

Risikanalys Kolartorp etapp 3, Haninge - avseende transporter med farligt gods på Nynäsbanan

Upprättad inför samråd
2010-04-26

Stockholm • Karlstad • Falun • Gävle • Lidköping • Örebro

Brandskyddslaget AB
Box 9196
Hornsbruksgatan 28, VI
102 73 Stockholm

Telefon/Fax
08-588 188 00
08-588 188 62

Internet
www.brandskyddslaget.se
info@brandskyddslaget.se

Organisationsnummer
556634-0278
Innehar F-skattebevis

PROJEKTNUMMER 103908	PROJEKTNAMN KOLARTORP ETAPP 3, HANINGE
PROJEKTLEDARE Torkel Danielsson	PROJEKTANSVARIG Martin Olander
UPPDRAGSGIVARE Haninge Kommun Stadsbyggnadsförvaltningen, Plan 136 81 Haninge	REFERENS UPPDRAGSGIVARE Ingela Vidin 08-606 86 84
DOKUMENTTYP Analys av olycksrisker avseende närhet till Nynäsbanan	
ÖVRIGT	
UPPRÄTTAT AV Lisa Åkesson	INTERNKONTROLL Rosie Kvål

2010-04-23	Riskanalys, version 1	RK1
2010-04-22	Utkast	-
DATUM	STATUS	INTERNKONTROLL (IK)

SAMMANFATTNING

I Haninge kommun pågår detaljplanearbete för området Kolartorp beläget ca 1,5 km norr om Handen. Syftet är att förtäta området med bostäder, bygga ut kommunalt vatten och avlopp samt förbättra vägstandarden. Arbetet har delats in i etapper där denna analys avser Kolartorp etapp 3. Analysen görs då det planerade området ligger i direkt anslutning till järnvägen/Nynäsbanan där det förekommer transporter med farligt gods.

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med det aktuella planförslaget genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

Mätningar av trafiken med farligt gods på Nynäsbanan finns för tre olika perioder. Samtliga mätningar visar ingen eller begränsad trafik. I och med planer på utbyggnad av hamnen i Norvik (Nynäshamn) kan dock antalet godstransporter på Nynäsbanan komma att öka. Detta har beaktats i analysen.

Efter en riskinventering och inledande analys konstateras att det endast är olyckor förknippade med ämnen ur farligt godsklass 2.1 (brandfarliga gaser), 2.3 (giftiga gaser) samt 5 (oxiderande ämnen och organiska peroxider) som bedöms kunna påverka personsäkerheten inom området. Av dessa ämnen är det endast ämnen i klass 2.1 som transporteras i dagsläget, övriga klasser kan tillkomma vid en utbyggnad av Norviks hamn. Anledningen till att övriga olycksscenarier (ex urspårning, utsläpp och antändning av brandfarlig vätska) inte bedöms påverka personsäkerheten är den fördelaktiga topografin i området där järnvägen ligger mycket lägre i förhållande till planområdet.

För de scenarier som bedömts kunna påverka personsäkerheten i området har risknivån i form av individrisk beräknats och en värdering gentemot uppställda riskkriterier gjorts. Beräkningar har gjorts för tre fall, dels med två mätningar för dagens trafik och dels för en prognos vid en framtida utbyggnad av hamnen i Norvik. Resultatet av analysen visar att risknivån avseende individrisk är acceptabel för samtliga studerade fall.

Slutsatsen av riskanalysen är utifrån ovanstående att risknivån är acceptabel och att vidare hänsyn till risker förknippade med trafiken på Nynäsbanan inte behöver tas i den fortsatta planeringen av området. Resultatet gäller förutsatt att utformningen av området inte förändras i större omfattning, exempelvis med en kraftigt ökad persontäthet, ändrad topografi etc.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	5
1.1	Bakgrund.....	5
1.2	Syfte.....	5
1.3	Omfattning.....	5
1.4	Underlag.....	5
2	METODIK	6
2.1	Riskinventering.....	6
2.2	Inledande analys.....	6
2.3	Detaljerad analys.....	6
2.4	Presentation av risk.....	6
3	FÖRUTSÄTTNINGAR	8
3.1	Lagstiftning och riktlinjer.....	8
3.2	Värdering av risk.....	9
4	ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET	11
4.1	Områdesbeskrivning.....	11
4.2	Planerad förändring.....	11
4.3	Omgivande planer.....	12
5	RISKINVENTERING	13
5.1	Allmänt.....	13
5.2	Nynäsbanan.....	13
6	INLEDANDE RISKANALYS	16
6.1	Identifiering av olycksrisker.....	16
6.2	Uppskattning av riskernas omfattning.....	16
6.3	Slutsats inledande analys.....	17
7	DETALJERAD RISKANALYS	18
7.1	Beräkning av olycksfrekvens och konsekvens.....	18
7.2	Individrisk.....	19
7.3	Värdering av risk.....	22
8	HANTERING AV OSÄKERHETER	23
9	SLUTSATSER	24
10	REFERENSER	25
BILAGA A	FREKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA B	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA C	RISKBERÄKNINGAR	

