samhällsrisk för respektive transportled har genomförts. Vidare redovisas vilka skyddsfaktorer avseende inomhusvistelse som har antagits vid grundberäkningarna av samhällsrisknivån.



Figur 8. (T.v.) Illustration av zonindelning vid beräkning av samhällsrisk. (T.h.) Beräkning av samhällsrisk för ett 1 km² stort område med transportleden placerad i mitten.

I Figur 8 syns den zonindelning som används vid beräkningarna av samhällsrisk för respektive transportled. Notera att samhällsriskberäkningarna utförs för ett symmetriskt 1 km² stort område med transportleden placerad i mitten. Närmst transportleden antas en bebyggelse- samt befolkningsfri yta. Denna yta representerar det skyddsavstånd som bör upprätthållas mellan transportleden och omgivande bebyggelse. Inom Zon 1 och 2 antas en homogen persontäthet. Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda på dessa ytor samt att en viss andel av dessa personer vistas inomhus när olyckan inträffar enligt värdena i Tabell 9 [2]. I grundberäkningarna som presenteras i detta kapitel antas inomhusvistelse medföra en signifikant lägre risk att omkomma till följd av ett utsläpp av giftig gas. Skyddsfaktorn varierar dock med avseende på avståndet till transportleden (därför zonindelningen).

Skyddsfaktorn för individer som befinner sig inomhus inom Zon 2 när utsläppet inträffar har i denna riskbedömning ansatts till 95 %. I CPR 18E bedöms individer som befinner sig inomhus i princip vara helt skyddade (avseende risken att omkomma) vid ett utsläpp av giftig gas [16]. För byggnader som ligger i direkt anslutning till transportleden och olycksplatsen bedöms dock föregående antagande vara alldeles för optimistiskt.

Skyddsfaktorn vid inomhusvistelse inom Zon 1 avseende utsläpp av giftig gas antas i grundberäkningarna endast uppgå till 50 %. Bredden på den befolkningsfria ytan tillsammans med Zon 1 antas i samtliga beräkningar uppgå till 100 meter.

Tabell 9. Andel personer som befinner sig inomhus respektive utomhus vid olika tidpunkter på dygnet enligt riktvärden från RIKTSAM [2].

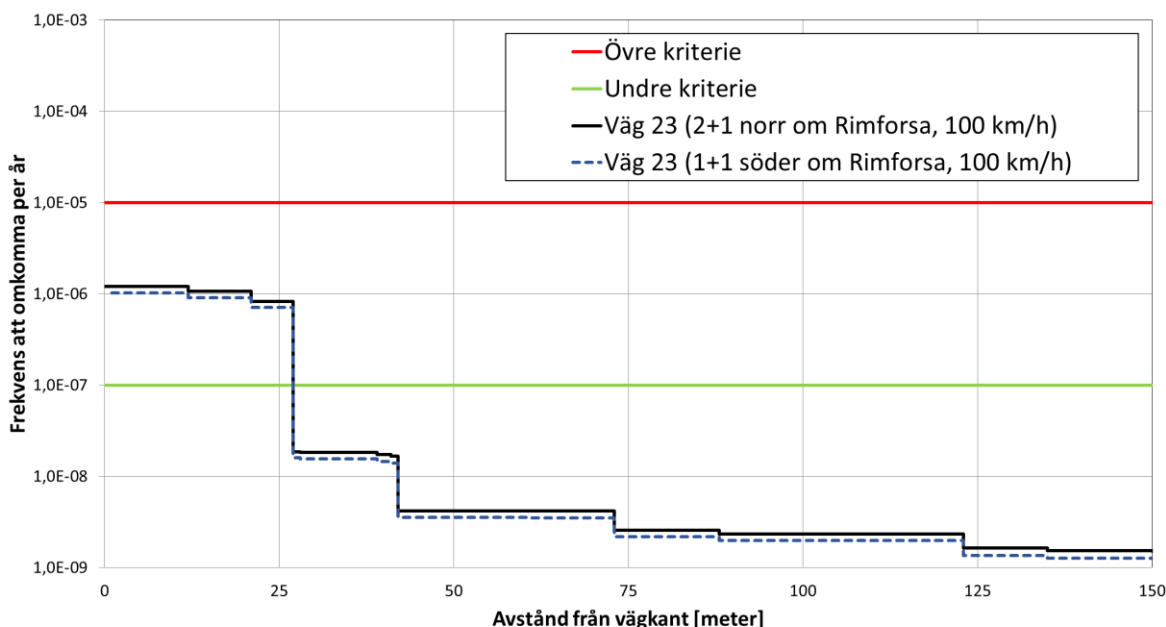
Tid på dygnet	Andel inomhus	Andel utomhus
Dagtid (kl. 07-19)	90 %	10 %
Nattetid (kl. 19-07)	99 %	1 %

5.2 RIKSVÄG 23/34

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägvägningsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift *Farligt gods – riskbedömning vid transport* [17] beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägvägningsnitt. För beräkning av frekvenser/ sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga C.

5.2.1 Individrisknivå - Rimforsa

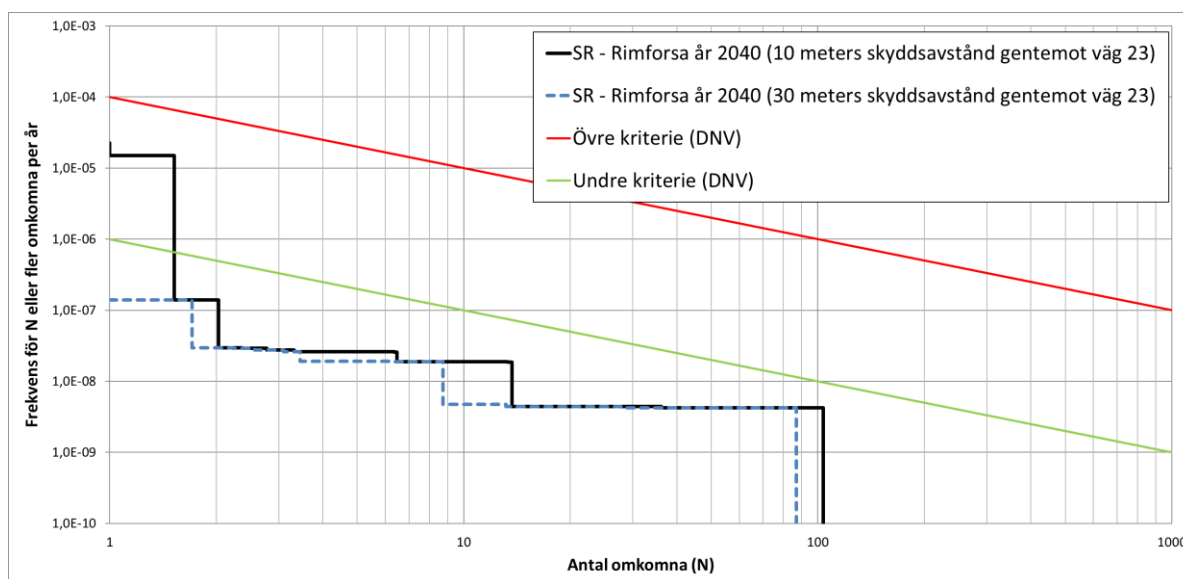
I Figur 9 redovisas uppskattade individrisknivåer längs Rv 23/34 norr respektive söder om Rimforsa. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Beräkningen indikerar att individrisknivån längs de båda delsträckorna i princip blir identisk. I båda fallen ligger individrisknivån i mitten av ALARP-området upp till 27 meter från väggkant och blir därefter acceptabel.



Figur 9. Uppskattad individrisknivå längs olika delsträckor norr respektive söder om Rimforsa.

5.2.2 Samhällsrisknivå – Rimforsa

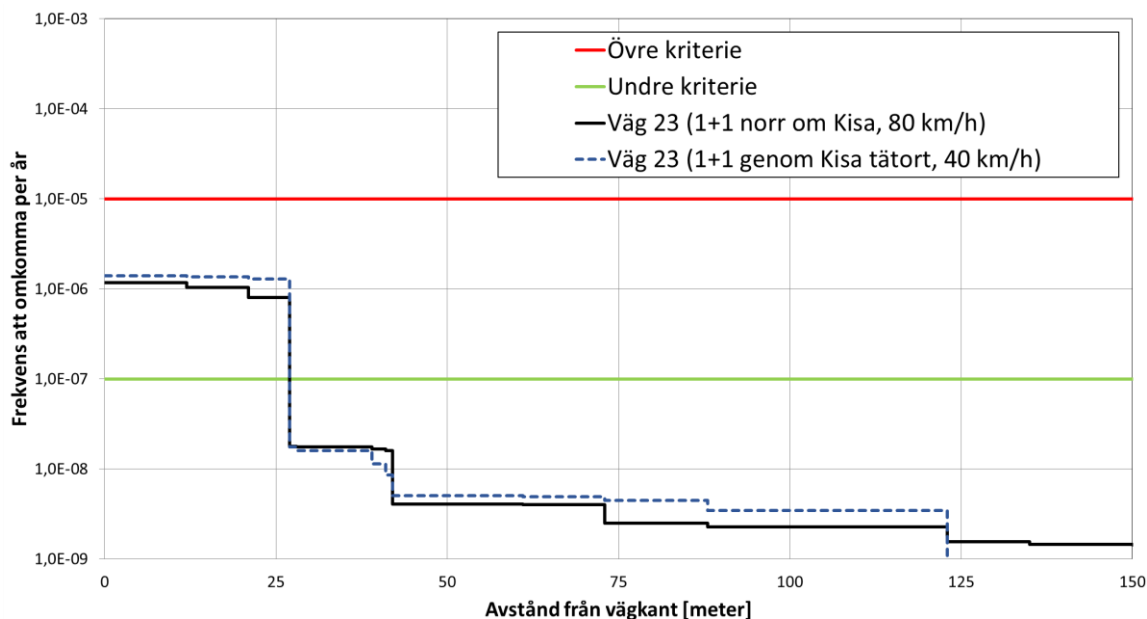
I Figur 10 syns samhällsrisknivån för Rimforsa horisontår 2040 med avseende på riskpåverkan från Rv 23/34 beroende på skyddsavståndet mellan väggkant och tillkommande bebyggelse. Beräkningarna indikerar att samhällsrisknivån ligger helt inom acceptabla nivåer vid ett skyddsavstånd på 30 meter. Om skyddsavståndet reduceras till 10 meter ökar samhällsrisknivån och når övre halvan av ALARP-området för olycksscenarioer med ett fåtal omkomna. Sammanfattningsvis indikerar beräkningarna att säkerhetshöjande åtgärder behöver utvärderas och eventuellt vidtas vid planläggning inom 30 meter från Rv 23/34. Effekterna av kompletterande skyddsåtgärder, exempelvis byggnadstekniskt brandskydd inom 30 meter från transportleden, utvärderas i avsnitt 5.5.



Figur 10. Beräknad samhällsrisknivå för Rimforsa år 2040 med avseende på transporterna av farligt på Rv 23/34 beroende på skyddsavståndet mellan väggkant och tillkommande bebyggelse.

5.2.3 Individrisknivå – Kisa

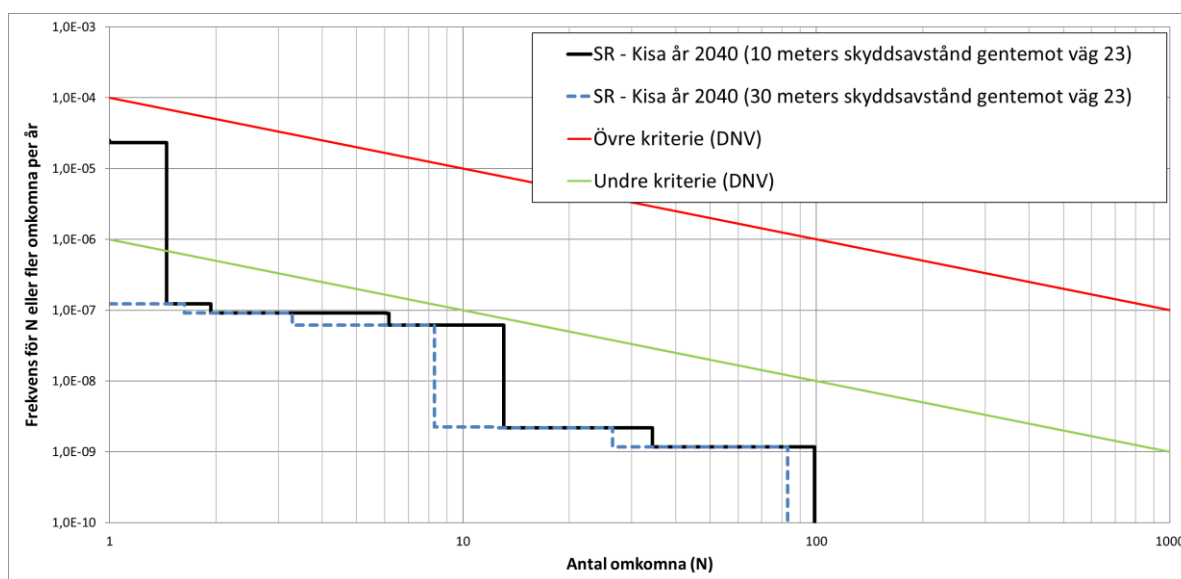
I Figur 11 redovisas uppskattade individrisknivåer längs Rv 23/34 för delsträckan norr om Kisa respektive för delsträckan som passerar genom Kisa tätort. De vågräta linjerna i figuren representerar fortsatt den övre respektive nedre gränsen av ALARP-området. Även i detta fall indikerar beräkningarna att skillnaden i risknivå mellan de båda delsträckorna i princip är försumbar. I båda fallen ligger individrisknivån i mitten av ALARP-området upp till 27 meter från väggkant och når därefter acceptabla nivåer.



Figur 11. Uppskattad individrisknivå för delsträckan av Rv 23/34 norr om Kisa respektive för delsträckan som passerar genom Kisa tätort.

5.2.4 Samhällsrisknivå – Kisa

I Figur 11 syns samhällsrisknivån för Kisa horisontår 2040 med avseende på riskpåverkan från Rv 23/34 beroende på skyddsavståndet mellan väggkant och tillkommande bebyggelse. Beräkningarna indikerar att samhällsrisknivån ligger helt inom acceptabla nivåer vid ett skyddsavstånd på 30 meter. Om skyddsavståndet reduceras till 10 meter ökar samhällsrisknivån och når övre halvan av ALARP-området för olycksscenarioer med ett fåtal omkomna. Sammanfattningsvis indikerar beräkningarna att säkerhetshöjande åtgärder behöver utvärderas och eventuellt vidtas vid planläggning inom 30 meter från Rv 23/34. Effekterna av kompletterande skyddsåtgärder, exempelvis byggnadstekniskt brandskydd inom 30 meter från transportleden, utvärderas i avsnitt 5.5.



Figur 12. Beräknad samhällsrisknivå för Kisa år 2040 med avseende på transporter av farligt på Rv 23/34 beroende på skyddsavståndet mellan väggkant och tillkommande bebyggelse.

5.3 STÅNGÅDALSBANAN

Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [18] beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys. Frekvensberäkningarna redovisas i Bilaga E. Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga F.

