

RAPPORT

Riskbedömning med avseende på transport av farligt gods –
Kv. Gästis och Kv. Brädgården i Tierps kommun



Rapportnummer: 1022-101
Datum: 2013-08-28
Slutgiltig handling

Beställare: Tierps kommun
Maj-Britt Lundberg
Samhällsbyggnadsenheten

Vår uppdragsansvarige: Henrik Mistander
08-522 979 88
henrik.mistander@structor.se

Datum	Revidering	Status	Upprättad av	Granskad av
2013-08-15		Granskningshandling	Henrik Mistander	Hanna Langéen
2013-08-28		Slutgiltig handling	Henrik Mistander	Hanna Langéen

Sammanfattning

Tierps kommun har gett Structor Riskbyrån i uppdrag att genomföra en riskbedömning med avseende på transporter med farligt gods på Ostkustbanan för det fortsatta planarbetet med Kv. Gästis och Kv. Brädgården.

Syftet med denna riskbedömning är att utgöra underlag till utformningen av detaljplanerna, med hänsyn till olycksrisker. Därigenom är syftet också att uppfylla Länsstyrelsens krav på att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planering inom 150 meter från en transportled med farligt gods. Målet är att beräkna risknivåer vid planområdena och utifrån dessa föreslå rimliga riskreducerande åtgärder som möjliggör en acceptabelt låg risknivå.

Identifierade risker är förknippade med järnvägstrafik inklusive transporter med farligt gods på Ostkustbanan. Påverkan på planområdet kan ske genom mekanisk påverkan vid urspårningar eller olycksförlopp som involverar farligt gods. Det uppskattas ske ungefär fyra transporter med farligt gods per dygn. Samtliga klasser av farligt gods utom RID-S klass 1 & 7 förekom på sträckan under det studerade referensåret. Då klass 9 och 2.2 inte bedömts medföra någon beaktasvärd påverkan på människor är de klasser som ingår i grundberäkningen RID-S klass 2.1, 2.3, 3, 4, 5, 6 och 8. I känslighetsanalysen beaktas dock möjligheten att transporter med samtliga klasser av farligt gods kan förekomma. Det skyddsvärda definieras som människor inom planområdet.

Resultaten visar att risknivåerna är sådana att riskreducerande åtgärder krävs för båda planområdena. Identifierade åtgärder är primärt relaterade till individrisken, då samhällsrisken i området är svår att påverka med åtgärder inom planområdena. Åtgärder att införa i detaljplanen för Kv. Gästis är:

- Prickmark inom 30 meter från järnvägen (ingen ny bebyggelse får uppföras).
- Ventilationsintag till hotell placeras på sida som vetter bort från järnvägen.
- Utrymning från tillkommande byggnader ska kunna ske bort från järnvägen.

Identifierade åtgärder att införa i planen för Kv. Brädgården är:

- Obrännbar fasad mot järnvägen, befintlig port muras igen.
- Marken inom 30 meter från järnvägen (undantaget ytan för befintliga byggnader) föreslås utgöra prickmark i detaljplanen.
- Markanvändningen i lagerdelen av byggnaden begränsas till handel med sällanköpsvaror

Om dessa åtgärder vidtas bedöms de föreslagna planerna för Kv. Gästis och Kv. Brädgården medföra acceptabelt låga risknivåer.

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING	5
1.1 SYFTE	5
1.2 MÅL	5
1.3 AVGRÄNSNINGAR	5
1.4 KRAVBILD	5
1.5 UNDERLAGSMATERIAL	6
2 OMRÅDESBESKRIVNING	7
2.1 Kv. GÄSTIS	7
2.2 Kv. BRÄDGÅRDEN	8
2.3 OSTKUSTBANAN	8
3 OMFATTNING AV RISKHANTERING	9
4 RISKIDENTIFIERING	10
4.1 URSPÅRNING	10
4.2 UPPSKATTNING AV FARLIGT GODS-FLÖDET PÅ OSTKUSTBANAN	10
4.3 IDENTIFIERADE OLYCKSSCENARIER	11
4.4 SAMMANFATTNING AV RISKIDENTIFIERING	13
5 RISKANALYS	14
5.1 RESULTAT GRUNDBERÄKNING – INDIVIDRISKNIVÅ	14
5.2 RESULTAT GRUNDBERÄKNING - SAMHÄLLSRISKNIVÅ	15
5.3 OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS	15
6 RISKVÄRDERING	19
6.1 JÄMFÖRELSE MED RISKKRITERIER	19
6.2 BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	19
6.2.1 Kv. Gästis	19
6.2.2 Kv. Brädgården	20
7 SLUTSATS	20
REFERENSLISTA	23
BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR	24
BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR	30
BILAGA C - BERÄKNING AV RISKNIVÅER	34

1 Inledning

Tierps kommun har gett Structor i uppdrag att genomföra en riskbedömning med avseende på transporter med farligt gods på Ostkustbanan för det fortsatta planarbetet med Kv. Gästis och Kv. Brädgården.

1.1 Syfte

Syftet med denna riskbedömning är att utgöra underlag till utformningen av detaljplanerna, med hänsyn till olycksrisker. Därigenom är syftet också att uppfylla Länsstyrelsens krav på att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planering inom 150 meter från en transportled med farligt gods.

1.2 Mål

Målet är att beräkna risknivåer vid planområdena och utifrån dessa vid behov föreslå rimliga riskreducerande åtgärder som möjliggör en acceptabelt låg risknivå.

1.3 Avgränsningar

Denna riskbedömning är avgränsad till att behandla olyckshändelser med transporter av farligt gods, som har en direkt påverkan på människors liv och hälsa. Effekter på människors hälsa till följd av långvarig exponering av exempelvis buller eller luftföroreningar beaktas inte. Ingen hänsyn tas till attentat eller händelser som genomförs med uppsåt.

1.4 Kravbild

Riskbedömningen avser att uppfylla kraven på riskhantering i *Riskhänsyn vid ny bebyggelse*¹ (se Figur 1), samt även beakta storstadslänens länsstyrelsers riskpolicy *Riskhantering i detaljplaneprocessen*². Därigenom kan även de krav på hänsyn till människors hälsa och säkerhet som ställs i Plan- och bygglagen³ och Miljöbalken⁴ uppfyllas.



Figur 1. Styrande dokument som anger kravbild för denna riskbedömning.

Vidare har ett antal punkter med krav på innehåll i riskbedömningen specificerats av Tierps kommun utifrån samrådssynpunkter från räddningstjänsten, Länsstyrelsen och Trafikverket. Dessa punkter stämmer väl in i den riskhanteringsprocess som kommer att tillämpas i denna utredning.

1.5 Underlagsmaterial

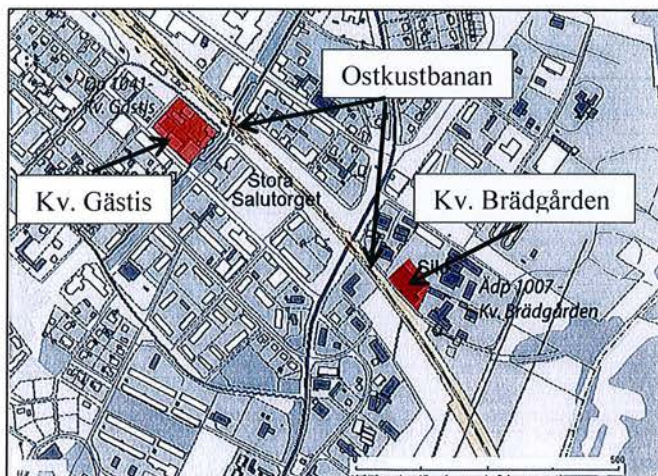
Följande underlagsmaterial har funnits tillgängligt vid genomförandet av denna riskbedömning:

- Tierps kommun (2013) Förfrågningsunderlag för direktupphandling – Förfrågan kring beställning av riskanalys/utredning. Datum: 2013-07-23.
- Plankarta med bestämmelser: Ersättning av DETALJPLAN för Kv Gästis i Tierps köping. Upprättad 2013-06-18.
- Plankarta med bestämmelser: Förslag till detaljplan för Kv Brädgården fastigh. Tierp 2:1, 100:9 m fl Tierps köping. Datum 2003-07-10.

Övriga underlagsmaterial som använts vid riskbedömningen refereras till löpande i texten.

2 Områdesbeskrivning

De båda planområdena är belägna i Tierps köping, se Figur 2.

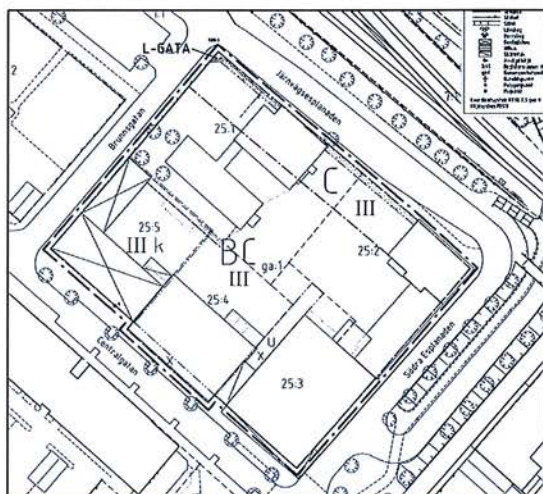


Figur 2. Kartbild över del av Tierps köping med planområdena markerade i röd färg och den aktuella riskkällan som utgörs av Ostkustbanan.

2.1 Kv. Gästis

Planområdet utgörs av ett kvarter som begränsas av Centralgatan, Brunnsgatan, Järnvägsplanen och Södra Esplanaden. Ytan uppgår till ca 0,8 ha. Inom kvarteret finns idag hotell/gästgiververksamheten Gästis (se foto på rapportens framsida), ett antal mindre butiker, en ICA-butik och ett Systembolag.

Syftet med pågående planarbete är att tillåta bostadsändamål inom delar av planområdet, möjliggöra en tillbyggnad av Gästis, tillåta befintliga verksamheter såsom kontor och hotell- och restaurangverksamhet genom planbeteckningen C (centrum) istället för gällande H (handel) samt att ge ett stärkt skydd åt en byggnad med kulturhistoriskt värde. De närmast delarna av planområdet ligger på knappt 30 meter från närmaste järnvägsspår, se Figur 3.



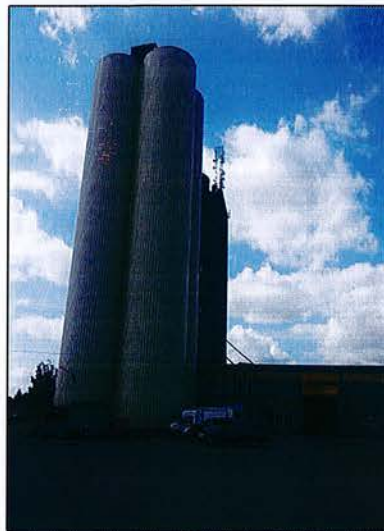
Figur 3. Utkast till plankarta för Kv. Gästis.