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

I Haninge kommun pågår arbete med att ta fram detaljplaner för området beläget Kolartorp ca 1,5 km norr om Handen. Syftet är att i enlighet med tidigare upprättat program skapa möjligheter för att förtäta området med bostäder, bygga ut kommunalt vatten och avlopp samt förbättra vägstandarden. Området har delats upp i flera etapper där denna analys omfattar etapp 3 som ligger i direkt anslutning till järnvägen/Nynäsbanan.

Då det förekommer transporter av farligt gods på järnvägen har Brandskyddslaget fått i uppdrag att som en förutsättning för det fortsatta planarbetet upprätta en riskanalys för området.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

1.3 Omfattning

Riskanalysen omfattar aktuellt detaljplaneområdet med avgränsning enligt figur 4.1. Området avgränsas i väster av järnvägen/Nynäsbanan, i norr av området Vegastaden (se avsnitt 4.3), i söder av Kolartorpsvägen och i öster av övriga etapper för Kolartorp. Sträckan längs med järnvägen är ca 400 m.

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på järnvägen omfattas inte av analysen.

1.4 Underlag

Underlag för analysen utgörs av förslag till plankarta, information från beställaren samt tidigare upprättade riskanalys för området Vegastaden /1/ direkt norr om Kolartorp.

2 METODIK

2.1 Riskinventering

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskkällorna beskrivs och förekommande transporter av farliga ämnen kartläggs och redovisas. Inventeringen utgör sedan grunden för den fortsatta analysen.

2.2 Inledande analys

Utifrån genomförd inventering görs en uppställning av möjliga händelser som kan påverka människor inom det studerade området. För identifierade olyckshändelser görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

2.3 Detaljerad analys

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen bedöms kunna inträffa samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en mer detaljerad analys. I den detaljerade analysen kvantifieras risken genom beräkningar av frekvens och konsekvens för respektive scenario. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper.

2.4 Presentation av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas vanligen i form av samhälls-risk eller individrisk, se nedan.

2.4.1 Samhällsrisk

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvenser plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

2.4.2 Individrisk

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan.

2.4.3 Acceptabel risk

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I Räddningsverkets publikation *Värdering av risk /2/* ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som används i denna analys.

Kriterierna omfattar både individrisk och samhällsrisk och anges i form av en övre och en undre gräns. Risker över den övre gränsen anses som oacceptabla medan risker under den nedre gränsen bedöms som acceptabla. Området mellan kriterierna benämns ALARP-området¹. I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls.

2.4.4 Vald metodik för analysen

I denna riskanalys används riskmättet individrisk, vilket innebär att beräkningar utförs avseende frekvensen för studerade olycksrisker samt konsekvenserna av dessa i form av avstånd från riskkällorna inom vilket personer bedöms kunna omkomma. Detta då samhällsrisk normalt beräknas vid exploatering av större områden med hög persontäthet. I det aktuella området planeras främst för småhusbebyggelse vilket innebär en relativt låg persontäthet.

2.4.5 Åtgärder

I de fall där det, utifrån använda acceptanskriterier (se kapitel 3.2.2), visar sig att risknivån är oacceptabelt hög anges förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder. Förslag till åtgärder ges även i de fall där risknivån befinner sig i gråzonen mellan acceptabla och oacceptabla risker, det s.k. ALARP-området. I vilken utsträckning åtgärder vidtas i detta fall beror till stor del på kostnadseffektiviteten i föreslagna lösningar samt planerad verksamhet då nivån för vad som bedöms som tolerabel risk varierar något beroende på verksamhet. Den undre av kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) på den totala risknivån ska vara låg. Detta gäller normalt för t.ex. bostäder och svårutrymda lokaler (sjukhus, samlingslokaler och skolor etc.). Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för exempelvis kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter. Detta beror huvudsakligen på att personer är vakna i dessa verksamheter, samt att dessa verksamheter är befolkade dagtid.

