

Risakanalys

Upprättad 2019-10-30

Reviderad 2020-03-31



Mönsterås 7:1, Mönsterås kommun

Etablering av hälsocentral intill järnväg för transport av farligt gods

Uppdragsnummer 19214

Kalmar | Norra Långgatan 1 | Tel: 0480-100 92

Karlskrona | Norra Smedjegatan 4 | Tel: 0455-107 92

Växjö | Kronobergsgatan 4 | Tel: 0470-777 992

Postadress: Box 144 | 391 21 Kalmar

BRAND & RISKANALYS

Certifierade enligt ISO 9001 & 14001

Fastighet:	Mönsterås 7:1, Mönsterås kommun
Projekt:	Riskanalys i samband med framtagande av detaljplan för ny hälsocentral
Uppdragsgivare:	Mönsterås kommun Plan- och byggavdelningen Box 54 383 22 Mönsterås
Upprättad av:	Brand & Riskanalys AB Box 144 391 21 Kalmar
Uppdragsansvarig:	 Håkan Sanglén Brandingenjör hakan@brandrisk.se
Handläggare:	 Björn Eveborn Brandingenjör Civilingenjör Riskhantering
Kontrollerad av:	 Andreas Lennqvist Brandingenjör Civilingenjör Riskhantering

Justeringar			
	Avser	Datum	Signatur
A	Förtydliganden	2019-12-09	BE
B	Bilaga D – Alternativ användning av planområde.	2020-03-31	BE
C			

Senaste justeringen är markerad med streck i högermarginalen.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
1 Inledning	4
1.1 Problembeskrivning	4
1.2 Syfte och mål	4
1.3 Avgränsningar	4
1.4 Metod	5
1.5 Underlag	5
2 Områdesbeskrivning	6
3 Riskhantering	7
3.1 Acceptabel risk	7
4 Riskidentifiering	9
4.1 Urspårning på järnväg	9
4.2 Olycka med farligt gods	9
4.3 Konsekvensscenarion	10
5 Risknivå och riskvärdering	13
5.1 Samhällsrisk	13
5.2 Individrisk	13
5.3 Riskreducerande effekter	14
6 Känslighetsanalys	15
7 Slutsats	16
8 Källförteckning	17
Bilaga A - Övergripande riskhantering	18
Bilaga B - Frekvensberäkning	21
Bilaga C - Beräkning av infallande strålning	22
Bilaga D – Alternativ användning av planområde	23

1 Inledning

Brand & Riskanalys har på uppdrag av Mönsterås kommun utfört en riskanalys med avseende på industrijärnväg som löper genom Mönsterås och dess påverkan på personsäkerheten i samband med framtagande av detaljplan för ny hälsocentral.

1.1 Problembeskrivning

På industrijärnvägsspår transporteras farligt gods. I samband med framtagande av ny detaljplan för berörd fastighet ska risker förknippade med transport på järnväg beaktas. Länsstyrelsen i Skåne Län har utgivit *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen* (2007), RIKTSAM, där ett avstånd om 150 m från farligt godsled rekommenderas för aktuell typ av lokaler. Därutöver rekommenderas ett bebyggelsefritt område om 30 m närmast farligt godsled. I aktuellt fall uppgår skyddsavstånd mellan järnväg och planerad hälsocentral till som minst 25 m. För område på fastighet som benämns som möjlig utbyggnad uppgår skyddsavstånd till ca 18 m.

Med hänsyn till ovanstående behöver risker med avseende på järnväg och transport av farligt gods utredas.

1.2 Syfte och mål

Syftet med riskanalysen är att klargöra riskbilden, med avseende på personsäkerhet, på berörd fastighet i samband med etablering av hälsocentral i närhet av järnväg.

Målet är att kvantitativt utvärdera riskbilden mot rekommenderade kriterier för individ- och samhällsrisk, samt vid behov föreslå eventuella riskreducerande åtgärder.

1.3 Avgränsningar

Riskanalysen omfattar endast aktuell fastighet för etablering av hälsocentral och de personsäkerhetsrelaterade risker närliggande järnväg medför. Analysen förutsätter därmed att området planeras för vårdcentral och därtill vedertagen persontäthet (verksamhetsklass 2A).

Se även Bilaga D avseende övriga användningsområden som medges enligt detaljplan.

Riskbedömningen beaktar risker förknippade med urspårning (mekanisk skada) samt transport av farligt gods på aktuellt järnvägsavsnitt.

Endast oförutsedda händelser som kan leda till fara för människors liv och hälsa (tredje man) kommer att beaktas. Ingen hänsyn tas till påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö.

1.4 Metod

Den riskanalysmetodik som används innehåller följande moment:

Definiera och avgränsa systemet

Definierar vad som innefattas i det system som ska analyseras. Inledningsvis ges en beskrivning av området med geografiskt läge, intilliggande verksamheter och områdets övriga förutsättningar.

Riskidentifiering

Vad kan inträffa? Sammanställning av dimensionerande scenarier för vidare analys.

Frekvensberäkningar

Hur ofta kan det inträffa? Beräkning av frekvens/sannolikhet för de identifierade riskscenarierna.

Konsekvensberäkningar

Vad är konsekvensen av det inträffade? Beräkning av konsekvensen av de identifierade riskscenarierna.

Riskuppskattning

Hur stor är risken? Sammanvägning av sannolikhet och konsekvens för riskområdet. Redovisas i form av samhälls- och individrisk.

Riskvärdering

Är risken acceptabel? Redovisad risknivå ställs mot samhällets uppsatta kriterier för vad som är en acceptabel risknivå.

Riskreduktion

Behövs åtgärder? Förslag till riskreducerande åtgärder redovisas vid behov.

1.5 Underlag

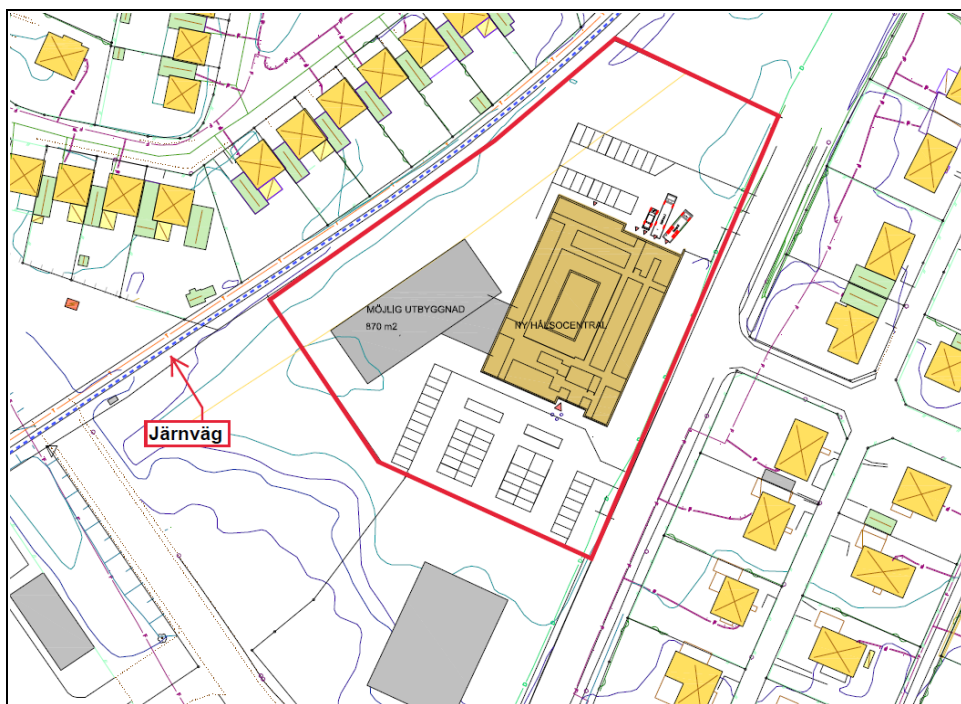
Underlag för aktuell handling utgörs av följande:

- Situationsplan för ny hälsocentral, upprättad av Atrio Arkitekter, daterad 2019-02-19.
- Kartutdrag över planområdet, upprättat av Plan- och Byggavdelningen Mönsterås kommun, daterad 2016-11-18.
- Befintlig riskanalys för Del av Mönsterås 6:1 (planområde längs samma järnväg), upprättad av PS Group, daterad 2014-03-06.
- Information från Charlotte Piggott, Mönsterås kommun
- Muntlig information kring transporter av farligt gods från Lars Lunden, Södra Cell
- Generella trafikuppgifter (statistik) för aktuell järnvägssträcka, Trafikverket
- Platsbesök

2 Områdesbeskrivning

Figur 2.1 visar aktuellt planområde, beläget i Mönsterås. Berörd fastighet är idag obebyggd och utgörs av grönområde. Inga betydande nivåskillnader finns i området. Inom fastigheten planeras för ny hälsocentral i två plan med tillhörande parkeringsytor. Längs med planområdet löper ett befintligt järnvägsspår som uteslutande trafikeras av godstrafik till Mönsterås bruk.

Norr om järnvägen samt öster om planerad hälsocentral finns villakvarter med småhusbebyggelse. I sydvästlig riktning finns ett industriområde samt butiker (sällanköpshandel), se även figur 2.1 nedan.

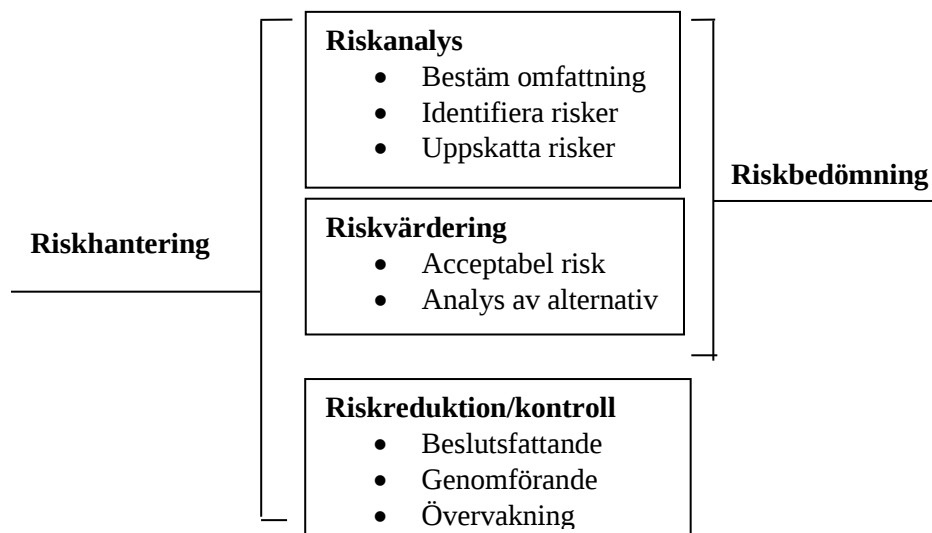


Figur 2.1. Översiktsskild av planerat område.

På järnvägen transporteras farligt gods i form av väteperoxid som används vid bruket. I områdets västra del finns en plankorsning försedd med bommar.

3 Riskhantering

Med begreppet risk menas i denna rapport en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens för en händelse som leder till negativa konsekvenser. Riskhantering innebär således hantering av händelser som kan ge negativa konsekvenser. Det kontinuerliga arbetet som bedrivs för att hantera risker kallas riskhanteringsprocessen. Nedan beskrivs kortfattat denna process som också illustreras i figur 3.1. Fördjupad förklaring av de olika ingående delarna inom riskhanteringsprocessen återfinns för den intresserade läsaren i Bilaga A.



Figur 3.1 Flödesschema över riskhanteringsprocessens olika delar, IEC (1995).

3.1 Acceptabel risk

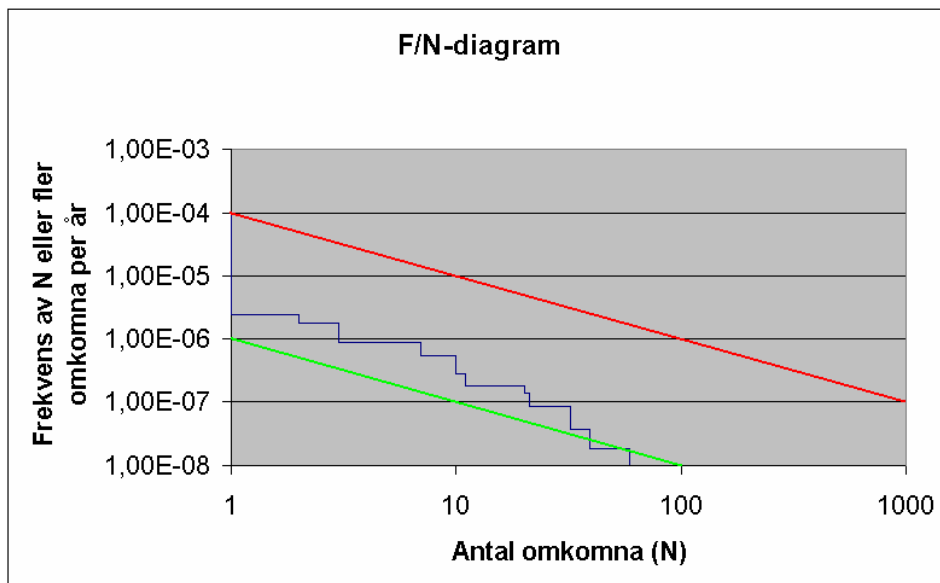
Det finns inga nationella krav på vilken samhällsrisknivå som maximalt ska accepteras. Därför är det upp till beslutsfattarna att avgöra vilka risker som ska anses acceptabla. Praxis är att använda förslag på kriterier framtagna av DNV (Det Norske Veritas) (Davidsson, 2002). Dessa kriterier används som utgångspunkt i denna analys.

