
RISKUTREDNING

Riskutredning avseende detaljplan Sjöryd 1:104, Mullsjö kommun

UPPDRAGSNUMMER: 30038425

2022-03-14

MADÉLÉNE SCHILLER, CIVILINGENJÖR RISKHANTERING
MAGNUS CEDERLUND, RISKKONSULT
EGZON HALITI, BRANDINGENJÖR OCH CIVILINGENJÖR RISKHANTERING

DOKUMENTINFORMATION

UPPDRAGSBENÄMNING:	Riskutredning avseende detaljplan Sjöryd 1:104
UPPDRAGSNUMMER:	30038425
BESTÄLLARE	Peter Qvarnström Mullsjö kommun
UPPDRAGSANSVARIG:	Magnus Cederlund Riskkonsult Telefon: 0721783897 E-post: magnus.cederlund@sweco.se
HANDLÄGGARE:	Madeléne Schiller Civilingenjör Riskhantering Telefon: 072 381 14 67 E-post: madelene.schiller@sweco.se
KVALITETSGRANSKNING UTFÖRD AV	Egzon Haliti Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering Telefon: 072 744 14 89 E-post: egzon.haliti@sweco.se

Rev.	Handlingsstatus	Datum	Upprättad av handläggare	Kvalitetsgranskad av
---	Rapport	2022-03-14	Madeléne Schiller	Egzon Haliti

SAMMANFATTNING

Mullsjö kommun avser upprätta ny detaljplan för Sjöryd 1:104. Föreslagen bebyggelse inom detaljplanen utgörs av bostäder och vårdanläggning. Detaljplanen är placerad i närhet av drivmedelstation och järnväg med farligt gods.

I denna rapport redogörs för riskbilden utifrån föreslagen detaljplan, med hänsyn till olycksrisker förknippade med närliggande drivmedelsstation och järnväg. Riskutredningen avser utgöra ett underlag för att möjliggöra föreslagen byggnation inom detaljplanen.

Resultatet visar att individrisken för berört planområde förknippad transport av farligt gods på närliggande väg (Tidaholmsvägen) och järnväg (Jönköpingsbanan) hamnar under ALARP-området. Individrisken förknippad med dessa riskkällor kan således betraktas acceptabel. Om det finns rimliga åtgärder för att reducera risken ytterligare så ska de dock vidtas.

Individrisken för berört planområde förknippad med drivmedelstationen hamnar inom ALARP-området 31 meter från lossningsplatsen. Det innebär att samtliga rimliga riskreducerande åtgärder bör vidtas för bebyggelse inom 31 meter från lossningsplatsen. Bortom 31 meter från lossningsplatsen hamnar individrisken under ALARP och inga ytterligare riskreducerande åtgärder erfordras.

Resultatet från riskbedömningen visar att åtgärder som är ekonomiskt försvarbara och praktiskt genomförbara ska vidtas inom berört område. Nedan redovisas således åtgärder som kan begränsa effekterna av de olycksscenarioer som bidrar mest till de förhöjda risknivåerna.

Gäller för byggnation inom hela planområdet:

- Centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska placeras på tak eller sida bort från järnvägen

Mellan 0 - 23 meter från drivmedelstationen, mätt från lossningsplatsen:

- Det ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd 23 meter från lossningsplatsen
- Området ska utformas så att det inte uppmuntras till stadigvarande vistelse

Mellan 23 - 31 meter från drivmedelstationen, mätt från lossningsplatsen:

- Fasader som vetter mot drivmedelstationen utföras i minst obrännbart material
- Fönsterpartier ska utföras i minst EI30

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	6
1.1	Syfte och mål	6
1.2	Kvalitetsplan	6
2	Omfattning och avgränsningar	7
2.1	Omfattning	7
2.2	Avgränsning	7
3	Metod och arbetsgång	8
3.1	Begrepp och definitioner väsentliga för riskutredningen	8
3.2	Riskidentifiering	10
3.3	Riskuppskattning	10
3.4	Riskvärdering	10
3.5	Valda riskkriterier för denna riskutredning	13
3.6	Hantering av osäkerheter	13
4	Områdesbeskrivning	15
4.1	Planområdet	15
4.2	Omgivning	15
4.3	Vindförhållanden	16
5	Riskidentifiering	18
5.1	Jönköpingsbanan	18
5.2	Drivmedelstationen	20
5.3	Transporter till och från drivmedelstation	20
6	Riskuppskattning och värdering	21
6.1	Individrisk	21
6.2	Samhällsrisk	24
6.3	Riskvärdering	25
7	Riskreducerande åtgärdsförslag	26
7.1	Rekommenderade riskreducerande åtgärder	26
8	Referenser	27

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar	29
A1. Transport av farligt gods	29
A2. Hantering av farligt gods på drivmedelstation	43
Bilaga B – Konsekvensbedömningar	45
B1. Transport av farligt gods	45
B2. Hantering av farligt gods på drivmedelstation	51

1 Inledning

Sweco Sverige AB har fått i uppdrag av Mullsjö kommun att genomföra en riskutredning för upprättandet av ny detaljplan Sjöryd 1:104. Rapporten är upprättad av Madeléne Schiller och intern kvalitetsgranskning har gjorts av Egzon Haliti.

Mullsjö kommun avser upprätta ny detaljplan för Sjöryd 1:104. Föreslagen bebyggelse inom detaljplanen utgörs av bostäder och vårdanläggning. Detaljplanen är placerad i närhet av drivmedelstation och järnväg med farligt gods.

I denna rapport redogörs för riskbilden utifrån föreslagen detaljplan, med hänsyn till olycksrisker förknippade med närliggande drivmedelsstation och järnväg. Riskutredningen avser utgöra ett underlag för att möjliggöra föreslagen byggnation inom detaljplanen.

1.1 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att beakta riskhanteringsprocessen vid förändrad markanvändning med närhet till drivmedelstation och transportled av farligt gods.

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

1.2 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.

2 Omfattning och avgränsningar

I detta kapitel redovisas omfattningen och de avgränsningar som har genomförts inom denna riskutredning.

2.1 Omfattning

Denna riskutredning omfattar en riskutredning med följande delmoment:

- Områdesbeskrivning
- Riskidentifiering
- Riskberäkning/uppskattning
- Riskvärdering
- 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 persontätheten ökar, om transporter av farligt gods förändras eller om andra riskkällor tillkommer nära området, kan denna riskutredning behöva revideras.

2.2 Avgränsning

Riskutredningen är begränsad till utredning av risker förknippade med närliggande drivmedelstation och transporter med farligt gods på väg och järnväg, och dess inverkan på föreslagen markanvändning. Andra eventuella riskkällor som skulle kunna påverka den totala riskbilden för området ingår inte i denna riskutredning.

De risker som beaktats är plötsliga olyckor som kan leda till urspårning och 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.

3 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.

3.1 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.

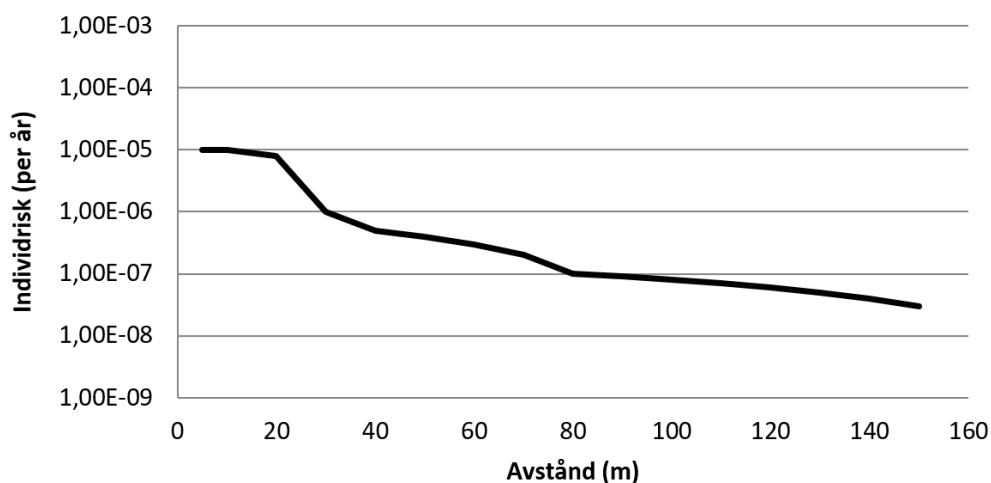
Riskutredning avser både genomförande av *riskanalys* och *riskvärdering*.

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 riskmättet individrisk. Diskussion kring samhällsrisk sker kvalitativt.

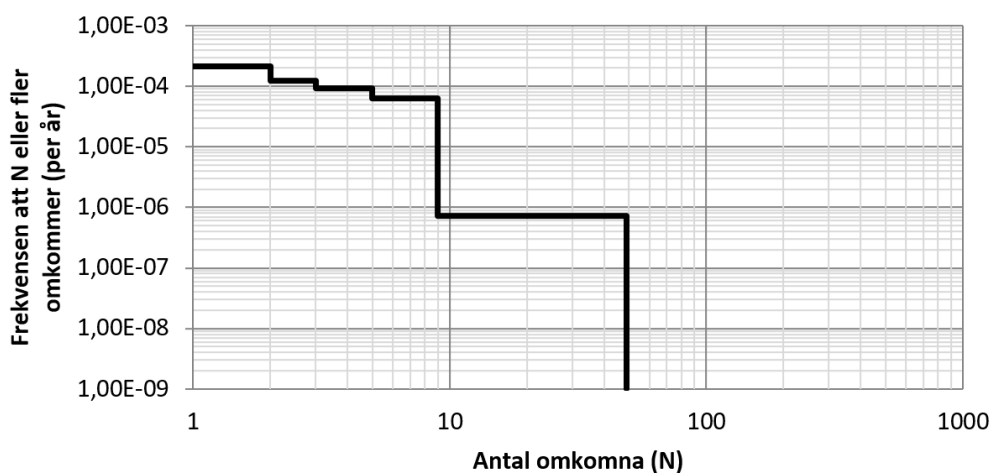
Riskvärdering avser den fas i riskutredningen där uppskattade risker bedöms acceptabla eller ej. I denna del av utredningen kan det även bli aktuellt att föreslå och verifiera riskreducerande åtgärder eller kvalitativt beskriva vilka effekter sådana åtgärder medför ur riskhänseende.

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 exemplet nedan i Figur 1 nedan.



Figur 1. Exempel på en individriskkurva, individrisken 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 nedan 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.