¹ As Low As Reasonably Practicable

3 FÖRUTSÄTTNINGAR

3.1 Lagstiftning och riktlinjer

3.1.1 Riskhänsyn vid fysisk planering

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (1987:10) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Länsstyrelsen i Stockholms Län anger i Rapport 2000:01 "Riskhänsyn vid ny bebyggelse" /3/ att om bebyggelse planeras inom ett avstånd mindre än 100 meter från väg för transport av farligt gods eller järnväg så skall en riskanalys utgöra ett av beslutsunderlagen i planärendet. Vidare rekommenderas olika skyddsavstånd vilka redovisas i tabell 3.1. För att undvika risker förknippade med urspårning och olyckor med petroleumprodukter rekommenderas dessutom att 25 meter närmast järnväg och väg med transport av farligt gods lämnas byggnadsfritt.

I rapporten konstateras även att risksituationen i vissa fall kan behöva utredas även utanför 100 m.

Rekommenderade skyddsavstånd omfattar markområden som ej är skymda av topografi eller annan bebyggelse. Dessa parametrar kan påverka, både öka och minska, behovet av skyddsavstånd.

Tabell 3.1. Av Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderade skyddsavstånd till järnväg.

Typ av bebyggelse	Avstånd
Tät kontorsbebyggelse	25 m
Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
Personintensiv verksamhet	50 m

De angivna skyddsavstånden anger det minsta avstånd som bör hållas mellan bebyggelse och riskobjekt. Avsteg kan göras om risknivån bedöms som låg eller om man genom att tillämpa säkerhetshöjande åtgärder kan sänka risknivån.

En revidering av rapporten pågår. Detta sker efter det att Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län tillsammans har arbetat fram en riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods /4/. Riskpolicyn innebär att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagnandet av detaljplaner inom 150 meter från en transportled för farligt gods, jämfört med tidigare 100 meter.

3.1.2 Övrig lagstiftning

Förutom ovanstående lagar och riktlinjer förekommer ytterligare ett antal lagar och föreskrifter avseende risk och säkerhet som kan vara relevanta i planärenden. Dessa berör i första hand hantering och rutiner för olika typer av riskkällor som kan vara värda att beakta. Exempelvis så ger Räddningsverket ut föreskrifter för hantering av olika brandfarliga och explosiva ämnen.

Vidare hanterar Lag (2003:778) om skydd mot olyckor olika verksamheters ansvar för att upprätthålla ett tillfredsställande skydd mot olyckor. En konsekvens av denna lag som kan vara av särskilt intresse i planärenden är om det i anslutning till planområdet finns anläggningar vilka klassas som "farliga verksamheter" enligt kap 2:4 i denna lag. Sådana verksamheter är ålagda att vidta nödvändiga åtgärder för att hindra eller begränsa olyckor och de är även skyldiga att analysera risker och påverkan på närområdet.

3.2 Värdering av risk

3.2.1 Principer för riskvärdering

Generellt vid bedömning av huruvida en risk kan accepteras eller ej bör hänsyn tas till vissa faktorer. Exempelvis bör riskkällans nytta vägas in, likaså vilken som är den exponerade gruppen samt huruvida risk för katastrofer föreligger. De principer som vanligen anges är:

- **Principen om undvikande av katastrofer.** Katastrofer ska undvikas.
- **Fördelningsprincipen.** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- **Rimlighetsprincipen.** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas.
- **Proportionalitetsprincipen.** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar (intäkter, produkter och tjänster, etc.) som verksamheten medför.

Dessa principer indikerar att hänsyn bör tas till kostnader för säkerhetshöjande åtgärder, att en riskkällans nytta skall vägas in samt att olika värderingar kan göras beroende på om den exponerade gruppen har en personlig nytta av riskkällan eller ej. Vidare skall risker ej accepteras om de på ett enkelt tekniskt och icke kostsamt sätt kan undvikas.

3.2.2 Acceptanskriterier i Stockholms län

Enligt tidigare används de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk /2/* för värdering av risk i Stockholms län. I tabell 3.2 redovisas dessa kriterier.

Tabell 3.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10^{-5}	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10^{-7}	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

4 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET

4.1 Områdesbeskrivning

Det aktuella området ligger utmed ca 400 meter av järnvägen/Nynäsbanan ca 1,5 km norr om Handen i Haninge kommun, se figur 4.1. Detaljplanen ingår som en del i en större förändring av området Vega-Norrby. Inom planområdet finns i dagsläget fritidshusbebyggelse. Terrängen i området är generellt mycket kuperad där järnvägen ligger lägre än omgivningen.



