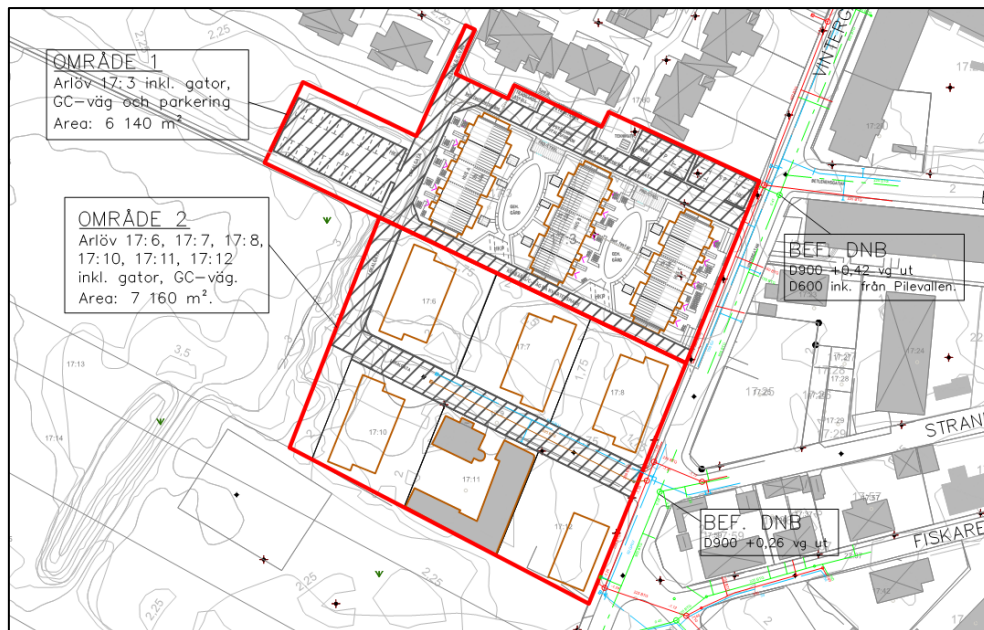


CMB Projekt AB

RISKBEDÖMNING SÖDRA PILEVALLEN



Burlövs kommun

Uppdragsansvarig: Daniel Sirensjö

Författare: Jesper Svensson

Dokumentgranskare: Lars Strömdahl

Datum: 2020-01-07

Sammanfattning

Denna riskbedömning upprättas på uppdrag av CMB Projekt AB som underlag till en ny detaljplan för Södra Pilevallen i Arlov, Burlövs kommun. Inom planområdet planeras för totalt 7 huskroppar, 4 kvartershus och 3 trädgårdshus (radhus).

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker, med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Horisontåret för utredningen är 2040 och trafik har räknats upp till detta horisontår. Riskanalysen genomförs med en kvantitativ metod, där beräkningar av frekvenser och konsekvenser vägts samman till riskmättet individrisk.

Den riskkälla som analyserats är Södra stambanan som är en järnvägssträcka där det transporteras farligt gods. Riskkällan är belägen sydost om planområdet på ett avstånd om omkring 140 meter.

Resultatet visar att risknivåerna för planområdet tangerar gränsen mellan området för acceptabla nivåer och ALARP-området vid det aktuella avståndet från Södra stambanan. Den låga individrisknivån i kombination med att barriärer finns mellan riskkällan och planområdet i form av byggnader och vegetation innebär att risknivåerna bedöms vara acceptabla och den föreslagna markanvändningen bedöms vara lämplig utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

Innehållsförteckning

I	INLEDNING.....	4
1.1	Syfte och mål.....	4
1.2	Avgränsningar	4
1.3	Kravbild	4
2	OMRÅDESBESKRIVNING	6
2.1	Burlöv och närområdet.....	6
2.2	Planområdet och planerad bebyggelse	6
3	OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK.....	7
3.1	Omfattning av riskhantering.....	7
3.2	Metodik för riskidentifiering	7
3.3	Metodik för riskanalys	8
3.4	Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder	8
4	RISKIDENTIFIERING	9
4.1	Skyddsvärden	9
4.2	Riskkällor	9
4.3	Olycksscenarier.....	10
5	RISKANALYS	11
5.1	Individrisk.....	11
5.2	Osäkerheter och känslighetsanalys	12
6	RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG	13
7	SLUTSATSER.....	14
	REFERENSER	15
	BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG	17
	Frekvens av urspårning.....	18
	Händelseträdsmetodik – olyckor på järnväg.....	18
	BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG	23
	BILAGA C - RISKBERÄKNINGAR.....	26

I INLEDNING

Denna riskbedömning upprättas på uppdrag av CMB Projekt AB som ett underlag för ny detaljplan för Södra Pilevallen. Planområdet ligger i Arlov som är en del av tätorten Malmö och centralort i Burlövs kommun. Inom planområdet planeras för totalt 7 huskroppar, 4 kvartershus och 3 trädgårdshus (radhus).

I.1 Syfte och mål

Uppdraget syftar till att möjliggöra att olycksrisker kan hanteras på ett tillfredsställande sätt inom planområdet och enligt kraven i Plan- och bygglagen [1] samt Miljöbalken [2].

Målet är att beskriva och bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet ur ett olycksriskperspektiv och vid behov föreslå sådana riskreducerande åtgärder som kan bli aktuella att vidta i detta avseende. Målet är även att detaljplanen ska få en acceptabel risknivå och samtidigt uppfylla uppdragsgivarens önskemål för området.

I.2 Avgränsningar

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker¹, med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Naturolyckor² och sociala olyckor³ behandlas inte. Hälsoeffekter till följd av långvarig exponering samt attentat eller händelser som sker med uppsåt behandlas således inte. Horisontår för utredningen är år 2040.

I.3 Kravbild

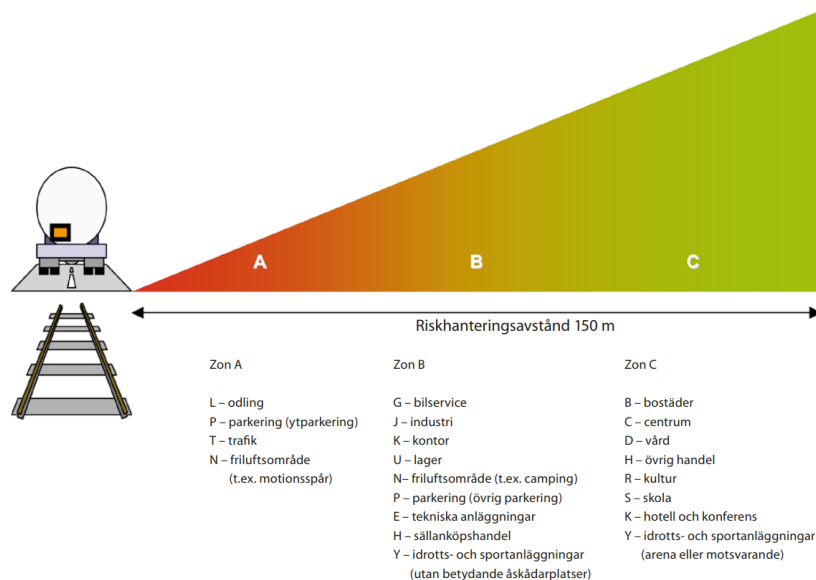
Riskhänsyn vid fysisk planering utgår från krav som ställs i Plan- och bygglagen [1] och Miljöbalken [2]. Bland annat innebär kraven att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Bebyggelsen ska även utformas 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.