2.2 Kv. Brädgården

Planområdets yta uppgår till omkring 0,5 ha och är direkt angränsande till järnvägen. Befintlig bebyggelse utgörs av en anläggning med silos för spannmål och anslutande lagerbyggnad. I lagerbyggnaden bedrivs i nuläget handel med sällanköpsvaror som produkter för trädgårdsskötsel och jordbruk m.m. (Wollerts spannmål AB).

Syftet med pågående planarbete säkerställa att verksamheten överensstämmer med detaljplanen.

Planområdet ansluter direkt till järnvägen, men avstånd mellan byggnadens fasad och närmaste järnvägsspår är omkring 20 meter.



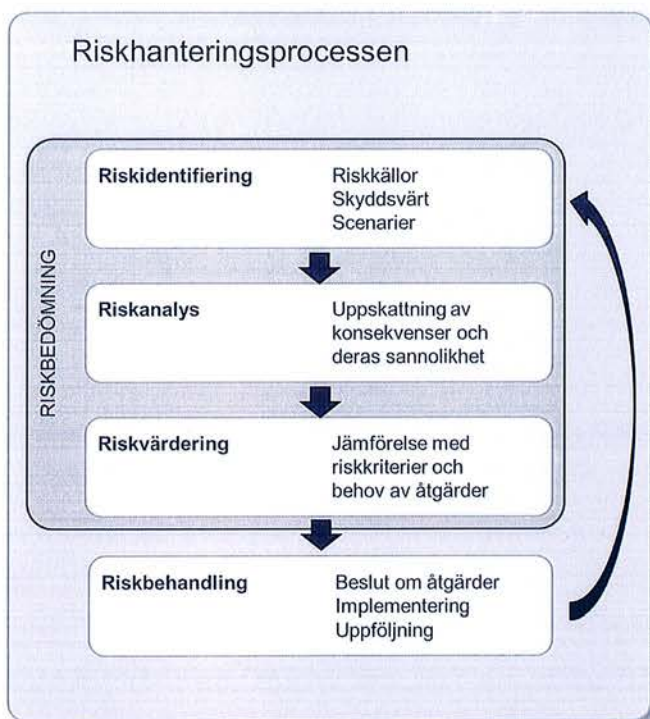
Figur 4. Silo på Kv. Brädgården.

2.3 Ostkustbanan

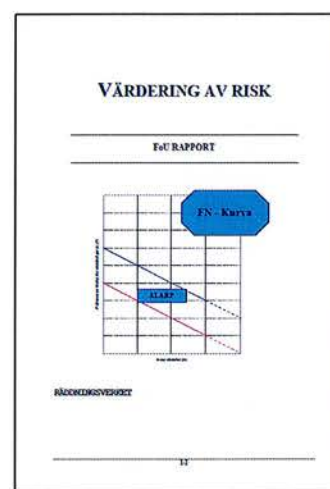
Ostkustbanan är järnvägen mellan Stockholm och Sundsvall via Uppsala och Gävle. Den är en transportled för farligt gods och har dubbelspår. För uppskattning av trafikflödet har uppgifter från Trafikverket använts⁵. Uppgifterna gör gällande att i genomsnitt 130 tåg per dygn trafikerar sträckan under perioden 2012-12-12 till 2013-12-12. Trafiken utgörs av 121 persontåg och 9 godståg.

3 Omfattning av riskhantering

I detta uppdrag genomförs en riskbedömning enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000⁶, se Figur 5. Det innebär att det sista steget i riskhanteringsprocessen (riskbehandling) genomförs av Tierps kommun i samband med upprättande av detaljplanerna.



Figur 5. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000⁶.



Figur 6. Riskvärderingskriterier tillämpas enligt *Värdering av risk*⁷.

Riskbedömningen genomförs som en kvantitativ analys där individ- och samhällsrisknivåer beräknas. Tillämpade riskvärderingskriterier för både individ- och samhällsrisk utgörs av de föreslagna kriterierna i *Värdering av risk*⁷, se Figur 6.

4 Riskidentifiering

Riskkällor, skyddsvärt & scenarier

Den riskkälla som tidigare identifierats i omgivningen och som avses att studeras i denna analys utgörs av transporter med farligt gods på Ostkustbanan. Det skyddsvärda definieras som människor inom planområdena som kan påverkas vid en olycka med farligt gods. För att identifiera vilka typer av händelseförlopp (scenarier) som kan bli aktuella krävs information om vilka typer av farligt gods som transporteras.

4.1 Urspårning

Ett urspårande tåg (persontåg eller godståg) kan träffa byggnader eller människor som vistas inom planområdet. Konsekvenserna av en urspårning beror på hur långt ifrån spåret som tåget hamnar och sannolikheten beror på antalet tåg, vagnar och axlar som passerar den aktuella sträckan.

Tabell 1. Trafikflöde⁵ på Ostkustbanan förbi Tierp.

Tågtyp	Antal tåg per dygn	Medelantal vagnar	Medelantal axlar/vagn
Persontåg	121	3	3
Godståg	9	17	3

4.2 Transporter av farligt gods på Ostkustbanan

Statistik över antalet transporter med farligt gods på Ostkustbanan år 2010 har erhållits från Trafikverket⁸, se Tabell 2. Då materialet inte innehåller några exakta siffror utan anger ett intervall så har det högsta värdet i intervallet använts för att ge ett konservativt resultat. För riskgrupper 2.1, 2.2 och 2.3 redovisas i det aktuella materialet enbart det totala antalet vagnar med farligt gods klass 2. Fördelningen mellan de olika riskgrupperna har därför baserats på den nationella kartläggning som genomfördes av MSB 2006⁹ och som visade att på nationell nivå så var omkring 73 % av klass 2 transporter riskgrupp 2.1, 3 % var riskgrupp 2.2 och omkring 24 % var riskgrupp 2.3.

Tabell 2. Transporter med farligt gods på Ostkustbanan förbi Tierp.

RID-S klass	Antal transporterade vagnar per år
1	0
2	151 - 500
3	15001 - 19743
4.1	151-200
4.2	11-20
4.3	76-150
5.1	1201-2500
5.2	14-17
6.1	1-50
7	0
8	101-400
9	290-538

4.3 Identifierade olycksscenarier

Baserat på uppskattningen av farligt gods-flödet i föregående avsnitt konstateras att det förekom transporter med samtliga klasser av farligt gods utom RID-S klass 1 och klass 7. De olycksscenarier eller olycksförlopp som därmed förväntas kunna uppkomma presenteras översiktligt i Tabell 3. Eftersom det finns osäkerheter i flödesuppskattningarna kan känslighetsanalyser där samtliga klasser av farligt gods förekommer bli aktuella. Av den anledningen beskrivs olycksförlopp för samtliga klasser.

Tabell 3. Allmänna beskrivningar av olycksförlopp för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur^{10,11,12}.

RID-S klass	Beskrivning
1 - Explosiva ämnen och föremål	De explosioner som olyckor med RID-S klass 1 kan medföra påverkar omgivningen med tryckpåverkan, värmestrålning och splitter. Vid stora mängder explosiva varor kan skador från tryckvågen uppstå på flera hundratals meter, och splitterskador på uppemot en kilometer.
2 – Gaser	Olycksförloppen vid olyckor som involverar gaser skiljer så mycket åt beroende på vilken typ av gas som är inblandad. Nedan beskrivs de olika riskgrupperna <i>2.1 Brandfarliga gaser</i> , <i>2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas</i> samt <i>2.3 Giftiga gaser</i> .
<i>2.1 - Brandfarliga gaser</i>	Olyckor med brandfarliga gaser inkluderar olika brandförlopp som kan påverka omgivningen genom värmestrålning eller tryckpåverkan. Vid ett läckage som antänds omgående uppstår en jetflamma som orsakar värmestrålning mot omgivningen. Om ingen antändning sker kan den utsläppta gasen bilda ett brännbart gasmoln som förflyttar sig med vinden och vid senare antändning orsakar en gasmolnexplosion. Gasmolnexplosionen orsakar värmestrålning och under vissa mycket specifika förhållanden även tryckvågor mot omgivningen. I sällsynta fall kan även en typ av explosion som kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) uppstå. Dessa tre scenarier kan medföra påverkan på några hundratals meter om den brandfarliga gasen transporteras i stora mängder i tank.
<i>2.2 – Icke giftig, icke brandfarlig gas</i>	Den påverkan på omgivningen som kan uppstå vid olyckor med denna riskgrupp är främst om det till följd av kraftig uppvärmning sker en kärleksprängning, som kan leda till omkringflygande kärldelar eller splitter.
<i>2.3 – Giftiga gaser</i>	En olycka med giftig gas kan leda till påverkan på omgivningen om ett läckage leder till att ett giftigt gasmoln kan sprida sig från olycksplatsen. Spridningen av den giftiga gasen beror bland annat på läckagestorlek och väderförhållanden. Påverkan på människor kan uppkomma på flera hundratals meter.
3 – Brandfarliga vätskor	Olycksförlopp med brandfarliga vätskor innebär typiskt att ämnet vid läckage strömmar ur tanken och breder ut sig på marken och formar en pöl. Pölens utbredning beror på underlagets utformning (lutning, diken, porositet med mera). Om det sker en antändning uppstår en pölbrand, som påverkar omgivningen inom ett par tiotals meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.
4 – Brandfarliga fasta ämnen	Olyckor som involverar brandfarligafasta ämnen kan påverka omgivningen inom något tiotal meter främst genom värmestrålning och giftiga brandgaser.
5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Oxiderande ämnen är brandfrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen samt i vissa fall leda till explosioner. Organiska peroxider är mycket reaktiva och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Påverkan på omgivningen kan alltså uppstå genom värmestrålning vid bränder eller tryckpåverkan och splitter vid explosioner. Påverkan på människor kan uppkomma till några tiotal meter.
6 – Giftiga och smittfarliga ämnen	Giftiga substanser som troligen kan orsaka allvarlig ohälsa eller död, eller smittfarligt ämne, bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet.
7 – Radioaktiva ämnen	Ämnen som genom sitt sönderfall producerar alfa-, beta- eller gammastrålning transporteras inte på sådant sätt så att de kan medföra akut påverkan på människor vid ett tidbegränsat olycksscenario. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.
8 – Frätande ämnen	Ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet
9 – Övriga farliga ämnen	Ett vanligt exempel på RID-S klass 9 är asbest. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.

