

UPPSALA KOMMUN

ÖVERGRIPANDE RISKBEDÖMNING SYDÖSTRA STADSDELARNA

2020-06-18



wsp



UPPDRAGSNAMN
Riskbedömning FÖP sydöstra stadsdelarna

UPPDRAGSNUMMER
10304732

FÖRFATTARE
Johannes Lärkner & Cecilia Nordenö

DATUM
2020-06-18

Övergripande riskbedömning

Sydöstra stadsdelarna

Fördjupad översiktsplan

Uppsala

KUND

Uppsala kommun

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Dragarbrunnsgatan 41

753 20 Uppsala

Besök: Dragarbrunnsgatan 41

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

PROJEKT

Fördjupad översiktsplan för de Sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna

UPPDRAGSNAMN

Riskbedömning FÖP sydöstra stadsdelarna

UPPDRAGSNUMMER

10304732

FÖRFATTARE

Johannes Lärkner & Cecilia Nordenö

DATUM

2020-06-18

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV

Henrik Selin

GODKÄND AV

Johannes Lärkner



UPPDRAGSNAMN
Riskbedömning FÖP sydöstra stadsdelarna

UPPDRAGSNUMMER
10304732

FÖRFATTARE
Johannes Lärkner & Cecilia Nordenö

DATUM
2020-06-18

DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning				
Datum	20200618	[Datum]	[Datum]	[Datum]
Handläggare	Cecilia Nordenö			
Signatur	CN			
Granskare	Henrik Selin	[Granskad av]	[Granskad av]	[Granskad av]
Signatur	HS			
Godkänd av	Johannes Lärkner	[Godkänd av]	[Godkänd av]	[Godkänd av]
Signatur	JL			
Uppdragsnummer	10304732			
Rapportnummer				
Filnamn				

Sammanfattning

WSP har av Uppsala kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av fördjupad översiktsplan för sydöstra stadsdelarna i Uppsala kommun. Syftet med riskbedömningen är att förenkla planeringsprocessen vid framtagande av detaljplaner inom sydöstra stadsdelarna genom att föreslå riskacceptanskriterier som ska användas samt riktlinjer för stadsplanering utmed Ostkustbanan som är transportled för farligt gods.

Farligt gods transporteras även på E4:an som passerar öster om sydöstra stadsdelarna, men då avståndet mellan vägen och planerad bebyggelse är över 1 km bedöms inga olycksscenarioer på E4:an kunna påverka befolkningen inom sydöstra stadsdelarna. Länsväg 255 som går genom området är en del av E4:ans omledningsnät, men detta gäller inte transporter med farligt gods och väg 255 betraktas därmed inte som en riskkälla.

Då planeringen är i ett tidigt skede finns stora osäkerheter kring vilka förhållanden som kommer att råda när området sydöstra stadsdelarna ska stå klart år 2050. Potentiella riskkällor som har identifierats, men som inte kan utredas förrän i ett senare skede, är det planerade kollektivtrafikstråket samt den nya trafikplatsen på E4:an om den innebär att transporter med farligt gods kommer att framföras närmare området än i dagsläget.

I syfte att ta fram rekommenderade skyddsavstånd till Ostkustbanan utfördes beräkningar av risknivån vid järnvägsanläggningen med avseende på urspårning och transport av farligt gods. Skyddsavstånden som rekommenderas beror på vilka riskreducerande åtgärder som vidtas. De åtgärder som rekommenderas är byggnadstekniska åtgärder som byggnadstekniskt brandskydd och förstärkning av stomme/fasad samt barriärer som vall eller mur.

Vilket skyddsavstånd som bör hållas till Ostkustbanan vid detaljplanering beror på vilken typ av bebyggelse som planeras. Olika typer av bebyggelse delas in enligt de zoner som Stockholms länsstyrelse föreslår vid planläggning intill vägar och järnvägar.

Zon A	Zon B	Zon C
Drivmedelsförsörjning (obemannad)	Tekniska anläggningar	Bostäder
Odling och djurhållning	Drivmedelsförsörjning (bemannad)	Centrum
Parkering (ytparkering)	Industri	Vård
Trafik	Kontor	Detaljhandel
	Friluftsliv och camping	Tillfällig vistelse
	Parkering (övrig parkering)	Besöksanläggningar
	Verksamheter	Skola

Beräkningarna som utförts resulterade i följande föreslagna skyddsavstånd till de olika zonerna:

Markanvändning	Avstånd från spårmittpå utan riskreducerande åtgärder	Avstånd givet byggnadsteknisk åtgärd	Avstånd givet barriär och byggnadsteknisk åtgärd
Zon A	0-25 m	0-25 m	0-25 m
Zon B	25-40 m	25-30 m	>25
Zon C	>40 m	>30 m	>25

Dessa riktlinjerna är generella och kan inte appliceras på samtliga fall. Det finns undantag då riktlinjen kan eller bör frångås, exempelvis vad gäller lokalisering av känslig verksamhet eller om rådande förhållanden avseende befolkningstäthet eller transportflöden förändras. Vid detaljplanering intill Ostkustbanan bör även hänsyn tas till Trafikverkets krav vid byggande intill järnväg.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	8
1.1	SYFTE OCH MÅL	8
1.2	OMFATTNING	8
1.3	AVGRÄNSNINGAR	8
1.4	VÄGLEDANDE DOKUMENT VID FYSISK PLANERING	9
1.5	SAMRÅD	9
1.6	UNDERLAGSMATERIAL	9
1.7	INTERNKONTROLL	10
2	RIKTLINJER	11
2.1	LÄNSSTYRELSEN I STOCKHOLM LÄN	11
2.2	RISKHANTERING I DETALJPLANEPROCESSEN (LÄNSSTYRELSENA I SKÅNE, STOCKHOLM OCH VÄSTRA GÖTALAND)	11
2.3	RIKTSAM	12
2.4	LÄNSSTYRELSEN I HALLAND	13
2.5	LÄNSSTYRELSEN I DALARNA	13
2.6	BORÅS KOMMUN	14
2.7	MALMÖ KOMMUN	14
2.8	SAMMANFATTNING	15
3	OMRÅDESBESKRIVNING	16
3.1	OMRÅDET OCH INFRASTRUKTUR	16
3.2	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	17
4	RISKIDENTIFIERING	20
4.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	20
4.2	OLYCKSSCENARIER	21
5	KRITERIER FÖR RISKVÄRDERING	24
5.1	BAKGRUND TILL RISKVÄRDERING	24
5.2	REKOMMENDERADE KRITERIER	25
6	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	26
6.1	INDIVIDRISK	26
6.2	SAMHÄLLSRISK	26
6.3	FÖRSLAG TILL SKYDDSAVSTÅND	27
6.4	KÄNSLIGHETSANALYS	29
7	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	30
7.1	BYGGNADSTEKNISKA ÅTGÄRDER	30
7.2	BARRIÄRER	32
7.3	PÅVERKAN PÅ SKYDDSAVSTÅND	33

8	FORTSATT ARBETE	35
9	DISKUSSION	36
10	SLUTSATSER	37
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	38
BILAGA B.	FREKVENSBERÄKNINGAR	41
BILAGA C.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	50
BILAGA D.	SKYDDSEFFEKTER	55
BILAGA E.	KÄNSLIGHETSANALYS	57
BILAGA F.	REFERENSER	59

1 INLEDNING

WSP har av Uppsala kommun fått i uppdrag att göra en samlad riskbedömning i samband med upprättande av fördjupad översiktsplan för de sydöstra stadsdelarna i Uppsala kommun. Utvecklingen är en del av Uppsalapaketet som är ett avtal mellan Uppsala kommun, Region Uppsala och Staten. Avtalet innefattar två nya järnvägsspår mellan Uppsala och Stockholm, en ny tågstation vid Bergsbrunna, nya kollektivtrafikstråk, fler bostadsområden i de södra och sydöstra stadsdelarna samt en ny trafikplats vid E4:an [1].

Den fördjupade översiktsplanen avser de sydöstra stadsdelarna med befintliga bostadsområden Bergsbrunna, Nántuna, Sävja och Vilan. Genom planområdet löper Ostkustbanans två järnvägsspår och öster om planområdet passerar E4. Både järnvägen och E4:an är transportleder för farligt gods. Genom området går också länsväg 255 som är omledningsväg till E4:an.

Riskbedömningen syftar till att tydliggöra förhållningssätt till riskkällor inom området inför kommande detaljplanering och upprättas som underlag för beslutsfattande om lämpligheten med planerad markanvändning med avseende på närhet till farligt gods-leder och risk för urspärning på Ostkustbanan.

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning 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. Riskbedömningen syftar även till att förenkla planeringsprocessen vid framtagande av detaljplaner inom sydöstra stadsdelarna.

Målet med riskbedömningen är att sammanställa riktlinjer för stadsplanering i närheten av riskkällor. I detta ingår att föreslå lämpliga avstånd till olika typer av markanvändning och att ge förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder.

1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

- Vad kan inträffa? (riskidentifiering)
- Hur ofta kan det inträffa? (frekvensberäkningar)
- Vad är konsekvensen av det inträffade? (konsekvensberäkningar)
- Hur stor är risken? (riskuppskattning)
- Är risken acceptabel? (riskvärdering)
- Rekommenderas åtgärder? (riskreduktion)

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 urspärning och transport av farligt gods på järnväg. De risker som har beaktats 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 eller långvarig exponering av buller, luftföroreningar samt elsäkerhet.

De framtagna riktlinjerna är baserade på den kvantitativa riskbedömning som genomförts. Den kvantitativa riskbedömningen är endast översiktlig och baserad på de förutsättningar som anges i den fördjupade översiktsplanen. Då planeringen av sydöstra stadsdelarna är i ett tidigt skede har antaganden gjorts vid behov och utredning av vissa riskfrågor, som beror av pågående utredningar av Trafikverket och kommunen, hänskjuts till senare skeden. Om förutsättningarna som riskbedömningen är baserad på ändras, exempelvis avseende befolkningstäthet, antal transporter, utökad bebyggelse närmare E4:an eller byggande av en drivmedelstation, måste en uppdaterad riskbedömning genomföras.

1.4 VÄGLEDANDE DOKUMENT VID FYSISK PLANERING

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

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§)

Riktlinjer

I Sverige finns idag inga fastlagda nationella riktlinjer för hur risker kopplat till farligt gods 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

Samråd pågår i nuläget för den fördjupade översiktsplanen, men inget samråd genomförs specifikt för denna PM.

1.6 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Förslag till fördjupad översiktsplan för de sydöstra stadsdelarna [3]
- Funktionsutredning Uppsala C: framtida utformning och anpassning till fyrspår (remissversion) [4]
- Riktlinjer för fysisk planering intill väg och järnväg framtagna av olika länsstyrelser och kommuner

Övrigt underlagsmaterial presenteras löpande i rapporten.

1.7 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Cecilia Nordenö (Civilingenjör Riskhantering) med Johannes Lärkner (Civilingenjör System i teknik och samhälle) som uppdragsansvarig. 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 Henrik Selin (Civilingenjör 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 riktlinjer för sydöstra stadsdelarna ges nedan en kort sammanfattning av de riktlinjer som bedöms vara mest relevanta. I ett avslutande avsnitt sammanställs samtliga riktlinjer i en tabell för att ge en helhetsbild över vilka avstånd som riktlinjerna föreslår till olika typer av markanvändning.

2.1 LÄNSSTYRELSEN I STOCKHOLM LÄN

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 riskutredning.

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 riskutredningen 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 [5], 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 riskutredning.

Järnväg:

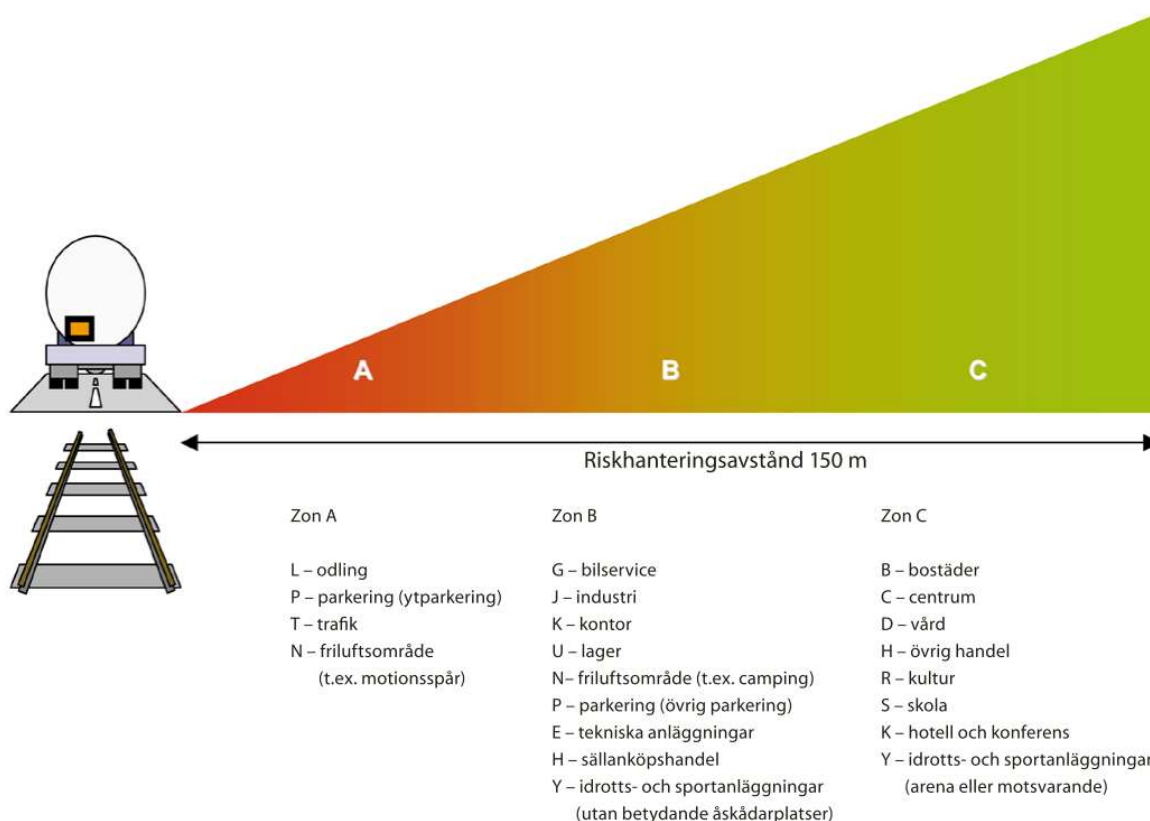
Zon A – Parkering, trafikytor, friluftsområden: Upp till 30 meter, dock bebyggelsefritt 0–25 meter.