3.2 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.

3.3 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 trafikolycka med efterföljande utsläpp av farligt gods har för väg uppskattats med hjälp av metod enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport* [1]. För järnväg har metod enligt *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* använts [2]. 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.

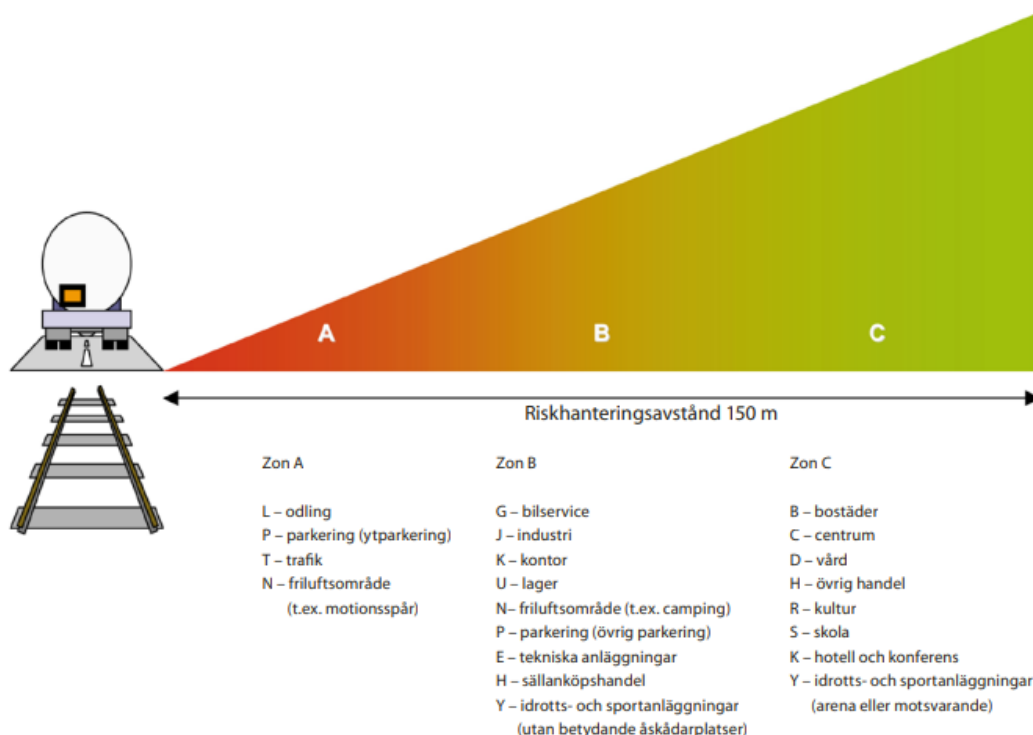
Konsekvenserna av de aktuella olyckorna/skadehändelserna har bedömts mot bakgrund av litteraturstudier och simuleringar i programvaran ALOHA v.5.4.7 [3].

3.4 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* [4] presenteras en vägledning i hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas i samband med planprocessen se Figur 3.



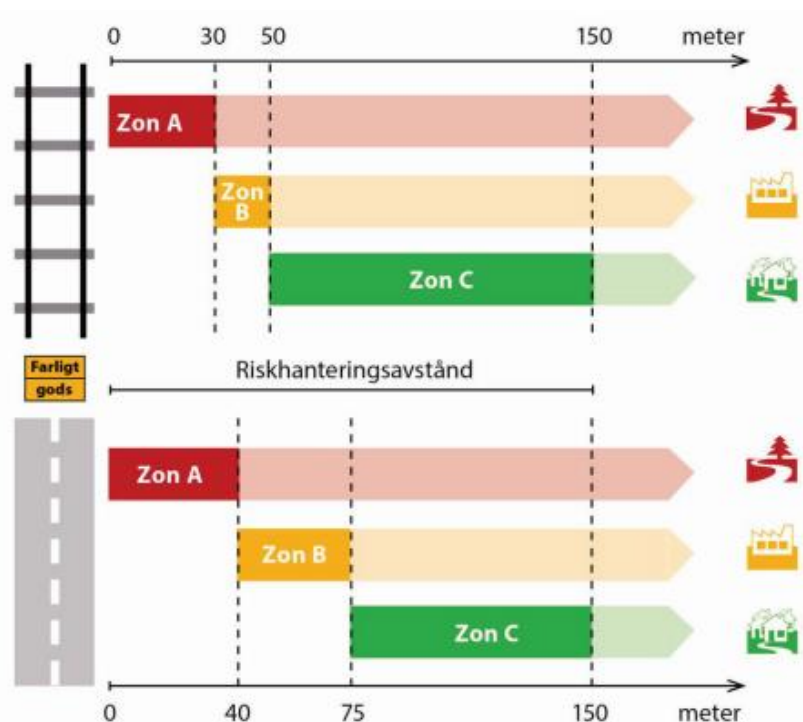
Figur 3. Vägledning för riskhanteringsavstånd, zonerna representerar möjlig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods enligt Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län. Källa: [4].

Länsstyrelsen Stockholm – Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods

I riktlinjen [5] presenteras rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning, se Figur 4. Avstånden kan användas för vägledning kring hantering av riskfrågor relaterat till farligt gods i planprocessen.

Intill järnvägar där farligt gods transporteras anger Länsstyrelsen att det ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter, mätt från närmaste spårmitt. Inom 30 meter ska skyddsåtgärder säkerställas oavsett vad en riskutredning kommer fram till.

Farligt gods får även transporteras på vägar som inte utgör rekommenderade transportleder. Oavsett om transportleden är rekommenderad eller inte anger Länsstyrelsen att riskerna ska beaktas om det är sannolikt att farligt gods kommer transporteras i närheten av det aktuella planområdet.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad)	E – tekniska anläggningar	B – bostäder
L – odling och djurhållning	G – drivmedelsförsörjning (bemannad)	C – centrum
P – parkering (ytparkering)	J – industri	D – vård
T – trafik	K – kontor	H – detaljhandel
	N – friluftsliv och camping	O – tillfällig vistelse
	P – parkering (övrig parkering)	R – besöksanläggningar
	Z – verksamheter	S – skola

Figur 4. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning enligt Länsstyrelsen Stockholm. Källa: [5].

Räddningsverkets rapport – Värdering av risk

Följande vägledande principer för värdering av risk presenteras i *Värdering av risk* [6]:

- **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* [6] även acceptanskriterier lämpade för värdering av risker presenterade med riskmått individrisk och samhällsrisk.

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.

3.5 Valda riskkriterier för denna riskutredning

I denna riskutredning har riskerna värderats mot kriterier som presenteras i *Värdering av risk* [6]. Således har acceptanskriterierna för individrisk respektive samhällsrisk enligt publikationen [6], 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 3.4) 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 3.4) 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 3.4) 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 3.4) har varit 10^{-6} per år för $N = 1$, med en lutning på FN-kurvor på -1.

3.6 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 sannolikhets-/konsekvensbedömning

- 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 istället för från mitten av spåret. Detta innebär att de olyckor som sker på den borte 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 svaveldioxid för väg och klorgas för järnväg, vilket utgör mycket giftiga gaser. Att samtliga transporter med giftig gas utgörs av dessa gaser har bedömts vara ett konservativt antagande.
- Det antas att samtliga brandfarliga vätskor som transporteras på väg och 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.

4 Områdesbeskrivning

I detta kapitel beskrivs föreslagen bebyggelse och det aktuella området.

4.1 Planområdet

Planområdet för Sjöryd 1:104 är beläget i Mullsjö kommun och omfattas av fastigheterna illustrerade i Figur 5. Planerad markanvändning inom föreslagen detaljplan utgörs av bostäder och vårdanläggning. Området inrymmer i dagsläget förskola och bostadsbebyggelse.

Väster om området finns en drivmedelsstation belägen och söder om området sträcker sig järnvägen där transport av farligt gods förekommer.



Figur 5. Planområdet för Sjöryd 1:104.

4.2 Omgivning

Med anledning av drivmedelstationens placering förekommer sannolikt transporter med farligt gods även på Tidaholmsvägen, belägen mellan drivmedelstationen och aktuellt planområde. Mellan drivmedelstationen och det aktuella området finns en nivåskillnad där både drivmedelstationen och Tidaholmsvägen är belägna lägre i förhållande till aktuellt planområde. Vid drivmedelstationen sker endast tankning av brandfarlig vätska. I händelse av ett utsläpp med brandfarlig vätska vid en eventuell olycka förknippad med drivmedelstation eller transporter till/från den innebär nivåskillnaden att vätskan inte förväntas rinna mot planområdet. Vätskan kommer snarare rinna bort från planområdet

vilket anses riskförmildrande, då det eliminerar risken för fördröjd pölbrand mot planområdet.

Jönköpingsbanan, järnvägen som sträcker sig söder om planområdet är belägen ca 40 meter bort från närmsta plangräns. Nivåskillnaden mellan järnvägen längs med aktuellt planområde och järnvägen är betydande och utgörs av en brant sluttande backe i anslutning/intill järnvägen som är lägre belägen i förhållande till planområdet. Dessa topografiska förutsättningar bedöms vara förmildrande ur ett riskhänseende eftersom det exempelvis eliminerar risken för fördröjd pölbrand vid ett eventuellt utsläpp av brandfarlig vätska.

I övrigt utgörs närområdet kring aktuellt planområdet av enstaka fastigheter inom närliggande villaområden, dagligvaruhandel med ytor för parkering, naturtor i form av skogspartier och den närliggande sjön. Planområdet är således inte beläget inom ett tätbebyggt område och persontätheten bedöms därmed relativt låg. I Figur 6 visas en kartbild över omgivningen.



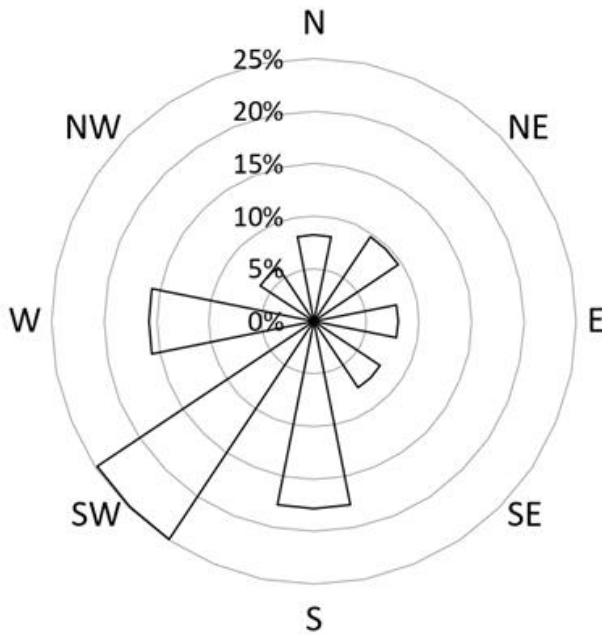
Figur 6. Omgivningen, planområdets lokalisering framgår av röd markering. Källa karta: Eniro.