¹ Med tekniska olyckor avses olyckor förknippade med industrianläggningar, transportsystem och kemikalier.

² Med naturolyckor avses olyckor förknippade med ras, skred, erosion och översvämningar.

³ Med sociala olyckor avses antagonistiska handlingar och i viss utsträckning suicid/personpåkörningar.

Faktabladet *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [3] utgör en riskpolicy, upprättad av länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, avseende hur markanvändning, avstånd och riskhantering samspekar i detaljplaner nära farligt godsleder. Policyn avser att utgöra en grund för de lokala och regionala riktlinjer som sedan upprättas i länen. I policyn anges bland annat att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planläggning inom 150 meter från en led avsedd för transport av farligt gods. I figuren nedan illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods.



Figur 1-1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [3].

RIKTSAM är Länsstyrelsen i Skånes riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen [4]. Dessa riktlinjer utgör inte krav på hur riskhänsyn skall tas i samhällsplaneringen utan är avsedda som hjälpmedel för att möjliggöra en tydligare hantering av planärenden. RIKTSAM är således utformat för att utgöra ett stöd vid upprättandet av beslutsunderlag. Riktlinjerna i RIKTSAM utformas som tre olika vägledning:

- Vägledning 1: Skyddsavstånd
- Vägledning 2: Deterministiska kriterier
- Vägledning 3: Deterministiska och probabilistiska kriterier avseende individ- och samhällsrisk

Dessa vägledning kan tillämpas på olika sätt beroende på den planerade markanvändningens karaktär samt på vilket avstånd från väg eller järnväg som studerad markanvändning planeras.

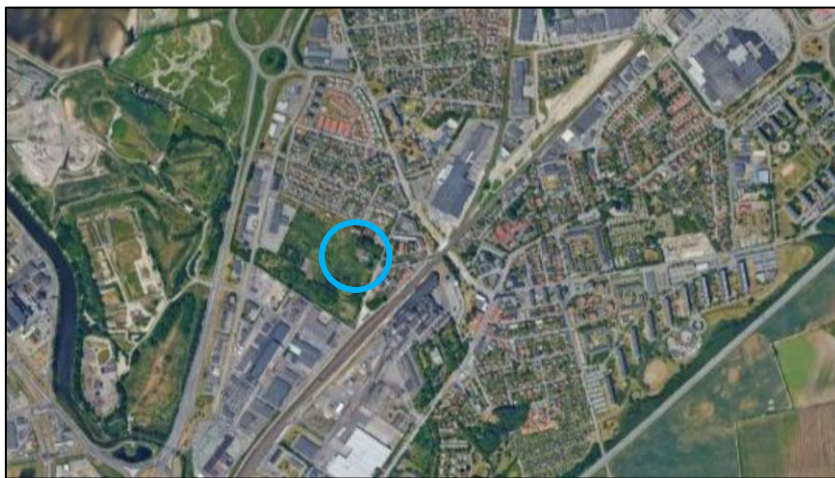
Länsstyrelsen i Stockholms län har givit ut rapporten *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*. I denna rapport framgår det att riskutredningar skall beakta drivmedelstationer som är lokaliserade inom det aktuella området eller inom 100 meter från det aktuella området [5].

2 OMRÅDESBESKRIVNING

I aktuellt kapitel redovisas en områdesbeskrivning.

2.1 Burlöv och närområdet

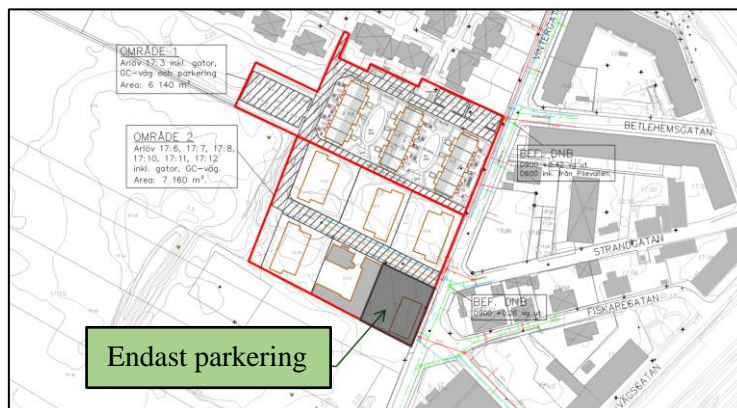
Det aktuella området är beläget i Arlov som är en del av tätorten Malmö och centralort i Burlövs kommun. Söder om området sträcker sig Södra stambanan och nordväst om området löper Västkustvägen.



Figur 2-1. Ortofoto över Arlov med markering för den aktuella

2.2 Planområdet och planerad bebyggelse

Gällande plan är i nuläget stadsplan 94T – kv Hägern mfl från 1975. Inom planområdet planeras för totalt 7 huskroppar, 4 kvartershus och 3 trädgårdshus (radhus). Trädgårdshusen utformas i 2,5-planshus och kvartershusen utformas med 4 plan [6]. En översikt av planområdet illustreras i Figur 2-2 nedan.



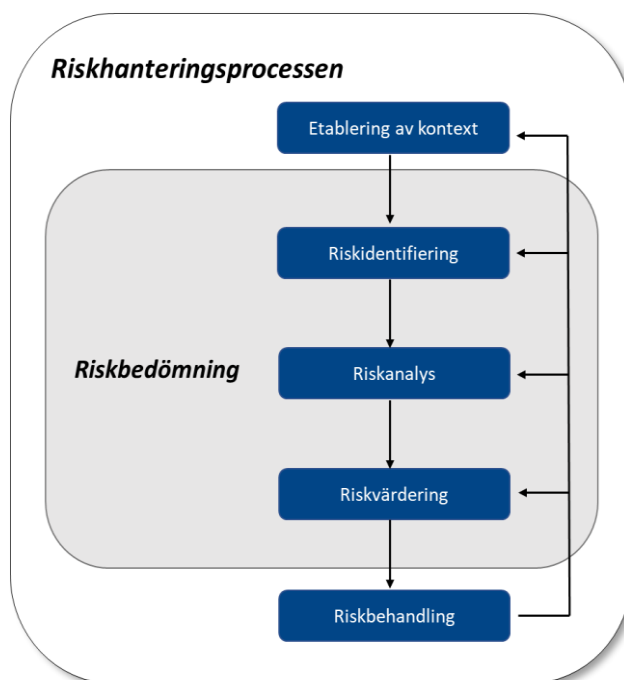
Figur 2-2. Planområdets ungefärliga utbredning (markering) i Burlövs kommun [7].