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

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

2.2 RISKHANTERING I DETALJPLANEPROCESSEN (LÄNSSTYRELSENA I SKÅNE, STOCKHOLM OCH VÄSTRA GÖTALAND)

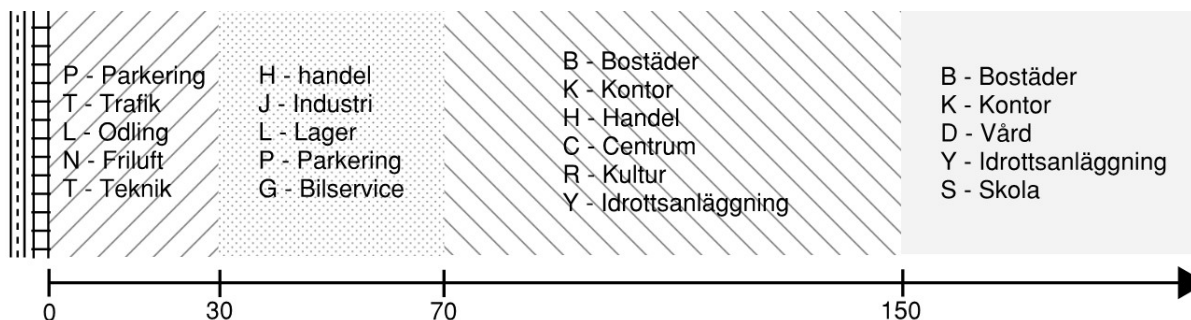
Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen [2] anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning 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 [2].

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) [6]. 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 till konsekvenser som tänkbara scenarier medför). Vägledning 3 baseras på probabilistiska kriterier (hänsyn 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 [6].

2.4 LÄNSSTYRELSEN I HALLAND

Länsstyrelsen i Halland har utifrån en kvantitativ analys av väg- och järnvägstransporter inom länet genomfört en värdering av tolerabla risknivåer i samband med samhällsplanering utmed transportleder avsedda för farligt gods [7]. Resultat har omarbetats till riktlinjer som baseras på att områdena utmed transportlederna delas in i fyra zoner enligt följande: Yttre gräns för riskbedömningsområde, Basavstånd, Reducerat avstånd och 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 sin sida att specificerade säkerhetshöjande åtgärder redovisas innan etablering, medan bebyggelse inom det vanligtvis "fria" området kräver en särskild riskanalys för att ett sådant undantag ska tas i beaktning.

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

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

Basavstånd: 30–100 meter. Ett rekommenderat avstånd till 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. Minimavstånd mellan byggnader och transportleder. Kräver en särskild riskanalys.

2.5 LÄNSSTYRELSEN I DALARNA

Länsstyrelsen¹ i Dalarnas län använder sig av en vägledning för farligt gods-transporter [8] som tar avstamp i beräkningar utförda av Länsstyrelsen i Skåne tillsammans med Räddningstjänsten Dala Mitt. 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 tas under planprocessen.

Skulle däremot en nyetablering inte förhålla sig till det skyddsavstånd som är kopplat till tillhörande zonindelning så måste en särskild riskanalys 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. Riskanalysen bör grunda sig på kriterier från Det Norske Veritas (DNV).

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

¹ Länsstyrelserna i Södermanland och Västernorrland arbetar efter liknande riktlinjer och delar samma skyddsavstånd.

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 [9] framtagna av länsstyrelserna i Skånes, Stockholms 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 implementation 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 riskanalys 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 [10] 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 riskanalys inte anses nödvändig om riktlinjerna följs vid ny- eller ombyggnation. Om avsteg däremot görs från bebyggelseramen så krävs det 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 för 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

Av ovanstående riktlinjer 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 mellan 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 led och byggnation kan upprättas. Andra riktlinjer anger under vilka förutsättningar som mer detaljerade riskbedömningar behöver genomföras.

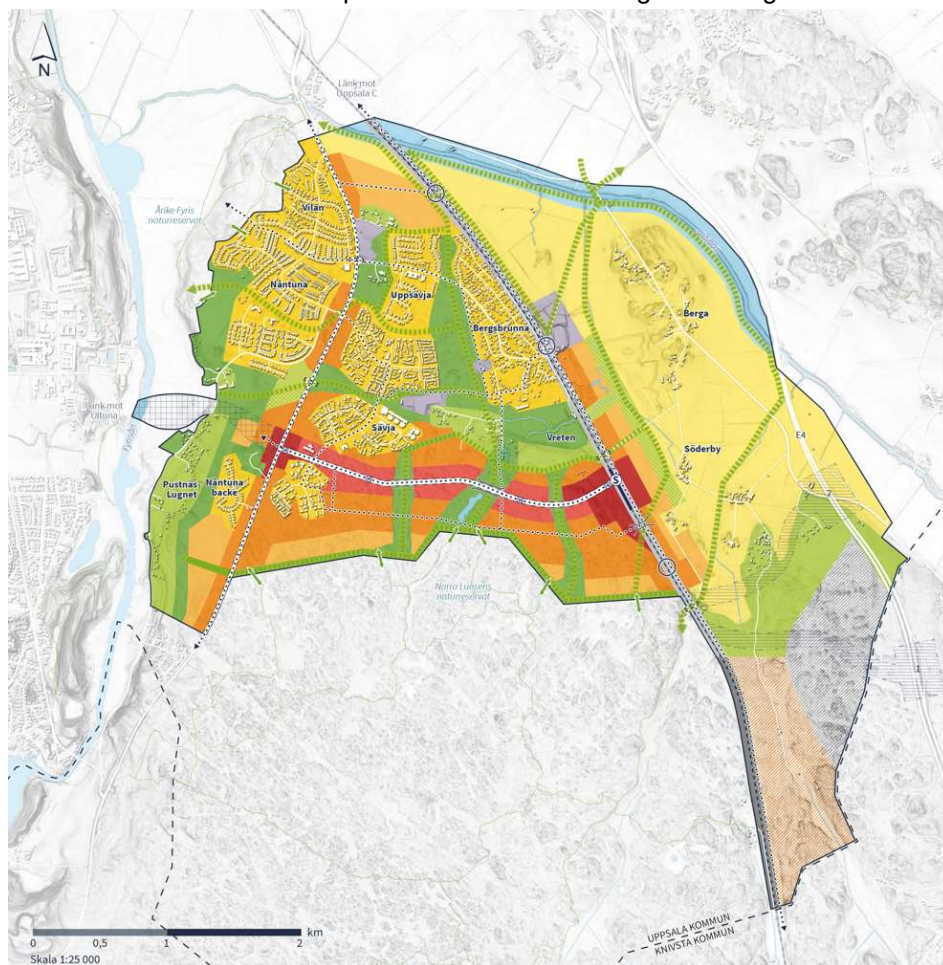
3 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med omgivning med syfte att överskådligt tydliggöra de förutsättningar och konfliktpunkter som utgör grund för bedömningen.

3.1 OMRÅDET OCH INFRASTRUKTUR

De sydöstra stadsdelarna är lokaliserade mellan Uppsalas centrala delar och Arlanda, strax norr om Knivsta kommun. Planområdet är ca 4–6 km i nordsydlig riktning och ca 5 km i östvästlig riktning. Totalt omfattas ett område på ca 17 km² (1684 ha). I norr följer området Sävjaån som utgör en naturlig avgränsning. I öster avgränsas planområdet av E4:an med ett mindre område öster om vägen där E4:ans nya trafikplats planeras. I söder och sydost gränsar planområdet till Knivsta kommun och naturreservatområdet Lunsen och i väster avgränsas området i huvudsak av naturreservatet Årike-Fyris.

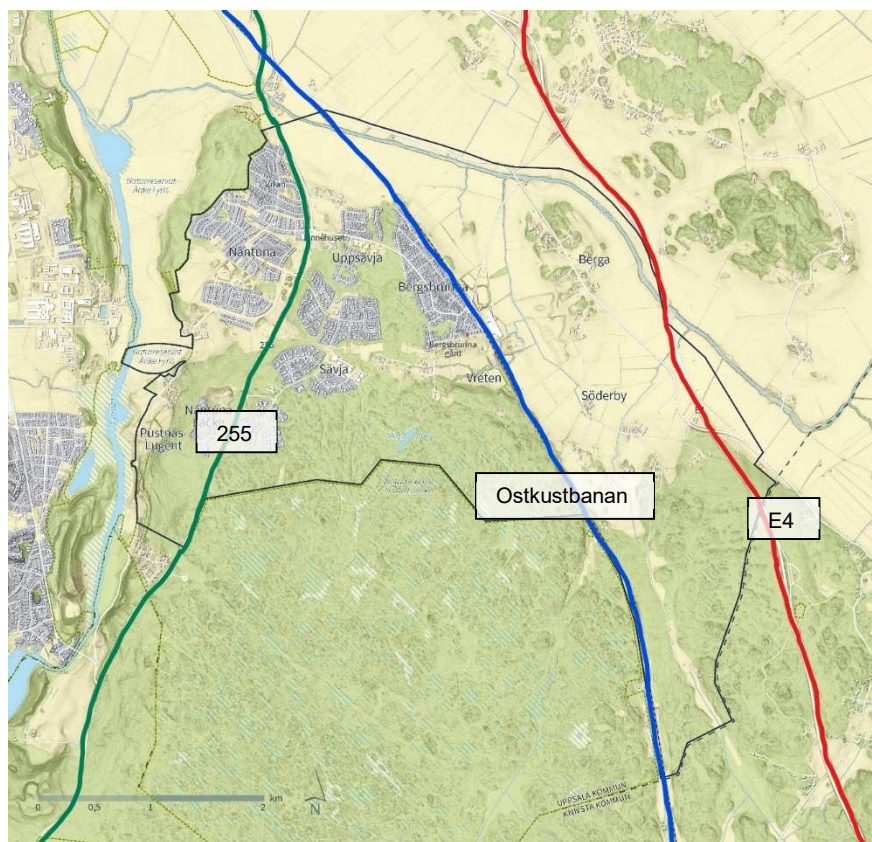
Området omfattar i dagsläget stadsdelarna Bergsbrunna, Nantuna, Sävja och Vilan. Det finns även en grupp byar och fristående villor inom området. I övrigt består området till största del av natur- och åkermark. Planområdet och planerad markanvändning visas i Figur 3.



Figur 3. Plankarta [3].

Planen för området innefattar bland annat att 21 500 nya bostäder och 10 000–15 000 nya arbetsplatser ska byggas. Plankartan visar att området väster om järnvägen till stor del kommer att bestå av stadsbebyggelse men även innefatta ett flertal parker och grönområden. Området öster om järnvägen kommer till största delen förbli obebyggt.

Relevant infrastruktur inom och i närheten av området visas i Figur 4.



Figur 4. Området som omfattas av den fördjupade översiktsplanen med relevant infrastruktur markerad [11].

Ostkustbanan som går genom planområdet ska byggas ut med två nya spår och en järnvägsstation strax söder om Bergsbrunna.

E4:an passerar genom områdets östra del. Lokalisering för den nya trafikplatsen vid E4:an, vilken ingår i Uppsalapaketet, är ej fastställt i dagsläget men ska utredas under år 2020.

Genom områdets västra delar löper länsväg 255. Vägen fungerar som omlidningsväg till E4:an. I den fördjupade översiktsplanen föreslås att vägen byggs om till stadsgata.

Det är även planerat för ett nytt kollektivtrafikstråk inom sydöstra stadsdelarna. Sträckningen för detta stråk samt vilka transportfordon som kommer att användas är ej fastställt i dagsläget. Att etablera en spårväg är ett alternativ som utreds.

3.2 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Uppsala kommun uppskattar att det år 2050 kommer att bo 57 300 personer i de sydöstra stadsdelarna. Området har en total area om 16,84 km². Detta innebär att persontätheten i de sydöstra stadsdelarna i genomsnitt kommer att vara 3 400 invånare per km². I beräkningarna har det antagits att befolkningstätheten är jämt fördelad över hela området.

Fördelningen av personer som befinner sig inomhus/utomhus visas i



UPPDRAGSNAMN
Riskbedömning FÖP sydöstra stadsdelarna

UPPDRAGSNUMMER
10304732

FÖRFATTARE
Johannes Lärkner & Cecilia Nordenö

DATUM
2020-06-18

Tabell 2. I beräkningarna antas halva dygnet vara dagtid och halva dygnet nattid.

Tabell 2. Fördelning av personer inomhus/utomhus dagtid/nattid [6].

	Dagtid	Nattid
Inomhus	90%	99%
Utomhus	10%	1%

4 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas de risker som har identifierats. Kapitlet avslutas med en sammanställning av scenarier som anses dimensionerande för risknivån.

4.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

I detta avsnitt beskrivs möjliga riskkällor. Riskkällorna som har identifierats är Ostkustbanan, E4:an, länsväg 255 och det planerade kollektivtrafikstråket. Hur infrastrukturen är lokaliserad i förhållande till sydöstra stadsdelarna visas i Figur 4 ovan.

Ostkustbanan

Ostkustbanan är en 400 km lång järnväg mellan Stockholm och Sundsvall. Till följd av en befolkningsökning i Uppsala och en snabbt växande arbetsmarknadsregion i Stockholm-Mälardalen är en ökad kapacitet på Ostkustbanan en förutsättning för vidare utveckling. Staten beslutade därför tillsammans med Uppsala kommun och Region Uppsala att Ostkustbanan ska få ytterligare två spår mellan Uppsala och Stockholm. Det planeras även byggas en ny järnvägsstation i sydöstra stadsdelarna.

Järnvägen trafikeras i dagsläget av godståg, fjärrtåg, regionaltåg, pendeltåg och nattåg [4]. Utbyggnaden av Ostkustbanan kommer att medföra en ökad kapacitet och trafikering på järnvägen mellan Uppsala och Stockholm. Uppskattad trafik på Ostkustbanan för prognosår 2050 redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Trafikprognos och fördelning år 2050 [4].