4.3 Vindförhållanden

Vindförhållanden har stor påverkan på beräkningsresultatet i samband med olyckor där brandfarlig och giftig gas kan spridas till omgivningen. Järnvägen sträcker sig söder om berört planområde. Vid en eventuell olycka involverande utsläpp av gas samtidigt som

det råder östliga till sydvästliga vindar kan gasutsläppet ledas med vinden in över aktuellt område.

Statistik för vindriktning har uppmätts av SMHI [7], där den närmsta mätstationen för vindriktning och vindhastighet är mätstationen Jönköping Axamo flygplats som ligger sydväst om Mullsjö. Data visar att ca 58 % av den uppmätta vinden historiskt sett har kommit ifrån öst, sydöst, syd och sydväst. Medan ca 47 % av den uppmätta vinden historiskt sett har kommit ifrån sydväst, väst och nordväst.



Figur 7. Vindros för aktuell mätstation. Vindrosen redovisar i vilken riktning vinden blåser från.

5 Riskidentifiering

I riskidentifieringen kartläggs vilka typer av olycksscenarier eller oönskade händelser som kan inträffa. Riskidentifieringen bygger på de identifierade riskkällor som finns i aktuellt planområdes närområde.

5.1 Jönköpingsbanan

Tåg som passerar planområdet förväntas passera med en maximal hastighet med ca 106 km/h [8]. Utförda beräkningar har baserats på statistik för antal tåg på sträckan mellan Jönköping och Falköping enligt statistik tillhandahållen av Trafikverket för prognosticerade värden år 2040 [8]. En sammanställning av antalet tåg förbi ovan nämnda stationer presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Uppskattad trafikmängd per dygn på järnvägen fördelad på olika trafikslag.

Antal	Godståg	Övriga tåg	Totalt
Trafikuppgifter 2040 Jönköping - Falköping	11,2	43,8	55

I Tabell 2 nedan presenteras ett medelvärde av farligt gods fördelning som baseras på nationell statistik framtagen av Trafikanalys för år 2000-2018 [9].

Tabell 2. Tabell på fördelning av de olika RID-klasserna.

RID-klass	Fördelning (%)
1 Explosiva ämnen och föremål	0,0%
2.1 Brandfarliga gaser	14,9%
2.3 Giftiga gaser	14,9%
3 Brandfarliga vätskor	32,6%
4 Brandfarliga fasta ämnen	7,2%
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	14,6%
6.1 Giftiga ämnen	1,9%
6.2 Smittsamma ämnen	0,0%
7 Radioaktiva ämnen	0,0%
8 Frätande ämnen	13,4%
9 Övriga farliga ämnen	0,4%

I Tabell 3 redovisas tänkbara olyckor och konsekvenser för respektive RID-klass [10] .

Tabell 3. 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 gasmolnexplosion 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.

5.2 Drivmedelstationen

Vid drivmedelstationen belägen på Tidaholmsvägen 1 i Mullsjö finns i dagsläget möjlighet att tanka följande drivmedlen: bensin 95, diesel och etanol E85.

Den dimensionerande skadehändelsen för drivmedelstationen därmed bedöms vara ett läckage av bensin i samband med påfyllning från tankbil till cistern (d.v.s. på lossningsplatsen). Utsläppet bildar en pöl som avger brännbara gas-luft-blandningar och kan lätt antändas. Antändningen kan ske genom kontakt med heta motordelar, statisk elektricitet eller en brinnande cigarett m.m. Gas-luft-blandningen är tyngre än luft och kan spridas till lågt liggande utrymmen som kulvertar, rörledningar, källare m.m. eller föras med vinden och antändas på avstånd från själva utsläppspunkten.

Sannolikheten för en större utsläpp följt av brand bedöms vara låg, men den kan inte uteslutas. Risken förknippad med hantering av brandfarlig vätska vid drivmedelstationen kommer därför utredas närmare. Detaljerade indata till beräkningarna finns i *Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar; A2. Hantering av farligt gods på drivmedelstation* och *Bilaga B – Konsekvensbedömningar; B2. Hantering av farligt gods på drivmedelstation*.

5.3 Transporter till och från drivmedelstation

Tidaholmsvägen är inte utpekad som rekommenderad väg för transport av farligt gods. Dock förekommer sannolikt transporter med brandfarlig vätska på Tidaholmsvägen längs med planområdet, fram till drivmedelstationens in- och utfart, med anledning av drivmedelstationens placering. Hastighetsgränsen för denna sträcka är 40 km/h. Baserat på tidigare erfarenheter antogs transporter uppgå till 2 transporter per vecka.

Sannolikheten för en olycka på vägen involverande brandfarlig vätska bedöms vara låg, men den kan inte uteslutas. Risken förknippad med transporter av brandfarlig vätska till och från drivmedelstationen längs med aktuellt planområde 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*.

6 Riskuppskattning och värdering

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

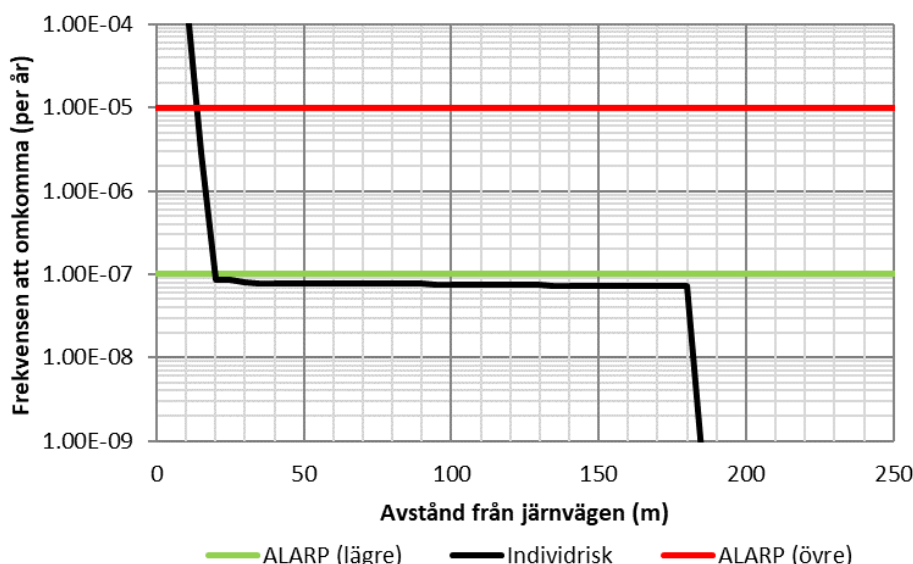
Frekvensen för olycka med farligt gods på väg respektive järnväg har beräknats med bakgrund av de olycksfrekvensmodeller som Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) [1] och Banverket (nuvarande Trafikverket) [2] presenterat. Frekvens för olycka vid drivmedelstation har baserats på MSB:s statistikverktyg IDA [11] och logiska resonemang. Konsekvensberäkningar i denna riskutredning har gjorts med hjälp av litteraturstudier gällande gränsvärden för exponering av olika sorters farliga ämnen, och programvaran ALOHA [3].

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

6.1 Individrisk

Jönköpingsbanan

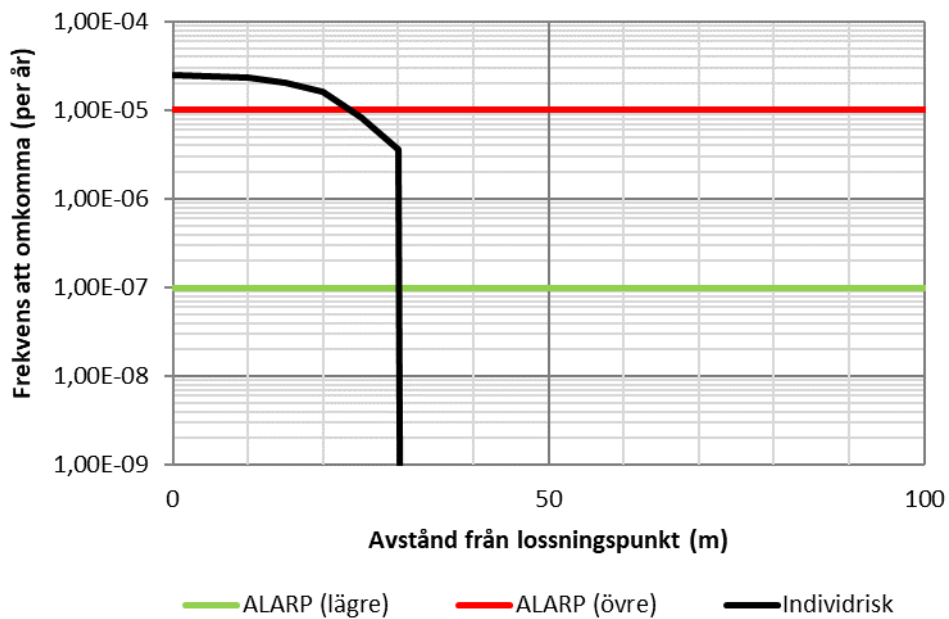
Frekvensen för att en olycka med farligt gods på järnväg ska inträffa har beräknats till $1,60 \cdot 10^{-5}$, d.v.s. en olycka med utsläpp inträffar en gång på ca 62 366 år (vilket omfattar farligt gods olyckor samt urspårning). I Figur 8 visas individrisken förknippad med närliggande järnväg mot berört planområde. Av figuren framgår att individrisken befinner sig på acceptabla risknivåer strax under ALARP-området 20 meter bortom järnvägen. Aktuellt planområde är beläget ca 40 meter från järnvägen. Individrisknivån för berört planområde förknippad med järnvägen befinner sig således på acceptabla risknivåer.



Figur 8. Individrisken (svart kurva) från järnvägen mot berört planområde.