Kriterierna är uppdelade i samhällsrisk, vilken redovisas i form av en F/N-kurva, och individrisk vilken redovisas som risken för dödsfall per år på ett visst avstånd från riskkällan.

Vägledning kring vad som kan anses vara ett mått på acceptabel risknivå anges även i RIKTSAM. Där anges en nivå som kan ses som en absolut gräns för huruvida en risk kan anses acceptabel eller ej. Dessa kriterier sammanfaller i aktuellt fall med ett medelvärde för ALARP-området som anges i kriterierna framtagna av DNV.

3.1.1 Samhällsrisk

Samhällsrisk redovisas ofta i form av ett F/N-diagram, se figur 3.2. I ett sådant diagram visas sambandet mellan den ackumulerade frekvensen av skadehändelser och antal omkomna personer. Det innebär att frekvensen för N eller fler omkomna redovisas.

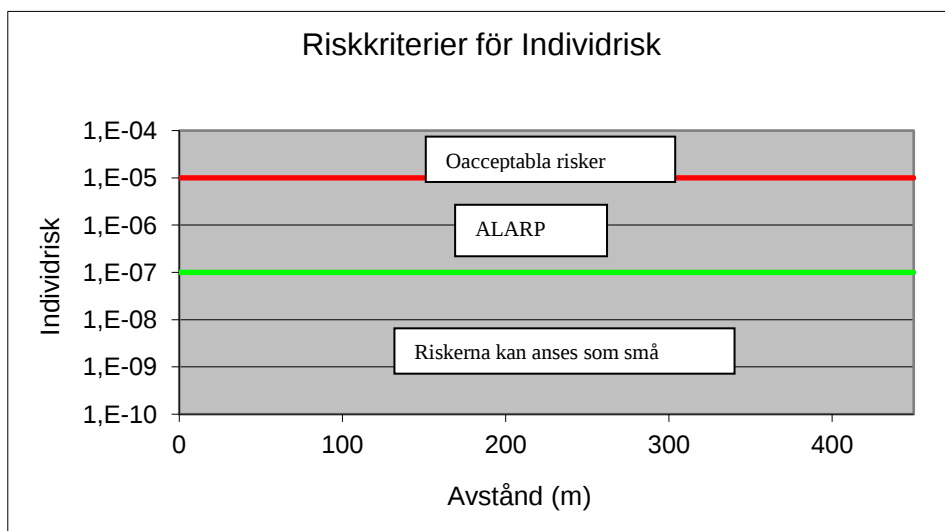


Figur 3.2. Samhällsrisk

Ovanför den röda linjen är riskerna oacceptabelt stora. Det innebär exempelvis att frekvensen för 10 eller fler omkomna inte får vara större än 10^{-5} . Mellan den gröna och röda linjen återfinns det så kallade ALARP-området. ALARP står för "As Low As Reasonably Practicable". Vid risker som ligger inom detta område bör åtgärder vidtas för att sänka riskerna. Åtgärdsförslag baseras på en bedömning av kostnad/nytta. Om riskerna befinner sig under den gröna linjen kan de anses vara små och därmed acceptabla.

3.1.2 Individrisk

Individrisk definieras som risken att omkomma för en person som står på en given plats under ett års tid. Detta riskmått tar därmed ej hänsyn till befolkningstäthet. Individrisken minskar med avståndet från riskkällan. Gränsen för oacceptabel risk är $>10^{-5}$ per år. Gränsen för acceptabel risk anses vara $>10^{-7}$. Risker mellan dessa två frekvenser ligger inom ALARP-området (se ovan). Figur 3.3 nedan illustrerar individrisken som funktion av avstånd från riskkällan.



Figur 3.3. Individrisk.

4 Riskidentifiering

I detta kapitel redovisas de risker som identifierats med hänsyn till det aktuella riskobjektet, järnvägen. På aktuell järnvägssträcka sker ca 700 transporter om året (Transportstyrelsen), detta motsvarar ungefär två tåg om dagen. Farligt gods medförs endast i en riktning, vilket motsvarar ca 350 transporter med farligt gods om året.

Följande avsnitt redovisar de riskscenarier som legat till grund för aktuell analys.

4.1 Urspårning på järnväg

En eventuell urspårning på järnvägen kan innebära mekanisk påverkan inom planområdet.

4.1.1 Frekvens urspårning

Beräkning av frekvens för järnvägsolycka (urspårning) sker enligt *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* (Fredén, 2001). Beräkning samt aktuella förutsättningar och antaganden redovisas i Bilaga B.

Aktuell sträcka utgörs av planområdets längd längs järnväg samt 150 m i vardera riktningen då det är inom detta område som en olycka bedöms kunna påverka planområdet. Undersökt sträcka blir med dessa förutsättningar 420 m.

Med förutsättningar enligt ovan blir frekvensen för urspårning $1,89 \times 10^{-4}$.

4.1.2 Avstånd från spår för urspårade vagnar

Vid bedömning av konsekvenser av mekanisk påverkan är avståndet från rälsen avgörande för huruvida urspårade vagnar utgör fara för tredje man. I aktuellt fall antas 50 % av urspårningarna ske i riktning mot planområdet vilket ger en frekvens om $9,45 \times 10^{-5}$.

Nedan redovisas sannolikhet för att godsvagnar hamnar på ett visst avstånd från järnvägsspåret förutsatt urspårning (Fredén, 2001).

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Sannolikhet	70,33 %	19,78 %	5,49 %	2,20 %	2,20 %

Hur långt från spåret vagnar hamnar vid en urspårning är beroende av tågets hastighet och hur omgivningen är utformad vilket ovanstående värden ej tar hänsyn till. I aktuellt fall är hastigheten på den rådande sträckan förhållandevis låg, vilket i kombination med plana markförhållanden innebär att redovisade sannolikheter är konservativt satta för det aktuella planområdet. Sannolikheten att en vagn hamnar mer 25 m från spåret bedöms i praktiken vara mycket låg och antas ej ske längre än 30 m från spåret med hänsyn till rådande förutsättningar.

4.2 Olycka med farligt gods

På den aktuella järnvägssträckan transporteras farligt gods i form av väteperoxid med koncentrationerna 50 % respektive 70 %. Aktuell analys utgår från att all väteperoxid som transporteras har den högre koncentrationen i syfte att hålla analysen konservativ.

Väteperoxid tillhör ADR-klass 5 och är en starkt oxiderande vätska. Ämnet är även frätande och kan dessutom vid upphettning eller vid kontakt med brännbara ämnen leda till häftiga reaktioner.

Oxiderande ämnen, så som väteperoxid, leder vanligtvis inte till personskador då det normalt krävs direktkontakt för att frätskador eller liknande ska uppstå. Undantag från ovan är ifall ämnet kommer i kontakt med organiskt material vilket kan leda till självantändning och i vissa fall explosionsartade brandförlopp. Upphettning av ämnet kan också leda till att ämnet sönderfaller, med explosion som följd.