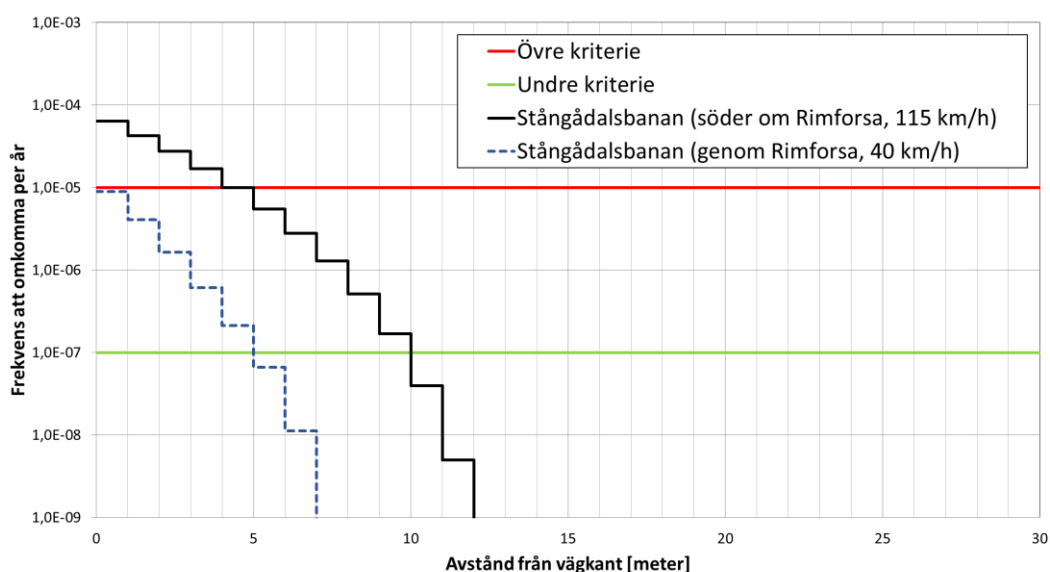
Enligt Trafikverkets nuvarande basprognos förväntas inga godstransporter förekomma på Stångådalsbanan horisontår 2040. De redovisade individrisknivåerna i grundberäkningen, se Figur 13 och Figur 14, beskriver således enbart den riskpåverkan som tågurspärningar kan medföra på omgivningen.

5.3.1 Individrisknivå – Rimforsa

I Figur 13 redovisas beräknad individrisknivå längs Stångådalsbanan för delsträckan norr om Rimforsa respektive vid passagen genom Rimforsa tätort. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Beräkningen indikerar att risknivån längs delsträckan söder om Rimforsa, med en största tillåten hastigheten på 115 km/h, ligger inom oacceptabla nivåer upp till 5 meter från spårcentrumlinjen med hänsyn till risken för mekaniska påverkan vid händelse av urspärning. Individrisknivån ligger därefter inom ALARP-området mellan 5–10 meter från järnvägen för att sedan nå acceptabla nivåer.

Vid passagen genom Rimforsa är hastigheten på järnvägen förhållandevis låg (40 km/h) vilket medför en betydande minskning av individrisknivån i relation till delsträckan söder om tätorten. Beräkningen indikerar att individrisknivån längs järnvägen vid passagen genom Rimforsa ligger inom ALARP-området upp till 5 meter från spåret och blir därefter acceptabel. Hastigheten på Stångådalsbanan norr om Rimforsa uppgår till 100 km/h.

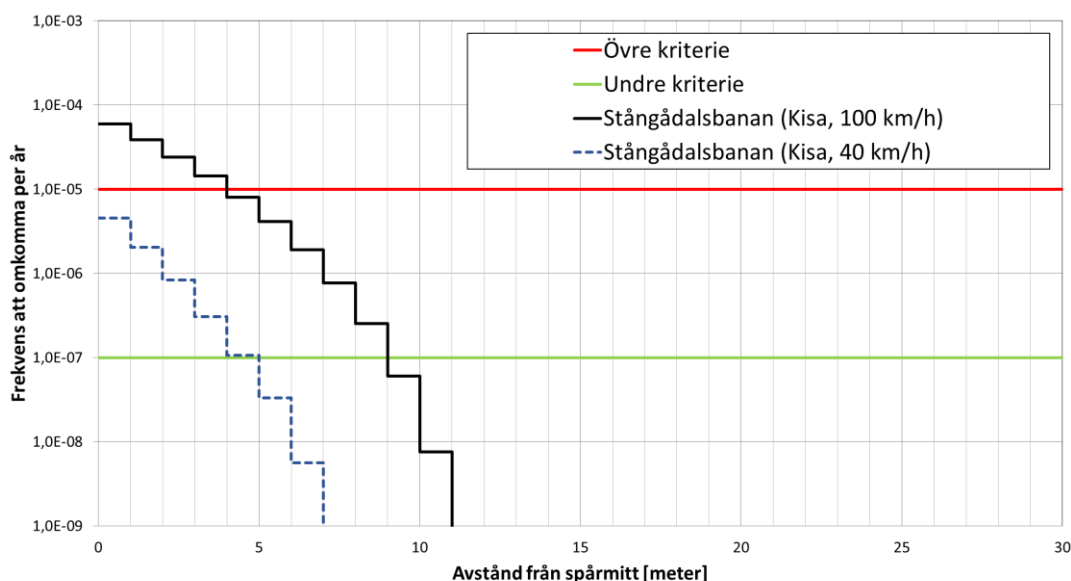
Risknivån längs den norra delsträckan bedöms därmed i princip, även om största tillåtna hastigheten är något lägre, motsvara den för den södra delsträckan.



Figur 13. Uppskattad individrisknivå längs Stångådalsbanan söder om Rimforsa respektive vid passagen genom Rimforsa.

5.3.2 Individrisknivå - Kisa

I Figur 14 redovisas den beräknade individrisknivån längs delsträckorna av Stångådalsbanan norr respektive söder om Kisa samt vid passagen genom Kisa tätort. De vågräta linjerna utgör fortsatt den övre respektive nedre gränsen av ALARP-området. Beräkningarna indikerar att individrisknivån längs delsträckorna norr och söder (100 km/h) om Kisa är oacceptabelt hög inom 4 meter från spårmit. I intervallet 4–9 meter från spårmit ligger risknivån inom ALARP och blir därefter acceptabel. Största tillåtna hastighet inom Kisa stationsområde och omnejd uppgår till 40 km/h. Längs dessa delsträckor indikerar beräkningen att individrisknivån ligger inom ALARP mellan 0–5 från närmsta spårmit och blir därefter acceptabel.



Figur 14. Uppskattad individrisknivå längs Stångådalsbanan norr och söder om Kisa (100 km/h) respektive vid passagen genom Kisa tätort (40 km/h).

5.3.3 Samhällsrisknivå – Stångådalsbanan

WSP bedömer att det inte är meningsfullt att ta fram en uppskattning av samhällsrisknivån längs Stångådalsbanan i grundberäkningen då riskerna är begränsade till järnvägens absoluta närområde. I avsnitt 5.3 studeras hur risknivåerna längs järnvägen skulle påverkas om en viss andel farligt gods-transporter i framtiden skulle trafikera järnvägen.

5.4 SAMMANSTÄLLNING AV GRUNDBERÄKNINGAR

Beräkningarna indikerar att individrisknivån utmed Rv 23/34 varierar till en viss mån då vägutformningen och trafikeringen skiljer sig åt mellan olika delsträckor. Skillnaderna är dock förhållandevis små och för samtliga delsträckor ligger individrisknivån inom ALARP-området upp till 27 meter från väggkant och blir därefter acceptabel. Utifrån detta bedömer WSP att planeringsförutsättningarna längs med samtliga delsträckor av Rv 23/34 inom kommunen kan betraktas som likvärdiga ur ett riskperspektiv. Detta gäller med andra ord både inom huvudorterna Rimforsa och Kisa samt utanför huvudorterna.

Beräkningarna indikerar att en acceptabel samhällsrisknivå med avseende på riskpåverkan från Rv 23/34 generellt kan uppnås givet att ett skyddsavstånd på 30 meter upprätthålls mellan tillkommande bebyggelse och närmsta väggkant.

Det vill säga i det generella fallet behövs inga ytterligare riskreducerande åtgärder kravställas i kommande detaljplaner utmed Rv 23/34 förutsatt att exploateringen sker bortom 30 meter från väggkant.

Vid ett reducerat skyddsavstånd (10 meter) gentemot Rv 23/34 ökar samhällsrisknivån och når ALARP-området för olyckor med ett fåtal omkomna. Detta beror företrädesvis på potentiella olycksscenarioer kopplade till transporter av brandfarliga vätskor (ADR-klass 3). Dimensionerande skadeverkan för denna ämnesklass bedöms vara strålningspåverkan till följd av pölbränder om eventuella utsläpp antänds. Exploatering inom 30 meter från Rv 23/34 skulle därmed potentiellt vara tolerabel ur ett riskperspektiv om byggnadstekniskt brandskydd kravställs i kommande detaljplaner. I avsnitt 5.5 utvärderas vilken reduktion av risknivån eventuella krav på byggnadstekniskt brandskydd inom 30 meter från väggkant kan medföra.

Gällande Stångådalsbanan indikerar beräkningarna att risknivån längs olika delsträckor av järnvägen varierar förhållandevis kraftigt beroende på tågens hastighet. På de delsträckor som går igenom tätorterna och stationsområdena medför den relativt låga hastigheten (40 km/h) att risknivån blir acceptabel bortom 5 meter från spåret. På spåren utanför tätorten där hastigheten är högre (upp till 115 km/h) blir risknivån acceptabel först bortom 9 meter från spårcentrumlinjen.

5.5 FÖRDJUPADE ANALYSER

I detta avsnitt genomförs ett antal fördjupade analyser för att bedöma hur införandet av olika skyddsåtgärder påverkar beräknade risknivåer. Utöver detta genomförs känslighetsanalyser för att ta höjd för eventuella framtida förändringar med påverkan på risknivån inom Kinda kommun.

5.5.1 Byggnadstekniskt brandskydd

Brandtekniskt klassade ytterväggar och fönster kan användas för att fördröja eller förhindra brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön. Genom att utforma ytterväggar i lägst brandteknisk klass EI 30, samt glaspartier i lägst EW 30, görs bedömning att risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand eller jetflamma reduceras markant. Observera att brandklassade väggar kan utformas med brännbara material och ytskikt.

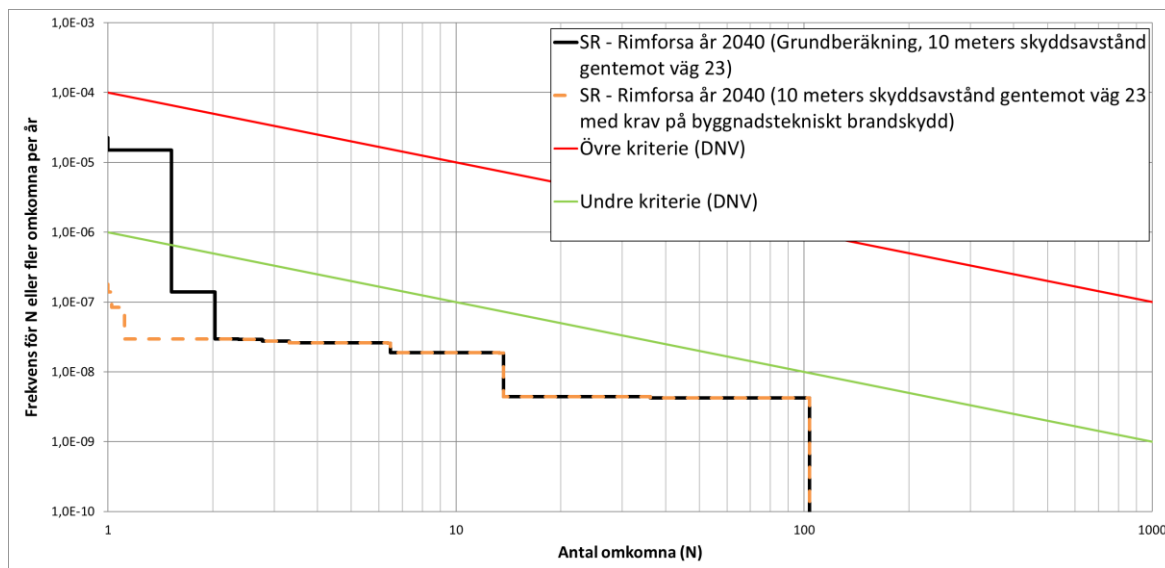
Olycksscenarioer med brännbara gaser

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på infallande strålning från jetflammar. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. Gasmolnsexplosioner kan utöver strålningspåverkan även medföra tryckskador på omgivningen. Skyddsgraden vid inomhusvistelse givet byggnadstekniskt brandskydd med avseende på olycksscenarioer med brännbara gaser antas i beräkningarna uppgå till 50 %.

Olycksscenarioer med brännbara vätskor

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på infallande strålning från pölbränder. Skyddsgraden vid inomhusvistelse givet byggnadstekniskt brandskydd med avseende på olycksscenarioer som medför pölbrand antas i beräkningarna uppgå till 95 %.

I Figur 15 redovisas den uppskattade reduktionen av samhällsrisknivån som krav på byggnadstekniskt brandskydd inom 30 meter från väggkant på Rv 23/34 skulle kunna medföra. Vid ett skyddsavstånd på 10 meter indikerade grundberäkningen, se Figur 10 och Figur 12, att samhällsrisknivån skulle nå den övre halvan av ALARP-området. Beräkningen i Figur 15 indikerar att en acceptabel samhällsrisknivå kan erhållas vid ett bebyggelsefritt avstånd på 10 meter givet att byggnadsdelar som vetter mot och ligger inom 30 meter från Rv 23/34 utförs brandklassade.

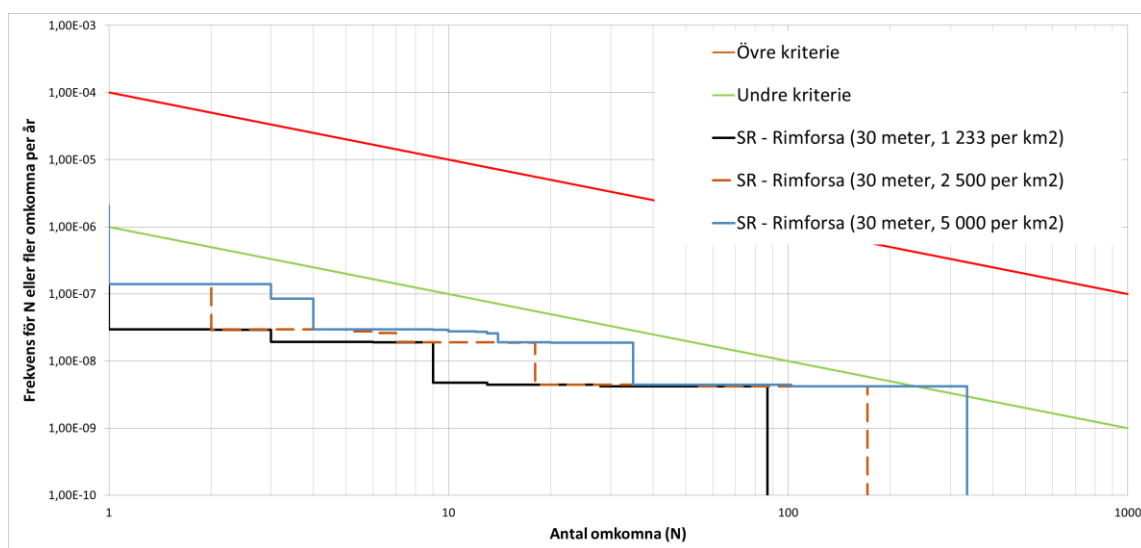


Figur 15. Uppskattad reduktion av samhällsrisken vid ett skyddsavstånd på 10 meter gentemot Rv 23/34 förutsatt att byggnadstekniskt brandskydd krävs inom 30 meter från vägkant. Observera att beräkningen även är representativ för Kisa.

5.5.2 Ökad persontäthet

I detta avsnitt studeras hur samhällsrisken med avseende på farligt gods-transporterna på Rv 23/34 påverkas ifall exploateringen inom 150 meter från vägen medför en markant högre persontäthet än den generella för tätorterna.