Figur 4.1 Översiktsbild av planområdet och dess omgivningar

4.2 Planerad förändring

Planförslaget syftar till att möjliggöra förtätning av området med bostäder, bygga ut kommunalt vatten och avlopp samt förbättra vägstandarden. Större delen av den planerade bebyggelsen kommer att bestå av enbostadshus eller parhus, i det nordöstra hörnet kommer planeras det dock för en grupp med 4-familjshus (se figur 4.1). I det sydöstra hörnet finns en bollplan som planeras finnas kvar. Vid enbostadshusen/parhusen är avståndet till järnvägen som kortast ca 45 meter med en höjdskillnad på ca 15

meter. Bebyggelsen vid bollplanen ligger också ca 45 meter från järnvägen med en höjdskillnad av ca 5 meter. 4-familjshuset ligger på ett avstånd av drygt 90 meter med en höjdskillnad på ca 25 meter.

4.3 Omgivande planer

Kolartorp etapp 3 ingår som en del i en större omvandling av området Vega-Norrby i Haninge kommun. Övriga etapper inom Kolartorp syftar i likhet med etapp 3 till att möjliggöra bostäder, bygga ut kommunalt vatten och avlopp etc. Direkt norr om Kolartorp planeras för en helt ny stadsdel, Vegastaden. I stadsdelen planeras för ca 3 000 bostäder, ny pendeltågsstation, nya kontor och ny service. Utbyggnaden av Vegastaden har delats upp på flera detaljplaner där detaljplan 2, i likhet med Kolartorp etapp 3, ligger i direkt anslutning till järnvägen. För Vegastaden DP 2 har en riskanalys upprättats /1/ vilken i vissa delar ligger till grund för denna analys.

5 RISKINVENTERING

5.1 Allmänt

När det gäller plötsliga och oväntade olyckshändelser, vilket är det som studeras i denna analys, rör det sig huvudsakligen om transporter med farligt gods på väg eller järnväg, se avsnitt 5.1.1. Olyckshändelser kan även utgöras av avåkning eller urspårning.

För det aktuella området är järnvägen, del av Nynäsbanan, den enda riskkälla som identifierats att kunna medföra skador på människor. Järnvägen passerar direkt öster om planområdet. Utförlig beskrivning av Nynäsbanan redovisas i avsnitt 5.2.

5.1.1 Farligt gods

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig självt eller i kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skador på människor, djur, egendom, miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande.

Farligt gods kan delas in i olika klasser för ämnen med liknande egenskaper. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser. I tabell 5.1 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 5.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR/RID

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.), oxiderande gaser (syre, ozon, kväveoxider etc.), brännbara gaser (acetylen, gasol etc.) och icke brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid, ammoniak etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljörn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.

5.2 Nynäsbanan

Nynäsbanan går mellan Älvsjö och Nynäshamn och passerar direkt öster om det aktuella planområdet. Den aktuella sträckan har två spår och trafikeras främst av pendeltåg men även godstransporter förekommer.

Antalet passerande tåg uppgår i dagsläget till ca 145 st per vardagsmedeldygn varav 141 utgörs av pendeltåg och resterande tåg av godstrafik /5/. Prognostiserad trafik för 2015 är ca 200 pendeltåg samt 5 godståg per vardagsmedeldygn /5/.

Maximalt tillåtna hastighet för pendeltågen är 140 km/tim och för godståg 100 km/h. I och med den planerade pendeltågsstationen för Vegastaden direkt norr om Kolartorp kan det dock förväntas att hastigheten för pendeltåg blir lägre eftersom de stannar vid stationen.

5.2.1 Transporter av farligt gods på Nynäsbanan

Det förekommer transporter av farligt gods på Nynäsbanan men det finns ingen tydlig bild av vad som transporteras på aktuell sträcka. Ett antal genomförda kartläggningar ger dock en indikation om vad som har transporterats under vissa perioder.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (fd Räddningsverket) har genomfört kartläggningar på Sveriges järnväg under tre månader 1996 /6/ och en månad 2006 /7/. Dessutom finns information om Green Cargos transporter på aktuell sträcka under mars-maj 2005/8/.

Det farliga godset fördelade sig enligt tabell 5.2 (omräknat till årsbasis) vilken visar att det vid kartläggningarna endast var farligt gods i form av brandfarliga gaser respektive vätskor som transporteras på den aktuella sträckan. Osäkerheterna i statistikunderlaget är dock stora med hänsyn till de intervaller som ges.

Tabell 5.2. Farligt gods på aktuell del av Nynäsbanan enligt mätningar från 1996 /6/, 2005 /8/ och 2006 /7/.

