

Riskutredning Gasverket 1, Sundsvall

Avseende olycksrisker från järnväg och verksamheter vid detaljplanering



Ändringsförteckning

Ver:	Datum:	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänt av
0.1	2024-12-10	Utkast till kund	Oscar Lindén	Oscar Lindén
1.0	2024-12-17	Slutversion	Oscar Lindén	Oscar Lindén

Uppdrag: Riskutredning Gasverket 1, Sundsvall
Uppdragsnummer: 30078078
Kund: SKIFU
Ver: 1.0
Datum: 2024-12-17
Upprättad av: Thomas Frödin & Sara Hammar

Innehållsförteckning

1.	Inledning	5
1.1	Syfte och mål.....	5
1.2	Metod.....	6
1.3	Omfattning och avgränsningar	8
2.	Styrande och vägledande dokument.....	9
2.1	Lagstiftning	9
2.2	Rekommendation från Trafikverket för järnväg	10
2.3	Länsstyrelsens riktlinjer	10
2.4	Värdering av risk.....	12
3.	Förutsättningar	15
3.1	Riskkällor	16
4.	Riskbedömning järnväg	19
4.1	Riskidentifiering	19
4.2	Riskanalys och riskvärdering.....	23
4.3	Osäkerhet och känslighetsanalys.....	28
5.	Riskbedömning verksamheter	34
5.1	Riskidentifiering	34
5.2	Riskanalys och riskvärdering.....	35
6.	Samlad bedömning.....	37
7.	Slutsatser och åtgärder	39
8.	Referenser.....	40

Bilaga A – frekvensberäkningar

Bilaga B - konsekvensberäkningar

Sammanfattning

På fastigheten Gasverket 1 i Sundsvall kommun planeras det för uppförande av bostäder, kontor och/eller detaljhandel som närmast 30 meter från järnväg. Exakt utformning och val av bebyggelse typ är inte fastställt, varför föreliggande riskutredning har utgått från känsligast möjliga markanvändning som i detta fall innebär byggande av bostäder. Det planeras även för ett parkeringshus som klassas som mindre känslig markanvändning 10 meter från järnvägen.

I riskutredningen har risker med transport av farligt gods, risk för påkörning vid urspårning samt verksamheter med tillstånd för brandfarlig vara identifierats, analyserats och värderats.

Gällande närliggande verksamheter med **tillstånd för brandfarlig vara** bedöms inga riskreducerande åtgärder vara nödvändiga. Risknivån från dessa är acceptabla.

Risknivåerna med avseende på **farligt godsolyckor** bedöms mot bakgrund av gällande förutsättningar som acceptabla utan införande av riskreducerande åtgärder vad gäller byggnader som närmast 30 meter från järnvägsspår. Detta gäller även för parkeringshuset. Med tanke på det korta avståndet mellan järnvägsspåret och parkeringshuset rekommenderas det ändå att:

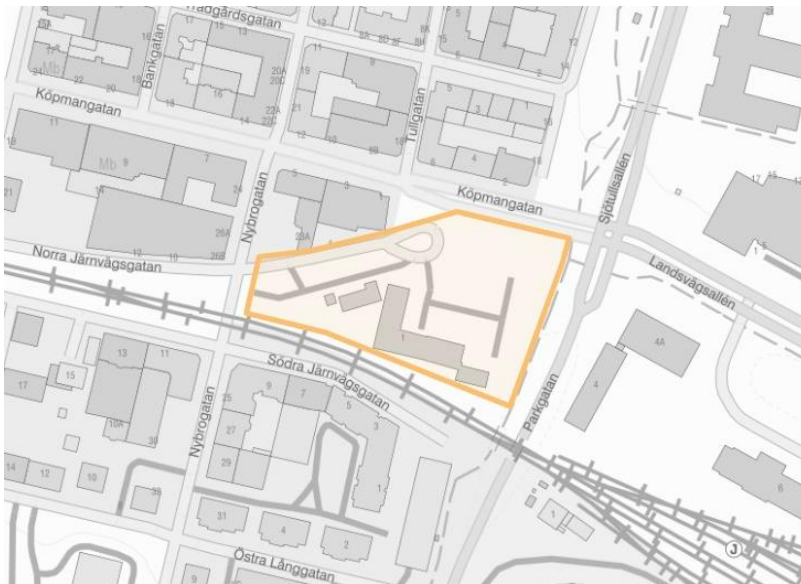
- Parkeringshuset utförs i obrännbart material på avstånd upp till 30 meter från järnvägsspår för att minska risk för brandspridning vid en eventuell pölbrand.

Risknivåer med avseende på **påkörning vid urspårning** hamnar inom ALARP vilket innebär att ekonomiskt och praktiskt rimliga och genomförbara åtgärder ska vidtas. Följande åtgärder bedöms lämpliga för att uppnå en acceptabel nivå:

- In- och utgångar för gående i parkeringshuset placeras i riktning bort från järnvägen.
- Ytan mellan parkeringshus och järnväg bör utformas så att stadigvarande vistelse inte uppmanas.

1. Inledning

SKIFU önskar pröva möjligheten att planlägga fastigheten Gasverket 1 för kontor, handel och bostäder (flerbostadshus). Fastigheten omges av Nybrogatan, Köpmangatan och Parkgatan, samt järnvägen Mittbanan/Ostkustbanan i söder. Planområdet ses i Figur 1 nedan.



Figur 1. Illustration av fastigheten Gasverket 1 i Sundsvall.

Inom fastigheten finns befintliga byggnader som tidigare utgjort ett gasverk. I dag används bebyggelsen främst till kontor. Dessa byggnadskroppar planeras kvarstå inom fastigheten. Planerad ny bebyggelse kommer att lokaliseras i fastighetens nordöstra samt västra del.

1.1 Syfte och mål

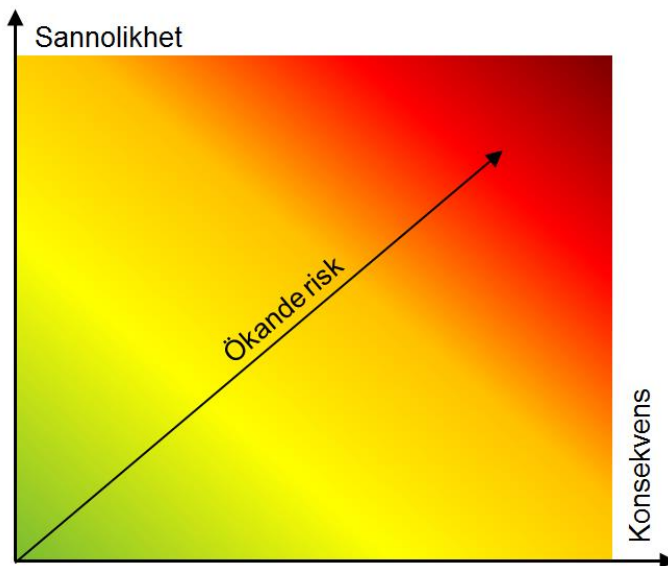
Syftet med riskutredningen är att utreda lämpligheten för ny bebyggelse inom fastigheten Gasverket 1 med hänsyn till närliggande riskkällor innefattande transport och hantering av farligt gods och farliga ämnen på järnväg. Om behov identifieras ska även riskreducerande åtgärder och eventuella skyddsavstånd föreslås.

Målsättningen är att i denna riskutredning redovisa den sammantagna risknivån för det aktuella planområdet, samt att vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder.

1.2 Metod

1.2.1 Riskbegreppet

Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse om den inträffar. Sannolikheten redovisas som en förväntad frekvens för den oönskade händelsen, och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå. Figur 2 illustrerar hur risken ökar när sannolikheten för/konsekvensen av, en händelse ökar.



Figur 2. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

1.2.2 Metodik för riskbedömning

Metodiken som används i denna utredning följer riskhanteringsprocessens steg:

- **Riskbedömning** – omfattar riskidentifiering, riskanalys och riskvärdering
 - Riskidentifiering - inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser.
 - Riskanalys - kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.
 - Riskvärdering – Efter riskanalysen görs en värdering för att avgöra huruvida riskerna kan accepteras eller ej. Som del av riskvärderingen kan även förslag till riskreducerande åtgärder för att sänka riskerna ges.
- **Riskreduktion/riskkontroll** – det sista steget i riskhanteringsprocessen omfattar de beslut som tas kopplat till genomför riskbedömning och de eventuella åtgärder som bedöms vara nödvändiga för att uppnå en acceptabel risknivå.

För att bedöma riskerna för det aktuella området genomförs en kvantitativ riskbedömning för järnvägen förbi Gasverket 1. Närliggande verksamheter med tillstånd för brandfarlig eller explosiv vara kommer att analyseras kvalitativt.

En kvantitativ riskbedömning innebär att sannolikheter och konsekvenser för olycka med farligt gods uppskattas med hjälp av beräkningar. Beräkningarna baseras på lokala förutsättningar som persontäthet och trafikflöde samt nationell statistik för transporter av farligt gods.

En kvalitativ bedömning innebär att inga risknivåer beräknas utan riskerna beskrivs i stället i kvalitativa termer. Detta innebär att bedömningarna är baserade på riktlinjer och erfarenheter från befintligt material, platsens geografiska förutsättningar och tidigare genomförda utredningar.

Vid detaljplanering av tätbebyggda områden i nära anslutning till transportled med farligt gods där risknivån kan vara hög är det branschpraxis att beräkna individ- och samhällsrisk. Detta kommer att göras vid den kvantitativa riskanalysen av järnvägen.

Individrisk beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en eller flera riskkällor under ett år. Individrisk tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan utan antar att en person befinner sig oskyddad på samma avstånd från riskkällan dygnet runt under ett år. Eftersom det utifrån måttet går att avgöra om enskilda individer utsätts för oacceptabelt hög risk brukar måttet beskrivas som ett rättighetsbaserat mått, se även avsnitt 2.4. Individriska presenteras i denna utredning i form av en individriskkurva där risken beskrivs som en funktion av avståndet från riskkällan. Individrisk beror alltså endast på riskkällan och påverkas inte av hur omgivningens förutsättningar eller persontäthet ser ut.

För att beräkna individrisk används följande formel:

$$f_{olycka} \times P_{utsläpp|olycka} \times P_{scenario|utsläpp} \times P_{konsekvensavstånd > studerat avstånd}$$

Där:

f_{olycka}	Beräknad frekvens för en urspårning på aktuell plats per år
$P_{utsläpp olycka}$	är sannolikheten för utsläpp för respektive godsklass givet att en urspårning inträffar
$P_{scenario utsläpp}$	är sannolikheten för ett visst scenario (explosion, brand etc.) givet att utsläpp har skett
$P_{konsekvensavstånd > studerat avstånd}$	är sannolikheten att en viss punkt på ett visst avstånd från banan ligger inom konsekvensavståndet.

Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika persontätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Vidare påverkas samhällsrisk av hur omgivningen bebyggs/är bebyggd. Konsekvenserna beräknas utifrån medelpersontätheten.

Samhällsriskerna presenteras i ett så kallat F/N-diagram (*Frequency of accidents/Number of fatalities*)¹. I F/N-diagrammet utläses sannolikheten för att olika antal personer omkommer i anslutning till riskkällan.

Beräkningarna har genomförts med Monte Carlo-simuleringar² i programvaran @Risk, vilket innebär att sannolikhetsfördelningar har antagits för de ingående parametrarna vilket till skillnad från medelvärdesberäkningar ger möjlighet att redovisa osäkerheter och genomföra en känslighetsanalys³ på ett utförligt sätt. Simuleringar med 2 000 iterationer har genomförts i beräkningarna. En mer utförlig beskrivning av beräkningarna finns i bilagorna.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Riskutredningen är avgränsad till risker förknippade med transport av farligt gods på järnvägen förbi det aktuella planområdet, risker för att bli påkörd vid en urspårning på samma järnvägssträcka, samt inventering och bedömning av verksamheter som hanterar och förvarar brandfarliga ämnen intill planområdet.

Riskutredningen omfattar risker förknippade med allvarliga olyckor på järnvägen eller vid närliggande verksamheter som kan påverka planerad bebyggelse inom planområdet. De kvantitativa beräkningarna omfattar olyckor som medför påverkan på människor på sådant sätt att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall undersöks ej. Fokus är att utreda olycksrisker för personer som befinner sig i och runt den bebyggelse som planeras inom planområdet.

Den markanvändning som undersöks i utredningen är detaljhandel (H), bostäder (B) och kontor (K). Då det i dagsläget inte är bestämt om det blir enbart detaljhandel, kontor, bostäder (flerbostadshus), eller en kombination av dessa utgår det vid analys från att den mest känsliga typen av markanvändningen är utgångspunkten. Därav underskattas inte risken och eventuella åtgärder kan anpassas utifrån typ av markanvändning.

Följande ingår ej i riskutredningen:

- Risker för skada på miljö.
- Arbetsmiljörisker eller risker som drabbar trafikanter eller resenärer.
- Exponering för mer långsiktiga hälsorisker såsom buller, vibrationer, luftföroreningar eller elektromagnetiska fält.
- Antagonistiska händelser eller sabotage

Resultatet från riskutredningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna kan riskutredningen behöva uppdateras. Att befintliga byggnader finns kvar inom fastigheten ligger till grund för slutgiltig riskutredning.

¹ Olycksfrekvens / Antal dödsfall.

² Viss typ av matematiska algoritmer som bygger på slumpstal. I stället för ett medelvärde för beräkningarna så anges ett intervall och en fördelning där ett slumpmässigt tal inom detta intervall dras. Genom att tillräckligt många simuleringar genomförs fås ett resultat där genomsnittet ger ett rättvisande resultat.

³ Analys av hur känslig beräkningen är för förändringar. Där kan det testas att variera olika indata och se hur de påverkar resultatet.

2. Styrande och vägledande dokument

I följande avsnitt presenteras relevanta lagar, riktlinjer och värderingskriterier för denna analys.

2.1 Lagstiftning

Plan- och bygglag (2010:900) omfattar bestämmelser som syftar till att:

”Med hänsyn till den enskilda människans frihet, främja en samhällsutveckling med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden och en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människorna i dagens samhälle och för kommande generationer”
(2010:900, 1 kap. 1 §)

I lagen anges att vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked ska bebyggelse och byggnadsverk bland annat lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Boverket sammanfattar hur:

”Hänsyn till hälsa, säkerhet, och risken för olyckor ... är viktiga begrepp i PBL och ingår i de allmänna intressen som regleras i 2 kap. PBL. De allmänna intressena i 2 kap. PBL utgör sådana krav som staten (genom att lagstifta om PBL) anser att kommunen ska ta hänsyn till eller främja, vid beslut om användning av mark och vatten” (Boverket, 2019)

Planläggning och prövningen i ärenden om lov eller förhandsbesked enligt lagen ska syfta till att mark- och vattenområden används för det eller de ändamål som områdena är mest lämpade för med hänsyn till beskaffenhet, läge och behov.

Det är enskilda kommuners angelägenhet att reglera användningen av mark- och vattenresurser inom den egna kommunens gränser. Det är inom ramen för detaljplaneringen som en kommun får bestämma om specifika åtgärder behöver implementeras för att skydda mot olyckor (Plan- och bygglag, 2010:900, 4 kap. 12 §). Plan- och bygglagens 4 kap. 30-37 § föreskriver minimikraven gällande vilka typer av handlingar en detaljplan skall innehålla.

Miljöbalken (1998:808) syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Detta innebär bland annat att miljöbalken ska tillämpas så att människor och miljön skyddas mot skador. I både Plan- och bygglag (2010:900) och Miljöbalk (1998:808) beskrivs de skyldigheter som finns i en detaljplaneprocess vad gäller att ta hänsyn till planens eventuella påverkan på miljön.

2.2 Rekommendation från Trafikverket för järnväg

Som stöd i samhällsplanering kring järnvägar har Trafikverket (2020) tagit fram publikationen *Transportsystemet i samhällsplaneringen* där ett generellt bebyggelsefritt avstånd från spår på 30 meter (från spårmittpå på närmaste spår) till ny bebyggelse rekommenderas. Avståndet syftar till att möjliggöra underhåll av järnvägen, att inte inskränka räddningstjänstens möjligheter att genomföra räddningsinsatser vid olycka, samt att säkerställa att det finns fysiskt utrymme att vidta ytterligare riskreducerande åtgärder i framtiden. I rekommendationerna lyfter Trafikverket även 150 meter från järnvägen som ett avstånd inom vilket det är rimligt att utreda risker med transport av farligt gods.

