

STRANDÄNGEN

JÖNKÖPING

FÖRDJUPAD RISKANALYS AVSEENDE TRANSPORTER AV FARLIGT GODS



2011-11-22

Version 2

Fredrik Carlsson
fredrik.carlsson@briab.se
08-410 102 64

Peter Nilsson
peter.nilsson@briab.se
08-410 102 59

PROJEKTINFORMATION

Projektamn: Strandängen
Planområde: Strandängen
Kommun: Jönköping
Ärende: Fördjupad riskanalys avseende transport av farligt gods
Uppdragsgivare: Bostads AB VätterHem
Kontaktperson: Jan Tell, TENGBOM

Projektansvarig: Fredrik Hiort (FH)
Handläggare: Fredrik Carlsson (FC)
Peter Nilsson (PN)
Kontroll: Henrik Nordenstedt (HN)
Kontrollnivå: 1 (FC/PN), 2b (HN)

2011-10-30	Fördjupad riskanalys avseende transport av farligt gods	1 2b	FC/PN HN
Datum	Version	Kontrollnivå	Kontroll

SAMMANFATTNING

I arbetet med planområdet Strandängen utför Jönköping har Briab – Brand & Riskingenjörerna AB fått i uppdrag av Bostads AB Vätterhem att genomföra en riskanalys avseende transporter av farligt gods längs med planområdet.

Resultatet av genomförd analys visar att risknivån delvis överstiger en nivå där åtgärder bör vidtas under förutsättning att åtgärderna utifrån ett kostnads-nyttoperspektiv är försvarbara. Följande krav på åtgärder bedöms därför rimliga att ställa på planområdets utformning.

<i>Avstånd från spårmitt</i>	<i>Verksamhet</i>	<i>Krav på åtgärd</i>
< 5 m	Bebyggelsefritt	De närmaste 5 meterna kring spåret skall utformas utan hårda objekt (träd eller dylikt) för att begränsa sannolikheten att en urspårning leder till en allvarlig olycka. Vid ett avstånd överstigande fem meter bedöms sannolikheten för urspårning tillräckligt låg utan att ytterligare begränsningar vidtas för att reducera risken för kollision.
< 20 m	Bebyggelsefritt med undantag av garage, carport, förråd mm.	Bebyggelsefritt med undantag av garage, förråd och motsvarande byggnader där stadigvarande vistelse inte kan förutsättas.
< 40 m	Bebyggelsefritt med undantag av garage, carport, förråd mm.	Lekplatser, skolgård, idrottsplatser mm. bör undvikas
< 50 m	Bostäder, kontor och motsvarande.	Fasadbeklädnaden på byggnader inom 50 m från spårmitt skall utföras av material i klass A2-s1,d0 (obrännbart material). Alternativt tillskapas ett dike (på ett avstånd mellan 5 och 20 m från spårmitt) längs med hela den sträckning av järnvägen där spåret ligger på en plushöjd över angränsande planområde. Diket skall vara minst en 1 djupt och avrinning skall ej ske mot byggnad där stadigvarande vistelse kan förutsättas. Under förutsättning att ett dike tillskapas skall fasadbeklädnad utföras av material i lägst brandteknisk klass D-s2,d0.
> 50 m	Ingen begränsning	Inga särskilda krav

Under förutsättning att ovanstående åtgärder vidtas bedöms inga ytterligare åtgärder erfordras.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	3
1 INLEDNING	5
1.1 BAKGRUND	5
1.2 SYFTE.....	5
1.3 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR	5
1.4 UNDERLAG.....	5
1.5 METOD.....	5
1.6 KVALITETSSÄKRING.....	6
2 REGELVERK.....	6
2.1 STYRANDE DOKUMENT	6
2.2 RISKBEGREPPET	7
3 GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR.....	9
3.1 OMRÅDESBESKRIVNING	9
3.2 JÄRNVÄGEN	10
3.3 VIND	11
3.4 RÄDDNINGSTJÄNSTENS INSATSMÖJLIGHETER	11
4 GROVANALYS	12
4.1 TRANSPORT AV FARLIGT GODS.....	12
4.2 IDENTIFIERING AV OLYCKSSCENARION	13
4.3 BEDÖMNING AV IDENTIFIERADE OLYCKSSCENARION	14
4.4 UTVALDA SCENARION FÖR VIDARE ANALYS	15
4.5 SLUTSATSER AV GROVANALYS	16
5 FÖRDJUPAD RISKANALYS	17
5.1 SANNOLIKHET FÖR OLYCKA MED FARLIGT GODS	17
5.2 KONSEKVENSN AV SKADEHÄNDELSE	18
5.3 INDIVIDRISK.....	19
5.4 OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS.....	19
5.5 SLUTSATSER.....	22
6 LITTERATURFÖRTECKNING	23

BILAGOR

BILAGA 1 - SANNOLIKHETSBERÄKNING

BILAGA 2 - PÅVERKAN PÅ MÄNNISKOR OCH OMGIVNING

BILAGA 3 – KONSEKVENSNBERÄKNINGAR

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Ett nytt bostadsområde, Strandängen, planeras utanför Jönköping. På järnvägen väster om exploateringsområdet transporteras farligt gods, vilket ställer krav på att riskerna för olycka med farligt gods inblandat skall utredas eftersom avståndet mellan järnvägen och närmaste byggnad understiger 150 meter. Enligt mottaget underlag är närmaste (bostads)byggnad planerad ca 50 meter från spår.

1.2 Syfte

Denna utredning syftar till att bedöma erforderlig riskhänsyn, avseende olycksrisker, i det vidare projekteringsarbetet för Strandängen.

Riskanalysen skall ses som en rekommendation utifrån rådande lagstiftning och riktlinjer och verka som ett beslutsunderlag inför utformningen av det nya området.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Den fördjupade riskanalysen omfattar endast plötsliga skadehändelser, som orsakar att personer omkommer, inom planområdet Strandängen.

Olyckor där långvarig exponering krävs för skadliga konsekvenser, eventuella skador på egendom och miljö eller uppsåtliga risker samt påverkan på människor vistandes på andra kringliggande områden är exkluderade i denna analys.

1.4 Underlag

Underlag för analysen presenteras i Tabell 1.

Tabell 1 – underlag för den fördjupade analysen.

<i>Handling</i>	<i>Datering</i>	<i>Upprättad av</i>
Planprogram (Samrådshandling) Strandängen samt dess bilagor	2011-04-14	Jönköpingskommun m.fl.
Grundkarta		Tengbom
Tävlingsbidrag ”Gläns över sjö och strand”	Odaterat	Tengbom
Riskanalys ”Tändsticksområdet”, Jönköping	2010-02-23	Vectura

1.5 Metod

Arbetsmetoden för denna riskanalys innefattar följande moment:

- Riskidentifiering (se Grovanalys).
- Kvantitativa beräkningar av identifierade scenariers sannolikhet.
- Kvantitativa beräkningar av identifierade scenariers konsekvenser.
- Värdering av beräknade risknivåer med etablerade kriterier för individrisk.
- Eventuella förslag på riskreducerande åtgärder.
- Kontroll av ny risknivå.

Beräkningar är genomförda med ett probabilistiskt angreppssätt med hjälp av simuleringsprogrammet @risk för att få ett mer robust beslutsunderlag.