Klass	Ämne	Transporterad mängd (ton/år)		
		1996	2005	2006
1	Explosiva ämnen	0	0	0
2	2.1 Brandfarliga gaser	0	1 656	0-62 400
	2.2 Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	0	0	0
	2.3 Giftiga gaser	0	0	0
3	Brandfarliga vätskor	0	7 296	0-104 400
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	0	0	0
5	5.1 Oxiderande ämnen	0	0	0
	5.2 Organiska peroxider	0	0	0
6	Giftiga ämnen	0	0	0
7	Radioaktiva ämnen	0	0	0
8	Frätande ämnen	0	0	0
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	0	0	0
Totalt		0	8952	0-166 800

5.2.2 Framtid – utbyggnad av Norviks hamn

Det pågår i dagsläget planer på att bygga ut en ny hamn för godsfartyg i Norvik i Nynäshamns kommun. Godset kommer sedan att transporteras vidare på väg och järnväg vilket skulle medföra mer godstrafik på järnvägen förbi aktuellt planområde. Enligt den riskanalys /9/ som upprättats i samband med planarbetet för hamnen uppskattas hamnen tillföra ca 55 000 godsvagnar/år på Nynäsbanan (prognos 2020) varav 1 280 av dessa bedöms medföra farligt gods. Förväntad fördelning av det farliga godset i olika klasser framgår av tabell 5.3.

Om hamnen blir av eller inte är i dagsläget osäkert, Miljödomstolen har sagt nej till planen men beslutet har överklagats till regeringen /10/.

Tabell 5.3. Uppskattat antal vagnar med farligt gods på Nynäsbanan till följd av planerad godshantering i Norviks hamn /9/.

Klass	Antal vagnar 2020	Fördelning på underklasser
1	0	
2	70	20% klass 2.1 huvudsakligen tändare och aerosoler dvs. styckegods 60% klass 2.2 20% klass 2.3 huvudsakligen klorgas
3	380	100 vagnar klass 3.1 och 3.2
4	40	
5	90	20 vagnar klass 5.1 70 vagnar klass 5.2
6	90	
7	-	
8	330	
9	280	
Totalt	1 280	

I Norvik planerar även Nynäs raffinaderi att bygga ut hamnen med en terminal för naturgas. Naturgasen ska sedan transporteras vidare med tankfordon och kommer således ej att transporteras på Nynäsbanan /11/.

6 INLEDANDE RISKANALYS

6.1 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är olycksscenarier med inblandning av farligt gods som är relevanta att beakta vad gäller risknivån för området. Med hänsyn till den stora höjdskillnaden mellan järnvägen och planerad bebyggelse bedöms inte ett urspåret tåg (utan inblandning av farligt gods) kunna medföra skador på personer inom planområdet.

6.2 Uppskattning av riskernas omfattning

Uppskattningen görs huvudsakligen i form av en bedömning av skadeområden för respektive olycksrisk. För de skadescenarier som uppskattas kunna innebära allvarliga konsekvenser för planområdet görs därefter mer detaljerade beräkningar av frekvens och konsekvens.

6.2.1 Olycka med farligt gods på Nynäsbanan

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser med hjälp av det så kallade ADR/RID-systemet. I tabell 6.1 görs en kortfattad beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 6.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR/RID-klass.

Klass	Ämne	Konsekvensbeskrivning
1	Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2	Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Inert och oxiderande gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Icke brännbar, giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3	Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40-50 m.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6	Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Avståndet från planområdet till närmaste trafikerade spår på stambanan är ca 45 meter meter. Utifrån beskrivningen i tabell 6.1 och vad som transporteras enligt tabell 5.2. och 5.3 skulle det då vara ämnen ur klass 2.1, 2.3, 3 samt klass 5 som är relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för området.

När det gäller utsläpp och antändning av brännbara vätskor är dock bedömningen att detta inte kan medföra skador på personer inom planområdet. Detta då höjdskillnaden mellan spåret och planområdet är så pass stor och strålning från en brand kraftigt avtar med höjden.

Av de då återstående ämnena är det i dagsläget transporter av brännbara gaser som är relevanta att beakta vid planering av området och vid en eventuell utbyggnad av Norviks hamn även giftiga gaser och oxiderande ämnen.

6.3 Slutsats inledande analys

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en mer detaljerad analys av vissa risker. Av de identifierade riskerna i anslutning till området har följande bedömts vara av sådan omfattning att mer detaljerade analyser bedömts nödvändiga:

- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosion (klass 5)

Genom att närmare kvantifiera sannolikhet och konsekvens för dessa risker erhålls en tydligare bild över risknivån i det aktuella området. En kvantifiering av risknivån medger att resultaten lättare kan jämföras med riktlinjer för riskacceptans.

Detaljerade frekvensberäkningar för studerade scenarier redovisas i bilaga A. Beräkningar av konsekvenser med avseende på akut hälsopåverkan redovisas i bilaga B.

