
RISKUTREDNING

Riskutredning för detaljplan, Hallen 1 m.fl. – Kävlings kommun

UPPDRAGSNUMMER: 30044972

2022-07-08

DOKUMENTINFORMATION

UPPDRAGSBENÄMNING:	Riskutredning för detaljplan, Hallen 1 m.fl. Kävlinge kommun
UPPDRAGSNUMMER:	30044972
BESTÄLLARE	Kävlinge kommun
UPPDRAGSANSVARIG OCH HANDLÄGGARE:	Magnus Cederlund Telefon: 0721783897 E-post: magnus.cederlund@sweco.se
BITRÄDANDE HANDLÄGGARE:	Oskar Zubac E-post: oskar.zubac@sweco.se
KVALITETSGRANSKNING UTFÖRD AV	Alexander Lauge Pedersen E-post: alexander.laugepedersen@sweco.se

Rev.	Handlingsstatus	Datum	Upprättad av	Kvalitetsgranskad av
---	Rapport	2022-07-08	Magnus Cederlund	Alexander

SAMMANFATTNING

Sweco Sverige AB har fått i uppdrag av Kävlinge kommun att genomföra en riskutredning för fastigheten Hallen 1 m.fl. i Kävlinge kommun.

Planområdet Hallen 1 m.fl. är placerat till öster om Västkustbanan och Godsstråket genom Skåne i Kävlinge kommun. Planområdet består av befintliga byggnader samt planer för nybyggnation. Syftet med detaljplanen är att inom planområdet pröva lämpligheten för bostäder, centrumfunktioner, underjordiska parkeringsgarage, en ny park samt ny gata och gångväg inom planområdet. Syftet med detaljplanen är även att ge förutsättningar för en tät och varierad bebyggelse som i skalan är anpassad för sin omgivning samtidigt som kulturhistoriska värden i befintliga byggnader säkerställs.

Det finns inga riskobjekt i direkt anslutning till planområdet förutom järnvägen. Drivmedelstationen Preem på Västra Långgatan ligger över 500 meter bort, och det samma gäller för väg 104/108, som visserligen förbi Kävlinge ej är en rekommenderad trafikled för farligt gods, men där det ändå antas transporteras viss mängd farligt gods.

Genomförd riskutredning visar att risknivån är acceptabel för den tänkta detaljplanen. Västkustbanan och Godsstråket genom Skåne och transporten av farligt gods på järnvägen utgör den främsta riskkällan då skyddsavståndet till övriga riskkällor bedöms tillräckligt stort. Beräkningar av individrisk och samhällsrisk med konservativa antaganden samt antagandet att samtliga tåg trafikerar närmsta spår från fastigheten visar att risken är under ALARP-området och risknivån således är acceptabel.

Resultatet från utredningen är att risknivåerna är acceptabla för fastigheten Hallen 1 m.fl. utan att några vidare riskreducerande åtgärder behöver införas. För att visa på god riskhänsyn och att säkerställa att den låga risknivån vidhålls rekommenderas att följande åtgärder implementeras vid ny bebyggelse:

SAMMANFATTNING

Avstånd från järnväg	Riskreducerande åtgärd
0 – 30 meter	Bebyggelsefritt avstånd.
30 – 70 meter	<p>För samtlig <u>ny</u> bebyggelse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vid användning av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från järnvägen. • Möjliggöra utrymning bort från farligt gods led. Detta innebär <u>inte</u> att det inte får finnas entréer på sida mot järnväg, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.
70 – 150 meter	<p>Gäller för <u>ny</u> bebyggelse inom markanvändning: vård, skola, flerbostadshus, hotell och konferensanläggning. För övrig markanvändning krävs inga åtgärder.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vid användning av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från järnvägen. • Möjliggöra utrymning bort från farligt gods led. Detta innebär <u>inte</u> att det inte får finnas entréer på sida mot järnväg, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	7
1.1	Uppdragsbeskrivning	7
1.2	Syfte och mål	7
1.3	Kvalitetsplan	7
1.4	Omfattning	7
1.5	Avgränsningar	8
2	Metod och arbetsgång	9
2.1	Begrepp och definitioner väsentliga för riskutredningen	9
2.2	Riskidentifiering	11
2.3	Riskuppskattning	11
2.4	Riskvärdering	11
2.5	Valda riskkriterier för denna riskutredning	14
2.6	Hantering av osäkerheter	14
3	Områdesbeskrivning	16
3.1	Planområdet	16
3.2	Omgivning	17
3.3	Vindförhållanden	17
4	Riskidentifiering	19
4.1	Riskinventering	19
4.2	Godsstråket genom Skåne/Väst kustbanan	19
5	Riskuppskattning och värdering	23
5.1	Individrisk	23
5.2	Samhällsrisk	24
5.3	Riskvärdering	25
6	Känslighetsanalys	26
6.1	Antal tåg	26
6.2	Befolkningstäthet	28
7	Riskreducerande åtgärdsförslag	29
8	Slutsats	30

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

9	Referenser	31
	Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar	33
	A1. Transport av farligt gods	33
	Bilaga B – Konsekvensbedömningar	44
	B1. Transport av farligt gods	44
	Bilaga C – Samhällsrisk	50

1 Inledning

1.1 Uppdragsbeskrivning

Sweco Sverige AB har fått i uppdrag av Kävlinge kommun att genomföra en riskutredning för fastigheten Hallen 1 m.fl. i Kävlinge kommun.

I denna rapport redogörs riskbilden för fastigheten med hänsyn till olycksrisker förknippade med närliggande järnväg. Riskutredningen avser utgöra ett underlag för att möjliggöra framtida exploatering.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att beakta riskhanteringsprocessen för fastigheten och planområdet med närhet till järnväg med transport av farligt gods.

Målet är att genom en riskutredning presentera en riskbild för fastigheten baserat på de beaktade riskkällorna. Utifrån detta är målet att bedöma huruvida den aktuella risknivån kan anses acceptabel eller inte, samt att vid behov presentera riskreducerande åtgärder som erfordras för att erhålla en acceptabel risknivå.

1.3 Kvalitetsplan

SWECO Brand- och Riskteknik är certifierade enligt bland annat ISO 9001, där rutiner finns för fortlöpande gransknings- och kontrollarbete. Kvalitetskontroll har för denna dokumentation gjorts i form av egenkontroll och intern kvalitetsgranskning.

1.4 Omfattning

Denna riskutredning omfattar följande delmoment:

- Områdesbeskrivning
- Riskidentifiering
- Riskberäkning/uppskattning
- Riskvärdering
- Känslighetsanalys
- Vid behov föreslås riskreducerande åtgärder

De resultat som presenteras i riskutredningen gäller endast under de förutsättningar som specificeras i rapporten. Vid ändrade förutsättningar, till exempel om andra riskkällor tillkommer nära området, kan denna riskutredning behöva revideras.

1.5 Avgränsningar

Riskutredningen är begränsad till utredning av risker förknippade med närliggande järnväg, och dess inverkan på framtida exploatering av fastigheten Hallen 1 m.fl. Andra eventuella riskkällor som skulle kunna påverka den totala riskbilden för området inventeras men hanteras ej kvantitativt i denna riskutredning.

De risker som beaktats är plötsliga olyckor som kan leda till utsläpp av farligt gods, och som kan innebära livshotande konsekvenser för tredje man. I denna riskutredning beaktas inte egendomsskador, naturskador, extraordinära händelser eller långtgående dominoeffekter. Övriga hälsorisker, som exempelvis buller, utreds inte i denna riskutredning.

2 Metod och arbetsgång

Nedan redovisas begrepp och definitioner som används i denna rapport samt en beskrivning av den metod som använts för respektive delmoment i riskutredningen.

2.1 Begrepp och definitioner väsentliga för riskutredningen

I en riskutredning används vanligen ett flertal olika begrepp för att beskriva olika olyckshändelser och delar av utredningen. Nedan förtydligas de begrepp som använts i denna riskutredning.

Risk definieras som en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka eller skadehändelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att olyckan inträffar och konsekvensen beskriver hur omfattande skador som uppstår, exempelvis i form av antal döda.

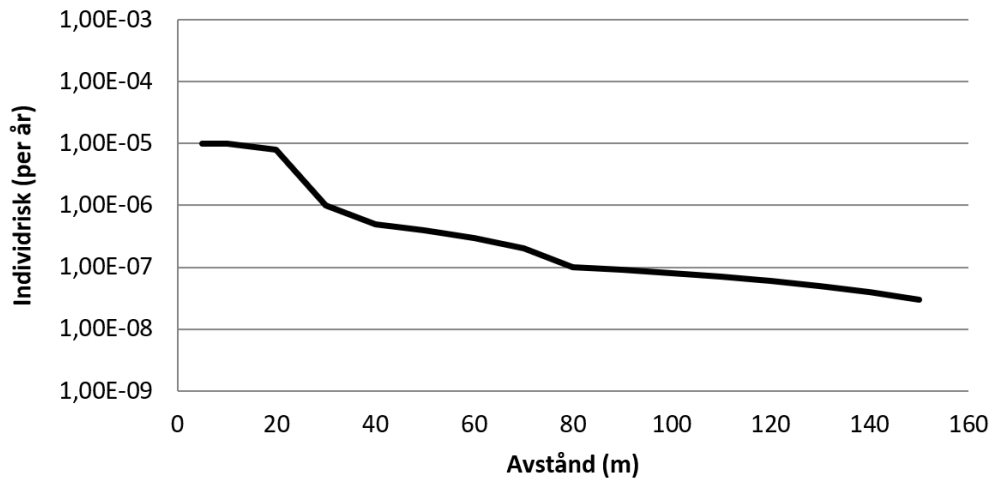
Riskutredning avser både genomförande av *riskanalys* och *riskvärdering*.

Riskanalysen är den del av riskutredningen där tänkbara olycksscenarier och oönskade händelser identifieras. Sannolikhet och konsekvens för de identifierade scenarierna bestäms i en riskuppskattning för att sedan kunna värdera huruvida risken är acceptabel eller ej.

I denna riskutredning har en kvantitativ riskanalys genomförts, vilket innebär att sannolikhet för och konsekvens av varje identifierad olyckshändelse/skadehändelse beskrivs med absoluta värden. Sannolikhet och konsekvens har sedan sammanvägts och risken illustreras med riskmåten individrisk och samhällsrisk.

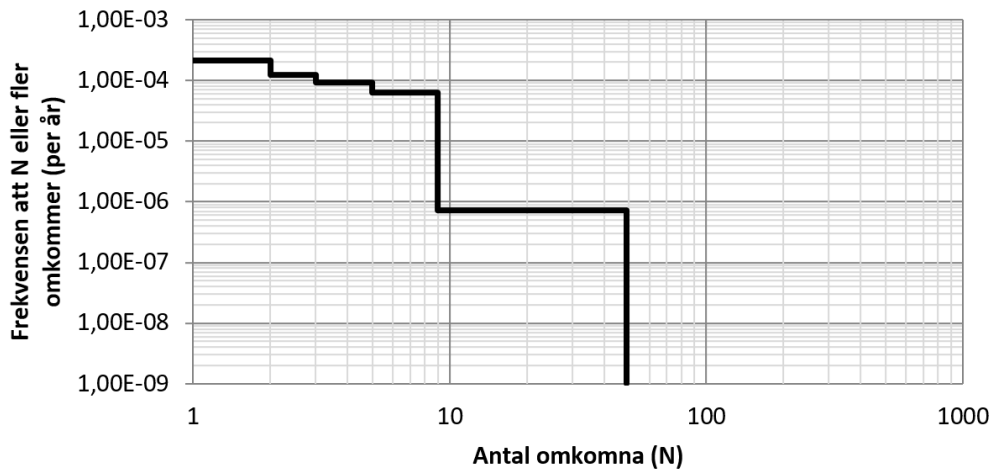
Riskvärdering avser den fas i riskutredningen där uppskattade risker bedöms acceptabla eller ej. I denna del av utredningen kan det även bli aktuellt att föreslå och verifiera riskreducerande åtgärder eller kvalitativt beskriva vilka effekter sådana åtgärder medför ur riskhänseende.