1.5.1 Revideringar

Riskutredningen är en andra version. Till version 2 har avstånd från spår mitt ändrats från >70 meter till >50 meter.

1.5.2 @Risk

Mjukvaran @Risk är ett tilläggsprogram till Microsoft Excel som används för att kunna representera indata och variabler med statistiska fördelningar i stället för diskreta värden. Genom att beräkna ett stort antal iterationer representeras ett stort antal händelser vilket ger ett mer robust beslutsunderlag och delvis minskar effekten av osäkerheter i modeller, indata och naturliga variationer. (Palisade Corp, 2008)

De upprepade beräkningarna utförs med hjälp av Latin Hypercube sampling, som är en form av Monte Carlo simulering. Beräkningarna sker genom att värden plockas slumpartat från den definierade fördelningen och på så sätt representeras olika kombinationer av indata utifrån den definierade fördelningen för variabeln, (Palisade Corp, 2008). Latin Hypercube sampling minskar sannolikheten för extrema värden, vilket annars kan uppkomma med ordinarie Monte Carlo simulering.

1.6 Kvalitetssäkring

Denna riskanalys omfattas av kontroll enligt Briabs kvalitetssystem. Kontrollen anpassas efter dimensioneringsmetod och aktuell analys har underkastats kontroll enligt nivå 1 och 2b.

<i>Dimensioneringsmetod</i>	<i>Nivå 1</i>	<i>Nivå 2a</i>	<i>Nivå 2b</i>	<i>Nivå 3</i>
Förenklad dimensionering	Alltid	Alltid	Nej	Nej
Alternativ utformning		Ingår i 2b	Ja	I särskilda fall.
Analytisk verifiering			Ja	

<i>Kontrollnivå</i>	<i>Beskrivning</i>
Nivå 1	Handläggaren kontrollerar själv, med hjälp av checklistor, att samtliga relevanta krav och råd har tillgodosetts.
Nivå 2a	En annan konsult inom Briab gör en övergripande granskning av rimligheten i riskanalysens förutsättningar.
Nivå 2b	En annan konsult inom Briab gör en noggrann granskning av riskanalysen och genomförda beräkningar för att kontrollera att samtliga relevanta krav tillgodosetts och att tillförlitliga lösningar erhållits.
Nivå 3	En annan sakkunnig, som inte arbetar inom Briab, gör en noggrann granskning av riskanalysen och genomförda beräkningar för att kontrollera att samtliga relevanta krav tillgodosetts och att tillförlitliga lösningar erhållits. (Tredjepartskontroll).

2 REGELVERK

2.1 Styrande dokument

Det finns ett flertal styrande dokument som skall beaktas vid nyexploatering och som ställer krav på analys av risker och säkerställa jämlika och sociala levnadsförhållanden i dag och för kommande generationer. En kort presentation av styrande dokument presenteras nedan.

2.1.1 Plan- och bygglagen

I Plan- och bygglagens första paragraf står att ”Bestämmelserna syftar till att, med hänsyn till den enskilda människans frihet, främja en samhällsutveckling med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden och en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människorna i dagens samhälle och för kommande generationer”. I lagen förutsetts alltså att frågor om skydd mot olyckor skall vara slutligt avgjorda i samband med planläggning.

2.1.2 Miljöbalken

I Miljöbalken (3) ställs krav på att människors hälsa ska skyddas. Kraven definierar en hållbar utveckling där nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Detta

innebär bland annat att människors hälsa ska skyddas mot skador och olägenheter som förorsakas av föroreningar eller annan påverkan.

2.1.3 Rekommendationer från Länsstyrelser

Länsstyrelserna i storstadsregionerna (Stockholm, Skåne och Västra Götalands län) har gemensamt tagit fram "Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods" (2006). Enligt dessa rekommendationer föreslås att riskerna alltid ska bedömas då nyexploatering planeras inom ett riskhanteringsavstånd av 150 meter från transportled för farligt gods på väg och järnväg.

I Stockholms län har länsstyrelsen sedan tidigare kommit ut med rekommendationer för Stockholms län. I rekommendationerna anges att det alltid bör lämnas bebyggelsefritt 25 meter från transportled med farligt gods, tät kontors medges 25 meter från spårkanten och bostadsbebyggelse bör undvikas inom 50 meter från transportleden.

Då bostäderna avses att byggas inom 150 meter från järnvägen erfordras en riskutredning för att utröna så till vida riskerna kan anses som acceptabla inom Strandängen.

2.1.4 Rekommendationer från Trafikverket

Enligt Trafikverket (tidigare Banverket) bör ett område om 30 meter, räknat från närmaste räls, lämnas fritt från bebyggelse.

2.2 Riskbegreppet

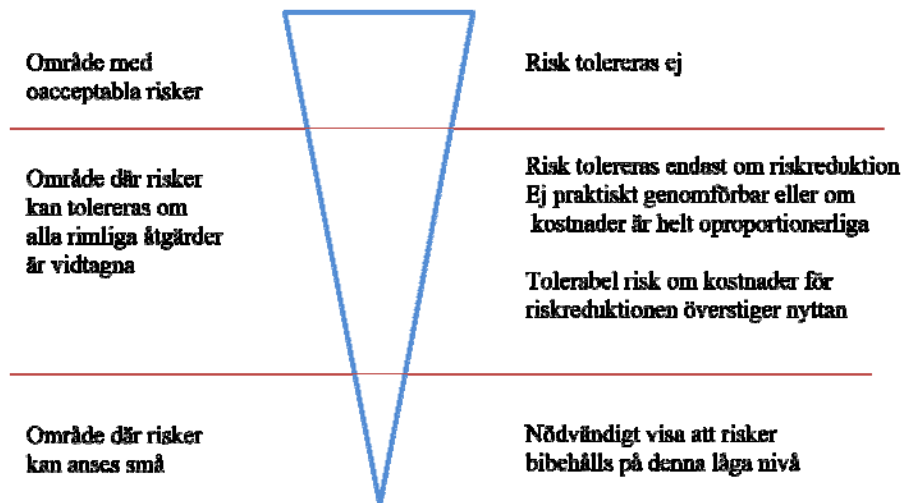
Begreppet risk kan tolkas på olika sätt. I säkerhetstekniska sammanhang, liksom i denna riskanalys, förstås begreppet som sannolikheten för en händelse multiplicerat med omfattningen av dess konsekvens, vilka kan vara kvalitativt eller kvantitativt bestämda.

2.2.1 Riskvärdering

Värdering av risker har sin grund i hur man upplever riskerna. Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande (Räddningsverket, 1997):

- **Rimlighetsprincipen** - Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk skall detta göras.
- **Proportionalitetsprincipen** - En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen** - Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer** - Om risker realiserats bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Risker kan kategoriskt i tre fack. De kan anses vara acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla. Figur 1 beskriver principen för riskvärdering (Räddningsverket, 1997).



Figur 1 – Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier (Räddningsverket, 1997).

I denna analys kommer rimlighetsprincipen, proportionalitetsprincipen, fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer vara grunden för att bedöma om risknivån inom aktuellt område är acceptabel.