7 DETALJERAD RISKANALYS

Nedan presenteras resultatet av de beräkningar som genomförts avseende frekvens, konsekvens och risk för de olycksrisker som enligt den inledande analysen bedömts kunna påverka risknivån för planområdet.

7.1 Beräkning av olycksfrekvens och konsekvens

I tabell 7.1 redovisas resultatet av de frekvens- och konsekvensberäkningar som genomförts för de aktuella olycksscenarierna. Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B. Riskberäkningar redovisas i bilaga C.

Frekvensberäkningarna är utförda i enlighet med den metod som anges i *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen /12/*. Som underlag till beräkningarna när det gäller transporter med farligt gods har vi valt att använda oss av underlag från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Green Cargo samt uppskattad förändring vid utbyggnad av hamnen i Norvik. Frekvensberäkningarna har utförts för följande scenarier:

- Prognos för godstrafik 2015 med farligt gods enligt:
 - Green Cargo 2005
 - SRV 2006 (maxvärde)
- Prognos för godstrafik vid utbyggnad av Norviks hamn med farligt gods enligt
 - SRV 2006 (maxvärde) + uppskattat antal farligt godstransporter från Norvik

Med hänsyn till nivåkillnaden mellan järnvägen har beräkningar endast utförts avseende godståg då urspårning eller brand i persontåg inte bedöms påverka risknivån för området. Vidare har inte godstrafiken i dagsläget studerats specifikt då antalet godståg idag inte skiljer sig nämnvärt från prognosen för 2015 (4 respektive 5 godståg per dygn)

Konsekvensberäkningar har genomförts genom att för respektive scenario bedöma inom vilka skadeområden som personer antas omkomma inomhus respektive utomhus. Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt godsclasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för respektive olycksrisk. För bedömning av skadeområden till följd av utsläpp och antändning av brännbara gaser har beräkningar genomförts med hjälp av simuleringsprogrammet *Gasol* som är utgivet av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap /13/. Utsläpp av giftig gas har simulerats med hjälp av programmet *Spridning i luft /13/*. Skadeområden till följd av explosionsartad brandförlopp bedöms utifrån litteraturstudier.

Tabell 7.1. Sammanställning av beräknade frekvenser och konsekvensområden (se bilaga A och B).

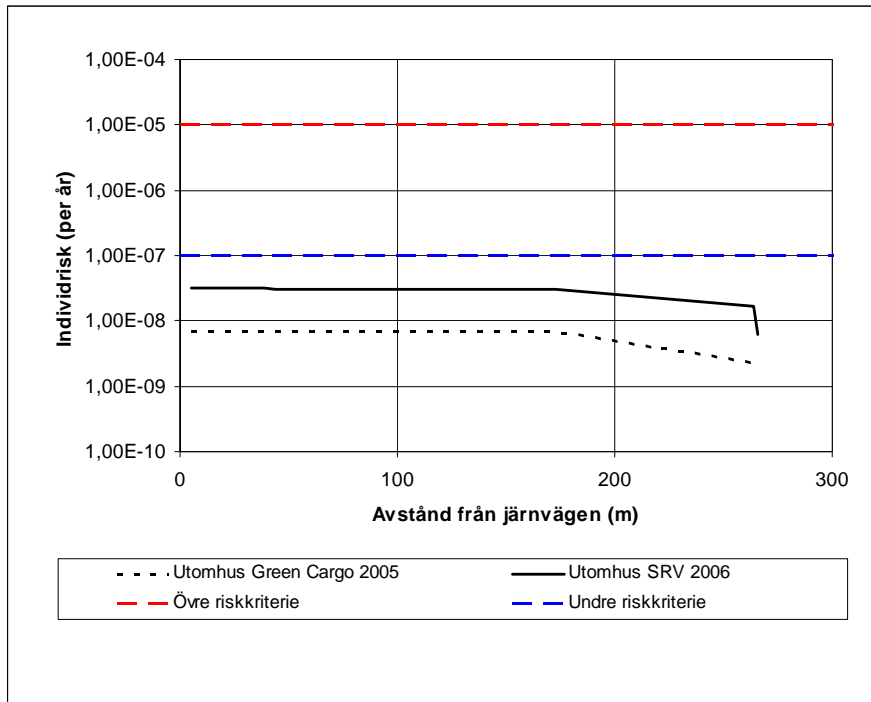
Scenario			Maximalt skadeavstånd (m)		Frekvens (per år)		
			Utomhus	Inomhus	2005	2006	Norvik
Klass 2.1 – Brännbar gas	Litet utsläpp	Jetflamma	6	3	8,6E-10	3,3E-08	1,9E-08
		Gasmolns-explosion	5	3	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	Stort utsläpp	Jetflamma	48	24	1,7E-09	6,4E-08	3,8E-08
		Gasmolns-explosion	165	83	4,3E-09	1,6E-07	9,5E-08
	BLEVE		266	133	1,0E-08	3,1E-08	3,8E-10
Klass 2.3 – Giftig gas	Litet utsläpp	60	0	-	-	1,9E-09	
	Stort utsläpp	600	130	-	-	1,9E-09	
Klass 5 – Oxiderande ämne	Explosionsartat brandförlopp		75	150	-	-	1,9E-10