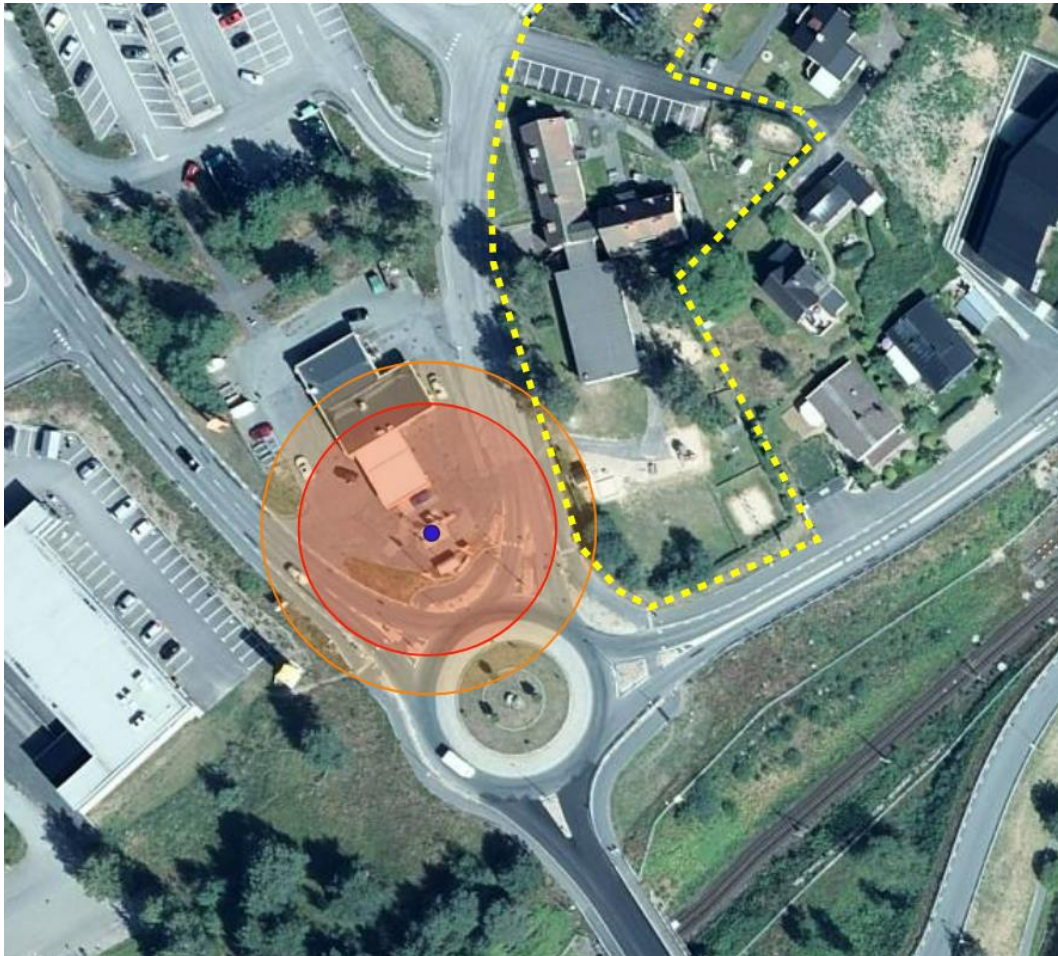
Drivmedelstationen

Frekvensen för utsläpp med efterföljande antändning vid drivmedelstationen har beräknats till $4,61 \cdot 10^{-4}$, d.v.s en olycka som inträffar en gång på ca 2 170 år. I Figur 9 visas individrisken förknippad med närliggande drivmedelstation mot berört planområde, individrisken har beräknats från lossningsplatsen. Av figuren framgår att individrisken befinner sig på oacceptabla risknivåer 23 meter från lossningsplatsen. Mellan 23 - 31 meter befinner sig individrisken inom ALARP-området. Bortom 31 meter befinner sig individrisken på acceptabla risknivåer.



Figur 9. Individrisken (svart kurva) från drivmedelstationen mot berört planområde.

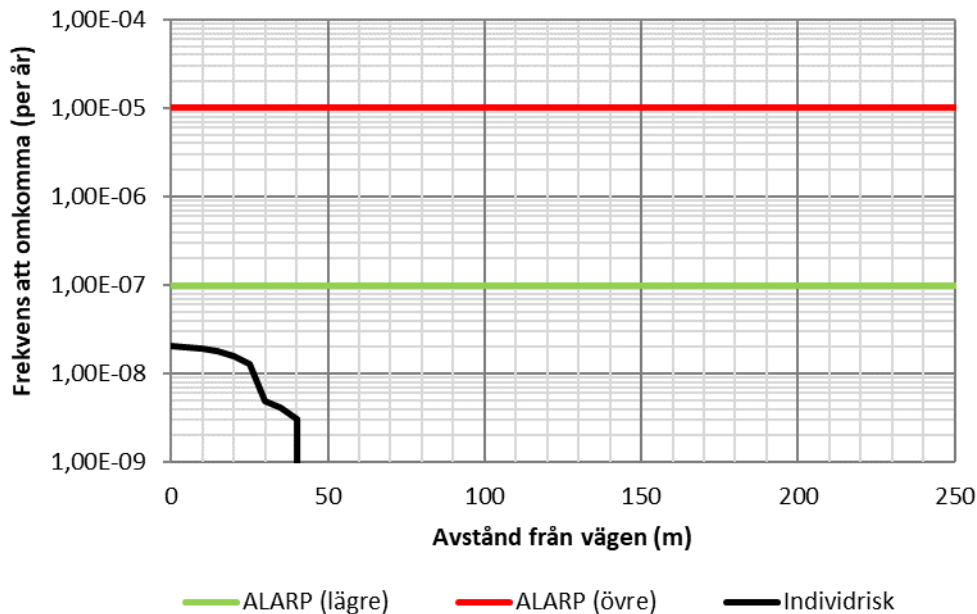
Berörd plangräns är som närmst belägen ca 25 meter från lossningsplatsen. Risknivån förknippad med drivmedelstationen befinner sig således inom ALARP-området för delar av planområdet. För att påvisa hur risknivåerna med anledning av drivmedelstationen förhåller sig till berört planområde har individrisken illustrerats på karta, se Figur 10.



Figur 10. Individrisken förknippad med drivmedelstationen. Den blå punkten markera lossningsplatsens placering, röd färg markerar området inom vilket individrisken befinner sig på oacceptabla risknivåer, orange färg markerar området inom vilket individrisken befinner sig inom ALARP-området, gul streckad linje markerar ungefärlig plangräns.

Transporter till och från drivmedelstationen

Frekvensen för en farligt gods olycka involverande brandfarlig vätska på berörd vägsträcka längs med aktuellt planområde har beräknats till $9,90 \cdot 10^{-6}$, d.v.s. en olycka med utsläpp inträffar en gång på ca 100 967 år. I Figur 11 visas individrisken förknippad med transport av farligt gods på Tidaholmsvägen mot berört planområde. Av figuren framgår att individrisken befinner sig på acceptabla risknivåer.



Figur 11. Individrisken (svart kurva) från Tidaholmsvägen mot berört planområde.

Total risknivå

Individrisknivåerna avseende transport av farligt gods på Jönköpingsbanan och Tidaholmsvägen befinner sig under ALARP-området. Påverkan av dessa riskkällor på den totala risknivån för det berörda planområdet kan anses försumbar. Det innebär att individrisknivån förknippad med drivmedelstationen kommer att vara dimensionerade, gällande dels huruvida planerad markanvändning kan betraktas acceptabel ur ett riskhänseende dels behov av riskreducerande åtgärder.

6.2 Samhällsrisk

Samhällsrisken hanteras endast kvalitativt i denna riskutredning. Samhällsrisken för planområdet och dess omgivning bedöms vara låg. Av Figur 6 framgår att området kring planområdet utgörs av enstaka fastigheter inom närliggande villaområden, dagligvaruhandel med ytor för parkering, naturytor i form av skogspartier och den närliggande sjön etc. Planområdet är således inte beläget inom ett tätbebyggt område och persontätheten bedöms därmed relativt låg.

Individrisken för järnvägen är förknippad med acceptabla risknivåer, under ALARP-området, bortom 20 meter från spåret. Individrisken för drivmedelstationen är förknippad med acceptabla risknivåer bortom 30 meter medan individrisken för Tidaholmsvägen kan betraktas acceptabel direkt från väggkant. Detta i kombination med en låg persontäthet i området innebär en låg samhällsrisk, och som bedöms vara förknippade med för området acceptabla risknivåer.

Inga ytterligare riskreducerande åtgärder anses erfordras.

6.3 Riskvärdering

Av föregående avsnitt framgår att individrisken för berört planområde förknippad transport av farligt gods på närliggande väg (Tidaholmsvägen) och järnväg (Jönköpingsbanan) hamnar under ALARP-området. Individrisken förknippad med dessa riskkällor kan således betraktas acceptabel. Om det finns rimliga åtgärder för att reducera risken ytterligare så ska de dock vidtas.

Individrisken för berört planområde förknippad med drivmedelstationen hamnar inom ALARP-området 31 meter från lossningsplatsen i enlighet med Figur 10. Det innebär att åtgärder samtliga rimliga riskreducerande åtgärder bör vidtas för bebyggelse inom 31 meter från lossningsplatsen. Bortom 31 meter från lossningsplatsen hamnar individrisken under ALARP och inga ytterligare riskreducerande åtgärder erfordras.

Olycksscenarier som bidrar till den förhöjda risknivån inom berört planområde utgörs primärt av pölbrand till följd av utsläpp av brandfarlig vätska. Det innebär att eventuella riskreducerande åtgärder som föreslås vidtas inom berört planområde bör i första hand vara inriktade på att begränsa konsekvenser förknippade med en eventuell pölbrand.

7 Riskreducerande åtgärdsförslag

Riskreducerande åtgärder i denna riskutredning har identifierats utifrån det specifika planförslaget samt Boverkets och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [12]. 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 riskbedömningen visar att åtgärder som är ekonomiskt försvarbara och praktiskt genomförbara ska vidtas inom berört område. Nedan redovisas således åtgärder som kan begränsa effekterna av de olycksscenarioer som bidrar mest till de förhöjda risknivåerna.