4.2.1 Frekvens urspårning med farligt gods

Beräkning av frekvens för järnvägsolycka där urspårning omfattar vagnar lastade med farligt gods utgår från samma modell som föregående avsnitt. I aktuell analys antas olycka med farligt gods förutsätta urspårning.

Farligt gods antas utgöra 20 % (4 st) av tågets vagnar. Farligt gods förekommer endast vid transport i riktning mot bruket, vilket innebär att sannolikheten att en urspårning omfattar vagnar med farligt gods är 10 % ($0,5 \times 0,2$) av den totala frekvensen för urspårning. Frekvensen för olycka med vagn med farligt gods uppgår därför till $1,89 \times 10^{-5}$ med hänsyn taget till den totala frekvensen för urspårning på den aktuella sträckan.

4.3 Konsekvensscenarion

Nedan redovisas konsekvenser utifrån de identifierade riskscenarierna.

4.3.1 Urspårning med mekanisk påverkan

Vid en urspårning där vagnar lämnar spårområdet riskerar personer att omkomma till följd av att de träffas av vagnar. I det fall planerad byggnation ligger inom urspårningsområdet antas denna del av byggnad skadas med följd att personer som befinner sig där antas omkomma.

Med hänsyn till aktuellt förslag till ny hälsocentral antas inga personer befinna sig närmare spåret än 15 m.

Vid urspårning som uppgår till mellan 15 - 25 m från spår antas del redovisad som möjlig utbyggnad påverkas. Inom detta spann finns även ett fåtal parkeringsplatser. En urspårning som berör aktuellt område bedöms medföra att 10 personer omkommer. Detta förutsätter att aktuell del av byggnad innehåller kontor eller undersökningsrum, det vill säga ej större konferensrum eller personalmatsal.

Vid en urspårning där vagnar hamnar längre än 25 m från spåret antas 15 personer omkomma. Ju längre från spåret vagnar hamnar desto lägre kommer hastigheten att vara. Med hänsyn till detta antas det längre urspårningsområdet endast medföra ytterligare 5 omkomna personer, det vill säga totalt 15 omkomna.

4.3.2 Olycka med farligt gods

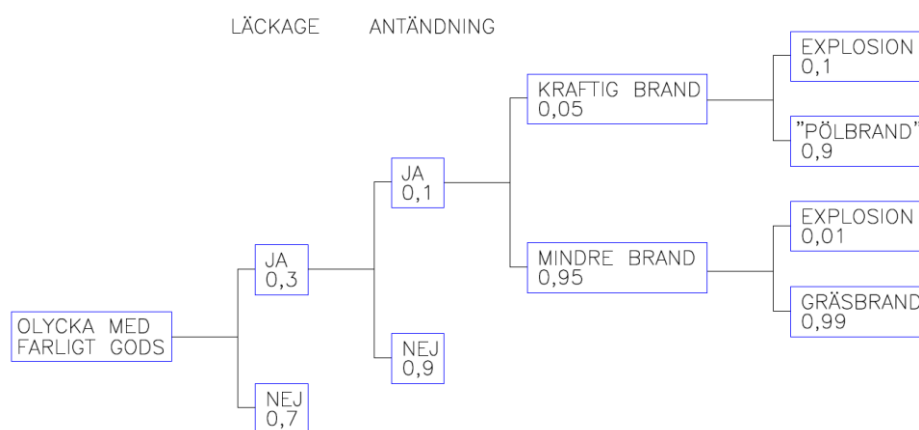
Vid en olycka med tunnväggiga vagnar likt de som används vid transport av väteperoxid är sannolikheten att tanken springer läck 0,3, givet urspårning (Fredén, 2001). Vid läckage antas 10 % av fallen leda till antändning.

Vid ett läckage krävs att det utläckta ämnet kommer i kontakt och blandas med organiskt brännbart material (exempelvis diesel eller olja från loket) för att riskera en kraftig brand med ett explosionsartat förlopp. Denna sannolikhet bedöms vara mycket låg och sätts i aktuell analys konservativt till 0,05.

I övriga fall där kontakt ej sker med drivmedel från loket bedöms ett läckage kunna understödja en mindre gräsbrand i terrängen. Sannolikheten för gräsbrand förutsatt läckage och antändning antas därmed vara 0,95. Detta scenario bedöms ej leda till kritiska förhållanden för människor vid hälsocentralen.

Om en oskadad vagn med väteperoxid utsätts för värmepåverkan av branden under en viss tid finns risk att ämnet sönderfaller kraftigt med detonation som följd. Sannolikheten att en brand ska påverka oskadad tankvagn och resultera i en explosion antas vara 0,1 vid en kraftig brand, och 0,01 vid en mindre gräsbrand.

Ovanstående sammanfattas i händelseträd nedan.



Figur 4.1. Möjliga konsekvensscenarier vid urspårning som omfattar vagnar med farligt gods.

4.3.2.1 Konsekvenser av brand

Vid ett läckage av väteperoxid som blandas med brännbart material och antänds antas något förenklat en pölbrand med en area på ca 175 m² uppstå. Kriterie för när strålning från branden anses kritisk för personer i närheten antas vara 10 kW/m². Detta är samma värde tillåts för kortvarig exponering vid utrymningsdimensionering enligt BBRAD 3.

Beräkning, redovisas i Bilaga C, visar att personer som vistas inom 31 m från spåret riskerar att utsättas för kritisk strålning. I planområdets norra del förekommer parkeringsytor inom detta avstånd från spåret. För detta scenario antas därför att 10 personer som befinner sig utomhus kan omkomma till följd av kritisk strålning.

Delar av planerad hälsocentral är belägen inom aktuellt konsekvensområde. Vid detta scenario kommer brand att spridas till byggnaden med hänsyn till de höga strålningsnivåerna. Fem personer som antas vistas i direkt anslutning till fönster förutsätts utsättas för kritisk strålning och omkomma. Övriga personer i byggnaden skyddas initialt av byggnadens ytterväggar och antas därför hinna genomföra en säker utrymning. Detta förutsätter att byggnaden utformas så att utrymning alltid är möjlig i riktning från järnvägen.

Scenariot antas därmed leda till att 15 personer omkommer.

4.3.2.2 Konsekvenser av explosion

Vid en explosion är det i huvudsak tryckpåverkan på människor och byggnader som utgör risken. Splitterskador och liknande bedöms i det aktuella fallet ej tillföra någon förhöjd risk i explosionens närhet i förhållande till de konsekvenser som orsakas av tryckvågen.

Konsekvenser vid en explosion antas något förenklat motsvara en explosion om 25 ton massexplosiva varor. Enligt *Översiktsplan för Göteborg, Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods* (1997) anges att gräns för dödliga skador på människor går vid 60 m vid en trycknivå på 180 kPa. Allvarliga lungskador kan dock uppstå redan vid 70 kPa vilket innebär en skaderadie om ca 120 m. I aktuell analys väljs ett medelvärde, 90 m, vilket används som kriterie för omkomna personer.