2.2.2 Individ- och samhällsrisk

Med acceptanskriterier i samband med risk avses vilka bestämmelser eller kriterier för vilka risknivåer som anses vara acceptabla. I Sverige finns inga lagstadgade kriterier avseende acceptabla risknivåer.

I säkerhetstekniska sammanhang nyttjas ofta två olika riskmått, individ- respektive samhällsrisk.

Individrisk

Med individrisk, eller platsspecifik risk, avses risken för en enskild individ att omkomma av en specifik händelse under ett år. Individrisken är oberoende av hur många människor som vistas inom ett specifikt område och används för att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla höga risknivåer, (Räddningsverket, 1997).

För individrisk har DNV (Det Norske Veritas) definierat acceptanskriterier, (Räddningsverket, 1997). Dessa kriterier är inte tvingande men kan ses som vägledande vid bedömning av risk. Följande kriterier för individrisk föreslås:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är 1×10^{-5} per år.
- Övre gräns för område där risker kan anses små är 1×10^{-7} per år.

För en riskanalys innebär en tillämpning av ovanstående acceptanskriterier att risker ovanför ALARP-området (ALARP=AS Low As Reasonable Possible, dvs ovan 1×10^{-5}) anses vara oacceptabla, oavsett kostnader för eventuella åtgärder. Inom ALARP-området kan risker accepteras om kostnaden för åtgärderna är orimligt höga, samt att risker under den lägre gränsen enligt DNV anses vara acceptabla utan åtgärder.

Samhällsrisk

Samhällsrisk, eller kollektivrisken, visar förhållandet mellan sannolikheten för att ett visst antal människor omkommer till följd av konsekvenser av oönskade händelser och presenteras ofta i form av ett F/N-diagram. Till skillnad från individrisk tar samhällsrisk hänsyn till den befolkningssituation som råder inom undersökt område, (Räddningsverket, 1997).

3 GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR

I nedanstående avsnitt beskrivs grundläggande förutsättningar för riskanalysen. En översiktlig beskrivning av det aktuella området, aktuella riskobjekt, definition av det skyddsvärda och valda dimensionerande acceptanskriterier presenteras.

3.1 Områdesbeskrivning

Strandängen ligger utmed Vätterns västra strand cirka fyra kilometer norr om Jönköpings centrum. Området begränsas i väster av järnvägen mot Falköping, i öster av Vättern, i norr av naturmarken i anslutning till Eklundshovs koloniområde i söder av Djupadalsravinen och Trolleboområdet. Den totala ytan är ca 30 ha.

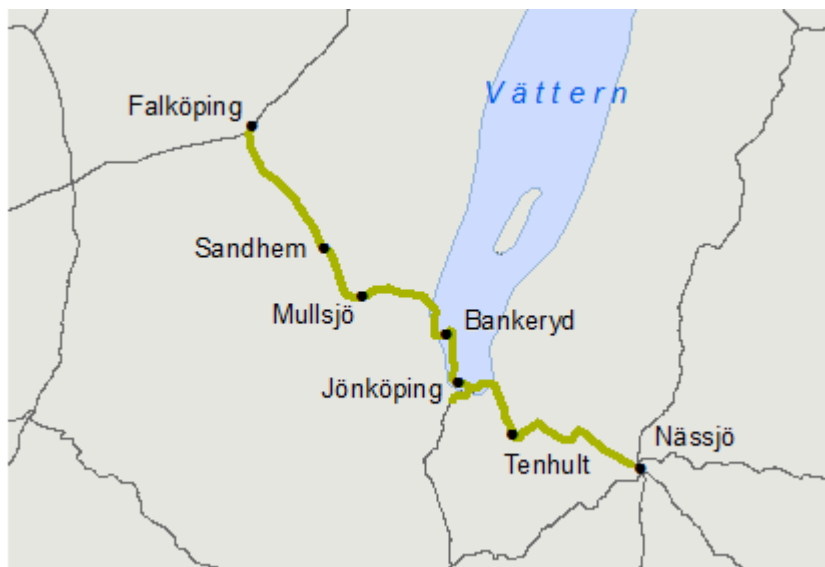
Utbyggnaden omfattar ungefär 800 nya bostäder med tillhörande parkeringar. Byggnaderna inom området är i huvudsak 3 – 4 våningar men inslag finns med några högre delar samt tvåvåningsradhus. Planområdet redovisas i Figur 2.



Figur 2 – Sträckningen av tågsträckan längs exploateringsområdet (Vinnande tävlingsförslag) Västra bilden redovisar planområdets södra del, högra bilden den norra delen. Närmaste byggnad är belägen ca 50 m från järnvägen.

3.2 Järnvägen

Järnvägsspåren löper i en nord-sydlig riktning väster om exploateringsområdet och omfattar delar av Jönköpingsbanan. Jönköpingsbanan förbinder Västra stambanan med Södra stambanan mellan Falköping och Nässjö, se Figur 3.



Figur 3 – Sträckningen för Jönköpingsbanan mellan Falköping och Nässjö. (Trafikverket, 2011)

Järnvägen längs exploateringsområdet trafikeras av person- samt godstrafik, varav godstrafiken även omfattar transporter med farligt gods. Järnvägen är i den södra delen längs exploateringsområdet belägen i ett tråg medan det övergår till att vara belägen på en vall i de norra delarna. Spåren förbi området är tämligen rakt med en hastighet begränsad till 90 -160 km/h (Trafikverket, 2011).

I dagsläget sker tillfarten till Strandängen via en bro över järnvägen i områdets södra del. I det vinnande förslaget för området planeras ytterligare en tillfart i den norra delen av området. Tillfarten förväntas utgöras av en tunnel under- eller en bro över spåret. (Jönköpings kommun, Stadsbyggnadskontoret, 2011).

Idag passerar i snitt ungefär 42 tåg per dygn sträckan. Av dessa utgörs 8,4 av godståg och de 34 övriga persontåg¹. Enligt information från trafikverket² finns prognoser för sträckan framtagna för år 2021 och 2050. Trafikprognoserna redovisas i nedanstående tabell:

Tabell 2 – Prognoser för sträckan Jönköping – Falköping (Trafikverket, 2011)

Sträckan Jönköping - Falköping			
	2011	2021	2051
Godståg	8	11	12
Persontåg	34	36	48
Totalt	42	47	60

På järnvägen längs exploateringsområdet transporteras idag ungefär 400 – 500 godståg med farligt gods per år³. Detta motsvarar ungefär 14-17 % den totala mängden transporter med gods.

Av transporterna med farligt gods utgörs 98,5 % av RID-klass 3 – brandfarliga vätskor. Resterande mängder består av RID-klasserna 1 (Sprängämnen), 2 (gaser), 5.1 (oxiderande ämnen), 6.1 (giftiga

¹ Mejlkorrespondens och telefonsamtal med Emma Andersson, Trafikverket, 2011-10-19

² Mejlkorrespondens med Tanja Jevtic, 2011-10-24

³ Samtal med Roar Hermo, Trafikverket, 2011-10-25

ämnen) samt 8, (Frätande ämnen) och 9 (Övriga farliga ämnen)³. Detta skall ställas i relation till riksgenomsnittet där RID-klass 3 utgör ungefär 54 %, klass 2 utgör 11 % och klass 8 utgör 10 %.