Individrisk är ett riskmått som beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en riskkälla. Riskmättet tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan och förutsätter att en person står på samma plats dygnet runt under ett års tid. Måttet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått då man utifrån måttet kan avgöra om enskilda individer utsätts för en oacceptabelt hög risknivå. Individrisken kommer i denna riskutredning presenteras i form av en individriskkurva där risken beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan, se exempel i Figur 1 nedan.



Figur 1. Exempel på en individriskkurva, individriska representeras av den svarta linjen. Y-axeln anger risken att omkomma per år och X-axeln avståndet från riskkällan.

Samhällsrisik är ett riskmått som beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika befolkningstätheten samt dygnsvariationer i befolkningstätheten. Samhällsrisiken presenteras i ett F/N-diagram. I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer till följd av en olycka i anslutning till riskkällan. Se ett exempel på F/N – diagram i Figur 2 nedan.



Figur 2. Exempel på en samhällsrisikkurva redovisad i ett F/N-diagram. Y-axeln anger frekvensen per år för en olycka och X-axeln antalet individer som omkommer.

2.2 Riskidentifiering

Underlag om de risker som identifierats har hämtats från statistik, relevant facklitteratur, myndigheter, platsspecifika utredningar för området/närområdet, tidigare erfarenheter och riskutredningar. Utifrån detta underlag har dimensionerande olycksscenarier arbetats fram.

2.3 Riskuppskattning

Riskuppskattningen är en del av riskanalysen och syftar till att bestämma storleken på riskerna. Riskernas storlek är beroende av sannolikheten för en olycka och konsekvensen av olyckan. Nedan beskrivs därför hur sannolikheter och konsekvenser bedömts samt hur dessa sammanvägts för att avgöra riskernas storlek.

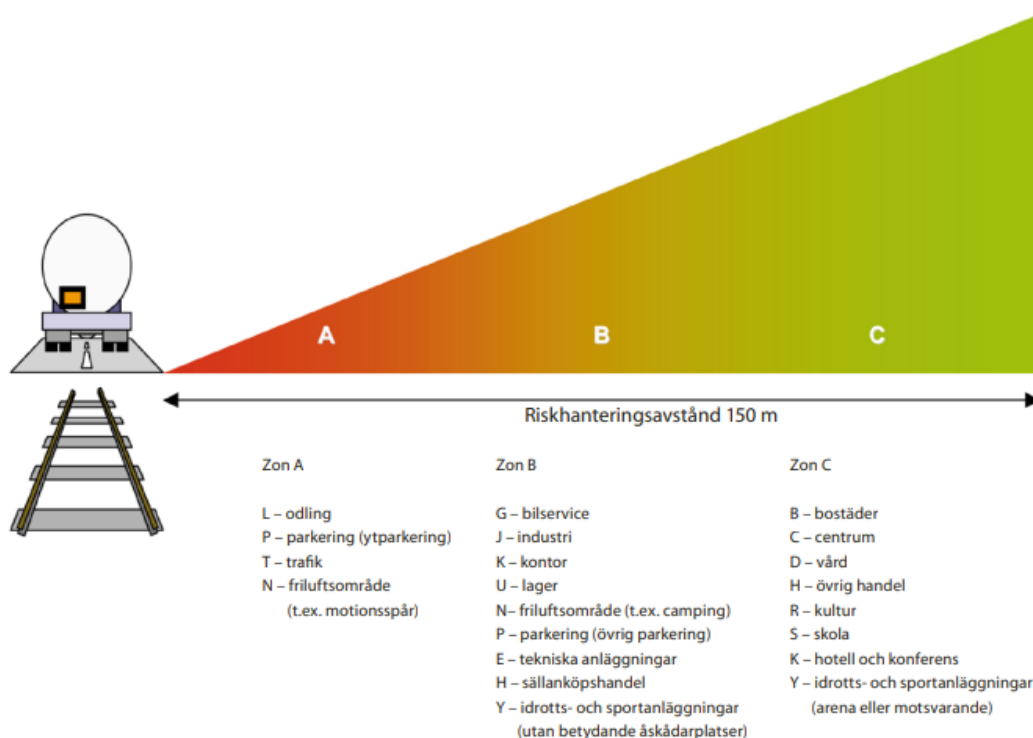
Sannolikhet för urspårning som kan leda till efterföljande utsläpp av farligt gods har beräknats med ekvation hämtad ur rapport från UIC (International Union of Railways) [27]. Sannolikheten för olika händelseförlopp och skadehändelser efter att utsläppet har inträffat har bedömts mot bakgrund av uppgifter i facklitteratur och logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts. Konsekvenserna av de aktuella olyckorna/skadehändelserna har bedömts mot bakgrund av litteraturstudier och simuleringar i programvaran ALOHA v.5.4.7 [1].

2.4 Riskvärdering

I respektive underkapitel nedan presenteras de rapporter och publikationer som legat till grund för den riskvärdering som genomförts i denna riskutredning. Publikationerna används i denna utredning som ett bedömningsstöd.

[Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län – Riskhantering i detaljplaneprocessen](#)

I riskpolicyn *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [2] presenteras en vägledning i hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas i samband med planprocessen se Figur 3.



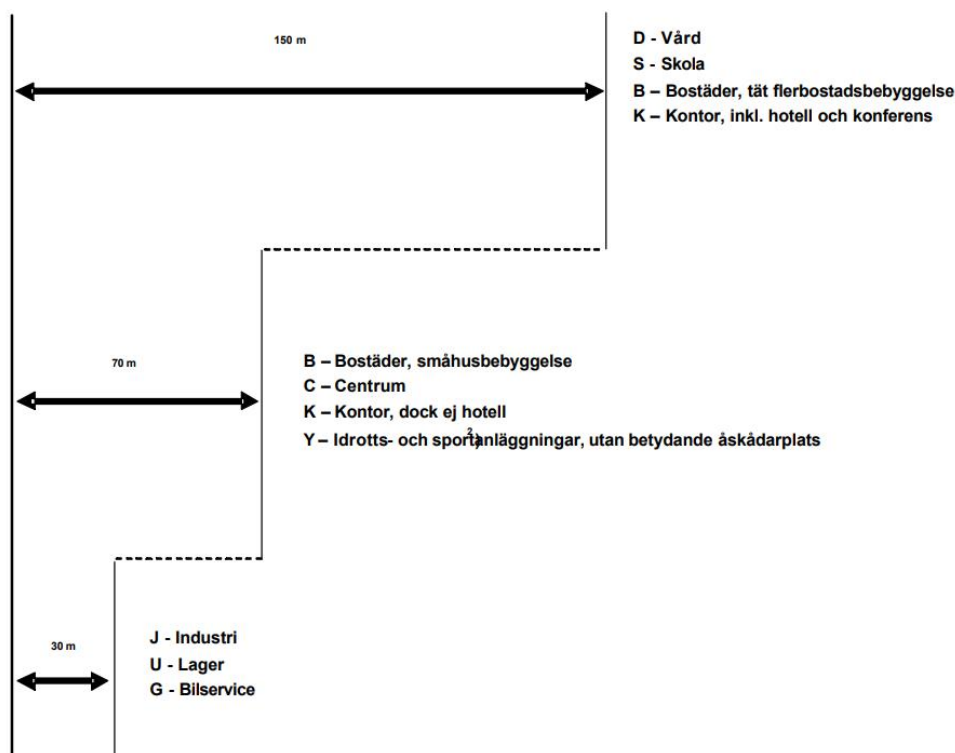
Figur 3. Vägledning för riskhanteringsavstånd, zonerna representerar möjlig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods enligt Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län. Källa: [2].

Länsstyrelsen i Skåne – Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplanering

För att underlätta hanteringen av risker förknippade med farligt godstransporter vid planering kan skyddsavstånd tillämpas. Länsstyrelsen i Skåne har tagit fram riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplanering, även kallat RIKTSAM. Det minsta bebyggelsefria avstånd som eftersträvas mellan bebyggelse och transportled är 30 meter.

I Figur 4 redovisas de rekommenderade skyddsavstånden enligt RIKTSAM. Vid avvikelser av dessa ska en riskanalys utföras.

Vid avstånd över 150 meter anses samtlig markanvändning vara acceptabel utan särskilda åtgärder eller analyser [3].



Figur 4. Rekommenderade skyddsavstånd enligt RIKTSAM. Vid avvikelse krävs analys [3].

Räddningsverkets rapport – Värdering av risk

Följande vägledande principer för värdering av risk presenteras i *Värdering av risk* [4]:

- **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.
- **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 begränsande konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

Räddningsverket föreslår i rapporten *Värdering av risk* [4] även acceptanskriterier lämpade för värdering av risker presenterade med riskmått individrisk och samhällsrisik.

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall, vilket vanligen kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). Risker som överstiger ALARP-området är

för stora och åtgärder måste vidtas för att reducera risknivån. För risker inom ALARP-området ska risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. Risker understigande ALARP-området bedöms som acceptabla, men där risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ändå ska reduceras.

2.5 Valda riskkriterier för denna riskutredning

I denna riskutredning har riskerna värderats mot kriterier som presenteras i *Värdering av risk* [4]. Således har acceptanskriterierna för individrisk respektive samhällsrisk enligt publikationen [4], även kända som DNV-kriterierna, valts att användas.

Individrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av individrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området (där risker under vissa förutsättningar kan tolereras, se avsnitt 2.4) har varit 10^{-5} per år oberoende avstånd från riskkällan.
- Undre gräns för ALARP-området (där risker kan anses som små och kan accepteras, se avsnitt 2.4) har varit 10^{-7} per år oberoende avstånd från riskkällan.

Samhällsrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av samhällsrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området (där risker under vissa förutsättningar kan tolereras, se avsnitt 2.4) har varit 10^{-4} per år för $N = 1$, med en lutning på FN-kurvor på -1.
- Undre gräns för ALARP-området (där risker kan anses som små och kan accepteras, se avsnitt 2.4) har varit 10^{-6} per år för $N = 1$, med en lutning på FN-kurvor på -1.

2.6 Hantering av osäkerheter

Risikanalyser av den typ som redovisas i denna rapport är generellt behäftade med stora osäkerheter. Dessa osäkerheter tillskrivs främst indata, underlagsmaterial, beräkningsmodeller, expertbedömningar och statistiska underlag.

Generellt har osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas när osäkerheter förelegat. Anledningen till detta är att säkerställa att risken inte underskattas eftersom konsekvensen av en underskattad risk medför större sannolikhet att människor omkommer medan en något överskattad risk medför att kostnaden för åtgärder riskerar att bli högre. Nedan presenteras de konservativa bedömningar avseende sannolikheter samt konsekvenser som gjorts i rapporten.

Exempel på konservativa antaganden i sannolikhets-/konsekvensbedömning

- Det antas att samtliga tåg går på spår närmast fastigheten, detta kan anses vara konservativt då det finns fyra spår på sträckan förbi planområdet.

- En BLEVE¹ hanteras som en dominoeffekt av en jetflamma och bedöms konservativt inträffa i 1 % av de fall där en jetflamma uppstår.
- Konsekvensavstånd har mätts från kanten på tågspåret närmast verksamhetsområdet i stället för från mitten av spåret. Detta innebär att de olyckor som sker på den bortre delen av tågspåret kommer få lägre konsekvenser än de som redovisats i beräkningarna.
- Beräkningarna för brandfarlig gas har utförts för kondenserad gas, vilket har bedömts vara konservativt eftersom de förväntade konsekvenserna är högre för kondenserade gaser jämfört med komprimerade gaser.
- Utbredningen av en jetflamma antas alltid vara vinkelrät (90°) från transportleden och längs med markplanet. Detta innebär att området som utsätts för jetflamman alltid är det största möjliga.
- Utsläpp av giftig gas har antagits ske med klorgas för järnväg, vilket utgör en mycket giftig gas. Att samtliga transporter med giftig gas utgörs av klor har bedömts vara ett konservativt antagande.
- Det antas att samtliga brandfarliga vätskor som transporteras på järnväg utgörs av Hexan, som har både högre förbränningshastighet och energivärde jämfört med exempelvis bensin. En stor del av den transporterade mängden av brandfarliga vätskor i Sverige utgörs vidare av betydligt mindre brandfarliga vätskor så som exempelvis diesel och andra oljor. Detta har därför bedömts vara ett konservativt antagande.