Utöver vad som anges ovan påverkas byggnader vid betydligt lägre trycknivåer. I aktuell analys antas att samtliga byggnader inom en radie om 150 m raderas vid en explosion med följderna att personer som vistas i byggnaderna omkommer.

Vid en explosion antas därmed samtliga personer inom en radie av 150 m från explosionens centrum omkomma. Detta innebär i aktuellt fall 260 personer, fördelade enligt följande:

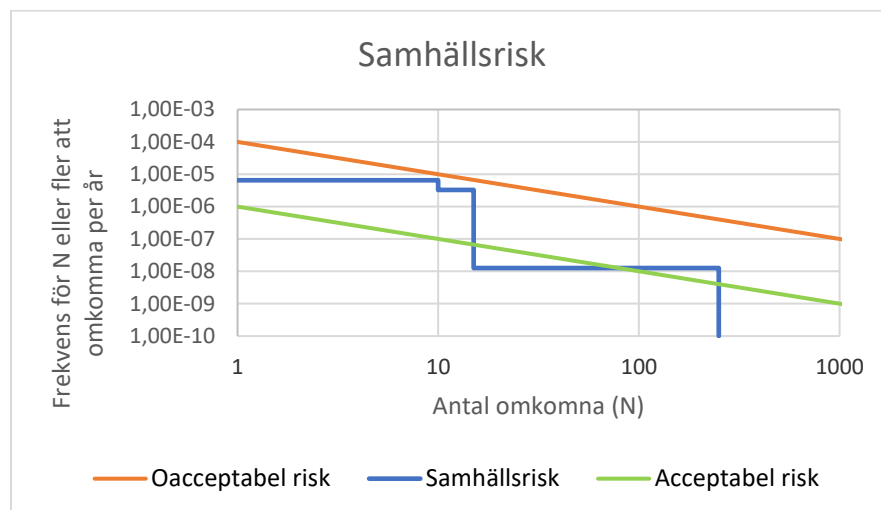
- 120 personer inom planerad hälsocentral
- 10 personer i närliggande butik
- 130 personer i kringliggande bostadsområden. Siffran baseras på att ca 55 bostäder finns inom skaderadien samt statistik från SCB som anger att det i genomsnitt bor 2,3 personer per hushåll i småhusbebyggelse i Mönsterås kommun. Ett konservativt antagande görs om att samtliga boende befinner sig i sina bostäder vid tidpunkten för olyckan. Sannolikt är i praktiken få boende hemma under dagtid.

5 Risknivå och riskvärdering

I detta avsnitt redovisas beräknad individrisk samt samhällsrisk för det aktuella planområdet baserat på de risk- och konsekvensscenarier som redovisats i föregående avsnitt. Utifrån redovisade risknivåer föreslås sedan åtgärder för att uppnå en acceptabel risknivå.

5.1 Samhällsrisk

Diagram nedan redovisar beräknad samhällsrisk.



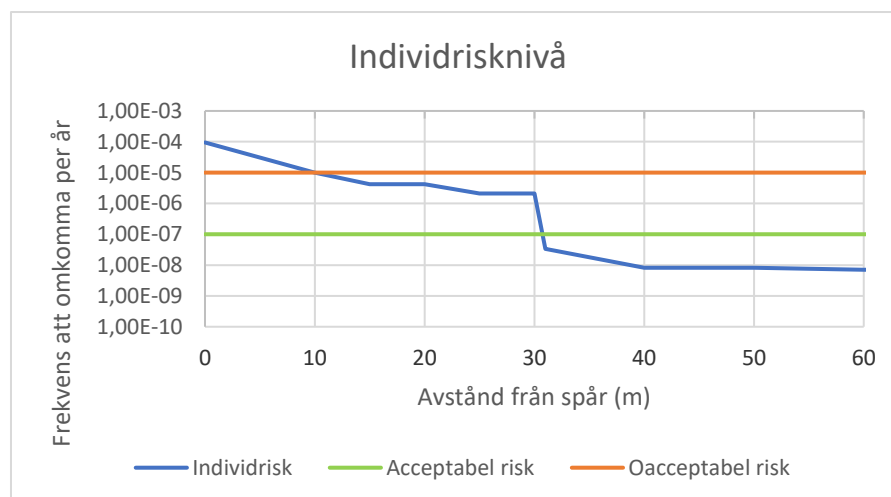
Figur 5.1. Samhällsrisk

Ur figuren ovan kan utläsas att samhällsrisknivån till stora delar faller inom den övre delen av det så kallade ALARP-området. Detta innebär att riskreducerande åtgärder behöver vidtas för att erhålla en acceptabel risknivå.

Till höger i figuren framgår även att samhällsriskens tangerar den undre delen av ALARP-området vid katastrofhändelser, så som explosion. Denna risk bedöms acceptabel med hänsyn till flertalet konservativa antaganden i sannolikhetsbedömningen av dessa scenarier.

5.2 Individrisk

Nedan redovisas beräknad individriskkurva för aktuellt planområde.



Figur 5.2. Individrisk

Figur ovan visar att individrisken i det aktuella området är oacceptabel, eller inom ALARP-området fram till ett avstånd om ca 30 från järnvägsspåret. Därmed behöver riskreducerande åtgärder vidtas för att reducera riskerna till en acceptabel nivå.

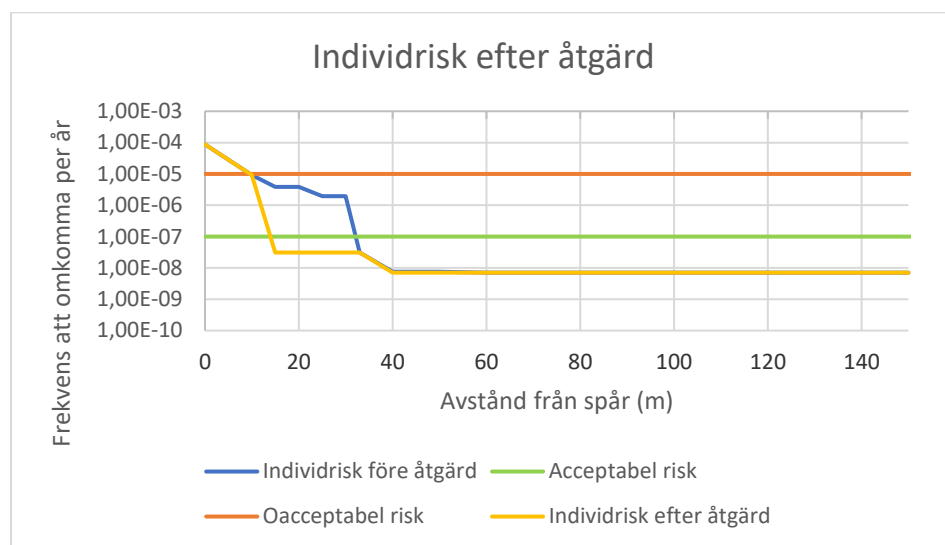
5.3 Riskreducerande effekter

Utifrån redovisad individ- och samhällsrisk kan utläsas att det är risker relaterade till urspårning och mekanisk påverkan mot planområdet (relativt få omkomna men högre frekvens) som medför att risknivån hamnar inom ALARP-området.