3.3 Vind

Den genomsnittliga vindriktningen mellan år 1961 – 2004 för Jönköpings flygplats visas i nedanstående Tabell 3.

Tabell 3 –Vindriktning mellan 1961 – 2004 för Jönköpings flygplats (Alexandersson A. , 2006)

Riktning	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV	Lugnt
Jönköpings flygplats (%)	8,6	10,4	7,0	7,8	14,9	24,3	13,9	6,5	6,7

Vid en farligt gods olycka innefattande gas har vindriktningen en signifikant betydelse. Är vindriktningen från planområdet kommer människor som befinner sig i planområdet inte påverkas.

3.4 Räddningstjänstens insatsmöjligheter

Effekterna av en olycka med farligt gods påverkas av räddningstjänstens insatsmöjligheter. Aktuellt område förutsätts, vid normala förhållanden, kunna nås av räddningstjänstens resurser inom 10 minuter. Närmaste brandstation är Bankeryd deltidstation. Insatstiden från heltidsstationen i Jönköping bedöms uppgå till ca 15 min.

4 GROVANALYS

4.1 Transport av farligt gods

Med farligt gods avses varor eller ämnen som har sådana egenskaper att de kan vara skadliga för människor, miljö och egendom, om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av en omfattande regelsamling som tagits fram i internationell samverkan. Regelsamlingen fastställer vem som får transportera farligt gods, hur transportererna ska ske, var dessa transporter får färdas och hur godset ska vara emballerat samt vilka krav som ställs på fordon för transport av farligt gods. Farligt gods delas in i 9 olika klasser⁴ för ämnen med liknande risker vid transport på järnväg. En beskrivning av olika RID-klasser med konsekvensbeskrivning finns nedan.

Tabell 4 – kategorisering, beskrivning och konsekvensbeskrivning av RID-klasser.

RID-klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier med mera. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton enligt EU-normer.	Stor mängd massexplosiva ämnen kan ge ett skadeområde överstigande 50 meter. Personer kan omkomma båda inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden.
2	Gaser	Inerta gaser (kväve), oxiderande gaser (syre, ozon, kväveoxider etc.), brännbara gaser (acetylen, gasol etc.) och icke brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid, ammoniak etc.).	Giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion, BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals meter. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 meter, beroende på topografi etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Konsekvensområden < 70 meter.
6	Giftiga ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, cyanider och bekämpningsmedel etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat.	Transporteras vanligtvis i små mängder. Utsläpp radioaktivt ämne ger kroniska effekter etc. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid.	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet

⁴ Klassificeringen benämns ofta RID-klasser efter ett europeiskt regelverk för transport av farligt gods på järnväg.

4.2 Identifiering av olycksscenario

Utifrån avsnitt 0 och 4.1 har ett antal olycksscenario identifierats. I Tabell 5 presenteras kortfattat de olycksscenario som identifierats.

Tabell 5 – olycksscenario identifierade i anslutning till planområdet Strandängen

Id	Scenario	Skadehändelse	Konsekvens
1	Olycka med farligt godstransport med explosiva ämnen i RID-klass 1	Utsläpp och deflagration	Personer inom Strandängen omkommer.
2	Olycka med farligt godstransport med brandfarlig gas i RID-klass 2.1	Utsläpp och antändning	
3	Olycka med farligt godstransport med giftig gas i RID-klass 2.3	Utsläpp	
4	Olycka med farligt godstransport med brandfarlig vätska i RID-klass 3		
5	Olycka med farligt godstransport med brandfarliga fasta ämnen i RID-klass 4.1	Utsläpp och antändning	
6	Olycka med farligt godstransport med självantändande ämnen i RID-klass 4.2		
7	Olycka med farligt godstransport med ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten i RID-klass 4.3	Utsläpp, reaktion med vatten och antändning	
8	Olycka med farligt godstransport med giftiga ämnen i RID-klass 6.1	Utsläpp	
9	Olycka med farligt godstransport med smittförande ämnen i RID-klass 6.2		
10	Olycka med farligt godstransport med frätande ämnen i RID-klass 8		
11	Olycka med farligt godstransport med övriga ämnen och föremål i RID-klass 9		

Beroende på hur närområdet kring spåret utformas kan en olycka vid urspärning förvärras. Vanligen genererar en tågurspärning endast mindre konsekvenser då endast ett eller ett par hjulpar lämnar spåret.

En urspärning med dödsfall bedöms i praktiken omöjlig mot områdets södra del där spåren ligger i ett tråg.

4.3 Bedömning av identifierade olycksscenario

Sammanställning och värdering av de identifierade scenarierna presenteras i Tabell 6. Värderingen baseras på de uppgifter och data som presenterats i föregående avsnitt.

Tabell 6 – värdering av identifierade olycksscenario (Skala 1-5).

Id	Konsekvens	Sannolikhet	Risk	Kommentar
1	5	1	5	Personer i anslutning till området förolyckas givet att det sker en detonation
2	4	1	4	Personer i anslutning till området förolyckas givet att det sker ett utsläpp och antändning.
3	4	1	4	Personer i området kommer ej att förolyckas givet att det sker ett utsläpp.
4	2	3	6	Personer i anslutning till området förolyckas då höga värmestrålningsnivåer uppstår givet utsläpp och antändning.
5	2	1	2	Personer i anslutning till området förolyckas då höga värmestrålningsnivåer uppstår givet utsläpp och antändning.
6	2	1	2	Personer i anslutning till området förolyckas då höga värmestrålningsnivåer uppstår givet utsläpp och antändning.
7	2	1	2	Personer i anslutning till området förolyckas då höga värmestrålningsnivåer uppstår givet utsläpp, reaktion med vatten och antändning.
8	2	1	2	Personer i anslutning till området förolyckas då höga halter av giftiga ångor uppstår givet utsläpp.
9	1	1	1	Personer i anslutning till området förolyckas då höga halter av smittförande ämnen läcker ut givet utsläpp.
10	2	2	4	Personer i anslutning till området förolyckas då höga halter av giftiga ångor uppstår givet utsläpp.
11	1	1	1	--

För att visualisera och tydliggöra de identifierade scenarierna har de placerats i en riskmatris som återges i Figur 4.

Sannolikhetsnivå	5 1 gång per år,					
	4 1 gång per 1 – 10 år				Åtgärdas akut	
	3 1 gång per 10 – 100 år,		4	Åtgärdsbehov skall utredas		
	2 1 gång per 100 – 1000 år		Åtgärdsbehov bör beaktas 10			
	1 < 1 gång per 1000 år	Acceptabel risk 9, 11	5, 6, 7, 8		2, 3	1
	1 Övergående lindriga obehag	2 Enstaka skadade, varaktiga obehag	3 Enstaka svårt skadade	4 Enstaka dödsfall, flera svårt skadade	5 Flera dödsfall, 10-tal svårt skadade	
	Konsekvensnivå					

Figur 4 – riskmatris avseende identifierade scenarierna.

4.4 Utvalda scenarion för vidare analys

Utifrån ovan gjorda grovanalys och visualiseringen i riskmatris visar att scenario 1, 2, 3 och 4 bör beaktas då den uppskattade risken ligger inom de områden i riskmatrisen där åtgärdsbehov bör utredas enligt valda riskkriterier. Även scenario 10 studeras kvantitativt i de fortsatta beräkningarna.