2.3 Länsstyrelsens riktlinjer

Det finns inga nationella krav eller riktlinjer för hur bebyggelse ska planeras intill vägar eller järnvägar där transporter av farligt gods förekommer. Med anledning av detta har flera länsstyrelser tagit fram egna riktlinjer som är anpassade för lokala förutsättningar.

Denna riskutredning utgår därför från de riktlinjer som Länsstyrelsen i Västernorrlands län och Gävleborgs län (2022) har tagit fram som stöd vid fysisk planering för intill transportleder för farligt gods. Vägledningen redovisar hur markanvändning, avstånd och riskhantering samspelar i detaljplaner nära transportleder för farligt gods och ska användas i syfte att beakta människors hälsa och säkerhet vid detaljplanering intill transportleder för farligt gods.

Vägledningen innebär att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en transportled för farligt gods. I vägledningen delas området längs en transportled för farligt gods in i olika zoner inom vilka olika krav på riskhantering och riskreducering ställs. Zonernas utbredning varierar också beroende på vilken typ av markanvändning som planeras; mindre känslig, normalkänslig eller känslig, där planering av känslig verksamhet har något högre krav på riskutredning och riskreduktion inom ett större område kring riskkällan (transportleden). I Tabell 1 ges exempel på hur olika verksamheter kan kategoriseras utifrån deras känslighet för eventuell olycka med farligt gods.

Tabell 1. Exempel på kategorisering av verksamheters känslighet från länsstyrelsens riktlinjer (Länsstyrelsen Västernorrland; Länsstyrelsen Gävleborg, 2022).

Ej känslig	Mindre känslig	Normalkänslig	Känslig	Särskilt känslig
<i>Typiska bebyggelse typer</i>				
Parkering	Drivmedelsförsörjning	Bostäder (enstaka som är enkla att utrymma)	Bostäder	Större vårdinrättningar och sjukhus
Trafik	Industri	Centrum (ej hotell)	Vård	Mycket höga byggnader (>16 vån.)
Odling	Parkering	Detaljhandel	Skola	Känslig verksamhet >1000 pers.
Friluftsområde	Verksamheter, lager	Kontor	Besöksanläggningar med omfattande åskådarplats	Nattklubbar etc. >600 pers.
Gata/väg	Tekniska anläggningar (ej samhällsviktiga)	Besöksanläggning (utan omfattande åskådarplats)	Tillfällig vistelse (hotell)	Samhällsviktig teknisk infrastruktur och verksamhet
Natur				
Prickmark				
<i>Typiska förutsättningar</i>				
Normalt bebyggelsefritt	Litet personantal <1 pers./1000 m ²	Begränsat personantal <4 pers./1000 m ²	Kan vara stora personantal	Kan vara mycket stora personantal
Få/enstaka personer	Vakna personer	Stadigvarande vistelse	Stadigvarande vistelse	Svårutrymda
Tillfällig vistelse	Förmåga att inse fara och utrymma på egenhand	Sovande personer med god områdeskännedom	Sovande personer	Byggnadsklass Br0
Förmåga att inse fara och utrymma på egenhand		Vakna personer utan god områdeskännedom	Mer omfattande vistelse utomhus	
		Till största del förmåga att inse fara och utrymma på egen hand	Kan var svårutrymda	
		Förmåga att sätta sig i säkerhet vid regelbunden utomhusvistelse	Kan ha begränsad förmåga att inse fara	
			Kan inte förväntas utrymma på egen hand	

De tre zonerna definieras i länsstyrelsens (Länsstyrelsen Västernorrland; Länsstyrelsen Gävleborg, 2022) riktlinjer på följande sätt:

- I den röda zonen är länsstyrelsens erfarenhet att risknivån är oacceptabelt hög och därmed kan det finnas betydande svårigheter att hitta acceptabla lösningar.
- I den gula zonen finns det erfarenhet av att det med nu kända förhållanden varit möjligt att säkerställa att risknivån blir tillräckligt låg med hjälp av kvantitativ riskanalys och riskreducerande åtgärder.
- I den gröna zonen finns det erfarenhet av att det med nu kända förhållanden varit möjligt att säkerställa att risknivån blir tillräckligt låg med en kvalitativ riskbedömning.

Zonindelningen intill järnväg illustreras i Tabell 2.

Tabell 2. Zonindelning intill järnväg (Länsstyrelsen Västernorrland; Länsstyrelsen Gävleborg, 2022)

	Röd zon	Gul zon	Grön zon
Mindre känslig	0–30 meter	30–50 meter	50–150 meter
Normalkänslig	0–30 meter	30–50 meter	50–150 meter
Känslig	0–30 meter	30–80 meter	80–150 meter

För kvantitativa riskanalyser rekommenderar länsstyrelsernas vägledning (Länsstyrelsen Västernorrland; Länsstyrelsen Gävleborg, 2022) att utgå ifrån de kriterier som identifieras i rapporten *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997), såsom individrisk och samhällsrisik, samt ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*, se vidare avsnitt 2.4). Vidare konstateras i vägledningen att värdering av behov av riskreducerande åtgärder ska utgå från de fyra principer som presenteras i *Värdering av risk*, nämligen rimlighetsprincipen, proportionalitetsprincipen, fördelningsprincipen samt principen om undvikande av katastrofer. Dessa principer beskrivs mer utförligt i avsnitt 2.4. Rapporten *Värdering av risk* har blivit en branschvedertagen standard för hur risk ska värderas.

2.4 Värdering av risk

I Räddningsverkets⁴ rapport *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997) diskuteras hur risker i samband med fysisk planering ska värderas i Sverige och förslag på principer för detta ges. Riskkriterierna som presenteras är de som idag används för att värdera risk i Sverige.

Rimlighetsprincipen: En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.

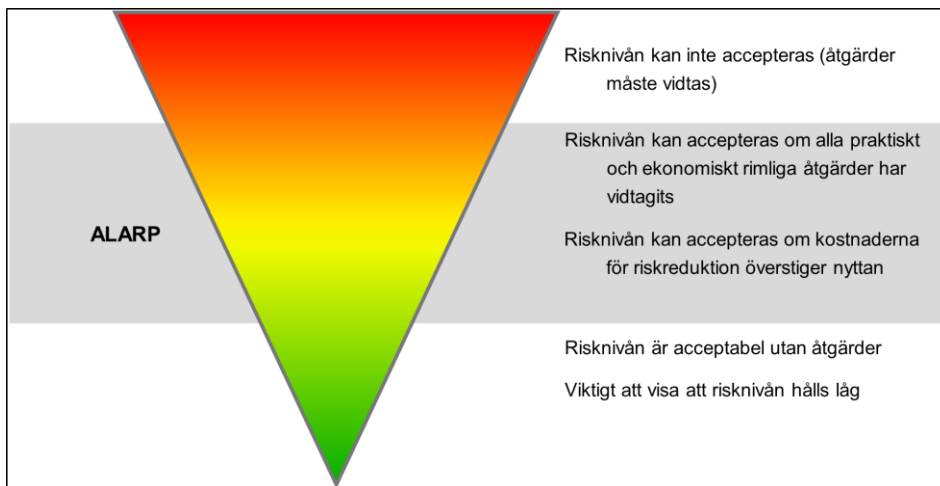
Proportionalitetsprincipen: De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.

⁴ Nuvarande Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB)

Fördelningsprincipen: Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.

Principen om undvikande av katastrofer: Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

I rapporten presenteras även ALARP-konceptet⁵, vilket är en vanligt förekommande princip för att sätta kriterier för beräknade risknivåer (se Figur 3).



Figur 3. Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

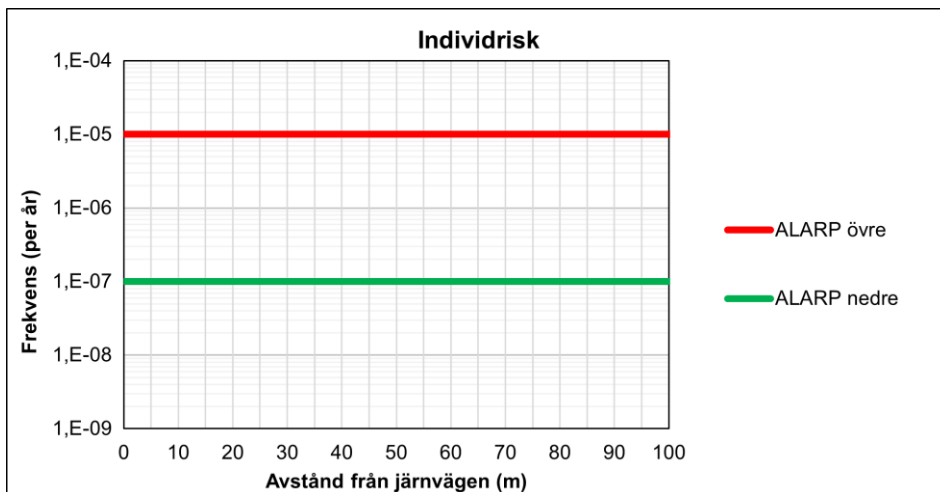
I rapporten ges ett förslag till kriterier för värdering av individ- och samhällsrisik från farlig verksamhet och transporter. Det ursprungliga syftet med rapporten var att verka som en startpunkt för diskussion gällande riskkriterier. Dessa riskkriterier har dock kommit att bli de som regelmässigt används för att värdera risk i Sverige.

För individrisk föreslås övre gräns för ALARP-området 10^{-5} per år⁶ och nedre gräns för ALARP-området 10^{-7} per år⁷, se Figur 4.

⁵ As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefärligt översatt: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt

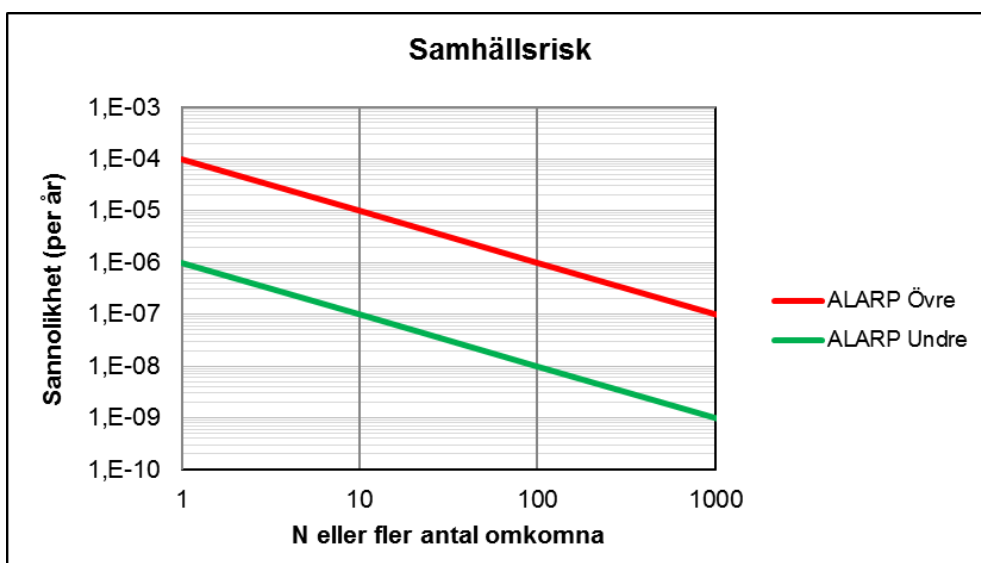
⁶ 10^{-5} är ett matematiskt uttryck för 0,00001, d.v.s. 1 på 100 000

⁷ 10^{-7} är ett matematiskt uttryck för 0,0000001, d.v.s. 1 på 10 000000



Figur 4. Förslag på acceptanskriterier för individrisk (Räddningsverket, 1997).

För samhällsrisk föreslås för ett dödsfall en övre gräns för ALARP-området på 10^{-4} per år och nedre gräns för ALARP-området på 10^{-6} per år och kilometer. En lutning på linje för fler dödsfall föreslås vara -1 .⁸ Sammantaget ger detta kriterier enligt Figur 5.



Figur 5. Förslag till kriterier för samhällsrisk (Räddningsverket, 1997).

Oavsett bebyggelse typ ska samhällsrisk utmed en sträcka på 1 kilometer förbi området understiga 10^{-4} per år för $N = 1$ och 10^{-6} per år för $N = 100$.

Med hänsyn till osäkerheter i beräkningarna och de argument som finns för att fokusera på att minimera konsekvenserna av en olycka (rimlighetsprincipen och principen om undvikande av katastrofer) bedöms det även vara rimligt att genomföra vissa riskreducerande åtgärder oavsett beräknade risknivåer.

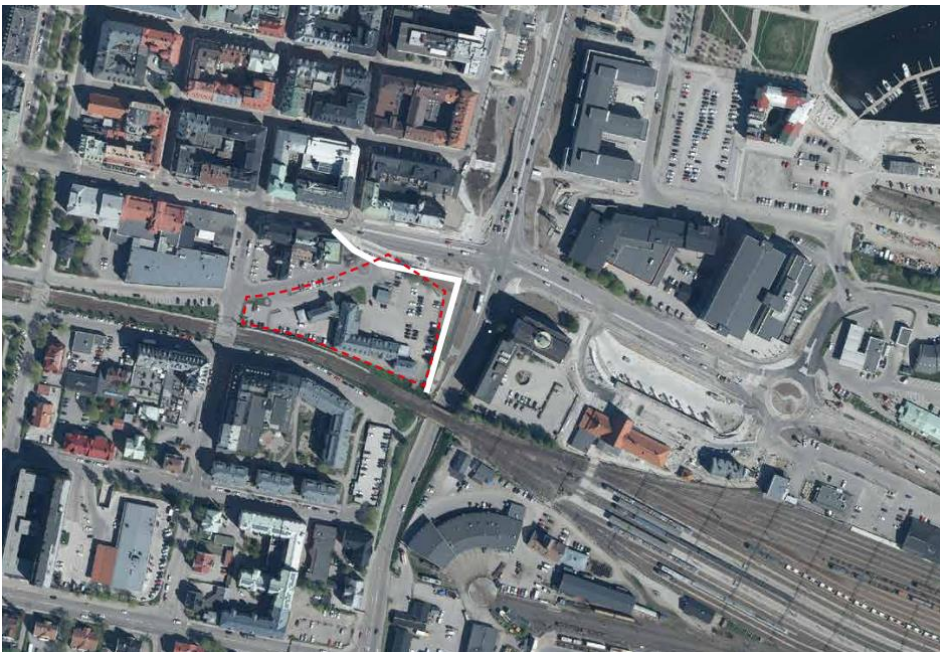
⁸ En FN-kurva med en angiven lutning av -1 innebär t.ex. att olyckor med 100 eller fler omkomna har en frekvens som är $1/10$ (eller 10^{-1}) av frekvensen för olyckor med 10 eller fler omkomna. (Räddningsverket, 1997)

3. Förutsättningar

SKIFU önskar pröva möjligheten att planlägga fastigheten Gasverket 1 (se lokalisering i Figur 6 nedan) för kontor, handel och bostäder. Även ett parkeringshus i tre våningar med 60 p-platser planeras i den västra delen. Bostäder kategoriseras som känslig markanvändning, kontor och handel som normalkänslig, och parkeringshus som mindre känslig enligt länsstyrelsens riktlinjer i Tabell 1.

Bostäder, kontor och handel planeras på avstånd minst 30 meter från järnvägen och hamnar i gul zon, och parkeringshus planeras på 10 meters avstånd och hamnar i röd zon enligt länsstyrelsens riktlinjer (se Tabell 2).