	Avgångar per dag	Resenärer per dag
Pendeltåg	108	21 671
Upptåg Ostkustbanan	85	10 227
Uppsalapendeln	87	13 977
Gävle-Stockholm-Linköping	11	1 078
Dala-, Ostkust- och Norra stambanan	33	1 506
Godståg	24	-
Totalt	348	48 459

E4

E4:an passerar öster om planområdet och kortare sträcka av vägen går genom planområdet. Aktuell vägsträcka har fyra körfält och är utrustad med mitt- och sidoräcken. Tillåten hastighet är 110 km/h.

I plankartan är kortaste avstånd mellan E4:an och planerad bebyggelse 1,2 km. Det avståndet bedöms vara tillräckligt stort för att invånarna i sydöstra stadsdelarna inte ska kunna påverkas av ett olycksscenario på E4:an. Risker kopplade till farligt gods-transporter på E4:an kommer av den anledningen inte utredas vidare.

Lokalisering för den nya trafikplatsen är ännu inte fastställd. Risker relaterade till trafikplatsen är beroende av huruvida en bensinstation kommer att byggas inom sydöstra stadsdelarna eller ej. Om en bensinstation byggs kan lastbilar med farligt gods från E4:an komma att köra in i området via den nya trafikplatsen. Om detta blir aktuellt bör riskerna kopplade till farligt gods-transporter på väg utredas.

Länsväg 255

Länsväg 255 går genom de västra delarna av området och är en av vägarna för genomfartstrafik. I den fördjupade översiktsplanen planeras det för att göra om väg 255 från landsväg till en stadsgata.

I dagsläget varierar hastighetsbegränsningen mellan 50 km/h och 80 km/h på sträckan genom sydöstra stadsdelarna. En mindre del av sträckan är försedd med balkräcke. Årsdygnsmedeltrafiken är upp till 12 000 fordon. Det får inte framföras farligt gods på vägen [12].

Väg 255 är del av omledningsnät till E4:an och kommer sannolikt att fortsätta vara det. Om trafik från E4:an omleds till väg 255 görs dock inga undantag från förbudet mot farligt gods utan transportörer av farligt gods hänvisas till annan rutt². Detaljplanering utmed väg 255 behöver således inte anpassas utifrån risker relaterade till transport av farligt gods.

Kollektivtrafik

Sydöstra stadsdelarna ska få ett kapacitetskraftigt kollektivtrafiknätverk. Vilka färdmedel som kommer att vara aktuella är inte bestämt i dagsläget. Om spårbunden trafik blir aktuellt kan risker relaterade till det behöva utredas i ett framtida skede.

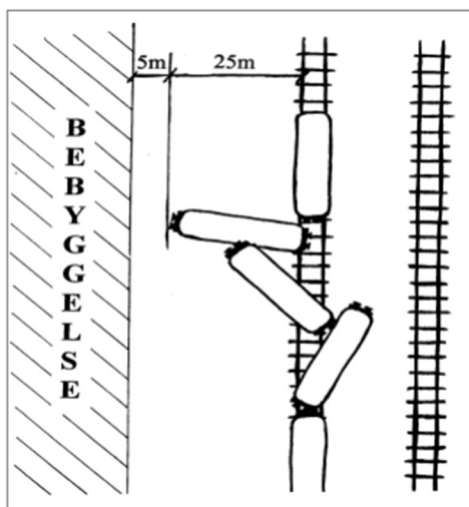
4.2 OLYCKSSCENARIER

I detta avsnitt beskrivs de olycksscenarioer som bedöms påverka riskerna inom sydöstra stadsdelarna. I dagsläget har endast olycksscenarioer kopplade till Ostkustbanan kunnat hanteras. Olycksscenarioer kopplade till övriga riskkällor kan behöva utredas när planeringen nått ett senare skede.

Järnvägsolyckor

Risken för järnvägsolyckor och urspårning beror av faktorer som järnvägens längd, intensiteten i tågtrafiken, antalet vagnar och vagnaxlar på tågen, antalet växlar på järnvägen samt om plankorsningar förekommer.

Med avseende på sannolikhet är urspårning den dominerande risken i anslutning till järnväg. Orsaker som var för sig eller tillsammans kan resultera i urspårning är bland annat växelpassager, kraftiga inbromsningar, spårlägesfel, solkurvor och sabotage.



Figur 5. Urspårningsolycka på järnväg.

² Enligt mejlkorrespondens med beredskapsplanerare/trafikkoordinator, Region Öst.

I samband med urspårningar antas dödlig påverkan uppstå på alla människor som befinner sig inom det avstånd på vilket tåget hamnar, dock är materiella skador på järnvägsanläggningen och/eller tåg den vanligaste konsekvensen. Riskerna begränsas till området närmast banan, cirka 25–30 m, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom.

Övriga olyckor som kan ske på järnvägen är sammanstötningar mellan rälsburna fordon samt olyckor i samband med plankorsningar eller växling och rangering. Sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje antas vara så låg att den inte är signifikant [13] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna. Då inga plankorsningar kommer att finnas inom sydöstra stadsdelarna kan även risken för plankorsningsolyckor fråsnes. Rangering kommer inte att förekomma på aktuell sträcka och risken för olyckor i samband med växling beror på utformningen av järnvägsanläggningen. Antalet växlar på sträckan är ej fastställt i dagsläget, men då beräkningar visade att antalet växlar inte har någon större påverkan på risknivån bedöms det försvarbart att anta att inte finns några växlar på sträckan.

Olyckor vid transport av farligt gods

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 [14] [15] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt det så kallade RID-systemet, som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. RID-systemet och riskerna kopplade till de olika klasserna beskrivs mer utförligt i Bilaga B.

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. I Tabell 4 redovisas andelen RID-klassat gods i relation till total mängd transporterat gods på järnväg i Sverige under tidsperioden 2014–2018. I tabellen visas att andelen farligt gods av total mängd transporterat gods är omkring 5%.

Tabell 4. Andel RID-klassat gods i relation till total transporterad godsmängd i Sverige under tidsperioden 2014–2018 [12].

	2018	2017	2016	2015	2014
Transporterad godsmängd (tusentals ton)	74 295	69 350	67 479	64 999	68 035
Transporterad mängd RID-klassat gods (tusentals ton)	3 782	3 590	3 550	3 384	3 275
Andel	5,1 %	5,2 %	5,3 %	5,2 %	4,8%

Detta är nationell statistik och gäller inte specifikt för Ostkustbanan. Statistiken är inte heller anpassad till prognosår 2050. Den nationella statistiken visar dock på att andelen farligt gods har varit relativt jämn under en längre tid (i genomsnitt 4,5% sedan år 2000) och anses därför representativ trots osäkerheter kring framtidens farligt gods-transporter. Osäkerheten kring andelen transporterat farligt gods på Ostkustbanan år 2050 hanteras genom känslighetsanalys.

Då vissa klasser farligt gods endast transporteras i begränsad mängd eller inte bedöms ge signifikanta konsekvenser utöver vid olycksfordonets omedelbara närhet behandlas transporter av dessa klasser inte vidare i analysen. Baserat på transporterad mängd och konsekvenser vid en olycka studeras följande farligt gods-transporter på Ostkustbanan:

- 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).

I Tabell 5 redovisas hur godsmängden är fördelad mellan dessa RID-klasser. De ämnen som inte bedöms dimensionerande för risknivån på Ostkustbanan är samlade i kategorin *övriga klasser*. Likt statistiken för andelen farligt gods på Ostkustbanan är denna statistik också baserad på nationell statistik då fördelningen mellan RID-klasserna år 2050 beror på samhällsutvecklingen och därmed inte kan uppskattas mer specifikt i dagsläget.

Tabell 5. Fördelning över transporterade RID-klasser i Sverige under åren 2014–2018 baserat på transporterad godsmängd av respektive RID-klass [16].

RID-klass	Andel 2014-2018 (%)
1. Explosiva ämnen och föremål	0,0003
2.1 Brandfarliga gaser	20,0
2.3 Giftiga gaser	6,7
3. Brandfarliga vätskor	36,6
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	13,9
Övriga klasser	22,8
Totalt	100

Utifrån statistiken i Tabell 4 och Tabell 5 samt trafikprognosen för antal godståg på Ostkustbanan år 2050 kan frekvensen för olyckor involverande farligt gods uppskattas. Beräkningar av olycksfrekvenser redovisas i Bilaga B.

Sammanställning av olycksscenarioer

Konsekvenserna vid urspärning beror på hur långt ifrån järnvägen tåget hamnar och risken har därför delats in efter olika avstånd. Tåg bedöms inte kunna hamna mer än 30 m från järnvägsspåret. Baserat på de farligt gods-klasser som anses dimensionerande har ett antal olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens tagits fram. Samtliga olycksscenarioer sammanställs i Tabell 6.

Tabell 6. Sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer.

Urspärning	Explosiva ämnen	Brandfarlig gas	Giftig gas	Brandfarlig vätska	Oxiderande ämnen
	Klass 1	Klass 2.1	Klass 2.3	Klass 3	Klass 5.1
< 5 m	Liten explosion	BLEVE	Litet läckage	Liten pölbrand	Explosion
5-15 m	Medelstor explosion	Gasmolns-explosion	Medelstort läckage	Medelstor pölbrand	Brand
15-25 m	Stor explosion	Liten jetflamma	Stort läckage	Stor pölbrand	
25-30 m		Medelstor jetflamma			
		Stor jetflamma			

5 KRITERIER FÖR RISKVÄRDERING

Risker kan värderas utifrån olika kriterier. I detta avsnitt presenteras först bakgrund till värdering av risk och därefter ges förslag på riskkriterier som bör användas vid detaljplanering i anslutning till järnvägen inom sydöstra stadsdelarna.

5.1 BAKGRUND TILL RISKVÄRDERING

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.

Det finns två olika mått för att mäta risknivån; individrisk och samhällsrisk. Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmått vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas.

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

Individrisk redovisas ofta med en individriskprofil (t.v. i Figur 6) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Den kan även redovisas som konturer på karta.

Samhällsrisk 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 persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsrisk redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 6) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

5.2 REKOMMENDERADE KRITERIER

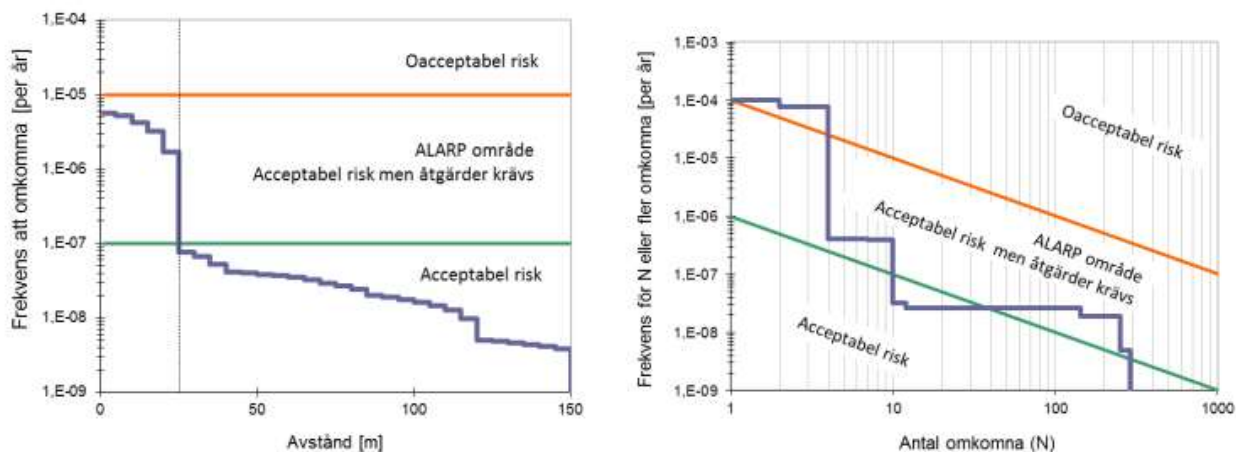
I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen och därmed saknas gränsvärden för klassificering av risker enligt kategorierna ovan. Praxis vid riskvärdering är att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag till riskkriterier [17] där gränsvärden för hur individrisk och samhällsrisk ska värderas anges.

I Tabell 7 redogörs för DNV:s kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt kategorierna acceptabel risk, acceptabel med restriktioner (ALARP) och oacceptabel risk. Gränserna markeras med orange respektive grön linje enligt Figur 6.

Tabell 7. Förslag till kriterier för värdering av individ risk 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}	$> 10^{-4}$

* Med lutning -1 på den logaritmiska skalan för att visa på aversion mot olyckor med stora konsekvenser.



Figur 6. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [17].

6 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

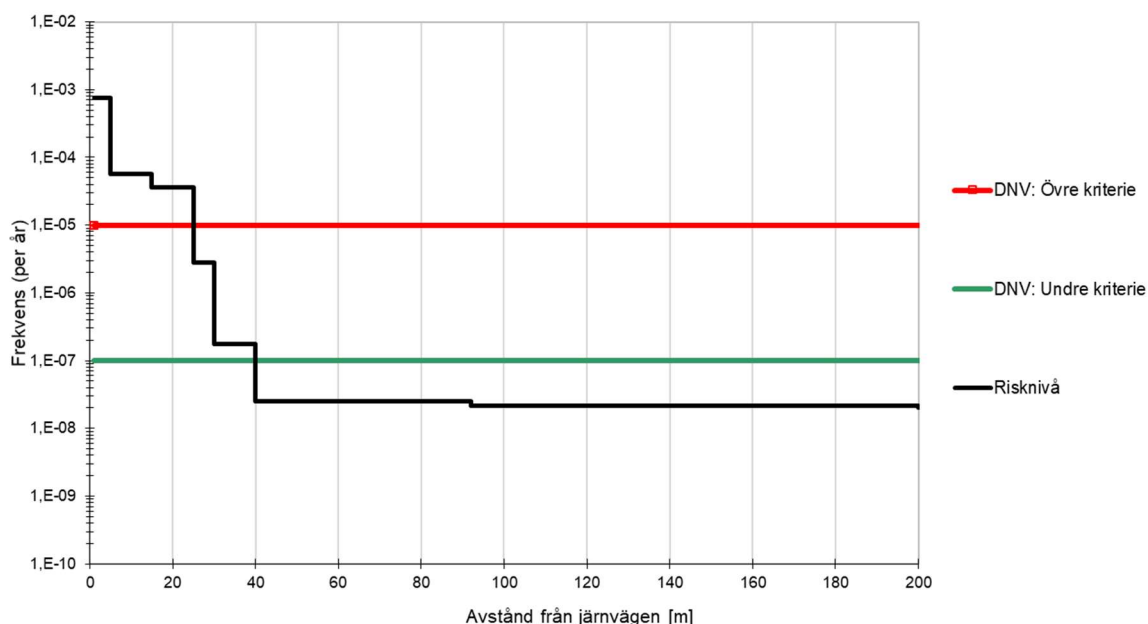
I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med urspärning och farligt gods-transporter på Ostkustbanan. Lämpliga skyddsavstånd till järnvägen föreslås med beräknad risknivå som utgångspunkt.

Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport [18] har använts för att beräkna frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys. Beräkningarna redovisas i Bilaga B.

Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga C. Inomhusvistelse är en faktor som påverkar hur stora konsekvenserna blir. Skyddseffekten till följd av inomhusvistelse för respektive olycksscenario presenteras i Bilaga D.

6.1 INDIVIDRISK

Individrisken längs järnvägen visas i Figur 7. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området enligt DNV:s kriterier.

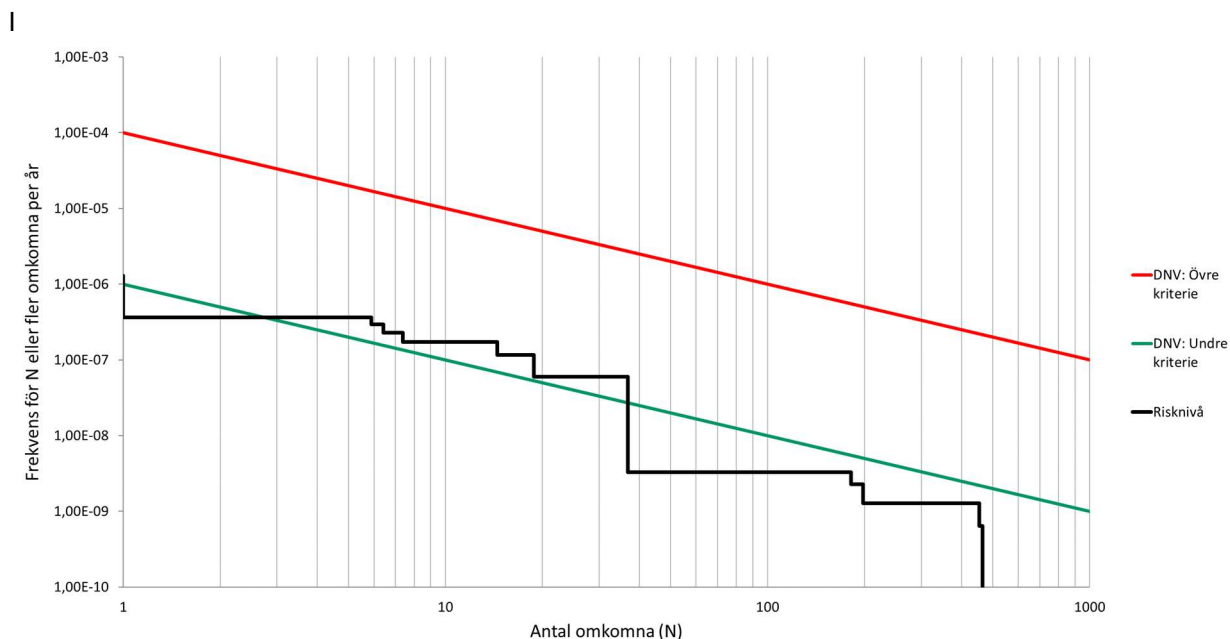


Figur 7. Individrisknivå längs Ostkustbanan.

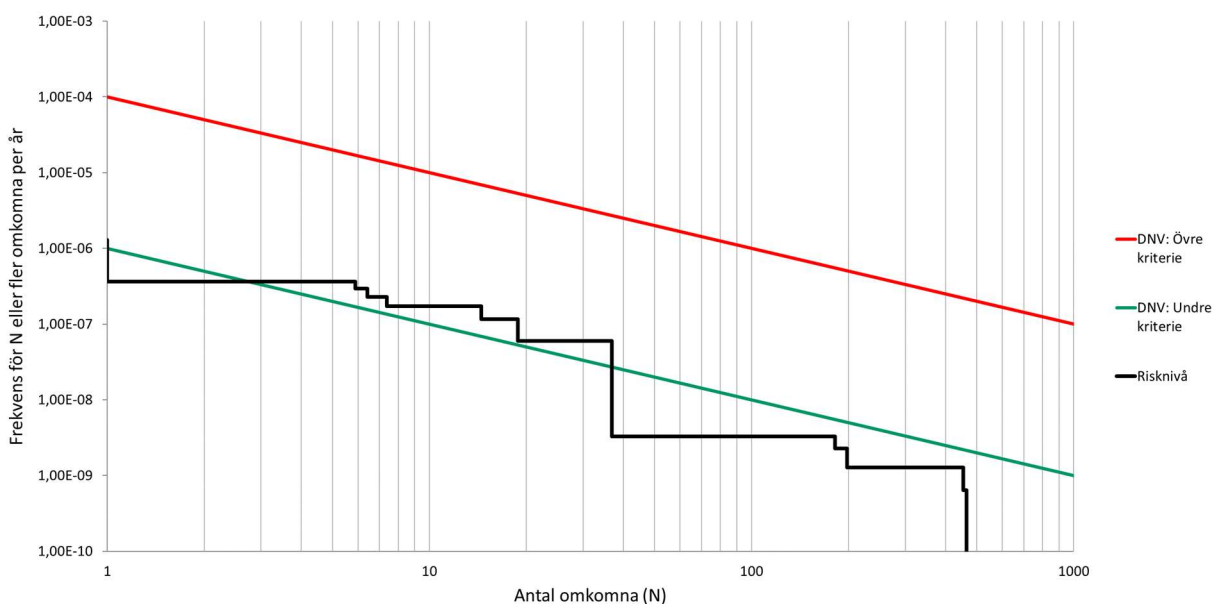
Ur figuren kan utläsas att risken är oacceptabel upp till ca 25 m från järnvägen. Efter 40 m anses individrisken vara på en acceptabel nivå. Fram till 25 m är det urspärningsrisken som genererar det största bidraget till individrisknivån och upp till 40 m ger risken för pölbrand ett betydande utslag.

6.2 SAMHÄLLSRISK

Beräkningarna av samhällsrisken är utförda för ett 1 km² stort område med järnvägen placerad i mitten. Ett befolkningsfritt område om 25 m på respektive sida om järnvägen antas då individrisken är oacceptabelt hög inom detta område och stadigvarande vistelse därmed bör undvikas.



Figur 8 redovisas beräknad samhällsrisk med avseende på Ostkustbanan.



Figur 8. Samhällsrisknivå med avseende på Ostkustbanan.

Ur figuren kan utläsas att samhällsrisk till största delen ligger på en acceptabel nivå. En mindre del av kurvan ligger lågt inom ALARP-området.

6.3 FÖRSLAG TILL SKYDDSAVSTÅND

Utmed järnvägen kommer olika typer av bebyggelse vara aktuell. Vilka skyddsavstånd som rekommenderas beror på planerad markanvändning. Rekommendationerna som ges är baserade på zonerna som presenteras i Tabell 8.

Tabell 8. Zoner lämpliga för olika markanvändning [5].

Zon A	Zon B	Zon C
-------	-------	-------



Drivmedelsförsörjning (obemannad)	Tekniska anläggningar	Bostäder
Odling och djurhållning	Drivmedelsförsörjning (bemannad)	Centrum
Parkering (ytparkering)	Industri	Vård
Trafik	Kontor	Detaljhandel
	Friluftsliv och camping	Tillfällig vistelse
	Parkering (övrig parkering)	Besöksanläggningar
	Verksamheter	Skola

Vilka skyddsavstånd som ska gälla mellan järnvägen och aktuell markanvändning 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 samhällsrisk utifrån det skyddsavstånd som individrisken medför. Om såväl individ- som samhällsrisk bedöms vara acceptabel så är skyddsavståndet tillräckligt för all bebyggelse. Om samhällsrisk bedöms ligga i ALARP-zonen måste avståndet beakta typ av bebyggelse. Inga avstånd får medföra att antingen individ- eller samhällsrisk 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 finnas 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.

Rekommenderade skyddsavstånd till Ostkustbanan

Under förutsättningar att inga riskreducerande åtgärder vidtas bör avstånden som redovisas i Tabell 9 respekteras vid detaljplanering intill Ostkustbanan.

Tabell 9. Rekommenderade avstånd från spårmittpåren för olika markanvändning då inga riskreducerande åtgärder vidtas.

	Zon A	Zon B	Zon C
Lämpliga avstånd för markanvändning	0-25 m	25-40 m	>40 m

Inom området 0–25 m från järnvägsspåren är individrisken oacceptabelt hög och området är därför inte lämpligt för stadigvarande vistelse. Det bör dock påpekas att beslut om bebyggelse inom detta område ska ske i samråd med Trafikverket då ett visst bebyggelsefritt avstånd från järnvägsanläggningen är nödvändigt för att ta hänsyn till skyddsavstånd och framkomlighet vid drift och underhåll.

Inom zon B är individrisknivån inom ALARP-området med det största bidraget till risknivån från pölbrand. Risknivån inom zon B kan sänkas genom att vidta riskreducerande åtgärder som byggnadstekniska brandskydd. Förslag till riskreducerande åtgärder ges i kapitel 7.

På 40 m avstånd, eller mer, från järnvägen bedöms all typ av verksamhet lämplig då risknivån är på en acceptabel nivå.

6.4 KÄNSLIGHETSANALYS

För att bedöma hur olika parametrar påverkar de beräkningar som har upprättats har en känslighetsanalys genomförts. Denna presenteras i sin helhet i Bilaga E.

Känslighetsanalysen syftar till att utreda hur befolkningstätheten påverkar samhällsrisknivån samt hur en ökad andel farligt-godstransporter påverkar individ- och samhällsrisk. Känslighetsanalysen visar att resultaten är robusta med avseende på båda faktorerna.

7 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

I detta kapitel redogörs för de riskreducerande åtgärder som bedöms ha en effekt på ett skyddsavstånd. Först redovisas aktuella åtgärder därefter anges den effekt som byggnadstekniska åtgärder och barriärer bedöms ha. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttanalyser användas.

Förslagen tas fram med avsikt att reducera sannolikheten eller konsekvensen för de risker som uppskattats ha störst påverkan på omgivningen. I detta fall är urspårning och pölbrand de dominerande riskerna och övriga olycksscenarier har endast en begränsad påverkan. Fokus ligger således på riskreducerande åtgärder som skyddar vid urspårning eller brand. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [19].

7.1 BYGGNADSTEKNISKA ÅTGÄRDER

I detta avsnitt beskrivs lämpliga byggnadstekniska åtgärder i anslutning till Ostkustbanan.

Byggnadstekniska brandskydd

Åtgärden innebär att ytterväggar, tak, fasad och/eller fönster utformas på ett sätt vilket reducerar konsekvensen i händelse av brandpåverkan till följd av pölbrand och/eller jetflamma.

Obrännbara fasadmaterier och takyttskikt kan användas för att försvåra brandspridning till byggnaden, men innebär inte explicit att brand- eller brandgasspridning in i byggnaden till följd av ledning eller otätheter förhindras. Brandtekniskt klassade ytterväggar och fönster kan användas som komplement till obrännbara fasadmaterier för att förhindra brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön. Genom att utforma ytterväggar i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30 görs bedömning att risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand eller jetflamma reduceras på ett tillfredsställande sätt. Observera att brandklassade väggar kan utformas med brännbara material och yttskikt. Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas.

Åtgärden kan regleras med detaljplan och bör då införas som funktionsbaserad bestämmelse, eftersom fasad, fönster och ventilation ska fungera ihop.

Ventilationsåtgärder

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras på oexponerad sida, vanligen bort från riskkällan. Vidare bör uttaget placeras så högt upp på byggnaden som praktiskt möjligt. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen av utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser inomhus [23]. Dock kan det i vissa fall bildas högre koncentrationer i lä för vinden, alltså på den oexponerade sidan. Som komplement till placeringen av friskluftsintag ska ventilationen vara möjlig att stänga av från en centralt placerad plats i verksamheten, vilket innebär att den främst är lämpad för byggnader med kontor och handel.

Åtgärden kan vara lämplig att reglera i detaljplan om den är projektanpassad.

Förstärkning av stomme eller fasad

Där åtgärd om förstärkt stomme eller fasad vidtas utförs byggnaden, eller del av byggnaden, med fasad och stomme som ska kunna motstå tryckökningar motsvarande exempelvis dimensionerande explosion. Åtgärden ska ge skydd mot fortskridande ras och ger på så vis även ett visst skydd vid urspärning. Utförandet innebär tyngre konstruktion av stomme och fasad, men är också mer kostnadsdrivande.

Åtgärden kan vara lämplig att reglera i detaljplan om den är projektanpassad.

Påverkan från byggnadstekniska åtgärder

Ventilationsåtgärder ger endast en mycket liten reduktion av risknivån och är inte tillämplig på alla byggnadstyper då den ska kunna stängas av från en central plats i verksamheten. Förstärkning av stomme eller fasad är en förhållandevis kostsam åtgärd och dess effekt är svårkvantifierad.

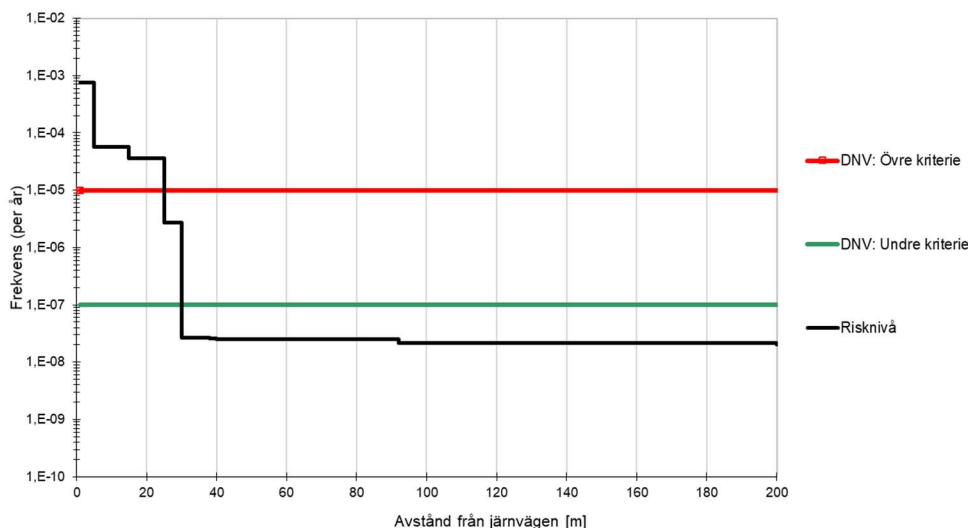
Byggnadstekniskt brandskydd bedöms vara den åtgärd med mest tillförlitlig effekt på risknivån och används som beräkningsexempel för att visa på hur individrisken kan reduceras.