4.4.1 Scenario 1 – Olycka med farligt godstransport med explosiva ämnen

Sannolikheten för olycka med farligt godstransport med explosiva ämnen bedöms som mycket låg utifrån de mängder som transporteras via Jönköpingsbanan. Konsekvensen bedöms däremot kunna orsaka flera dödsfall samt 10-tal svårt skadade. Konsekvensbedömningen grundar sig på att personer som vistas inom Strandängen kan omkomma/skadas på grund av värmestrålning, tryckvåg eller flygande föremål orsakade av explosionen. Konsekvensområde överstiga 50 m.

4.4.2 Scenarion 2 – Olycka med farligt godstransport med brandfarlig gas

Sannolikheten för olycka med farligt godstransport med brandfarlig gas bedöms som relativt låg utifrån transporterade mängder. Konsekvensen för en olycka med brandfarlig gas kan däremot medföra enstaka dödsfall och/eller skadade inom Strandängen. Personer inom området kan omkomma/skadas på grund

av värmestrålning från jetflamma, gasmolnsexplosion, eller BLEVE. Konsekvensområden kan uppgå till 100-tals meter.

4.4.3 Scenarion 3 – Olycka med farligt godstransport med giftig gas

Sannolikheten för olycka med farligt godstransport med giftig gas bedöms som relativt låg utifrån transporterade mängder. Konsekvensen för en olycka med giftig gas kan däremot medföra enstaka dödsfall och/eller skadade inom Strandängen. Personer inom området kan omkomma/skadas på grund av exponering av giftig gas med akuta eller kroniska besvär som följd. Konsekvensområden kan uppgå till 100-tals meter.

4.4.4 Scenarion 4 – Olycka med farligt godstransport med brandfarlig vätska

Sannolikheten för olycka med farligt godstransport med bedöms som relativt hög jämfört med övriga studerade scenarier med hänsyn utifrån transporterade mängder. Konsekvensen för en olycka med brandfarlig vätska är bedöms mindre jämfört med flertalet av övriga scenarier. Personer inom området kan omkomma/skadas på grund av direkt flampåverkan eller höga/akuta strålningsnivåer. Konsekvensområden kan uppgå till ca 50 meter beroende på utsläppet riktning, utbredning och mängd. I den södra delen av området ligger järnvägen på en lägra nivå jämfört med planområdet i övrigt. I den norra delen är förhållandet det omvända varför det finns en risk att ett utsläpp rinner mot planområdet och sedan antänds.

4.4.5 Scenarion 10 – Olycka med farligt godstransport med frätande ämnen

Risk för personskada uppkommer om man utsätts direkt av frätande vätska från skadad cisternvagn vid kollision/urspårning. Normalt uppskattas skadeområdet till cirka 20 meter från spårområdet, det vill säga i transportledens omedelbara närhet.

4.5 Slutsatser av grovanalys

Grovanalysen för Strandängen har visat på fem scenarier som utgör ej försumbara risker längs Strandängen. Utvalda scenarier kommer därför att studeras vidare i en fördjupad riskanalys där respektive scenario studeras mer ingående.

5 FÖRDJUPAD RISKANALYS

I nedanstående avsnitt görs en fördjupad riskanalys utifrån de scenarier som identifierats i grovanalysen. I den fördjupade riskanalysen utgörs av en kvantitativ analys för att bestämma storleken av sannolikhet och konsekvens. Sannolikheten och konsekvensen ligger därefter till grund för att bestämma den samlade individrisken för exploateringsområdet.

De scenarier som identifierats presenteras i nedanstående avsnitt.

- Scenario 1 – Olycka med farligt godstransport med **explosiva ämnen**
- Scenario 2 – Olycka med farligt godstransport med **brandfarlig gas**
- Scenario 3 – Olycka med farligt godstransport med **giftig gas**
- Scenario 4 – Olycka med farligt godstransport med **brandfarlig vätska**
- Scenario 10 – Olycka med farligt godstransport med **frätande ämnen**

5.1 Sannolikhet för olycka med farligt gods

Beräkning av sannolikhet för farligt gods olycka sker i två steg. Först beräknas sannolikheten för urspårning längs planområdet. Därefter beräknas sannolikheten för att urspårningen leder till en farligt gods olycka.

Beräkning av sannolikhet för farligt gods olycka grundar sig på metodik beskriven enligt Räddningsverket, (Räddningsverket, 1996) och Banverket, (Fréden, 2001), och presenteras i Bilaga 1.

Vid framtagandet av modellen har en analys gjorts av vilka faktorer som påverkar sannolikheten för järnvägsolycka längs en specifik sträckning.

Faktorer som påverkar händelseförloppet är till exempel hastighet, tågtyp, bankonstruktion och underhåll.

5.1.1 Frekvensberäkning - Urspårning

Järnvägstrafiken utsätter omgivningen huvudsakligen för urspårningsrisken, vilket kan leda till att lok och vagnar kolliderar med intilliggande byggnader. Vanliga orsaker till urspårning är följande, (Fréden, 2001):

- Rälsbrott
- Solkurvor
- Spårlägesfel
- Vagnfel
- Annan eller okänd orsak

Information för att beräkna sannolikheten för en urspårning är antalet tåg per år, antalet korsningar, antal växlar, spårsträckans längd, antal vagnar per tåg och antal vagnaxlar per vagn.

Följande indata och antaganden har nyttjats vid beräkningarna av sannolikhet för urspårning:

- Antalet tåg (och andelar av person- respektive godståg) som förväntas passera planområdet framgår av Tabell 2
- 15,7 % av samtliga godståg antas vara godståg lastade med farligt gods
- Varje godståg med farligt gods antas innehålla 29 vagnar (Länsstyrelsen i Skåne län, 2007) varav 5⁵ av dessa utgörs av vagnar lastade med farligt gods
- Fördelning av transporterade RID-klasser farligt gods framgår av avsnitt 0.

⁵ Telefonsamtal med Roar Hermo, Trafikverket, 2011-10-25

- Den studerade spårsträckans längd har förutsatts vara 300 m. Antagandet har gjorts mot bakgrund av förväntade konsekvensavstånd för olyckor med respektive farligt gods klass. Antagandet bedöms konservativt då merparten av de förväntade olyckstyperna normalt har kortare konsekvensavstånd än 300 m.
- Spårkvaliteten i beräkningarna förutsätts vara av typ A (dvs betongslipers mm.).
- Inom området förväntas inga plankorningar eller växlar förekomma. Det är ännu inte beslutat vilka typer av förbindelser mellan planområdet och den västra sidan av spåret som kan komma att finnas i framtiden. Någon ny tågplattform i höjd med planområdet har heller inte förutsatts. Ovanstående antaganden är osäkra och har därför studerats i separat känslighetsanalys.

Utifrån ovanstående förutsättningar har olycksfrekvensen (dvs att minst en vagn lastad med farligt gods spårar ur under ett år) för urspårning längs studerad sträcka beräknats till $8,4 \times 10^{-5}$.

Data över hur långt från spårmittpunkt som tåg vid inträffade urspårningar har hamnat som längst framgår av Tabell 7

Tabell 7 – Avstånd från spår (m) efter urspårning (Fréden, 2001).