7.1 Rekommenderade riskreducerande åtgärder

Gäller för byggnation inom hela planområdet:

- Centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska placeras på tak eller sida bort från järnvägen

Mellan 0 - 23 meter från drivmedelstationen, mätt från lossningsplatsen:

- Det ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd 23 meter från lossningsplatsen
- Området ska utformas så att det inte uppmuntras till stadigvarande vistelse

Mellan 23 - 31 meter från drivmedelstationen, mätt från lossningsplatsen:

- Fasader som vetter mot drivmedelstationen utföras i minst obrännbart material
- Fönsterpartier ska utföras i minst EI30

8 Referenser

- [1] R. Hedenström och T. Lange, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [2] S. Fréden, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolycka som drabbar omgivningen (Rapport 2001:5)," Banverket, 2001.
- [3] Office of Emergency Management & Emergency Response Division, "ALOHA v. 5.4.2".
- [4] S. o. V. G. I. Länsstyrelserna Skåne, "Riskhantering i detaljplaneprocessen," 2006.
- [5] L. Stockholm, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods," 2016.
- [6] G. Davidsson, L. Mett och M. Lindgren, "Värdering av risk: FoU rapport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [7] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer | SMHI," SMHI, [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=wind,stations=all>. [Använd 16 03 2020].
- [8] Trafikverket, "Trafikuppgifter_buller_prognos-och_t9_20191015".
- [9] Trafikanalys, "Bantrafik statistik, 2000-2018".
- [10] L. Helmersson, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4)," Banverket, 1994.
- [11] MSB, "Statistikverktyg IDA," 2020. [Online]. Available: <https://ida.msb.se/ida2#page=c2a7aea1-1ca6-43c2-9fb1-84f1bf0b5e6e>.
- [12] A. Nordlander och P. Ingemar, "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport," 2006.
- [13] Trafikverket, "Vägflödeskartan," Trafikverket, 25 05 2017. [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#>. [Använd 26 03 2020].
- [14] 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.
- [15] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, p. 234," 1993.
- [16] G. Nilsson, "Vägtransporter med farligt gods. Farligt gods i vägtrafikolyckor (VTI rapport 3 387:3," Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI), 1994.
- [17] K. Hedström, "ADR-S 2015," 2015.
- [18] K. Hedström, "RID-S 2015," 2015.

-
- [19] S. Fischer, R. Hertzberg, O. Jacobsson, K. Runn, P. Thaning och S. Winter, "Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker.," Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1997.
- [20] D. Sverige, "Statistik Försäljningsställen," 2020. [Online]. Available: <https://drivkraftsverige.se/statistik/forsaljningsstallen/>.
- [21] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall," Department of Fire Safty Engineering, Lund University, Lund, 1992.
- [22] Trafikverket, "NVDB på webb," 2019. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 21 07 2021].

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 två olycksfrekvensmodeller från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) [1] och från Banverket (nuvarande Trafikverket) [2]. 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.

Frekvens för olycka vid drivmedelstation har baserats på MSB:s statistikverktyg IDA [11] och logiska resonemang.

A1. Transport av farligt gods

Olycka med farligt gods på väg

Olyckor på den aktuella vägsträckan med omedelbara dödliga konsekvenser på tredjeman inom det aktuella området har enbart bedömts kunna uppstå ifall en eventuell olycka på den aktuella vägsträckan involverar en transport med farligt gods.

Nedanstående beräkningsmetodik har använts för att uppskatta sannolikheten för en farlig godsolycka [1].

$$P_{\text{olycka}} = N * W_{\text{ADR}} * Q * 10^{-6} * s * 365 * ((Y * X) + (1 - Y) * (2X - X^2)) * I_{\text{FG}}$$

Ekvation 1

där

P_{olycka} = sannolikheten för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods

N = ÅDT (årsdygnsmedeltrafik)

W_{ADR} = Andel för den specifika farliga godsklassen

Q = olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)

s = Sträcka (km)

X = Andelen fordon skyltade med farligt gods

Y = Andelen singelolyckor

365 = antal dagar på ett år

I_{FG} = Index för farligt gods olycka

Tabell 4. Indata för sannolikhetsfördelningar

Indata	Värde	Kommentar
N	3 354	Prognostiserad årsdygnsmedeltrafik för år 2040 [13].
W_{ADR}	-	Andel för respektive farligt godsklass, se Tabell 5 nedan.
Q	1,20	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 50 km/h inom tätort av vägtyp trafikled.
s	1	Baserat på planområdets sträckning längs aktuell vägsträcka, längsta konsekvensavstånd, och naturliga barriärer enligt kartstudier.
X	0,0001	Baserat på ett antagande om 2 farligt gods transporter per vecka.
Y	0,15	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 50 km/h inom tätort av vägtyp trafikled.
I_{FG}	0,03	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 50 km/h inom tätort av vägtyp trafikled.

Tabell 5. Fördelningen mellan de olika ADR-klasserna för aktuell sträcka.

ADR-klass	Fördelning (%)
1 Explosiva ämnen och föremål	0 %
2.1 Brandfarliga gaser	0 %
2.3 Giftiga gaser	0 %
3 Brandfarliga vätskor	100 %
4 Brandfarliga fasta ämnen	0 %
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0 %
6.1 Giftiga ämnen	0 %
6.2 Smittsamma ämnen	0 %
7 Radioaktiva ämnen	0 %
8 Frätande ämnen	0 %
9 Övriga farliga ämnen	0 %

Frekvensen för en eventuell farligt gods olycka på den aktuella sträckan av vägen har beräknats till $9,90 \cdot 10^{-6}$ per år. Vidare olyckshändelseförlopp för ADR-klass 3 redovisas senare i denna bilaga tillsammans med berörda RID-klasser.

Olycka med farligt gods på järnväg

Banverkets modell för skattning av olycksfrekvensen på järnväg utgår från följande tänkbara skadehändelser för att uppskatta olycksfrekvensen [2]:

- Urspårning

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

Frekvensen beräknas för respektive skadehändelse, därefter adderas dessa för att uppskatta den totala olycksfrekvensen för det aktuella spårområdet. Nedan redovisas en beskrivning av respektive skadehändelse.

Urspårning

Anledning till en urspårning kan grovt uppdelas i två typer av fel, fordonsfel eller banfel. För att kunna bedöma frekvensen för olycka behövs därför indata om fordon och järnvägsbanan.

I Tabell 6 nedan redovisas indata för att uppskatta urspårningsfrekvensen.

Tabell 6. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvensen

Variabel	Värde
Andel FG vagnar per godståg	0,05
Antal vagnaxlar per vagn	3 (antagande)
Antal växlar i sidospår	1
Antal växlar i tågspår	1
Spårkvalité	A
Hastighetsklass	Tåghastighet (TH)
Antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	3,5

Nedan i Tabell 7 redovisas de olycksscenarierna som kan leda till urspårning samt den förväntade urspårningsfrekvensen för den aktuella spårsträckan.

Tabell 7. Beräknad frekvens för respektive händelse som kan leda till urspårning

Urspårnings-olyckor	Antal FG-olyckor (per år)	Antal olyckor (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,49 \times 10^{-6}$	$3,14 \times 10^{-5}$	vagnaxelkm
Solkurva	$9,99 \times 10^{-6}$	$1,00 \times 10^{-5}$	spårkm
Spårlägesfel	$4,39 \times 10^{-5}$	$2,51 \times 10^{-4}$	vagnaxelkm
Växelfel	$2,10 \times 10^{-4}$	$1,20 \times 10^{-3}$	antal tågpassager
Vagnfel	$3,40 \times 10^{-4}$	$1,95 \times 10^{-3}$	vagnaxelkm
Lastförskjutning	$4,39 \times 10^{-5}$	$2,51 \times 10^{-4}$	vagnaxelkm
Annan orsak	$1,59 \times 10^{-4}$	$9,11 \times 10^{-4}$	tågkm
Okänd orsak	$3,92 \times 10^{-4}$	$2,24 \times 10^{-3}$	tågkm

Totalt	1,20 × 10⁻³	6,84 × 10⁻³
---------------	-------------------------------	-------------------------------

Kollision 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. Nedan redovisas beräkningar för att bedöma antalet påkörningar i samband med urspårning.

$$P = (U \times K \times F \times N \times B / V) \times 4 \times 10^{-5} \quad \text{Ekvation 2}$$

där

- P = Sannolikhet för påkörning i samband med urspårning
- U = Förväntat antal urspårningar
- K = Andel av de urspårningar som det fria rummet med minst 1 m
- F = Andel vagnar lastade med farligt gods
- N = Antal tåg som passerar i motgående riktning
- B = Signalavstånd + reaktionssträcka + bromssträcka
- V = Hastighet

Nedan i Tabell 8 redovisas de indata som har använts samt förväntat antal påkörningar i samband med urspårning.

Tabell 8. Indata och resultat vid beräkning av antalet påkörningar i samband med urspårning

Variabel	Värde
U	1,20 × 10 ⁻³ (Se Tabell 7)
K	0,1 [2]
F	0,05
N	9
B	12000 [14]
V	106 km/h
Resultat (P)	2,08 × 10⁻⁹

Sannolikheten för kollision med en godsvagn som transporterar farligt gods i samband med en urspårning är betydligt mindre än sannolikheten för en urspårning och har en marginell påverkan på risknivån. Dock riskerar olycksförloppet att förvärras avsevärt om detta inträffar.

Sammanstötning mellan tåg

Sannolikheten för sammanstötning mellan tåg har bedömts vara så låg att den inte är relevant i denna riskutredning [2].

Bränder

Bränder kan orsakas av tågagnar, t.ex. om bromsarna ligger på permanent under drift. Heta jämpartiklar 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.

Sammanställning och sannolikhet för skadehändelser

I Tabell 9 nedan redovisas den förväntade frekvensen för respektive skadehändelse som kan leda till en olycka med godståg på det aktuella området.

Tabell 9. Sammanställning av sannolikheten för en farlig godsolycka

Skadehändelse	Olycksfrekvens
Urspåring	$1,20 \times 10^{-3}$
Påkörning i samband med urspåring	$2,08 \times 10^{-9}$
Sammanstötning mellan tåg	Låg sannolikhet, ej aktuellt
Bränder	Låg konsekvens, ej aktuellt
Plankorsningsolycka	Ej aktuellt
Olycka vid rangering	Ej aktuellt
Summa	$1,20 \times 10^{-3}$

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – RID-klass 2.1

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, och 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, och dels genom värmestrålning från flamman.

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 upphetning. 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 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 var 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 10 nedan.

Tabell 10. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor vid ett utsläpp av brandfarlig gas [1] [10] [15].

Farligt-godsolycka på järnväg		
Utsläppbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,6
Medelstort utsläpp	30	0,2
Stort utsläpp	110	0,2

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 11 följer de antändningsscenarier som har beräknats.