Om husfasader och tak närmst och inom 30 meter från transportleden utförs i lägst brandteknisk klass EI30 och fönster och glaspartier i lägst EW 30 antas ett 100 %-igt skydd inomhus gentemot strålningpåverkan från pölbränder (RID/ADR-klass 3) uppnås, givet att utrymning från byggnaderna kan ske bort från järnvägen.

Åtgärderna bedöms även ge skydd gentemot strålningpåverkan från olyckor med brännbara gaser (RID/ADR-klass 2.1). Skyddsgraden antas dock vara lägre och ansätts till 50 % då olycksscenarioer med RID-klass 2.1 även kan resultera i tryck- och splitterskador.

Den riskreducerande effekten från byggnadstekniskt brandskydd påverkar individrisken enligt

Figur 9.



Figur 9. Individrisknivå med reducerad påverkan från pölbrand och brandfarliga gaser.

I diagrammet visas att individrisknivån fortfarande är oacceptabel fram till 25 m, men är på en acceptabel nivå vid 30 m från järnvägen istället för 40 m.

7.2 BARRIÄRER

Genom att skapa en barriär mellan farligt gods-led och bebyggelse upprättas ett hinder som har en direkt påverkan på vilka konsekvenser som kan uppstå vid närliggande bebyggelse i händelse av en olycka. Det finns olika typer av barriärer. I detta avsnitt behandlas vallar och olika typer av murar, men det finns även andra typer av barriärer som inte kan regleras i detaljplan och därmed inte tas upp här. Skyddsräll och perronger vid tågstationen är exempel på åtgärder som fungerar som urspårningsskydd men som inte regleras i detaljplanen.

Vall

En vall av jordmassor kan fungera som en fysisk barriär mellan riskkälla och planområde. Vallen tjänar som en avgränsning mot planområdet vid utsläpp av vätskor, begränsar både storlek och bildandet av pölar och därmed i förlängningen eventuella pölbränder. Gasutsläpp nära marken kan, till följd av den turbulens som vallen skapar, reduceras till cirka hälften i koncentration. Tryckvågor från explosioner kan reduceras och avåkningar mot planområdet förhindras. Åtgärden har dessutom hög tillförlitlighet och kräver ingen skötsel avseende bibehållen riskreducerande effekt. En vall är dock förhållandevis dyr och skrymmande. Vallens höjd och utbredning bör utredas i detalj för att säkerställa den riskreducerande effekten.

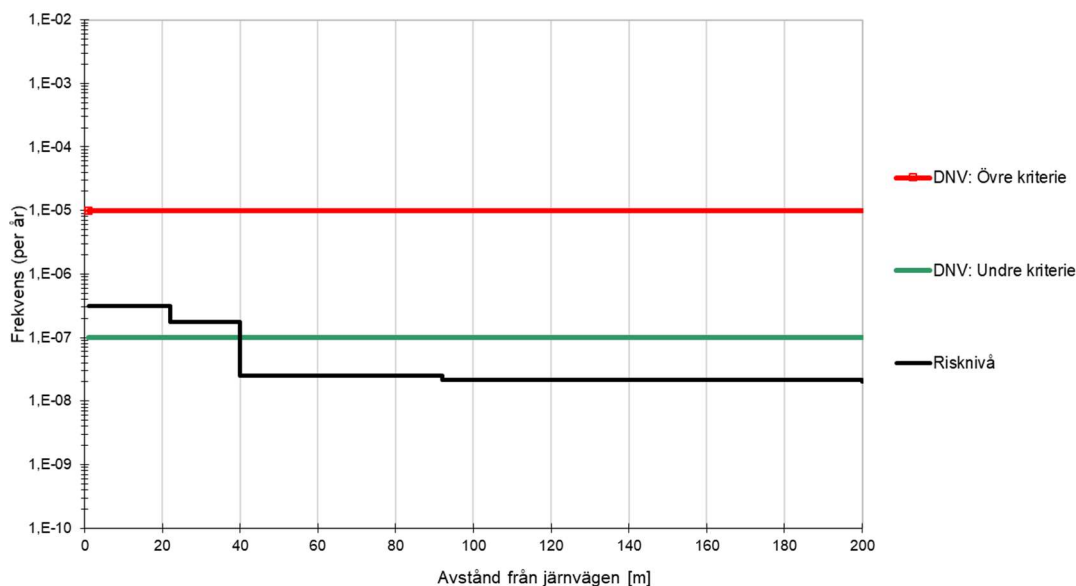
Mur

Mur, stödmur, kantbalk eller plank har liknande riskreducerande effekt som vall och väljs ofta som alternativ i de fall utrymmet mellan riskkälla och planområde inte är tillräckligt för en vall. Åtgärden förutsätter erforderlig höjd och grundläggning.

Påverkan från barriärer

Om en skyddsmur dimensionerad enligt UIC 777-2 Grupp 1 [20] eller motsvarande uppförs mellan järnvägen och omgivande bebyggelse antas ett 100 %-igt skydd gentemot mekanisk påverkan på omgivande bebyggelse. Det vill säga, muren ska säkerställa att urspårande fordon stannar inom spårområdet. Det minskade skyddsavståndet som en barriär kan medge medför dock att olycksscenarioer med farligt gods får större genomslag i samhällsrisken. Det rekommenderas därför att åtgärden barriär kombineras med byggnadstekniska åtgärder för att olycksscenarioer som pölbrand eller utsläpp av brandfarlig gas inte ska få större konsekvenser då skyddsavståndet till bebyggelse minskar.

Den riskreducerande effekten från barriärer påverkar individrisken enligt Figur 10.



Figur 10. Individrisknivå med reducerad påverkan från urspåring.

Figuren visar att individrisken är låg då en barriär uppförs intill järnvägen. Fram till 40 m ligger risknivån lågt inom ALARP-området på grund av risken för pölbrand, vilket innebär att byggnadstekniska åtgärder bör övervägas som komplement till barriären.

7.3 PÅVERKAN PÅ SKYDDSAVSTÅND

Effekten av implementering av ovanstående riskreducerande åtgärder värderas utifrån påverkan på individrisken. Avstånden som presenteras i Tabell 10 är de avstånd som föreslås för olika markanvändning intill Ostkustbanan.

Tabell 10. Bedömd påverkan på skyddsavstånd givet riskreducerande åtgärder.

Markanvändning	Avstånd från spårmitte utan riskreducerande åtgärder	Avstånd givet byggnadsteknisk åtgärd	Avstånd givet barriär och byggnadsteknisk åtgärd
Zon A	0-25 m	0-25 m	0-25 m
Zon B	25-40 m	25-30 m	>25
Zon C*	>40 m	>30 m	>25

* För verksamheter med försvarade möjligheter till utrymning som skolor, omsorg och vård bedömer WSP att det är lämpligt att alltid vidmakthålla ett skyddsavstånd om minst 40 meter från järnvägen.

Om dessa avstånd jämförs med sammanfattningen av riktlinjer i Kapitel 2 är skyddsavstånden som föreslås här något kortare. Detta kan bero på att skyddsavstånden generellt är något längre för vägar än för järnväg och att riktlinjerna förutsätter att inga riskreducerande åtgärder har implementerats. Baserat på individrisken på de olika avstånden från järnvägen bedöms skyddsavstånden i Tabell 10



UPPDRAGSNAMN
Riskbedömning FÖP sydöstra stadsdelarna

UPPDRAGSNUMMER
10304732

FÖRFATTARE
Johannes Lärkner & Cecilia Nordenö

DATUM
2020-06-18

lämpliga. Bebyggelse inom zon A ska dock ske i samråd med Trafikverket för att säkerställa att deras krav på skyddsavstånd uppfylls.

8 FORTSATT ARBETE

Riktlinjerna som presenteras i denna PM är framtagna ur ett strikt riskperspektiv. Dels finns det andra teknikområden (exempelvis buller och vibrationer) som kan ha synpunkter, dels finns det andra aktörer såsom Länsstyrelse, Räddningstjänst och Trafikverket, som kan ha synpunkter på hur planläggning bör ske. För att de i denna PM föreslagna riktlinjerna ska få legitimitet bör de samrådas med nämnda aktörer så att samsyn skapas och att diskussionerna därmed kan undvikas i kommande skeden.

9 DISKUSSION

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 [21].

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:

- Personantal inom området,
- farligt gods-transporter förbi planområdet,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

Då riskbedömningen avser ett område som ännu är i ett planeringsstadium saknas relevant data för vissa parametrar. Det finns därför behov att göra antaganden och förenklingar för att genomföra bedömningen. Antaganden och osäkra parametrar har till viss del hanterats genom känslighetsanalys. Känslighetsanalysen visar att resultatet är robust både med avseende på mängderna farligt gods som transporteras på Ostkustbanan och hur hög persontätheten är.

Övriga förutsättningar och antaganden har ansatts med stöd av den information som finns tillgänglig i dagsläget. Om förutsättningarna förändras behöver riskbedömningen uppdateras. Det gäller bland annat om andelen farligt gods eller fördelningen mellan RID-klasserna på Ostkustbanan år 2050 inte stämmer med statistiken som använts i denna PM, om bebyggelse kommer att ske närmre E4:an än vad som visas i plankartan eller om en stor ökning av befolkningstätheten förväntas. Beroende på vilka fordonstyper som blir aktuella för det nya kollektivtrafikstråket kan en kompletterande riskbedömning vara nödvändig i ett senare skede. Detsamma gäller om en drivmedelstation ska anläggas inom sydöstra stadsdelarna.

De riskreducerande åtgärder som föreslås är till stor del baserade på rapporten Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [19] och bör betraktas som förslag. Beräkningar visar exempelvis att ventilationsåtgärder endast har en mycket liten påverkan på risknivån. För att prioritera vilka åtgärder som ska vidtas kan med fördel kostnads-nytta- eller kostnads-effektanalys användas. Det bör också nämnas att Trafikverket kan vidta skyddsåtgärder som har positiv inverkan på riskbildningen inom sydöstra stadsdelarna i samband med utbyggnaden av Ostkustbanan.

Riktlinjen framtagna i denna PM syftar till att underlätta samhällsplaneringen inom sydöstra stadsdelarna. För att en riktlinje ska vara användbar behöver den vara generell, men detta medför att det alltid finns undantag då riktlinjen bör frångås. Ett exempel på ett sådant fall gäller verksamheter som kan vara svåra att utrymma där WSP är restriktiva till kortare skyddsavstånd trots vidtagande av riskreducerande åtgärder. Mot bakgrund av detta är det viktigt att riktlinjen förankras hos planläggare och att en god förståelse finns för hur riktlinjen ska användas, samt hur undantag ska hanteras, för att riktlinjen ska uppfylla dess syfte.

10 SLUTSATSER

Med de översiktliga kvantitativa beräkningarna av individ- och samhällsrisk som utgångspunkt föreslås följande skyddsavstånd till Ostkustbanan:

Markanvändning	Avstånd från spårmitte utan riskreducerande åtgärder	Avstånd givet byggnadsteknisk åtgärd	Avstånd givet barriär och byggnadsteknisk åtgärd
Zon A	0-25 m	0-25 m	0-25 m
Zon B	25-40 m	25-30 m	>25
Zon C	>40 m	>30 m	>25

Riktlinjerna är generella och kan användas som utgångspunkt vid planläggning inom sydöstra stadsdelarna. Det finns dock alltid undantag då denna typ av generella riktlinjer kan frångås, exempelvis om förutsättningarna inom området förändras.

Beroende på hur utvecklingen av området sydöstra stadsdelarna sker framöver kan ytterligare riskkällor tillkomma och förutsättningarna som har använts i denna riskbedömning förändras. Nya riskbedömningar bör i så fall upprättas för aktuella riskkällor.

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.

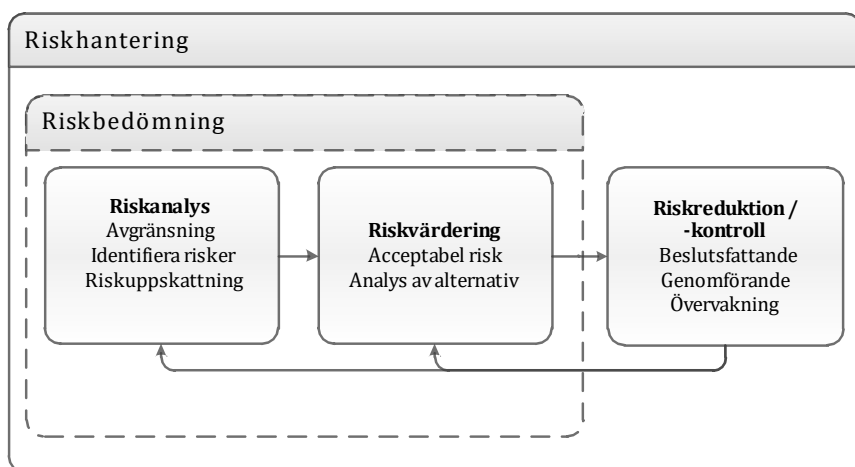
A.1. Begrepp och definitioner

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 [22] [23], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 11.

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 11. 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

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 [24].

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 [24].

Riskmatriser är vanligt förekommande riskhanteringsverktyg och de kan vara av både kvalitativ och kvantitativ karaktär, se Figur 12. En riskmatris gör det möjligt att grovt rangordna olika skadehändelseers risknivåer. De skadehändelser som finns i matrisens övre högra hörn, d.v.s. de händelser som har hög sannolikhet och allvarliga konsekvenser, utgör stora risker som bör reduceras omedelbart. De skadehändelser som återfinns i matrisens nedre vänstra hörn utgör mindre allvarliga eller obetydliga risker som troligen inte behöver åtgärdas. Nivån på de risker som accepteras bör naturligtvis stämma överens med myndigheters och företagets eller organisationens övergripande nivå för acceptabla risker, om sådana finns formulerade [25].