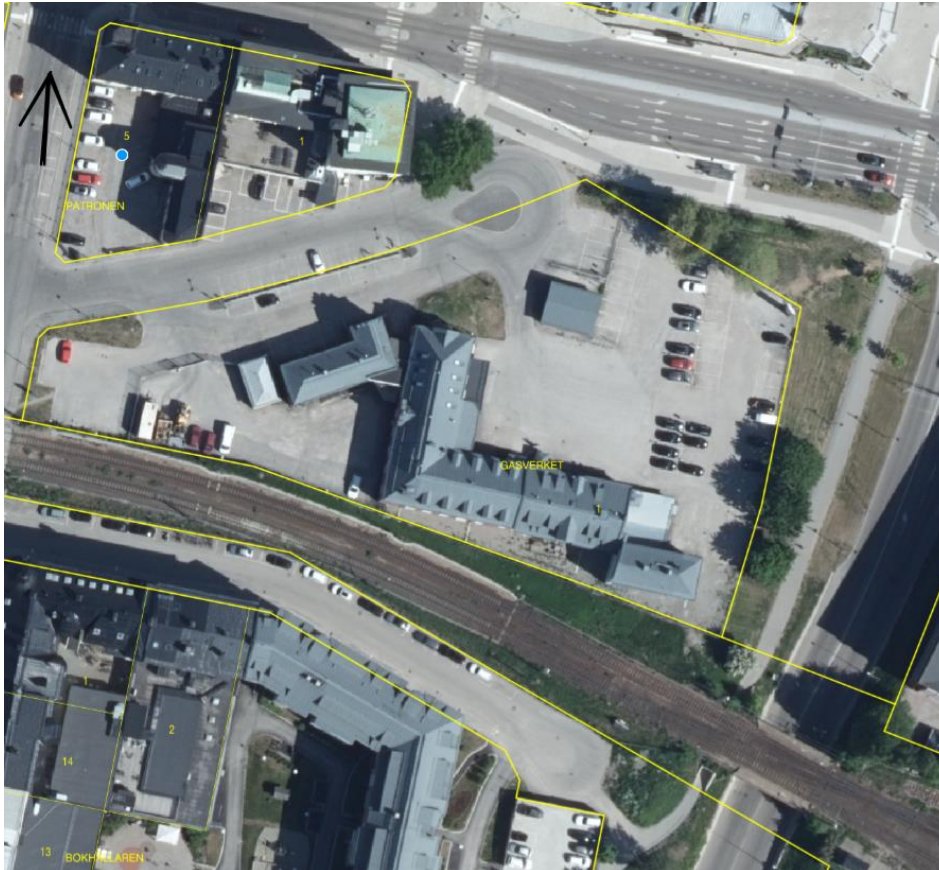
Planområdet omges av Nybrogatan, Köpmangatan och Parkgatan samt järnvägen Mittbanan/Ostkustbanan i söder. Planområdet är något större än fastighetsgränsen och sträcker sig mot gång- och cykelvägen i östlig riktning mot Parkgatan.



Figur 6. Röd streckad linje utgör ungefärligt planområde på fastigheten Gasverket 1. Källa: SKIFU.

Inom fastigheten finns befintliga byggnader som tidigare utgjort ett gasverk. I dag används dessa byggnader främst till kontor, och planeras finnas kvar inom fastigheten.

Planerade byggnader för bostäder, kontor och handel kommer att lokaliseras inom fastighetens nordöstra del som främst består av parkeringsplatser i dagsläget, se Figur 7 nedan. Parkeringshus planeras i den västra delen.



Figur 7. Översiktsskarta Gasverket 1. Byggnader som ska stå kvar ses strax norr om järnvägen.
Källa: Lantmäteriet.

3.1 Riskkällor

Denna riskutredning omfattar allvarliga olyckor som kan inträffa på järnväg samt på eventuella intilliggande verksamheter (som hanterar stora mängder brandfarlig eller explosiv vara) som kan orsaka allvarlig skada eller dödsfall hos människor inom aktuellt planområde.

Följande kategorier av olyckor har identifierats som relevanta att analysera:

- Olycka med godståg på järnvägen med efterföljande olycka med farligt gods.
- Urspårningsolycka på järnväg.
- Olycka/brand på följande verksamheter med tillstånd för brandfarlig/explosiv vara intill planområdet:
 - Restaurang Asian house
 - Restaurang Blå kiosken
 - Restaurang Saffran

Aktuella riskkällor kring planområdet beskrivs mer ingående i avsnitt 3.1.1 och 3.1.2.

3.1.1 Mittbanan och Ostkustbanan

Förbi planområdet passerar Mittbanan och Ostkustbanan. Mittbanan går mellan Trondheim och Sundsvall med stopp i bland annat Storlien och Östersund. Ostkustbanan går från Sundsvall ned till Stockholm längs Sveriges ostkust. Ostkustbanan passerar bland annat Gävle och Uppsala. Mittbanan och Ostkustbanan har sin slut/startstation i Sundsvall och övergår därmed i varandra (järnväg.net, 2022).

En omfattande utbyggnad av Ostkustbanan pågår mellan Gävle och Sundsvall, med det övergripande målet att ny Ostkustbana ska bestå av dubbelspår, detta för att möta ökad trafikering på banan samt för att avlasta Norra stambanan. Ökad trafikering inkluderar både persontåg och godståg.

Trafikverket tillhandahåller prognoser för gods- och persontrafik på vägar och järnvägar i Sverige (Trafikverket, 2024). På järnväg finns prognoser för trafikflödet år 2045 uppdelat på olika tågtyper. På Ostkustbanan mellan Sundsvall och Bergsåker beräknas det år 2045 gå cirka 130 tåg per dygn. Cirka 40 av dessa består av godståg enligt prognosen.

Tabell 3: Trafikering längs Ostkustbanan, linjedel Sundsvall - Bergsåker, enligt basprognosår 2045, angivet i antal tåg per vardagsmedeldygn (Trafikverket, 2024).

Linjedel Sundsvall – Bergsåker, år 2045	
Godståg	40
Persontåg	88
Totalt	128

Största tillåtna hastighet på Mittbanan/Ostkustbanan förbi planområdet och i östlig riktning är 40 km/h. Väster om planområdet ökar största tillåtna hastighet till 60 km/h.

3.1.2 Verksamheter med tillstånd för brandfarlig/explosiv vara

Planområdet omges av verksamheter med tillstånd för brandfarlig eller explosiv vara. Enligt sprängämnesinspektionen (Sprängämnesinspektionen, 2000) och MSB (MSB, 2020a; MSB 2020b) rekommenderas vissa skyddsavstånd mellan hantering av brandfarlig/explosiv vara och övriga objekt (exempelvis byggnader). En inventering av kringliggande verksamheter med tillstånd för

brandfarlig/explosiv vara har genomförts för att ta reda på om närliggande verksamheter kan utgöra fara för aktuellt planområde. Inventering och riskutredning för dessa redovisas i kapitel 5.

4. Riskbedömning järnväg

I följande kapitel utförs en riskidentifiering, riskanalys och riskvärdering av järnvägen förbi planområdet.

4.1 Riskidentifiering

Följande kategori av olyckor har identifierats som relevanta att analysera:

- Urspårning av tåg som leder till allvarliga olyckor antingen genom
 - direkt påkörning eller ras i byggnad vid påkörning
 - efterföljande olycka med farligt gods.

4.1.1 Urspårning

Urspårning är en risk med låg sannolikhet men där konsekvenserna potentiellt kan bli stora, särskilt då det finns verksamheter/bebyggelse i järnvägens direkta närhet där människor vistas. Urspårning kan innebära att en vagn lämnar rälsen och avviker direkt från spåret. Alternativt kan en vagn spåra ur och släpas längs spåret en relativt lång sträcka utan större sidoavvikelse för att sedan avvika från spårområdet vid till exempel en kurva eller en växel. Lokala förhållanden påverkar urspårningens karaktär och konsekvenser på omgivningen. Forskning visar till exempel att trasiga räls eller bristande svetsning av räler utgör den största orsaken till urspårningar, cirka 15 % och att den mänskliga faktorn i form av hantering av tåg endast utgör cirka 5 % (Liu, Saat, & Barkan, 2012).⁹

Vid hastigheter över 40 km/h utgör den mänskliga faktorn en ytterst liten del av orsaker till urspårningar (Bergensund, 2017, s. 12).

En ytterst marginell andel av urspårningarna involverar farligt gods *med* utsläpp eller läckage¹⁰. Urspårningar inträffar således årligen i Sverige, men leder mycket sällan till utsläpp eller läckage av farligt gods in på närliggande område.

Vanligast är att vagnarna hamnar inom en vagnslängd från spåren, och i majoriteten av fallen hamnar en urspårad vagn inte längre än cirka 5 meter från spåren (Sveriges Kommuner och Landsting, 2012, s. 59). Urspårningens omfattning (sett till hur långt från spåret vagnarna rör sig) påverkas inte i någon större utsträckning av den hastighet tåget har vid urspårningen (Banverket & Räddningsverket, 2004, s. 14).

Urspårningar inträffar årligen i Sverige, i princip alltid utan några allvarliga effekter på omgivningen.

⁹ Se även (Banverket & Räddningsverket, 2004) s.14.

¹⁰ För olyckshändelser och tillbud finns statistik från år 2007.

4.1.2 Olycka med transport av farligt gods

Farligt gods är ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom vid en olycka eller felaktig hantering vid transport och lagring. Vissa ämnen utgör en mer akut risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering.

Angående olyckor med farligt gods skriver dåvarande Banverket och Räddningsverket följande i rapporten Säkra järnvägstransporter av farligt gods:

Olyckor med farligt gods på järnväg är i grunden järnvägsolyckor. För att en olycka ska klassificeras som farligt godsolycka ska järnvägsolyckan även förorsaka en olycka med det farliga godset, till exempel utsläpp eller explosion. På grund av de stränga hållfasthetskrav som gäller för järnvägsfordon är det mycket sällsynt att farliga ämnen läcker ut vid olyckor (Banverket & Räddningsverket, 2004, s. 12)

Mellan år 2006 och 2012 inträffade 296 olyckor med farligt gods i Sverige. Endast 9 % av dessa inträffade på järnväg (Trafikverket, 2014). Därmed är sannolikheten för en olycka med farligt gods på järnväg generellt låg, konsekvenserna kan dock bli stora. Omfattningen på konsekvenserna beror till stor del på vilket ämne som är inblandat i olyckan.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap ger ut föreskrifter för transport av farliga ämnen, och för järnväg benämns dessa RID-S¹¹. Enligt föreskrifterna ska ämnen märkas beroende på vilket som är den dominerande faran som ämnet eller föremålet utgör vid transport. Klassificering enligt RID-S illustreras i Tabell 4 nedan.

¹¹ MSBFS 2022:4, om transport av farligt gods på järnväg (RID-S).

Tabell 4. Klasser av farligt gods enligt RID-S.

Klass	Farligt gods
1	Explosiva ämnen och föremål
2.1	Brandfarliga gaser
2.2	Icke giftiga, icke brandfarliga gaser
2.3	Giftiga gaser
3	Brandfarliga vätskor
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, polymeriserande ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
4.2	Självtändande ämnen
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
5.1	Oxiderande ämnen
5.2	Organiska peroxider
6.1	Giftiga ämnen
6.2	Smittförande ämnen
7	Radioaktiva ämnen
8	Frätande ämnen
9	Övriga farliga ämnen och föremål

Det är främst farligt gods i klasserna 1 (explosiva ämnen), 2.1 (brandfarliga gaser), 2.3 (giftiga gaser), 3 (brandfarliga vätskor), 5.1 (oxiderande ämnen) samt 5.2 (organiska peroxider) som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser på så långa avstånd att det är relevant avseende fysisk planering intill transportleden. Ytterligare anledningar till att övriga klasser inte analyseras beskrivs i bilagorna.

I Banverkets och Räddningsverkets rapport *Säkra järnvägstransporter av farligt gods* (2004) beskrivs vilka konsekvenser några av dessa farligt gods-klasser kan ge upphov till:

- **Brandfarliga gaser** kan orsaka jetflammar alternativt, om gasen inte antänds direkt, kan ett gasmoln driva och antändas längre bort från olycksplatsen och då orsaka gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Vid en gasmolnsbrand omkommer personer av hög värmestrålning under kort tid. Om förloppet utvecklas till en gasmolnsexplosion erhålls en tryckvåg som kan orsaka glassplitter, rasering av byggnader och att personer slås till marken eller får föremål över sig. Oskadade tankvagnar med tryckkondenserad brandfarlig gas kan i händelse av en extern brand hettas upp. Vätskan inne i tanken övergår till gasfas och trycket i tanken ökar. Till slut brister tanken och hela tankens innehåll släpps ut momentant och antänds i ett stort eldklot under avgivande av intensiv värmestrålning. Denna explosion (BLEVE) är en mycket ovanlig händelse men är i praktiken det värsta scenariot som kan inträffa med brandfarliga gaser.
- **Brandfarliga vätskor** som släppts ut kan vid antändning ge upphov till pölbrand som medför hög värmestrålning på korta avstånd.
- **Giftiga gaser** kan bilda gasmoln som kan röra sig långa sträckor och därmed utgöra en fara långt bort från olycksplatsen.
- **Oxiderande ämnen** är inte brandfarliga i sig men kan fungera som katalysator vid brandförlopp. I kontakt med brännbart organiskt material (t.ex. diesel, motorolja, etc.) kan det ge upphov till självantändning och kraftiga brand- eller explosionsförlopp.

Det uppskattas att ungefär 75 % av den totala mängden farligt gods som transporteras på väg och järnväg i Sverige utgörs av oljebaserade produkter (brandfarliga vätskor), så som till exempel bil- och flygplansbränsle (Trafikverket, 2014, s. 4).

Utsläpp av farligt gods kan ske på flera sätt, exempelvis genom mekanisk påverkan i samband med urspårning, kollision mellan tåg, läckage från tankar eller installationer eller genom sabotage och terrorism. Kollisioner mellan tåg bedöms utifrån Banverkets (2001) underlag dock vara för sällsynta för att ge något betydande riskbidrag.

Risken analysen utgår därmed från att urspårningar är den grundläggande händelse som kan leda till olycka där farligt gods kan utgöra en fara för omgivningen.

Ingen specifik information kring mängdfördelning av transporterat farligt gods på sträckan finns tillgänglig.

4.2 Riskanalys och riskvärdering

Nedan redovisas beräknade individ- och samhällsrisknivåer för bebyggelse intill järnvägen vid planområdet. Individrisk beräknas alltid utan hänsyn till riskreducerande åtgärder. Samhällsrisk som redovisas i denna utredning gäller före eventuella riskreducerande åtgärder beaktats.

4.2.1 Beräkningsunderlag

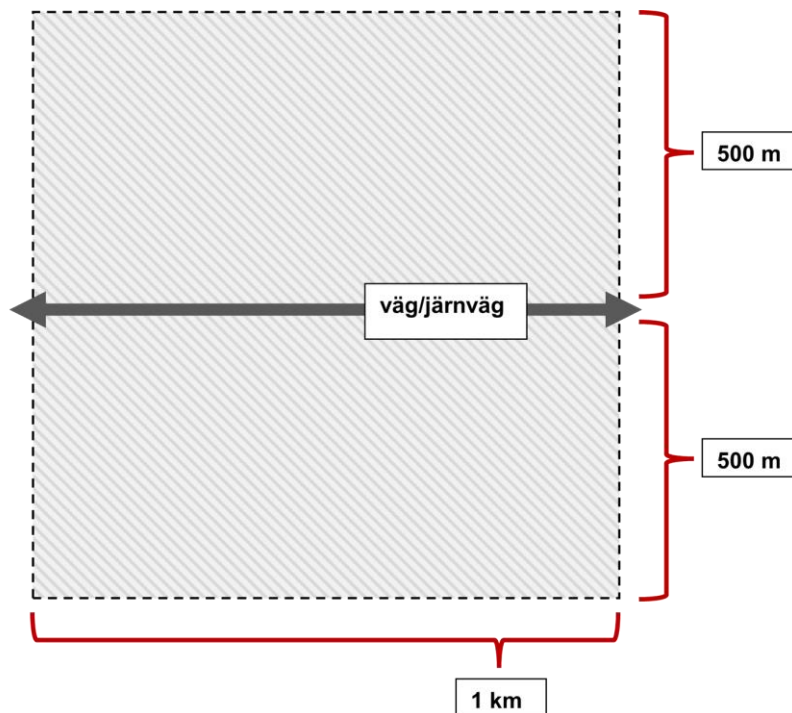
Årsmedeldygntrafik (ÅDT) för persontåg och godståg har hämtats från Trafikverkets transportprognoser för år 2045 (Trafikverket, 2024). Det högsta antalet tåg för aktuell linjedel som passerar planområdet används i beräkningarna.