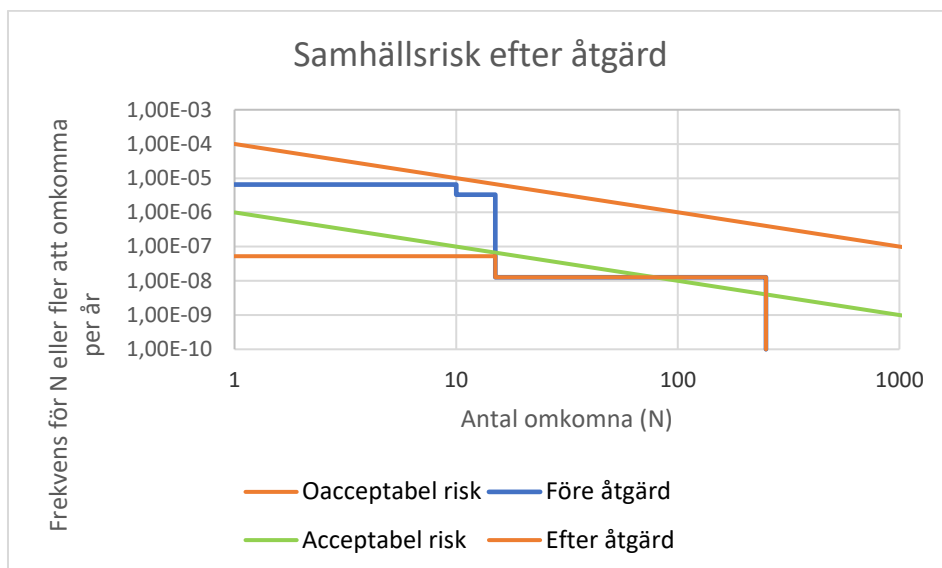
För att hantera denna del av järnvägens riskbidrag bör därför ett urspårningsskydd anordnas längs aktuellt planområde. Urspårningsskydd/skyddsvall ska dimensioneras så att urspårning/mechanisk påverkan på planområdet motverkas.

Genom att anlägga en skyddsvall längs planområdet elimineras riskerna med mekanisk påverkan till följd av urspårning. En synergieffekt av detta är även att ett eventuellt läckage av farligt gods stannar vid spårområdet.

I figurer nedan redovisas individ- och samhällsrisk med hänsyn till genomförd riskreducerande åtgärd.



Figur 5.3. Individrisk efter vidtagen åtgärd i form av urspårningsskydd



Figur 5.3. Samhällsrisk efter vidtagen åtgärd i form av urspårningsskydd

Efter vidtagen åtgärd med urspårningsskydd erhålls acceptabla risknivåer med avseende på såväl individ- som samhällsrisk för aktuellt planområde. Ovanstående förutsätter att inga personer vistas stadigvarande närmare spåret än 15 m.

6 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har utförts för att se hur resultatet förändras vid en eventuell framtida ökning av trafiken på den aktuella järnvägssträckan.

Känslighetsanalysen utgår dels från en fördubbling av järnvägstransporter genom Mönsterås, dels genom en fördubbling av andelen farligt gods som transporteras.

Beräkningar visar att en fördubbling av antalet transporter på aktuell sträcka medför acceptabla risknivåer förutsatt att åtgärd i form av urspårningsskydd anordnas längs planområdet.

Vid känslighetsanalys där antalet transporter bibehålls men där istället andelen farligt gods fördubblas, det vill säga 8 vagnar farligt gods, visar att individrisknivån fortsatt är acceptabel. Vid beräkning av samhällsrisk visar dock känslighetsanalysen att kurvan förskjuts något längre in i ALARP-området. Aktuell nivå hamnar dock fortfarande i nedre halvan av området och understiger även den risknivå som används som acceptanskriterie i RIKSAM. Därmed bedöms risknivån fortfarande som acceptabel.

Vid beräkning av frekvens för urspårning där ett tåg endast förutsätts innehålla fyra vagnar med farligt gods (inga andra vagnar) erhålls en lägre total frekvens för urspårning, men en högre frekvens för olycka med farligt gods. Detta med hänsyn till att beräkningsmodellen för frekvens av urspårning enligt Fredén innehåller parametrar som dels baserar sig på det totala antalet vagnar och vagnaxlar, och dels på vissa fasta parametrar.

Detta innebär att den frekvens som används i aktuell analys är konservativ sett till mekanisk påverkan på planområdet men samtidigt något mer liberal i förhållande till en olycka med farligt gods. Använda frekvenser bedöms vara de mest rättvisande för det aktuella planområdet och den lägre frekvensen för olycka med farligt gods bedöms kompenseras med hänsyn till genomgående konservativa antaganden avseende sannolikheter för de olika konsekvensscenarierna med farligt gods.

För att erhålla en robusthet i analysen har grundscenariet beräknats enligt ovan med frekvenser för urspårning förutsatt att tåget endast innehåller fyra vagnar med farligt gods. Känslighetsanalysen visar att kurvorna vid såväl samhälls- som individrisk i detta fall förskjuts in i ALARP-området, dock ej till oacceptabel risknivå. Att vidta åtgärder för att kompensera för detta bedöms ej praktiskt möjligt med hänsyn till att kraften vid en eventuell detonation får stora konsekvenser över ett större område som är svåra att praktiskt skydda sig mot. Konsekvenserna av en sådan explosion bedöms också vara värre för andra avsnitt av järnvägen som löper genom mer tätbebyggt område längre in i samhället.

7 Slutsats

Risikanalysen visar att samhällsrisk och individrisk ej uppfyller acceptanskriterier enligt DNV i aktuellt område. Analysen visar även att acceptabla risknivåer kan uppnås genom tillskapandet av ett urspårningsskydd i form av skyddsvall längs det planerade planområdet.

Under förutsättning att urspårningsskydd anordnas längs aktuellt planområde anses riskerna därmed vara acceptabla.

Utöver ovanstående förutsätter aktuella beräkningar att ingen stadigvarande vistelse sker närmare spåret än 15 m, samt att utrymningsvägar i byggnaden anordnas så att tillgång alltid finns till utrymningsväg i riktning från järnvägen.

Utförd känslighetsanalys, där antalet transporter på järnvägen har dubblerats jämfört med det dimensionerande antalet, visar att risknivåerna (individrisk och samhällsrisk) fortfarande är acceptabla, förutsatt åtgärd enligt ovan. Även vid fördubbling av antalet vagnar med farligt gods bedöms risknivåerna vara acceptabla.