Avstånd från spår (%)	0 – 1	1 – 5	5 – 15	15 – 25	>25	Okänt
Resandetåg	69	16	2	2	0	12
Godståg	64	18	5	2	2	9

Enligt Fréden (2001) beror spridningen av urspårade tåg främst på spårets läge i förhållande till omgivningen och omgivningens beskaffenhet. I Strandängen är de södra delarna belägna i ett tråg medan spåret i norr är belägen på en vall.

Där spåret är beläget i ett tråg i de södra delarna begränsas urspårningssträckan av tråget medan det i den norra delen bedöms följa fördelningen enligt Tabell 7.

5.1.2 Sannolikhet för farligt gods olycka vid urspårning

Det faktum att en vagn lastad med farligt gods spårar ur innebär inte nödvändigtvis att det blir en farligt gods olycka. I de flesta fall håller tanken utan vidare läckage. Om tanken håller eller inte beror på flera olika faktorer, men den viktigaste faktorn är tankens konstruktion. Idag finns i huvudsak två huvudtyper av tankvagnar i trafik, tunnväggiga avsedda för vätskor under atmosfärstryck och tjockväggiga för transporter av gaser under övertryck. (Fréden, 2001).

Samtliga tågvarnar där transporterade ämnen av farligt gods sker i trycksatta behållare har förutsatts leda till utsläpp (punktering, hål i kärl) vid 1% av urspårningarna. Samma antagande har även gjorts för transporter av explosiva ämnen. Övrig transporter förväntas ske med kärl med tunnare väggar. Andelen urspårningar som förväntas leda till utsläpp/läckage är då 25%. (Fréden, 2001).

5.2 Konsekvens av skadehändelse

Konsekvensberäkningar utgår ifrån händelseträddmetodik och beräknas med hjälp av dataprogrammet @risk, vilket möjliggör kontinuerliga fördelningar för kritiska avstånd i händelse av olycka.

Beräkningar av konsekvenser vid farligt gods olycka beror på val av ämne, storlek på läckage, vindriktning mm. En detaljerad redovisning av gjorda antaganden och beräkningar framgår av Bilaga 3.

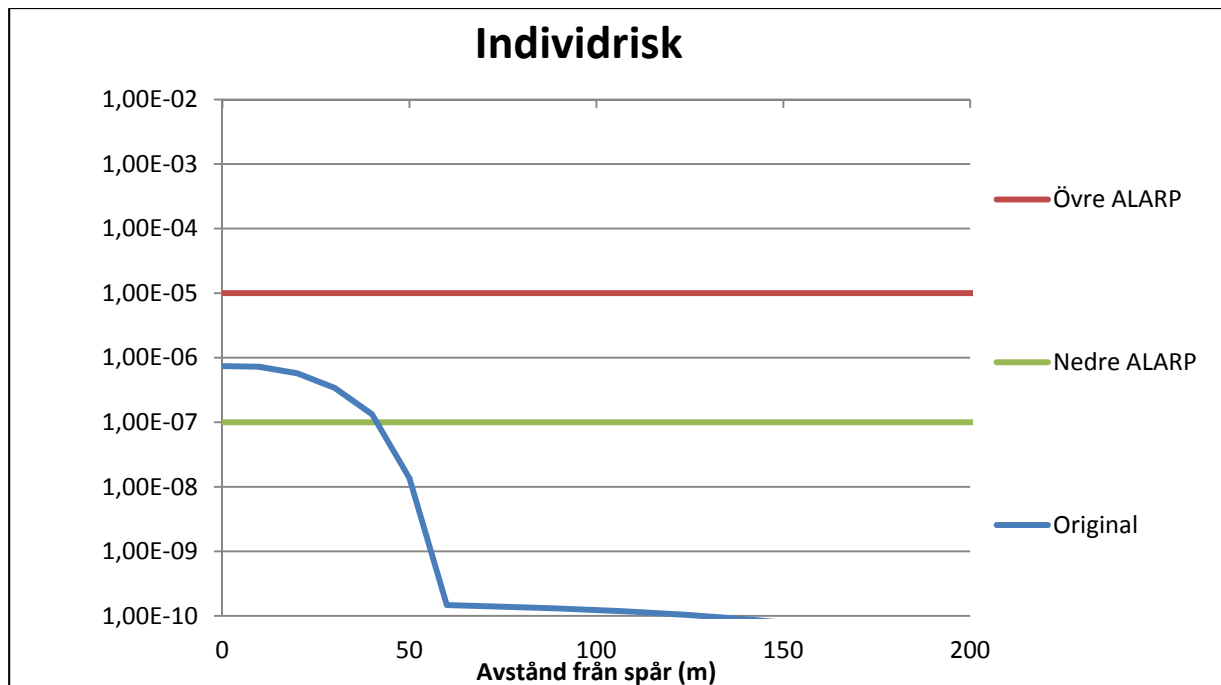
Tabell 8 - Väntevärden på riskavstånd vid olika scenarier

Scenario	Konsekvens	Riskavstånd (m)
1	Explosion	50
2	Fördröjd antändning (brandfarlig gas)	114
2	Jetflamma	27
3	Giftig gas	270
4	Brandfarlig vätska	32
10	Frätande	12,5

För konsekvenser med gaser där vindriktningen är av avgörande betydelse har värden enligt avsnitt 3.3 nyttjats. Kritisk konsekvens antas uppstå då vindriktningen är Sydlig – Västlig – Nordlig.

5.3 Individrisk

Individrisken längs Jönköpingsbanan intill exploateringsområdet Strandängen återges i Figur 5.



Figur 5 – Beräknad individrisk i relation till avståndet från järnvägsspåret längs Strandängen.

Beräkningarna bygger på de presenterade skadehändelserna presenterade i avsnitt 4.4, med variationer i antaganden om hålstorlek, vindar, etc.

Det kan konstateras att individrisken inom planområdet ligger under $1 \cdot 10^{-5}$ per år. Risknivån sjunker under $1 \cdot 10^{-7}$ vid ett avstånd av ca 40 meter från spårområdet.

Närmsta byggnad avses uppföras 50 meter från spårområdet och brytpunkten där nedre ALARP överstigs ligger på 40 meter bedöms riskreducerande åtgärder erfordras närmast spårområdet. De riskreducerande åtgärderna med tillhörande individriskkurva presenteras i nedanstående avsnitt 5.4.

Tolkningen av grafens utseende är att eftersom 98 % av farligt gods transportererna utgörs av brandfarlig vätska är det denna konsekvens som gör att i första hand speglar grafens utseende inom intervallet 0-ca 60 m. Detta eftersom konsekvensområdet med brandfarlig vätska aldrig överstiger detta avstånd. Medelvärde för konsekvens med brandfarlig vätska uppgår till 32 m. Detta värde är dock osäkert och beror delvis på vilken utbredning polen med brandfarlig vätska förutsätts anta. Detta i sin tur beror på utformningen av marken intill spåret. I områdets södra del utgör detta knappast ett problem eftersom spåret ligger i ett tråg. I områdets norra del förutsätts inget diken eller vattenavrinning finnas.