¹ Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion innebär upphettning av ett trycksatt slutet kärl och antändning av vätska (exempelvis gasol i vätskefas) som strömmar ut.

3 Områdesbeskrivning

I detta kapitel beskrivs det aktuella området.

3.1 Planområdet

Planområdet Hallen 1 m.fl. är placerat till öster om Västkustbanan i Kävlinge kommun. Planområdet består av befintliga byggnader samt planer för nybyggnation. Syftet med detaljplanen är att inom planområdet pröva lämpligheten för bostäder, centrumfunktioner, underjordiska parkeringsgarage, en ny park samt ny gata och gångväg inom planområdet. Syftet med detaljplanen är även att ge förutsättningar för en tät och varierad bebyggelse som i skalan är anpassad för sin omgivning samtidigt som kulturhistoriska värden i befintliga byggnader säkerställs [5].

Västkustbanan ligger direkt väster om planområdet, cirka 17 meter från närmaste fastighetsgräns, se Figur 5. Området närmast järnvägen planeras att bli grönområde vilket det även är idag. Närmaste fastighetsgräns som ej är grönområde ligger cirka 48 meter ifrån järnvägen. Mellan järnvägen och planområdet finns en befintlig vall som är mellan 2 – 4 meter högre än järnvägen. Denna vall fungerar som riskreducerande åtgärd för flera riskscenarier, bland annat reducerar den risken för en så kallad fördröjd pölbrand där brandfarlig vätska rinner mot planområdet.



Figur 5. Planområdet för Hallen 1 m.fl.

3.2 Omgivning

I direkt anslutning till planområdet går järnvägen Väst kustbanan samt godsstråket genom Skåne. Trafik på Väst kustbanan går mellan Kävlinge och Lund, medan godsstråket i Skåne går mellan Kävlinge och Arlov via bland annat Lomma. Strax söder om Kävlinge sammanfogas järnvägarna, för att strax norr om Kävlinge avvika från varandra igen. Det går ingen tidplanelagd godstrafik på Väst kustbanan från Lund till Kävlinge, utan godstrafiken går främst på godsstråket i Skåne från Arlov till Kävlinge.

Det finns inga riskobjekt i direkt anslutning till planområdet förutom järnvägen. Drivmedelstationen Preem på Västra Långgatan ligger över 500 meter bort, och det samma gäller för väg 104/108, som visserligen förbi Kävlinge ej är en rekommenderad trafikled för farligt gods, men där det ändå antas transporteras viss mängd farligt gods. För mer information gällande riskobjekt se avsnitt 4.

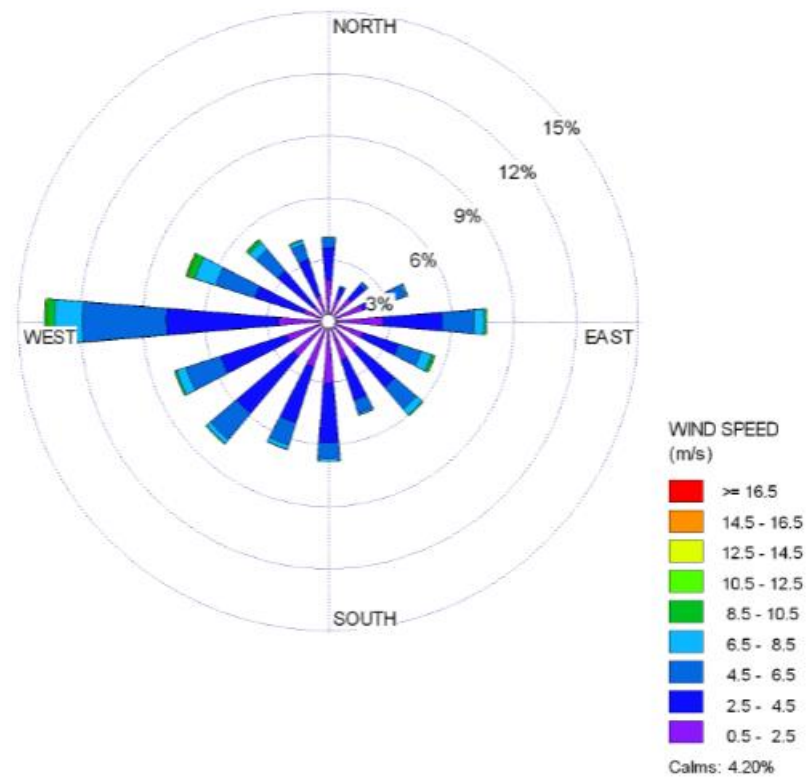
Väster om järnvägen ligger Kävlinge Centrum med centrumverksamhet och blandade bostadshus. Runt om planområdet pågår ny exploatering av tidigare industrimark, och det finns även flerbostadshus, verksamheter samt Kävlinge kommunhus. Planområdet är beläget inom ett tätbebyggt område och persontätheten bedöms därmed relativt hög.

3.3 Vindförhållanden

Vindförhållanden har påverkan på beräkningsresultatet i samband med olyckor där brandfarlig och giftig gas kan spridas till omgivningen. Järnvägen sträcker sig väster om berört planområde. Vid en eventuell olycka involverande utsläpp av gas samtidigt som det råder västliga vindar kan gasutsläppet ledas med vinden in över aktuellt område (en västlig vind blåser från väster till öster). Malmö stad har använts som referensstad gällande vindriktning då Malmö, som Kävlinge, ligger på den västra sidan i Skåne, samt att Malmö endast ligger cirka 20 km ifrån Kävlinge.

Vindrosen i Figur 6 visar att ca 30 - 35 % av den uppmätta vinden historiskt sett har kommit ifrån sydväst, väst, och nordväst [6].

I beräkningar har det konservativt ansatts att vindriktningen är ogynnsam i 40 % av fallen för att ta höjd för osäkerheter i mätningar och indata.



Figur 6. Vindros Malmö, för hela året, 1990 – 2009. Medelvind 3.54m/s. Källa: [6]

4 Riskidentifiering

I riskidentifieringen kartläggs vilka typer av olycksscenarier eller oönskade händelser som kan inträffa.

4.1 Riskinventering

Riskidentifieringen bygger på de identifierade riskkällor som finns i närområdet. Tabell 1 nedan presenterar riskobjekt i närheten av fasigheten.

Tabell 1. Riskidentifiering.

Riskobjekt	Rek. avstånd enligt riktlinjer	Aktuellt avstånd till planområde	Fortsatt utredning?
Godsstråket genom Skåne/ Västkustbanan	150 meter		Ja
Drivmedelstation <i>Preem - Västra Långgatan 26</i>	100 meter	> 500 meter	Nej
Väg 104/108	Ej rekommenderad transportled för farligt gods (transporter sker dock)	> 500 meter	Nej

4.2 Godsstråket genom Skåne/Västkustbanan

Godsstråket genom Skåne samt Västkustbanan sammanstrålar i Kävlinge, och båda järnvägarna passerar planområdet. Tåg som passerar planområdet förväntas passera med en maximal hastighet om cirka 140 km/h för både persontåg och godståg. Detta är ett konservativt antagande eftersom den normala maxhastigheten på godståg i Sverige är 100 km/h samt att planområdet befinner sig inom tätbebyggt område cirka 100 meter från Kävlinge station, tåg på väg mot stationen förväntas ha saktat ner inför stopp/passage och tåg som lämnat stationen förväntas inte ha kommit upp i hög fart.

Utförda beräkningar har baserats på statistik för antal tåg på sträckan mellan Arlov och Kävlinge (godsstråket genom Skåne) samt Lund och Kävlinge (Västkustbanan) enligt statistik tillhandahållen av Trafikverket för prognosticerade värden år 2040 [7]. En sammanställning av antalet tåg förbi ovan nämnda stationer presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Uppskattad trafikmängd per dygn på järnvägen fördelad på olika trafikslag.

Antal	Godståg	Övriga tåg	Totalt
Trafikuppgifter 2040 Lund - Kävlinge	-	226,2	226,2
Trafikuppgifter 2040 Arlöv - Kävlinge	19,5	66,6	86,1
Totalt förbi Kävlinge Station	19,5	292,8	312,3

I Tabell 3 nedan presenteras ett medelvärde av farligt godsfordelning som baseras på nationell statistik framtagen ur "Trafikanalys 2020" för godstrafik år 2015-2020 [8].

Tabell 3. Tabell på fördelning av de olika RID-klasserna.

RID-klass		Fördelning (%)
1	Explosiva ämnen och föremål	0,0%
2.1	Brandfarliga gaser	22,3%
2.3	Giftiga gaser	8,3%
3	Brandfarliga vätskor	33,6%
4	Brandfarliga fasta ämnen	2,6%
5.1	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	13,0%
6.1	Giftiga ämnen	1,7%
6.2	Smittsamma ämnen	0,0%
7	Radioaktiva ämnen	0,0%
8	Frätande ämnen	18,1%
9	Övriga farliga ämnen	0,4%

I Tabell 4 redovisas tänkbara olyckor och konsekvenser för respektive RID-klass [9] .

Tabell 4. Klassindelning över farliga ämnen samt vad de skulle kunna ge upphov till för konsekvenser.

RID-klass	Skadehändelse				Exempel på konsekvens vid olycka
	Explosion	Brand	Förgiftning	Övrigt	
1 Explosiva ämnen och föremål	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor.
2 Gaser	X	X	X		<i>Brännbara gaser</i> Värmestrålning genom jetflamma, BLEVE, brännbart gasmoln eller gasmolnsexplosion som kan påverka människor och egendom. <i>Giftiga gaser</i> Toxiska effekter genom giftiga gasmoln som kan påverka miljö och människor
3 Brandfarliga vätskor	X	X	X		Värmestrålning genom pölbrand som kan påverka människor och egendom. Även gasmolnsbränder kan vid vissa väderförhållanden skada människor.
4 Brandfarliga fasta ämnen		X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom lokalt med korta konsekvensavstånd.
5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	X	X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom. Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen som exempelvis organiska material (oljor eller drivmedel). Reaktionen mellan ämnena kan leda till brand och/eller explosion med tryck- och värmestrålningsskador som följd.
6 Giftiga ämnen			X		Toxiska effekter på miljö och människa.
7 Radioaktiva ämnen			X	X	Strålskada på miljö, människa och egendom.
8 Frätande ämnen				X	Frätskador på egendom och människor.
9 Övriga farliga ämnen och föremål				X	Konsekvenser är generellt begränsade till järnvägens närområde.

Att döma av tabellen ovan är det främst farligt gods i RID-klasserna 1, 2, 3 och 5 som förväntas leda till dödliga konsekvenser för tredje man bortom järnvägens direkta närområde. Risken förknippad med transport av dessa varor kommer därför att utredas närmare. Detaljerade indata till beräkningarna finns i *Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar; A1. Transport av farligt gods* och *Bilaga B – Konsekvensbedömningar; B1. Transport av farligt gods*. Övriga kategorier transporteras ej på järnvägen, eller bedöms vid ett utsläpp endast påverka järnvägens absoluta närområde, varför dessa inte utreds närmre.

5 Riskuppskattning och värdering

I detta avsnitt presenteras beräknade risknivåer förknippade med riskkällorna som redogjorts för i föregående avsnitt.