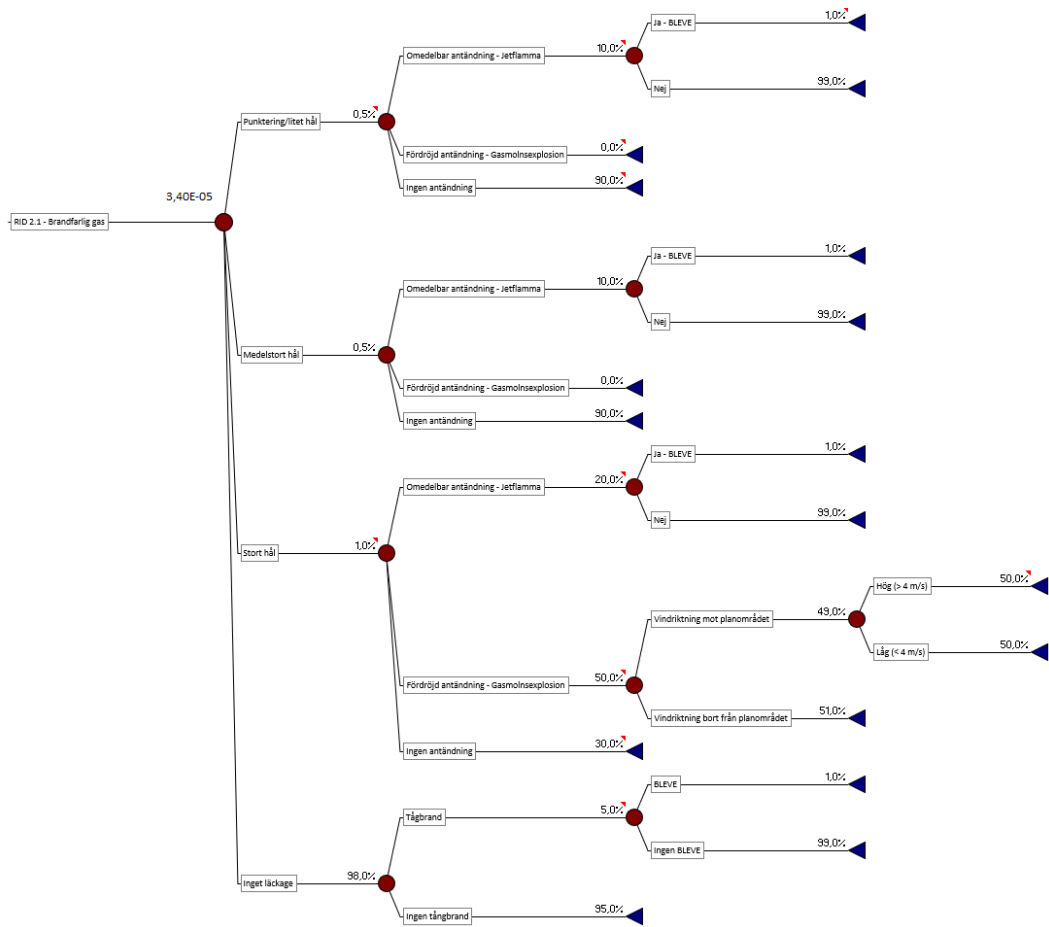
Tabell 11. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas [1] [15] [16].

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 mycket 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 [16].

Händelsetråd redovisar ett tänkbart händelseförlopp vid en farlig godsolycka med brandfarlig gas för järnväg (Figur 12).



Figur 12. Händelseträ för RID-klass 2.1 – Brandfarliga gaser.

Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – RID-klass 2.3

Farlig 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.

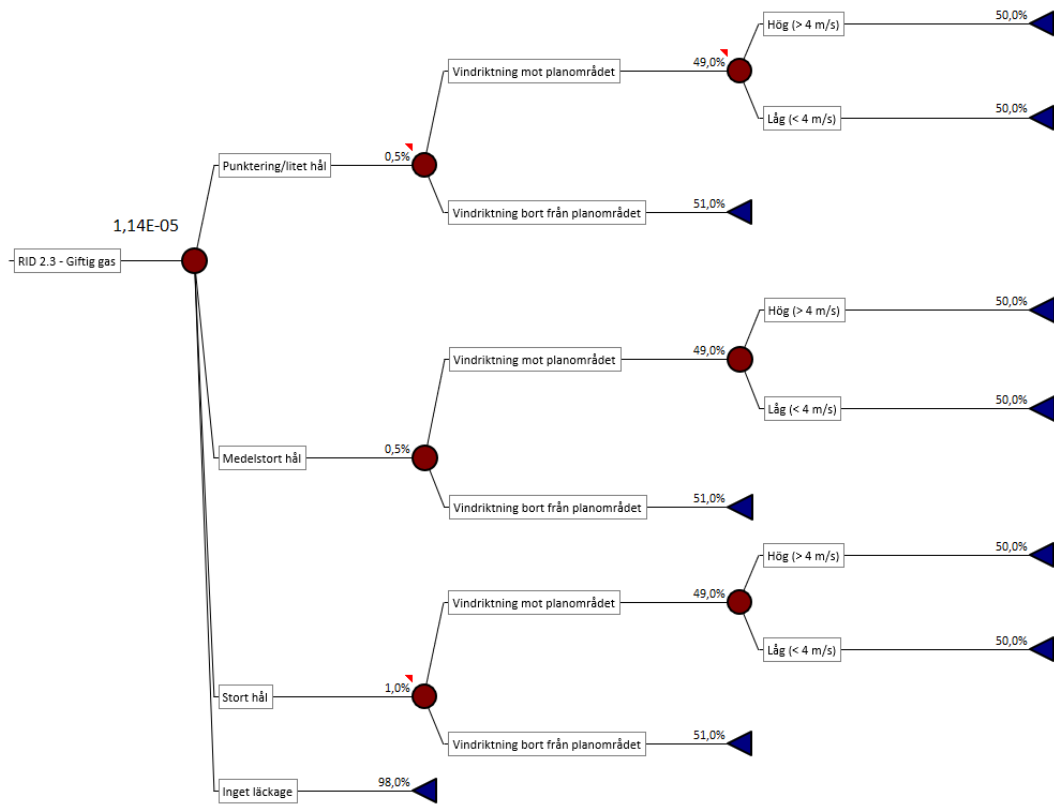
De vanligaste giftiga gaser med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. På järnväg förekommer transporter uppemot 65 ton per vagn. De ovan beskrivna gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar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

För järnväg representeras utsläppets storlek i denna riskutredning av ett litet (10 mm hål), medelstort (30 mm hål) och stort (110 mm hål) utsläpp [10]. Givet en farlig godsolycka (trafikolycka och punktering av tryckkärl) med giftig gas bedöms sannolikheten för litet, medelstort och stort utsläpp vara: 0,6; 0,25; 0,15 [15].

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för den utsläppta gasen, i denna riskutredning bedöms vindriktningen vara sådan att personer som vistas inom det aktuella området exponeras i ca 30% av fallen om en olycka inträffar.

Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp 0,5% för litet respektive medelstort hål och 1% för stort hål [16].

Händelsetråd, se nedan, redovisar tänkbara händelseförlopp vid en farlig godsolycka med explosiva varor för järnväg (Figur 13).



Figur 13. Händelsetråd för RID-klass 2.3 – Giftiga gaser.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR/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 vätska 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 bedöms ske i 1% av fallen givet ett stort utsläpp [17]. Nedan i Tabell 12 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farlig godsolycka med brandfarlig vätska.

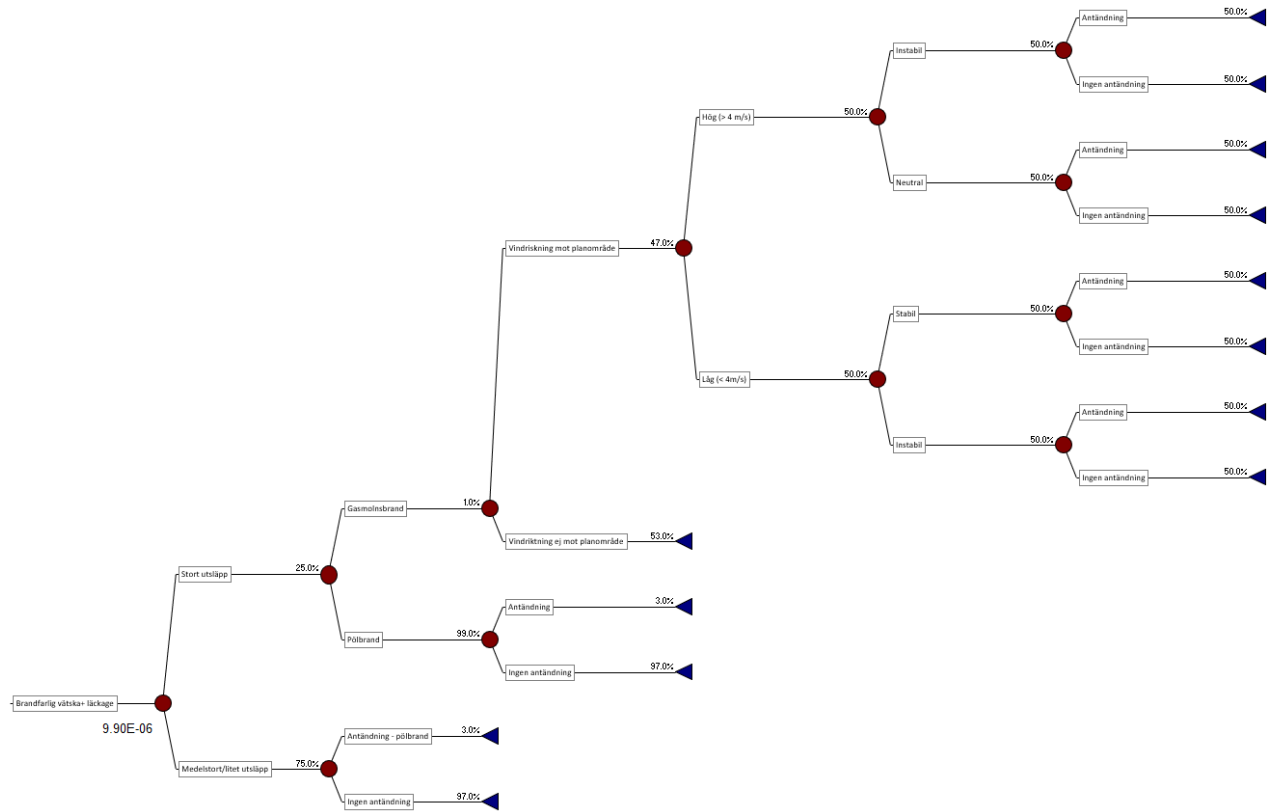
Tabell 12. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka.