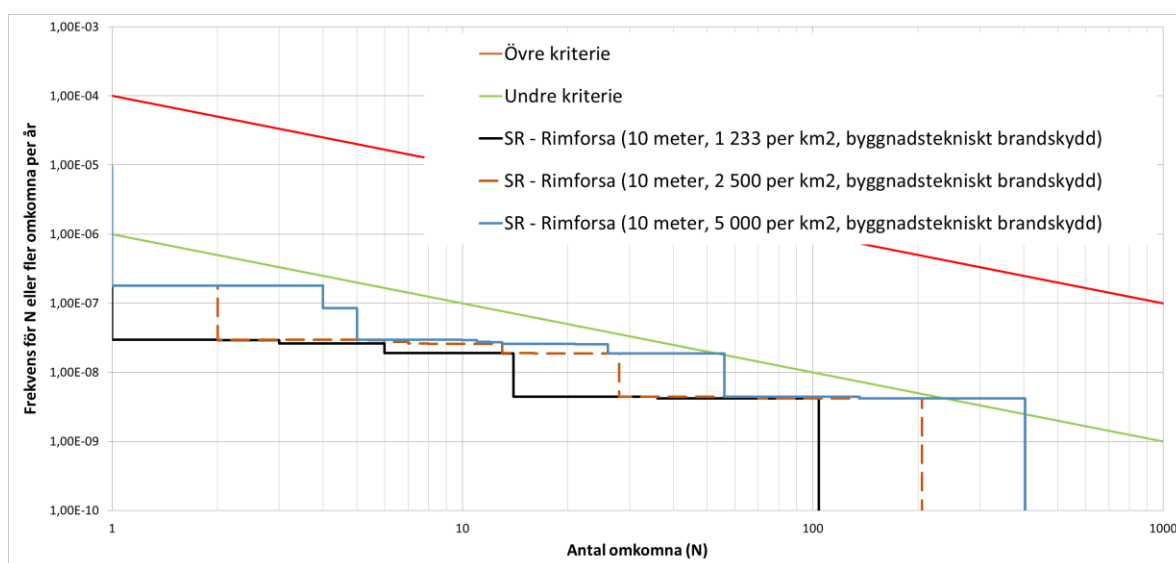
I Figur 16 syns hur samhällsrisken påverkas givet ett skyddsavstånd på 30 meter gentemot Rv 23/34 beroende på persontätheten inom 150 meter från vägen. Först vid en persontäthet som är cirka fyra gånger högre (5 000 per km²) än den generella för Rimforsa tätort (1 233 per km²) når samhällsrisken precis den nedre halvan av ALARP-området. Beräkningen indikerar således att samhällsrisken är robust gentemot kraftiga ökning av persontätheten om ett bebyggelsefritt avstånd på 30 meter upprätthålls



Figur 16. Uppskattad samhällsrisken med avseende på farligt gods-transporterna på Rv 23/34 beroende på persontätheten inom 150 meter från transportleden givet ett skyddsavstånd på 30 meter. Observera att beräkningen även är representativ för Kisa.

I Figur 17 syns hur samhällsrisken påverkas vid en ökad persontäthet i fallet då skyddsavståndet gentemot Rv 23/34 enbart uppgår till 10 meter men byggnadstekniskt brandskydd krävs inom 30 meter från väggkant. Även i detta fall indikerar beräkningen av samhällsrisken är förhållandevis robust gentemot betydande ökning i persontätheten. Vid en persontäthet som är cirka fyra gånger högre (5 000 per km²) än den generella för Rimforså tätort (1 233 per km²) når samhällsrisken för olycks scenarier med högst en omkommen dock inom mitten av ALARP-området.

Brandskydd av fasader kan således inte helt kompensera för den riskökning som ett kortare skyddsavstånd innebär i fall då den tilltänka exploateringen kan förväntas medföra höga personantal. Utifrån denna observation är det rimligt att aktuell riktlinje, i likhet med andra riktlinjer, särskiljer mellan olika typer av markanvändning och anpassar kravbilderna därefter.



Figur 17. Uppskattad samhällsriskenivå med avseende på farligt gods-transporterna på Rv 23/34 beroende på persontätheten inom 150 meter från transportleden givet ett skyddsavstånd på 10 meter och brandskydd av fasader.

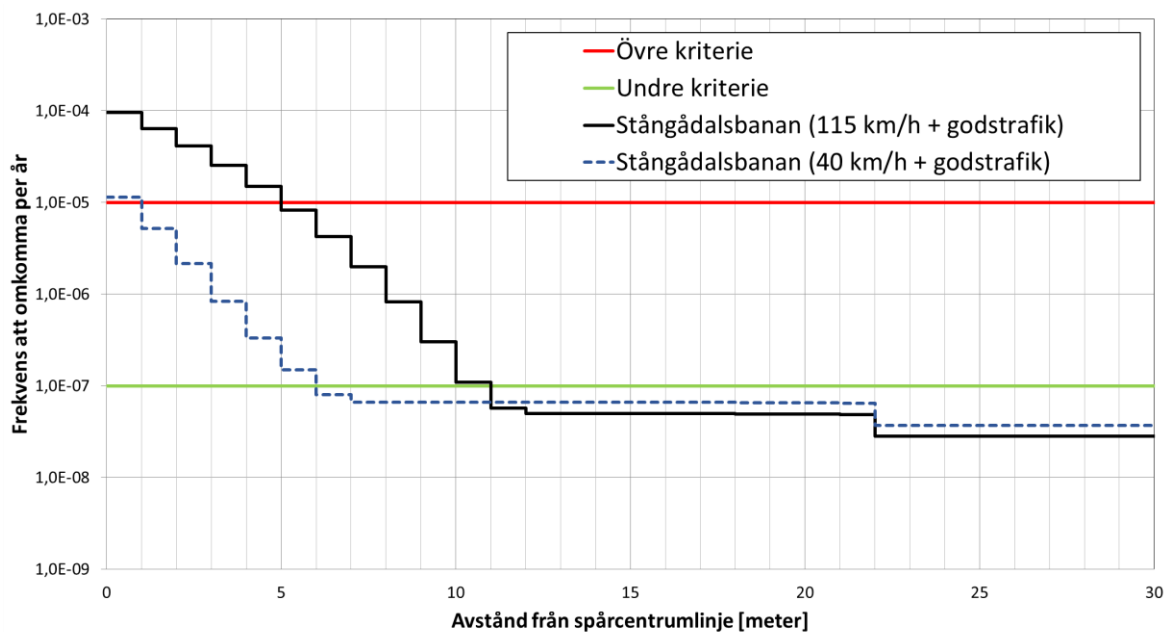
5.5.3 Farligt gods-transporter på Stångådalsbanan

I Figur 18 syns hur individrisken längs spåren skulle påverkas om godstransporter, inkl. farligt gods, i framtiden skulle börja trafikera järnvägen. Beräkningen indikerar att tillkomsten av godstransporter på järnvägen i studerad omfattning¹ skulle ge en relativt liten ökning av individrisken, som skulle bli acceptabel bortom 6 meter inom tätort (40 km/h) och bortom 11 meter utanför tätort (upp till 115 km/h).

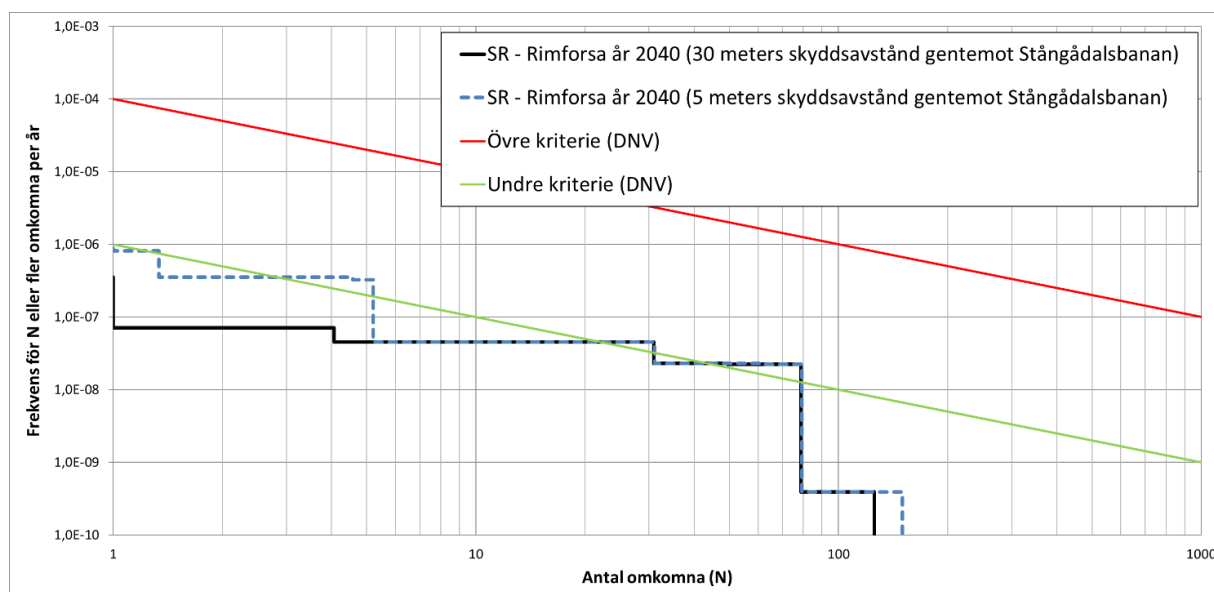
I Figur 19 syns vilken samhällsriskenivå tillkomsten av farligt gods-transporter på järnvägen skulle medföra beroende på skyddsavstånd mellan bebyggelse och närmsta spårmit. Beräkningen indikerar att samhällsriskenivå för båda de utvärderade skyddsavstånden (5 respektive 30 meter) precis når den nedre halvan av ALARP-området.

Ett skyddsavstånd på 30 meter medför en något lägre samhällsriskenivå men skillnaden gentemot alternativet med 5 meter skyddsavstånd är förhållandevis liten. Marginalnyttan av ett ökat skyddsavstånd gentemot järnvägen, för att ta höjd för eventuella framtida godstransporter, bedöms således vara relativt låg ur ett probabilistiskt riskperspektiv.

¹ I beräkningen antas två godståg per årsmedeldygn trafikera järnvägen. Omfattningen av farligt gods-transporter och fördelningen mellan RID-klasserna antas motsvara riksnittet, vilket skulle motsvara att drygt 1150 vagnar med farligt gods per år framförs på järnvägen.



Figur 18. Uppskattad individrisknivå längs Stångådalsbanan om godstransporter i framtiden skulle förekomma på järnvägen.



Figur 19. Uppskattad samhällsrisknivå om farligt gods-transporter i framtiden skulle förekomma på Stångådalsbanan beroende på skyddsavstånd mellan närmsta spårmittpunkt och bebyggelse.

6 SKYDDSAVSTÅND

Vilka skyddsavstånd som ska gälla mellan respektive beaktad farligt gods-led och angivna typbebyggelser baseras på följande underlag:

1. Upprättade beräkningar. De beräkningar som har tagits fram ligger till grund för föreslagna skyddsavstånd. I första hand beaktas individrisken och därefter bedöms samhällsrisken utifrån det skyddsavstånd som individrisken medför. Om såväl individ- som samhällsrisken bedöms vara acceptabel så är skyddsavståndet tillräckligt för all bebyggelse. Om samhällsrisken bedöms ligga i ALARP-zonen måste avståndet beakta typ av bebyggelse. Inga avstånd får medföra att antingen individ- eller samhällsrisken är oacceptabelt hög.
2. Jämförelse med befintliga riktlinjer. Samtliga skyddsavstånd genomgår en benchmarking mot befintliga riktlinjer för att bedöma om skyddsavstånden är i linje med övriga riktlinjer. Om uppenbara avsteg finns ska dessa motiveras. I de fall som resonemang används från andra riktlinjer ska det finns tydlig referens.
3. Kvalitativa resonemang. I vissa fall bedöms även kvalitativt resonemang nödvändiga för att underbygga ett angivet skyddsavstånd. Dessa resonemang ska om möjligt ske med referens till underlag eller där så behövs tydligt framgå varifrån antaganden eller liknande hämtas.

6.1.1 Förslag till skyddsavstånd Rv 23/34

I Tabell 10 redovisas förslag till skyddsavstånd längs med Rv 23/34. Genomförda beräkningar visar att samma skyddsavstånd kan tillämpas längs med berörd väg i hela kommunen, dvs. ingen skillnad behöver göras mellan orterna eller på sträckor utanför orterna.

Tabell 10. Förslag till skyddsavstånd Rv 23/34 för respektive typbebyggelse.

Markanvändning	Skyddsavstånd (meter)	Skyddsavstånd givet byggnadsteknisk åtgärd (meter)
Ej känslig verksamhet	30	10
Mindre känslig verksamhet	30	10
Normalkänslig verksamhet	30	30
Känslig verksamhet	30	30

Individrisken ligger i mitten av ALARP-området upp till 27 meter från väggkant och blir därefter acceptabel. Samhällsriskenivån ligger helt inom acceptabla nivåer vid ett skyddsavstånd på 30 meter. Om skyddsavståndet reduceras till 10 meter ökar samhällsriskenivån och når övre halvan av ALARP-området för olycksscenarioer med ett fåtal omkomna. Sammanfattningsvis indikerar beräkningarna att säkerhetshöjande åtgärder behöver utvärderas och eventuellt vidtas vid planläggning inom 30 meter från Rv 23/34.

Fördjupad analys visar att en acceptabel samhällsriskenivå kan erhållas vid ett bebyggelsefritt avstånd på 10 meter givet att byggnadsdelar (inklusive taktytor) som vetter mot och ligger inom 30 meter från Rv 23/34 utförs brandklassade. Ett skyddsavstånd på 10 meter bedöms därmed vara godtagbart för ej känsliga och mindre känsliga verksamheter, där lägre personantal kan förväntas, givet att brandklassade fasader införs.

Observera att krav på brandklassad fasad måste kombineras med möjlighet att utrymma bort från riskkällan, i detta fall Rv 23/34. För normalkänsliga och känsliga verksamheter krävs fördjupad analys för etablering inom 30 meter från Rv 23/34.

Ovan angivna avstånd ligger i linje med de riktlinjer som omnämns i kapitel 2.

6.1.2 Förslag på skyddsavstånd till Stångådalsbanan

Gällande Stångådalsbanan indikerar beräkningarna att risknivån längs olika delsträckor av järnvägen varierar förhållandevis kraftigt beroende på tågens hastighet. På de delsträckor som går igenom tätorterna och stationsområdena medför den relativt låga hastigheten (40 km/h) att risknivån blir acceptabel bortom 5 meter från spåret (6 meter vid ett framtida hypotetiskt scenario med farligt gods på järnvägen). På spåren utanför tätorten där hastigheten är högre (upp till 115 km/h) blir risknivån acceptabel först bortom 9 meter från spårcentrumlinjen (11 meter vid ett framtida hypotetiskt scenario med farligt gods på järnvägen).

Andra aspekter av järnvägstrafik, så som buller och vibrationer, medför generellt krav på längre skyddsavstånd. Dessutom brukar Trafikverket önska ett skyddsavstånd om 30 meter till järnväg för att säkerställa erforderligt utrymme för skydd av riksintresse, underhåll av järnvägsanläggningen samt räddningsinsats.

WSP rekommenderar att ett skyddsavstånd på 10 meter bör upprätthållas mellan järnvägen och tillkommande bebyggelse baserat på dödsfallsrisken för tredje man. Detta förhållandevis korta avstånd kommer dock sannolikt inte godtas av Trafikverket. Andra aspekter kommer dessutom att vara styrande och kommer att behöva hanteras i planprocessen.

Sammantaget indikerar ovanstående att risk inte blir en avgörande faktor för byggande invid Stångådalsbanan.

7 DISKUSSION

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som påverkar resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som bedöms vara belagda med störst osäkerheter är:

- Framtida personantal inom området,
- utformning och disposition av etableringar,
- omfattning av farligt gods-transporter,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

De antaganden som har gjorts har genomgående varit konservativa så att risknivån längs med respektive led inte ska underskattas.