Hastigheten på järnvägen är hämtad från Trafikverkets järnvägsdatabas på webb, NJDB på webb (Trafikverket, 2024).

Bebyggelsefritt avstånd från transportleden beskriver det avstånd från järnvägen där ingen ny bebyggelse förväntas uppföras. Järnvägen ligger cirka 10 meter från närmaste planerade byggnad (parkeringshus). Övriga planerade byggnader planeras minst 30 meter bort från järnvägen och inom dessa 30 meter ligger byggnaden Gasverket som ska bevaras, vilket innebär att ingen ny bebyggelse förväntas uppföras inom detta område i framtiden. På grund av parkeringshusets placering används därför 10 meter som bebyggelsefritt avstånd i beräkningarna.

Inom det bebyggelsefria avståndet är det troligt att personer vistas under dagtid då det är pågående verksamheter i befintlig byggnad mellan järnvägen och planerad nybyggnation.

Persontätheten är en genomsnittlig siffra som beskriver hur många personer som antas vistas inom området samtidigt under ett helt dygn. Genomsnittet under ett dygn blir därför sannolikt betydligt lägre än vad det skulle blivit om det ständigt vistades människor inom aktuellt område.



Figur 8. Persontätheten uppskattas genom att studera bebyggelsen inom den närmaste kvadratkilometern från aktuellt planområde. Persontätheten uttrycks som x antal personer per km². För att skatta den genomsnittliga persontätheten för delsträckan har information från följande källor vägts samman:

- Lantmäteriets webbtjänst *Min Karta* (Lantmäteriet, 2024)¹²
- Karta över området (översyn av befintlig bebyggelse)
- Statistiska centralbyråns information om befolkningstätheten i Sundsvall (Statistiska centralbyrån, 2024)

I kartjänsten *Min karta* uppskattas antalet till mellan 500-4999 personer inom en kvadratkilometer från planområdet. Statistiska centralbyrån (2024) uppger cirka 1 500 personer inom Sundsvalls tätorter.

Till beräkningarna har persontäthet bortom bebyggelsefritt avstånd uppskattats till 5 000 personer/km². Anledningen till att en något högre persontäthet används i aktuellt fall är att höjd tas för eventuell förtätning av tätorten i framtiden samt för de tider under dygnet eller året som av olika anledningar innebär en högre persontäthet. För att inte underskatta risken från järnvägen används konservativa förutsättningar i beräkningarna.

Persontäthet inom bebyggelsefritt avstånd uppskattas till 50 personer/km².

Andelen farligt gods är baserad på nationell statistik för Sverige. Statistiken kommer från Trafikanalys.se (Trafikanalys, 2021).

En kort sammanställning av indata för beräkningarna presenteras i Tabell 5 nedan.

¹² Kartjänsten baserar sin information på data från Statistiska centralbyrån. Kartlagret visar en uppskattning av antal personer per km² genom ett fixerat rutnät vilket gör att inga definitiva persontätheter kan utläsas enbart ifrån denna tjänst.

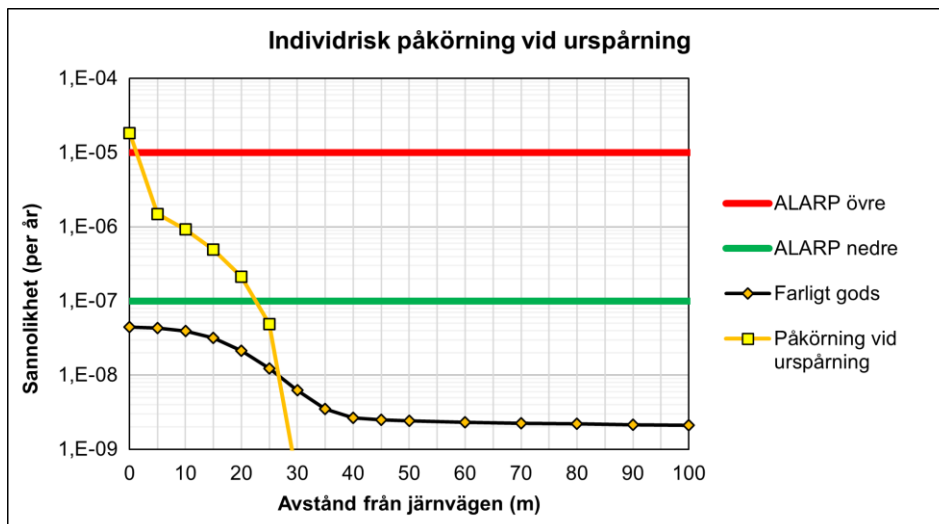
Tabell 5. Sammanställning av beräkningsparametrar med uppdragsspecifika ingångsdata.

Parameter	Indata
Persontåg ÅDT prognosår 2045	88
Godståg ÅDT prognosår 2045	40
Hastighet	40 km/h
Bebyggelsefritt avstånd från järnväg	10 meter
Persontäthet inom bebyggelsefritt avstånd	50 personer/km ²
Persontäthet bortom bebyggelsefritt avstånd	5 000 personer/km ²
Andel farligt godstransporter	2-4 %

4.2.2 Individrisk

Resultatet från beräkningarna av individrisk illustreras i Figur 9 nedan. I figuren ses individrisknivån dels avseende påkörning vid urspärning, dels avseende olycka med farligt gods. Avseende påkörning vid urspärning är individrisknivån acceptabel utan åtgärder vid 25 meters avstånd. Vid 10 meters avstånd är risknivån inom ALARP vilket innebär att riskreducerande åtgärder ska övervägas.

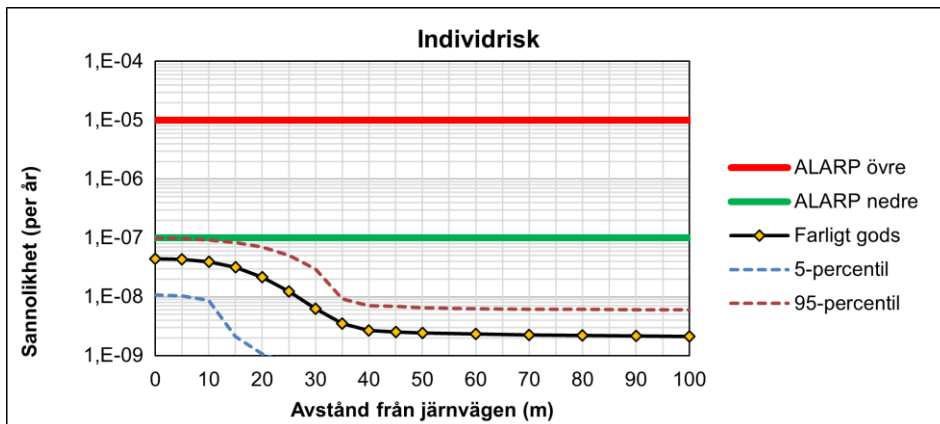
Avseende olycka med farligt gods visar resultatet att individrisken understiger ALARP-områdets nedre gräns redan vid avståndet 0 meter. Det innebär att risken kan accepteras och att inga riskreducerande åtgärder är motiverade vad gäller olyckor med farligt gods.



Figur 9: Figuren visar individrisknivån längs planområdet. Figuren visar att risknivån avseende farligt gods är under ALARP redan vid avståndet 0 meter. Individrisken för påkörning är inom ALARP vid 0–25 meters avstånd.

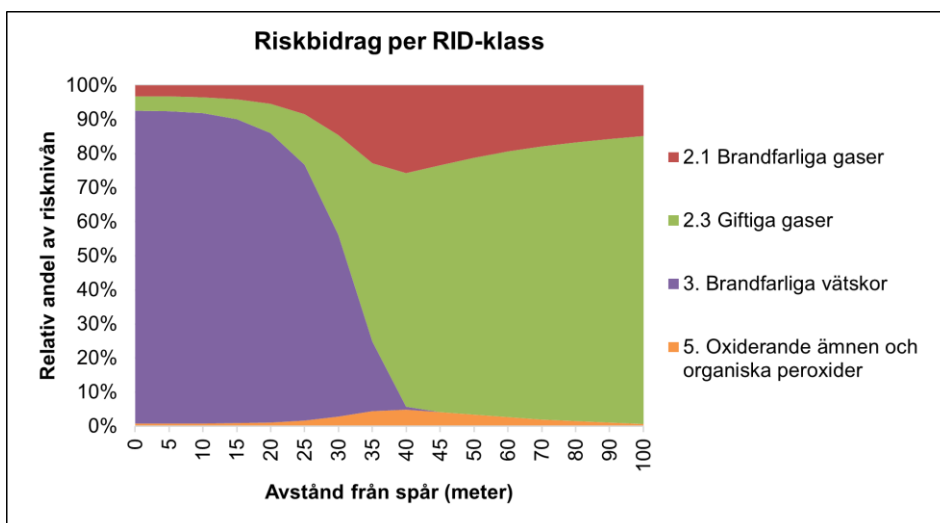
I Figur 10 visas dels medelvärdet (kurvan *Farligt gods*), dels 95-percentilen och 5-percentilen. 95-percentilen bidrar till en förståelse för de allra mest allvarliga scenarierna i den simulering som genomförts. Sammantaget ska 95-percentilen

tolkas som att risknivån, trots osäkerheter i indata, med 95 % säkerhet är acceptabel på avståndet 0 meter.



Figur 10. Figuren visar individrisknivå längs planområdet inklusive 5 och 95-percentiler. Figuren visar att individrisknivån är under ALARP vid alla avstånd.

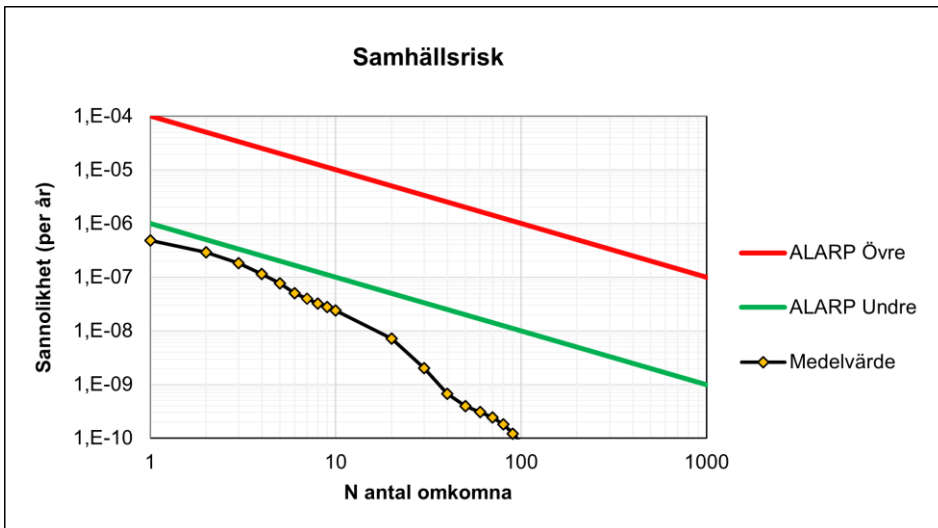
I Figur 11 redovisas det relativa riskbidraget per farligt gods-klass. Klass 3 Brandfarliga vätskor utgör majoriteten av riskbidraget på avståndet 0-30 meter. På avstånd över 30 meter ökar riskbidraget från brandfarliga gaser men framför allt giftiga gaser.



Figur 11. Figuren visar det relativa riskbidraget per RID-klass vid olika avstånd från järnvägsspår.

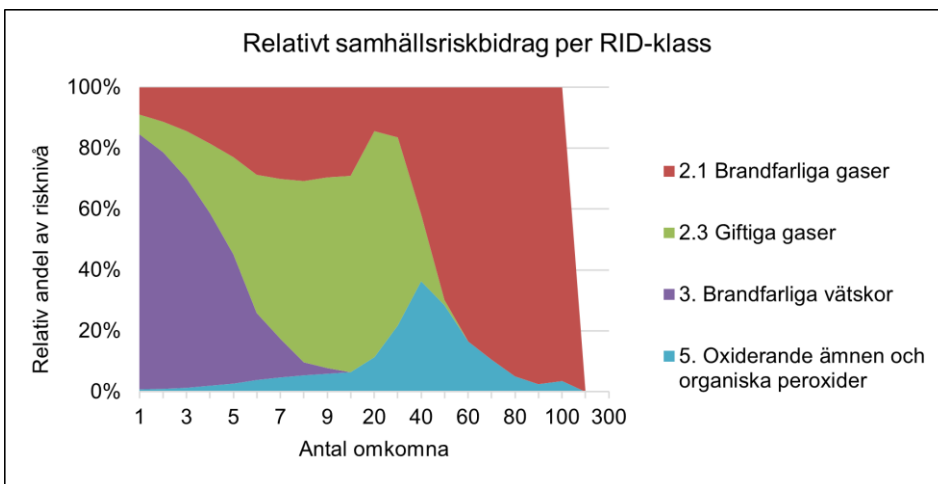
4.2.3 Samhällsrisk

Beräkningsresultatet illustreras i Figur 12 och visar att samhällsriskenivån befinner sig under den lägre delen av ALARP-området, vilket innebär att samhällsrisken ligger på acceptabla nivåer utan åtgärder.



Figur 12. I figuren visas att samhällsriskkurvan ligger under ALARP-området.

Figur 13 illustrerar det relativa samhällsriskbidraget per RID-klass där det kan utläsas att det är brandfarliga vätskor som bidrar mest vid 1—4 omkomna för att sedan sjunka. Vid 5—100 omkomna utgör giftiga och brandfarliga gaser merparten av riskbidraget, tillsammans med oxiderande ämnen och organiska peroxider som bidrar som mest vid 40 omkomna.



Figur 13. Figuren visar det relativa samhällsriskbidraget per RID-klass.

4.2.4 Diskussion kring beräknade risknivåer

Beräknade nivåer för individ- och samhällsrisk avseende olyckor med farligt gods resulterar i acceptabla risknivåer med tanke planerad bebyggelse och de förutsättningar som föreligger i dagsläget. Byggnaden som redan befinner sig mellan planerad bebyggelse och järnvägsspåret ska enligt nuvarande plan stå kvar. Det innebär att byggnaden fungerar som en barriär mot värmestrålning mellan järnvägsspåret och ny bebyggelse bakom byggnaden vid en eventuell urspårning. Även det tillkommande parkeringshuset kan fungera som en barriär mot värmestrålning för övrig bebyggelse som planeras bakom parkeringshuset.

Trots barriäreffekt kan byggnader nära järnvägsspår bidra till en ökad risk för punktering av vagn som transporterar farligt gods, vilket kan medföra en något

förhöjd risk för olycka med farligt gods där konsekvenser för människor uppstår. Eftersom sannolikheten för farligt godsolyckor på järnvägen är så pass låg bedöms dock inte denna förutsättning medföra en sådan riskpåverkan att risken ökar märkbart.

Gällande individrisknivåer för påkörning vid urspårning är risken inom ALARP vid 0—25 meter, vilket betyder att proportionerliga riskreducerande åtgärder ska vidtas utifrån ekonomiskt och praktiskt genomförbara aspekter. Riskreducerande åtgärder föreslås i kapitel 6 Samlad bedömning.

4.3 Osäkerhet och känslighetsanalys

Beräkningarna av individ- och samhällsrisk är förknippad med osäkerheter, exempelvis avseende uppskattade godsmängder, antal transporter, sannolikheter för identifierade olyckshändelser samt potentiella konsekvenser. Att använda beräkningsmodeller är en förenkling av verkligheten som syftar till att ge en tillräckligt bra beskrivning utifrån tillgänglig kunskap för att skapa ett robust beslutsunderlag.

I denna riskutredning har flera konservativa (försiktiga) antaganden och förenklingar gjorts. Antaganden (ingenjörsmässiga bedömningar) behövs där det statistiska underlaget är otillräckligt och görs då på ett sätt så att riskerna inte underskattas. Detta medför att risknivåerna i verkligheten troligen är lägre än beräknat. För att hålla beräkningarna på en praktiskt hanterbar nivå görs också ett antal förenklingar. Några av de mer betydelsefulla antaganden och förenklingar som gjorts presenteras nedan.