Farligt-godsolycka på väg [16]		
Utsläppbeskrivning	Area [m²]	Sannolikhet
Medelstort/litet utsläpp	200	0,75
Stort utsläpp	400	0,5
Farligt-godsolycka på järnväg [18]		
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 vägolycka antas vara 3 % [16] oberoende av hur stort utsläppet är. Sannolikheten för att en vätskepöl antänder vid händelse av utsläpp i samband med en järnvägsolycka anses vara 10% för ett litet/medelstort läckage och 30% för ett stort läckage. För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50%.

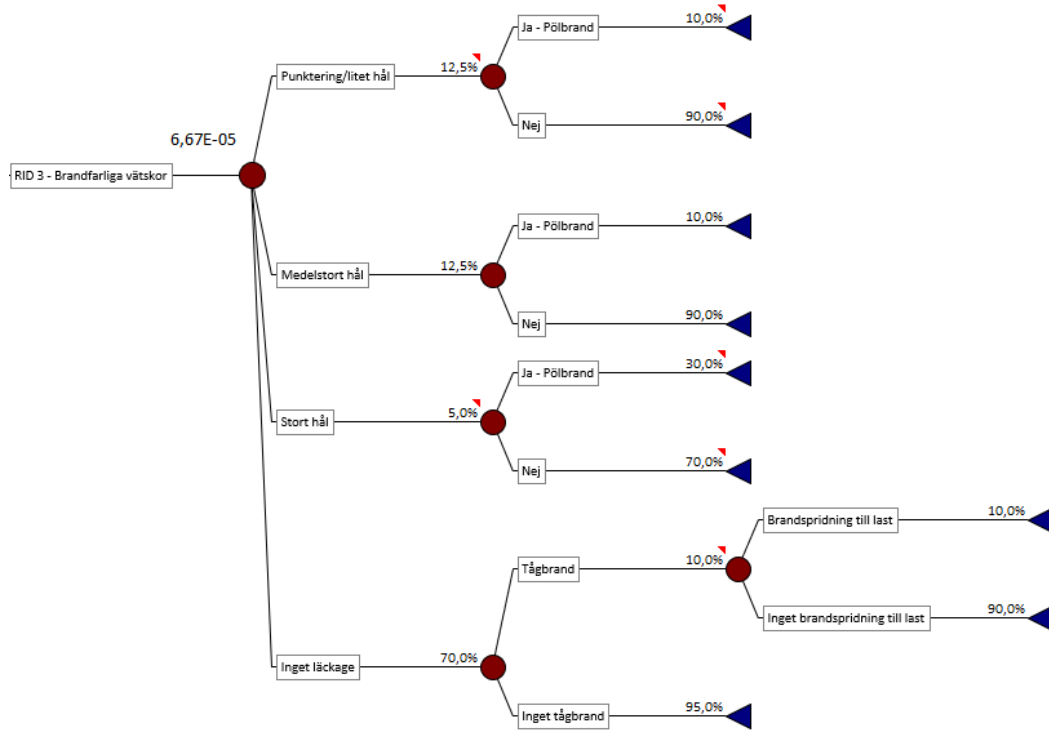
Vindriktning mot det aktuella området har konservativt i beräkningarna bedömts råda i 100 % av fallen för olyckor på väg och 50 % för olyckorna på järnvägen. Hög vindhastighet (> 4 m/s) har bedömts råda i 50 % av fallen och instabilt väder har lika så bedömts råda i 50 % av fallen.

I händelseträdet nedan redovisas tänkbara händelseförlopp vid en farlig godsolycka med brandfarlig vätska på väg (Figur 14).



Figur 14. Händelseträd för ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

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



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

Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – ADR/RID-klass 5

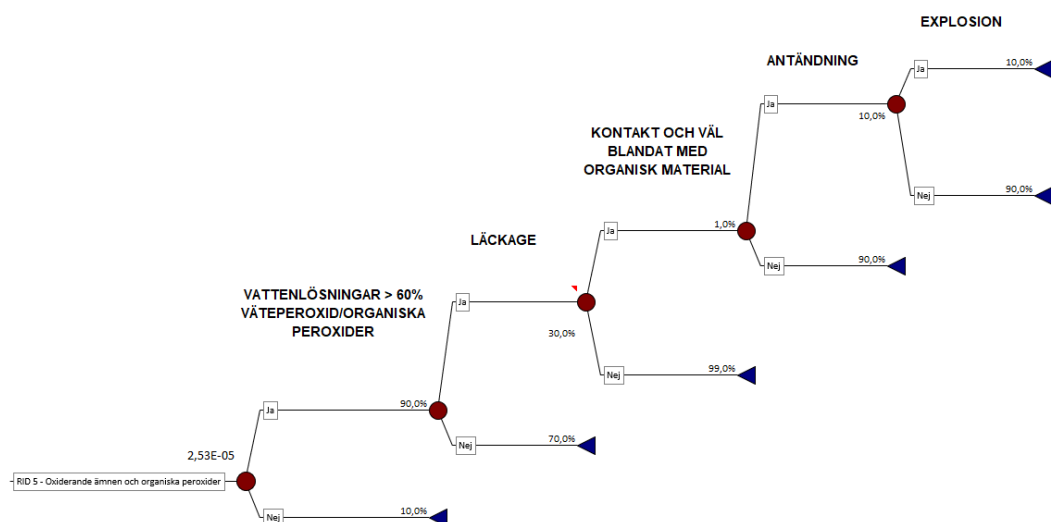
Ett utsläpp av ämnen i RID-klass 5 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckupbyggnad som uppstår, och 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 [18] [19]. 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.

A2. Hantering av farligt gods på drivmedelstation

Sannolikheten för en större utsläpp följt av brand bedöms vara låg, men den kan inte uteslutas. Enligt MSB:s statistikverktyg IDA [11] har antalet rapporterade (av landets räddningstjänster) insatser vid brand på bensinstation sammanställts. Från Svenska Petroleum och Biodrivmedel Institutet (SPBI:s) har uppgifter om antalet bensinstationer sammanställts [20].

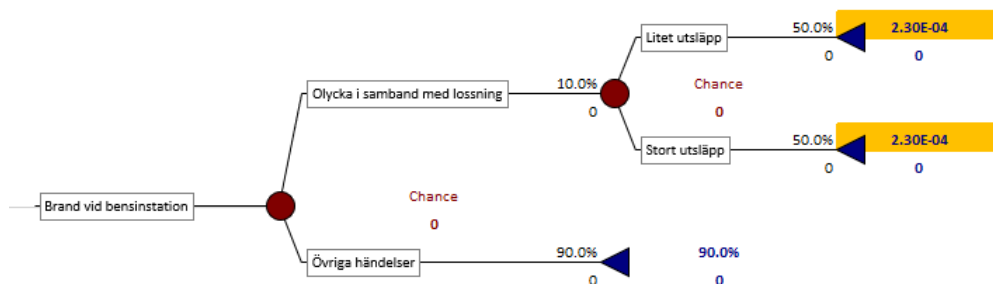
Tabell 13. Sammanställning över antalet rapporterade insatser vid landets bensinstationer för att beräkna frekvens för olycka vid bensinstation.

Årtal	Antal insatser "Brand i bensinstation"	Antal bensinstationer	Frekvens brand på bensinstation
2019	18	2 790	0,006451613
2018	7	2 776	0,002521614
2017	13	2 670	0,004868914
2016	12	2 670	0,004494382
2015	12	2 680	0,004477612
2014	17	2 680	0,006343284
2013	12	2 716	0,004418262
2012	14	2 786	0,005025126
2011	14	2 859	0,004896817
2010	21	2 937	0,007150153
2009	12	3 245	0,003697997
2008	12	3 586	0,003346347
2007	21	3 701	0,005674142
2006	16	3 816	0,004192872
2005	12	3 839	0,003125814
2004	13	3 884	0,003347065
2003	14	3 930	0,003562341
2002	13	4 046	0,00321305
2001	17	4 039	0,004208963
2000	23	4 089	0,005624847
1999	20	3 556	0,005624297
1998	18	3578	0,005030743

Frekvensen för brand på en bensinstation uppskattas i genomsnitt uppgå till en gång på 217 år. I den siffran inkluderas alla bränder vid en bensinstation, d.v.s. inte endast bränder till följd av olycka vid lossning, utan även händelser som fordonsbrand, brand i byggnad etc. För att uppskatta sannolikheten för brand till följd av olycka i samband med

lossning har därför logiska resonemang för olika händelseförlopp och skadehändelser bedömts där konservativa antaganden har gjorts. Exempelvis förutsätts momentet ske under övervakning av behörig person. I händelse av ett läckage bedöms det därför att personer på plats kan agera snabbt. Ett eventuellt utsläpp förväntas därmed inte leda till några större mängder. Om ett utsläpp ändå sker bedöms konsekvensen av en större olycka bli att ett fack i tankbilen kommer att rinna ut och bilda en pöl motsvarande ca 50 m². För att ha en konservativ infallsvinkel genomförs även en beräkning där utsläppet bildar en pöl motsvarande 100 m².

Nedan redovisas händelseträdet för ett tänkbart händelseförlopp vid en olycka i samband med lossning på drivmedelstation.



Figur 17. Händelsetråd brand vid bensinstation.

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 av 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 [21].

Sannolikheten för dödsfall till följd av värmestrålning är beroende av exponeringstiden. I Tabell 14 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 [21].

Tabell 14. 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. LC_{50} för klor är 250 ppm [19].

Klor är en mycket giftig gas, och att anta att samtliga gaser som transporteras på järnvägen är klortransporter anses som 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 beräknat i mjukvaran ALOAH [3]. 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 15 redovisas indata för beräkningarna och resultat.

Tabell 15. 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 16 redovisas resultaten av beräkningarna i ALOAH. 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 [21]. Tiden är utskrivet inom parentes. Vid andra gradens brännskador förväntas 15 % av en exponerad befolkning omkomma till följd av skadorna. Avståndet bedöms därför 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 16. Resultat av konsekvensberäkningar i ALOHA.