3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK

I aktuellt kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering och vald metodik.

3.1 Omfattning av riskhantering

Övergripande principer för riskhantering i aktuellt uppdrag hämtas från riskhanteringsprocessen så som den presenteras i ISO 31000 [8], se Figur 3-1. I nedanstående sektioner presenteras metodiken för var och ett av de tre stegen som utgör riskbedömningen.



Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31000.

3.2 Metodik för riskidentifiering

Riskidentifieringen är en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen utgår från geografiska avstånd mellan planområdet och verksamheter som kan utgöra en risk. Baserat på avgränsningarna som presenteras i Kapitel 1.2 har nedanstående riskkällor beaktats i riskidentifieringen.

- Rekommenderade transportleder för farligt gods. Beaktas inom 150 meter från planområdet.
- Riskfylld verksamhet: Omfattar farliga verksamheter enligt LSO 2 kap. 4 §, drivmedelsstationer samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen. Bensin- och drivmedelsstationer beaktas inom 100 meter och övriga inom 500 meter.

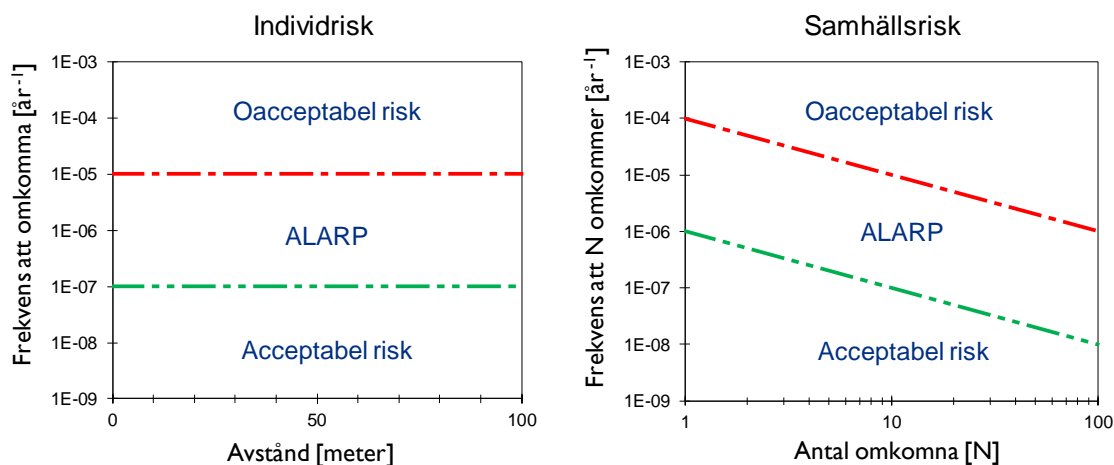
3.3 Metodik för riskanalys

Riskanalysen genomförs med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvenser och konsekvenser vägs samman till riskmålet individrisk. Individrisk definieras som sannolikheten för en godtycklig individ att omkomma på ett år, förutsatt att individen vistas på samma plats. Notera att det är ett mått, och inte den verkliga sannolikheten att omkomma. Individrisken är oberoende av hur många personer som vistas i området.

Riskmålet samhällsrisk tar hänsyn till persontäthet inom ett givet område. Samhällsrisk är ett mått som drivs av den mängd personer som påverkas. I det aktuella fallet bedöms persontätheten i området vara låg. Detta i kombination med den förväntat låga individrisknivån på aktuellt avstånd från järnvägsspåren gör att inledningsvis endast individrisknivå beräknas i denna riskbedömning. Visar det sig att individrisknivån blir hög kommer även samhällsrisk att beräknas.

3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder

Riskvärdering sker genom jämförelse mellan beräknade risknivåer och acceptanskriterier samt principer som föreslås i rapporten *Värdering av risk* [9], se Figur 3-2 nedan.



Figur 3-2. Acceptanskriterier anpassade utifrån DNV [9].

Om risker överskrider det övre acceptanskriteriet ska riskåtgärder vidtas. Om risker underskrider det lägre acceptanskriteriet anses risknivåerna vara acceptabla utan vidare åtgärder. Området mellan acceptanskriterierna benämns som *ALARP-området*. Riskerna kan anses acceptabla inom detta område om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i detta område tolereras om åtgärder för riskreduktion är praktiskt genomförbara, om kostnaderna är oproportionerliga alternativt om kostnaderna för riskreduktion överstiger nyttan.

Lämpliga riskreducerande åtgärder hämtas i första hand från Boverket och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [10].

4 RISKIDENTIFIERING

I aktuellt kapitel redovisas skyddsvärden samt identifierade riskkällor och olycksscenarier som kan åsamka skada på dessa skyddsvärden.