4.4 Sammanfattning av riskidentifiering

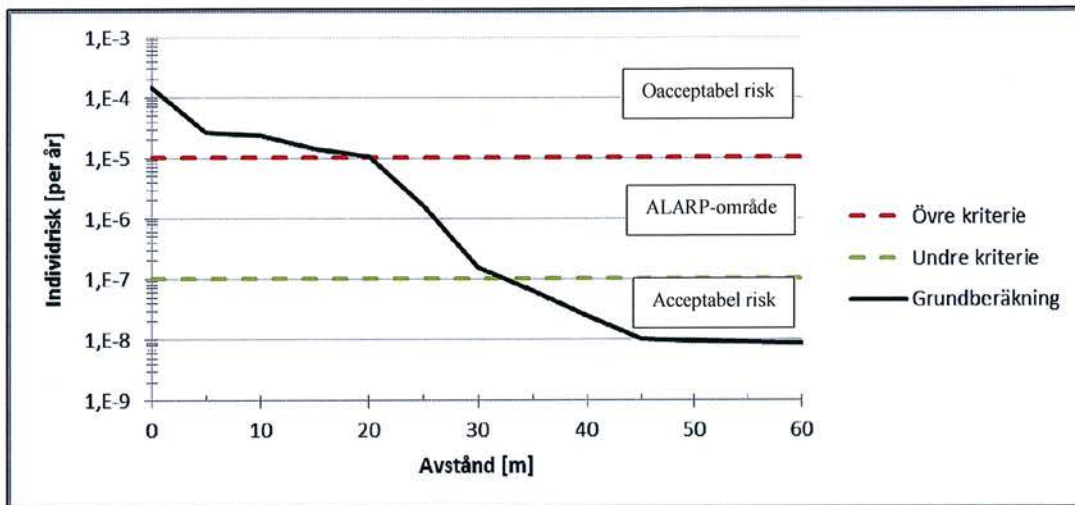
Studerad riskkälla utgörs av järnvägstrafik inklusive transporter med farligt gods på Ostkustbanan. Påverkan på planområdet kan ske genom antingen mekanisk påverkan vid urspårningar eller olycksförlopp som involverar farligt gods. Det uppskattas ske ungefär fyra transporter med farligt gods per dygn. Samtliga klasser av farligt gods utom RID-S klass 1 & 7 förekom på sträckan under det studerade referensåret. Då klass 9 och 2.2 inte bedömts medföra någon beaktasvärd påverkan på människor är de klasser som ingår i grundberäkningen RID-S klass 2.1, 2.3, 3, 4, 5, 6 och 8. Med anledning av osäkerheter i både fördelningen mellan klasserna av farligt gods, samt prognoser för det framtida trafikflödet, bör känslighetsanalysen dock även ta hänsyn till transporter av samtliga farligt gods klasser, och ett eventuellt högre framtida totalflöde. Det skyddsvärda definieras som människor både inom och utanför planområdena.

5 Riskanalys

Uppskattning av konsekvenser och deras sannolikhet

Risikanalysen genomförs som en kvantitativ analys med beräkningar av frekvenser och konsekvenser för de identifierade olycksscenarierna. I Bilaga A beskrivs de förutsättningar och antaganden som legat till grund för frekvensberäkningarna, medan Bilaga B beskriver konsekvensberäkningar och Bilaga C hur beräkning av risknivåer genomförts. I följande avsnitt redovisas resultaten av beräkningarna.

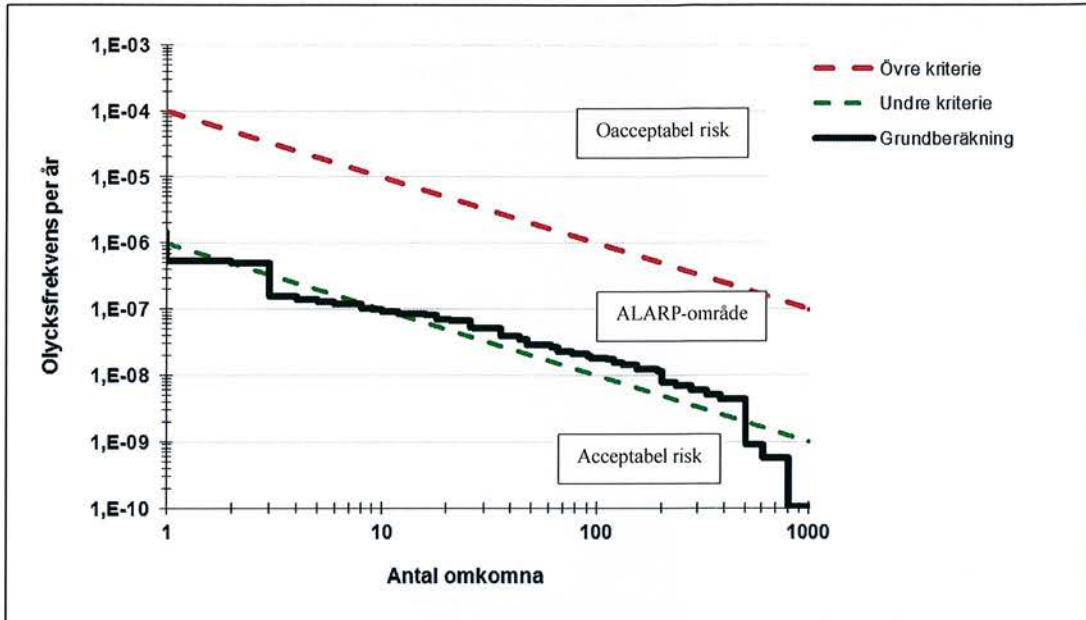
5.1 Resultat grundberäkning – Individrisknivå



Figur 7. Individrisknivå beräknad för Ostkustbanan genom Tierp.

Individrisken beskriver sannolikheten att en person som vistas på en viss plats ska drabbas av en olycka kopplad till järnvägen. Resultaten från beräkningarna visar att individrisken hamnar i ALARP-området ungefär mellan trettio och tjugo meter från järnvägen, vilket innebär att åtgärder måste övervägas inom detta område. Närmare än 20 meter från järnvägen är individrisknivån oacceptabelt hög och området ska därför utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

5.2 Resultat grundberäkning - Samhällsrisiknivå



Figur 8. Samhällsrisiknivå uppskattad för området med dagens bebyggelse och efter utbyggnad.

Den beräknade samhällsrisiken beskriver sannolikheten för att visst antal människor ska påverkas av en olycka som sker på järnvägen. Resultaten visar att samhällsrisiknivån i Tierps tätort precis överstiger det undre acceptanskriteriet och hamnar i de lägre delarna av ALARP-området. Samhällsrisiken påverkas dock väldigt lite av de aktuella planerna och bör snarare användas som ett underlag vid fortsatt strategisk planering inom Tierps tätort och eventuell förtätning av bebyggelsen.

5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

Resultaten i riskbedömningar bör alltid betraktas med vetskap om de osäkerheter som finns i de många antaganden och ingångsvärden som använts vid analysen. I denna riskbedömning bedöms de antaganden och ingångsvärden som är särskilt förknippade med osäkerheter vara:

- Flödet av farligt gods på Ostkustbanan
- Det framtida trafikflödet på Ostkustbanan
- Uppskattningar av antal omkomna vid de olika scenarierna

För att genomföra analysen krävs att antaganden görs om en rad olika parametrar. För att säkerställa att riskerna inte underskattats har de gjorda antagandena varit konservativa. Baserat på detta kan det antas att den verkliga risknivån inte överstiger den beräknade. För att testa om detta antagande är rimligt genomförs en känslighetsanalys där ett antal omräkningar av resultaten gjorts, i vilka ingående variabler fått ändrade värden. De genomförda beräkningarnas varierande förutsättningar beskrivs nedan:

Känslighetsanalys 1

Vid val av fördelning mellan klasser av farligt gods tillämpas de lägsta värdena i intervallet i tillgänglig statistik (de lägre siffrorna i intervallen i Tabell 2).

<i>Känslighetsanalys 2</i>	Persontätheten inom det studerade området höjs från 1766 personer/km ² till 2500 personer/km ² .
<i>Känslighetsanalys 3</i>	Trafikflödet på järnvägen dubblas (antalet resandetåg dubblas, totala antalet godståg dubblas och antalet vagnar med farligt gods dubblas).
<i>Känslighetsanalys 4</i>	Flödet av farligt gods antas ha en fördelning som är mer representativ för genomsnittet på hela det svenska järnvägsnätet. Det innebär att 12 % av godsflödet utgörs av farligt gods ¹³ (istället för 43 % som uppskattats för den aktuella sträckan). Det totala godsflödet antas oförändrat. Tabell 4 visar fördelningen mellan klasserna i grundberäkningen (specifik data för sträckan) och för känslighetsanalys 4 (nationell fördelning för åren 2006-2010 ¹⁴).

Tabell 4. Fördelning mellan klasser av farligt gods i Känslighetsanalys 4.

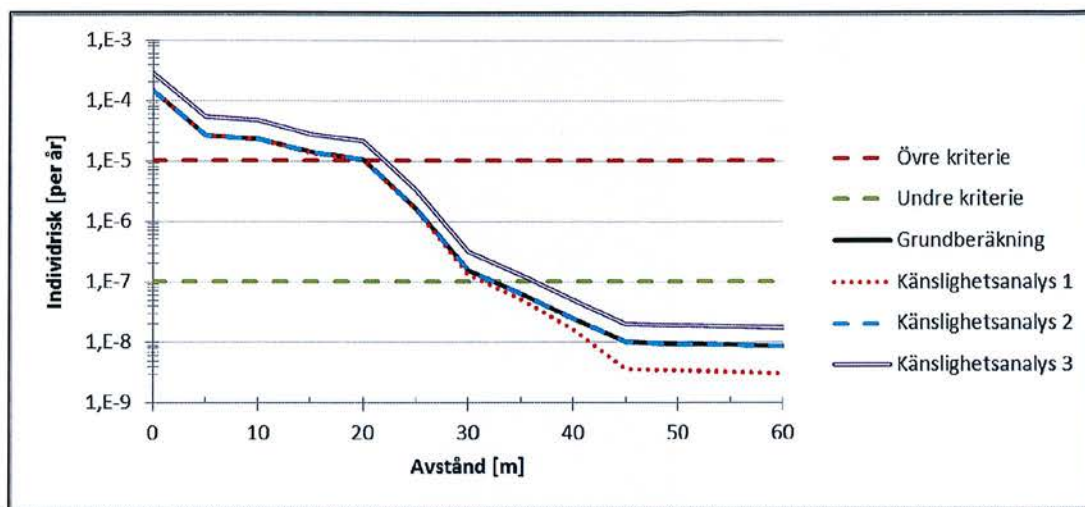
RID-S klass	Andel i grundberäkning [%]	Andel i känslighetsanalys 4 [%]
1	0	0,02
2.1	1,51	21,26
2.3	0,50	7,09
3	81,86	38,96
4	1,53	7,17
5	10,44	13,09
6	0,21	1,69
7	0	0,03
8	1,66	9,19
9	2,23	0,74