Konservativa antaganden har genomgående använts i risikanalysen och resultaten bedöms som robusta. När de riskreducerande effekterna av skyddsvall har beräknats har hänsyn ej tagits till exempelvis strålningsreducerande effekter. Det anses som ett konservativt antagande och verkliga risknivåer torde troligen vara lägre än redovisade resultat.

Det är viktigt att vara medveten om att utförd riskanalys bygger på angivna förutsättningar och ingångsvärden samt i vissa fall rena antaganden och förenklingar där tillförlitligt underlag saknas. En eventuell ändring av markanvändning, verksamhet eller andra ingående parametrar förändrar också riskbilden och nya bedömningar kan då krävas.

8 Källförteckning

Davidsson, Göran., 2003, *Handbok för riskanalys*, Räddningsverket.

Davidsson, Göran m.fl., 2002, *Värdering av risk*, Räddningsverket.

Fredén, Sven., 2001, *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*, Banverket, Miljösektionen.

Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, 1997, *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods Bilagor 1-5*, Antagandehandling. DNR 785/92. Stadsbyggnadskontoret, Göteborg.

Länsstyrelsen i Skåne Län, 2007, *Riktlinjer för riskhänsyn vid samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, Länsstyrelsen Skåne Län.

Mattsson, Bengt., 2000, *Riskhantering vid skydd mot olyckor – problemlösning och beslutsfattande*, Räddningsverket.

McGrattan, K, et. al., 2000, *Thermal Radiation From Large Pool Fires*. NIST, 6546.

Tien, C.L et al., 2008, *Radiation Heat Transfer i DiNenno, P et al. SFPE Handbook of fire protection engineering*. Quincy, Massachusetts.

Bilaga A - Övergripande riskhantering

Nedan ges en fördjupning av de begrepp som omnämns under avsnitt 3.

A.1 Riskanalys

En riskanalys innebär en systematisk identifiering av olycksrisker och bedömning av risknivåer. Analysen utförs genom beräkningar eller uppskattningar av konsekvenser och sannolikheter för identifierade risker, Davidsson (2003).

Sammanvägning av sannolikhet och konsekvens kan utföras på många olika sätt i en riskanalys. Exempel på faktorer som påverkar vilken beräkningsmetod för risk som är lämplig är bl.a. syfte med analysen, analysens omfattning, tillgång till information och analysarbetets tidsåtgång.

En riskanalys kan antingen genomföras kvalitativt, kvantitativt eller genom en kombination av de båda metoderna. Att en analys är kvalitativ innebär att riskerna endast rangordnas, genom att ange om de är stora eller små. Kvantitativ analys innebär att riskerna beräknas och ges specifika värden. Semikvantitativ analys innebär en blandning mellan kvalitativ och kvantitativ metod.

A.1.1 Konsekvens

Beräkning av konsekvens är ett sätt att förutsäga följderna av en viss olycka, exempelvis vilka gaskoncentrationer eller strålningsnivåer som uppstår på ett givet avstånd från en utsläppskälla. I anslutning till detta görs en bedömning av vilka skador som kan uppstå, exempelvis skada på människa till följd av uppkommen koncentration/strålning.

A.1.2 Sannolikhet

Det finns olika metoder för att beräkna eller bedöma sannolikheten för att en händelse ska inträffa. Följande metoder är användbara, Davidsson (2003):

Empiriska skattningar.

Baseras på statistik över frekvenser för inträffade skadehändelser. Metoden är främst användbar för frekventa olyckskategorier, exempelvis bilrockar och bränder.

Logiska system:

När denna metod används kartläggs de orsaker som tillsammans eller var för sig kan leda till den händelse som analyseras. Sannolikheten för händelsen beräknas genom att kombinera sannolikhetsdata för varje ingående delhändelse.

Expertbedömningar:

Expertbedömningar är ofta den enda möjliga metoden på grund av brist på tillförlitliga data. Bedömningarna grundas på bedömarens erfarenheter varför kompetensen hos experten är av stor betydelse.

A.1.3 Osäkerheter

Risker är alltid förenade med osäkerheter. Därför är det i en riskanalys viktigt att, förutom beräkna eller bedöma konsekvens och sannolikhet, även beakta de osäkerheter som finns i analysen. Osäkerheter vid bestämning av sannolikhet beror bland annat på tillförlitlighet på olycksfrekvenser. Osäkerheter vid konsekvensberäkning beror till stor del på att verkligheten måste förenklas för att passa in i en beräkningsmodell.

En förenkling innebär att information utelämnas för att göra en beräkning möjlig. Det är viktigt att i största möjliga utsträckning genomföra nödvändiga förenklingar så att konservativa resultat erhålls. Eftersom riskanalysen ofta är en del i ett beslutsunderlag är det viktigt att redovisa hur osäkerheter som finns påverkar resultatet och därmed även beslutssituationen. I aktuell handling redovisas osäkerheterna främst genom en utförd känslighetsanalys där vissa ingående parametrar varieras för att se hur robusta resultaten är för eventuella framtida förändringar.

A.2 Riskvärdering

En riskvärdering utförs efter att en risk har identifierats och analyserats. Beslut fattas sedan huruvida risken kan anses vara acceptabel eller inte. Begreppet acceptabel risk leder till svåra avvägningar. Exempel på problem kan vara vem som avgör vad som är acceptabelt och vilken nytta som krävs av ett risktagande för att det ska anses acceptabelt.

I Räddningsverkets rapport ”Värdering av risk”, Davidsson (2002), beskrivs följande fyra principer som kan användas som underlag för värdering av risk:

Rimlighetsprincipen

Det bör inte i en organisation finnas risker som med rimliga medel kan undvikas. Principen leder till att risker som med ekonomiskt och tekniskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ska åtgärdas, oavsett hur stor risken är.

Proportionalitetsprincipen

Det totala antalet risker som en organisation medför bör vara proportionerliga mot de fördelar som organisationen skapar.

Fördelningsprincipen

Riskerna bör vara fördelade så att vissa personer eller grupper inte utsätts för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar risken innebär för samma person eller grupp.

Principen om undvikande av katastrofer

Risker bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser, som kan hanteras av de beredskapsresurser som finns tillgängliga, än i stora katastrofer.

A.3 Riskreduktion/kontroll

Denna del av riskhanteringsprocessen innebär genomförande av riskreducerande åtgärder och kontroll av att risken minskat. Beslutsfattande är en viktig del av detta moment i riskhanteringsprocessen. Det finns flera olika beslutskriterier som kan användas och enligt Mattsson (2000) kan beslutskriterierna delas in i fyra huvudkategorier:

Teknologibaserade kriterier

Kriteriet innebär att bästa möjliga teknik som finns för att minska risker ska användas.