5.4 Osäkerheter och Känslighetsanalys

Det finns osäkerheter i indata, modell och antaganden. En av de största osäkerhetsparametrarna är antalet transporter samt fördelningen av olika transporter farligt gods. I dagsläget transporteras ungefär 400 – 500 godståg med farligt gods per år. Det finns ett spår längs exploateringsområdet tillgängligt vilket begränsar en ytterligare ökning av antalet transporter. I framtiden finns planer att uppgradera spårbanan mellan Jönköping och Falköping vilket kommer öka kapaciteten. I de prognoser som tagits fram av trafikverket utgörs utökningen av godståg endast en marginell utökning från 8 till 12 godståg per dygn 2050. I känslighetsanalysen har antalet godståg med farligt gods fördubblats till

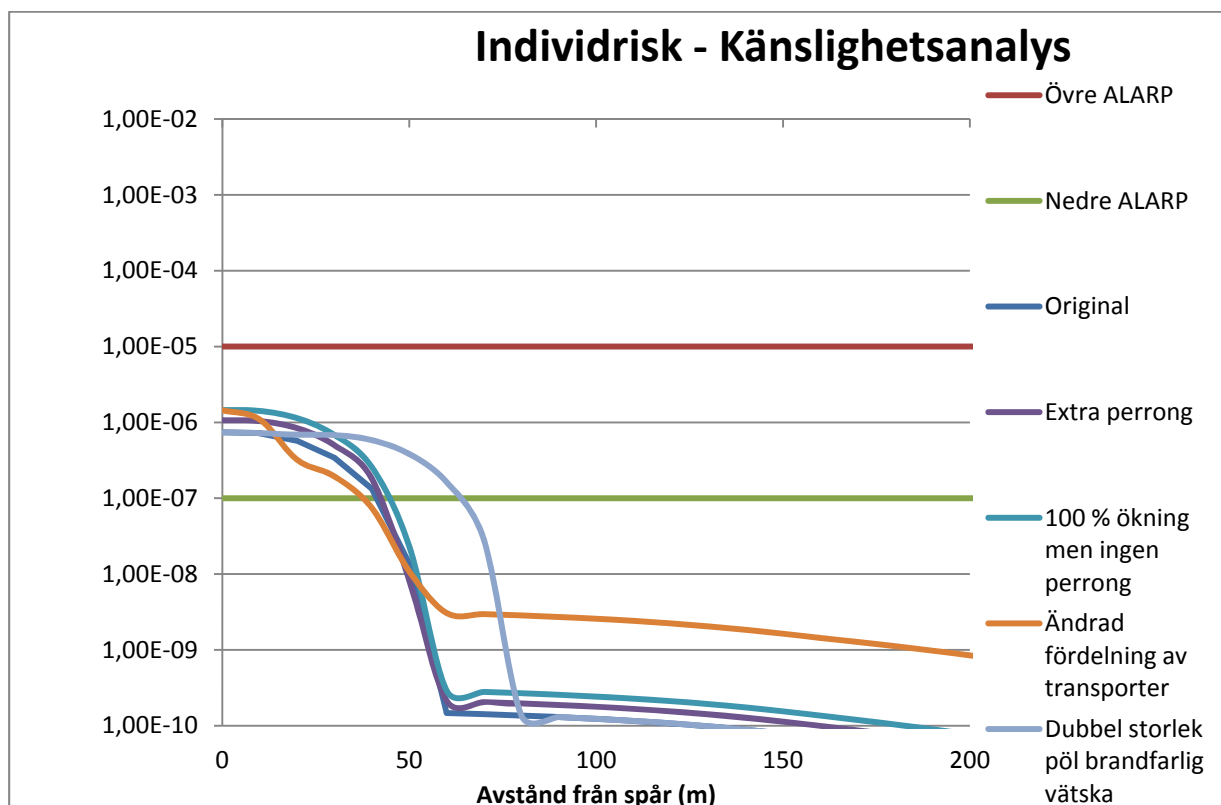
800 – 1000 tåg med farligt gods för att utröna hur en fördubbling av antalet transporter med farligt gods påverkar.

Idag utgörs ungefär 98 % av transportererna med farligt gods brandfarlig vätska. Beroende på hur behovet av exempelvis natur-/biogas och olika kemikalier ser ut i framtiden kommer troligen transportererna av dessa öka. I känslighetsanalysen har en fördelning motsvarande riksgenomsnittet för Sverige använts. I riksgenomsnittet har bland annat RID-klass 3 sänkts från 98 % till 54 % och brandfarliga gaser ökat från 0,5 % till 11 % av de totala transportererna farligt gods.

Ytterligare en osäkerhetsparameter är så till vida området skall förses med en extra perrong för utöka kommunikationsmöjligheter till och från området. En extra perrong påverkar antalet växlingsrörelser längs sträckan och påverkar därmed sannolikheten för urspårning. I känslighetsanalysen har sannolikheten för urspårning ökat från $8,4 \cdot 10^{-5}$ till $1,2 \cdot 10^{-4}$ efter sannolikheten för urspårning vid perrongen beaktats.

Den troligaste olyckan längs exploateringsområdet är en pölbrand då 98 % av transportererna utgörs av transportererna farligt gods utgörs av brandfarlig vätska. Beroende på markens infiltrationsförmåga, hålstorleken i tanken etc. påverkas pölens storlek och dess utbredning. I känslighetsanalysen har en pölstorlek av 250-500 m² använts (jämfört med 25-250 m²), vilket bedöms som konservativt då området längs järnvägen främst består av naturmark vilket har en viss infiltration samt begränsar utspridningen av vätska. Analysen har gjorts för att studera effekterna om brandfarliga vätska förutsätts rinna mot byggnaderna.

Beräknad individrisk i känslighetsanalysen framgår av Figur 6.



Figur 6 – Känslighetsanalys av beräknad individrisk i relation till avståndet från järnvägsspåret längs Strandängen .

Resultatet av känslighetsanalysen visar att individrisken understiger nedre ALARP (1×10^{-7}) efter 50 meter i samtliga fall förutom om pölstorleken vid ett utsläpp av brandfarlig vätska ökas (till 250 –

500 m²). En så stor pölstorlek som 250 – 500 m² bedöms mycket konservativ varpå ytterligare åtgärder för att beakta en så stor pölstorlek inte bedöms erfordras.

Osäkerheterna kan påverka den beräknade risknivån både uppåt och nedåt. Det finns skäl som talar för att beräkningen av risken är att betrakta som konservativ och valda indata innebär en förskjutning mot högre risk.