		Sannolikhet							
	Kvalitativt	Kvantitativt	Värde						
	Sannolik	> 1 gång/ år	5						
	Mycket trolig	1 gång/ 1-10 år	4						
	Trolig	1 gång/ 10-100 år	3						
	Sällsynt	1 gång/ 100-1000 år	2						
	Osannolik	< 1 gång/ 1000 år	1						
		Värde		1	2	3	4	5	Konsekvens
Konsekvens		Kvantitativt	Över- gående lindriga skador	Enstaka skadade, varaktiga obehag	Enstaka svårt skadade, svåra obehag	Enstaka döda eller svårt skadade	Några döda eller svårt skadade		Liv och hälsa
		Kvalitativt	Obetydlig	Mindre	Stor	Allvarlig	Mycket allvarlig		

Figur 12. Exempel på en semi-kvantitativ riskmatris [26].

A.2.3 *Kvantitativa metoder*

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år [27].

Bilaga B. Frekvensberäkningar

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* [13]. 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.

B.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. Studerad sträcka är i detta fall 1 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år) är cirka 127 020 [4].
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år), vilket är cirka 740 727 med antagandet att ett persontåg i genomsnitt har 5 vagnar och godståg 17 vagnar.
- Antal vagnaxlar per vagn, vilket antagits till 3 st.
- Antal växlar på den studerade sträckan uppgår till 0 st.
- Antal plankorsningar på den studerade sträckan, vilket i detta fall antagits vara 0 st.

B.1.1 Urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 11 [13]:

Tabell 11. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspårning.

Identifierade olyckstyper för urspårning	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	vagnaxelkm
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm
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
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	vagnaxelkm
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	vagnaxelkm (godståg, annat)
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	tågkm
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	tågkm

B.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 [13] och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna.

B.1.3 Plankorsningsolyckor

I höjd med planområdet finns inga plankorsningar.

B.1.4 Växling och rangering

I höjd med planområdet sker ingen rangering och det har antagits att det inte sker någon växling.

B.1.5 Resultat

Frekvensen för en olycka med godståg beräknas med formeln:

$$\text{Urspårningsfrekvens (per år)} \cdot \frac{\text{Godståg (st)}}{\text{Totalt antal tåg (st)}} = \text{Frekvens, godstågsolycka (per år)}$$

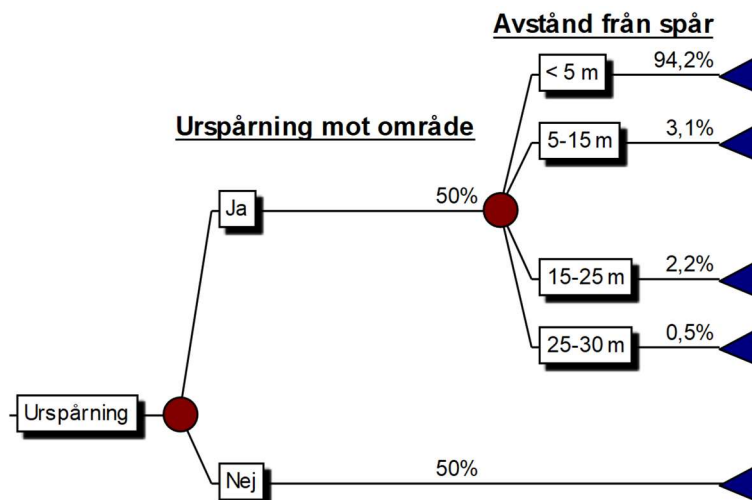
B.1.6 Avstånd från spårmittpunkt för urspårande vagnar

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 Tabell 12 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spårmittpunkt som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat på trafikandelar 93 % persontåg och 7 % godståg [13].

Tabell 12. Avstånd från spårmittpunkt (m) för urspårade vagnar.

Avstånd från spårmittpunkt	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	77,53%	17,98%	2,25%	2,25%	0,00%
Godståg	70,33%	19,78%	5,49%	2,20%	2,20%
Viktat medel efter andel	77,03%	18,10%	2,47%	2,24%	0,15%

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spårmittpunkt vid urspårning är mycket liten [28]. Enligt Tabell 12 ovan varierar sannolikheten för respektive konsekvensavstånd något beroende på vilken tågtyp som går på det aktuella spåret. En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspårningsfrekvensen för både gods- och resandetåg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 13.



Figur 13. Händelsetråd med sannolikheter för urspårningar.

B.2. Järnvägsolycka med transport av farligt gods

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 [29] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt RID-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 13 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 13. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [29].	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 [30].
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.
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.

RID-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [31]. 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.

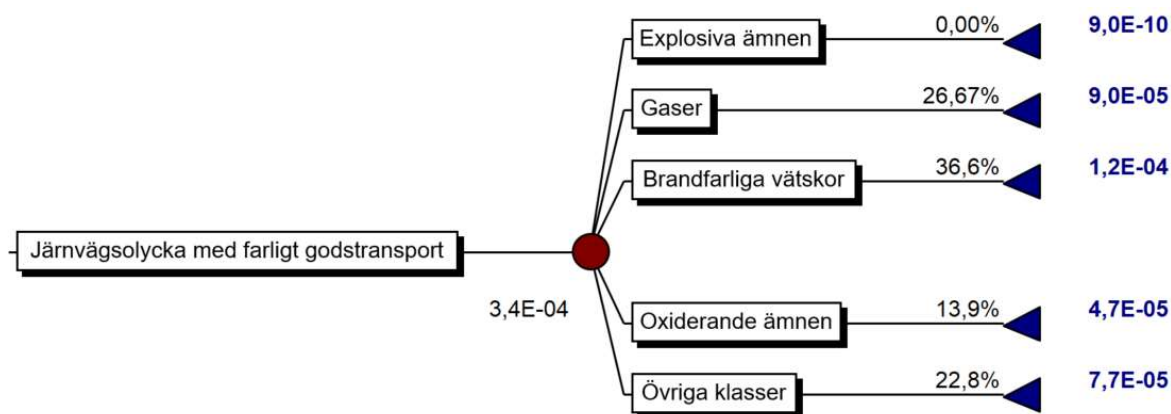
Enligt tidigare resonemang bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-S-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande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

Frekvensen för en olycka med godståg är enligt avsnitt B.1.5 beräknad till $2,02 \cdot 10^{-3}$ per år. I genomsnitt omfattar en urspårning 3,5 vagnar [32]. Farligt gods-vagnar antas utgöra 5,1 % av det totala antalet godsvagnar. Sannolikheten att en eller flera av de inblandade godsvagnarna i en urspårning innehåller farligt gods är då:

$$1 - (1 - 0,051)^{3,5}$$

Frekvensen för att en farligt gods-vagn spårar ur på den aktuella sträckan beräknas bli cirka $3,38 \cdot 10^{-4}$ per år.

I händelseträdet, se Figur 14, redovisas frekvensen för olycka med transport av aktuella farligt gods-klasser inblandade utifrån uppskattad andel av respektive klass.



Figur 14. Händelsetråd med sannolikhet för olycka med farligt gods.

B.3. Olycksscenarier – händelseträdsmetodik

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

B.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 förekommer i väldigt liten mängd. RID-S klass 1 utgjorde under tidsperioden 2006-2010 endast 0,015 % av den totala transportmängden farligt gods i Sverige som helhet [33]. Det finns flera olika transportörer och de flesta hänvisar till sekretess, dels av företagsmässiga och dels av säkerhetsmässiga skäl. Enligt samtal med ett av de största transportbolagen på järnväg utfördes endast tre transporter med klass 1 i Sverige under hela 2011. Ingen uppgift om total mängd explosiver finns att tillgå eftersom även emballage och annat räknas in i transportvikten. Uppskattningsvis var ingen av de tre transporterna på mer än 500 kg explosivt ämne [34].

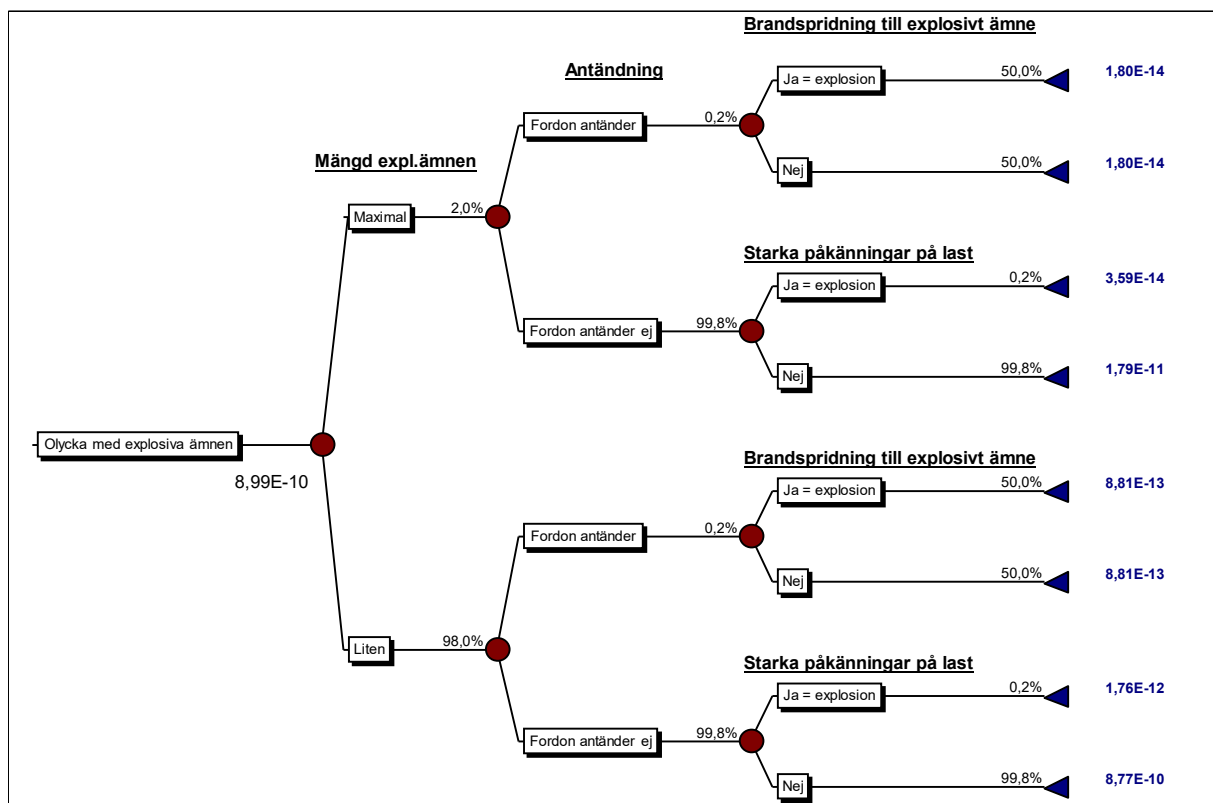
En grov uppskattning är att laster på 25 ton utgör cirka 2 % av antalet transporter med RID-S klass 1, och övriga 98 % antas i beräkningarna förenklat utgöra mindre laster om 150 kg.

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 en 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 [35] [36]. Därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 % [37].

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 [38]. 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 [39] att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %.

Figur 15 redovisas möjliga scenarier.



Figur 15. Händelseträ med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

B.3.2 RID-S-klass 2 – Gaser

Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 [40], antas 87 % av transporterna 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 [13]. 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.

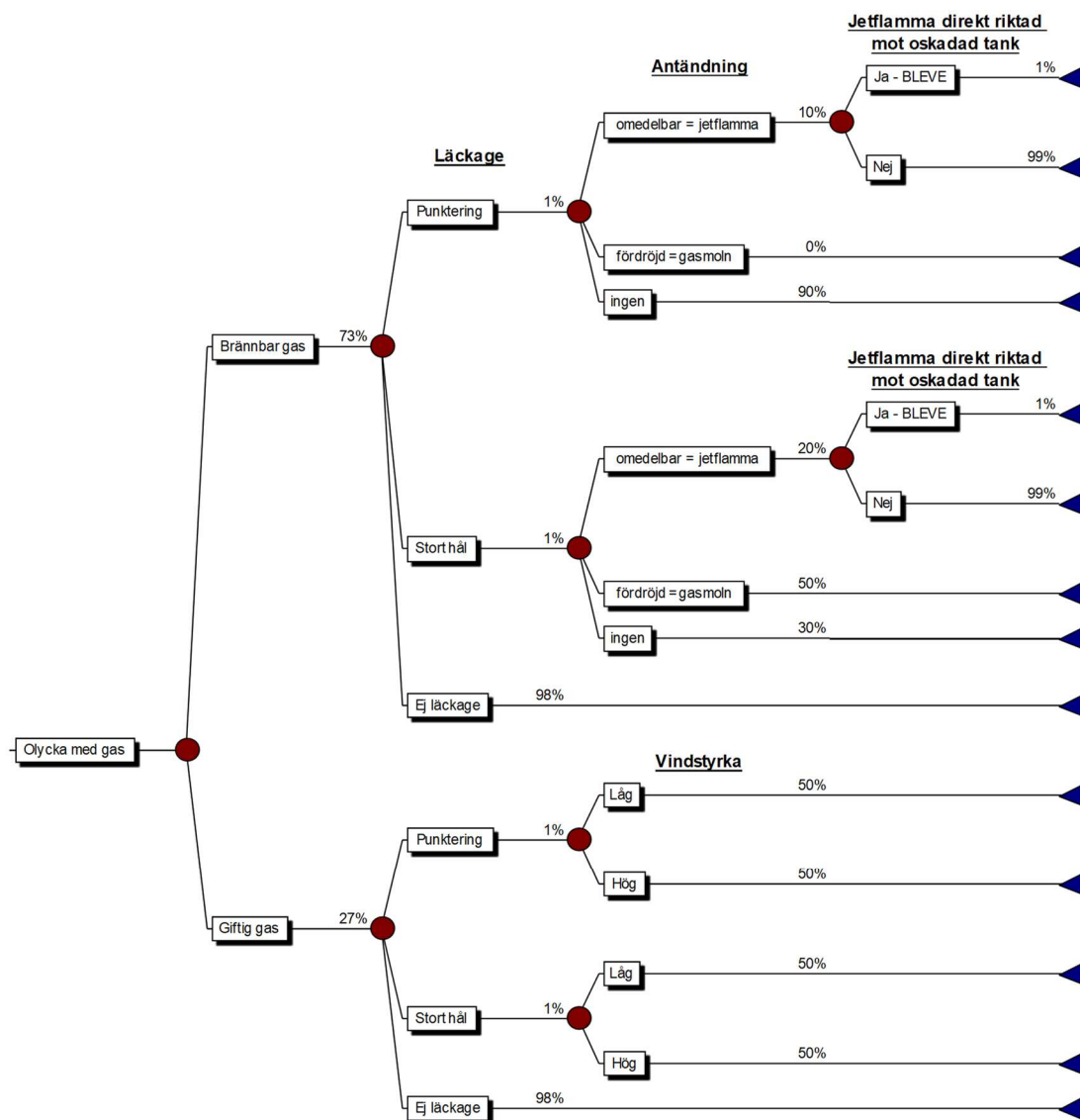
För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter [41] för:

- 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 % [41]. 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 16 redovisas olika scenarier för en olycka med gas.