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. [19]

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger transporter av farligt gods i samhället. [19]

7.1 KÄNSLIGHETSANALYS

För att bedöma hur olika parametrar påverkar de beräkningar som har upprättats har en känslighetsanalys genomförts. Resultatet av känslighetsanalysen presenteras och sammanfattas i avsnitt 5.5. Känslighetsanalysen syftar till att belysa nedanstående frågeställningar:

- Hur påverkar befolkningstätheten samhällsrisknivån?
- Vad händer med risknivåerna i ett framtida scenario där Stångådalsbanan trafikeras av tåg som fraktar farligt gods?

Genomförd känslighetsanalys visar på att upprättade beräkningar är robusta mot framtida förändringar av befolkningstäthet och trafikslag på järnvägen.

7.2 KUMULATIV RISK

Inom fysisk planering avser begreppet kumulativ risk att vissa geografiska områden kan ha en förhöjd risk om riskpåverkan från olika riskkällor överlappar varandra. I denna riskbedömning har ingen kvantitativ riskuppskattning gjorts vad gäller kumulativ risk för områden belägna mellan Rv 23/34 och Stångådalsbanan. Även om de bägge transportlederna löper mer eller mindre parallellt med varandra på sin färd genom kommunen, så är det inbördes avståndet mellan järnvägen och vägen i de allra flesta fall så stort att kumulativ risk inte blir aktuellt. Om exploatering av mark ändå skulle bli aktuellt där avståndet mellan Stångådalsbanan och Rv 23/34 understiger 40 meter, eller i närheten av där transportlederna korsar varandra, ska behov av riskbedömning övervägas.

7.3 JÄMFÖRELSE MED BEFINTLIGA RIKTLINJER

Som framgår i kapitel 6 ska samtliga skyddsavstånd genomgå en benchmarking mot befintliga riktlinjer för att bedöma om skyddsavstånden är i linje med övriga riktlinjer. Om uppenbara avsteg finns ska dessa motiveras.

I Kinda fall ligger rekommendationerna för Rv 23/34 något, men inte signifikant, lägre än andra riktlinjers skyddsavstånd kring primära transportleder. Detta kan i huvudsak förklaras med att Kinda kommun är relativt glesbefolkad, kombinerat med att vägen är relativt lågtrafikerad. Här finns inga större städer och även om Rv 23/34 är en primär transportled så kan den inte jämföras med trafiken som förekommer på exempelvis motorvägar. Det bedöms inte heller vara rimligt att en kommun med samma förutsättningar som Kinda skulle förhålla sig till liknande skyddsavstånd som kommuner och län som har flera städer med hög persontäthet och multipla, tungt trafikerade, primära transportleder.

Vad gäller Stångådalsbanan kan ett skyddsavstånd på 10 meter anses vara signifikant lägre än det mer vanligt förekommande 25-30 meter som rekommenderas invid järnvägar. Att skyddsavstånden blir så pass korta i den kvantitativa analysen för Kinda kommun kan förklaras med ett jämförelsevis lågt ÅDT för tåg, att inget farligt gods transporteras på banan och att låga hastigheter gäller vid passage genom tätorterna. En annan viktig faktor är att riskbedömningar för fysisk planering invid järnvägar i Sverige historiskt har upprättats med användandet av Fredéns modell [18]. På senare år har dock fler och fler analyser i stället tillämpat UIC-modellen [20].

En osäkerhet i Fredéns modeller är de ingående frekvenserna för fel som orsakar urspårning. De baseras på gammal statistik över gamla järnvägsbanor och aggregeras till en allmängiltig frekvens för urspårning. I praktiken betyder detta att den urspårningsfrekvens som ligger till grund för analys med Fredéns modell baseras på urspårningar som skedde mellan 1985–1995. En annan osäkerhet i samma modell är skattningen av konsekvenserna. Modellens skattning av fördelningen mellan avstånden urspårade tåg hamnar på bygger på en metodik där antalet olyckor, samt vilka avstånd tågen hamnat på efter urspårning, sammanställts, vilket ger en slutsats om att cirka 2 % av urspårningar hamnar på 25 meter (exempelvis).

UIC-modellen har en annan utgångspunkt än Fredéns modell och utgår från regelverken kring krav på byggnaders motståndskraft mot mekanisk påverkan från urspårning. Avståndet ett urspårat tåg når beskrivs med $V^{0,55}$, där $V = \text{km/h}$ som tåget färdas med vid urspårning. Modellen säger inte att tåget inte kan komma längre från spåret än så, men sannolikheten för att det ska hamna så långt från järnvägsområdet är så pass liten att det inte ska utgöra dimensionerande parameter i beräkningen.

För Kinda kommun, där sträckor med relativt låga hastigheter förekommer, bedöms UIC-modellen vara lämplig. Kunskap om olika förekommande modeller i denna typ av riskbedömning är dock ett krav för att kunna jämföra olika analyser sinsemellan.

7.4 ANVÄNDANDET AV RIKTLINJEN

En riktlinje behöver vara generell för att vara användbar. Detta medför att det alltid finns undantag då riktlinjen bör frångås. Exempel på sådana undantag kan vara högre eller lägre befolkningstäthet, förändrade transportsflöden, anläggande av särskilt känslig verksamhet med mera. Särskild analys bör också upprättas vid särskilt ogynnsamma topografiska förhållanden, exempelvis bebyggelse på betydligt lägre nivå än järnvägen.

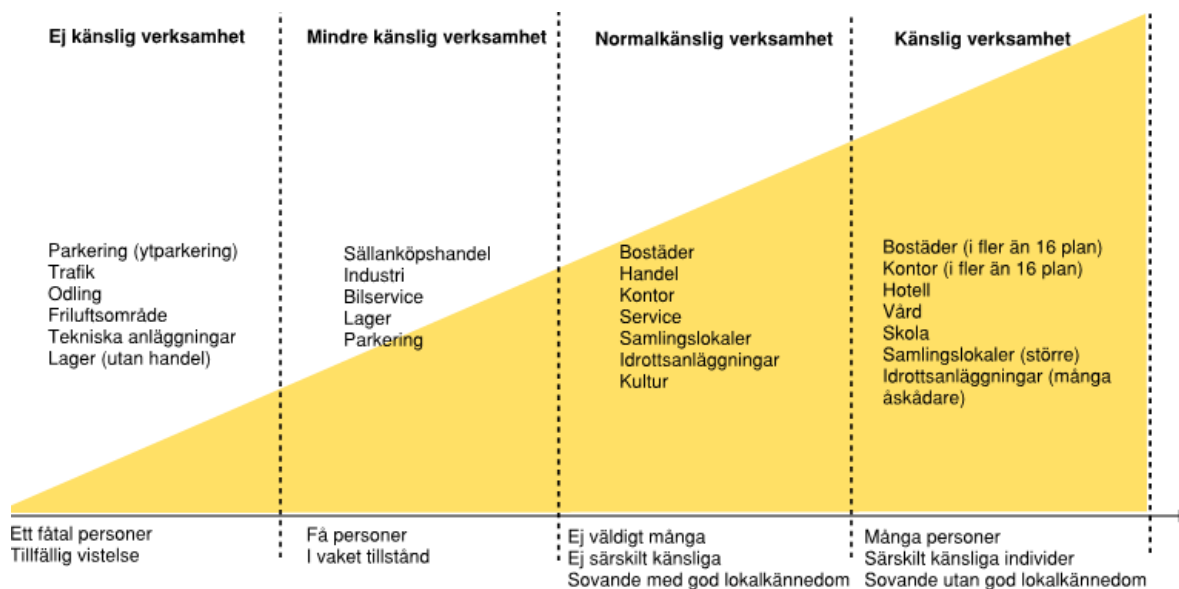
Mot bakgrund av ovanstående är det viktigt att komma ihåg att framtagna rapporter är just en riktlinje, vars syfte är att underlätta samhällsplaneringen i Kinda kommun och bidra till att kommunen med dess huvudorter utvecklas så som önskas samtidigt som erforderlig hänsyn tas till de risker som farligt gods-transporter och järnvägstrafik kan medföra. Mot bakgrund av detta är det viktigt att riktlinjen förankras hos planhandläggare inom kommunen och att en god förståelse finns för hur riktlinjen kan och ska användas, samt hur undantag ska hanteras. Det bör exempelvis fastställas vid vilka förutsättningar som samråd med räddningstjänsten alltid ska ske.

7.5 SEKUNDÄRA TRANSPORTLEDER FÖR FARLIGT GODS

WSP rekommenderar att kommunen, eventuellt i samverkan med exempelvis Länsstyrelsen Östergötland och/eller Transportstyrelsen, ser över behovet av att reglera och hantera den framtida södra ringleden som en sekundärled för farligt gods. I samband med detta kan målpunktsanalys genomföras där lokala transporter av farligt gods identifieras och de sekundära transportlederna utkristalliseras, vilket ger ytterligare möjlighet att förhålla sig till dem i samhällsplaneringen.

8 SLUTSATSER

Följande indelning av typbebyggelse efter känslighet föreslås:



Följande riktlinjer föreslås gälla i Kinda kommun:

Skyddsavstånd från Rv 23/34 för respektive typbebyggelse

Markanvändning	Skyddsavstånd (meter)	Skyddsavstånd givet byggnadsteknisk åtgärd (meter)
Ej känslig verksamhet	30	10
Mindre känslig verksamhet	30	10
Normalkänslig verksamhet	30	30
Känslig verksamhet	30	30

Med byggnadsteknisk åtgärd menas brandklassad fasad (inklusive fönster och tak), kombinerat med möjlighet att utrymma bort från vägen.

Skyddsavstånd från Stångådalbanan

Ett skyddsavstånd på 10 meter bör upprätthållas mellan järnvägen och tillkommande bebyggelse baserat på dödsfallsrisken för tredje man. Med hänsyn till Trafikverkets krav samt aspekter så som buller och vibrationer kommer dock sannolikt ett avstånd om 30 meter bli gällande vid nybyggnation.

BILAGA A. METOD FÖR RISKHANTERING

Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

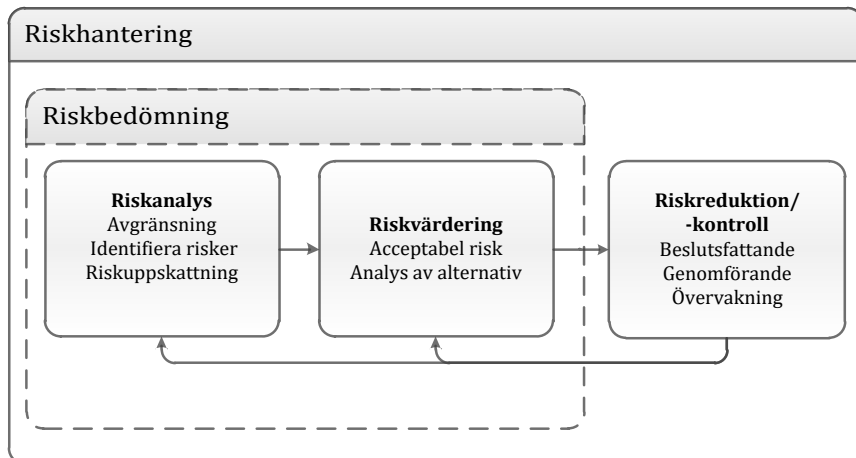
A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd.

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [21] [22], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 20.

Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 20. Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en riskvärdering för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas riskreduktion/-kontroll. I det skedet fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/-kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.

A.2. RISKANALYSMETODER

Nedan beskrivs olika typer av grundläggande riskanalysmetoder. I denna riskbedömning används i huvudsak kvantitativa metoder, kombinerat med vissa kvalitativa resonemang.

A.2.1 *Kvalitativa metoder*

I kvalitativa metoder används beskrivningar av typen stor, mellan eller liten, utan försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall utan, eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra [23].

A.2.2 *Semi-kvantitativa metoder*

De semi-kvantitativa metoderna är mer detaljerade än de renodlat kvalitativa metoderna, och innehåller delvis numeriska riskmått. De numeriska måtten behöver inte vara precisa, utan kan beteckna storleksordningar för att jämföra olika alternativ. En riskmatris är ett exempel på ett semi-kvantitativt verktyg [23].

A.2.3 *Kvantitativa metoder*

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år [24].

BILAGA B. STATISTISKT UNDERLAG VÄG

I denna bilaga redovisas det statistiska underlag för transporter av farligt gods som utgjort grund för genomförda bedömningar och beräkningar.

B.1. BERÄKNING AV OLYCKSFREKVENNS

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [17] presenteras metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt gods-transport på väg. Rapporten är en sammanfattning av Väg och- transportforskningsinstitutets rapport [12] och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

Generellt gäller att vägtyper som tillåter högre hastighet är utformade på ett sätt vilket medför en lägre olyckskvot än där lägre hastighetsbegränsning råder. Korsningar, cirkulationsplatser och dylika utformningar ger högst olyckskvot. Antalet singelolyckor och sannolikheten att en olycka leder till en konsekvens med farligt gods (index) ökar med hastigheten.

Bebyggelsemiljö (Tätort/landsbygd): I VTI-modellen delas vägar in efter bebyggelsemiljön (tätort/landsbygd). Bebyggelsemiljö påverkar olyckskvoten och andelen singelolyckor på vägen.

Olyckskvot: Vägar belägna inom tätorter har i VTI-modellen en högre olyckskvot jämfört med vägar på landsbygden. Förväntat antal trafikolyckor per år på en given vägsträcka är i modellen linjärt beroende av olyckskvoten och trafikarbetet (ÅDT). Vägar belägna i stadsmiljö har generellt fler korsningar, cirkulationsplatser och dylika utformningar vilket genererar en högre olyckskvot jämfört med vägar belägna på landsbygden.

Singelolyckor: En singelolycka är en trafikolycka där endast ett fordon är inblandat. Singelolyckor förekommer oftast på landsvägar (utanför tätbebyggt område). Singelolyckor medför en större risk för farligt godsolyckor än kollisionolyckor. Detta kan troligtvis förklaras med att vältning är en huvudsaklig riskfaktor för utsläpp och att vältning är betydligt vanligare vid singelolyckor. [25]

Hastighet: Hastighetsbegränsningen på aktuell vägsträcka bestämmer parametern "index för farligt gods-olycka". Högre hastigheter medför större rörelsemängder (och därmed större krockvåld) vilket medför en högre sannolikhet för ett utsläpp givet en trafikolycka med ett fordon som transporterar farligt gods.

Antalet trafikolyckor med transport av farligt gods som leder till konsekvens mot omgivningen beräknas enligt nedanstående metodik med indata enligt Tabell 11. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognostiserade trafikflöden för horisontår 2040.

$$Olyckor_{Total}(O) = \dot{A}DT_{Total} \cdot 365 \cdot Sträcka(km) \cdot OK$$

$$Olyckor_{FG} = O \cdot \left[\left(SiO \cdot \frac{\dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} \right) + (1 - SiO) \left(\frac{2 \cdot \dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} - \frac{\dot{A}DT_{FG}^2}{\dot{A}DT_{Total}^2} \right) \right] \cdot Index$$

Tabell 11. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt VTI-modellen.

Indataparameter	Väg 23/34 (2+1, 100 km/h)	Väg 23/34 (1+1, 100 km/h)	Väg 23/34 (1+1, 80 km/h)	Väg 23/34 (1+1, 40 km/h)
ÅDT _{total}	6200	5200	5200	8100
ÅDT _{FG}	23	23	23	23
Olyckskvot (OK)	0,4	0,35	0,4	0,32
Andel Singelolyckor (SiO)	0,6	0,6	0,3	1,35
Index	0,3	0,28	0,28	0,02
Frekvens FG-olycka	4,9 · 10 ⁻³	4,37 · 10 ⁻³	4,99 · 10 ⁻³	2,05 · 10 ⁻²

B.2. ADR-S KLASSER

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar [10] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. Detta innebär inte att ett ämne inte kan ge upphov till typkonsekvenser motsvarande de för en annan klass. T.ex. transporteras vätefluorid under klass 8 eftersom dess primära risk utgörs av frätskador. Ämnet är dock mycket giftigt och kan ge upphov till dödliga konsekvenser över relativt stora avstånd. I Tabell 12 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 12. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [10].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m [11].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
Klass 4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
Klass 5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
Klass 6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [12]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

BILAGA C. FREKVENSBERÄKNINGAR VÄG

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med händelseträdsmetodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario för de olika klasserna. Händelseträden utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S klass. Vid behov anpassas frekvenser till analysens geografiska avgränsningar.