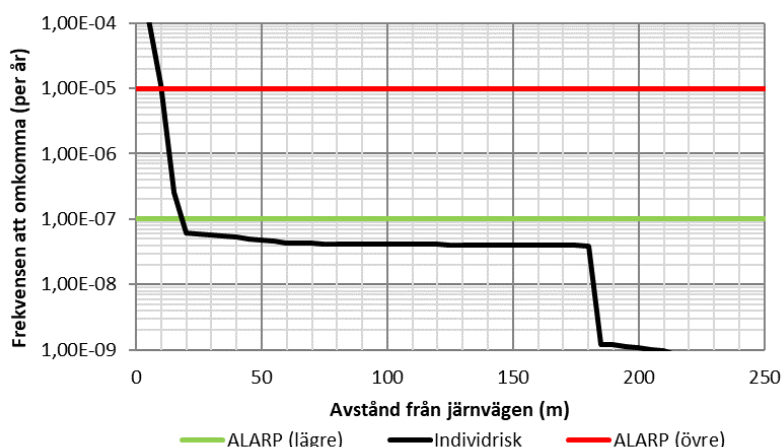
För transport med farligt gods görs denna bedömning mot bakgrund av olycksfrekvensmodell från Banverket (nuvarande Trafikverket) [11] samt ekvationer för beräkning av frekvens för urspårning hämtade ur rapport från UIC (International Union of Railways) [27]. Konsekvensberäkningar i denna riskutredning har gjorts med hjälp av litteraturstudier gällande gränsvärden för exponering av olika sorters farliga ämnen, och programvaran ALOHA [1].

I *Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar* och *Bilaga B – Konsekvensbedömningar* redovisas tillvägagångssätt för beräkningar och antaganden utförligare. De framräknade frekvenserna för olyckor och konsekvensavstånd har använts för att beräkna individrisk i en Excel-baserad beräkningsmodell.

I *Bilaga C – Samhällsrisk* redovisas antaganden och underlag för beräkningar av samhällsrisk. De framräknade frekvenserna för olyckor och konsekvensavstånd, ur individrisk-beräkningar, har använts tillsammans med antaganden kring befolkningstäthet och dödlighet, som presenteras i Bilaga C, för att beräkna samhällsrisk i en Excel-baserad beräkningsmodell.

5.1 Individrisk

I Figur 7 visas individrisken förknippad med närliggande järnväg mot berört planområde. Av figuren framgår att individrisken befinner sig på acceptabla risknivåer, under ALARP-området, 18 meter bortom järnvägen. Individrisknivån för berört planområde befinner sig således på acceptabla risknivåer utan krav på vidare riskreducerande åtgärder. Det största riskbidraget upp till 20 meter är på grund av urspårning av tåg, där även vanligt persontåg ingår. Längst med planområdet finns en befintlig vall som kommer minska risken för att ett urspårande tåg rör sig in mot planområdet. Detta har dock ej kvantifierats i beräkningarna för att vara konservativ.



Figur 7. Individrisken (svart kurva) från järnvägen mot berört planområde.

5.2 Samhällsrisk

Vid beräkning av samhällsrisk har det tagits hänsyn till frekvensen för olycka med farligt gods på järnvägen, sannolikheten att omkomma för respektive olycka, hur fördelningen av farligt gods ser ut på järnvägen samt hur befolkningstätheten i området runt järnvägen ser ut. För indata och antaganden som använts vid beräkning av samhällsrisk, se *Bilaga C – Samhällsrisk*. Den yta som undersökts är 1 km² stort och sträcker sig 1 km längs järnvägen, runt den aktuella fasigheten, se Figur 8 nedan.

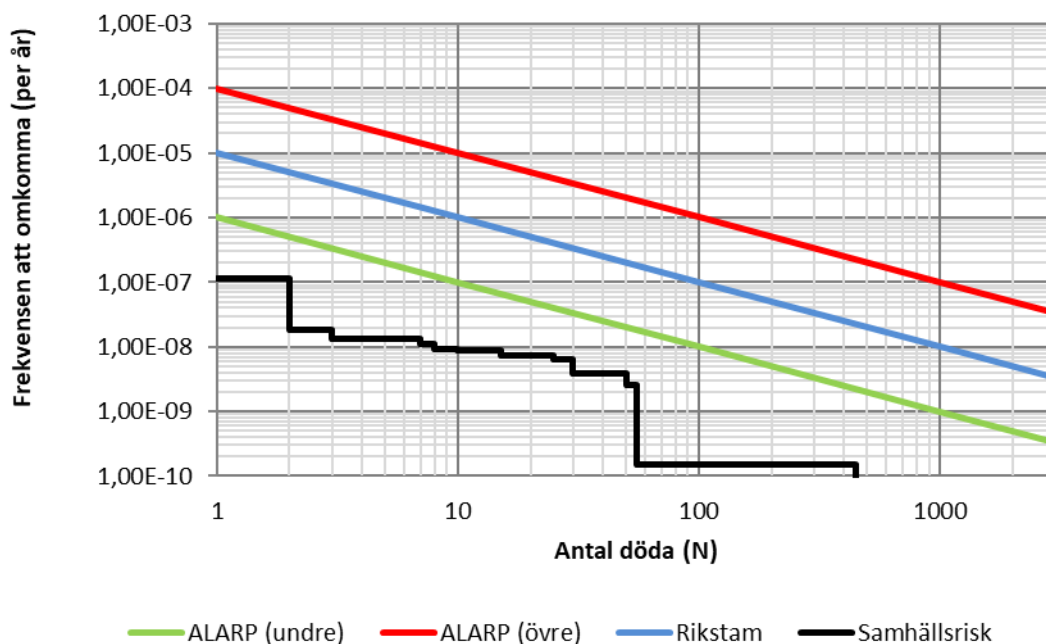


Figur 8. 1 km² område runt aktuell fastighet och järnväg.

Kävlinge tätort hade vid årsskiftet 2021/2022 10 200 invånare och tätorten täcker cirka 4,86 km² [12]. Detta innebär en genomsnittlig befolkningstäthet på 2100 invånare/km². I beräkningar har det konservativt antagits att befolkningstätheten i aktuell kvadratkilometer presenterad ovan är cirka 5000 invånare/km², dvs mer än dubbelt den genomsnittliga

befolkningstätheten i tätorten. Området bedöms vara relativt tätbefolkat då det inkluderar bostadsområden (villor och flerbostadshus), dagligvaruhandel men även grönområden och vattenområden.

I Figur 9 visas samhällsrisk för aktuell kvadratkilometer runt järnvägen i form av en FN-kurva. Av figuren framgår att samhällsrisk befinner sig på acceptabla risknivåer, under den undre ALARP gränsen.



Figur 9. Samhällsrisk presenterad i FN-kurva.

5.3 Riskvärdering

Av föregående avsnitt framgår att individrisken och samhällsrisk hamnar under ALARP-området. Risken förknippad med utbyggnad nära järnvägen kan således betraktas acceptabel. Om det finns rimliga åtgärder för att reducera risken ytterligare så ska de dock vidtas i enlighet med riktlinjer kring bebyggelse intill järnväg, se avsnitt 2.4.

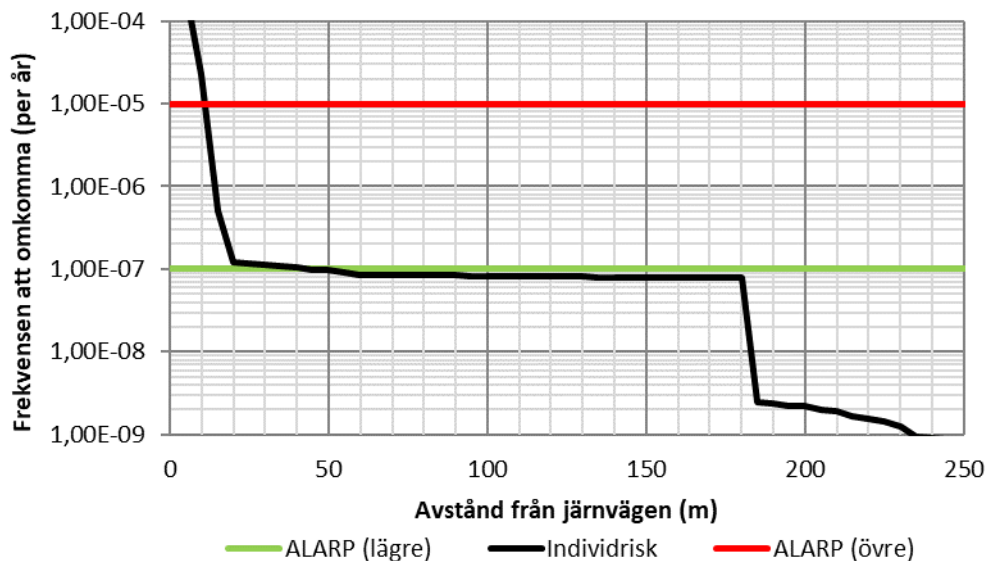
6 Känslighetsanalys

I detta avsnitt presenteras känslighetsanalyser som genomförts i analysen för att hantera osäkerheter. Indataparametrar som förväntas ha stor påverkan på risken har varierats för att undersöka hur osäkerheten i dessa parametrar påverkar riskbilden. De parametrar som valts att undersökas är antalet tåg och befolkningstätheten.

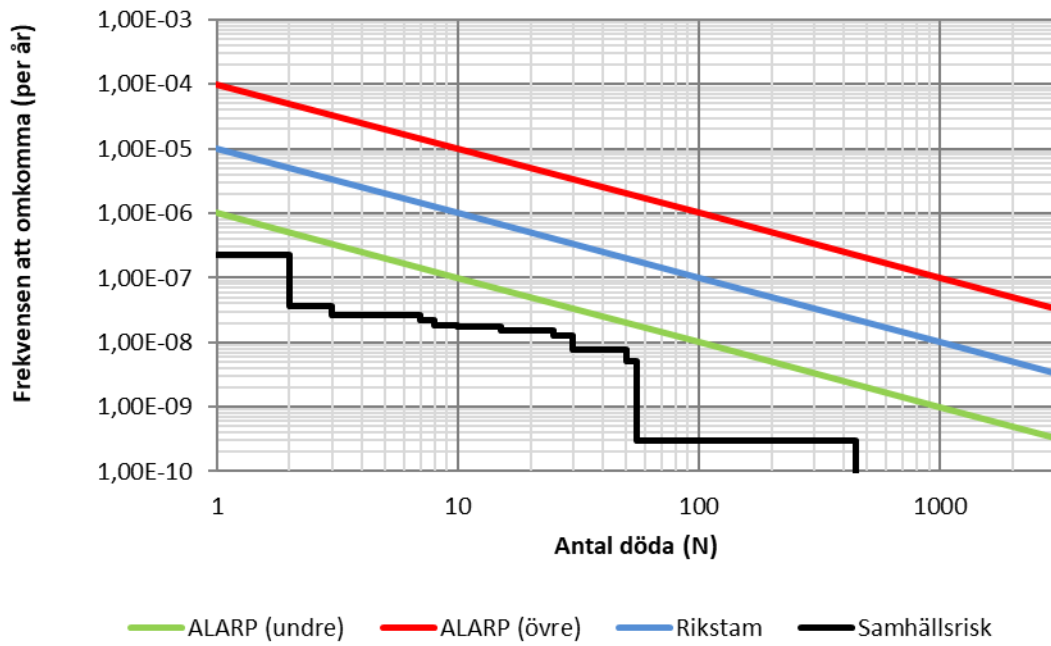
6.1 Antal tåg

Känslighetsanalys för antal tåg förbi Kävlinge station har genomförts. Genom att fördubbla antalet tåg som förväntas passera aktuellt planområde i beräkningar för individrisk och samhällsrisk undersöks hur en mer omfattande framtida ökning av tåg kommer påverka risknivån. Eftersom antalet tåg som använts i ursprungliga beräkningar är hämtat från Trafikverkets prognos för 2040 anses en dubblering av dessa värden från 313 tåg per dygn (20 godståg och 293 övriga tåg) till 626 tåg per dygn inte vara troligt, men undersöks för att se hur det påverkar risknivån.

Resultaten visar att med dubblerat antal tåg är risken högre, vilket är ett väntat resultat. Dock är den beräknade individrisken under ALARP-området vid avstånd >40 meter från järnvägen, se Figur 10. Även samhällsrisken är under ALARP-området för beräkningar genomförda med en fördubbling av antalet tåg, se Figur 11. Detta visar på att personer som kommer att vistas i och i närheten av planområdet inte kommer att utsättas för hög risknivå från intilliggande järnväg även vid en framtida ökning av antal tåg på järnvägen.