7.2 Individrisk

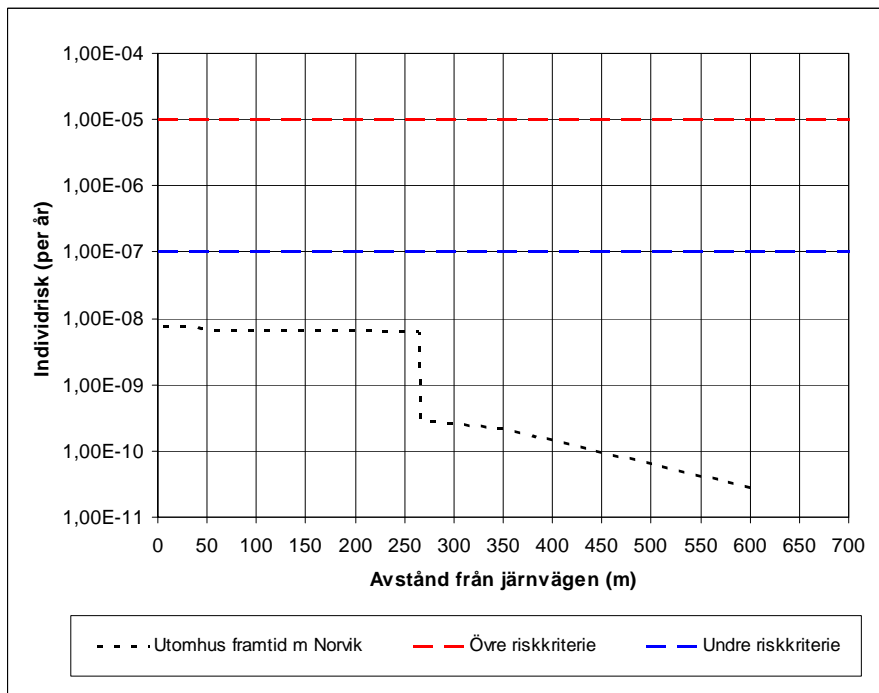
7.2.1 Individrisk utan åtgärder

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning. Ett konservativt antagande är att en olycka inträffar där avståndet till planområdet är som kortast. När det gäller skadeområden för de olika olycksscenarierna så understiger områdena för flertalet scenarier (t.ex. litet utsläpp av giftig gas) den sträcka som studeras (ca 400 m). Detta innebär att även om olyckan sker mitt för det aktuella området behöver det inte drabba hela det aktuella området. För skadescenarier med stort skadeområde (exempelvis stort utsläpp av giftig gas) är fallet det motsatta, personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför planområdet. För vissa av scenarierna med utsläpp och antändning av gasol förväntas inte heller skadeområdet bli cirkulärt vilket i sin tur innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För att ta hänsyn till detta har frekvensen reducerats, alternativt ökats, beroende på skadeområdets utbredning och spridningsvinkel.

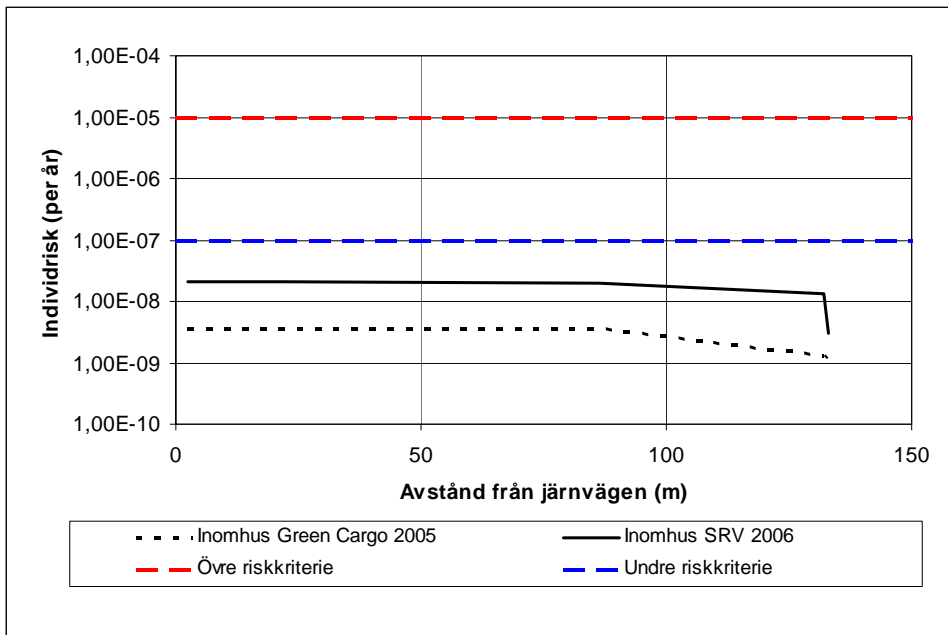
Underlag för beräkning av individrisk redovisas i bilaga C. Individrisken presenteras enligt tidigare dels för oskyddade personer utomhus och dels för personer inomhus (se figur 7.1 -7.4).