5.3.1 Känslighetsanalysernas påverkan på individrisken

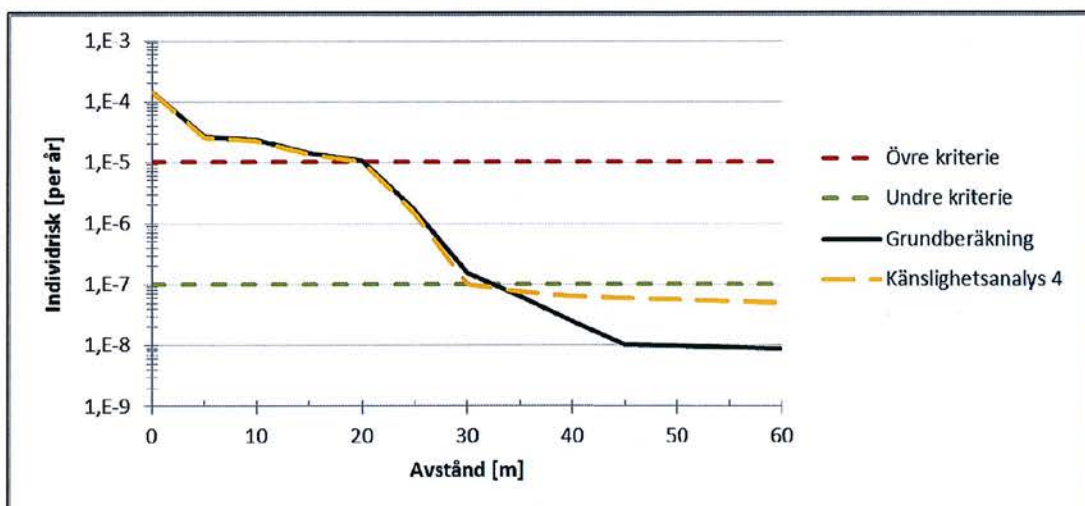
Resultaten (se Figur 9) visar att känslighetsanalys 1 medför en minskad individrisknivå på avstånd över 40 meter. Känslighetsanalys 2 medför ingen förändring i individrisknivå. Känslighetsanalys 3 medför en ökning av individrisknivån och ett ALARP-område som sträcker sig till knappt 40 meter från järnvägen.

Resultaten från känslighetsanalys 4 (se Figur 10) visar en oförändrad individrisknivå nära järnvägen och en något högre risknivå än för grundberäkningen på större avstånd. På dessa avstånd är dock individrisken acceptabelt låg.

Sammantaget visar resultaten att den ursprungligt beräknade risknivån är relativt robust mot de studerade förändringarna. Även med en fördubbling av trafikflödet på järnvägen beräknas individrisknivån bli acceptabelt låg bortom 40 meter från järnvägen. Grundberäkningens resultat bedöms därmed vara en god utgångspunkt för fortsatta resonemang om riskreducerande åtgärder.

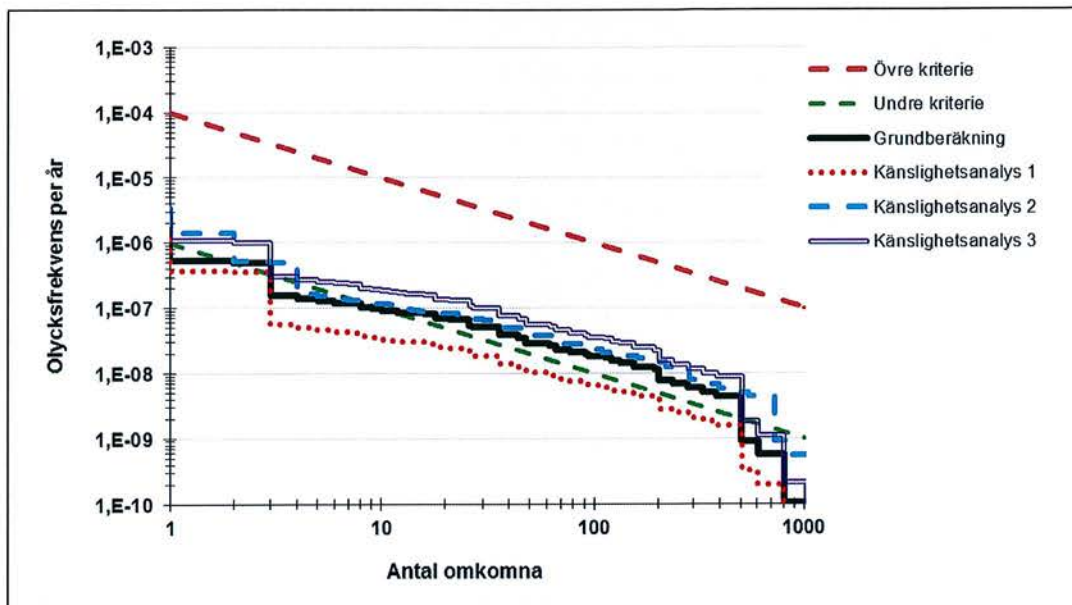


Figur 9. Individriskkurvor för grundberäkningen samt Känslighetsanalyser 1, 2 och 3.

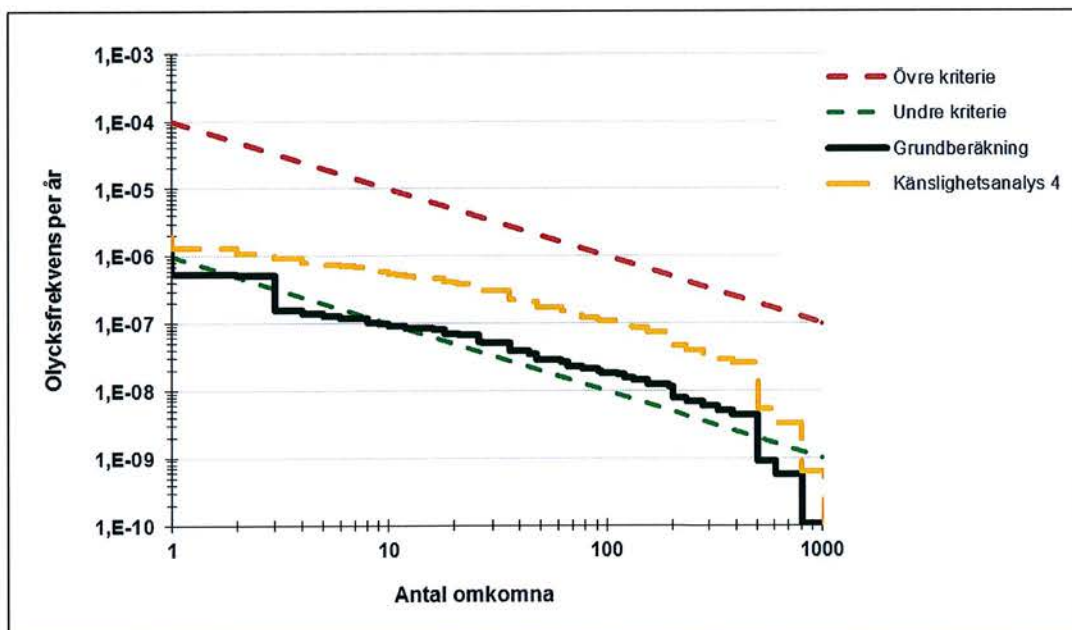


Figur 10. Individriskkurvor för grundberäkningen och Känslighetsanalys 4.

5.3.2 Känslighetsanalysernas påverkan på samhällsrisk



Figur 11. Samhällsriskkurvor för grundberäkningen och för Känslighetsanalyser 1,2 & 3.



Figur 12. Samhällsriskkurvor för grundberäkningen och för Känslighetsanalys 4.

Resultatet visar att med avseende på samhällsrisknivån sker en viss ökning i känslighetsanalyserna 2 & 3, men att risknivån inte uppnår oacceptabla nivåer utan håller sig i de lägre delarna av ALARP-området (se Figur 11). I känslighetsanalys 1 minskar samhällsrisknivån till att aldrig nå ALARP-området utan stanna inom det acceptabelt låga

området. Resultaten visar att i samtliga analyser så är det riskbidraget från olyckor med giftig gas som bidrar till att samhällsrisknivån når in i ALARP-området.

Resultatet från känslighetsanalys 4 (se Figur 12) visar en förhöjd samhällsrisknivå som når högre upp i ALARP-området. Likt grundberäkningen är samhällsrisknivån dock inte oacceptabelt hög. Det faktum att risknivån höjs vid känslighetsanalys 4 bedöms bero på att andelen gaser är större i det nationella genomsnittet än på den aktuella sträckan. Riskbidraget från giftiga gaser är i detta scenario betydande och beror på att dessa scenarier har relativt långa konsekvensavstånd och kan medföra ett stort antal påverkade människor, men de inträffar med relativt låg frekvens.

Det finns ingenting som tyder på att mängden giftiga gaser skulle öka kraftigt på sträckan då dessa transporter är direkt kopplade till sådana verksamheter som hanterar dem. Baserat på avsaknaden av sådana verksamheter utmed den aktuella sträckan (som inte ligger utmed det viktigare godsstråket för genomfart genom Bergslagen⁸) bedöms det faktiska flödet på sträckan vara mer relevant att utgå ifrån än det nationella snittet.

Sammantaget bedöms därför resultaten i grundberäkningen vara relevanta att utgå ifrån i fortsatta resonemang om riskreducerande åtgärder.

6 Riskvärdering

Jämförelse med riskkriterier och behov av åtgärder

6.1 Jämförelse med riskkriterier

De riskkriterier som används för jämförelse är enligt ovan hämtade från Räddningsverkets *Värdering av risk*⁷. Resultaten visar att individrisken är acceptabelt låg på avstånd som överstiger omkring 30 meter från järnvägen. I området mellan 20-30 meter från järnvägen måste alla rimliga åtgärder vidtas. Inom 20 meter är individrisken oacceptabelt hög. Resultaten med avseende på samhällsrisk visar att den beräknade samhällsrisknivån precis hamnar i gränslandet mellan acceptabelt låg risk och en nivå där rimliga åtgärder ska vidtas.

6.2 Behov av riskreducerande åtgärder

Som utgångspunkt för identifiering av lämpliga riskreducerande åtgärder används rapporten *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*¹⁵ och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*¹⁶.

Det har tidigare konstaterats att riskbidraget från olyckor med transporter av giftiga gaser gör att samhällsrisken generellt i Tierp är något förhöjd. De typer av olycksförlopp som dessa olyckor innebär är mycket svåra att hantera med hjälp av åtgärder i den bebyggda miljön. Det har inte identifierats några rimliga åtgärder som kan vidtas inom de aktuella planerna för att minska den generella samhällsrisknivån i den studerade kvadratkilometern. Det beror på att risken studeras över ett större (1 km²) område, vilket får till följd att åtgärder som vidtas in de relativt små planområdena inte ger någon mätbar effekt på totalrisken. Med avseende på resulterande individrisknivåer kan dock vissa åtgärder vidtas vid planområdena, se följande avsnitt.