Rättighetsbaserade kriterier

Detta kriterie innebär att alla personer har rätt att inte utsättas för en risk överstigande ett visst värde.

Nyttobaserade kriterier

Beslutskriteriet innebär att en åtgärd väljs efter en avvägning mellan dess kostnad och nytta.

Hybridkriterier

Detta innebär en kombination av flera av de ovanstående kriterierna. Exempelvis kan en maximal risknivå sättas (rättighetsbaserad) varefter de åtgärder som leder till en risknivå under den maximala utvärderas med nyttobaserade kriterier.

Bilaga B - Frekvensberäkning

För att kunna fastställa risknivån i det aktuella området behövs ett mått på frekvensen av de skadescenarier som bedöms kunna inträffa på aktuellt järnvägsavsnitt. Beräkning av frekvens för urspårning på järnväg sker enligt *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* (Fredén, 2001).

Erhållen frekvens används sedan som utgångspunkt vid bedömning av frekvenser för de olika skadescenariorna som redovisas under avsnitt 4.

Modellen omfattar ett antal olyckstyper med olika exponeringsvariabler och intensitetsfaktorer. För att kunna utföra beräkningarna krävs följande indata:

- Den studerade sträckans längd. I aktuellt fall 0,42 km då det är inom detta område som en olycka bedöms kunna påverka planområdet.
- Totalt antal tåg som passerar sträckan under ett år. I aktuellt fall görs beräkningar på 700 tåg/år. Antalet utgör ett antagande utifrån statistik erhållen av Transportstyrelsen för den aktuella sträckan.
- Totalt antal vagnar/år. I aktuellt fall antas att ett godståg i snitt har 20 vagnar vilket ger totalt 14 000 vagnar/år.
- Antal axlar per vagn. I aktuellt fall antas två vagnaxlar per vagn.
- Antal växlar på studerad sträcka. Inga växlar finns inom studerat område.
- Antal plankorsningar på studerad sträcka. I aktuellt fall, en.

Utifrån ovanstående kan sedan exponeringsvariabler i form av vagnaxelkm (11760), tågkm (294) och spårkm (0,42) bestämmas.

Ovanstående resulterar i följande urspårningsfrekvens:

Olyckstyp	Exponeringsvariabel	Intensitetsfaktor	Frekvens
Rälsbrott	Vagnaxelkm	1,0E ⁻¹⁰	1,18E ⁻⁶
Solkurva	Spårkm	2,0E ⁻⁴	8,40E ⁻⁵
Spårlägesfel	Vagnaxelkm	4,0E ⁻¹⁰	4,70E ⁻⁶
Vagnfel	Vagnaxelkm	3,1E ⁻⁹	3,65E ⁻⁵
Lastförskjutning	Vagnaxelkm	4,0E ⁻¹⁰	4,70E ⁻⁸
Annan orsak	Tågkm	5,7E ⁻⁸	1,68E ⁻⁶
Okänd orsak	Tågkm	1,4E ⁻⁷	4,12E ⁻⁵
Plankorsningsolycka	Antal	5,0E ⁻⁸	5,00E ⁻⁸
Totalt:			1,89E⁻⁴

Bilaga C - Beräkning av infallande strålning

Vid ett läckage av väteperoxid som blandas med brännbart material och antänds antas en pölbrand med en area på ca 175 m² uppstå. Kriterie för när strålning från branden anses kritisk för personer i närheten antas vara 10 kW/m². Detta är samma värde tillåts för kortvarig exponering vid utrymningsdimensionering enligt BBRAD 3.

Vid pölbränder finns det, enligt NIST (2000), en maximalt strålande flamma som är oberoende av pölstorlek. Det vill säga att oberoende av hur stor branden och flammen blir är det endast 15 meter (höjdled) av flammen som står för merparten (ca 90 %) av all strålning. Sambandet börjar gälla för de pölbränder som till ytan är mer än 100 m², vilket uppfylls i aktuellt fall.

För att erhålla konservativa resultat har en pölbrand med en diameter på 15 meter valts, vilket ger en flambas på ca 176 m².

En flamhöjd på 15 meter har enligt ovanstående resonemang valts vid beräkningar.

Beräkning av infallande värmestrålning sker enligt SFPE (2008). Följande värden på parametrar har använts vid beräkningar:

ϕ_{tot} = Synfaktorn (x)

ε = Emissionstalet (0,8)

σ = Stefan-Boltzmann konstant (5,67E-8 W/m²K⁴)

T = Absolut temperatur (1173 K)

E = Strålningsintensitet (10 kW/m²)

$$E = \phi_{\text{tot}} * \varepsilon * \sigma * T^4$$

Beräkning enligt ovan visar att infallande strålning understiger 10 kW/m² vid ett avstånd om 23,5 m från pölbrandens ytterkant. Beräkning utgår från spåret då ca 90 % av urspårningarna stannar i direkt närhet till spåret.

Detta innebär att konsekvensområdet uppgår till ett avstånd om 31 m från spåret. Vid aktuell analys antas personer inom detta avstånd omkomma om de utsätts för värmestrålning vilket är ett förenklat och konservativt antagande.

Bilaga D – Alternativ användning av planområde

Med anledning av att föreslagen detaljplan medger att planområdet, utöver planerad hälsocentral, nyttjas för kontor, centrumändamål och detaljhandel kompletteras upprättad riskanalys med förutsättningar för ovan nämnd verksamhet.

Enligt RIKTSAM kan aktuella verksamheter förutsättas ha en persontäthet om ca fyra personer per tusen kvadratmeter tomt (4 personer / 1000 m² tomt) vilket i aktuellt fall skulle innebära ett dimensionerande personantal på 40 personer vilket med marginal understiger personantalet i planerad hälsocentral.

För att erhålla en flexibilitet över planområdets användning antas dock att 240 personer vistas inom planområdet. Antagandet utgör en fördubbling av personantalet jämfört med nyttjande som hälsocentral vilket anses konservativt i förhållande till områdets storlek och tänkta användning.

Områdets alternativa användningsområden påverkar ej beräkning av individrisk utan berör endast samhällsrisk. Det förutsätts att ingen stadigvarande vistelse sker inom 15 m från järnvägsspår samt att erforderliga åtgärder i form av urspårningsskydd vidtas enligt upprättad riskanalys, varvid mekanisk påverkan på planområdet bortses från även vid alternativ användning av planområdet. Därmed är det konsekvensen av olycka med farligt gods som påverkas vid aktuell ändring.

Beräkningar visar att en ökning av personantalet med 120 personer innebär att riskkurvan förskjuts något in i nedre delen av ALARP-området vid scenariot med en explosion. Aktuell förändring av riskbilden anses marginell och bedöms därmed acceptabel med hänsyn till underliggande konservativa antaganden i konsekvensanalysen.

Ovanstående innebär att planområdet kan nyttjas för de verksamheter som omfattas av planförslaget, förutsatt att riskreducerande åtgärder avseende skydd mot urspårning sker i enlighet med upprättad riskanalys.