Figur 10. Individrisk med dubblerat antal tåg, känslighetsanalys.



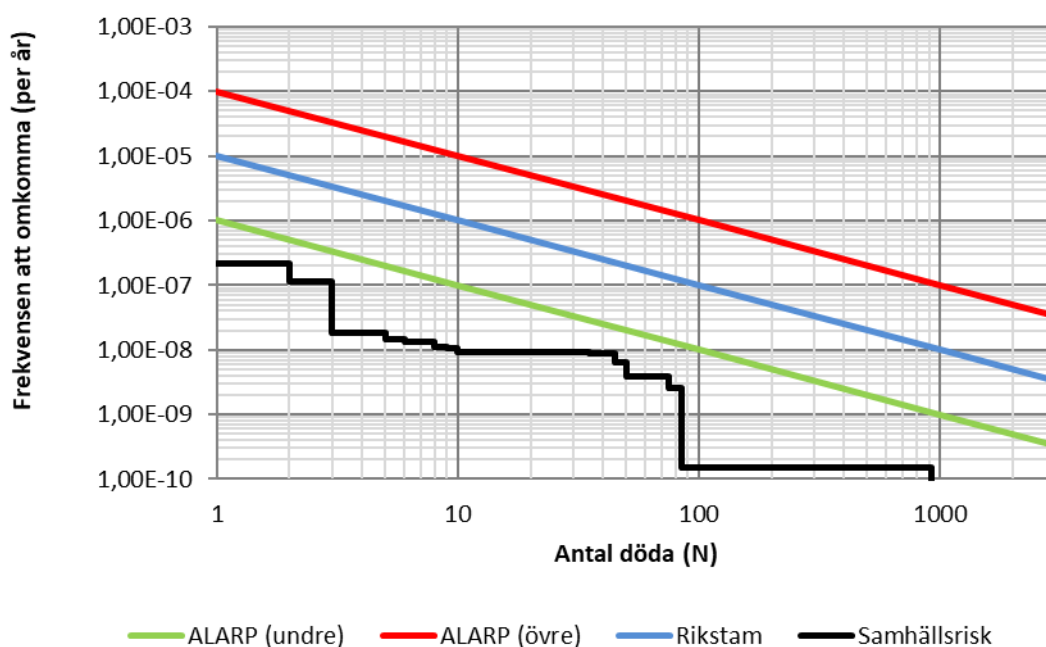
Figur 11. Samhällsrisik med dubblerat antal tåg, känslighetsanalys.

6.2 Befolkningstäthet

En känslighetsanalys har genomförts för att undersöka hur antagandet kring befolkningstätheten i planområdets närhet har påverkat den beräknade risknivån. Befolkningstätheten påverkar samhällsriskerna men inte individrisken.

Beräkningar av samhällsrisk med fördubblad befolkningstäthet (10 000 personer/km²) i förhållande till ursprungliga beräkningar ger högre risknivåer än tidigare beräkningar. Dock är den beräknade FN-kurvan under ALARP-området, se Figur 12.

Detta visar att befolkningstätheten påverkar risknivån men även vid framtida befolkningsökning i Kävlinge och området runt aktuellt planområde är risknivån acceptabel.



Figur 12. Samhällsrisk med fördubblad befolkningstäthet, känslighetsanalys.

7 Riskreducerande åtgärdsförslag

Riskreducerande åtgärder i denna riskutredning har identifierats utifrån det specifika planförslaget samt Boverkets och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [13]. Riskreducerande åtgärder kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensreducerande. Plan- och bygglagen medför att det i regel kan anses svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder eftersom riskkällorna vanligtvis är lokaliserade utanför det berörda planområdet och/eller regleras genom andra lagrum.

Resultatet från riskvärderingen visar att risknivån är låg. Dock ska rimliga åtgärder som reducerar risken ytterligare vidtas i enlighet med riktlinjer kring bebyggelse intill järnväg, se avsnitt 2.4.

Följande riskreducerande åtgärder anses rimliga och ska genomföras.

Avstånd från järnväg	Riskreducerande åtgärd
0 – 30 meter	Bebyggelsefritt avstånd.
30 – 70 meter	För samtlig <u>ny</u> bebyggelse: <ul style="list-style-type: none"> Vid användning av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från järnvägen. Möjliggöra utrymning bort från farligt gods led. Detta innebär <u>inte</u> att det inte får finnas entréer på sida mot järnväg, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.
70 – 150 meter	Gäller för <u>ny</u> bebyggelse inom markanvändning: vård, skola, flerbostadshus, hotell och konferensanläggning. För övrig markanvändning krävs inga åtgärder. <ul style="list-style-type: none"> Vid användning av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från järnvägen. Möjliggöra utrymning bort från farligt gods led. Detta innebär <u>inte</u> att det inte får finnas entréer på sida mot järnväg, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.

8 Slutsats

Genomförd riskutredningen visar att risknivån är acceptabel för den tänkta detaljplanen. Väst kustbanan och Godsstråket genom Skåne och transporten av farligt gods på järnvägen utgör den främsta riskkällan då skyddsavståndet till övriga riskkällor bedöms tillräckligt stort. Beräkningar av individrisk och samhällsrisk med konservativa antaganden samt antagandet att samtliga tåg trafikerar närmsta spår från fastigheten visar att risken är under ALARP-området och risknivån är således acceptabel.

Resultatet från utredningen är att risknivåerna är acceptabla för fastigheten Hallen 1 m.fl. utan att några vidare riskreducerande åtgärder behöver införas. För att visa på god riskhänsyn och att säkerställa att den låga risknivån vidhålls rekommenderas att följande åtgärder implementeras vid ny bebyggelse:

Avstånd från järnväg	Riskreducerande åtgärd
0 – 30 meter	Bebyggelsefritt avstånd.
30 – 70 meter	För samtlig <u>ny</u> bebyggelse: <ul style="list-style-type: none"> Vid användning av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från järnvägen. Möjliggöra utrymning bort från farligt gods led. Detta innebär <u>inte</u> att det inte får finnas entréer på sida mot järnväg, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.
70 – 150 meter	Gäller för <u>ny</u> bebyggelse inom markanvändning: vård, skola, flerbostadshus, hotell och konferensanläggning. För övrig markanvändning krävs inga åtgärder. <ul style="list-style-type: none"> Vid användning av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från järnvägen. Möjliggöra utrymning bort från farligt gods led. Detta innebär <u>inte</u> att det inte får finnas entréer på sida mot järnväg, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.

9 Referenser

- [1] Office of Emergency Management & Emergency Response Division, "ALOHA v. 5.4.2".
- [2] S. o. V. G. I. Länsstyrelserna Skåne, "Riskhantering i detaljplaneprocessen," 2006.
- [3] Länsstyrelsen i Skånes län, "Riktlinjer för riskhänsyn vid samhällsplanering - Bebyggelse intill väg och järnväg med transport av farligt gods (Rapport 2007:06) (RIKTSAM)," Länsstyrelsen i Skånes län, SKåne län, 2007.
- [4] G. Davidsson, L. Mett och M. Lindgren, "Värdering av risk: FoU rapport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [5] Kävlinge kommun, "Detaljplan för Hallen 1 m.fl. i Kävlinge, Kävlinge kommun," 2021.
- [6] SMHI, "Vindkomfortstudie för kv. Dockan, Västra Hamnen, Malmö," 2011.
- [7] Trafikverket, "Trafikuppgifter_buller_prognos-och_t9_20191015".
- [8] Trafikanalys, "Bantrafik 2020".
- [9] L. Helmersson, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4)," Banverket, 1994.
- [10] R. Hedenström och T. Lange, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [11] S. Fréden, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolycka som drabbar omgivningen (Rapport 2001:5)," Banverket, 2001.
- [12] Kävlinge kommun, "Statistik," 2022. [Online]. Available: <https://www.kavlinge.se/kommun-och-politik/kommunfakta/statistik>.
- [13] A. Nordlander och P. Ingemar, "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport," 2006.
- [14] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, p. 234," 1993.
- [15] G. Nilsson, "Vägtransporter med farligt gods. Farligt gods i vägtrafikolyckor (VTI rapport 3 387:3," Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI), 1994.
- [16] K. Hedström, "RID-S 2015," 2015.
- [17] S. Fischer, R. Hertzberg, O. Jacobsson, K. Runn, P. Thaning och S. Winter, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker.," Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1997.
- [18] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall," Department of Fire Safty Engineering, Lund University, Lund, 1992.

- [19] Trafikverket, "Vägflödeskartan," Trafikverket, 25 05 2017. [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformati#>. [Använd 26 03 2020].
- [20] MSB, "Statistikverktyg IDA," 2020. [Online]. Available: <https://ida.msb.se/ida2#page=c2a7aea1-1ca6-43c2-9fb1-84f1bf0b5e6e>.
- [21] D. Sverige, "Statistik Försäljningsställen," 2020. [Online]. Available: <https://drivkraftsverige.se/statistik/forsaljningsstallen/>.
- [22] L. Stockholm, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods," 2016.
- [23] Trafikverket, "NVDB på webb," 2019. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 21 07 2021].
- [24] Räddningsverket, "Värdering av risk," 1997.
- [25] SMHI, "Väder och vatten, Nr 13 2010".
- [26] Trafikverket, "Tåg i Värmland - Idéstudie," 2011.
- [27] Trafikverket, "Fördjupad utredning Värmlandsbanan dubbelspår Kristinehamn- riksgården," 2021.
- [28] Karlstads kommun, "Översiktsplan 2012," 2012.
- [29] UIC, "Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone," UIC, Paris, 2002.
- [30] Länsstyrelsen i Stockholms Län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse," 2000.

Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar

För att kunna uppskatta risknivån i det aktuella området måste en bedömning av sannolikhet för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods göras.

För transport med farligt gods görs denna bedömning mot bakgrund av olycksfrekvensmodell från Banverket (nuvarande Trafikverket) [11] samt ekvationer för beräkning av frekvens för urspårning hämtade ur rapport från UIC (International Union of Railways) [27]. Med hjälp av dessa modeller uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods. Vad som sker efter att utsläppet uppstått beskrivs separat för respektive farlig godsklass i nedanstående underkapitel.

A1. Transport av farligt gods

Olycka med farligt gods på järnväg

Banverkets modell för skattning av olycksfrekvensen på järnväg utgår från följande tänkbara skadehändelser för att uppskatta olycksfrekvensen [11]:

- Urspårning
- Kollision i samband med urspårning
- Sammanstötning mellan tåg
- Bränder
- Plankorsningsolycka
- Olycka vid växling/rangering

Nedan redovisas en beskrivning av respektive skadehändelse.

Urspårning

Frekvens för urspårning har beräknats med ekvation hämtad ur rapport från UIC (International Union of Railways) [27].

$$F = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3}$$

I Tabell 5 nedan beskrivs ekvationens variabler.

Tabell 5. Indata för att uppskatta urspåringsfrekvens.

Variabel	Beskrivning	Värde
F	Frekvens för urspårning	-
e_r	Urspåringsfrekvens per tågkilometer	<u>Godståg</u> spår utan växlar: $2,5 * 10^{-8}$ spår med växlar: $25 * 10^{-8}$ <u>Passagerartåg</u> spår utan växlar: $0,25 * 10^{-8}$ spår med växlar: $2,5 * 10^{-8}$
d	Den längsta sträckan som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret	$d = v^2 / 140$, där v är tågets hastighet vid urspårning (140 km/h)
Z_d	Antal tåg per dygn	-

Beräkningar har gjorts för godståg och passagerartåg separat där det i båda fallen har ansatts att spåren har växlar för att ta hänsyn till sidospåren i närhet av planområdet.