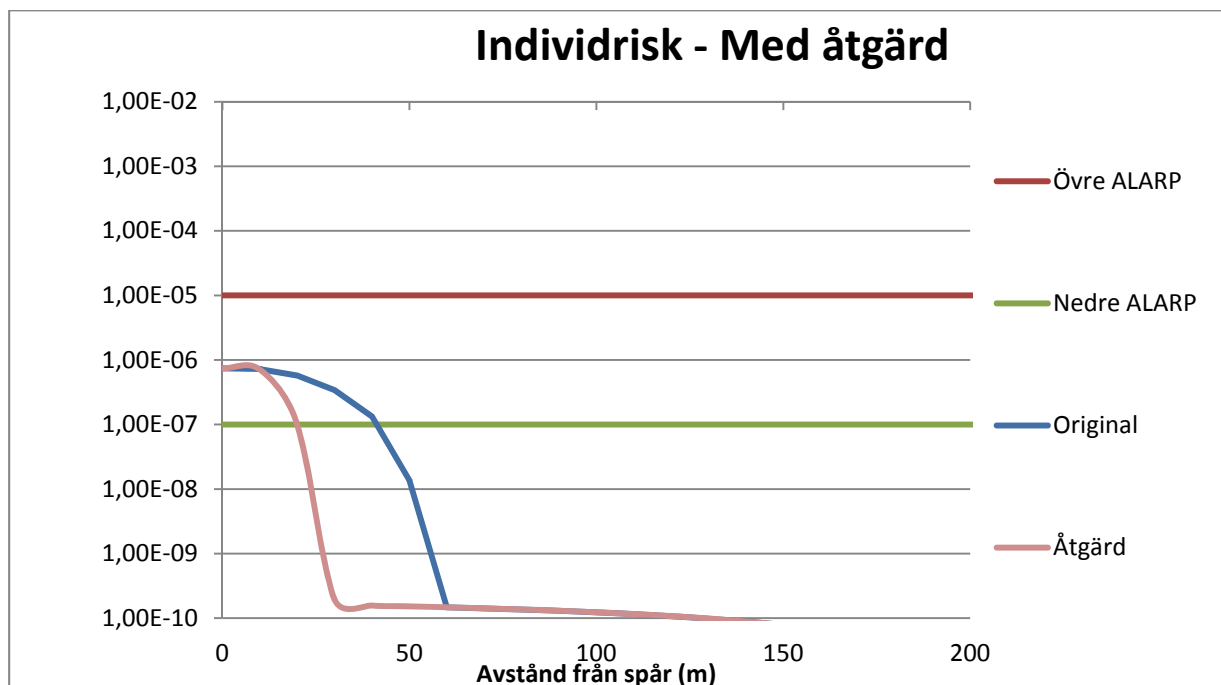
5.4.1 Individrisk med riskreducerande åtgärder

Längs Jönköpingsbanan transporteras främst brandfarlig vätska (RID-klass 3), vilket har störst inverkan nära spårområdet (ca 30 m från spårområdet). För att reducera individrisken mellan spårområdet och byggnaderna bör rimliga åtgärder mot brandfarlig vätska vidtas. Övriga ämnesklasser bedöms ha en marginell inverkan på individrisken.

Genom att uppföra ett dike längs planområdet i den norra delen där järnvägen är placerad på en vall begränsas spridningen av brandfarlig vätska mot byggnaderna i exploateringsområdet. Ett dike samlar vätskan i en ränna, vilket gör att flammorna vid en eventuell pölbrand blir lägre jämfört med en cirkulär pölbrand. Beroende på hur diket utformas kan diket även ha en positiv inverkan på hur långt tåget färdas vid urspärning.

Bortom diket mot bostäderna avses träd planteras. Beroende på vilken typ av träd som planteras begränsar träden strålningsintensiteten mot byggnaderna inom planområdet. Bladträd ger vanligen ett bra skydd under sommartiden medan de under vintern endast har en marginell inverkan av strålningsintensiteten.

I nedanstående beräkning, Figur 7, av individrisken har endast ett dike beaktats som riskreducerande åtgärd. Effekten av plantering av träd är svårt att uppskatta då typ (blad, barr etc.), höjd och grenverkets täthet inverkar.



Figur 7 - Beräknad individrisk i relation till avståndet från järnvägsspåret längs Strandängen efter riskreducerande åtgärder vidtagits.

Efter riskreducerande åtgärder har vidtagits i form av ett dike längs järnvägen understigs $1 \cdot 10^{-7}$ efter cirka 20 meter.

5.5 Slutsats

Resultatet av genomförd analys visar att risknivån delvis överstiger en nivå där åtgärder bör vidtas under förutsättning att åtgärderna utifrån ett kostnads-nyttoperspektiv är försvarbara. Följande krav på åtgärder bedöms därför rimliga att ställa på planområdets utformning.

Avstånd från spårmit	Verksamhet	Krav på åtgärd
< 5 m	Bebyggelsefritt	De närmaste 5 meterna kring spåret skall utformas utan hårda objekt (träd eller dylikt) för att begränsa sannolikheten att en urspårning leder till en allvarlig olycka. Vid ett avstånd överstigande fem meter bedöms sannolikheten för urspårning tillräckligt låg utan att ytterligare begränsningar vidtas för att reducera risken för kollision.
< 20 m	Bebyggelsefritt med undantag av garage, carport, förråd mm.	Bebyggelsefritt med undantag av garage, förråd och motsvarande byggnader där stadigvarande vistelse inte kan förutsättas.
< 40 m	Bebyggelsefritt med undantag av garage, carport, förråd mm.	Lekplatser, skolgård, idrottsplatser mm. bör undvikas
< 50 m	Bostäder, kontor och motsvarande.	Fasadbeklädnaden på byggnader inom 50 m från spårmit skall utföras av material i klass A2-s1,d0 (obrännbart material). Alternativt tillskapas ett dike (på ett avstånd mellan 5 och 20 m från spårmit) längs med hela den sträckning av järnvägen där spåret ligger på en plushöjd över angränsande planområde. Diket skall vara minst en 1 djupt och avrinning skall ej ske mot byggnad där stadigvarande vistelse kan förutsättas. Under förutsättning att ett dike tillskapas skall fasadbeklädnad utföras av material i lägst brandteknisk klass D-s2,d0.
> 50 m	Ingen begränsning	Inga särskilda krav

Under förutsättning att ovanstående åtgärder vidtas bedöms inga ytterligare åtgärder erfordras.

Briab – Brand och Riskingenjörerna AB

Fredrik Carlsson

Peter Nilsson

Internkontroll

Henrik Nordenstedt

6 LITTERATURFÖRTECKNING

- Alexandersson, A. (2006). *Vindstatistik för Sverige 1961 - 2004, Rapportnummer 121*. Norrköping: SMHI.
- Boverket, Räddningsverket. (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – vägledningsrapport*. Karlstad.
- CPR. (1999). *CPR 18E – Guidelines for Quantitative Risk Analysis*. Committé for the prevention of disaster.
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor – metoder för*. Stockholm: Försvarets Forskningsantalt.
- Fréden, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Rapport 2001:15*. Stockholm: Banverket.
- Jönköpings kommun, Stadsbyggnadskontoret. (2011). *Planprogram för Strandängen, samrådshandling, Dnr: 2011:79*. 14: 04.
- Länsstyrelsen i Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, 2007:6*. Malmö: Länsstyrelsen i Skåne län.
- Palisade Corp. (2008). *Users guide @RISK 5*. Palisade Corp.
- Purdy, G. (1993). Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail. 33.
- Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - riskbedömning vid transport- Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg och järnväg*. Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (1996). *Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods*. Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Räddningsverket.
- Trafikverket. (den 19 10 2011). Hämtat från <http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sveriges-jarnvagsnat/Jonkopingsbanan/>
- Trafikverket. (den 24 10 2011). Tanja Jevtic. Jönköping.
- Trafikverket. (den 19 05 2011). *Trafikverket*. Hämtat från <http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sveriges-jarnvagsnat/Jonkopingsbanan/> den 25 10 2011