Scenario	Järnväg	
	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 beräknat i mjukvaran ALOAH [3]. Vid beräkningarna har klor varit dimensionerande för utsläpp. Nedan i Tabell 17 redovisas indata för beräkningarna och resultat.

Tabell 17. 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	-	-
Yträdhet	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 18 redovisas resultaten av konsekvensberäkningarna. Plymen har konservativt betraktat som en rektangel. Längden i Tabell 18 beskriver rektangelns längd (avstånd in på planområdet) och bredden beskriver halva rektangelns bredd (spridning i sidled).

Tabell 18. Resultat av konsekvensberäkningar i ALOHA.

Scenario	Järnväg	
	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 – ADR/RID-klass 3

Konsekvensberäkningarna är utförda med mjukvaran ALOHAH [3]. 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 19 redovisas resultaten av beräkningarna. Konsekvensavståndet beskriver avståndet (längden) till 15 kW/m² för pölbrand. Risken för fördröjd pölbrand har eliminerats med hänsyn till de topografiska förutsättningarna.

Tabell 19. Resultat av konsekvensberäkningar för skadehändelser vid utsläpp av brandfarlig vätska.

Scenario	Konsekvensavstånd	
	Längd (m)	Bredd (m)
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 20 redovisas konsekvenserna som använts vid individ- och samhällsriskberäkningarna.

Tabell 20. Konsekvensbedömning vid brand och explosion vid utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider.

Scenario	Konsekvensavstånd [m]
Explosion järnvägsolycka (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.

B2. Hantering av farligt gods på drivmedelstation

Konsekvensen av en större olycka bli att ett fack i tankbilen kommer att rinna ut och bilda en pöl motsvarande ca 50 m². För att ha en konservativ infallsvinkel genomförs även en beräkning där utsläppet bildar en pöl motsvarande 100 m².

För att få en uppskattning av en sådan brands strålningspåverkan på omgivningen genomförs en strålningsberäkning för en pöl motsvarande 50 m² respektive 100 m² för att ge konservativa resultat. Nedan redovisas resultat och indata till beräkningen som utförts med hjälp av ALOHA [3].

Tabell 21. Resultat strålningsberäkning.

Pölstorlek	Avstånd infallande strålning 15 kW/ m ²
50 m ²	23
100 m ²	31

PÖLBRAND 50 m²

SITE DATA:

Location:

Building Air Exchanges Per Hour: 1.04 (unsheltered single storied)

Time: April 21, 2020 1044 hours EDT (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

- Chemical Name: N-HEPTANE

- CAS Number: 142-82-5 Molecular Weight: 100.20 g/mol

- PAC-1: 500 ppm PAC-2: 830 ppm PAC-3: 5000 ppm

- IDLH: 750 ppm LEL: 10500 ppm UEL: 67000 ppm

- Ambient Boiling Point: 98.3° C

- Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.046 atm

- Ambient Saturation Concentration: 46,571 ppm or 4.66%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from e at 3 meters

Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C Stability Class: D

No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

- Burning Puddle / Pool Fire

- Puddle Area: 50 square meters

- Average Puddle Depth: 1 centimeters

- Initial Puddle Temperature: Air temperature

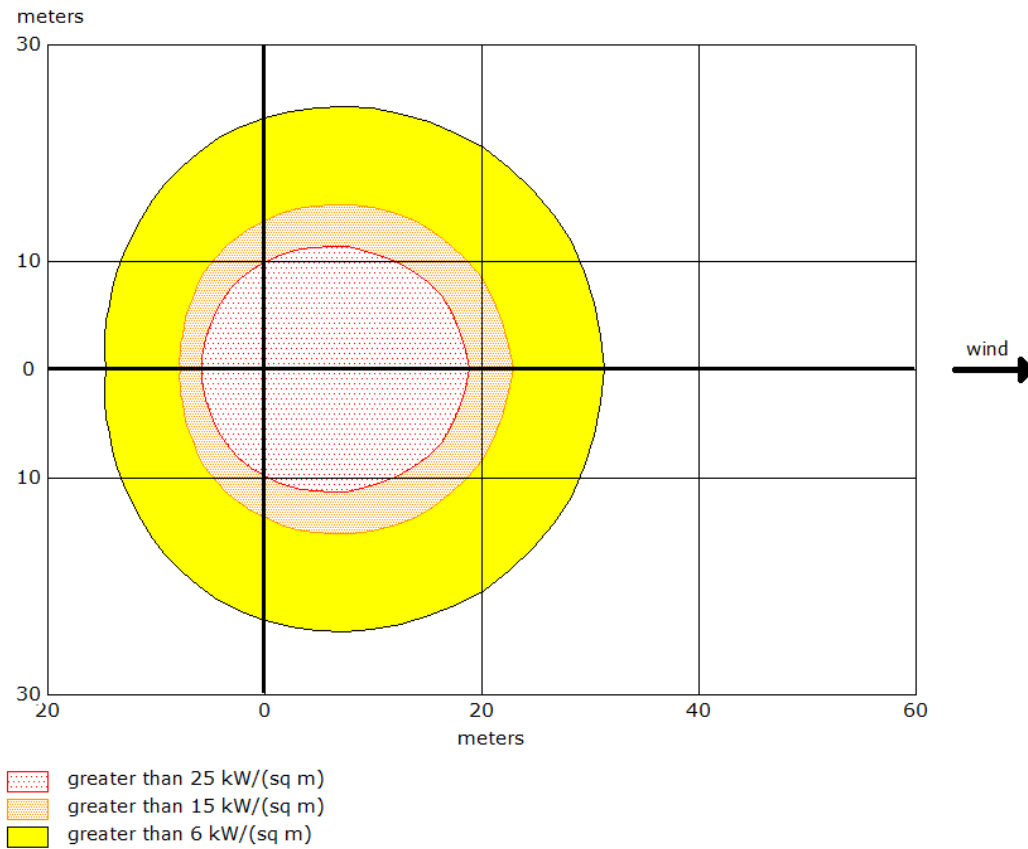
- Flame Length: 15 meters Burn Duration: 1 minutes

- Burn Rate: 272 kilograms/min

- Total Amount Burned: 3,43 kilograms

THREAT ZONE:

- Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
- Red : 19 meters --- (25 kW/(sq m))
- Orange: 23 meters --- (15 kW/(sq m))
- Yellow: 31 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 18. Termisk strålning från pölbrand på 50 m².

PÖLBRAND 100 m²

SITE DATA:

Location:

Building Air Exchanges Per Hour: 1.04 (unsheltered single storied)

Time: April 21, 2020 1044 hours EDT (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

- Chemical Name: N-HEPTANE
- CAS Number: 142-82-5 Molecular Weight: 100.20 g/mol
- PAC-1: 500 ppm PAC-2: 830 ppm PAC-3: 5000 ppm
- IDLH: 750 ppm LEL: 10500 ppm UEL: 67000 ppm
- Ambient Boiling Point: 98.3° C
- Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.046 atm
- Ambient Saturation Concentration: 46,571 ppm or 4.66%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

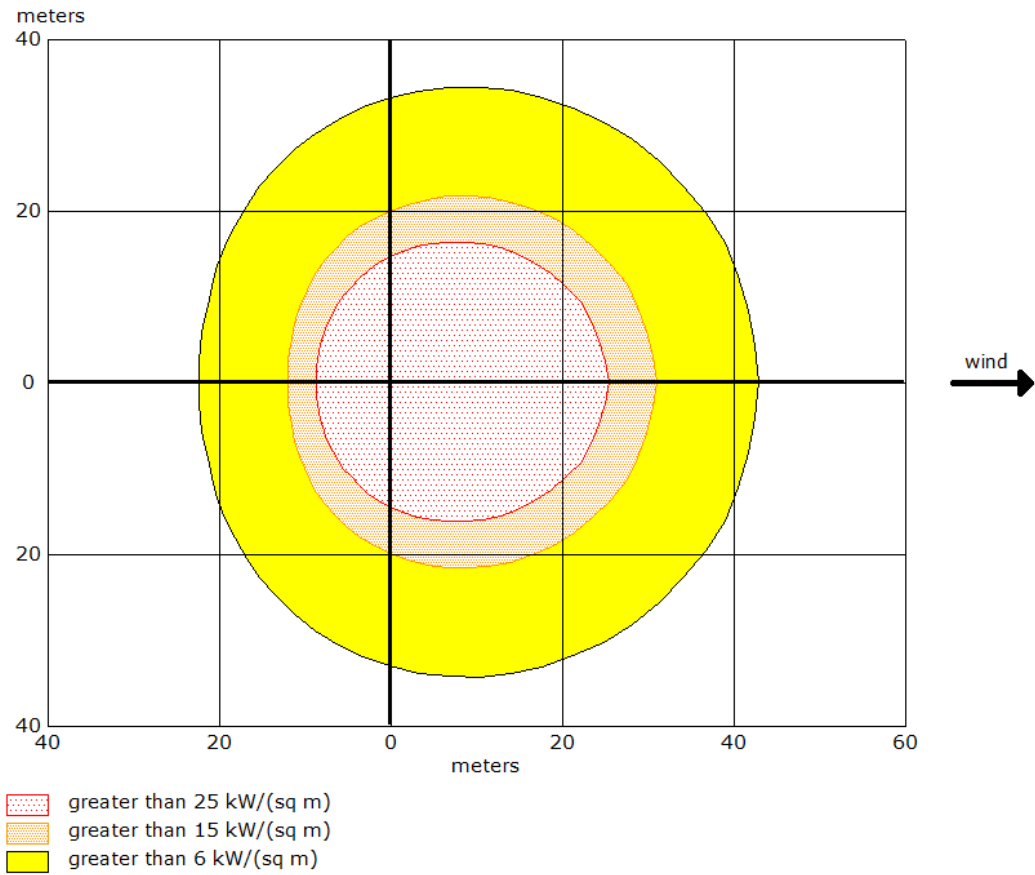
- Wind: 5 meters/second from e at 3 meters
- Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
- Air Temperature: 20° C Stability Class: D
- No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

- Burning Puddle / Pool Fire
- Puddle Area: 100 square meters
- Average Puddle Depth: 1 centimeters
- Initial Puddle Temperature: Air temperature
- Flame Length: 23 meters Burn Duration: 1 minutes
- Burn Rate: 545 kilograms/min
- Total Amount Burned: 6,86 kilograms

THREAT ZONE:

- Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
- Red : 26 meters --- (25 kW/(sq m))
- Orange: 31 meters --- (15 kW/(sq m))
- Yellow: 43 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 19. Termisk strålning från pölbrand på 100 m².