För godståg har frekvensen beräknats till $4,45 \times 10^{-4}$ urspårningar per år, vilket motsvarar en urspårning på 2248 år, inom en diameter om 1 km vid planområdet. Denna frekvens har tillsammans med fördelningen av RID-klasser (Tabell 3) och den konservativt antagna sannolikheten 5 % för att urspårad vagn är farligt godsvagn, använts som indata till händelseträden som presenteras nedan i Figurer 13 - 16.

Utöver att leda till farligt godsolycka kan urspårningen även innebära en direkt risk för människors liv till följd av påkörning vilket påverkar individrisken. Med hjälp av ekvationerna nedan från UIC beräknas sannolikheten för kollision förutsatt att urspårning sker [27].

$$P = \left[\left(\frac{b-a}{b} \right)^2 + \left(\frac{b-(a+4,2)}{b} \right)^2 \right] \times 0,25 \times \frac{c}{d}$$

I tabell 6 nedan beskrivs ekvationens variabler.

Tabell 6. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvens.

Variabel	Beskrivning	Värde
P	Sannolikhet för kollision med byggnad	Varierar för olika avstånd a
a	Vinkelrätt avstånd mellan spår och byggnad	-
b	Maximala vinkelräta avståndet från spåret som vagnen kan hamna	$B = v^{0,55} = 15,15$ meter, där v är tågets hastighet vid urspårning (140 km/h)
c	Det parallella avståndet längs spåret där byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd a	$c = \frac{d}{b} \times (b - a)$ om $b > a$, annars $c = 0$
d	Den längsta sträckan som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret	$d = v^2 / 140$, där v är tågets hastighet vid urspårning (140 km/h)

Genom att multiplicera frekvensen för urspårning med sannolikheten för kollision i samband med urspårning fås frekvens för kollision med byggnad. Genom att variera avståndet till byggnad (a) kan frekvens för kollision med byggnad vid ett visst avstånd beräknas.

Ekvationerna är hämtade ur rapport från UIC som tillämpas för konstruktioner som byggs intill järnväg och deras förmåga att klara kollision med urspårat tåg (exempelvis broar som byggs över järnväg). Beräkningarna bedöms vara tillämpliga för beräkningar av individrisk eftersom frekvensen för kollision med byggnad likställs med påkörning av person (på motsvarande plats) som antas omkomma till följd av påkörningen.

Nära järnvägen utgör risken för påkörning huvuddelen av den totala individrisken.

Kollision med annat tåg i samband med urspårning

Ett urspårat tåg kan hamna inom intilliggande spårområde och orsaka en kollision. Detta kan i sin tur leda till en farlig godsolycka. Sannolikheten för kollision med en godsvagn som transporterar farligt gods i samband med en urspårning är liten, då det förutsätter att urspårning av farligt gods vagn sker till annat spår samtidigt som ett annat tåg passerar utan att ha tillräcklig signalavstånd, reaktionssträcka och bromssträcka. Då järnvägen förbi planområdet är fyrspårigt med bredare avstånd mellan sig, samt att planområdet ligger precis innan Kävlinge station där hastigheterna antas vara lägre, bedöms sannolikheten vara så låg att skadehändelsen inte är relevant i denna riskutredning.

Sammanstötning mellan tåg

Sannolikheten för sammanstötning mellan tåg har bedömts vara så låg att den inte är relevant i denna riskutredning [11].

Bränder

Bränder kan orsakas av tågagnar, t.ex. om bromsarna ligger på permanent under drift. Heta järmpartiklar kan då antända brännbart material i närheten av rälsen. Den mest sannolika konsekvensen av detta är en gräsbrand, vilket ej skulle påverka planområdet. Vid antändning av t.ex. en byggnad eller stora mängder brännbart material kan en storbrand uppstå. Denna händelse bedöms dock inte leda till några omedelbara dödliga skador. Denna händelse utreds därför ej vidare i denna riskutredning.

Plankorsningsolycka

Enligt kartstudier finns inga plankorsningar längs med den beaktade spårsträckan, varpå detta inte har ingått i beräkningarna.

Växling- eller rangeringsolycka

Inom det aktuella området sker ingen rangering varför denna olyckshändelse ej utreds vidare.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – RID-klass 2.1

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 då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller gatljus skulle 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. Människor förväntas därmed inte skadas allvarligt förrän läckage antänder.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. 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 bli upp till ca 80 m. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman, dels genom värmestrålning från flammen.

Det andra scenariot är mycket osannolikt, men kan inträffa om två tryckkärl transporteras med samma fordon och tryckkärlens säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) och 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 t.ex. tryckkärllet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller mycket kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärllet.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Då kan ett

gasmoln driva i väg 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 rätt koncentrationer uppstår. En gasmolnsexplosion bedöms därför som mycket osannolik och gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion hanteras därför i denna riskutredning under samma scenario.

Skulle ett läckage uppstå så är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. I denna riskutredning bedöms följande utsläppscenarier, se Tabell 7 nedan.

Tabell 7. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor vid ett utsläpp av brandfarlig gas [10] [9] [14].

Utsläppbeskrivning	Håldiameter (mm)
Litet utsläpp	10
Medelstort utsläpp	30
Stort utsläpp	110

Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När, eller om, gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i Tabell 8 följer de antändningsscenarioer som har beräknats.

Tabell 8. Antändningsscenarioer vid utsläpp av brandfarlig gas [10] [14] [15].

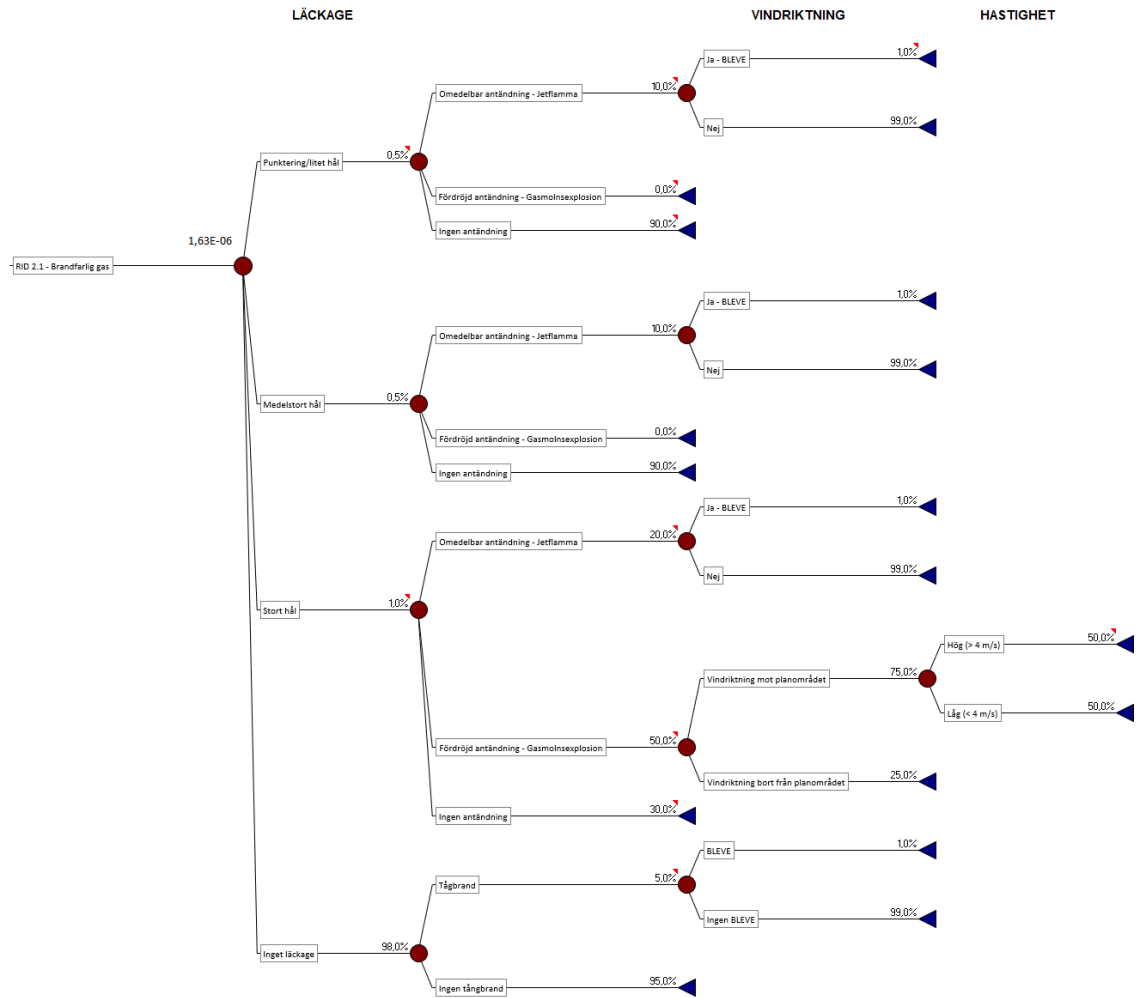
Utsläpp järnväg	Omedelbar antändning - Jetflamma	Fördröjd antändning – gasmolnsexplosion	Ingen antändning
Litet utsläpp	10 %	0 %	90 %
Medelstort utsläpp	10 %	0 %	90 %
Stort utsläpp	20 %	50 %	30 %

En BLEVE hanteras som en dominoeffekt av en jetflamma och bedöms konservativt inträffa i 1% av de fall som en jetflamma uppstår.

Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp 0,5% för litet respektive medelstort hål och 1% för stort hål [15].

Vindriktning mot det aktuella området har i beräkningarna bedömts råda i 40 % av fallen, se avsnitt 3.3. Hög vindhastighet (> 4 m/s) har bedömts råda i 50 % av fallen.

Händelseträdet redovisar tänkbara händelseförlopp vid en farlig godsolycka med brandfarlig gas för järnväg (Figur 13).



Figur 13. Händelsetråd för RID-klass 2.1 – Brandfarliga gaser.

Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – RID-klass 2.3

Farligt godsclass 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.

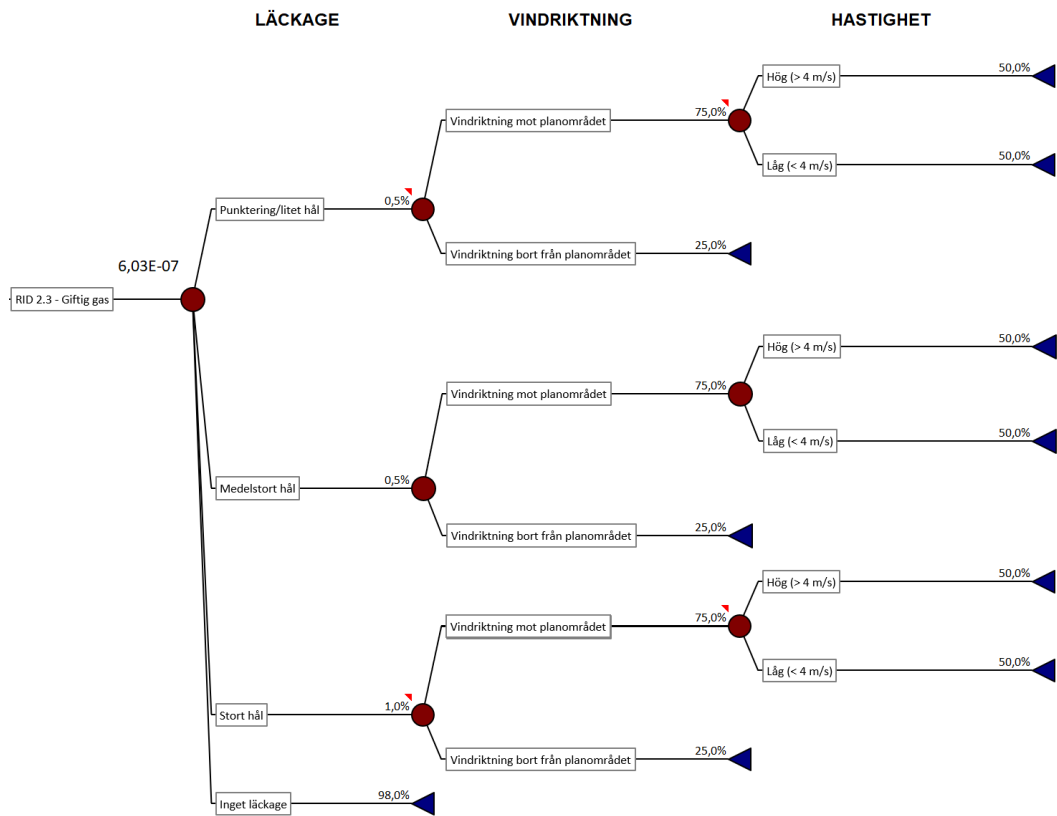
De vanligaste giftiga gaser med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. På järnväg förekommer transporter uppemot 65 ton per vagn. De ovan beskrivna gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka 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.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för den utsläppta gasen, vindriktning mot det aktuella området har i beräkningarna bedömts råda i 40 % av fallen, se avsnitt 3.3. Hög vindhastighet (> 4 m/s) har bedömts råda i 50 % av fallen.