I beräkningarna används intervall och Monte Carlo-simulering som ett sätt att beskriva osäkerheter, men det är viktigt att påtala att all osäkerhet inte fångats upp enbart med denna metod. Intervallen som används som indata till beräkningarna är i sig mycket osäkra och bygger inte på någon omfattande statistik över inträffade händelser. Generellt antas beräkningarna överdriva riskerna eftersom det med dessa ingångsvärden då borde ha inträffat fler större olyckor i Sverige.

Resultaten ska dock inte tolkas som att låg sannolikhet är detsamma som att det inte kan inträffa. Ambitionen är ändå att beräkningarna och hur de används leder till att ny bebyggelse planeras med en avvägning mellan de risker som farligt gods-transporter utgör och de nyttor som uppnås genom att kunna exploatera mark intill transportlederna.

4.3.1 Förenklingar, antaganden och avgränsningar

Frätande ämnen har inte beaktats då konsekvensavstånden är mycket korta. Akut påverkan på människor uppstår i princip endast om ämnet hamnar rakt på en person vilket innebär att den sannolikt redan påverkats av själva fordonet. Inte heller smittförande ämnen, giftiga ämnen samt radioaktiva ämnen har beaktats eftersom antalet försändelser är mycket litet, sannolikheten för utsläpp är extremt låg alternativt konsekvensavstånden är mycket korta eller endast allvarligt under långvarig påverkan.

Konsekvensberäkningarna grundar sig på antagandet att alla ämnen inom respektive klass av farligt gods utgörs av det ämne inom klassen som kan ge allvarligast konsekvenser, till exempel klorgas på järnväg för giftiga gaser och hexan för brandfarlig vätska. Beräkningarna utgår från dessa ämnen som bedömts dimensionerande inom varje farligt gods-klass. Dessa utgör troligtvis

endast en marginell del av respektive transporterad farligt gods-klass men bidrar till en förenkling av beräkningsmodellen och är konservativa antaganden. För flera av scenarierna saknas tillräckligt statistiskt underlag för att mer noggrant beräkna sannolikheterna för att de ska inträffa och här görs i flera fall uppskattningar som bygger på ingenjörsmässiga bedömningar.

Hänsyn tas inte heller till att det för flertalet av scenarierna är så att byggnader närmast riskkällan kan verka skyddande mot bakomvarande bebyggelse. Detta hade minskat samhällsrisk.

Trafikmängder som använts i beräkningar baseras på prognosåret 2045. Fram till dess är förmodligen trafikmängden högre för järnväg men lägre för väg, framför allt avseende godstransporter (Backman, 2021). Detta beror enligt Backman (2021) på flera anledningar, men framhåller att elektrifiering på väg är en betydande faktor. Eftersom bebyggelsen kommer att vara kvar under en längre period behöver beräkningarna ta höjd för den trafikmängd som kan gälla i framtiden. Trafikverket rekommenderar användning av prognosår för sina vägar och järnvägar, men det är behäftat med mycket stora osäkerheter att anta trafikmängder längre fram i tiden.

Det använda konsekvensavståndet är en förenkling, där sannolikheten för att avlida är 1 för de som befinner sig inom konsekvensområdet, och 0 för de som befinner sig utanför konsekvensområdet. Denna förenkling görs för att få en rimlig omfattning på beräkningarna, men kompenseras i viss mån av att sannolikhetsfördelningar för konsekvensavstånden används i beräkningarna. För att inte underskatta risken antas 100 % omkomma inom det konsekvensavstånd där dödlig skada kan inträffa.

I vissa riskbedömningar hanteras detta på så vis att sannolikheten att omkomma antas vara olika för olika avstånd vilket gör det möjligt att fånga upp att sannolikheten att omkomma generellt är högre närmare riskkällan. Av praktiska skäl görs inte det här, utan den beräkningsmodell som används hanteras i stället detta genom att ansätta ett intervall för avståndet till (100 %) dödlig skada. Detta får effekten att vissa olycksscenarion (exempelvis BLEVE) får relativt stort genomslag i beräkningarna av samhällsrisk, eftersom dödlig skada kan uppstå på långa avstånd även om detta sätt att räkna överskattar riskerna på längre avstånd, eftersom sannolikheten att omkomma minskar med avståndet. Se utredningens bilagor för mer information.

Att 100 % omkommer vid det angivna konsekvensavståndet gäller oskyddade personer utomhus. I beräkningarna antas att sannolikheten är lägre att personer som är inomhus omkommer, eftersom byggnader ger ett skydd mot de flesta scenarier. Även här är det så att sannolikheten avtar med avståndet, men att det av praktiska skäl förenklats till att sannolikheten att omkomma inomhus är konstant inom konsekvensavståndet. Att räkna på detta sätt underskattar effekten av skyddsavstånd eftersom det överskattar risken på längre avstånd. I rekommendationerna tas viss hänsyn till detta genom att utgå från att skyddsavstånd har betydelse för många händelser, även om det inte får så stort genomslag i denna modell.

4.3.2 Känslighetsanalys

Tre känslighetsanalyser har genomförts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata påverkar resultatet och vilka antagna intervall som ger störst inverkan på denna osäkerhet. Detta har gjorts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar av individ- och samhällsrisk, vilket innebär att fördelningar antas i

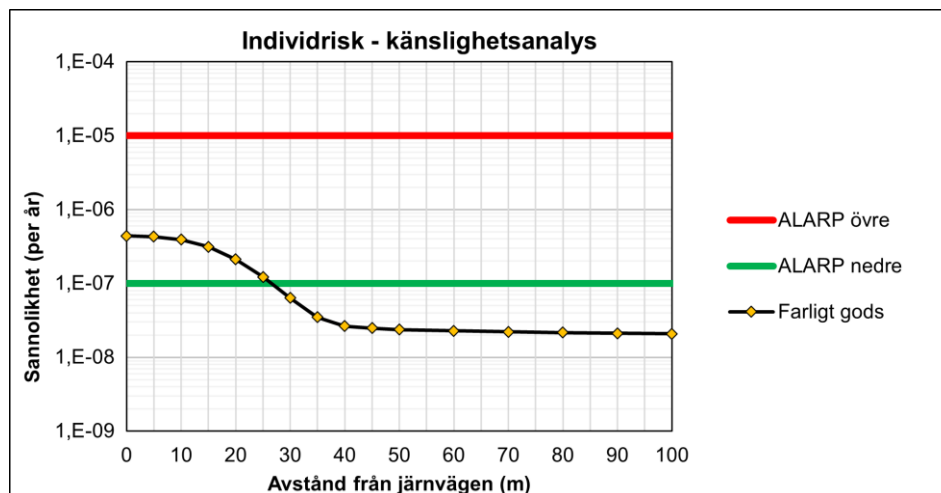
stället för medelvärden. Därefter görs simuleringen där 2 000 fall simuleras och värden plockas från fördelningarna. Som ett resultat ges en spridning i resultatet som visar osäkerheten i de beräkningar som genomförs och även vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

För varje enskild känslighetsanalys är det enbart den specifika parametern som ändrats jämfört med beräkningsunderlaget i Tabell 5.

4.3.2.1 Stationsområde med växlar

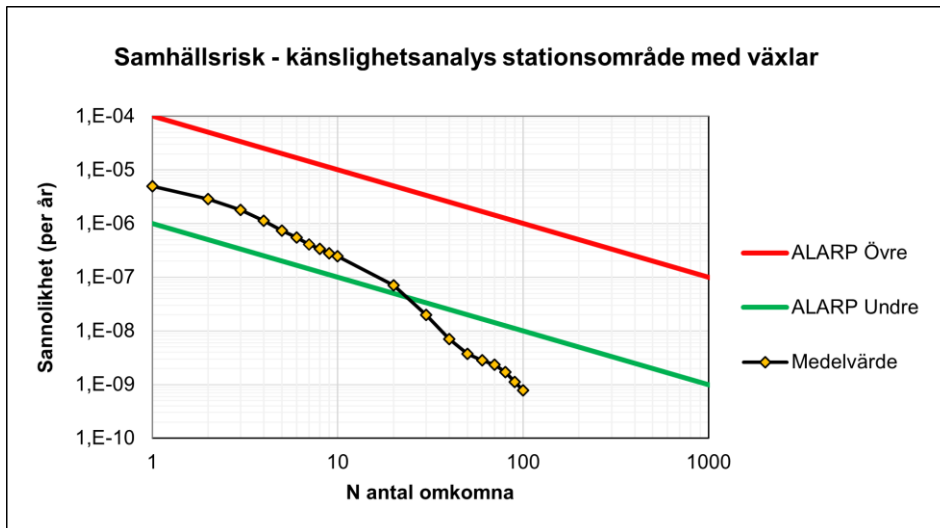
Nedan presenteras känslighetsberäkningar gällande individ- respektive samhällsrisik för järnvägen där typ av järnväg i beräkningar har ändrats till stationsområde med växlar. Detta för att täcka in att det ligger växlar öster och väster om planområdet. Dock är de faktiska förutsättningarna på platsen sådana att denna parameter bedöms mycket konservativ att anta.

Figur 14 nedan illustrerar att individrisken vid avstånd för planerad bebyggelse 30 meter eller längre från järnvägsspår är under ALARP och fortsatt acceptabel. Vid 10 meter avstånd är dock risknivån inom ALARP.



Figur 14. Resultat från känslighetsanalys där parametern för typ av järnväg har satts till stationsområde med växlar, alla hastigheter.

Figur 15 nedan visar ett scenario där samhällsrisken ökar och hamnar i undre ALARP-området. Med tanke på att beräkningsmodellen är en förenkling av verkligheten och den parameter som valts är mycket konservativ bedöms denna risknivå i praktiken vara acceptabel.

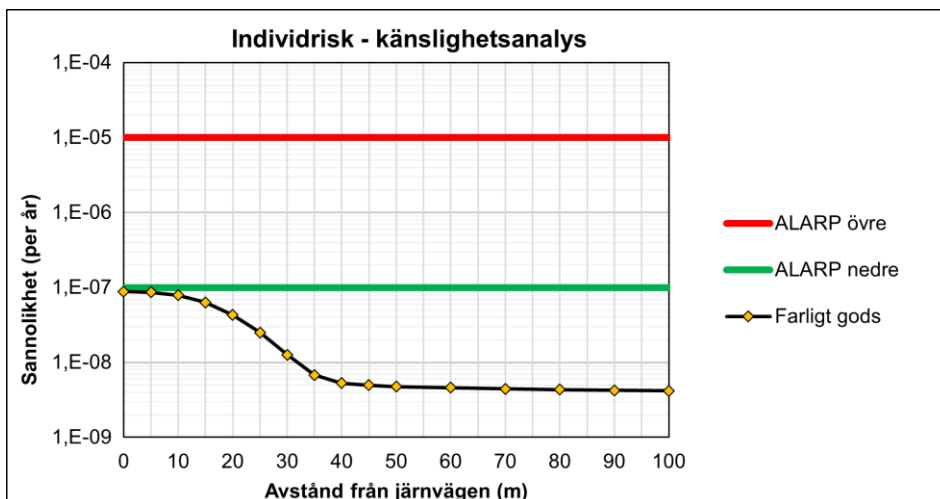


Figur 15. Resultatet från känslighetsanalys där parametern för typ av järnväg har satts till stationsområde med växlar, alla hastigheter

4.3.2.2 Fördubbling av antal godståg

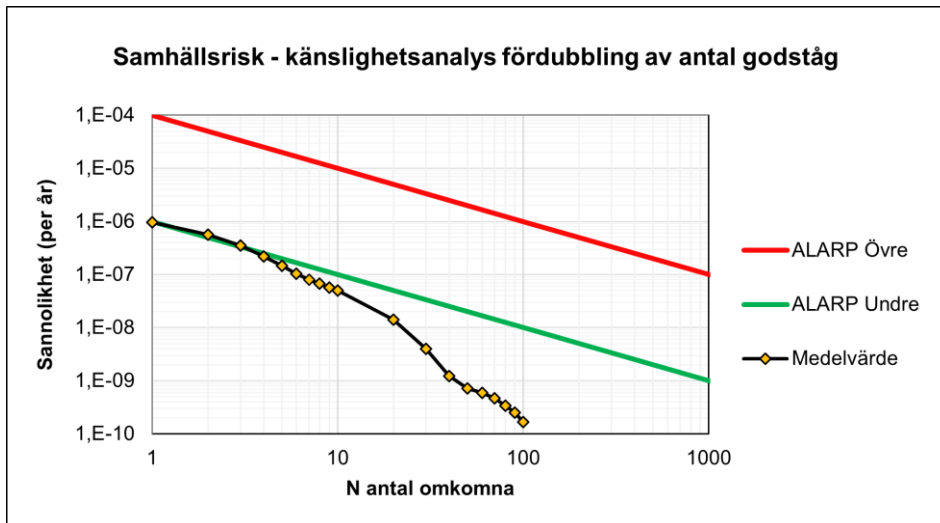
Nedan presenteras resultat från känslighetsberäkningar gällande individ- respektive samhällsrisk för järnvägen där antalet godståg i beräkningarna har fördubblats jämfört med prognosen för år 2045. Detta för att täcka in osäkerheter vid prognostisering för framtida trafikmängd på sträckan.

Figur 16 nedan visar att individrisken är fortsatt acceptabel även med fördubbling av antal godståg som passerar planområdet jämfört med prognosen för år 2045.



Figur 16. Resultatet från känslighetsanalys där parametern för antal godståg har fördubblats jämfört med prognosåret 2045.

Figur 17 visar att samhällsrisken ökar något med fördubblad mängd godståg på järnvägen förbi planområdet. Samhällsrisken är dock fortsatt under ALARP vilket innebär att risknivån även med dessa förutsättningar är acceptabel.

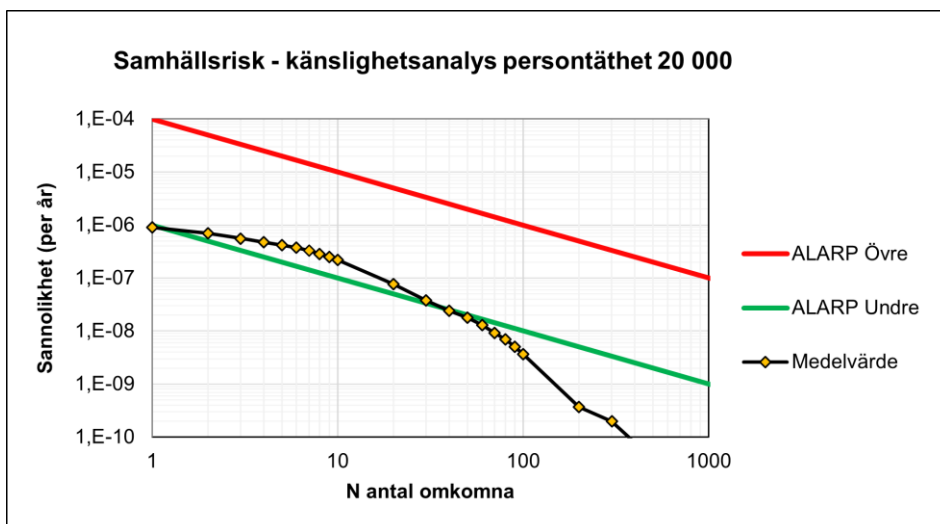


Figur 17. Resultatet från känslighetsanalys där parametern för antal godståg har fördubblats jämfört med prognosåret 2045.

4.3.2.3 Ökad persontäthet

Nedan presenteras resultat från känslighetsberäkningar gällande samhällsrisk för järnvägen där persontätheten ansatts till 20 000 personer per kvadratkilometer. Känslighetsanalys avseende persontäthet genomförs för att illustrera förändring i samhällsrisknivå¹³ vid mycket personintensiva scenarier, till exempel där mycket mer förtätad samhällsutveckling skulle ske. Risknivåerna i Figur 18 nedan representerar medelvärdet från simuleringarna.

Figur 18 nedan visar att samhällsrisken med en mycket ökad persontäthet hamnar i den undre delen av ALARP.