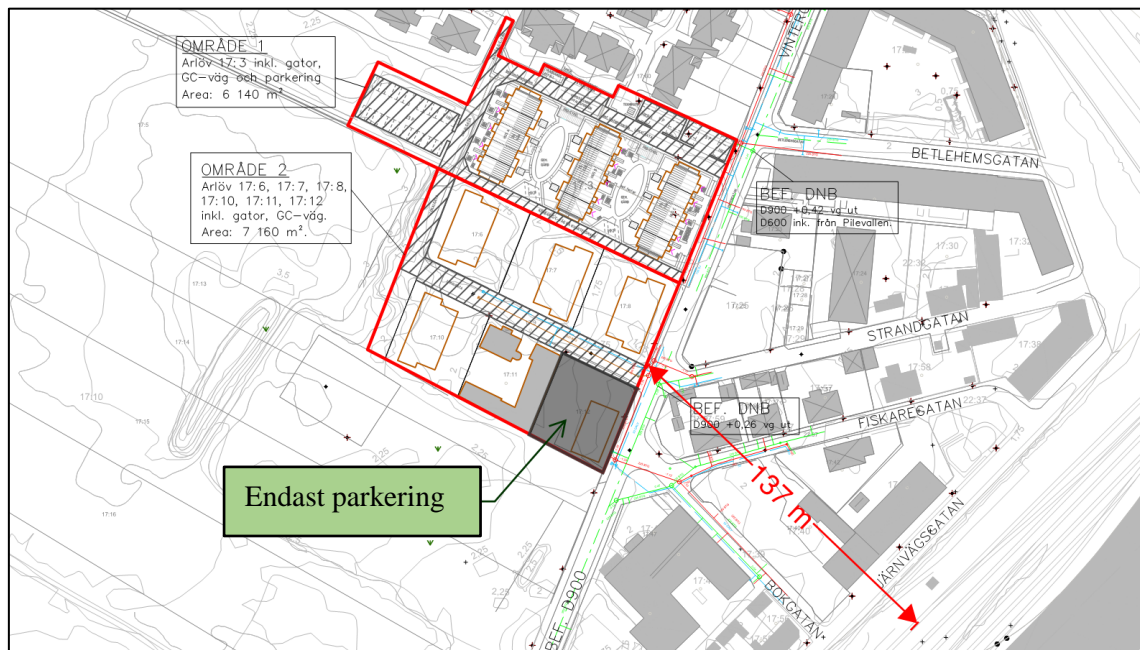
4.1 Skyddsvärden

Huvudsakligt skyddsvärde i aktuell riskbedömning är människors hälsa och säkerhet. Således är skyddsvärdet de personer som kommer att befinna sig inom det aktuella området.

4.2 Riskkällor

Identifierade riskkällor i närheten av aktuellt område utgörs av Södra stambanan som är transportled för farligt gods. Drivmedelsstationer finns i närområdet. Närmsta drivmedelsstation återfinns dock på ett avstånd om ca 380 meter, vilket innebär att denna typ av riskkälla inte behandlas vidare i denna riskbedömning.

Södra stambanan är en tungt trafikerad transportled med fyra järnvägsspår. Kortast avstånd mellan planområdet och närmsta spårmitt har mätts upp till 137 meter. Motsvarande avstånd till planerad bebyggelse inom aktuellt område uppskattas till ca 140 meter. I Figur 4-1 nedan presenteras planområdet i relation till Södra stambanan.



Figur 4-1. Översikt av planområdet (från bygghandling) [7] i relation till Södra stambanan (nere till vänster i bild). Del som utgått från planförslaget är markerad separat.

Fördelning av ämnesklasser för farligt gods samt antal transporter per dygn (ÅDT) vid horisontåret återfinns i Bilaga A.

4.3 Olycksscenarier

Produkter som har potentiella egenskaper att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka, går under begreppet farligt gods. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt RID-S-systemet för järnväg. Klassindelningen baseras på den dominerande risken som sammankopplas med ännenas egenskaper. Beroende på vilken typ av ämne som släpps ut kan det ge konsekvenser på olika långa avstånd.

Farligt gods som kan ge konsekvenser på aktuella avstånd från närliggande spår eller farligt gods-led är bland annat explosiva varor, brandfarliga gaser och vätskor eller giftiga gaser (se Bilaga A för sammanfattande tabell över olika typer av ämnen).

5 RISKANALYS

Risken analysen har genomförts med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvens och konsekvens för olycksscenarioer har vägts samman till riskmättet individrisk.

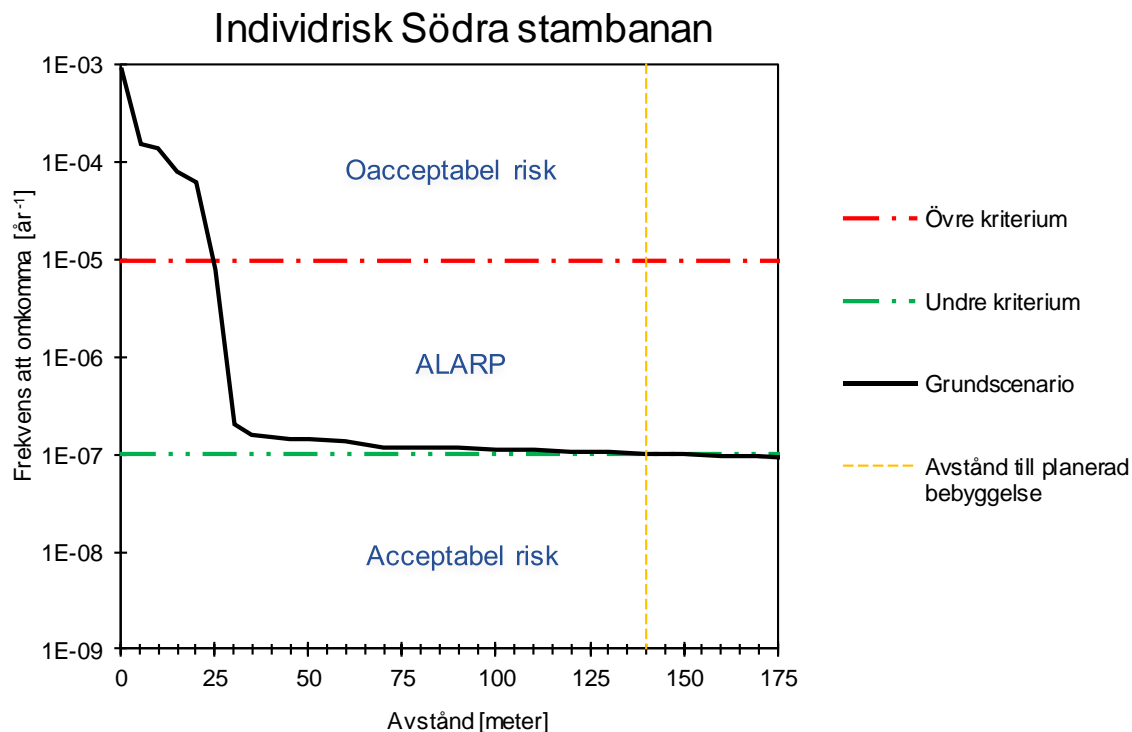
I aktuellt kapitel presenteras även en osäkerhets- och känslighetsanalys.

Frekvensberäkningar och konsekvensberäkningar presenteras i Bilagorna A respektive B. Riskberäkningar presenteras i Bilaga C.

Enligt RIKTSAM [4] uppgår det rekommenderade skyddsavståndet från farligt gods-led till markanvändningen flerbostadshus i flera plan (B) till mer än 150 meter. Personintensiteten i området bedöms som låg och avståndet till riskkällan är nära att uppfylla det rekommenderade avståndet som anges i RIKTSAM. På grund av detta undersöks endast riskmättet individrisk i den kommande risken analysen i enlighet med metodbeskrivningen i kapitel 3.

5.1 Individrisk

Individrisknivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 5-1 nedan.