C.1. ADR-S KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN OCH FÖREMÅL

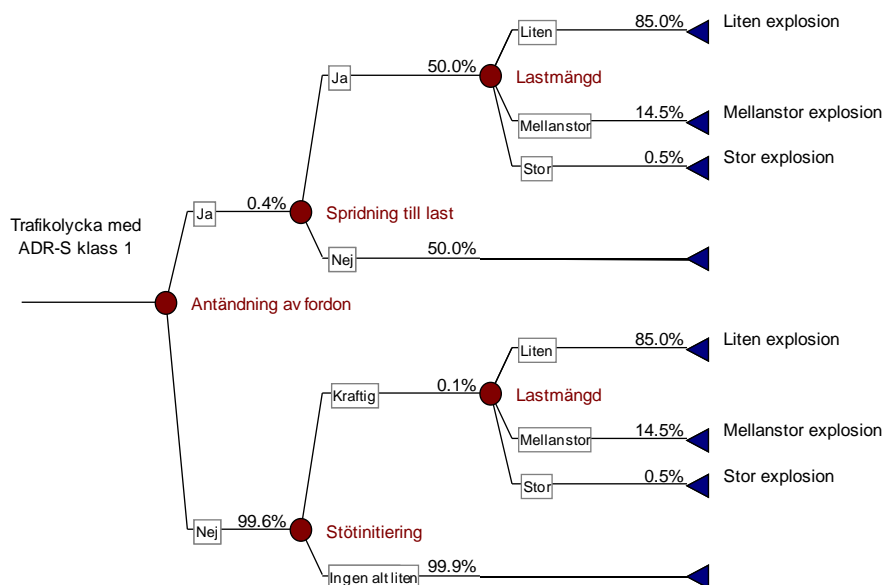
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [10]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar.

C.1.1 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) [26] utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexplosion). Vid beräkningar används riskgrupp 1.1 som representant för vidare utredning av ämnen i ADR-S klass 1. Detta bedöms vara ett konservativt antagande. Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan. Maximal mängd massexplosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor.

C.1.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 21 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett involverande ett fordon lastat med explosiva ämnen. Dessa sannolikheter ligger till grund för frekvensberäkningar och motiveras i texten.



Figur 21. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

C.1.2.1. ANTÄNDNING AV FORDON

De brandscenarier som kan leda till påverkan på lasten bedöms i huvudsak kunna uppkomma om transporten är involverad i en olycka som föranleder brand eller till följd av fordonsfel som leder till brand, till exempel överhettade bromsar eller elektriska fel.

Tillgänglig statistik över omfattningen av bränder inom transportsektorn är begränsad. Utifrån tillgänglig statistik från olika länder (bland annat Japan och Tyskland) anges en olyckskvot på cirka 1 fordonsbrand per 10 miljoner fordonskilometer [27]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [28] [29].

C.1.2.2. BRANDSPRIDNING TILL LASTEN

Sannolikheten för spridning till last och detonation beror på vilken typ av ADR-S klass som involveras, vilket ämne, brandens storlek, mängden transporterat ämne med mera.

En fransk studie av fordonsbränder i tunnlar visar att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats [30], med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverken för transporter av farligt gods ställer krav på transportören att ha handbrandsläckare, och andelen släckta bränder i ADR-S klassade transporter bedöms vara något högre än vid andra olyckor. Resterande bränder antas bli släckta av räddningstjänsten, men då osäkerheter råder om insattiden kan det inte förutsättas att räddningstjänsten alltid förhindrar att branden sprider sig till den explosiva lasten. Utifrån detta resonemang görs samma bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan [31], att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

C.1.2.3. STÖT

Med stöt avses sådan med intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s [32]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [33] anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. Med hänsyn till den utveckling som skett inom fordonsutformning och trafiksäkerhet de senaste 20 åren antas sannolikheten för en stötinitierad detonation vara lägre än de 0,2 % som HMSO anger. Utifrån ovanstående bedöms sannolikheten för att en stöt initierar en detonation vara 0,1 %.

C.1.2.4. FÖRDELNING MELLAN LASTMÄNGDER

Genomfartstrafik respektive transporter till centrallager bedöms vanligen utgöras av maximalt lastade fordon, vilket motsvarar en last på 16 ton med fordon av EX/III-klass. Detta har framkommit i intervjuer med tillverkare och transportörer av explosiva ämnen [34] [35].

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [36] anger att genomfartstrafik utgör omkring 0,5 % av alla transporter med farligt gods. Transporter med 16 ton antas därmed utgöra mindre än 0,5 % av samtliga transporter i klass 1. Detta överensstämmer med uppgifter från tre stora transportörer, som anger att andelen transporter med så stora lastmängder utgör mindre än 1 % av det totala antalet transporter med explosiva varor [37]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [38] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt

Tabell 13, för lastmängder av explosiva ämnen.

Tabell 13. Fördelning mellan lastmängder vid vägtransport av ADR-S klass 1.

Lastmängd	Inkluderat viktintervall	Andel	Representativ lastmängd för konsekvensberäkningar
Mycket stor	(16 000 kg)	0,5 %	16 000 kg
Mellanstor	(500-5000 kg)	14,5 %	1 500 kg
Liten	(<500 kg)	85 %.	150 kg

C.2. ADR-S KLASS 2 – GASER

ADR-S klass 2 omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser med ett eller flera andra ämnen samt föremål innehållande sådana ämnen.

Gaser tillhörande ADR-S klass 2 är indelade i olika riskgrupper beroende på dess farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1.), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2) samt giftiga gaser (riskgrupp 2.3) [10]. Volymen per transport kan, beroende på fordon och ämne, uppgå till cirka 30 ton. Störst skadeverkan vid vådautsläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brandfarliga gaser eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 närmre.

C.2.1 ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

ADR-S riskgrupp 2.1 omfattas av brandfarliga gaser, exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Här utgör brand den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga². Brandfarliga gaser är ofta luktfria [39]. Gasol ansätts som dimensionerande ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns samt att den transporteras tryckkondenserad och i stor utsträckning gör ämnet till ett konservativt val [31].

För brandfarliga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Nedanstående avsnitt beskriver hur en olycka med gods i klass 2.1 kan ta uttryck, samt vilka dimensionerande scenarier och tänkbara skadehändelser som kan uppträda.

C.2.1.1. GASLÄCKAGE

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet [40]. Erfarenheter från utländska studier visar att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med ADR-S klass 3 [17].

C.2.1.2. LÄCKAGESTORLEK

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i [17] utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Med gasol som gas har arean på läckaget beräknats till 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 % [17].

² Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

C.2.1.3. ANTÄNDNING

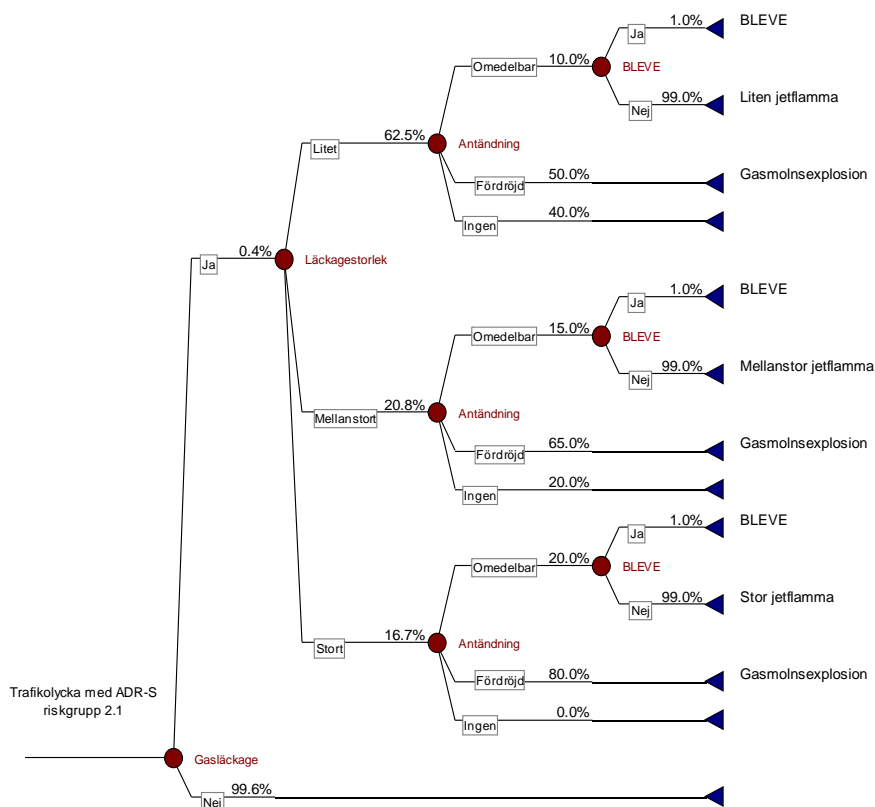
När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % [41], varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. För ett utsläpp som är större än 1500 kg anges motsvarande siffror vara 20 %, 80 % och 0 %. Dessa värden används för *stort* läckage. För *medelstort* läckage antas ett medeltal av ovanstående sannolikheter rimligt att använda, det vill säga 15 %, 65 % och 20 %.

C.2.1.4. BLEVE

En BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) kan inträffa om en tank med tryckkondenserad gas värms upp så snabbt att tryckökningen leder till att tanken rämvar. Detta resulterar i att den kokande vätskan (tryckkondenserad gas) momentant släpps ut och antänds. Detta resulterar i ett mycket stort eldklot. En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank, utan fungerande säkerhetsventil eller där säkerhetsventilen inte snabbt nog hinner avlasta trycket. Det krävs då att en direkt antändning har skett vid en intilliggande tank och orsakat jetflamma som är riktad direkt mot den oskadade tanken. Sannolikheten för att ovan givna förutsättningar ska infalla samtidigt och leda till en BLEVE bedöms vara liten, uppskattningsvis 1 %.

C.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 22 redovisar sannolikheterna i händelseträdets som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 22. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

C.2.3 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser

ADR-S riskgrupp 2.3 omfattar giftiga gaser, exempelvis ammoniak, kolmonoxid, klor, klorväte, svaveldioxid, svavelväte, cyanväte och kvävedioxid. Vissa giftiga gaser är också brandfarliga, som exempelvis ammoniak.

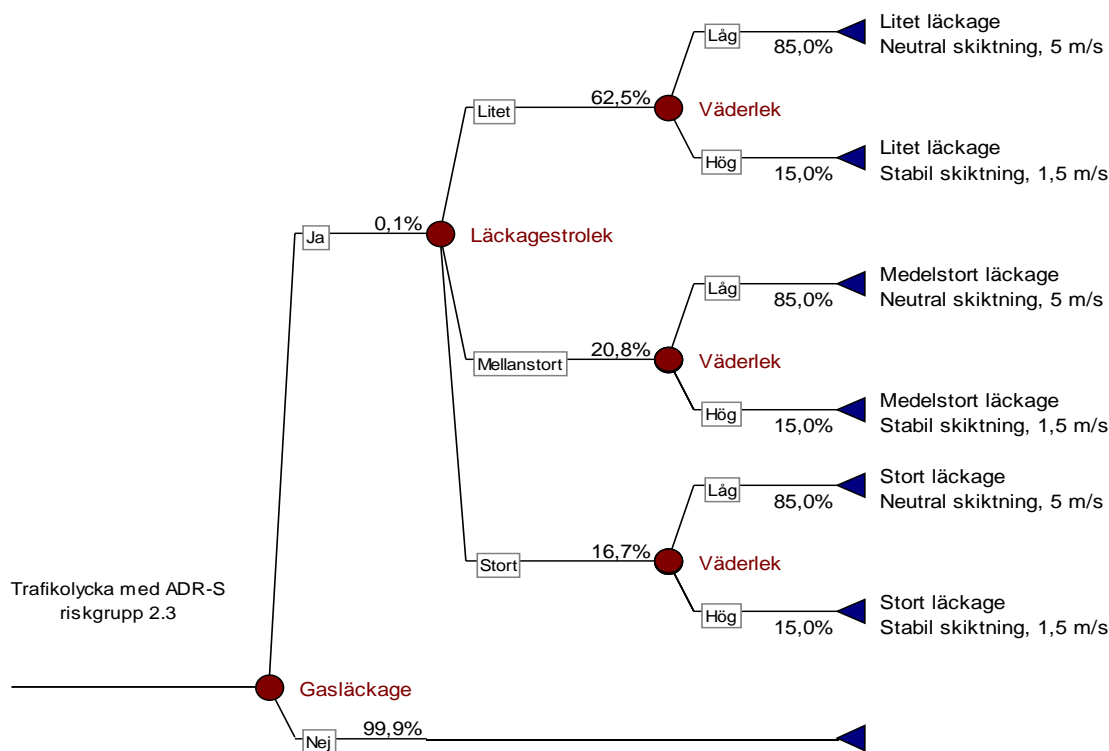
C.2.3.1. REPRESENTATIVT ÄMNE

Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

C.2.3.2. TOXIKOLOGISKA GRÄNSVÄRDEN

För att kvantifiera skadeutfallet vid exponering av ett giftigt ämne finns en rad olika gränsvärden. Då riskbedömningen baseras på frekvensen för dödsfall görs ansätts LC₅₀ som dimensionerande gränsvärde. LC₅₀ är den koncentration där mortaliteten i en normalfördelad population är 50 % för en given exponeringstid. I beräkningarna ansätts konservativt att skadeutfallet inom beräknat konsekvensområde är 100 %.

C.2.4 Händelseträd med sannolikheter



Figur 23. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

C.2.4.1. GASLÄCKAGE

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp [17]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [40]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [17].

C.2.4.2. LÄCKAGESTORLEK

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av giftig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där storlekarna är definierade utifrån utsläppets källstyrka. Storleken på läckaget är samma som för ADR-S klass 2.1 det vill säga 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %; 20,8 % och 16,7 % [17].

C.2.4.3. VÄDERLEK

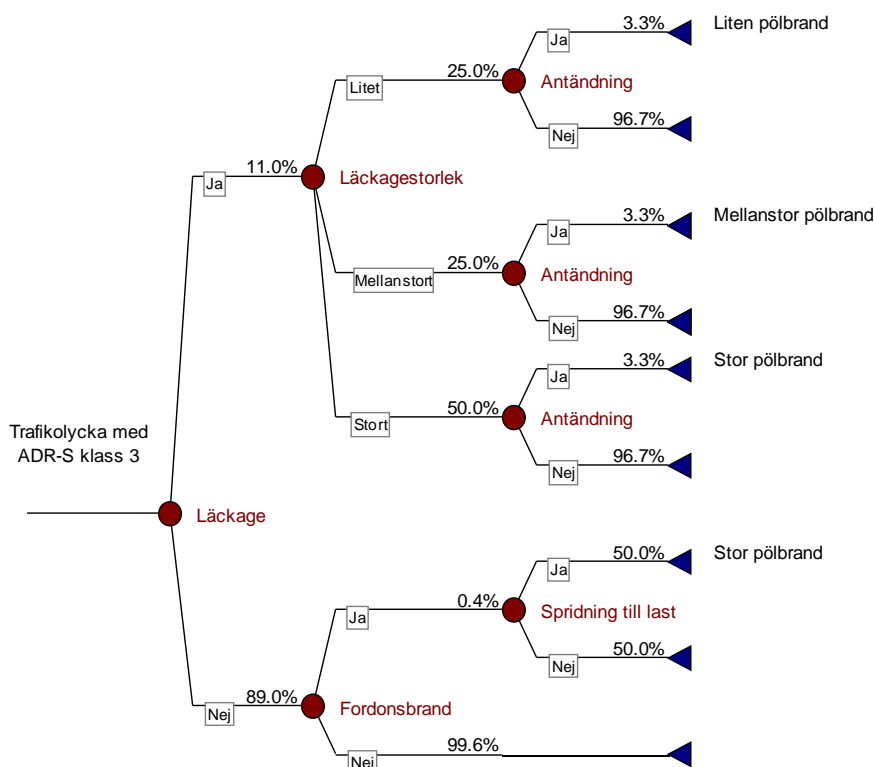
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varierar gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två typer av väderlek – Neutral atmosfärisk skiktning D med en vindhastighet på 5 m/s samt med en Extremt stabil skiktning F med en vindhastighet på 1,5 m/s. Den förstnämnda representerar genomsnittligt väder, vilket förekommer omkring 85 % av tiden, och den sistnämnda representerar ogynnsamt väder vilket ansätts råda under resterande 15 %.