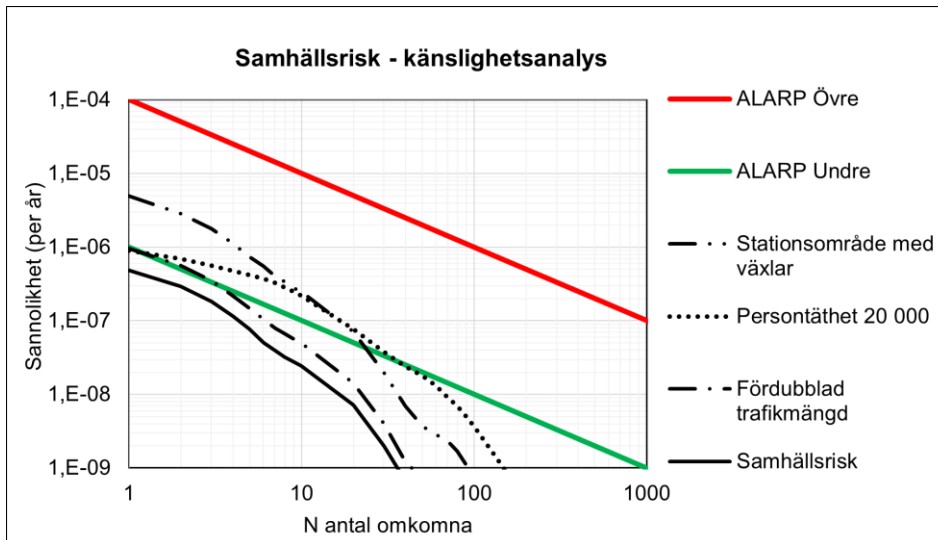


Figur 18. Resultatet från känslighetsanalys där parametern för persontäthet har ökat till 20 000 personer per kvadratkilometer.

¹³ Förändringar i persontäthet har endast effekt på samhällsrisknivån, inte på individrisknivån.

4.3.2.4 Sammanställning av känslighetsanalyser

För att enklare kunna jämföra känslighetsanalyserna redovisas beräknad samhällsrisk med de faktiska förutsättningarna tillsammans med beräknad samhällsrisk vid de tre känslighetsanalyserna i Figur 19. Det är parametrarna stationsområde med växlar samt persontäthet 20 000/km² som resulterar i nivåer inom ALARP. Fördubblad trafikmängd med gods är under ALARP och acceptabel.



Figur 19. Sammanställning av beräknad samhällsrisk inklusive känslighetsanalyser.

5. Riskbedömning verksamheter

Följande kapitel innehåller riskidentifiering, riskanalys och riskvärdering av närliggande verksamheter med tillstånd för brandfarlig och explosiv vara. Riskbedömningen görs kvalitativt med hjälp av Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor (Sprängämnesinspektionen, 2000) och MSB:s handbok om hantering av brandfarlig gas för yrkesmässig verksamhet (MSB, 2020a).

5.1 Riskidentifiering

En inventering av verksamheter med tillstånd för brandfarlig eller explosiv vara har gjorts inom cirka 200 meter från planområdets gräns. Inventeringen genomfördes med hjälp av Medelpads Räddningstjänstförbund¹⁴. I närområdet har endast verksamheter med tillstånd för brandfarlig vara identifierats. Inga verksamheter med tillstånd för explosiv vara finns i närområdet.

De verksamheter som har tillstånd för brandfarlig vara inom cirka 200 meter av aktuellt planområde illustreras i Figur 20. Tillstånden gäller brandfarlig gas (gasol).

¹⁴ Tony Iseklint, Brandingenjör, Medelpads Räddningstjänstförbund, mejlkontakt 2024-08-26.



Figur 20. Karta över närliggande fastigheter med verksamheter som har tillstånd för brandfarlig vara (gula områden) i relation till aktuellt planområde, Gasverket 1 (rött område). Kartunderlag: Lantmäteriet.

Tabell 6. Förteckning över verksamheter med tillstånd för brandfarligt vara i närheten av Gasverket 1.

Fastighet	Verksamhet	Brandfarlig vara	Mängd	Avstånd till plangräns
Cupido 1	Restaurang, Asian house	Gasol	432 liter	128 meter
Mars 1	Restaurang, Blå kiosken	Gasol	360 liter	160 meter
Bokhållaren 1	Restaurang, Saffran	Gasol	100 liter	35 meter

5.2 Riskanalys och riskvärdering

För att bedöma behov av skyddsavstånd och eventuella andra riskreducerande åtgärder till följd av närliggande hantering av brandfarlig vara används Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor (Sprängämnesinspektionen, 2000) och MSB:s handbok om hantering av brandfarlig gas för yrkesmässig verksamhet (MSB, 2020a). I dessa finns regler om hur långt avstånd som krävs mellan förvaring och hantering av brandfarlig gas/vätska och närliggande skyddsobjekt (ex. byggnader).

Tabell 7 illustrerar rekommenderade skyddsavstånd mellan brandfarlig gas och olika skyddsobjekt. Aktuellt planområde förväntas hamna inom kategorin *Byggnad i allmänhet*. EI 30 och EI 60 är olika brandklasser på fasader. En högre brandklass innebär att kortare avstånd accepteras mellan hantering/förvaring av brandfarlig gas och skyddsobjektet.

Tabell 7. Rekommenderade avstånd mellan olika skyddsobjekt och brandfarlig gas.

Lösa behållares totala volym (liter)	Avstånd mellan lösa behållare och skyddsobjekt						
	byggnad i allmänhet, brännbart material eller brandfarlig verksamhet			stor mängd brännbart material		utrymningsväg för svårutrymda lokaler	
	meter			meter		meter	
		EI 30	EI 60		EI 60		EI 60
0 - ≤250	3	0	0	12	0	25	0
>250 - ≤1 200	3	3	0	12	0	25	0

Enligt MSB (2021) ska gasoflaskor i restauranger förvaras i EI 30, eller EI 60 om sammanlagd volym överstiger 250 liter.

Med tanke på avstånden från respektive restaurang till planområdet bedöms riskerna från dessa inte påverka planområdet på sådant sätt att riskreducerande åtgärder behöver vidtas.

6. Samlad bedömning

Olyckor med transport av farligt gods kan medföra stor negativ omgivningspåverkan men inträffar mycket sällan. Detta beror delvis på grund av att mängden farligt godstransporter är förhållandevis låg i Sverige, då cirka 3 % av nationella transporter utgörs av farligt gods. Det beror även på att transporter med farligt gods måste ske enligt gällande lagar och förordningar, vilket bland annat ställer höga krav på tankar och behållare godset transporteras i. Utformningen av dessa utgör i sig en riskreducerande barriär. Sannolikheten för allvarliga olyckor med transporter av farligt gods är därför låg och olycksscenarier som teoretiskt sett kan inträffa gör det i praktiken mycket sällan. Även påkörning vid urspårning innebär en händelse med potentiellt stora konsekvenser men mycket låg sannolikhet.

Då det inte är något slutgiltigt bestämt gällande markanvändningen har det i riskutredningen, på begäran från uppdragsgivare, förutsatts att det är känslig markanvändning som kommer byggas. I föreliggande fall utgörs det känsligaste planerade alternativet av bostäder. För jämförelse av markanvändningstyper och känslighet, se Tabell 1.

Utifrån farligt godstransporter på järnvägen, planerad bebyggelse samt områdets förutsättningar bedöms risknivåerna för individ- och samhällsrisk som acceptabla utan riskreducerande åtgärder. Vid beräkningar har det utgått från ett rimligt konservativt antagande om att tillkommande bebyggelse i nordöstra delen kommer utgöras av enbart bostäder. Detta är konservativt då bostäder dels medför en högre persontäthet än övriga alternativ av bebyggelse, dels att det i bostäder förekommer sovande personer och högre persontäthet även nattetid. Därav bedöms beräknade risknivåer även innefatta och vara acceptabla vid bebyggelsescenarier i form av handel och kontor.

Även om risknivåerna för parkeringshuset har bedömts som acceptabla vad gäller farligt godsolyckor rekommenderas att parkeringshuset utförs i obrännbart material på avstånd upp till 30 meter från järnvägsspår. Detta för att skydda mot brandspridning vid en eventuell urspårning och pölbrand.

Riskenivån med avseende på urspårningsrisk är förhöjd 0—25 meter från järnvägsspår och ligger inom ALARP-området. För att skydda individer från skada vid urspårning bör in- och utgångar för gående placeras på sidor av parkeringshuset som har riktning bort från järnvägen. Ytan mellan parkeringshuset och järnvägen bör också utformas på sådant sätt att stadigvarande vistelse ej uppmuntras. Då inga sovande personer vistas i parkeringshuset och att personer inte vistas där stadigvarande görs bedömningen att nämnda riskreducerande åtgärder medför en acceptabel risknivå för parkeringshuset.

Gällande närliggande verksamheter med tillstånd för brandfarlig vara bedöms att inga riskreducerande åtgärder är nödvändiga. Risknivån från dessa är acceptabla.

7. Slutsatser och åtgärder

Med avseende på **farligt godsolyckor** har individ- och samhällsrisknivåer för planerad bebyggelse och markanvändning på fastigheten Gasverket 1 bedömts som acceptabla utan åtgärder.

Detta gäller för alternativen detaljhandel, kontor, parkeringshus samt bostäder.

Även om risken är acceptabel utan åtgärder rekommenderas i detta fall att:

- Parkeringshuset utförs i obrännbart material för att förhindra brandspridning vid en eventuell pölbrand med tanke på det korta avståndet till järnvägsspåret. Detta gäller på avstånd upp till 30 meter från järnvägsspår.

Gällande parkeringshuset visar resultatet dock att individrisknivån för **påkörning** är inom ALARP mellan 0—25 meter från järnvägsspår, och att riskreducerande åtgärder därför bör vidtas i det fall det är ekonomiskt och praktiskt rimligt och genomförbart. Lämpliga åtgärder bedöms innefatta:

- In- och utgångar för gående i parkeringshuset placeras i riktning bort från järnvägen.
- Ytan mellan parkeringshus och järnväg bör utformas så att stadigvarande vistelse inte uppmuntras.

Vid 25 meters avstånd och längre är individrisknivåer avseende påkörning acceptabel utan införande av riskreducerande åtgärder.

Gällande närliggande **verksamheter med tillstånd för brandfarlig vara** bedöms att inga riskreducerande åtgärder är nödvändiga. Risknivån från dessa är acceptabla.

Resultatet från riskutredningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna kan riskutredningen behöva uppdateras.

8. Referenser

- Backman, M. (den 7 10 2021). Kapacitetsanalytiker Järnväg, Trafikverket. (J. Paulsson, Intervjuare)
- Banverket & Räddningsverket. (2004). *Säkra järnvägstransporter av farligt gods*.
- Bergensund, A. (2017). *Risicanalysmetoder för höghastighetsjärnväg. Utvärdering av risicanalysmetoder och säkerhetsavstånd för tillämpning på höghastighetsjärnväg*. Teknisk- naturvetenskaplig fakultet . Uppsala Universitet.
- Boverket. (2019). *Begreppen hälsa, säkerhet och risk i PBL*. Hämtat från PBL Kunskapsbanken - en handbok om plan- och bygglagen: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/halsa-sakerhet-och-risker/begreppen-halsa-sakerhet-och-risk-i-pbl/>
- Finansdepartementet. (2010:900). Plan- och bygglag. SFS 2010:900.
- Fredén, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket.
- järnväg.net. (2022). *Banguide*. Hämtat från <https://www.jarnvag.net/banguide/>
- Lantmäteriet. (2024). Hämtat från Min karta: <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- Liu, X., Saat, M., & Barkan, C. (2012). Analysis of Causes of Major Train Derailment and Their Effect on Accident Rates. *Transportation Research Record*, 2289(1), 154-163. doi:<https://doi.org/10.3141/2289-20>
- Länsstyrelsen Gävleborg, Länsstyrelsen Västernorrland. (2022). *Riskhantering vid transportleder för farligt gods*.
- Länsstyrelsen Västernorrland; Länsstyrelsen Gävleborg. (2022). *Riskhantering vid transportleder för farligt gods*.
- Miljödepartementet. (1998:808). Miljöbalk. SFS 1998:808.
- MSB. (2020a). *Handbok - Hantering av brandfarlig gas för yrkesmässig verksamhet*.
- MSB. (2020b). *RID-S 2021 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg*.
- MSB. (2022). *Transport av farligt gods - väg och järnväg 2021/2022*.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2021). *Brandfarliga varor - Gasol i restauranger*.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*.
- Sprängämnesinspektionen. (2000). *Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 200:2) om hantering av brandfarliga vätskor*.
- Statistiska centralbyrån. (2024). *Folkmängd och landareal i tätort, per tätort. Vart femte år 1960-2020*. Hämtat från https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MIO810__MI0810A/LandarealTatortN/table/tableViewLayout1/

- Sveriges Kommuner och Landsting. (2012). *Transporter av farligt gods. Handbok för kommunernas planering.*
- Trafikanalys. (2021). *Bantrafik.* Hämtat från <https://www.trafa.se/bantrafik/bantrafik/>
- Trafikverket. (2014). *Säkra transporter av farligt gods.* Hämtat från https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10630/RelatedFiles/100692_Sakra_transporter_av_farligt_gods.pdf
- Trafikverket. (2020). *Transportsystemet i samhällsplaneringen.* Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1466488/FULLTEXT01.pdf>
- Trafikverket. (2021). *Trafik- och transportprognoser.* Hämtat från <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/>
- Trafikverket. (2024). *Basprognoser.* Hämtat från Trafikverket: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/trafikprognoser-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/> [2024-09-05]
- Trafikverket. (2024). *NJDB på webb.* Hämtat från <https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket>

Bilaga A

Frekvensberäkningar

Uppdrag: Riskutredning – transport av farligt gods på järnväg förbi fastigheten Gasverket 1
Uppdragsnummer: 30078078
Kund: Skifu
Datum: 2024-12-17
Upprättad av: Thomas Frödin

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
2	Fördelning av farligt gods	4
3	Händelseförlopp för olika typer av farligt gods	5
3.1	Explosiva ämnen (RID 1)	5
3.2	Tryckkondenserade gaser (RID 2)	6
3.2.1	Brandfarliga gaser (RID 2.1)	6
3.2.2	Giftiga gaser (RID 2.3)	6
3.3	Brandfarliga vätskor (RID 3)	7
3.4	Oxiderande ämnen och organiska peroxider (RID 5.1 och 5.2)	8
4	Frekvensberäkningar för järnväg	9
4.1	Urspåring	9
4.1.1	Utsläpp vid urspåring	11
4.2	Frekvens för scenario med farligt gods på järnväg	11
5	Referenser	13

1 Inledning

Riskanalysen bygger i detta fall på en uppskattning av sannolikheter för dödsfall per år, dels som individrisk, dels som samhällsrisk. Sannolikhet per år kan också tolkas som en förväntad frekvens, det vill säga att en händelse förväntas inträffa ett visst antal gånger under en tidsperiod.

I många fall saknas tillförlitlig statistik för olika scenarier, och när antaganden måste göras har värden valts som ligger i närheten av antaganden i liknande utredningar som genomförts i Sverige. På så vis finns en strävan mot att resultaten av riskbedömningen blir liknande jämfört med andra platser inom landet, även om vissa parametrar är baserade på ingenjörsmässiga bedömningar och erfarenheter.

Ett vanligt förekommande sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall vid en olycka är genom händelseträdd. Av praktiska skäl utgår metodiken från ett begränsat antal utfall där det egentligen handlar om ett spektrum av möjliga utfall. I denna rapport redovisas inte olika händelseträdd utan läsaren hänvisas i stället till de olika konsultrapporter som ligger till grund för den sammanställning som redovisas.

Det finns olika sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall. Därför har en sammanställning gjorts med sannolikheter för olika scenarier som använts i andra riskutredningar i Sverige (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (WSP, 2014) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag, tillsammans med Swecos egna beräkningar och ingenjörsmässiga uppskattningar, har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats för järnväg och väg.

2 Fördelning av farligt gods

Fördelningen av transporter med farligt gods baseras på nationell statistik över mängder farligt gods och fördelningen ses i Tabell 1.

Tabell 1. Fördelning av andel farligt gods som används i beräkningar.