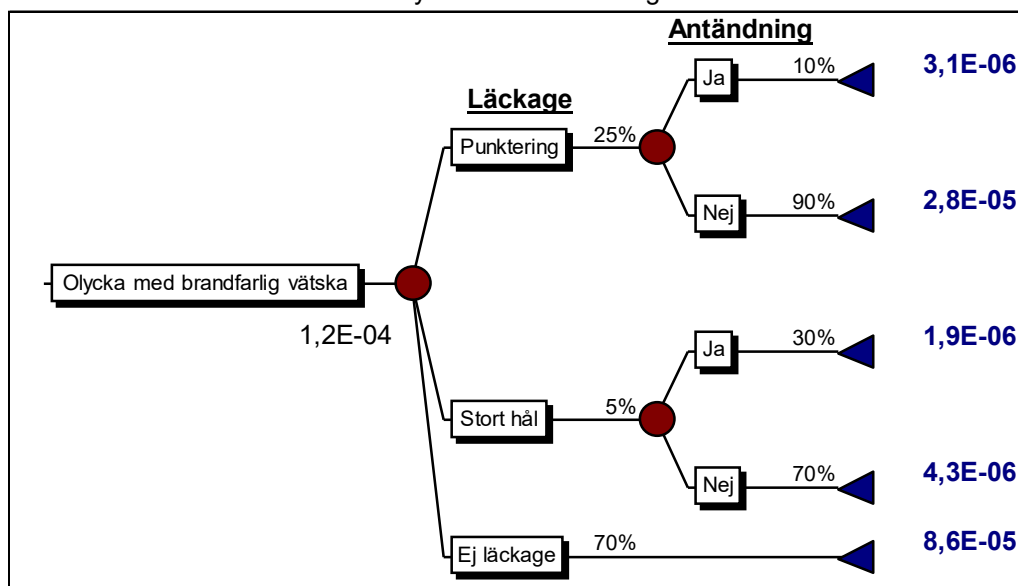
Figur 16. Händelsetråd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

B.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 % [13]. 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 % [13].

I

redovisas olika scenarier för en olycka med brandfarlig vätska.



Figur 17. Händelsetråd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

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.

B.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.

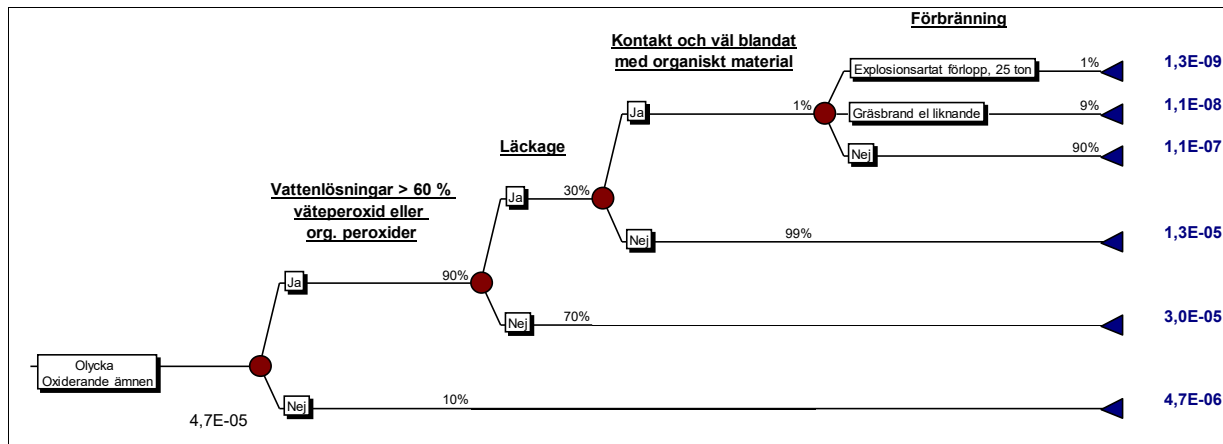
Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera brand eller understödja brand i andra ämnen, t.ex. brand i vegetation kring banvallen. Explosion kan inträffa i vissa fall.

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

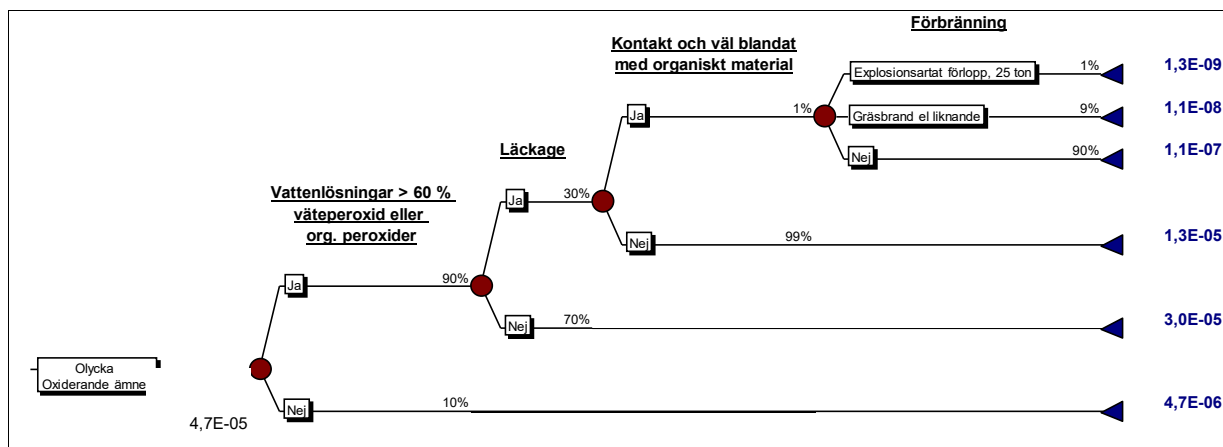
Transportstatistik [33] anger att 93 % av transportererna i RID-S-klass 5 utgörs av oxiderande ämnen, och 7 % av organiska peroxider. En huvuddel av de oxiderande ämnen som transporteras i Sverige bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Utifrån detta antas 90 % av 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 B.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 % [37]. 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 18 redovisas olika scenarier för en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 18. Händelsesträd för farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

B.4. Anpassning av sannolikheten avseende konsekvensavstånd

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 C. Konsekvensberäkningar

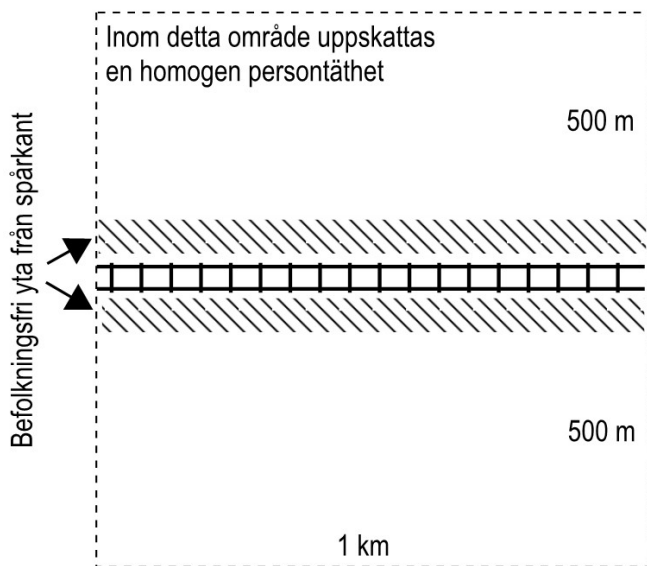
De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario.

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

C.1. Persontäthet

I samhällsriskberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring järnvägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer.

Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 19.



Figur 19. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämnt utspridda över ytan.

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast spår. Detta antagande är grovt varför en befolkningsfri yta baserad på avståndet till järnväg ansätts i beräkningarna. Detta innebär att personantalet inom detta område subtraheras från resultatet för varje olycksscenario i samhällsriskberäkningarna.

För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmåttet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

C.2. 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. Riskerna begränsas till området närmast banan, cirka 25-30 m, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom.

C.3. 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 scenarier som beskrivs i Bilaga B. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

C.3.1 RID-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) [42].

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 [43]. 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 % omkomma.
- Inom det område där trycket uppgår till 20-180 kPa antas 20 % omkomma.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [44] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, beräknats 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 RID-S klass 1 gods. Explosionen antas vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstöt vågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd P ≥ 180 kPa	Avstånd P ≥ 20 kPa
Liten explosion	150 kg	13 meter	41 meter
Stor explosion	25 000 kg	74 meter	221 meter

C.3.2 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.

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 [45].

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) antas till: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm) [46]. För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol* [47], 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
- Utströmmingskoefficient (Cd): 0,83 (Rektangulärt hål med kanterna fläktat 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
- Lufttryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

I Tabell 15 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 15. 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

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

³ Värdet för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton [48]. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) [48].

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 16.

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 16. 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

C.3.3 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 [46].

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 [49].

I

Tabell 17 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 bredds ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 17. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradi	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

C.3.4 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 massexplosiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplosiva varor [37], se vidare avsnitt B.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 B.3.3.

Tabell 18. Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

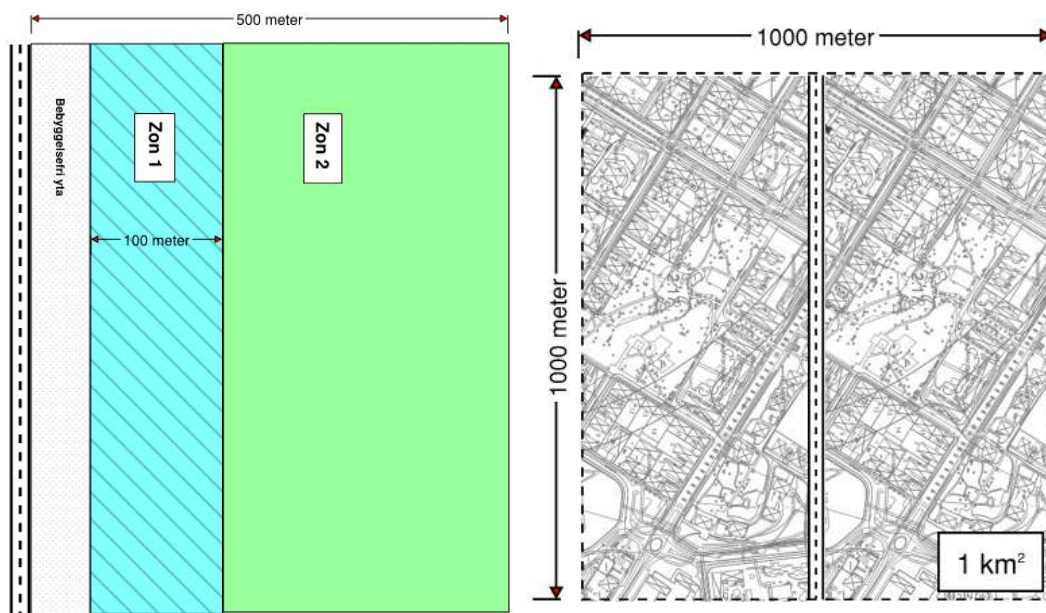
Scenario	Avstånd till dödliga förhållanden
Explosion 25 ton	250 m
Gräsbrand etc.	40 m

C.4. Uppskattning av antal omkomna i respektive scenario

För att uppskatta antalet omkomna i respektive olycksscenario, enligt avsnitt B.3, multipliceras aktuellt konsekvensområde, enligt avsnitt C.3, med den persontäthet som antagits i området, enligt avsnitt C.1. Samtliga personer inom den area som utsätts för dödliga konsekvenser antas omkomma i grundberäkningen.

Bilaga D. Skyddseffekter

Vid samhällsrisksberäkningar antas generellt att samtliga personer i området kring riskkällan befinner sig utomhus och är oskyddade. Det antagandet är mycket konservativt då en andel av befolkningen med stor sannolikhet befinner sig inomhus och är åtminstone delvis skyddad mot ett flertal olycksscenarier.



Figur 20. (T.v.) Illustration av zonindelning vid beräkning av samhällsrisken. (T.h.) Beräkning av samhällsrisik för ett 1 km² stort område med transportleden placerad i mitten.

Skyddsgraderna bygger på erfarenhetsmässiga bedömningar och internationella vägledning som CPR 18E [50]. I nedanstående stycken ges mer ingående motiveringar av ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse.

Urspårningar:

Mekanisk påverkan på omgivande bebyggelse från urspårade tåg på Kontinentalbanan antas kunna medföra fortskridande ras av byggnader. Kollaps av moderna byggnader till följd av jordbävningar uppskattas kunna medföra ett skadeutfall på 20-50 % omkomna och 50-80 % skadade [51]. I samhällsrisksberäkningarna antas 50 % av individerna som befinner sig inomhus inom urspårningens konsekvensområde förolyckas till följd av fortskridande ras.

Explosioner:

Tryckvågor från större explosionslaster kan medföra omfattande skador på byggnader belägna långt ifrån olyckans centrum. Inom Zon 1 antas ingen skyddsfaktor vid inomhusvistelse om explosionslasten är större än 150 kg. Om explosionslasten understiger 150 kg antas en 50 %-ig skyddsgrad vid inomhusvistelse inom Zon 1. Byggnader inom Zon 2 kommer delvis vara skyddade från tryckpåverkan av framförvarande byggnader inom Zon 1. Skyddsgraden vid inomhusvistelse inom Zon 2 till följd av explosionslaster större än 150 kg antas uppgå till 50 %.

Pölbränder:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på utfallande strålning från pölbränder. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. På grund av detta används en 90 %-ig skyddsgrad vid inomhusvistelse med avseende på olycksscenarier som medför pölbrand.