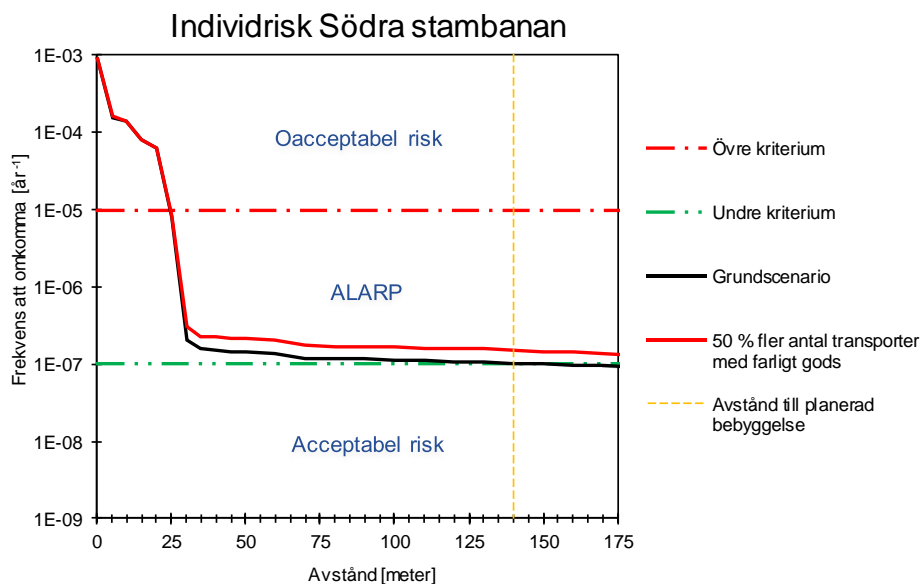
Figur 5-1. Individrisknivå inom planområdet med avseende på transporter av farligt gods på Södra stambanan.

Individrisknivån vid avståndet till planerad bebyggelse befinner sig precis ovan det undre acceptanskriteriet och hamnar därmed inom ALARP-området. 140 meter har valts då detta uppskattats till det kortaste avståndet mellan Södra stambanan och planerad bebyggelse. Att risknivån hamnar inom ALARP-området innebär att risknivån anses vara acceptabel om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas.

5.2 Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskbedömningar av detta slag är förknippade med osäkerheter. Statistik och framtagna litteratur inom området har använts för att minimera dessa osäkerheter så långt det varit möjligt. I de fall det inte varit möjligt att ta fram tillförlitliga värden har osäkerheter i olika parametrar hanterats med hjälp av konservativa antaganden och säkerhetsmarginaler. Syftet är att osäkerheterna ska leda till överskattningar snarare än underskattningar av risknivån för att säkerställa robustheten i resultatet. Utöver detta sker nedan en känslighetsanalys av särskilt betydande parametrar.

Den största identifierade osäkerheten i riskbedömningens analys bedöms utgöras av antal transporter med farligt gods. Antal transporter med farligt gods har bestämts med hjälp av Trafikverkets prognos för år 2040 för den aktuella transportsträckan. För att undersöka robustheten i resultatet görs en känslighetsanalys med avseende på 50 % ökat antal transporter farligt gods. I Figur 5-2 illustreras individrisknivåerna för grundscenariot respektive känslighetsanalysen med avseende på ökat antal transporter med farligt gods.



Figur 5-2. Individrisk - Känslighetsanalys avseende fler antal transporter med farligt gods.

Känslighetsanalysen visar på att risknivån befinner sig på en liknande risknivå som för grundscenariot. Detta visar att den ursprungliga analysen är robust med avseende på parametern antal transporter med farligt gods.

6 RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Resultaten från den kvantitativa analysen visar att risknivån ligger på gränsen mellan acceptabla nivåer och ALARP-området. Analysen visar att individrisknivån övergår till området för acceptabla risker vid avståndet 150 meter. Känslighetsanalysen visar att resultaten är robusta med avseende på den parameter som studerats (ökat antal transporter med farligt gods).

I beräkningarna framgår det att risknivåerna vid det aktuella avståndet nästan uteslutande går att hänföra till giftiga gaser (ämnesklass 2.3). Beräkningarna är osäkra vid långa avstånd som 150 meter och riskanalysen tar inte hänsyn till de barriärer som finns mellan riskkällan och planområdet i form av byggnader och vegetation. På grund av att dessa barriärer finns bedöms det inte behövas någon åtgärd för att hantera riskerna som härrör från transport av farligt gods på Södra stambanan. Risknivåerna bedöms vara acceptabla och föreslagen markanvändning bedöms vara lämplig utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

7 SLUTSATSER

Resultatet visar att risknivåerna för planområdet tangerar gränsen mellan området för acceptabla nivåer och ALARP-området vid det aktuella avståndet från Södra stambanan. Den låga individrisknivån i kombination med att barriärer finns mellan riskkällan och planområdet i form av byggnader och vegetation innebär att risknivåerna bedöms vara acceptabla och den föreslagna markanvändningen bedöms vara lämplig utan att riskreducerande åtgärder vidtas. Av dessa anledningar bedömer Bengt Dahlgren Brand & Risk att risknivåerna är acceptabla och att den föreslagna markanvändningen är lämplig utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

REFERENSER

- [1] "Plan- och bygglag," SFS 2010:900.
- [2] "Miljöbalk," SFS 1998:808.
- [3] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [4] Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*, 2007.
- [5] Länsstyrelsen i Stockholms län, Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000.
- [6] CMB Projekt AB, *Protokoll projekteringsmöte nr 2*, 2019-10-28.
- [7] Mitta geoteknik, vatten & miljö, *Översikt befintligt & ny planerad markyta (förhandskopia)*, 2019.
- [8] SIS, Svensk standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering - Principer och riktlinjer, Stockholm: Swedish Standards Institute, 2010.
- [9] Davidsson, G., Lindgren, M. & Mett, L., *Värdering av risk - FoU Rapport*, Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap (f.d. Räddningsverket)., 1997.
- [10] "Säkerhetskänslighet åtgärder i detaljplaner," Boverket och MSB, 2006.
- [11] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omivningen, rapport 2001:05," Miljösektionen, Banverket, Borlänge, 2001.
- [12] Trafikverket, "Prognoser för järnvägstrafiken (utdrag från trafikverkets register)," 2015.
- [13] Trafikanalys, "Bantrafik 2015 - Statistik 2016:18," Trafikverket, Stockholm, 2016.
- [14] Health and safety commission, "Major hazard aspects of the transport of dangerous substances," H.M.S.O, 1991.
- [15] A. Sarrack, "Assessment of Risk due to Vehicle accident for the Plutonium solution transfer from H-area to F-area," Westinghouse Savannah River Company, beställd av The U.S Department of Energy, South Carolina, 1996.
- [16] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5," 1997.