6.2.1 Kv. Gästis

Den tillkommande verksamheten inom Kv. Gästis är utbyggd hotellverksamhet och då detta innebär att sovande människor med mindre god lokalkännedom kommer att uppehålla sig inom det aktuella planområdet föreslås följande riskreducerande åtgärder:

- Prickmark inom 30 meter från järnvägen (ingen ny bebyggelse får uppföras) för att på så sätt undvika att personer inte befinner sig inom det område där individrisken är förhöjd.
- Ventilationsintag till hotell placeras på sida som vetter bort från järnvägen. Detta medför att sannolikheten för att personer på hotellet ska drabbas av konsekvenser i form av gasutsläpp och brandrök.
- Utrymning från tillkommande byggnader ska kunna ske bort från järnvägen för att säkerställa att människor inte vid en stor brand utrymmer mot järnvägen och därmed utsätts för oacceptabla strålningsnivåer.

Sammantaget innebär dessa åtgärder att individrisknivån för personer som vistas på hotellet reduceras och med god marginal hamnar på acceptabla risknivåer. För de tillkommande bostäderna inom planområdet har inga riskreducerande åtgärder bedömts nödvändiga, då dessa befinner sig på ett större avstånd från järnvägen. I området mellan byggnaderna och järnvägen råder en individrisknivå som hamnar inom ALARP-området, varför det inte direkt kan anses lämpligt för vistelse. En rimlig riskreducerande åtgärd är därför att området utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

6.2.2 Kv. Brädgården

Inom Kv Brädgården finns idag verksamhet som är att betrakta som sällanköpshandel med ett lågt personantal. Byggnaden är uppförd i obrännbart material och väggen som vetter mot järnvägen är tillverkad av betong vilket bedöms reducera sannolikheten för påverkan från ett flertal av farligt gods scenariona trots att byggnaden ligger inom det så kallade ALARP-området. Följande riskreducerande åtgärder rekommenderas:

- Mot järnvägen har lagerbyggnaden för handelsändamål en icke brännbar fasad som är sluten förutom genom en befintlig port, se Figur 13. En planskivning som kräver obrännbar fasad bedöms vara lämpligt för att minska sannolikheten för brandspridning till byggnaden i händelse av en brand vid järnvägen. Detta innebär att den befintliga porten behöver muras igen.



Figur 13. Befintlig port i fasad mot järnvägen.

- Marken inom 30 meter från järnvägen (undantaget ytan för befintliga byggnader) föreslås utgöra prickmark i detaljplanen. Detta för att förhindra framtida bebyggelse uppförs i det område där individrisken är förhöjd.

Även med dessa åtgärder bedöms individrisken vara något förhöjd till följd av riskbidraget från mekanisk påverkan vid urspårningar. Möjliga åtgärder som motverkar detta inkluderar

uppförande av en mur, vall eller installation av urspåringsräl på järnvägen. Dessa åtgärder bedöms vara svåra att genomföra. Tierps kommun kan överväga att acceptera en något förhöjd individrisk med hänsyn till rimligheten i de möjliga riskreducerande åtgärderna samt den aktuella verksamhetens art. Med anledning av detta rekommenderas ändå att:

- Markanvändningen i lagerdelen av byggnaden begränsas till handel med sällanköpsvaror.

7 Slutsats

Resultaten visar att risknivåerna är sådana att riskreducerande åtgärder krävs för båda planområdena. Identifierade åtgärder är primärt relaterade till individrisken, då samhällsrisken i området är svår att påverka med åtgärder inom planområdena. Åtgärder att införa i detaljplanen för Kv. Gästis är:

- Prickmark inom 30 meter från järnvägen (ingen ny bebyggelse får uppföras).
- Ventilationsintag till hotell placeras på sida som vetter bort från järnvägen.
- Utrymning från tillkommande byggnader ska kunna ske bort från järnvägen.

Identifierade åtgärder att införa i planen för Kv. Brädgården är:

- Obrännbar fasad mot järnvägen, befintlig port muras igen.
- Marken inom 30 meter från järnvägen (undantaget ytan för befintliga byggnader) föreslås utgöra prickmark i detaljplanen.
- Markanvändningen i lagerdelen av byggnaden begränsas till handel med sällanköpsvaror

Om dessa åtgärder vidtas bedöms de föreslagna planerna för Kv. Gästis och Kv. Brädgården medföra acceptabelt låga risknivåer.

Referenslista

- ¹ Länsstyrelsen i Stockholms län (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill väg och järnväg för transport av farligt gods samt intill bensinstationer*. Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- ² Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*. Faktablad 2006:000.
- ³ Plan- och bygglagen, SFS 2010:900.
- ⁴ Miljöbalk, SFS 1998:808.
- ⁵ Nilsson, Andreas (Personligen 2013-08-09) Utdrag ur Tågplan T13 via Kundtjänst: Trafikverket.
- ⁶ SIS (2010). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering – Principer och riktlinjer*. Utgåva 1, ICS: 03.100.01;04.050. Stockholm: Swedish Standards Institute (SIS).
- ⁷ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ⁸ Trafikverket (2010) *Statistik Farligt gods på järnväg 200910-201009*. Källa: Banstat. Datum 2010-10-22. Trafikverket.
- ⁹ MSB (2013) *Trafikflödet på järnväg*. [Elektronisk] Tillgänglig: <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Jarnvag/>. 2013-08-22.
- ¹⁰ Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.
- ¹¹ Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- ¹² FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Forsvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.
- ¹³ Trafikanalys (2012) *Godstransporter i Sverige – redovisning av ett regeringsuppdrag*. Rapport 2012:7. Stockholm: Trafikanalys.
- ¹⁴ TRAFKA (2011) *Bantrafik 2010. Statistik 2011:4*. Trafikanalys.
- ¹⁵ Boverket & Räddningsverket (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- ¹⁶ SKL (2012). *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting, Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad.

Bilaga A - Frekvensberäkningar

För beräkning av hur ofta olyckor på järnvägen förväntas inträffa används den metod som presenteras i Banverkets *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*¹. Viktiga indata till beräkningarna är delvis hämtade därur, delvis inhämtade från andra källor. De presenteras i Tabell 5.

Tabell 5. Indata till frekvensberäkningar.

Variabel	Använt värde i grundberäkning
Studerad järnvägssträcka [km]	1
Antal spår [st]	2
Antal växlar [st]	4
Medelantal vagnar som deltar i urspårning [st]	3,5
Antal persontåg per genomsnittsdryg [st]	121
Antal vagnar per persontåg [st]	3
Antal godståg per genomsnittsdryg [st]	9
Antal vagnar per godståg [st]	17
Axelantal per vagn [st]	3

Med hjälp av beräkningsmodellen uppskattas frekvenser för urspårningar. Urspårningen i sig kan medföra påverkan på människor inom planområdet, vilket beror på hur långt från spåret som vagnarna hamnar. Uppskattning av avståndsfördelning för urspårade vagnar presenteras i Tabell 6.

Tabell 6. Fördelning över avstånd från spår för urspårade vagnar [m]¹.

Avstånd från spår	0-5 m	5-15 m	15-25 m	> 25 m
Resandetåg	96 %	2 %	2 %	0 %
Godståg	91 %	5 %	2 %	2 %

Fördelningen som används vid konsekvensberäkningarna, se Bilaga B, är sedan viktad utifrån fördelningen mellan resandetåg och godståg på den aktuella sträckan.

Förutom den mekaniska påverkan som kan uppkomma vid en urspårning kan olycksförloppet initiera mer komplexa olycksförlopp som involverar farligt gods (om farligt gods förekommer på inblandade vagnar). Vid beräkningarna beaktas sannolikheten för att farligt gods är inblandat i urspårningen med hänsyn till medelantalet vagnar som antas delta i en urspårning och andelen av godsvagnarna som innehåller farligt gods.

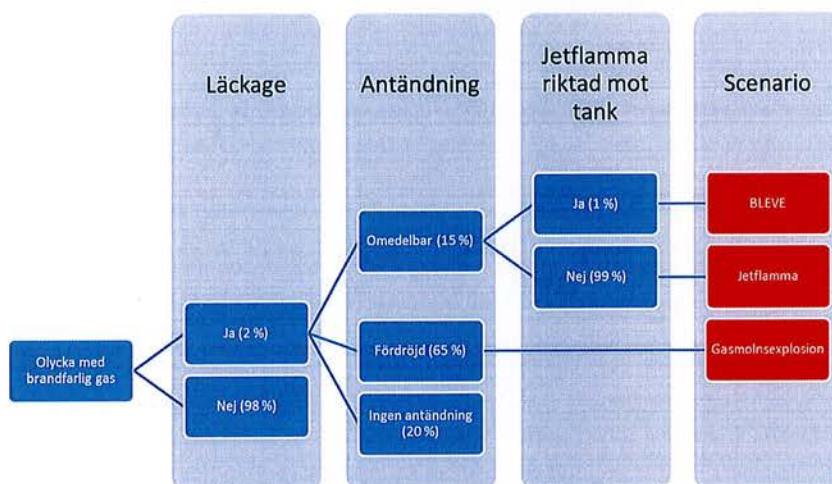
För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik. I följande avsnitt presenteras (i förekommande fall) händelseträd för de olika klasserna av farligt gods som förekommer.

RID-S klass 1

För uppskatta frekvensen av explosioner till följd av olyckor med RID-S klass 1, används inget händelseträd. Detta med anledning av att sannolikheten för detonation inte är direkt relaterad till att det sker en olycka där det farliga ämnet läcker ut. Istället kan det antas att en explosion kan uppkomma till följd av osäkra explosiver, brandpåverkan eller stötpåverkan med en frekvens av ungefär $7,52 \cdot 10^{-10}$ per vagnkilometer².

RID-S klass 2.1

De händelseförlopp som kan uppkomma vid olyckor med brandfarlig gas har (enligt avsnitt 4.3) identifierats som: jetflamma, gasmolnsexplosion och BLEVE. Ett möjligt förlopp illustreras av händelseträdet i Figur 14.



Figur 14. Händelseträd för olycka med brandfarlig gas.

Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 2 %¹. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*³. Följande sannolikheter är resultatet av en sammanvägning av de två uppsättningar med sannolikheter som presenteras i rapporten för "Litet utsläpp" respektive "Stort utsläpp":

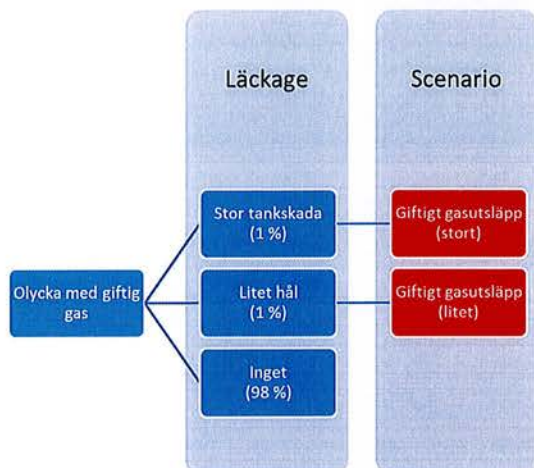
- Omedelbar antändning: 15 %
- Fördröjd antändning: 65 %
- Ingen antändning: 20 %

Vidare antas grovt att en av hundra (1 %) jetflammar är så riktad att den genom kraftig uppvärmning orsakar en BLEVE i en närliggande tank (eller om jetflamman reflekteras, en BLEVE som involverar den aktuella tanken själv).