C.3. ADR-S KLASS 3 – BRANDFARLIGA VÄTSKOR

ADR-S klass 3 omfattar brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel etc. De flesta transporter av farligt gods utgörs av brandfarliga vätskor.

C.3.1 Händelseträd med sannolikheter

Figur 24 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 24. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index enligt Tabell 11. Sannolikheten för läckage enligt figuren är endast illustrativ för beräkningsgången

C.3.1.1. LÄCKAGE

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage definieras av sträckans farligt gods-index, se Tabell 11.

C.3.1.2. LÄCKAGESTORLEK

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller klass 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset [42] [43]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [17]. De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

C.3.1.3. ANTÄNDNING

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 [44]. Sannolikheten för antändning av läckage med diesel på väg är mycket låg på grund av dess höga flampunkt, medan sannolikheten för antändning av ett bensinläckage är större. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska vara bensin. Sannolikheten att antändning sker givet läckage av bensin, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % [33].

C.3.1.4. FORDONSBRAND

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt C.1.2) är denna cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

C.4. ADR-S KLASS 5 – OXIDERANDE ÄMNER OCH ORGANISKA PEROXIDER

ADR-S klass 5 är indelad i två riskgrupper; oxiderande ämnen (riskgrupp 5.1) och organiska peroxider (riskgrupp 5.2).

C.4.1 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.1

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera [10].

Ett vanligt förekommande ämne är ammoniumnitrat (AN) som ingår i många gödningsmedel och tillhör riskgrupp 5.1. Ammoniumnitrat kan i samband med vissa omständigheter sönderfalla explosivt genom detonation. Detta kan ske genom ett brandförlopp där ämnet är inneslutet och värms upp under tryckuppbyggnad, eller om det blandas med organiskt material [45]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [46] och FOI [47] kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensin, vegetabiliska oljor, eller om ett annat explosivämne detonerar i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. För att en blandning mellan ammoniumnitrat och organiskt material ska detonera krävs en homogen blandning samt tillförsel av tillräckligt stor energi. Natriumklorat är ett annat ämne som ingår i ADR-S riskgrupp 5.1 och har liknande egenskaper [48].

C.4.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat.

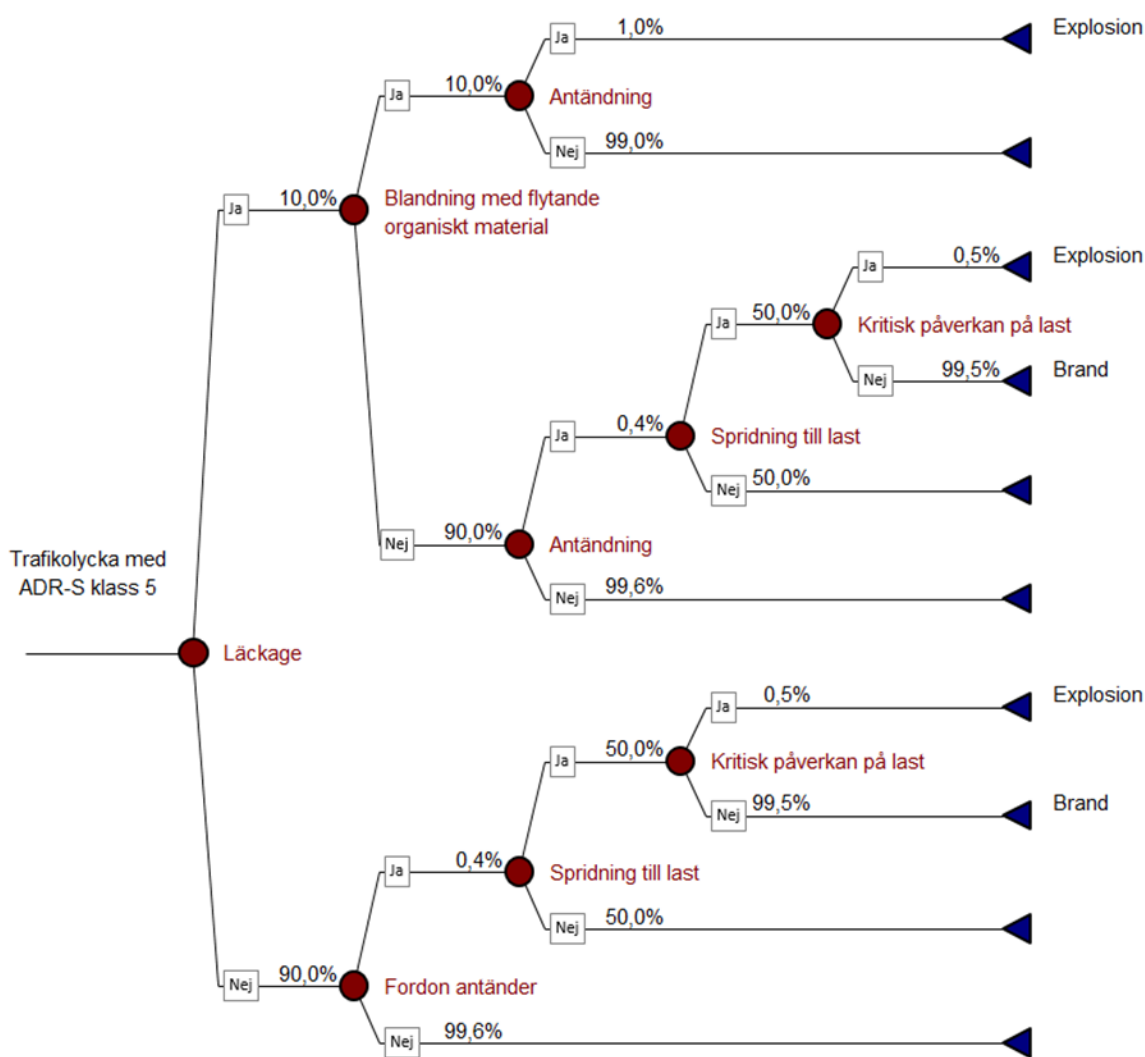
Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [39]. I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

C.4.2.1. TRANSPORTERADE MÄNGDER OCH REPRESENTATIVT ÄMNE

Enligt rekommendationer från holländska myndigheter [49], bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela ADR-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

C.4.2.2. HÄNDELSETRÄD MED SANNOLIKHETER

Figur 25 redovisar ett händelsetråd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur 25. Händelsetråd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

C.4.2.3. LÄCKAGE

Sveriges enda producent av ammoniumnitrat utgörs i dagsläget av Yara AB i Köping. Ammoniumnitrat transporteras som prillade produkter (fasta korn), paketerade i säckar om 1000 kg. Transporterade mängder med bil omfattar ca 36 ton [50]. Säckarna utgörs av två lager, en tjock innersäck av plast samt en yttre av väv, vilka är sammansvetsade upp till. Då ett utsläpp endast bedöms kunna ske om säcken påverkas av ett vasst föremål eller av en stor tryckpåkänning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

C.4.2.4. BLANDNING MED FLYTANDE ORGANISKT MATERIAL

Antändning och sönderfall genom deflagration eller detonation kan ske i samband med en olycka som involverar ammoniumnitrat om det blandas med ett organiskt flytande ämne såsom bensin. Idealt för att ett explosivt förlopp ska inträffa är att ammoniumnitratet blandas med bränslet homogent eller att de blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitratet. Sannolikheten för att ammoniumnitratet ska kontamineras vid en transportolycka ansätts till 10 %.

C.4.2.5. ANTÄNDNING AV BLANDNING

För att blandningen av ammoniumnitrat och bränsle ska explodera krävs att energi tillförs. I denna bedömning har explosion till följd av olyckan antagits ske med en sannolikhet av 1 %. Antagandet baseras på statistik avseende antändning av ett utsläpp med brandfarlig vätska och bedöms vara en konservativ uppskattning då brandfarlig vätska antas vara mer lättantändlig.

C.4.2.6. ANTÄNDNING AV OBLANDAT GODS

Sannolikheten för en antändning efter ett utsläpp av lasten, men utan att den blandats med organiskt material, bedöms utifrån ämnets egenskaper vara lika stor som sannolikheten att fordonet i sig fattar eld vid olyckan, det vill säga 0,4 %.

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt C.1.2) är denna cirka 0,4 %.

C.4.2.7. BRANDSPRIDNING TILL LASTEN

För att ett explosivt förlopp ska ske i detta fall krävs tillförsel av energi i form av antingen en brand eller detonation i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. Sannolikheten för att fordonsbranden ska sprida sig till lastutrymmet beror bland mycket annat på fordonets utformning och hur lasten förvaras. Enligt tidigare resonemang antas sannolikheten för brandspridning till lasten vara 50 %.

C.4.2.8. KRITISK PÅVERKAN PÅ LAST

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [46]. Antändning av ammoniumnitrat/bränsleblandning kan övergå till ett självunderhållande sönderfall (som behandlats ovan) medan ren ammoniumnitrat är så stabil att ett eventuellt sönderfall upphör då värmekällan avlägsnas [45]. Baserat på detta bedöms explosiva förlopp initierade av brand vara relativt långsamma förlopp. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna anges brinntider på cirka 1–16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

C.5. ACKUMULERAD OLYCKSPÅVERKAN

Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen vid individriskberäkningen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i Bilaga D).

BILAGA D. KONSEKVENSBERÄKNINGAR VÄG

I detta avsnitt beskrivs hur konsekvensområdet och det förväntade skadeutfallet för olika klasser kvantifierats. Beräkningarna redogörs separat för respektive ADR-S klass.

D.1. ANTAGANDE OM OLYCKANS PLACERING

Konsekvenser som uppstår vid olycksscenerierna antas utgå från väggkant närmast området.

Om det finns en mittbarriär eller avståndet mellan två körriktningar är stort används ett differentierat konsekvensavstånd. Individriskkurvor från respektive körfält slås ihop till en, där det ena körfältets konsekvensavstånd korrigerats för att gälla för det ökade avståndet från väggkanten.

D.2. ADR-S KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN

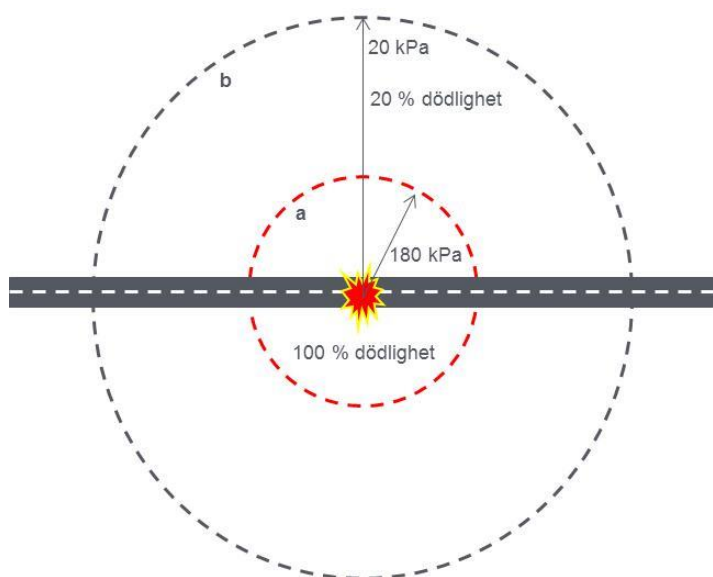
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [51].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa [52]. Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15–40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

Sammantaget bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödlig påverkan, beroende på vilken effekt som studeras. Följande antaganden har gjorts vad gäller konsekvenserna:

- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20–180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa enligt Figur 26.



Figur 26. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [53] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 14. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 14. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstötstågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180 \text{ kPa}$	Avstånd $P \geq 20 \text{ kPa}$
Liten explosion	150 kg	13 meter	41 meter
Mellanstor explosion	1 500 kg	28 meter	88 meter
Stor explosion	16 000 kg	62 meter	193 meter

D.3. ADR-S KLASS 2 – GASER

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brandfarliga och giftiga gaser. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken ungefärlig spridningsvinkel som konsekvensområdet får.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

D.3.1 ADR-S riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brandfarlig gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar, och att mängden gas i en tankbil är 25 ton.

Programvaran *Spridning Luft* [54] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [17] för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 15. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q	Läckagestorlek, Ø	Läckagestorlek, A
Litet	0,09 kg/s	0,32 cm	0,08 cm ²
Mellanstort	0,9 kg/s	1,03 cm	0,83 cm ²
Stort	17,9 kg/s	4,56 cm	16,4 cm ²

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Gasen antas vara propan (gasol).
- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.

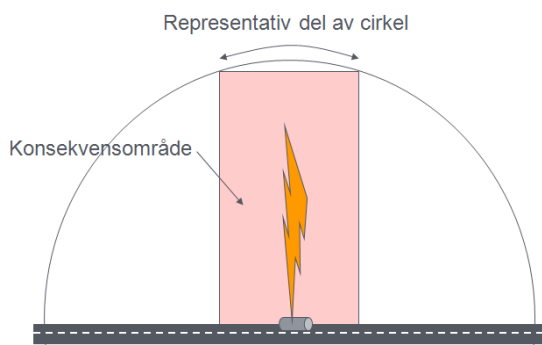
D.3.1.1. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [52]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

D.3.1.2. JETFLAMMA

En jetflamma kan uppstå om ett utsläpp av en brännbar gas antänds och förbränns direkt i anslutning till själva läckaget. En mycket kraftig stående flamma uppstår då när gasen trycks ut från kärlet.

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [52], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [55] används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden $t = 10$ s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 27.



Figur 27. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

D.3.1.3. GASMOLNEXPLOSION

En gasmolnexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning förbränns hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran Spridning Luft [54] används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns.

Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 27.

D.4. KONSEKVENSAVSTÅND ADR-S RISKGRUPP 2.1

Nedan sammanställs de framräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1.

- BLEVE 170 meter
- Liten jetflamma 5 meter
- Medelstor jetflamma 17 meter
- Stor jetflamma 73 meter
- Gasmolnsexplosion 42 meter

D.5. ADR-S RISKGRUPP 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen *Spridning Luft* och med *ALOHA* för totalt 6 scenarier enligt Tabell 16. Redovisat konsekvensavstånd för respektive scenario utgörs genomgående av det högre värdet från simulering med de båda programmen. Indata till beräkningarna utgörs av underlag enligt Bilaga C och med en ytråhet på 0,5 m.

Tabell 16. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Väderlek	Avstånd till LC _{50@30 min}	Spridningsvinkel
Litet	Stabilitetsklass D, 5 m/s	10 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	30 meter	30°
Mellanstort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	30 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	150 meter	30°
Stort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	135 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	690 meter	30°

D.6. ADR-S KLASS 3

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmeinstrålningnivån överstiger 15 kW/m². Det är en strålningnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad [31] [56].

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska har för olycka på väg antagits till 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) respektive 400 m² (*stort*). All brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) antas i beräkningarna utgöras av bensin, vilket bedöms vara konservativt.