För järnväg representeras utsläppets storlek i denna riskutredning av ett litet (10 mm hål), medelstort (30 mm hål) och stort (110 mm hål) utsläpp [9].

Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp 0,5% för litet respektive medelstort hål och 1% för stort hål [15].

Händelseträdet, se nedan, redovisar tänkbara händelseförlopp vid en farlig godsolycka med giftig gas för järnväg (Figur 14).



Figur 14. Händelsetråd för RID-klass 2.3 – Giftiga gaser.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – RID-klass 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 sannolikt bensin och E85 mycket enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, vilket i beräkningarna har bedömts motsvara ämnet hexan.

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. Dödliga skador bedöms osannolikt på ett avstånd om mer än 50 m från en pölbrand, men kan ske längre från branden vid olyckliga omständigheter. 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 mycket osannolik och inkluderas därför inte i utredningen. Nedan i Tabell 9 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farlig godsolycka med brandfarlig vätska.

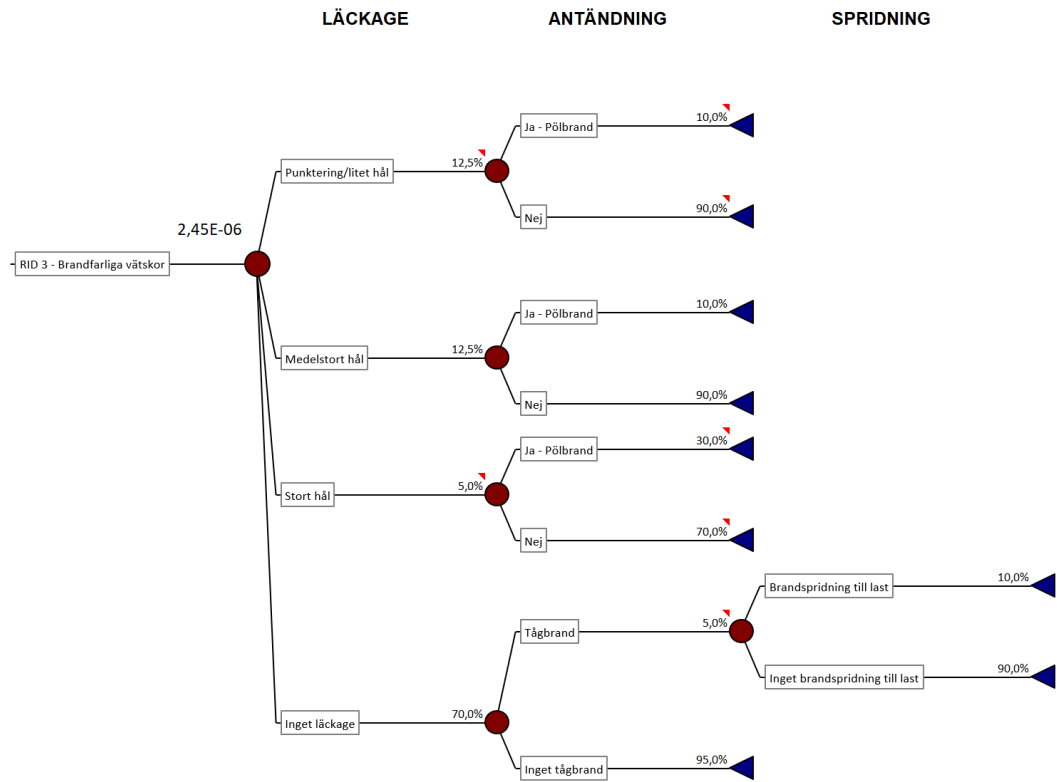
Tabell 9. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka.

Farligt-godsolycka på järnväg [16]		
Utsläppbeskrivning	Area [m²]	Sannolikhet
Inget utsläpp	0	0,7
Medelstort/litet utsläpp	200	0,25
Stort utsläpp	400	0,05

Sannolikheten för att en vätskepöl antänder vid händelse av utsläpp i samband med en järnvägsolycka anses vara 25% för ett litet/medelstort läckage och 5% för ett stort läckage.

För händelsen inget läckage har det konservativt antagits kunna ske en tågbrand till följd av olyckan vid 5 % av fallen och i givet en tågbrand har sannolikheten att branden sprider sig till last ansatts till 10%. Ett sådant händelseförlopp bedöms motsvara en stor pölbrand.

I händelseträdet nedan redovisas tänkbara händelseförlopp vid en farligt godsolycka med brandfarlig vätska på järnväg (Figur 15).



Figur 15. Händelseträ för RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – RID-klass 5

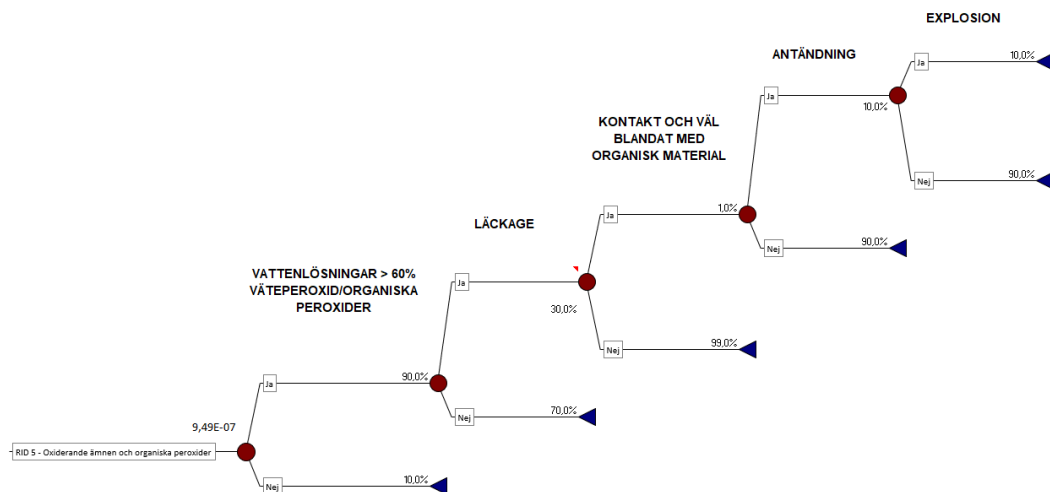
Ett utsläpp av ämnen i RID-klass 5 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckuppbyggnad som uppstår, dels genom den värmestrålning som uppstår.

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 [16] [17]. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten. Ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. En stor del av de oxiderande ämnen som dock transporteras bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material.

Det antas att klass 5 ämnen transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage antas därför som för klass 3 ämnen.

Regler kring tågtransport 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 med t.ex. brandfarliga vätskor. Därför antas sannolikheten för att det utläckta ämnet kommer i kontakt med väl blandat och organiskt material till 1 %. Givet att en blandning skett, antas en antändning uppstå med sannolikheten 10 %. Av dessa 10 % som en blandning antänt antas 10% leda till detonation medan 90 % leder till en kraftig brand.

I händelseträdet nedan redovisas tänkbara händelseförlopp vid en farlig godsolycka med oxiderande ämnen på järnväg (Figur 16).



Figur 16. Händelsetråd för RID-klass 5.1 – Oxiderande ämnen.

Bilaga B – Konsekvensbedömningar

B1. Transport av farligt gods

För att kunna bestämma individrisk har konsekvensavstånden vid en olycka med transport av farligt gods. Nedan redovisas de skadekriterier och beräkningar som gjorts.

Skadekriterier

Nedan redovisas de skadekriterier som använts för att bestämma vilka konsekvensavstånd som uppstår vid en olycka.

Värmestrålning

I denna riskutredning har avståndet för dödlig värmestrålning satts till 15 kW/m². I de fall ett gasmoln antänder bedöms de personer som vistas inom gasmolnet omkomma men inte personer utanför. Dödligheten för personer som befinner sig utomhus/inomhus på olika avstånd från riskkällan och som befinner sig skyddade av omgivande faktorer som exempelvis byggnader, vegetation, bilar och andra föremål har inte tagits hänsyn till. Detta för att illustrera en konservativ risknivå.

Som jämförelse kan anges att vid en infallande strålning om 15 kW/m² bedöms 1 % av utsatta personer omkomma efter 20 sekunder, 50 % efter 1 minut och 99 % efter 2 minuter [18].

Sannolikheten för dödsfall till följd av värmestrålning är beroende av exponeringstiden. I Tabell 10 presenteras de exponeringstider som krävs för att sannolikheten för dödsfall ska uppgå till 1, 50 respektive 99 % vid olika infallande strålningsnivåer, hämtade från institutionen för Brandteknik vid Lunds universitet [18].

Tabell 10. Exponeringstid vid olika strålningsnivåer och resulterande skadeutfall.

Strålning, kW/m ²	Erforderlig exponeringstid för att ge viss andel dödsfall		
	1 %	50 %	99 %
1,6	500 s	1300 s	3200 s
4,0	150 s	370 s	930 s
12,5	30 s	80 s	200 s
37,5	8 s	20 s	50 s

Några längre exponeringstider bedöms ej vara relevanta då händelseförlopp som genererar värmestrålning antingen är kortlivade (exempelvis BLEVE och gasmolnsbrand) eller får människor att flytta sig bort från värmekällan (exempelvis pölbrand och jetflamma).

Förgiftning vid exponering för giftig gas

Vid ett utsläpp av giftiga gaser kan personer omkomma om de utsätts för höga koncentrationer. Dimensionerande gas har vid konsekvensberäkningarna varit klor.

Gränsen för dödliga skador har satts vid den koncentration som motsvarar LC₅₀. Vid denna koncentration kan man förvänta sig att 50 % dör om de exponeras för gasen i mer

än 30 minuter. I denna utredning har avståndet till denna koncentration satts som det avstånd där personer kan omkomma. Dödligheten för personer som befinner sig utomhus antas vara 50 %. Detta eftersom en stor del av dessa personer kan antas hinna sätta sig i säkerhet. Inomhus antas 10 % av den exponerade befolkningen omkomma. LC₅₀ för klor är 250 ppm [17].

Klor är en mycket giftig gas, och att anta att samtliga gaser som transporteras på järnvägen är klortransporter anses vara ett konservativt antagande som mycket troligt leder till fler döda än om antalet döda beräknats utifrån giftighet för "genomsnittsgasen". Därutöver får det anses konservativt att personer utsätts för gas i mer än 30 minuter.

Konsekvenser vid utsläpp av brandfarliga gaser – RID-klass 2.1

Konsekvenserna för utsläpp av brandfarlig gas har beräknats i mjukvaran ALOHA [1]. Beräkningarna är gjorda för kondenserad gas, vilket är konservativt då de förväntade konsekvenserna är högre för dessa gaser jämfört med komprimerade gaser. Nedan i Tabell 11 redovisas indata för beräkningarna och resultat.

Tabell 11. Indata för konsekvensberäkningar. Värde 1, 2 och 3 representerar olika modellkörningar där data har varierats. Där det är tomt (-) är det samma värde som under kolumn "Värde 1".