RID-S klass 2.3

Ett giftigt gasutsläpp kan till följd av ett läckage bilda ett giftigt gasmoln som förflyttar sig med vinden i omgivningen. Spridningsvinkeln på molnet beror bland annat på läckagets storlek och

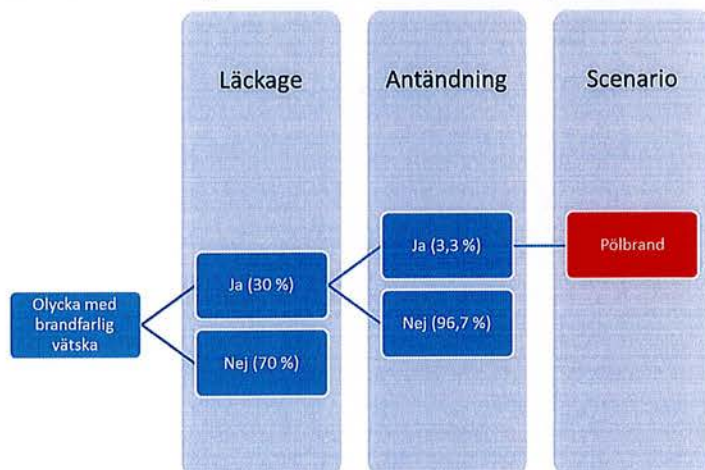
vilket utflöde av fas som det medger. Sannolikheten för "stor tankskada" respektive "litet hål" uppskattas till 1 %¹.



Figur 15. Händelsesträd för olycka med giftig gas.

RID-S klass 3

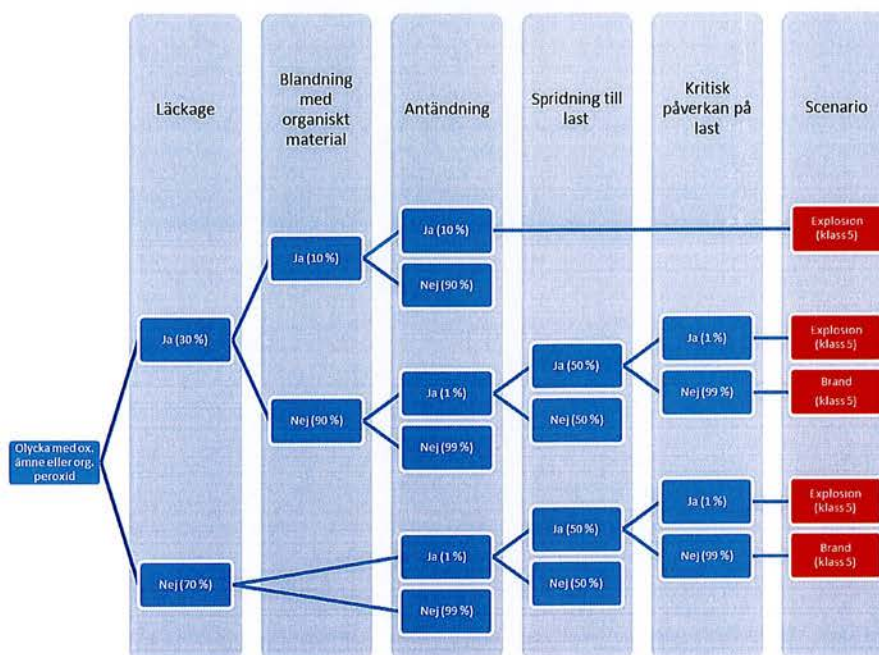
Det identifierade olycksscenario utgörs enligt tidigare av ett utsläpp med brandfarlig vätska som bildar en pöl och som vid en antändning orsakar en pölbrand. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka inträffar, antas vara 30 %¹. Givet att ett sådant läckage har inträffat antas sannolikheten för en antändning av pölen vara en trettiondel (3,3 %)⁴. Händelseträdet i Figur 16 visar hur händelseförloppet kan utvecklas.



Figur 16. Händelsesträd för olycka med brandfarlig vätska.

RID-S klass 4

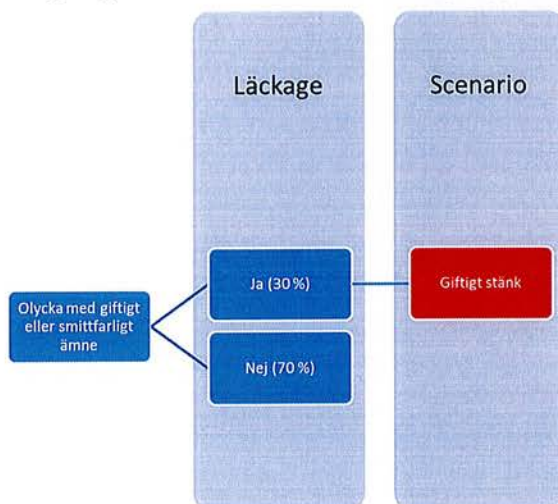
Olyckor med brandfarliga fasta ämnen kan påverka omgivningen om det sker en antändning, vilket kan resultera i en kraftig brand även om inget läckage uppstått. Sannolikheten för antändning, givet att en olycka skett med vagnar som transporterar brandfarliga fasta ämnen, uppskattas till 1 %.



Figur 18. Händelsetråd för olycka med oxiderande ämne eller organisk peroxid.

RID-S klass 6

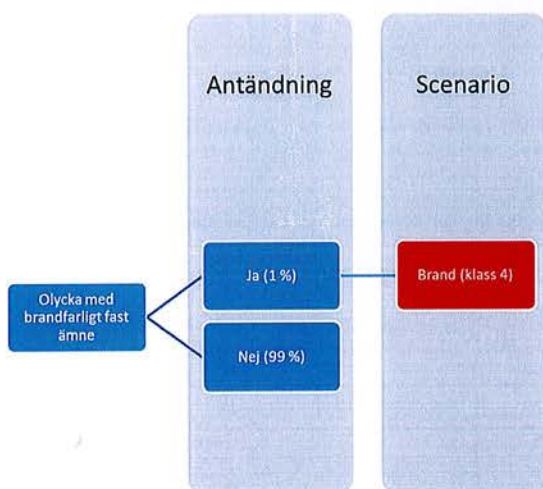
Skador på människor till följd av olyckor med giftiga eller smittfarliga ämnen bedöms enligt tidigare kunna uppstå där stänk eller iväggkastat ämne hamnar. En förutsättning är därmed att ett läckage uppstår. Sannolikheten för läckage uppskattas till 30 %¹.



Figur 19. Händelsetråd för olycka med giftigt eller smittfarligt ämne.

RID-S klass 8

Skador på människor till följd av olyckor med frätande ämnen bedöms enligt tidigare kunna uppstå där stänk eller iväggkastat ämne hamnar. En förutsättning är därmed att ett läckage uppstår. Sannolikheten för läckage uppskattas till 30 %¹.



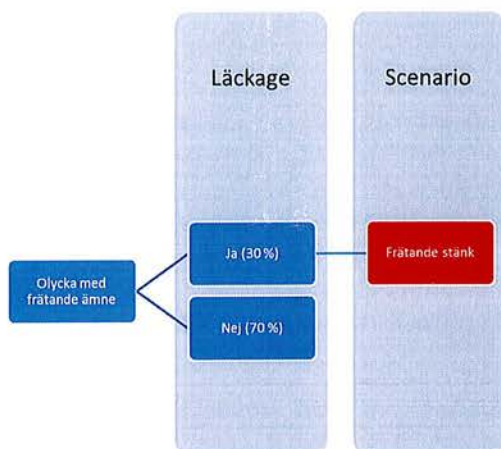
Figur 17. Händelseträd för olycka med brandfarligt fast ämne.

RID-S klass 5

Olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider kan orsaka kraftiga bränder och under särskilda förhållanden leda till explosioner. En antändning och explosion kan ske i samband med en olycka där det utsläppta oxiderande ämnet (eller den organiska peroxiden) först blandas med ett organiskt flytande ämne. Blandningen som bildas utgör då ett kraftfullt sprängämne. Vidare kan en explosion uppkomma efter kraftig brandpåverkan även om någon blandning med organiskt material inte skett.

Sannolikheten för läckage uppskattas till 30 %¹. Sannolikheten för att det i samband med utsläppet av RID-S klass 5 också förekommer ett utsläpp av exempelvis RID-S klass 3, och att blandning mellan dem kan ske uppskattas till 10 %. Sannolikheten för en påföljande antändning av blandningen uppskattas till 10 %⁵.

Sannolikheten för antändning som följer en olycka utan blandning uppskattas på samma sätt som för RID-S klass 4 ovan till 1 %. Sannolikheten för att den uppkomna branden ska sprida sig till lastutrymmet uppskattas grovt till 50 %. För att en brand som spridit sig till lasten ska leda till en explosion krävs att temperaturen överstiger 190°C under en längre tidsperiod. Det eventuella sönderfallet avstannar ofta om värmekällan avlägsnas⁶. Olycksstatistik för olyckor med RID-S klass 5 visar också på att det är relativt långa olycksförlopp med brinntider på 1-16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så kraftigt att en detonation (explosion) uppkommer bedöms grovt vara en på hundra (1%).



Figur 20. Händelsetråd för olycka med frätande ämne.

Referenslista - Bilaga A

¹ Banverket (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Sven Fredén, Banverket: Borlänge.

² HMSO (1991). *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances*. London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission.

³ Purdy, G. (1993) *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, 33, 229-259. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

⁴ HMSO (1991). *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Appendix 9. London: Advisory Comitee on Dangerous Substances Health & Safety Comission.

⁵ Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB

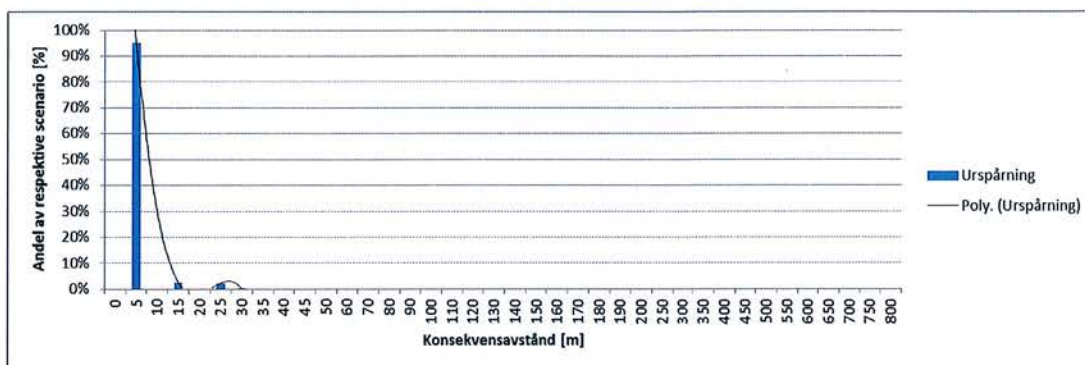
⁶ Marlair, G och Kordek, M-A.(2005) *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers*. Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

I följande avsnitt beskrivs konsekvenserna av de scenarier som identifierats i samband med frekvensberäkningarna, för mekanisk påverkan vid urspårning, samt vid olyckor med farligt gods.