Olycksscenarier med brandfarliga gaser:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på utfallande strålning från jetflamnor. 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 med avseende på olycksscenarier med brännbara gaser antas i beräkningarna uppgå till 50 % inom Zon 1 och Zon 2.

Utsläpp av giftig gas:

I CPR 18E bedöms individer som befinner sig inomhus i princip vara helt skyddade (avseende risken att omkomma) vid ett utsläpp av giftig gas [52]. 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 beräkningarna endast uppgå till 50 %. Skyddsfaktorn vid inomhusvistelse inom Zon 2 antas uppgå till 95 % med avseende på utsläpp av giftig gas.

Sammanställning av skyddseffekter:

Tabell 19. Ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse

Olycksscenario	Skyddsgrad vid inomhusvistelse Zon 1	Skyddsgrad vid inomhusvistelse Zon 2
Mekanisk påverkan från urspårning	50 %	-
Stora explosionslaster (>150 kg)	0 %	50 %
Mindre explosionslaster (<150 kg)	50 %	50 %
Pölbränder	90 %	-
Utsläpp av brandfarlig gas (jetflamnor, gasmoln, BLEVE)	50 %	75 %
Utsläpp av giftig gas	50 %	95 %

Bilaga E. Känslighetsanalys

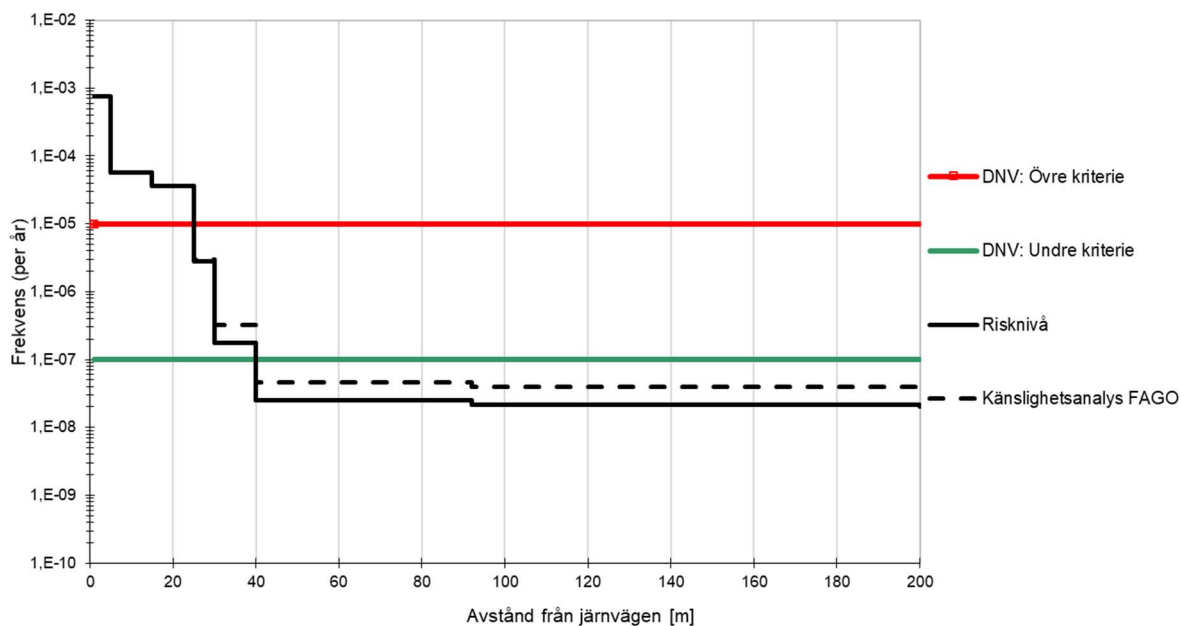
För att bedöma hur olika parametrar påverkar de beräkningar och rekommendationer som har upprättats i denna riskbedömning har en känslighetsanalys genomförts. Känslighetsanalysen syftar till att belysa nedanstående frågeställningar:

- Hur påverkas risknivån längs Ostkustbanan vid en ökad omfattning av farligt gods-transporter?
- Hur påverkar befolkningstätheten samhällsrisknivån?

E.1. Ökad andel farlig gods-transporter

För att undersöka hur risknivån inom sydöstra stadsdelarna hade påverkats av en ökad andel farligt gods-transporter på Ostkustbanan har en känslighetsanalys gjorts där andelen farligt gods av totalt gods dubblas. Enligt det nationella snittet är ca 5% av den totala godstrafiken farligt gods i dagsläget. Då prognosen för år 2050 är osäker ansätts konservativt 10% farligt gods i känslighetsanalysen.

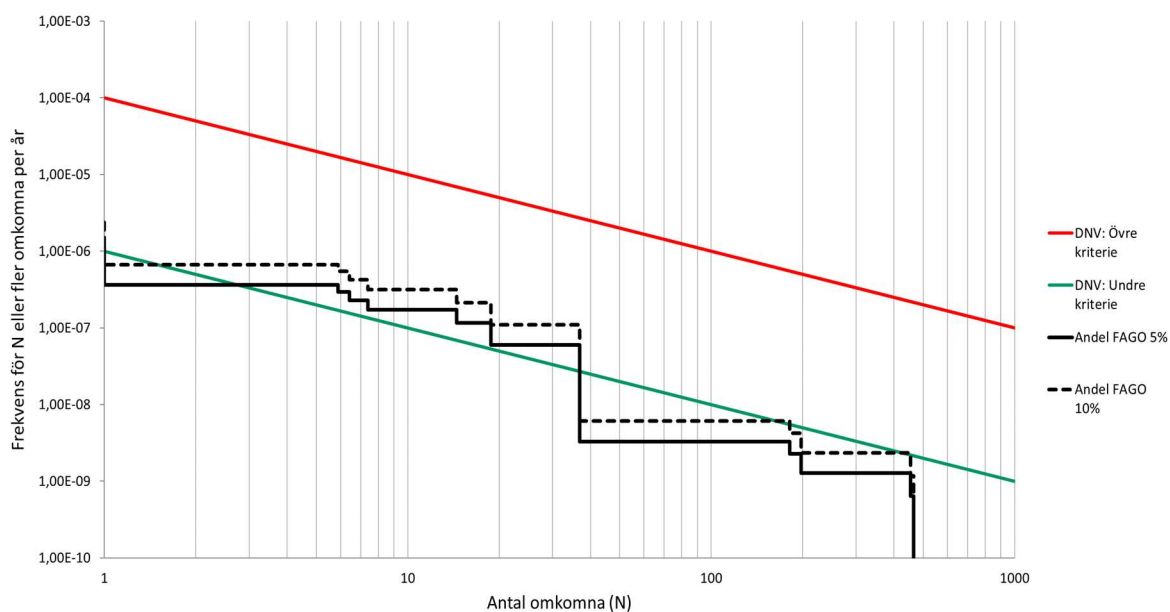
I Figur 21 visas hur individrisken påverkas om andelen farligt gods på Ostkustbanan ökar.



Figur 21. Individrisk vid ökad andel farligt gods-transporter (FAGO) på Ostkustbanan.

I figuren kan en liten ökning av frekvensen tydas. Trots det ligger individrisken fortfarande inom ALARP-området efter ca 25 m och på en acceptabel nivå efter 40 m, likt i grundberäkningen.

I Figur 22 visas hur samhällsriskens påverkas.

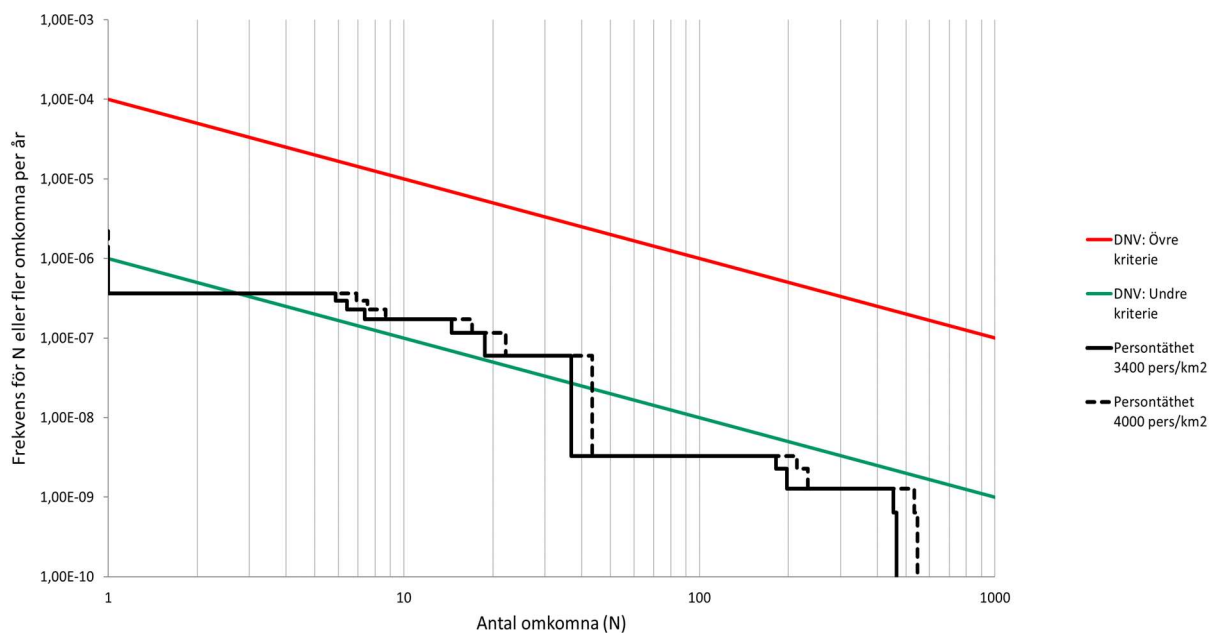


Figur 22. Samhällsrisk vid ökad andel farligt gods-transporter (FAGO) på Ostkustbanan. Figuren visar att frekvensen för olyckor ökar något, men risknivån ligger fortfarande lågt inom ALARP-området.

E.2. Ökad befolkningstäthet

En ökad befolkningstäthet skulle innebära att fler personer förolyckas om en olycka inträffar. För att utreda hur stor effekt befolkningstätheten har på samhällsriskens har den förväntade persontätheten om 3 personer per km² jämförts med en möjlig persontäthet om 4 000 personer per km².

I Figur 23 visas hur samhällsriskens påverkas av en ökad befolkningstäthet.



Figur 23. Samhällsrisk vid ökad befolkningstäthet. Figuren visar att en ökad befolkningstäthet endast har en liten påverkan på samhällsriskens. Risknivån ligger fortfarande lågt inom ALARP-området eller på en acceptabel nivå.

Bilaga F. Referenser

- [1] Uppsala kommun, "Uppsalapaketet," 8 maj 2020. [Online]. Available: <https://bygg.uppsala.se/samhallsbyggnad-utveckling/uppسالapaketet/det-har-ar-uppsalapaketet/>. [Använd 26 maj 2020].
- [2] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [3] Uppsala kommun, "Fördjupad översiktsplan för de Sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna," Uppsala, 2020.
- [4] Trafikverket, "Funktionsutredning Uppsala C: framtida utformning och anpassning till fyrspår," Trafikverket, 2020.
- [5] Länsstyrelsen Stockholm, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*, 2016.
- [6] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [7] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hallands län, Meddelande 2011:19," 2011.
- [8] Länsstyrelsen i Dalarna, "Farligt gods: riskhantering i fysisk planering, vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods," Länsstyrelsen i Dalarna, 2012.
- [9] Borås Stad, "Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods i Borås Stad," Borås Stad, 2016.
- [10] Malmö Stadsbyggnadskontor, "Stadsbyggande och farligt gods, Dialog-pm 2004:2," Malmö Stad, 2004.
- [11] Uppsala kommun, "Förslag till fördjupad översiktsplan," 16 maj 2020. [Online]. Available: <https://bygg.uppsala.se/planerade-omraden/sydostra-stadsdelarna/forslag-till-fordjupad-oversiktsplan/>. [Använd 26 maj 2020].
- [12] Trafikverket, "NVDB på webb," Trafikverket, [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 26 maj 2020].
- [13] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [14] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *MSBFS (2016:9) föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (RID-S)*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2016.
- [15] 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.
- [16] Trafikanalys (Trafa), "Bantrafik 2018," Trafa, Stockholm, 2019.
- [17] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [18] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.

- [19] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [20] International Union of Railways (UIC), "Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone," UIC, 2002.
- [21] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [22] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneva: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [23] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [24] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.
- [25] Räddningsverket, *Handbok för riskanalys*, Karlstad: Räddningsverket, 2003.
- [26] J. Nilsson, *Introduktion till riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
- [27] F. Nystedt, *Riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [28] Banverket och Räddningsverket, "Säkra järnvägstransporter av farligt gods," 2004.
- [29] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [30] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [31] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [32] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2," 1994.
- [33] Trafik analys - TRAFKA, "Bantrafik 2010, Statistik 2011:24," 2011.
- [34] J. Pettersson, Interviewee, *Säkerhetsansvarig Green Cargo*. [Intervju]. 2012.
- [35] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [36] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [37] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [38] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [39] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [40] MSB, "Trafikflödet på järnväg – 2006.," 2013-08-09.
- [41] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous materials*, 33, 1993.

- [42] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [43] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [44] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [45] Svenska gasföreningen, "Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter," 2004.
- [46] Väg- och transportforskningsinstitutet, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," 1994.
- [47] Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, "Datorprogrammet Gasol".
- [48] RIB, Statens räddningsverk, *Spridning luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank.*
- [49] Brandteknik, Lunds tekniska högskola, "Brandskyddshandboken, Rapport 3161," Lund, 2012.
- [50] Ministry of Transport and Water Management, CPR 18E: Guidelines for quantitative risk analysis 'Purple Book', Haag: Ministry of Transport and Water Management (Nederländerna), 1999.
- [51] Ministry of Transport and Water Management, CPR 14E: Methods for the calculation of physical effects, Haag: Ministry of Transport and Water Management (Nederländerna), 1996.
- [52] Advisory Council on Dangerous Substances , "Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E," Ministry of Transport (NL), 2005.



UPPDRAGSNAMN
Riskbedömning FÖP sydöstra stadsdelarna

UPPDRAGSNUMMER
10304732

FÖRFATTARE
Johannes Lärkner & Cecilia Nordenö

DATUM
2020-06-18

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

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

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