- [17] Statens väg- och transportforskningsinstitut, "Farligt gods - riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [18] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous good by road and rail," *Journal of Hazardous material*, vol. 33, pp. 229-259, 1993.
- [19] L. Helmersson, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg," VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet, Stockholm, Rapport nr. 387:4, 1994.
- [20] MSB, "Transporter av farligt gods - väg och järnväg," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011.
- [21] Försvarets forskningsanstalt, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, 1998.
- [22] Center for Chemical Process safety of the American Institute of Chemical Engineers, *CCPS Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, 2000.
- [23] Statistiska centralbyrån, SCB, *Väder - Statistisk årsbok 2011*, 2011.
- [24] Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap, *RIB sök - propan, hämtad: <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=472&q=propan&p=1> [2017-05-29]*.
- [25] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall," Lund University, Institute of Technology, Department of Fire Safety Engineering, Lund, 1992.

BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG

I denna bilaga beskrivs metodik, indata och antaganden för att beräkna frekvensen av olycksscenarioer till följd av olycka vid transport av farligt gods samt urspårning som kan leda till mekanisk påverkan mot människor som vistas längs med järnvägen.

I Tabell A-1 nedan återges en beskrivning av respektive ämnesklass, potentiella konsekvenser vid olycka samt om ämnets egenskaper och antal transporter förbi området medför att denna studeras vidare i riskbedömningen.

Tabell A-1. Sammanfattning av respektive ämnesklass av farligt gods med tillhörande konsekvens.

Klass	Ämnen	Exempel	Konsekvenser	Studeras vidare i riskbedömningen
1	Explosiva varor	Sprängämnen, tändmedel, ammunition etc.	Detonation som leder till tryckvågor med dödliga konsekvenser för personer utomhus normalt upp till 70 meter. Raserade byggnader kan ske vid längre avstånd.	Ja
2	Gaser			
2.1	Brandfarliga gaser (kondenserade)	Gasol, vätgas, etc	Potentiella olycksscenarioer utgörs av jetflammar, BLEVE, gasmolnexplosion vilket kan ske efter utsläpp och antändning.	Ja
2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	Inerta gaser, t.ex. kväve	Kvävningsframkallande eller oxiderande. Kan ge upphov till konsekvens i omedelbar närhet.	Nej
2.3	Kondenserad giftig gas	Klor, ammoniak, etc.	Utsläpp och spridning i luft som kan ge dödlig påverkan.	Ja
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja	Värmestrålning vid antändning.	Ja
4	Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten.	Metallpulver, karbid etc.	Kan ge upphov till brand med konsekvens i omedelbar närhet.	Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxid, etc.	Blandning med organiskt material kan orsaka explosionsartade brandförlopp.	Ja
6	Giftiga ämnen, vämjeliga ämnen och ämnen med benägenhet att orsaka infektioner	Arsenik-, bly och kvicksilversalter, dimetylsulfat, cyanider etc.	Ger skada vid direktkontakt med ämnen. Normala riskavstånd <20 meter.	Ja
7	Radioaktiva ämnen		Akut skada uppkommer ej vid olycka.	Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid, etc.	Frätskador med konsekvensavstånd normalt 0-20 meter.	Ja
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Asbest, gödningsämnen, etc.	Ingen risk för livshotande personskada	Nej

Frekvens av urspårning

Urspårningsfrekvenser beräknas enligt VTI-modellen anpassad för järnväg [11]. Indata i beräkningarna gällande verksamhetens art redovisas i Tabell A-2. Övriga indata finns redovisad i [11].

Tabell A-2. Specifik indata som använts i beräkningarna.

Variabel	Använt värde
Studerad sträckas längd	1 km
Antal spår	4
Antal växlar	6
Antal persontåg per genomsnittsdrygn (ÅDT)	530
Antal godståg per genomsnittsdrygn (ÅDT)	61
Antal vagnar per persontåg	6
Antal vagnar per godståg	29
Axelantal per vagn (snitt)	3,5

FÖRDELNING AV ÄMNESKLASSER (RID-S)

Trafikprognos för aktuell järnvägssträcka med horisontår 2040 är hämtad från Trafikverket [12]. Uppgifter om transporter av farligt gods: fördelning mellan klasser och antal vagnar i relation till det totala godsflödet är hämtad från TRAFKA [13] och följer nationell statistik.

Händelseträds metodik – olyckor på järnväg

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträds metodik vid olyckor på järnväg. Händelseträden ser olika ut för respektive RID-S klass och redovisas nedan tillsammans med tillhörande antaganden och förutsättningar.

Mekanisk påverkan

Urspårning kan, utan utsläpp av något ämne, medföra påverkan på människor som befinner sig intill järnvägen. Vilka personer som riskerar att påverkas beror på hur långt från spåret de urspårade vagnarna hamnar. Fördelningen mellan avstånd som tåg vagnar hamnar på vid urspårningar är hämtad från [11] och redovisas i Tabell A-3 nedan.

Tabell A-3. Redovisar sannolikhetsfördelning över vilket avstånd från spår mitt som tåg vagnar hamnar vid urspårning [11].

Tåg sorts / Avstånd från spår mitt	0-5 meter	5-15 meter	15-25 meter	>25 meter
Resandetåg	96 %	2 %	2 %	0 %
Godståg	91 %	5 %	2 %	2 %

RID-S klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

En explosion av klass 1 förväntas kunna uppstå till följd av stötinitiering samt att en brand uppkommer och sprids till lasten. Det är främst ämnesklass 1.1 som utgörs av ämnen som kan leda till massexlosion där hela lasten exploderar i princip samtidigt. Det finns begränsat med statistik över hur mycket av klass 1 som utgörs av klass 1.1, därför görs det konservativa antagandet att samtliga ämnen inom ämnesklass 1 kan leda till massexlosion.

Explosion till följd av stötinitiering kan ske vid kollision eller annan stöt som är tillräckligt kraftig för att initiera en explosion i lasten. Det finns begränsat med statistik och forskning på hur pass kraftig en sådan stöt behöver vara. Enligt H.M.S.O sker en explosion till följd av stötinitiering i samband med olycka i 0,2 % av fallen [14].

Givet att en explosion inte sker direkt i samband med olyckan kan en brand i godsvagnar som sprids till lasten medföra att en explosion sker. Sannolikheten för en brand i godsvagnen i samband med en olycka ansätts till 2 % [15]. Värdet är framtaget för sannolikheten av brand i en lastbil vid olycka och anses vara ett konservativt antagande för tåg. Sannolikheten för efterföljande spridning till lasten antas till 50 % [16].

TRANSPORTERAD MÄNGD

Den maximala transportmängden av ämnesklass 1 på järnväg ansätts till 25 ton [16]. Det bedöms däremot vara osannolikt att en transport innehåller så stora mängder av säkerhetsskäl samt att det sällan finns anledning att transportera så pass stora mängder. Majoriteten av transporterarna förväntas endast inrymma några hundra kilo. Den ansatta fördelningen av transporterad mängd som kan leda till massexlosion presenteras i Tabell C-0-4 nedan.

Tabell C-0-4. Fördelning explosionslast vid olycka med RID-S klass 1.