Indata	Värde 1	Värde 2	Värde 3
Vind (m/s)	2	6	-
Stabilitetsklass	A	E	D
Temperatur (°C)	15	-	-
Ytrådhet	Stad/Skog	-	-
Luftfuktighet	50 %	-	-
Väder	Molnigt	-	-
Ämne	Propan	-	-
Tank	D:2 m L:18	D:2,5 m L:20	-
Massa propan (ton)	23	25	-
Fyllnadsgrad	80 %	-	-
Hålet	Mitten av vätskenivå	-	-
Håldiameter (mm)	31	9	3
Övertryck i tank	7 bar	-	-

Nedan i Tabell 12 redovisas resultaten av beräkningarna i ALOHA. Resultaten ska tolkas på följande sätt:

- BLEVE: Längden avser det avstånd från centrum där människor förväntas få andra gradens brännskador under den tid som eldklotet varar [18]. Tiden är utskriven inom parentes. Vid andra gradens brännskador förväntas 15 % av en exponerad befolkning omkomma till följd av skadorna. Avståndet bedöms därför vara konservativt.
- Jetflamma: Längden avser jetflammans längd. Bredden avser avstånden från jetflamman till 15 kW/m². Konsekvensområdet beräknas som en rektangel där bredden utgörs av det dubbla avståndet för avståndet till 15 kW/m² eftersom

strålningen sker i två riktningar. Inom detta område förväntas oskyddade personer omkomma närmast järnvägen. Utbredningen av jetflamma antas vara vinkelrät (90°) från spårområdet och längs med markplanet. Detta innebär att området som drabbas alltid är det största möjliga, vilket är ett mycket konservativt antagande.

- Gasmolnsbrand: Gasplymen bedöms ha formen av en liksidig triangel. Längden avser triangelns höjd (avstånd in på planområdet) och bredden avser halva plymens bas (halva spridningsavstånd i sidled på längsta konsekvensavstånd).

Tabell 12. Resultat av konsekvensberäkningar i ALOHA.

Scenario	Konsekvensavstånd	
	Längd (m)	Bredd (m)
BLEVE	375	
Jetflamma (liten)	10	6
Jetflamma (medelstor)	23	17
Jetflamma (stor)	74	74
Gasmolnsbrand (liten)		
Gasmolnsbrand (medelstor)		
Gasmolnsbrand (stor)	162-274	53-221

Konsekvenser vid utsläpp av giftiga gaser – RID-klass 2.3

Konsekvenserna för utsläpp av giftig gas har beräknats i mjukvaran ALOHA [1]. Vid beräkningarna har klor varit dimensionerande för utsläpp. Nedan i Tabell 13 redovisas indata för beräkningarna och resultat.

Tabell 13. Indata för konsekvensberäkningar. Värde 1, 2 och 3 representerar olika modellkörningar där data har varierats.

Indata	Värde 1	Värde 2	Värde 3
Vind (m/s)	2	6	-
Stabilitetsklass	A	E	D
Temperatur (°C)	15	-	-
Ytrådhet	Stad/Skog	-	-
Luffuktighet	50%	-	-
Väder	Molnigt	-	-
Ämne	Klor	Klor	-
Tank	D:2 m L:18	D:2,5 m L:20	-
Fyllnadsgrad	80%	-	-
Hålet	Mitten av vätskenivå	-	-
Håldiameter (mm)	31	9	3
Ångtryck (kPa)	Klor: 670	-	-
Gränsvärde (LC ₅₀)	250 ppm	250 ppm	-

Nedan i Tabell 14 redovisas resultaten av konsekvensberäkningarna. Plymen har konservativt betraktat som en rektangel. Längden i Tabell 14 beskriver rektangelns längd (avstånd in på planområdet) och bredden beskriver halva rektangelns bredd (spridning i sidled).

Tabell 14. Resultat av konsekvensberäkningar i ALOHA.

Scenario	Konsekvensavstånd	
	Längd (m)	Bredd (m)
Klor (liten)	214-239	38-96
Klor (medelstor)	657-703	120-340
Klor (stor)	2200-2400	480-1560

Konsekvenser vid utsläpp av brandfarliga vätskor – RID-klass 3

Konsekvensberäkningarna är utförda med mjukvaran ALOHA [1]. Nedan redovisas scenarier, indata och resultat.

Följande förutsättningar gäller för beräkningarna:

- Bränsle: Hexan²
- Pölarea: 200 och 400 m²
- Temperatur: 15 °C
- Vind: 3-6 m/s
- Stabilitetsklass: D

Nedan i Tabell 15 redovisas resultaten av beräkningarna. Konsekvensavståndet beskriver avståndet (längden) till 15 kW/m² för pölbrand.

Tabell 15. Resultat av konsekvensberäkningar för skadehändelser vid utsläpp av brandfarlig vätska.

Scenario	Konsekvensavstånd	
	Längd (m)	Bredd (m)
Stor pölbrand	58	-
Medelstor pölbrand	43	-
Liten pölbrand	32	-

Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämnen – RID-klass 5

Ett eventuellt läckage av oxiderande ämnen eller organiska peroxider kan leda till brand eller explosion om det vid olyckan blandas med oljor eller drivmedel. En eventuell brand kommer sannolikt att vara mycket intensiv men kortvarig.

Vid en olycka på järnväg är det svårt att säga hur mycket organiskt material som ett utsläpp av oxiderande ämnen kan komma i kontakt med. Konservativt förväntas en explosion med 4 gånger så mycket oxidator-bränsleblandning, alltså 12 ton.

Nedan i Tabell 16 redovisas konsekvenserna som använts vid individ- och samhällsrisikberäkningarna.

Tabell 16. Konsekvensbedömning vid brand och explosion vid utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider.

Scenario	Konsekvensavstånd [m]
Explosion (70 kPa övertryck)	95
Brand	58 ³

² Högre förbränningshastighet och energivärde än bensin och därmed konservativt.

³ Motsvarar konsekvensavståndet vid ett stort utsläpp av brandfarlig vätska.

Bilaga C – Samhällsrisk

I denna bilaga presenteras antaganden och underlag som använts vid beräkning av samhällsrisk.

Området runt järnvägen intill aktuell fastighet har delats upp i 3 zoner för vilka befolkningstätheten har uppskattats, se Figur 17.

Zon 1

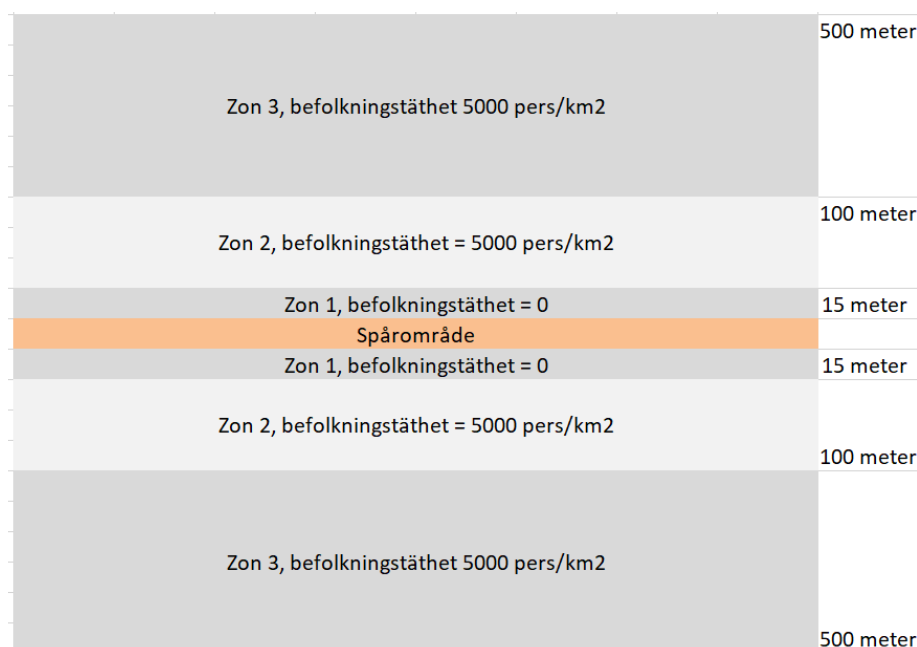
Intill järnvägen finns ca 15 meter obebyggt område där personer inte vistas mer än tillfälligt, exempelvis vägar och parkeringar. Personer som tillfälligt vistas inom dessa områden har ej inkluderats i beräkningarna. Baserat på Räddningsverkets "Värdering av Risk" [5] så ska individriskerna reduceras med en faktor 100 för personer som använder en väg. Detta innebär ett antagande att en person som passerar järnvägen på en väg inte är närvarande mer än 1 % av tiden. Denna reduktion innebär generellt att individrisken för förbipasserande är försumbar varför befolkningstätheten intill järnvägen i Zon 1 sätts till 0.

Zon 2

Zon 2 sträcker sig mellan 15 och 100 meter från spåret. I zonen finns främst handelsverksamhet, bostäder (villor och flerbostadshus) och grönområden. Befolkningstätheten har trots detta konservativt antagits vara 5000 pers/km² för att inte underskatta riskbidraget till samhällsrisken från de scenarier som inte har >100 meter konsekvensavstånd.

Zon 3

Zon 3 sträcker sig mellan 100 och 500 meter från spåret. I zonen finns mycket bostadsområden men även grö- och vattenområden. Befolkningstätheten i zonen har antagits vara 5000 pers/km².



Figur 17. Indelning av området runt järnvägen i 3 zoner.

I alla zoner har det under dagtid antagits att andelen av alla personer som vistas utomhus är 10% och andelen som vistas inomhus är 90 %. Nattetid är motsvarande siffror 1 % utomhus och 99% inomhus.

Andelen personer som omkommer vid ett visst olycksscenario varierar mellan de olika zonerna eftersom de befinner sig på olika avstånd från järnvägen och därmed olyckan. Avståndet till olycksplatsen innebär även att byggnader som befinner sig mellan olyckan och personer i zon 2 och zon 3 fungerar som skyddsbarriärer. Sannolikheten att omkomma vid olycksscenarioer bedöms även lägre för personer som vistas inomhus i jämförelse med personer som vistas utomhus. I Tabell 17 nedan presenteras andel som förväntas omkomma inomhus/utomhus i de tre zonerna för de analyserade scenarierna, se Bilaga B Konsekvensbedömningar.

Tabell 17. Andel som förväntas omkomma inomhus/utomhus vid analyserade olycksscenarioer.

Scenario:	Personer som vistas:	Andel döda		
		Zon 1	Zon 2	Zon 3
BLEVE	Utomhus	1,00	1,00	0,75
BLEVE	Inomhus	1,00	1,00	0,75
Gasmolnsbrand	Utomhus	1,00	0,50	0,10
Gasmolnsbrand	Inomhus	1,00	0,25	0,05
Jetflamma	Utomhus	1,00	0,50	0,10
Jetflamma	Inomhus	1,00	0,05	0,01
Gasmoln giftig gas	Utomhus	1,00	0,50	0,10
Gasmoln giftig gas	Inomhus	0,50	0,25	0,01
Pölbrand	Utomhus	1,00	0,50	0,10
Pölbrand	Inomhus	0,25	0,05	0,01
Explosion	Utomhus	1,00	1,00	0,75
Explosion	Inomhus	1,00	1,00	0,10

Andelen döda förutsätter att scenariots konsekvensavstånd sträcker sig till respektive zon. I de fall konsekvensavståndet är kortare än avståndet till en zon förväntas ingen omkomma i den zonen vid beräkning av samhällsrisk.

För alla scenarier förutom gasmoln med giftig gas utgör värmestrålning/tryckverkan skadeverkan. Påverkan av värmestrålning och tryckverkan begränsas av skyddsbarriärer. Runt spårområdet mot planområdet finns en vall som bedöms fungera som skyddsmur för större delar av bostadsområdena. Detta har dock ej kvantifierats i beräkningarna. Antaganden kring andelen döda för respektive zon och scenario i Tabell 17 ovan bedöms därför vara konservativa.