Mekanisk påverkan vid urspårning

Figur 21 visar fördelning av konsekvensavstånd vid urspårningar¹.

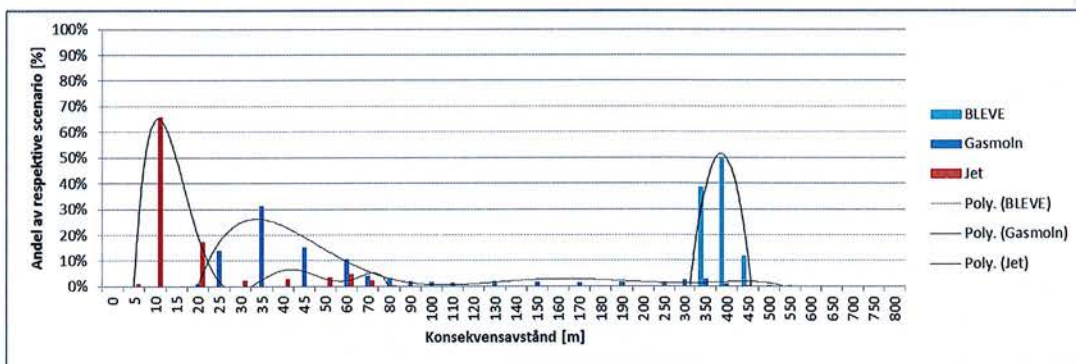


Figur 21. Använd fördelning av konsekvensavstånd för mekanisk skada vid urspårning. Kurvan "Poly. (Antagen fördelning)" visar en trendlinje för tydlighet i figuren

Farligt gods

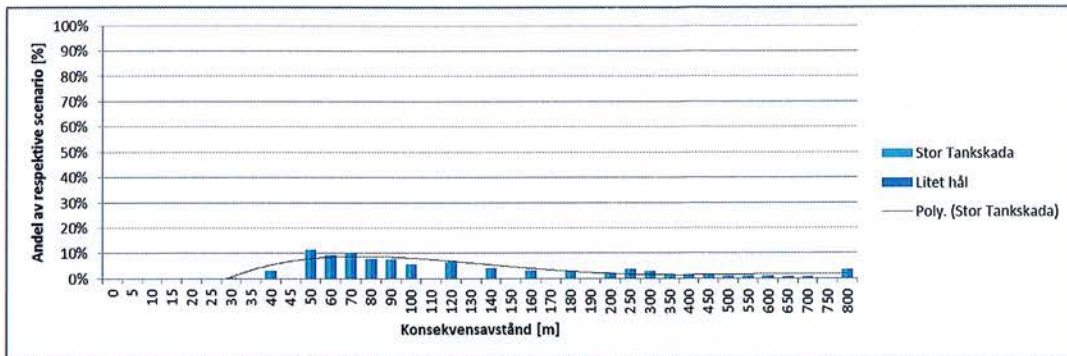
Konsekvensavstånd för de olika identifierade olycksförloppen har tidigare beräknats bland annat i samband med att Länsstyrelsen i Skåne län upprättade sina *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*². Dessa tillämpas för nedanstående olycksförlopp.

Figur 22 visar fördelningar för BLEVE, gasmolnexplosion och jetflamma.



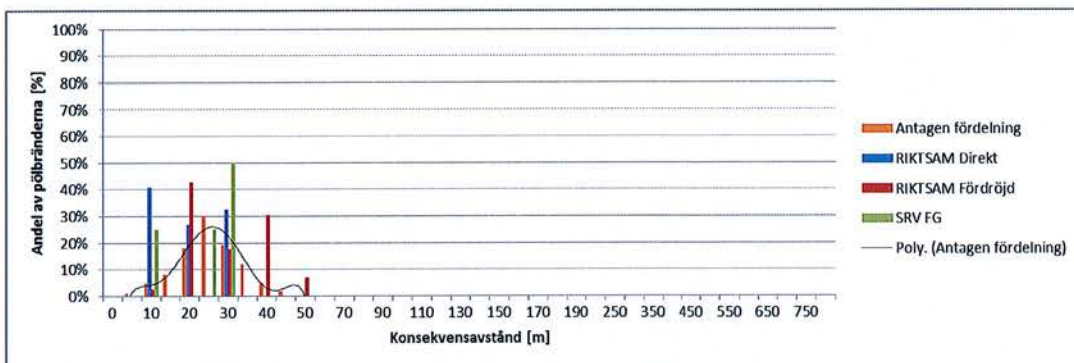
Figur 22. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för BLEVE, gasmolnexplosion samt jetflammar, anpassat från RIKTSAM.

Figur 23 visar fördelningar för utsläpp av giftig gas.



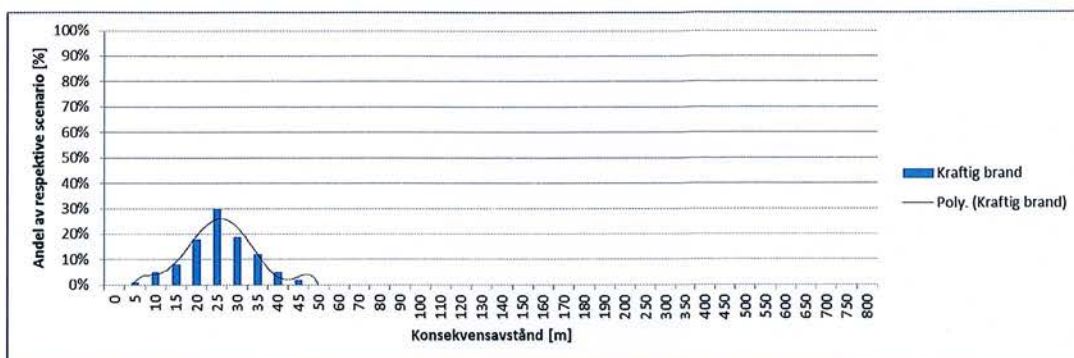
Figur 23. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid utsläpp av giftig gas.

En sådan pölbrand som det identifierade olycksscenario utgör kommer att påverka omgivningen främst genom värmestrålning. Ett vanligt förekommande antagande³ är att människor omkommer inom det område där värmestrålningen överstiger 15 kW/m^2 . Storleken på detta område definierar det så kallade konsekvensavståndet. Konsekvensavståndet beror bland annat på hur stor pöl som bildas och därigenom hur stora flammor som uppstår. I konsekvensberäkningarna har därför antagits en fördelning av hur långa konsekvensavstånd som uppstår vid en pölbrand, utifrån en jämförande studie av andra tillämpade strålningsberäkningar². Resultatet presenteras i Figur 24.



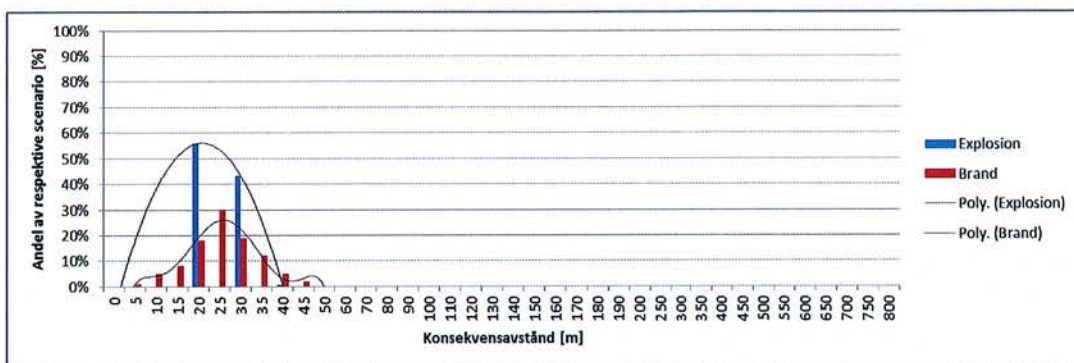
Figur 24. Använda fördelningar för konsekvensavståndet vid pölbränder. Den fördelning som används i denna riskbedömning kallas i figuren för "Antagen fördelning" (orange färg).

Figur 25 visar fördelning för olyckor med brandfarliga fasta ämnen.



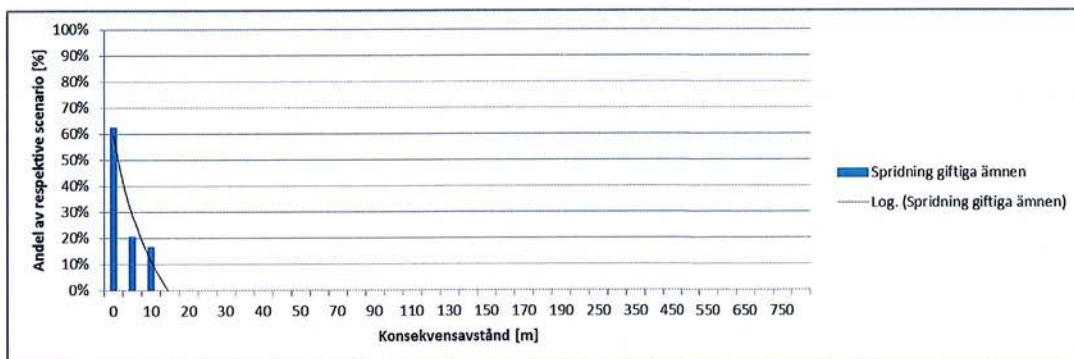
Figur 25. Använd fördelning för konsekvensavstånd vid brand i brandfarliga fasta ämnen.

Figur 26 visar fördelningar för explosioner och bränder med RID-S klass 5.



Figur 26. Använda fördelningar för konsekvensavstånd vid explosioner och bränder med oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Det finns inga framtagna modeller som hanterar stänk av giftiga ämnen, men en olycka med giftiga eller smittsamma ämnen bedöms inte ge upphov till några akuta konsekvenser förutom i direkt anslutning till olyckan. Därför används den konsekvensavståndsfördelning för frätande stänk som antagits i RIKTSAM, se Figur 27. Denna fördelning tillämpas även för olyckor med frätande ämnen.



Figur 27. Använda fördelningar för konsekvensavstånd vid spridning av giftigt eller smittfarligt ämne samt för frätande ämnen.