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av handberäkningar [31]. I Tabell 17 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 17. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m²) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Avstånd till 15 kW/m ² från pölkant
Litet utsläpp	50 m ²	12 meter
Mellanstort utsläpp	200 m ²	21 meter
Stort utsläpp	400 m ²	27 meter

D.7. ADR-S KLASS 5

Två typer av olycksscenarier med påverkan på omgivningen har identifierats i samband med olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider: Explosion och brand.

D.7.1 Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl [48]. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

Resultaten visar att personer i omgivningen omkommer inom drygt 30 meter, medan byggnader skadas inom drygt 120 meter.

D.7.2 Brand

En brand som inkluderar ämnen i ADR-S klass 5 är mycket intensiv, eftersom dessa ämnen är brandunderstödjande. Grovt antas en sådan brand motsvara en stor pölbrand så som den beaktas inom ADR-S klass 3 ovan. Konsekvensavståndet blir därmed 30 meter.

BILAGA E. FREKVENSBERÄKNINGAR JÄRNVÄG

För att kunna kvantifiera risknivån i området behövs ett mått på frekvensen för de skadescenarier som identifierats och bedömts kunna inträffa på den planerade järnvägssträckningen i höjd med studerat område. Denna frekvens beräknas enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [57]. Därefter används händelseträdsmetodik för att bedöma frekvenserna för de scenarier som kan få konsekvensen att minst en person skadas allvarligt eller omkommer. Det bör påpekas att det är frekvensen för järnvägsolycka (antal olyckor per år) och inte sannolikheten som skattas med denna modell.

E.1. SANNOLIKHET FÖR URSPÅRNING

De indata som krävs för att kunna skatta frekvensen för järnvägsolycka är:

- Den studerade sträckans längd (km) som bestäms av den sträcka på vilken en olycka kan påverka planområdet. Den studerad sträcka är i samtliga fall 1 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år). Beräkningarna baseras på de prognostiserade trafikflödena för horisontår 2040.
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år). Persontågen på Stångådalsbanan antas i snitt ha 3 vagnar. Eventuella framtida godståg antas i genomsnitt ha 17 vagnar.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.
- Antal växlar på den studerade sträckan. Vid passagen genom tätorterna och stationsområdena antas varje tåg i snitt behöver passera 2 järnvägsväxlar per km (Notera att en växelpassage i sig utgör ett potentiellt riskmoment även om ingen faktiskt växlingsrörelse sker). Stångådalsbanan är enkelspårig varvid inga växelpassager förekommer på delsträckorna utanför tätorterna.

E.1.1 Urspåring

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspåring av tåg redovisas i Tabell 18 [58]:

Tabell 18. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspåring.

Identifierade olyckstyper för urspåring	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm (godståg)
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg)
Växel sliten, trasig	$5,00 \cdot 10^{-9}$	antal tågpassager
Växel ur kontroll	$7,00 \cdot 10^{-8}$	antal tågpassager
Vagnfel		
Persontåg	$9,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (persontåg)
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	vagnaxelkm (godståg)
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg)
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	tågkm
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	tågkm (godståg)

E.1.2 Sammanstötningar

I denna grupp innefattas sammanstötningar mellan rälsburna fordon, som t.ex. sammanstötning mellan två tåg, mellan tåg och arbetsfordon etc. Sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje antas vara så låg att den inte är signifikant [57] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

E.1.3 Resultat

Notera att vissa olyckstyper i Tabell 18 som kan resultera i en urspårning är specifikt kopplade till godstrafik, exempelvis vagnfel godståg och lastförskjutningar. Olycksfrekvenserna för dessa olyckstyper allokeras därmed enbart till händelsen urspårning godståg. Frekvensbidraget från olyckstyper som inte specifikt rör godståg fördelas genom att vikta för andelen tåg av respektive trafikslag som förekommer på sträckan enligt nedanstående exempel:

$$\varphi(\text{Godståg, rälsbrott}) = \varphi(\text{rälsbrott}) \cdot \text{Andel godståg}$$

$$\text{Andel godståg} = \frac{\text{Antal godståg}}{\text{Antal godståg} + \text{Antal persontåg}}$$

I Tabell 19 redovisas hur olycksfrekvenserna har fördelats över respektive trafikslag.

Tabell 19. Fördelning av olycksfrekvenser för respektive trafikslag.

Urspårning godståg	Frekvens (per år)
Vagnfel godståg	$\varphi(\text{vagnfel godståg})$
Lastförskjutning	$\varphi(\text{lastförskjutning})$
Okänd orsak	$\varphi(\text{okänd orsak})$
Spårlägesfel	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{spårlägesfel})$
Solkurvor	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{solkurvor})$
Växel sliten, trasig	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{växel sliten, trasig})$
Växel ur kontroll	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{växel ur kontroll})$
Rälsbrott	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{rälsbrott})$
Annan orsak	$\text{Andel godståg} \cdot \varphi(\text{annan orsak})$
Σ	$\varphi(\text{godståg})$
Urspårning persontåg	Frekvens (per år)
Vagnfel persontåg	$\varphi(\text{vagnfel persontåg})$
Solkurvor	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{solkurvor})$
Spårlägesfel	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{spårlägesfel})$
Växel sliten, trasig	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{växel sliten, trasig})$
Växel ur kontroll	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{växel ur kontroll})$
Rälsbrott	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{rälsbrott})$
Annan orsak	$\text{Andel persontåg} \cdot \varphi(\text{annan orsak})$
Σ	$\varphi(\text{persontåg})$

E.1.4 Avstånd från spår för urspårande vagnar

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I Eurocode om dimensioneringskrav avseende olyckslaster hänvisas till UIC 777–2 för vägledning avseende olyckslaster orsakade av spårbunden trafik [59]. I UIC-modellen har hastigheten (km/h) på sträckan en central betydelse då denna parameter bland annat avgör hur långt från spåret (vinkelrätt) urspårade fordon kan hamna.

Modellen anger att sannolikheten (P2) för kollision mellan urspårade fordon och spårnära objekt, exempelvis en byggnad eller ett brostöd, kan uppskattas som funktion av det vinkelrätta avståndet mellan objektet och spårmitten enligt nedanstående samband [60]:

$$P2 (\text{enkelspår}) = [(b - a)/b]^2 \cdot 0,5 \cdot c/d$$

$$P2 (\text{dubbelspår}) = [(b - a)/b]^2 + [(b - (a + 4,2))/b]^2 \cdot 0,5 \cdot c/d$$

$$d = \text{den längsta urspårningssträckan längs med spåret} = V^2/80$$

$$b = \text{det urspårade tåget maximala avvikelse vinkelrätt från spåret i meter} = V^{0,55}$$

$$a = \text{det vinkelrätta avståndet mellan spårcentrumlinjen och ett givet objekt}$$

$$c = \text{sträckan parallell med spåret på avståndet a som riskerar att träffas av urspårade fordon}$$

$$c = (d/b) \cdot (b - a)$$

E.2. JÄRNVÄGSOLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Enligt tidigare resonemang bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-S-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Frekvensen för en olycka med godståg uppskattas enligt beräkningsgången i avsnitt E.1.3. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [62]. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1 - (1 - X)^{3,5}$$

Där X är andelen vagnar med farligt gods som framförs på sträckan per år. Då omfattningen av eventuella tillkommande farligt gods-transporter på Stångådalsbanan antas följa nuvarande riskgenomsnitt uppgår andelen farligt gods-vagnar till 9 % i känslighetsanalyserna.

E.3. OLYCKSSCENARIER – HÄNDELSETRÄDSMETODIK

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik.

E.3.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

Inom EU är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras på väg 16 ton, och små mängder begränsas till 50–100 kg. Dock tillåts större mängder på järnväg, varför 25 ton antagits som maximal transportmängd.

Transport av RID-S klass 1 på järnväg är väldigt sparsam. Åren 2006–2010 transporterades en så liten mängd klass 1 att siffran som anges avrundats ner till 0 (tusen ton/år). Summan under tidsperioden för klass 1 utgör endast 0,015 % av den totala mängden farligt gods [60]. Denna siffra gäller för Sverige i helhet, och en nedbrytning till transporter på en specifik sträcka går inte göra på något enkelt sätt. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels företagsmässigt och dels säkerhetsmässigt. Enligt samtal med ett av de största transportbolagen på järnväg hade det endast tre transporter med klass 1 under hela 2011 i Sverige.

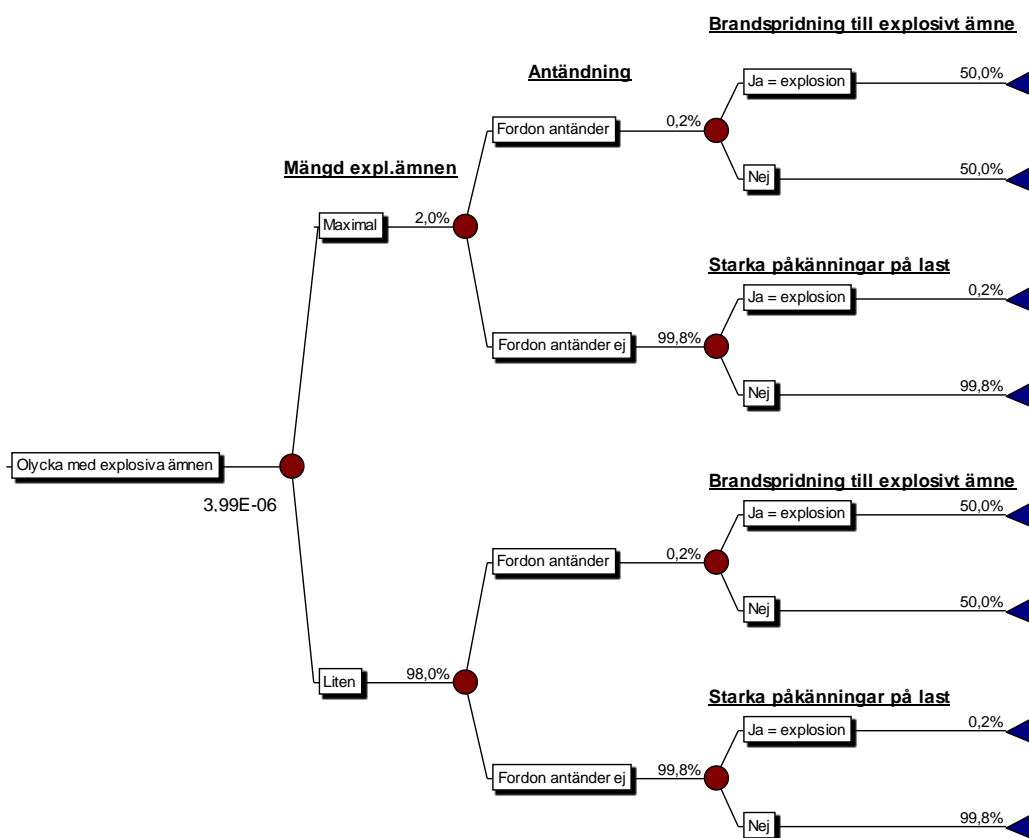
Ingen uppgift om total mängd explosiver finns att tillgå eftersom även emballage och annat räknas in i transportvikten. Uppskattningsvis var ingen av de tre transportererna på mer än 500 kg explosivt ämne [61].

En grov uppskattning är att laster på 25 ton utgör cirka 2 % av antalet transporter med RID-S klass 1, och övriga 98 % antas förenklat utgöra mindre laster om 100-150 kg.

En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora, d.v.s. om lasten utsätts för stöt. Eftersom det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen ska förpackas och hanteras vid transport görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar.

Sannolikheten för att en vagn inblandad i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 %, vilket är hälften av motsvarande sannolikhet för vägolycka [28] [29]. Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % [62].

Med stöt avses sådan stöt som har den intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s [32]. Till skillnad från i fallet med brand så saknas kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. Som ett jämförelsevärde att förhålla sig till anger HMSO [33] att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. I Figur 28 redovisas möjliga scenarier.



Figur 28. Händelsetråd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

E.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 [63], antas 87 % av transportererna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser. 13 % antas vara giftiga gaser. Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om det rör sig om en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka är för tjockväggiga vagnar 1 % i båda fallen [57]. Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 98 %.

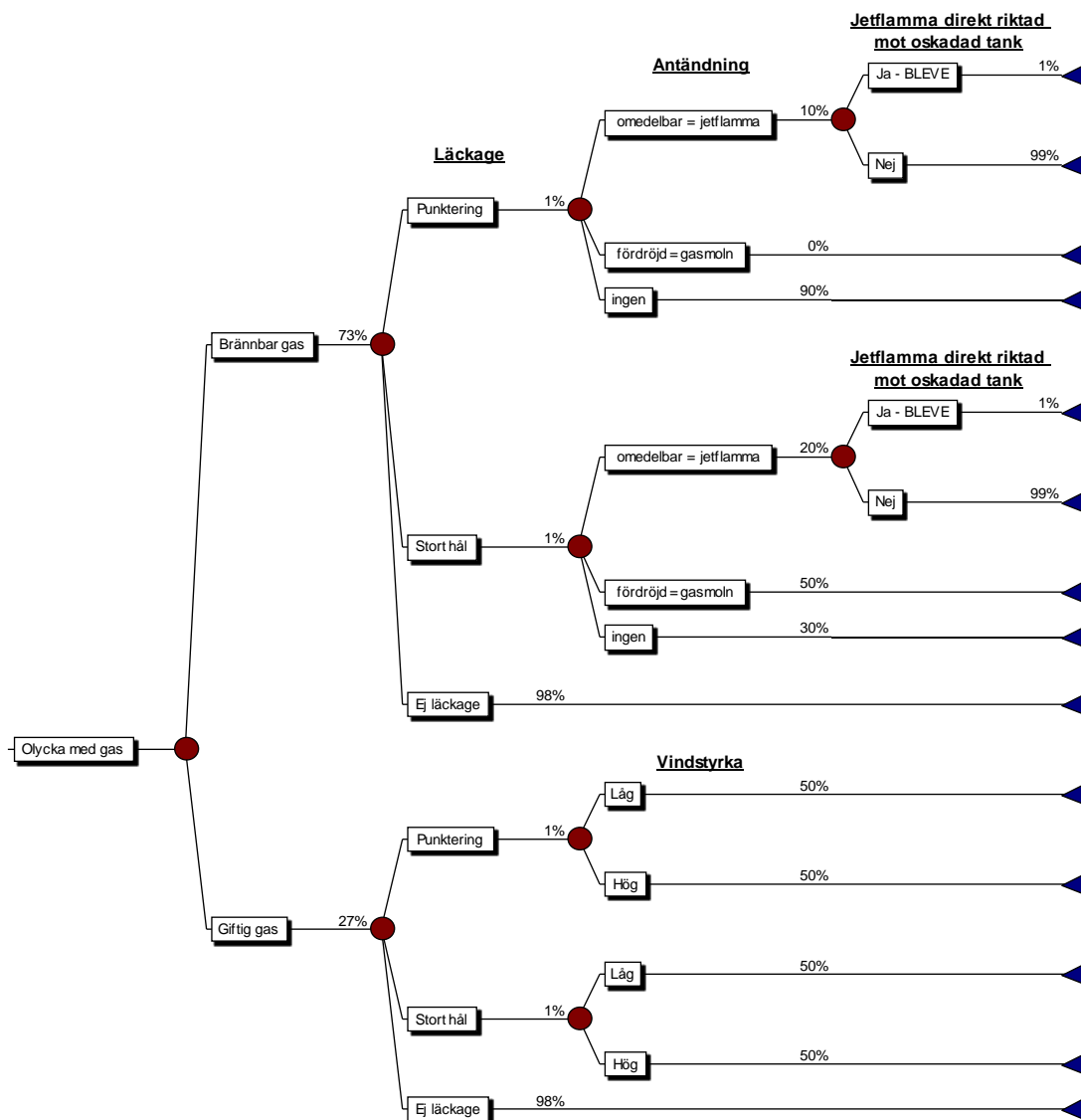
För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot, BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion), är mycket ovanligt och kan endast inträffa om vagnen saknar säkerhetsventil och tanken utsätts för en omfattande brand. En BLEVE kan då uppkomma om tanken utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid.