Explosionslast	Järnväg	Sannolikhet
Litet	500 kg	60 %
Medelstort	2 ton	39 %
Stort	25 ton	1 %

RID-S klass 2 – Gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods varierar beroende på om godset fraktas i en tunn- eller tjockväggig tank. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga kärl med hög hållfasthet. Sannolikheten för att en tjockväggig tankvagn skadas så att det leder till ett utsläpp vid en urspärning är cirka 0,02 [11].

Sannolikheten för liten, medel respektive stor utsläppsmängd vid läckage som följd av olycka ansätts enligt Tabell A-5 nedan [17] [4].

Tabell A-5 Fördelning av utsläppsstorlekar vid olycka med RID-S klass 2.

Utsläppsstorlek	Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas	Sannolikhet
Litet	1 cm	62,5 %
Medelstort	3 cm	20,8 %
Stort	11 cm	16,7 %

KLASS 2.1 BRÄNNBARA GASER

För klass 2.1 *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor först bli påtagliga i samband med antändning. Tre scenarier antas uppstå beroende av typ av antändning:

- Jetflamma: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- Brännbart gasmoln: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): explosion till följd av att en tank utan eller med trasig säkerhetsventil upphettats under längre tid, exempelvis av kraftig brandpåverkan från en brinnande intilliggande vagn.

Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning kan antas till 10 respektive 0 % vid utsläpp av mindre än 1500 kg brännbar gas vid olyckor på järnväg. Motsvarande värden är 20 respektive 50 % för utsläpp av mer än 1500 kg [18]. Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning ansätts till ett medelvärde av ovanstående för samtliga utsläppsstorlekar.

Tabell A-6. Sannolikhet för olika olycksscenarier vid olycka med RID-S klass 2.1.

Utsläppsstorlek	Olycksscenario	Sannolikhet
Litet	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	25 %
	Ingen antändning	60 %
Medelstort	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	25 %
	Ingen antändning	60 %
Stort	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	25 %
	Ingen antändning	60 %

Vid ett medelstort och stort utsläpp som leder till en jetflamma antas en BLEVE kunna inträffa. En BLEVE antas enbart kunna uppstå om en eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Sannolikheten för att en jetflamma leder till en BLEVE bedöms vara mycket liten och antas konservativt vara 1 %.

RID-S klass 3 – Brandfarliga vätskor

Tankfordon för brandfarliga vätskor är oftast tunnväggiga och har därmed lägre hållfasthet än motsvarande för trycksatta gaser enligt tidigare avsnitt. Gällande brandfarliga vätskor uppstår skadliga konsekvenser för människor när vätskan läcker ut och antänds, där det är värmestrålningen som har den största betydelsen för konsekvenser för människor. Värmestrålningen beror i sin tur på ytan som täcks av den brandfarliga vätskan. Vid en olycka som medför utsläpp av brandfarlig vätska är det av stor vikt att den inte kan rinna ut över stora ytor och inte i riktning mot bebyggelse.

Sannolikheten för att en tunnväggig tankvagn skadas så att det leder till ett utsläpp vid en urspårning är 0,3 [11]. Sannolikheterna för utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar är enligt nedanstående tabell [19]. Sannolikheten för antändning antas vara 3,3 % för samtliga pölstorlekar [14].

Tabell A-7. Sannolikhetsfördelning av pölstorlek och sannolikhet för antändning vid olycka med RID klass 3.

Utsläppsstorlek	Storlek	Sannolikhet	Sannolikhet för antändning
Litet	50 m ²	62,5 %	3,3 %
Medelstort	200 m ²	20,8 %	3,3 %
Stort	400 m ²	16,7 %	3,3 %

Den maximala rimliga pölstorleken bedöms vara ca 400 m² (diameter ca 22 meter), med hänsyn till att en viss mängd vätska sjunker ner i jorden. Scenariot pölbrand bedöms som konservativt eftersom underlaget vid järnvägsbanken består av makadam vilket är ett lättgenomsläppligt material som försvårar bildandet av pölar vid utsläpp. Även marken utanför det direkta spårområdet består oftast av grus och växtlighet, vilket också är relativt genomsläppliga underlag som minskar risken för bildandet av stora vätskeansamlingar.

RID-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider i klass 5 är ämnen som vid oxidation kan understödja en brand eller är självantändande. Vid blandning med organiskt material kan ett explosionsartat brandförlopp ske. För att en blandning mellan oxiderande ämne och organiskt bränsle ska detonera krävs en homogen blandning med tillförsel av tillräckligt stor energi. Explosion kan även ske om ämnet utsätts för en kraftig brand.

Representativt ämne utgörs i beräkningarna av ammoniumnitrat som kan transporteras i såväl fast som flytande form.

En explosion förutsätts kunna ske om ämnet kommer i kontakt med organiskt material (t.ex. bensin) och bildar en explosiv blandning som sedan antänds [20]. Sannolikhet för utsläpp av ammoniumnitrat förutsätts motsvara sannolikhet för utsläpp i tunnväggig godsvagn d.v.s. 30 % [11]. Sannolikheten för utsläpp/förekomst av organiskt material samt efterföljande blandning av

organiskt material och ammoniumnitrat antas uppgå till 1 %. Sannolikheten för antändning antas till 3,3 % [14] och likställs därmed med sannolikheten för antändning av en bensinpöl.

Explosion förutsätts även kunna inträffa om en brand uppstår vid godsvagnen som sedan sprids till godset och medför en tillräcklig påverkan för att ämnet ska explodera. En brand antas uppstå med en sannolikhet av 2 % [15], spridning till godset med en sannolikhet av 50 % av och kritisk påverkan antas ske med en sannolikhet av 1 %.

TRANSPORTERAD MÄNGD

Maximal mängd i en transport förutsätts vara 25 ton. Det förutsätts däremot vara osannolikt att en så pass stor mängd bildar en explosiv blandning med organiskt material alternativt att påverkan från en intilliggande brand leder till att hela lasten exploderar.

Det anses vara mer troligt att explosionen omfattar den mängd explosiv blandning som kan uppstå baserat på att en explosiv blandning utgörs av cirka 13 % organiskt material [16]. Med antagandet att maximalt 400 kg bränsle blandas med det utsläppta ämnet uppgår blandningens vikt till cirka 3 ton. Det förutsätts konservativt att detta motsvarar en explosionslast om 3 ton TNT.

Mängden transporterat material fördelas enligt följande:

Tabell A-8. Fördelning explosionslast vid olycka med RID klass 5.

<i>Storlek</i>	<i>Mängd</i>	<i>Sannolikhet</i>
Litet	3 000 kg	99 %
Stort	25 000 kg	1 %

RID Klass 6 – Giftiga och smittfarliga ämnen

Giftiga och smittfarliga ämnen kan ge skador på människor genom stänk eller direkt beröring i samband med läckage. Sannolikheten för att läckage inträffar antas vara 0,3.