RID-klass		Transportarbete (miljoner tonkilometer 2011–2015)	Andel
1	Explosiva ämnen och föremål	0	0%
2.1	Brandfarliga gaser	226	14,77 %
2.2	Icke giftig, icke brandfarlig gas	8	0,52 %
2.3	Giftiga gaser	75	4,94 %
3	Brandfarliga vätskor	329	21,52 %
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	5	0,31 %
4.2	Självtändande ämne	10	0,65 %
4.3	Ämne som utvecklar brandfarlig gas	79	5,14 %
5.1	Oxiderande ämnen	494	32,33 %
5.2	Organisk peroxid	8	0,53 %
6.1	Giftiga ämnen	39	2,53 %
6.2	Smittförande ämnen	0	0 %
7	Radioaktiva ämnen	0	0 %
8	Frätande ämnen	249	16,31 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	7	0,44 %

3 Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

3.1 Explosiva ämnen (RID 1)

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader.

För transport av explosiva varor finns omfattande bestämmelser och restriktioner för att minska sannolikheten för olyckor och begränsa konsekvenser vid olyckor.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (RID-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd än ett 10-tal meter (Göteborgs stad, 1999). Massexplosiva varor är explosiva ämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning undersöks endast transporter med massexplosiva varor eftersom dessa bedöms kunna leda till allvarligast skador, samtliga transporter med explosivämnen antas vara av denna klass.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand uppstå och sprida sig till det explosiva ämnet eller så måste de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara så stora att de utlöser en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal bränder av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert eftersom denna typ av statistik inte finns att tillgå.

Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändigt brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosiva ämnen att brinna upp i stället för att detonera vid en brand.

På järnväg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 25 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosiva ämnen. Hänsyn har tagits till detta vid uppskattning av fördelning för konsekvensavstånd.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. Konservativt görs en ingenjörsmässig bedömning i de flesta riskutredningar att 0,2 % sannolikhet för att mekanisk påverkan på godstågsvagn är tillräcklig för en explosion.

Det är mycket ovanligt att explosiva ämnen transporteras på järnväg, varför RID-klass 3.1 inte inkluderas vidare i utredningen.

3.2 Tryckkondenserade gaser (RID 2)

Tryckkondenserade brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tjockväggiga tankar vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en olycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska- och topografiska förhållanden inom planområdet.

3.2.1 Brandfarliga gaser (RID 2.1)

Vid ett läckage av brandfarliga gaser kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning.

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara mycket lättantändligt eftersom en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller ett gatljus skulle potentiellt kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds har följande tre scenarier beaktats:

Jetflamma: Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman nå storlekar på från några få meter upp till 75 meter. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman, dels genom värmestrålning från flammen.

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärllet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från till exempel tryckkärllet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller pölbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärllet. En BLEVE bedöms konservativt inträffa i 1 % av de olyckor där en vagn med brandfarlig gas är involverad.

Gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion: Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Ett gasmoln kan då driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste vara väl omblandad med luft så att explosiva koncentrationer uppstår. En spridningsvinkel för gasmolnsbrand antas konservativt till 45°.

3.2.2 Giftiga gaser (RID 2.3)

Farligt godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett

utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar. I denna riskutredning antas alla vindriktningar vara lika sannolika.

Beräkningar av sannolikheter för utsläpp givet att en vagn spårar ur samt hålstorlek är desamma som för brandfarliga gaser.

Spridning av gasmoln påverkas till stor del av rådande väderförhållanden. Beroende på bland annat vindstyrka och solinstrålning påverkas riktning och gaskoncentration. Gasmolnet sprids som en plym vars form är beroende av ett flertal faktorer, bland annat källstyrka och vindstyrka. Vid högre vindstyrkor blir plymen längre men smalare och vid lägre vindstyrkor blir plymen bredare men kortare (WSP, 2016). Siffror för spridningsvinkel som redovisas i olika rapporter varierar mellan 15° (Thomasson, 2017) och 60° (WSP, 2016). Hänsyn har tagits till detta genom att anta att plymens vinkel vid ett utsläpp kan variera med 15–60°.

Exempel på mycket giftiga gaser som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid. På järnväg kan det transporteras upp till cirka 65 ton per vagn. I denna utredning har klor antagits utgöra 100 % av den transporterade mängden på järnväg, vilket är mycket konservativt. Statistik över vilka gaser som transporteras under klass RID 2 finns inte tillgänglig, men efter att Akzo Nobel lade ner sin tillverkning av klor i Bohus och Skoghall 2005 respektive 2011 bedöms transporter med klor ha reducerats i stor omfattning. Klor tillverkas fortfarande i Stenungssund men transporter är sällsynt, under 2013 skedde inga transporter av klor (INEOS Sverige AB, 2014).

3.3 Brandfarliga vätskor (RID 3)

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder bensin och E85 mycket lättare än diesel. Eftersom transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska (hexan) vilket är en konservativ ansats då det är mer brännbart än bensin.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till.

Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätskan är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva iväg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Denna händelse bedöms dock som osannolik och antas ske i cirka 1,5 % av fallen.

Sannolikhet för antändning av vätskepöl ligger mellan 10 och 30 % för järnväg i de riskutredningar som gåtts igenom, vilket huvudsakligen baseras på siffror från rapport som publicerades 1993 för att analysera riskerna med farligt gods i Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln ligger sannolikheten för antändning mellan 5 och 70 %.

3.4 Oxiderande ämnen och organiska peroxider (RID 5.1 och 5.2)

Oxiderande ämnen (RID-klass 5.1) utgör en stor andel av alla vagnar innehållande farligt gods och är klassade som farliga i den mån att de kan fungera som katalysatorer vid brandförlopp men är inte brandfarliga i sig. Om ämnet kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (till exempel diesel, motorolja etc.) kan det leda till självantändning och kraftiga brand- eller explosionsförlopp.

Organiska peroxider (RID-klass 5.2) utgör endast en marginell del av antalet försändelser med farligt gods och har ur ett riskperspektiv liknande egenskaper som oxiderande ämnen. Antalet transporter av klass 5.2 läggs därför till antalet transporter av klass 5.1

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Även ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. När det transporteras som RID klass 5.1 är det dock i blandningar som minskar sannolikheten för detonation så mycket att detta bedöms vara mycket osannolikt. Enligt regelverket är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade väteperoxider eller vattenlösningar (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) med över 60 % väteperoxid på järnväg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

Regler kring transport såsom användandet av skyddsvagnar mellan vagnar med farligt gods gör det mycket osannolikt att oxiderande ämnen kommer i kontakt med innehållet i en annan vagn, som till exempel brandfarliga vätskor.

Genomgång av olika riskutredningar för farligt gods i Sverige visar att de ingenjörsmässiga bedömningarna avseende explosion eller brand med RID-klass 5.1 och 5.2 skiljer sig relativt mycket. Det intervall för sannolikheter bedöms dock vara tillräckligt konservativa.

Gemensamt är att en uppskattning görs av sannolikhet för utsläpp av oxiderande ämnen samtidigt som ett utsläpp av organiskt material som därefter ger upphov till brand eller explosion. Bedömningarna skiljer sig relativt mycket mellan olika rapporter (WUZ, 2016) (Sweco, 2016) (WSP, 2016). Blandning med annat organiskt material antas till mellan 10 och 50 %, och att det därefter uppstår brand till cirka 1 %, alternativt att en explosion inträffar med 1 till 10 % sannolikhet.

4 Frekvensberäkningar för järnväg

4.1 Urspårning

En grundläggande parameter vid beräkning av den uppskattade frekvensen för en olycka är antalet tåg som passerar på sträckan.

I de flesta riskanalyser i Sverige har Banverkets modell från 2001 använts för att beräkna urspårningsfrekvens. Den statistik som ligger till grund för uppgifterna i den modellen bygger på erfarenheter från 1980 och 90-talet, men det finns anledning att anta att tågsäkerheten förbättrats sedan dess.

I en rapport från Evert Andersson, professor emeritus vid Järnvägsteknik på Kungliga Tekniska Högskolan, hänvisas till forskning gjord på statistik över urspårningar i Sverige (Andersson, 2014) under åren 2003–2012. Utifrån denna statistik kan följande antaganden göras avseende sannolikheten för urspårningar:

- Urspårning sker i medeltal 7×10^{-8} gånger per tågakilometer (oavsett hastighet och tågtyp)

Enligt UIC (2002) kan det antas att sannolikheten för urspårning är 10 gånger större för godståg. Sannolikheten för persontåg beräknas då till cirka 2×10^{-8} gånger och för godståg till 20×10^{-8} gånger per tågakilometer.

Enligt UIC är också risken för urspårning i stationsområden med växlar 10 gånger större än på rakspår och kurvspår i övrigt. Andersson (2014) uppskattar att stationsområden utgör cirka 15 % av den totala linjelängden i Sverige vilket efter beräkning ger följande urspårningssannolikheter för godståg:

- cirka 85×10^{-8} gånger per tågakilometer i stationsområden med växlar (alla hastigheter)
- cirka $8,5 \times 10^{-8}$ gånger per tågakilometer på rakspår och kurvspår i övrigt (alla hastigheter).

För beräkningarna har urspårningsfaktorn för rakspår eller kurvspår utan växlar (alla hastigheter) använts.

I Tabell A-1 redovisas indata för att uppskatta urspårningsfrekvensen för godståg som använts i denna rapport.

Tabell A-1. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvensen.

Parameter	Prognosår 2045	Fördelning som använts vid beräkningar (5- / 95-percentil för normalfördelning)
Antal godståg per dag	40	32-48
Antal persontåg	88	70-106
Antal dygn med trafikering per år	360	360-365
Antal vagnar per tåg	40	33-47
Medelvärde för antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	3,5	2,5 – 4,5
Andel farligt godsvagnar	3 %	2–4 %
Urspårningsfaktor per tågakilometer, godståg	$8,5 \times 10^{-8}$	+/- 50 %
Urspårningsfaktor per tågakilometer, persontåg	$8,5 \times 10^{-9}$	+/- 50 %

Förväntad urspårningsfrekvens för godståg förbi Gasverket 1 (på 1 km) blir då $40 \times 360 \times 8,5 \times 10^{-8} \approx 1,24 \times 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar cirka en urspårning på 808 år.

Som jämförelse har även beräkningar genomförts med Banverkets modell från 2001 vilket resulterar i en urspårningsfrekvens för sträckan på cirka $7,2 \times 10^{-3}$ per år (eller cirka en urspårning på 140 år). I Banverkets modell beror cirka 50 % av urspårningarna på vagnfel. Ett argument för att inte använda den modellen för att uppskatta urspårningsfrekvens inom ett visst område är att vagnfelen i många fall inte leder till någon större urspårning förrän tåget passerar en växel eller går in i en kurva. En urspårad vagn kan släpas med av tåget en betydande sträcka utan att lokföraren uppmärksammar det (Andersson, 2014). Vagnfel bidrar därför till urspårningar men var själva urspårningen sker styrs mer av banans egenskaper, något som inte är lika tydligt i Banverkets modell från 2001.

Vid en urspårning kan hela tåget spåra ur, men i genomsnitt spårar cirka 3,5 vagnar ur (VTI, 1994). Att någon av vagnarna som spårar ur innehåller farligt gods kan beräknas enligt följande formel:

$$1 - (1 - \text{andel farligt gods})^{\text{antal vagnar som spårar ur}} = 10 \% \text{ per urspårning}$$

Vilket ämne som finns i en vagn som spårar ur baseras på fördelningen mellan olika godsklasser. Då denna information är konfidentiell och uppgifter inte varit möjliga att ta del av för den aktuella bandelen, har därför den nationella statistiken för farligt gods på järnvägar använts.

Beräkning med ovanstående parametrar ger att frekvensen för olycka med farligt gods ska ske på 1 km av järnvägen förbi planområdet $1,24 \times 10^{-4}$ gånger per år, vilket motsvarar cirka en olycka på 8 080 år, fördelat över RID-klasserna enligt Tabell A-2.

Tabell A-2. Beräknad frekvens för urspårning av en vagn som innehåller respektive RID-klass förbi planområdet.

RID 1 – Explosiva ämnen	~ 0
RID 2.1 - Brandfarlig gas	1×10^{-7}
RID 2.3 - Giftig gas	$3,4 \times 10^{-8}$
RID 3 - Brandfarlig vätska	$4,5 \times 10^{-6}$
RID 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$6,7 \times 10^{-5}$

4.1.1 Utsläpp vid urspårning

För tunnväggig tankvagn anges i Banverkets modell att sannolikheten för punktering är 25 % och sannolikheten för stort hål 5 % vid olyckor som inträffar i den största tillåtna hastigheten på banan (Fredén, 2001). Det finns statistik från studier över olyckor i USA som tyder på att ju högre hastighet desto mer sannolikt är ett utsläpp av farligt gods (Barkan et al., 2003), och även i den studien ligger sannolikheten för utsläpp mellan cirka 5 och 25 %. Sambandet är relativt osäkert och därför används här ett intervall på 5–25 % (normalfördelning) för sannolikheten att ett utsläpp ska ske givet en urspårning. Någon skillnad görs inte här på storleken på utsläppet utan det fångas i stället upp i fördelningen av konsekvensavstånd, se Bilaga B.

Tjockväggiga tankar (med tryckkondenserad gas RID-klass 2 är betydligt mer robusta och bedöms i de flesta riskutredningar ha en sannolikhet för utsläpp som är 1/30 av den för tunnväggiga tankar (Fredén, 2001).

För alla ämnen utom RID-klass 1 gäller att ett utsläpp måste ske innan det kan få konsekvenser för omgivningen.

4.2 Frekvens för scenario med farligt gods på järnväg

Nedan redovisas beräknade frekvenser för respektive scenario vid olycka med ämnen från respektive RID-klass (Tabell A-3). Sannolikhetsfördelningen för respektive scenario bygger på en sammanställning av ett flertal olika riskutredningar som utförts av ett flertal olika konsultfirmor i Sverige de senaste åren.

Tabell A-3. Sammanställning av sannolikhetsfördelningar för de olika scenarierna och beräknade frekvenser för dessa för 1 km av järnvägen förbi planområdet.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde)
		Min	Mest troligt	Max	
1	Explosion*	0,01	0,3	1	0
2.1	BLEVE	0,1	0,13	1	$2,8 \times 10^{-10}$
	Jetflamma	10	20	30	$2,1 \times 10^{-8}$
	Gasmolnsexplosion	5	50	70	$4,7 \times 10^{-8}$
2.3	Giftigt gasmoln			100	$3,4 \times 10^{-8}$
3	Pölbrand	10	20	30	9×10^{-7}
	Gasmolnsbrand	1	1,5	3	$7,5 \times 10^{-8}$
5	Explosion	0,0005	0,010	0,15	$2,1 \times 10^{-9}$
	Brand	0,024	0,048	0,071	$3,2 \times 10^{-9}$

*För RID-klass 1 är det är i stället krockvåld och brand som kan utlösa en explosion.

5 Referenser

- Andersson, E. (2014). *Säkerhet mot tågurspårning i Väsby Entré.*
- Barkan et al. (2003). *Analysis of railroad derailment factors affecting hazardous materials transportation risk.*
- Brandskyddslaget. (2015). *Risikanalys Härnevi 1:17 Upplands bro.*
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala.*
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods.*
- INEOS Sverige AB. (2014). *Miljörapport 2013.*
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone.*
- Purdy. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail.*
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder.*
- Thomasson, M. (2017). *Riskreducerande åtgärder: Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods.* Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- VTI. (1994). *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods.*
- WSP. (2014). *Detaljerad riskbedömning för detaljplan. Transport av farligt gods på järnväg - Yllestad 1:21 m.fl. Kätilstorp.*
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun.*
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig risikanalys för väg och järnväg i Borås Stad.*

Bilaga B

Konsekvensberäkningar

Uppdrag: Riskutredning – transport av farligt gods på järnväg förbi fastigheten Gasverket 1
Uppdragsnummer: 30078078
Kund: SKIFU
Datum: 2024-12-17
Upprättad av: Thomas Frödin

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
1.1	Typ av utbredning	3
1.2	Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd	3
1.3	Riskberäkning för urspårning	4
1.4	Beräkning av areor för samhällsrisk	5
1.5	Persontäthet	5
1.6	Sannolikhet att omkomma inne/ute	6
2	Sammanställning över konsekvensavstånd	6
3	Förväntat antal omkomna per scenario	8
4	Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser	8
5	Referenser	10

1 Inledning

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg:

Kriterier för vad som ska betraktas som risk för dödlig skada diskuteras för

- tryckpåverkan vid explosion
- värmestrålning vid brand
- förgiftning vid exponering av giftig gas

Avstånden inom vilka dessa kriterier uppnås för de olika scenarierna för varje godsklass har beräknats.