För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter [64] för:

- omedelbar antändning (jetflamma): 10 %
- fördröjd antändning (brinnande gasmoln): 0
- ingen antändning: 90 %

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 20 %, 50 % och 30 % [64]. En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten. Konservativt ansätts 1 %.

För olycka med *giftiga gaser* påverkar vindstyrkan utsläppets konsekvenser på omgivningen. Vindstyrkan antas vara antingen hög (8 m/s) eller låg (3 m/s) med lika stor sannolikhet. I Figur 29 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.

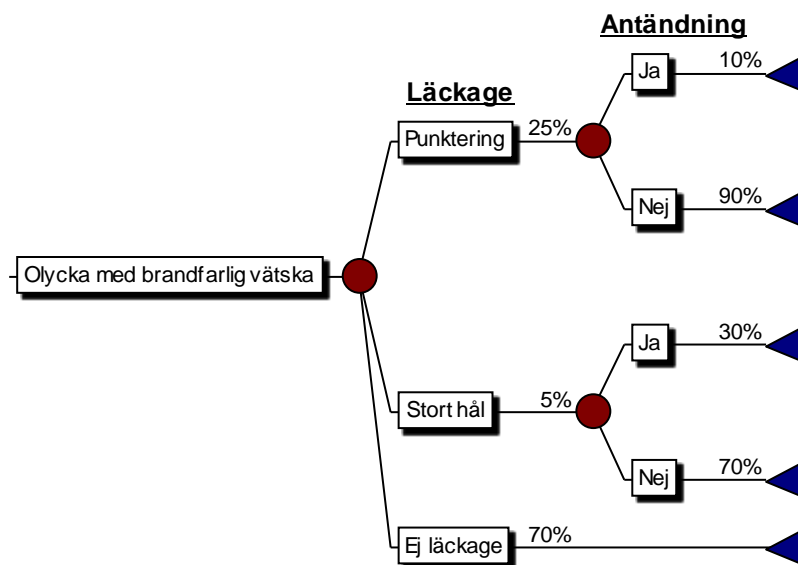


Figur 29. Händelsetråd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

E.3.3 RID-S-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Brandfarliga vätskor antas oftast transporteras i tunnväggiga tankar, och sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är 25 % och 5 % [57]. I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg ska antändas antas vara 10 % respektive 30 % [57]. I Figur 30 redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska. Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt om underlaget vid järnvägsbanken består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material, vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.



Figur 30. Händelsetråd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

E.3.4 RID-S-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

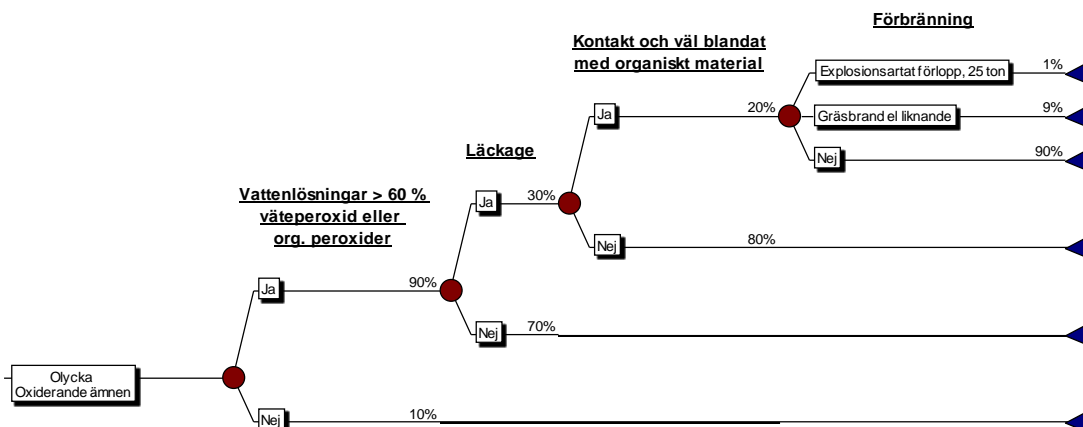
Oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända. Vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp och detsamma gäller för organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion.

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera brand eller understödja brand i andra ämnen, t.ex. brand i vegetation kring banvallen. Explosion kan inträffa i vissa fall.

Vissa organiska peroxider är så känsliga att de endast får transporteras under temperaturkontrollerade förhållanden. Dessa ämnen får ej transporteras på järnväg enligt RID.

Transportstatistik [60] anger att 93 % av transportererna i RID-S-klass 5 utgörs av oxiderande ämnen, och 7 % av organiska peroxider. En huvuddel av de oxiderande ämnen som transporteras i Sverige bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Utifrån detta antas 90 % av transportererna med klass 5 kunna leda till explosionsartade förlopp.

Oxiderande ämnen antas bli transporterade i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 % (se ovan i avsnitt E.3.3 avseende litet respektive stort läckage). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med väl blandat och organiskt material har i aktuellt fall antagits till 1 % [62]. Givet att blandning skett antas en antändning uppstå med sannolikheten 10 %. 10 % av fallen då blandningen antänt antas gå till detonation, medan resterande 90 % antas utvecklas till en kraftig brand. I Figur 31 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 31. Händelsetråd för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

E.4. ANPASSNING AV SANNOLIKHETEN ATT PÅVERKAS UTIFRÅN KONSEKVENSAVSTÅNDETS LÄNGD

För individriskberäkningarna görs en frekvensreducering med avseende på att vissa scenarier har konsekvensavstånd som inte sträcker sig över hela den studerade sträckan. En specifik plats drabbas bara av olyckans konsekvenser om den inträffar på en viss sträcka i närheten. Längden på denna sträcka antas vara det uppskattade konsekvensavståndet multiplicerat med en faktor 2. Detta värde dividerat med den totala studerade sträckan ger därmed en frekvensreduktionsfaktor för respektive scenario.

BILAGA F. KONSEKVENSBERÄKNINGAR JÄRNVÄG

De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario.

Alla konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods har beräknats utifrån att olyckan inträffar på spåret, från vilket alla konsekvensavstånd sedan uppskattas. Vid beräkning av mekanisk skada orsakad av urspårning har dock de urspårande vagnarnas avstånd från spåret beaktats.

F.1. MEKANISK SKADA VID URSPÅRNING

I samband med urspårningar antas dödlig påverkan uppstå på alla människor som befinner sig inom det avstånd på vilket tåget hamnar. Risken för mekanisk påverkan på människor eller byggnader är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg.

F.2. UPPSKATTADE KONSEKVENSER FÖR OLYCKOR MED FARLIGT GODS

Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt gods-klasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för de beaktade scenarierna. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

F.2.1 RID-S-klass 1 – Explosiva ämnen

Detonationer och de konsekvenser som dessa orsakar är komplexa och kräver beaktande av många faktorer. Konsekvenserna för människor beror bland annat på mängden explosiv vara, omgivningens utformning (tillgång till skydd i form av bebyggelse eller liknande) samt hur personer befinner sig i förhållande till explosionen.

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål som splitter kastas mot människor (sekundära) [65].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa [66]. Detta värde kan dock vara missvisande då det gäller direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Dödliga förhållanden för personer utomhus antas i denna riskbedömning uppstå redan vid 70 kPa (gräns för lungskador) då även sekundära effekter inkluderas. Enligt Göteborgs fördjupade översiktsplan för sektorn transporter av farligt gods blir konsekvensavståndet då cirka 120 meter för en 25 ton laddning. För en 150 kg laddning blir motsvarande avstånd omkring 30 meter [62].

Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa (40 kPa för moderna byggnader).

I FÖP Göteborg [62] anges att väggar kan förväntas raseras i moderna byggnader på upp till 250 meters avstånd från en 25 tons explosion. Vid en 150 kg explosion uppkommer 40 kPa på omkring 25 meters avstånd.

F.2.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Gaser indelas i brännbara, inerta och giftiga. Det är endast de brännbara (RID-S-klass 2.1) och giftiga gaserna (RID-S-klass 2.3) som antas kunna innebära dödliga konsekvenser för omgivningen vid olycka.

F.2.2.1. BRÄNNBAR GAS, RID-S-KLASS 2.1

Konservativt antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga vagnar, eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns, vilket antas medföra att antändning kommer att kunna inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen. Mängden gas i en järnvägsvagn antas till cirka 40 ton [67].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [68]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [69], dels eventuell jetflammas längd vid omedelbar antändning, dels det brännbara gasmolnets volym samt området som påverkas vid en BLEVE.

För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan och därför antas det konservativt att detta är fallet.

För värmestrålning antas en rimlig kritisk nivå där människor förväntas omkomma vara 15 kW/m² (vilket orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering).

De indata som använts i *Gasol* för att simulera konsekvensområden för jetflamma och gasmoln presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,83 (Rektangulärt hål med kanterna fläkt utåt)
- Tankdiameter: 2,5 m (jvg)
- Tanklängd: 19 m (jvg)
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens vikt tom: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4*designtrycket
- Lufftryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

I Tabell 20 visas de avstånd inom vilka personer antas omkomma för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tanken och inte har hunnit spädas ut ytterligare.

Det brännbara molnets volym bedöms där vara som störst. Det skadedrabbade området, med avseende på brinnande gasmoln, uppskattas vara molnets storlek plus avståndet där tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten.

Tabell 20. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier med brännbara gaser.

Scenario	Källstyrka	Antändning	Konsekvensavstånd
BLEVE	-	-	Cirkulärt 200 m radie
Punktering	2,4 kg/s	Jetflamma	18 m
		Gasmoln	18 m
Stort hål	60 kg/s	Jetflamma	91 m
		Gasmoln	21 m

F.2.2.2. GIFTIG GAS, RID-S-KLASS 2.3

Den icke brännbara men giftiga gasen antas vara klor som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Att använda klor som representativt ämne bedöms vara konservativt, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid.

Med simuleringsprogrammet *Spridning luft* [70] beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (utomhus). Använt gränsvärde för dödliga skador (LC₅₀³) för klor är 250 ppm.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [70]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [70].

Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. *Spridning luft* visar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning, se Tabell 21.

De indata som använts i *Spridning luft* för att simulera konsekvensområden för utsläpp av giftig gas presenteras nedan. Vindstyrkan kommer att varieras från 3-8 m/s och simuleringar kommer att göras med olika stora utsläppsmängder, men i övrigt hålls faktorerna konstanta:

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Järnvägsvagn (65 000 kg)
- Bebyggelse: Bebyggt
- Lagringstemperatur: 15°C
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Molnighet: vår, dag och klart

Tabell 21. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten.

Scenario	Källstyrka	Vindstyrka	Konsekvensavstånd
Punktering	0,45 kg/s	3 m/s	38 m
		8 m/s	34 m
Stort hål	112 kg/s	3 m/s	755 m
		8 m/s	880 m

³ Värdet för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

F.2.3 RID-S-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m², vilket är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad [68].

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Uppskattningsvis rymmer en järnvägsstank cirka 45 ton bensin. Vanligtvis är tankar dock uppdelade i mindre fack, och därför är sannolikheten för att all bensin läcker ut mycket liten.

Beroende på utsläppsstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas, vilket leder till olika mängder värmestrålning. Ett stort läckage antas bilda en 400 m² pöl medan en punktering grovt antas bilda en 100 m² pöl.

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp [71].

I Tabell 22 redovisas skadeområden inom vilka personer kan omkomma vid olika stora pölbränder. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen, eftersom den brandfarliga vätskan kan spridas över ett relativt stort område beroende på topografi med eventuella diken osv. I detta fall antas konservativt att pölen breddas ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 22. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradie	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå	Konsekvensområde
Liten pölbrand bensin (100 m ²)	5,6 m	17 m	22 m
Stor pölbrand bensin (400 m ²)	11 m	29 m	40 m

F.2.4 RID-S-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Vid olycka med oxiderande ämne antas personer i omgivningen kunna omkomma om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ger upphov till förbränning. Förbränning antas leda till explosionsartade förlopp alternativt till kraftiga bränder i vegetation eller liknande i banvallens närhet.

Vid transport kan en vagn med 25 ton gods av RID-S-klass 5 vid urspårning kollidera med en vagn innehållande någon form av brännbart ämne som t.ex. bensin.

Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplösiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplösiva varor [62], se vidare avsnitt E.3.1.

Om det utläckande godset inte exploderar utan istället fungerar brandunderstödjande och bidrar till vegetationsbrand eller liknande antas att konsekvensområdet blir liknande det för stor pölbrand enligt avsnitt E.3.3.

Tabell 23. Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Avstånd till dödliga förhållanden
Explosion 25 ton	250 m
Gräsbrand etc.	40 m

Referenser

- [1] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [2] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [3] Trafikverket, "NVDB på Webb," [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 16 09 2022].
- [4] WSP Sverige AB, "Trafikbullerkartläggning av tätorterna Kisa och Rimforsa," 10327454, 2021-11-22.
- [5] BGS - Berg Grus Sand, "Information till allmänheten enligt Seveso III-direktivets krav på alla Sevesoverksamheter," Kinda kommuns information om Sevesoanläggningar.
- [6] NCC Industry AB, "Information till allmänheten avseende x, NCC Industry AB, Enligt 14 § Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor," Kinda kommuns information om Sevesoverksamheter.
- [7] Länsstyrelsens i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," 2000.
- [8] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *MSBFS (2016:9) föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (RID-S)*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2016.
- [9] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *MSBFS (2016:8) föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng (ADR-S)*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2016.
- [10] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [11] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [12] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [13] TRAFKA, "Lastbilstrafik 2009-2015 Swedish national and international road goods transport," Trafikanalys, 2015.
- [14] Trafikanalys (Trafa), "Bantrafik 2016," Trafa, Stockholm, 2017.
- [15] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [16] Advisory Council on Dangerous Substances, "Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E," Ministry of Transport (NL), 2005.
- [17] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [18] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.

- [19] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [20] International Union of Railways (UIC), *Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone (UIC 777-2, andra utgåvan)*, UIC, 2002.
- [21] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [22] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [23] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.
- [24] F. Nystedt, *Riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [25] F. Ardin och M. Markselius, *Utsläpp av farligt gods vid vägtransport - Utvärdering av modell för frekvensberäkning*, Lund: Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola, 2016.
- [26] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [27] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [28] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [29] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [30] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [31] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [32] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [33] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [34] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [35] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplor EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [36] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [37] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [38] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [39] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [40] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.

- [41] G. Purdy , "Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 3 (1993), pp. 229-259, 1993.
- [42] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [43] T. Gammelgåård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [44] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [45] G. Marlair och Kordek, M-A, "Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers," *Journal of Hazardous Materials*, pp. A123. pp 13-28, 2005.
- [46] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [47] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [48] R. Forsén, FOI, 2009.
- [49] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [50] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [51] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [52] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [53] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [54] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [55] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.
- [56] BBR, Boverket, 2006.
- [57] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [58] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2," 1994.
- [59] Trafik analys - TRAFKA, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.
- [60] J. Pettersson, Interviewee, *Säkerhetsansvarig Green Cargo*. [Intervju]. 2012.
- [61] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [62] MSB, "Trafikflödet på järnväg – 2006.," 2013-08-09.
- [63] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous materials*, 33, 1993.
- [64] Stefan Lamnevik AB, "Verkan av explosioner i det fria," 2010.

- [65] Försvarets forskningsanstalt, Avdelningen för vapen och skydd: Fischer m.fl., "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker," Tumba, 1997.
- [66] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.
- [67] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [68] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".
- [69] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank.*
- [70] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.



UPPDRAGSNAMN
Övergripande riskbedömning – Riktlinjer för
samhällsplanering intill farligt gods-leder

FÖRFATTARE
Emelie Laurin och Olov Holmstedt Jönsson

UPPDRAGSNUMMER
10342495

DATUM
2022-09-21

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB
Ågatan 7
58222 Linköping
Besök: Ågatan 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