Referenslista Bilaga B

¹ Banverket (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Sven Fredén, Banverket: Borlänge.

² Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport "Skåne i utveckling", 2007:6.

³ Mistander (2009). *Användning av gränsvärden vid riskhänsyn i samhällsplaneringen - En genomgång på uppdrag av avdelningen för Samhällsskydd och beredskap på Länsstyrelsen i Stockholms län*. Stockholm: Länsstyrelsen.

Bilaga C - Beräkning av risknivåer

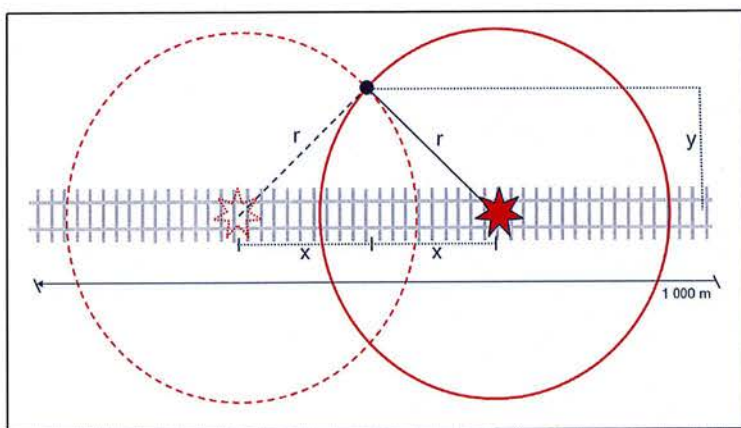
I följande avsnitt beskrivs hur beräkningarna av individrisk resp. samhällsrisk genomförs.

Individrisk

Beräkningsmetoden som används i denna riskbedömning bygger på den metod som används ibland andra Helsingborgs stads *Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*¹.

Resultaten av frekvensberäkningarna och konsekvensuppskattningarna ovan räknas samman till en risknivå utmed den aktuella sträckan genom en beräkningsgång som kan beskrivas enligt följande (med scenariot pölbrand som exempel).

En specifik punkt i omgivningen påverkas endast av en olycka som inträffar på en sträcka nära punkten. Längden på denna sträcka beror på punktens avstånd från järnvägen och hur stort område som det studerade olycksscenarioet påverkar, se Figur 28.



Figur 28. Olyckor med konsekvensavståndet (r) måste inträffa någonstans på sträckan ($2x$) för att påverka en given punkt på ett avstånd (y) från vägen. Med hjälp av Pythagoras sats kan sträckan ($2x$) beräknas, givet att konsekvensavståndet (r) samt avståndet till vägen (y) är känt.

Resonemanget i Figur 28 leder till att en frekvenskorrigeringsfaktor som är specifik för en punkt på ett givet avstånd kan beräknas. Beräkningarna bygger vidare på att ett stort antal punkter i omgivningen (olika värden på y) studeras med upprepade beräkningar för alla de identifierade olycksscenarioerna. Den använda upplösningen för beräkningarna (värden på y) är:

0-50 meter från väggkant	Var 5:e meter
50-200 meter från väggkant	Var 10:e meter
200-800 meter från väggkant	Var 50:e meter

Formeln som används för att beräkna en frekvenskorrigeringsfaktor per kilometer blir: $\frac{2\sqrt{r^2-y^2}}{1000}$, se Tabell 7.

Tabell 7. Frekvenskorrigeringsfaktor (utsnitt).

↓ Olyckan når (r) [m]	Studerat avstånd (y) [m]					
	0	5	10	15	...	800
0	0	-	-	-		0
5	0,01	0	-	-		0
10	0,02	0,02	0	-		0
15	0,03	0,03	0,02	0		0
20	0,04	0,04	0,03	0,03		0
...						0
800	1,60	1,60	1,60	1,60		0

Siffrorna i tabellen utläses i det enklaste fallet som att om en olycka sker någonstans inom den studerade kilometersträckan och som har en konsekvens som når 5 meter kommer sannolikheten för att den påverkar en slumpmässigt vald punkt längs med spåret vara 1 %. Detta utgår ifrån att olyckan har en konsekvens som når totalt 10 m längs med spåret och det motsvara 1 % av 1 km. För längre avstånd från spåret blir beräkningarna mer komplicerade utifrån de trigonometriska beräkningar som visas i Figur 28.

Vidare har det i konsekvensberäkningarna ovan uppskattats en fördelning av hur långa konsekvensavstånd som förväntas uppstå vid de olika scenarierna, vilka redovisas för pölbrand i Tabell 8. Dessa värden är framtagna utifrån de redovisade diagrammen i Figur 24.

Tabell 8. Fördelning av konsekvensavstånd (utsnitt).

↓ Olyckan når (r) [m]	Sannolikhetsfördelning
	konsekvensavstånd
	Pölbrand
0	0 %
5	1 %
10	5 %
15	8 %
20	18 %
...	
800	0 %

Därefter multipliceras värden korsvis mellan de två tabellerna (Tabell 7 och Tabell 8) ovan redovisas i Tabell 9 för att väg samman sannolikheten att en olycka får ett visst konsekvensavstånd med sannolikheten att den specifika punkten påverkas av konsekvensen.

Tabell 9. Resultat av korsvis multiplikation (utsnitt).

↓ Olyckan når (r) [m]	Studerat avstånd [m]				
	0	5	10	15	.. 800
0	0	-	-	-	.. 0
5	0,0001	0	-	-	.. 0

10	0,0010	0,0009	0	-	.. 0
15	0,0024	0,0023	0,0018	0	.. 0
20	0,0072	0,0070	0,0062	0,0048	.. 0
...					

Respektive kolumn summeras sedan för att ta fram en reduceringsfaktor som ska appliceras på respektive avstånd för att ta hänsyn till hur stor del av den ursprungliga frekvensen som faktiskt påverkar en specifik punkt, se Tabell 10. Vidare sker en justering av frekvenserna med avseende på att vissa av olycksscenerierna inte har en cirkulär utbredning, utan bedöms påverka olika andelar av en cirkelsektor, se Tabell 11.

Tabell 10. Kolumnvis summering av Tabell 9 (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]				
	0	5	10	15	... 800
Reduceringsfaktor	0,051	0,050	0,046	0,040	... 0

Tabell 11. Exempel på justeringar med avseende på olyckssceneriernas utbredning.

Olycksscenario	Andel av cirkel	Kommentar
Pölbrand	1	Pölbranden antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning
BLEVE	1	BLEVE antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning
Jetflamma	0,2	Jetflamman antas riktas mot en specifik plats på en sida av olyckan i 20 % (1/5) av fallen (den första av fem följande riktningar på flammen antas drabba en specifik plats: rakt mot platsen, rakt från platsen, uppåt samt vinkelrätt från platsen åt två håll).
Gasmolnsexplosion	0,06	Gasmolnsexplosion (UVCE) antas enligt ¹ ge en utbredning av omkring 22 grader i vindriktningen (22/360=0,06)

Efter detta multipliceras reduceringsfaktorn med respektive andel av cirkel och den ursprungliga frekvensen (för pölbrand beräknades den tidigare till $2 \cdot 10^{-5}$) för att ge en individrisknivå på olika avstånd (Tabell 12). De resulterande värdena används slutligen för att plotta individrisken som en kurva, se Figur 7.

Tabell 12. Resulterande individrisk på olika studerade avstånd (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]			
	0	5	10	...
Individrisk	$0,051 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 10^{-5})$	$0,050 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 10^{-5})$	$0,046 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 10^{-5})$...

Samhällsrisk

I detta avsnitt beskrivs hur samhällsrisiknivån beräknas. Vid beräkningar av samhällsrisiknivåer studeras generellt sett en sträcka på 1 kilometer², där det aktuella planområdet placeras i mittpunkten.

Persontätheten i det studerade området har grovt uppskattats utifrån uppgifter från Tierps kommun³. De inkluderar folkbokförda (boende), arbetstagare vid förekommande större arbetsplatser samt kunder vid områdets butiker. I området finns det totalt 1766 folkbokförda vilket är något högre än det genomsnittliga värdet för Tierps tätort som 1359 personer per kvadratkilometer. Nattetid bedöms antalet personer inom området vara i princip den samma som det folkbokförda antalet. Dagtid är det lite svårare att bedöma med hänsyn till jobbspending skolgång och andra aktiviteter som gör att personer rör sig in och ut från det studerade området. Totalt sett finns det omkring 650 arbetsplatser inom området och i genomsnitt 180 matbutikskunder under dagtid. Sammantaget bedöms dock att en stor del av dessa utgörs av personer som är folkbokförda inom området och att övriga till del kompenseras av arbetspendling ut från det studerade området. Sammantaget innebär det att samma befolkningstäthet används även för dagtid, vilket innebär att befolkningstätheten som används i samtliga beräkningar är 1755 personer per kvadratkilometer.

För att sedan beräkna samhällsrisken har en förenkling gjorts i form av att befolkningstätheten bedöms vara likformig över hela det studerade området. Detta innebär att konsekvensen beräknas indirekt genom att beräkna den yta som scenariot påverkar och utifrån det uppskatta antalet personer. Längs med järnvägen finns ett bebyggelsefritt område där personer ej förväntas uppehålla sig och denna yta behöver därför räknas bort från den totala ytan vid beräkning av samhällsrisken. Ytan beräknas sedan som arean av en cirkel där konsekvensavståndet utgör cirkelns radie och därefter subtraheras den yta som utgörs av bebyggelsefritt område. I de fall där konsekvensen inte har en cirkulär utbredning multipliceras cirkelarean med kvoten mellan spridningsvinkeln och 360 grader.

Beräkning av konsekvens och frekvens genomförs sedan för samtliga scenarier för samtliga klasser av farligt gods. Därefter adderas sannolikheterna för de konsekvenser som är lika stora för de olika scenarierna och sedan plottas den kumulativa frekvensen för olyckor som har X eller fler antal skadade i ett så kallat F/N-diagram och jämförs med de kriterier som finns framtagna.

För scenariot pölbrand från klass 3 vätskor så beräknas grundfrekvensen till $2 \cdot 10^{-5}$ på den studerade kilometersträckan. Givet den antagna fördelningen på konsekvensavståndet från pölbranden, blir konsekvensen mellan 0 och 5 personer som förväntas befinna sig inom den yta som ligger inom konsekvensområdet. Konsekvensen med 5 personer uppkommer vid ett konsekvensavstånd om 45 meter och ett bebyggelsefritt område på 25 meter. Då sannolikheten för ett konsekvensavstånd som är 45 meter är 2 % vilket innebär att frekvensen för en pölbrand med 5 påverkade personer är $4 \cdot 10^{-7}$ gånger per år.

Referenslista - Bilaga C

¹ Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB.

² Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport "Skåne i utveckling", 2007:6.

³ Björk, Lisa (Epost: 2013-08-07). Kommunarkitekt, Tierps kommun.