1.1 Typ av utbredning

Beroende på typ av ämne som är inblandat blir utbredningen av konsekvensområdet runt olyckan olika. En del av de möjliga scenarierna påverkas av vindriktning och väderförhållanden medan andra beror på vilket håll ett läckage är riktat mot. För att beräkna risken för det planerade planområdet används värdena i Tabell B-1.

Beroende på konsekvensavståndet och typ av spridning justeras den beräknade frekvensen för att få fram individrisken på olika avstånd.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet.

Tabell B-1. Typ av spridningsutbredning.

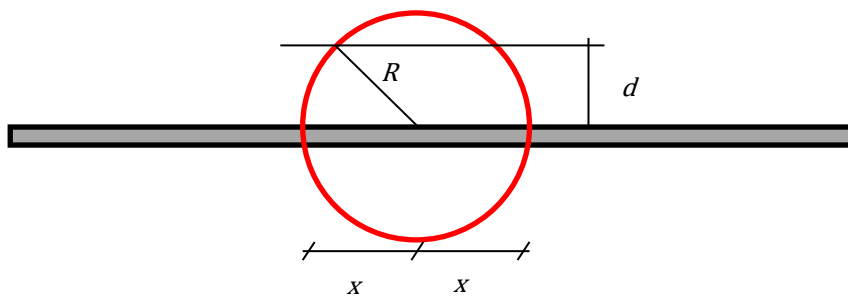
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

1.2 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

En olycka som inträffar på sträckan (1 km) har nödvändigtvis inte ett konsekvensavstånd som verkar över hela sträckans längd. Därför görs en korrigering för att räkna ut hur stor andel av frekvensen (som gäller på hela sträckan) som bidrar till individrisken på ett visst avstånd från transportleden. Andelen beräknas enligt följande formel, med de olika avstånden förklarade i Figur B-1:

$$\text{Andel av frekvensen för hela sträckan} = \frac{2 \cdot x}{1 \text{ km}}$$

$$x = \sqrt{(R^2 - d^2)}$$

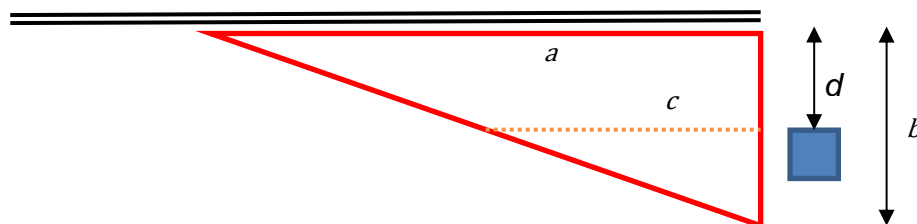


Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

1.3 Riskberäkning för urspårning

För urspårning beräknas individrisken baserat på den modell som tagits fram av internationella järnvägsförbundet UIC. Modellen togs ursprungligen fram för att uppskatta sannolikheten att en konstruktion (brostöd eller liknande) träffas av ett urspårat tåg (International Union of Railways (UIC), 2002), men har här anpassats för att beskriva individ- och samhällrisk.

Modellen bygger på att ett tåg spårar ur och därefter kan glida en viss sträcka på olika avstånd från spåret (se Figur B-2).



Figur B-2. Principskiss över parametrar som beskriver riskerna avseende påkörning vid en urspårning.

Grundläggande för modellen är att ett tåg har en maximal sträcka (a) som det kan glida längs spåret baserat på tågets hastighet och en inbromsningsfaktor. Hur långt ifrån spåret ett tåg kan hamna beror också på modellen och på hastigheten.

Enligt Banverket (Fredén, 2001) är dock sambandet mellan hastighet och urspårning relativt svagt och i stället har Banverkets modell för sannolikhet att tåget hamnar på ett visst avstånd (b) från spåret använts.

Individriskbidraget på olika avstånd (d) från spåret beräknas av sannolikheten att en urspårning sker på sträckan (a) multiplicerat med sannolikheten att tåget når ett visst avstånd (d) och kvoten mellan den maximala urspårningssträckan (a) och det maximala avstånd (c) som ett tåg kan glida på ett visst avstånd (d) från spåret.

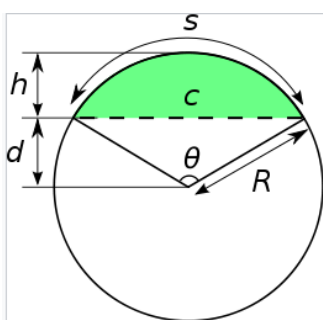
Samhällsrisksbidraget baseras på den rektangel som utgörs av sträckan c och $b - d$.

1.4 Beräkning av areor för samhällsrisk

Samhällsrisken beräknas som en summa av de areor som kan påverkas vid en olycka multiplicerat med sannolikheten per år (uppskattad frekvens) för påverkan för respektive area, detta multipliceras slutligen med befolkningstätheten som antas variera med avståndet från transportleden enligt kapitel 1.5.

Samhällsrisken har uppskattats för ett område på 150 meter på var sida om spåret.

Eftersom scenarierna med farligt gods har någon typ av cirkulär utbredning beräknas areorna på olika avstånd från transportleden som segment av en cirkel (se Figur B-3).



Figur B-3. Principskiss för hur arean som påverkas bortom ett visst avstånd beräknas vid cirkulärt konsekvensavstånd.

1.5 Persontäthet

Persontätheten som använts för de tre olika scenarierna för samhällsriskberäkningarna i redovisas i Tabell B-2.

I samhället i stort befinner sig människor till största delen inomhus, därav ansätts att 90 % (98 % nattetid) av befolkningen befinner sig inomhus på avstånd av 10 meter från transportleden och längre.

Det bebyggelsefria avståndet bedöms vara fritt från personer. Detta behöver nödvändigtvis inte stämma om det exempelvis finns befintlig väg, cykelbana eller liknande närmare. Det bedöms dock ej vara avgörande för att bedöma vilka bebyggelsefria avstånd som är lämpliga att upprätthålla vid planering av tillkommande verksamhet och tas därmed inte med i beräkningarna.

Tabell B-2. Antaganden om persontäthet som använts i beräkningarna.

Avstånd från transportled (meter)	Andel utomhus (dag)	Andel inomhus (dag)	Andel utomhus (natt)	Andel inomhus (natt)	Persontäthet per km ²
0—10 (bebyggelsefritt avstånd)	100 %	0 %	100 %	0 %	50
Bortom bebyggelsefritt avstånd	10 %	90 %	2 %	98 %	5000

1.6 Sannolikhet att omkomma inne/ute

Att befinna sig inomhus ger i många scenarier ett viss skydd, exempelvis mot värmestrålning eller gas (VROM, 2005). Vid beräkning av samhällsrisk har därför antaganden gjorts om att sannolikheten att omkomma inomhus är lägre enligt Tabell B-3.

För RID 1 – Explosiva ämnen och föremål är det i stället omvänt så att avståndet för dödliga skador är kortare utomhus än inomhus. Avståndet för där en tryckökning är så stor att det kan leda till dödliga skador på en människa är betydligt kortare än det avstånd där väggar kan raseras och fönster splittras. Även om en person överlever en tryckvåg kan de skadas allvarligt av glassplitter eller att byggnadsdelar kollapsar. Därför används i beräkningarna två konsekvensavstånd, ett inomhus och ett utomhus. Vid det givna konsekvensavståndet för att omkomma utomhus är det dock inte 100 % sannolikt att en person inomhus omkommer. Sannolikheten anges i tabellen.

Antaganden om att omkomma inomhus antas vara konstant inom konsekvensavståndet, vilket precis som för konsekvensavståndet utomhus är en förenkling eftersom värmestrålning, tryckpåverkan och giftiga koncentrationer avtar med avståndet. För de flesta scenarier antas den fördelning som redovisas i Tabell B-3 vara en konservativ uppskattning då byggnader bör ge gott skydd.

Tabell B-3. Sannolikhet att omkomma inomhus vid de konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

Scenario	Fördelning	Sannolikhet att omkomma inomhus* (%)		
		Min	Troligt	Max
RID 1 – Explosion, raserade byggnader/splitter	Pertfördelning	25	50	75
RID 2.1 – Jetflamma, gasmolnsbrand	Pertfördelning	25	50	75
RID 2.1 – BLEVE	Pertfördelning	5	10	15
RID 2.3 – Giftigt gasmoln	Pertfördelning	25	50	75
RID 3 – Gasmolnsbrand	Pertfördelning	25	50	75
RID 3 – Pölbrand	Pertfördelning	25	50	75
RID 5 – Brand	Pertfördelning	25	50	75
RID 5 – Explosion	Pertfördelning	25	50	75

* Inom det konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

2 Sammanställning över konsekvensavstånd

Konsekvensavstånd för olika scenarier vid utsläpp av farligt gods har beräknats i många olika riskanalyser i Sverige. Flera konsultfirmor i Sverige med specialister inom riskanalys av farligt gods har utarbetat egna modeller för konsekvensberäkningar.

Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP,

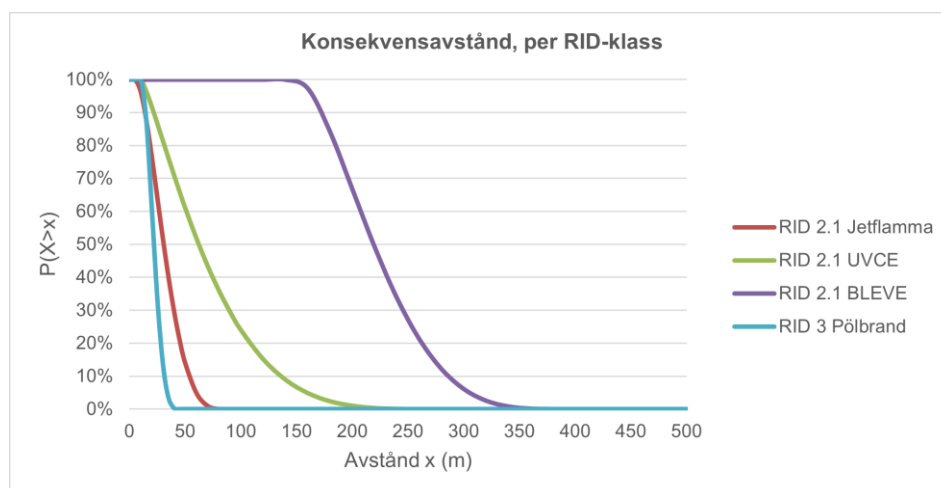
2016) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarioer uppskattats (för järnväg se Tabell B-4). Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass och konsekvensavstånd för dessa scenarier. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individ- och samhällsrisk.

Eftersom det finns anledning att tro att mindre utsläpp är mer sannolika än större (VTI, 1994) påverkas sannolikhetsfördelningen för konsekvensavstånden med en förskjutning mot de kortare avstånden. Detta beror på att behållarna och tankarna är utformade för att tåla påfrestningar och det därför är mer sannolikt med mindre hål än större.

Tabell B-4. Sammanställning över uppskattade intervall för indata till konsekvensavstånd som använts i beräkningarna för järnväg. RID-klass 1 redovisas inte i tabellen då den inte inkluderats i beräkningarna.

Klass	Scenario	Fördelning	Intervall för konsekvensavstånd		
			Min	Troligt	Max
2.1	BLEVE	Pertfördelning	150	200	400
	Jetflamma	Pertfördelning	5	25	90
	Gasmolnexplosion - och brand	Pertfördelning	10	30	300
2.3	Giftigt gasmoln	Pertfördelning	20	150	2000
3	Pölbrand	Pertfördelning	10	20	45
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	Pertfördelning	15	25	40
5	Explosion	Pertfördelning	30	40	125
	Brand	Pertfördelning	10	15	40

I Figur B-6 redovisas fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger dödliga konsekvenser på ett visst avstånd från spåret.



Figur B-6. Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från spåret.

3 Förväntat antal omkomna per scenario

Baserat på konsekvensavstånden ovan summeras medelvärden för hur många som beräknas omkomma vid varje scenario, se Tabell B-5. Det är detta värde som tillsammans med frekvensberäkningarna för varje scenario utgör samhällsrisk (sannolikheten att N eller fler omkommer med en viss sannolikhet per år).

Tabell B-5. Förväntat antal omkomna för respektive scenario med en persontäthet på 5000 personer/km² räknat med bebyggelsefritt avstånd på 10 meter (avstånd mellan järnvägsspår och närmaste nya byggnad).

Klass	Scenario	Förväntat antal omkomna (medelvärde), både inom- och utomhus Bebyggelsefritt 10 meter
2.1	BLEVE	89
	Jetflamma	4
	Gasmolnexplosion - och brand	2
2.3	Giftigt gasmoln	11
3	Pölbrand	1
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0
5	Explosion	18
	Brand	1

4 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

Övriga RID-klasser, som inte beskrivits ovan, bedöms inte utgöra någon betydande risk för området och anledningarna till detta motiveras nedan.

RID-klass 4 - Brandfarliga fasta ämnen, beräknas inte eftersom en brand med brandfarliga fasta ämnen inte bedöms spridas särskilt långt utanför olycksområdet och mängderna som transporteras på det svenska järnvägsnätet är små.

RID-klass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten kan vid en olycka få allvarliga konsekvenser om brandfarlig gas bildas. Konsekvenser av olyckor med klassen bedöms inte för det aktuella området främst p.g.a. två anledningar. Den första är att det transporteras små mängder. Den andra är att olyckstypen förutsätter att ytterligare en händelse (uppblandning med vatten) ska inträffa förutom läckage och antändning. Frekvensen för en sådan olycka bedöms därmed som så liten att olyckstypen får marginell påverkan på den totala samhällsrisk.

RID-klass 6 - Giftiga och smittförande ämnen omfattar ämnen för vilka det av erfarenhet är känt eller efter djurförsök kan befaras att de vid påverkan vid ett enstaka tillfälle eller under kort tid av relativt små mängder, genom inandning, hudabsorption eller förtäring, kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor. Smittförande ämnen avser ämnen som är kända för att kunna

innehålla patogener. Patogener är mikroorganismer (inklusive bakterier, virus, parasiter och svampar) eller andra smittförande substanser, exempelvis prioner, som kan orsaka sjukdomar hos människor eller djur. Det bedöms som osannolikt att en olycka med giftiga ämnen ger konsekvenser för omgivningen eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenser av olycka med giftiga ämnen bedöms därför inte i denna utredning.

RID-klass 7 - Radioaktiva ämnen omfattar ämnen som kan ge upphov till strålskador, både på kort och lång sikt. Det bedöms som osannolikt att en olycka med radioaktiva ämnen skall ske eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenserna bedöms därför inte i denna utredning.

RID-klass 8 – Frätande ämnen. Ett utsläpp av frätande ämnen (exempelvis svavelsyra eller salpetersyra) kan resultera i häftiga reaktioner vid kontakt med metall, vatten eller brandfarliga ämnen och i vissa fall även brand med strålningspåverkan och brandspridning som följd. Konsekvenserna av ett utsläpp bedöms dock vara begränsade till direktkontakt med vätska. Därför bedöms inte konsekvenserna av en olycka med denna klass. Åtgärder som begränsar vistelse i närområdet till transportleden, skyddar mot spridning av vätskor och bränder skyddar även mot händelser som kan orsakas av frätande ämnen.

RID-klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål omfattar ämnen och föremål som utgör en fara under transport, vilka inte omfattas av definitionen för andra klasser. Exempel på ämnen och föremål är miljöfarliga ämnen, litiumbatterier och vattenförorenade vätskor med mera. Olyckor med denna klass bedöms inte kunna ge några betydande konsekvenser och bedöms därför inte i denna utredning.

5 Referenser

- Brandskyddslaget. (2015). *Risakanalys Härnevi 1:17 Upplands bro.*
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala.*
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone.*
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder.*
- Thomasson, M. (2017). *Riskreducerande åtgärder: Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods.* Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- VROM. (2005). *Guidelines for quantitative risk assessment.*
- VTI. (1994). *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods.*
- VTI rapport Nr 3 387:4. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transporter av farligt gods på väg och järnväg.*
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun.*
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad.*