RID Klass 8 – Frätande ämnen

Frätande ämnen kan ge skador på människor genom stänk eller direkt beröring i samband med läckage. Sannolikheten för att läckage inträffar antas vara 0,3.

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG

I denna bilaga redovisas de konsekvensberäkningar som ligger till grund för riskanalysen. Konsekvens definieras i denna riskanalys generellt i form av ett riskavstånd, inom vilket de människor som befinner sig utomhus kan förväntas omkomma.

Konsekvensberäkningarna har utförts med hjälp av programmet ALOHA version 5.4.5 utvecklat av amerikanska myndigheterna Environmental Protection Agency (EPA) och National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), samt handberäkningar. Samtliga konsekvensavstånd har beräknats utifrån att olyckan inträffar på järnvägsspåret.

RID-S klass 1

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstöt vågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstöt vågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [21].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1 % dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [21]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20-40 kPa beroende på byggnadens konstruktion. Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [16].

För att ta hänsyn till såväl de direkt som indirekta skadorna på människor antas ett viktat skadekriterium där människor förutsätts omkomma vid ett tryck om 100 kPa.

Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [22]. I metoden beräknas trycket på ett specifikt avstånd från en explosionskälla som utgörs av en viss mängd TNT.

RID-S klass 2

RID-S klass 2 delas upp i två klasser: RID-S klass 2.1 som utgör brännbara gaser och RID-S klass 2.3 som utgör giftiga gaser.

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass och 5 m/s samt stabil stabilitetsklass och 2 m/s. Neutral stabilitetsklass förväntas 80 % av tiden och stabil stabilitetsklass förväntas 20 % av tiden [19].

Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur är 7 °C [23]

RID-S KLASS 2.1

Det representativa ämnet som använts för beräkningar gällande klass 2.1 brandfarliga gaser ansätts till propan.

Följande skadekriterier [21] [24] har använts vid beräkningarna då 50 % av individerna antas omkomma:

Jetflamma: strålningsnivå på 15 kW/m² för varaktighet 1 minut.

Gasmoln: koncentration på 2,3 vol-% vilket motsvarar undre brännbarhetsgränsen.

BLEVE: strålningsnivå på 25 kW/m² för varaktigheten ca 12 s.

Tabell B-1. Indata till konsekvensberäkningar för brännbar gas.

	Parameter	Värde
Omgivning	Vindriktning	Mot området
	Vädertyp	Normal stabilitetsklass (D), 5 m/s
		Stabil stabilitetsklass (B), 2 m/s
	Yträhet	Stad eller skog
Källa	Ämne	Propan (tryckkondenserad)
	Tankdiameter	2,5 m
	Tanklängd	20 m
	Lagringstemperatur	7 °C
	Mängd ämne i tank	Järnväg: 40 ton

RID-S KLASS 2.3 – GIFTIG GAS

Utsläpp av tryckkondenserad giftig gas kan beroende på väderförhållanden, topografi och utsläppstyp orsaka skador på mycket långa avstånd. Även dessa ämnen transporteras i tjockväggiga tankar. Dimensionerande ämne har ansatts till svaveldioxid som utgör ett mycket giftigt ämne.

Skadekriterium för 50 % omkomna för svaveldioxid är 798 ppm vid 30 minuters exponering [4].

	Parameter	Värde
Omgivning	Vindriktning	Mot området
	Vädertyp	Normal stabilitetsklass (D), 5 m/s
		Stabil stabilitetsklass (B), 2 m/s
	Yträhet	Stad eller skog
Källa	Ämne	Svaveldioxid (tryckkondenserad)
	Tankdiameter	2,5 m
	Tanklängd	20 m
	Mängd i tanken	40 ton
	Lagringstemperatur	7 °C

RID-S klass 3 – Brandfarlig vätska

Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [25].

Bensin är den vanligaste varan av de brandfarliga vätskorna och är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för Klass 3.

Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pölbränderna.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar ej strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m^2 för varaktighet 1 minut [21]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oavsett exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m^2 förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut. Vidare gäller att vid 1 minuts exponering förväntas samtliga personer få 2:a gradens brännskador, men alla som får 2:a gradens brännskador omkommer inte.

RID-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

För klass 5 antas det transporterade ämnet motsvara sprängämne. Konsekvensberäkningar sker likt de för RID-S klass 1 ovan.

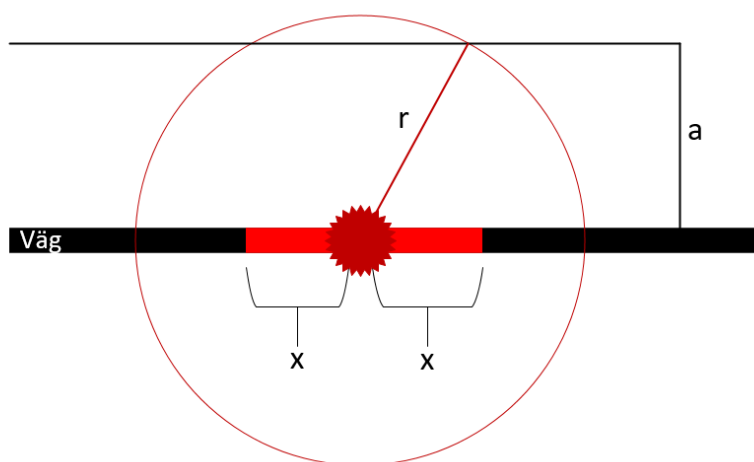
RID-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

Några konsekvenser utanför olyckan direkta närhet bedöms inte kunna förekomma. Maximalt konsekvensavstånd antas till 10-15 meter i de båda klasserna.

BILAGA C - RISKBERÄKNINGAR

I följande avsnitt beskrivs hur beräkningarna av individrisk har genomförts.

Frekvens av en olycka med farligt gods beräknas längs en sträcka om 1 kilometer som i de flesta fall är längre än olycksscenariernas konsekvensavstånd. Frekvensen för respektive olycksscenario måste därför korrigeras för detta. Korrigeringen av individrisken görs med Pythagoras sats och beskrivs nedan i Figur C-0-1 och Ekvation 1.



Figur C-0-1. Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från transportleden.

$$IR_{x,y,i} = f_i \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{r^2 - a^2}}{L} \quad \text{Ekvation 1}$$

Variabel	Förklaring
$IR_{x,y,i}$	Individrisk för olycksscenario.
f_i	Frekvens för olycksscenario (justerad för spridningsvinkel).
L	Längden på vägsträckan (vanligtvis 1 000 meter).
r	Konsekvensavstånd.
a	Avståndet från utsläppskällan.
$x(\sqrt{r^2 - a^2})$	Del av vägsträcka som olyckan sker på och påverkar individen på visst avstånd från transportled.