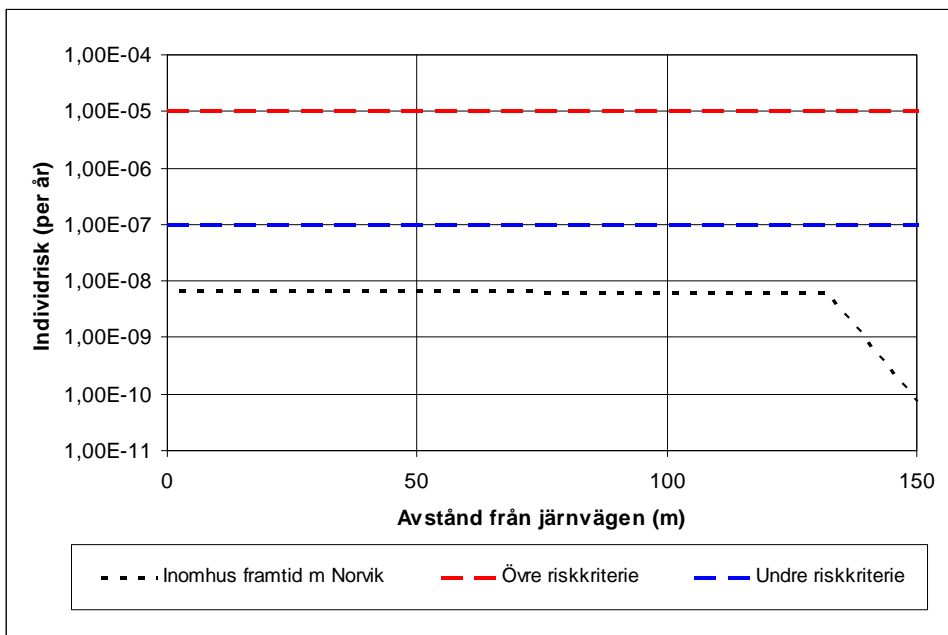
Figur 7.1. Individrisk utomhus utmed Nynäsbanan utan utbyggnad av Norviks hamn



Figur 7.2. Individrisk utomhus utmed Nynäsbanan med utbyggnad av Norviks hamn



Figur 7.3. Individrisk inomhus utmed Nynäsbanan utan utbyggnad av Norviks hamn



Figur 7.4. Individrisk inomhus utmed Nynäsbanan med utbyggnad av Norviks hamn

7.3 Värdering av risk

Enligt tidigare så kommer de risker som bedömts kvantitativt i ovanstående avsnitt att jämföras mot det förslag på riskkriterier som Räddningsverket har tagit fram /2/ (se avsnitt 2.2.2). Kriterierna redovisas även i figur 7.1 - 7.4.

Med avseende på *individerisk* bedöms risker förknippade med trafiken på Nynäsbanan vara acceptabla. Detta oberoende av vilken kartläggning av farligt gods som används samt om hamnen i Norvik byggs ut eller inte. Den stora anledningen till att riskerna är acceptabla är den stora höjdskillnaden mellan järnvägen och det planerade området då detta innebär att flertalet olycksscenarioer inte bedöms påverka området.

Inga säkerhetshöjande åtgärder är således nödvändiga att vidta med avseende på risker förknippade med järnvägen i samband med exploatering av Kolartorp etapp 3, förutsatt att inte planerna för området radikalt förändras.

8 HANTERING AV OSÄKERHETER

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen.

I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- *Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet. För att hantera detta har flera kartläggningar studerats samt prognoser för framtida trafik använts. Oavsett vilket scenario som har studerats har risknivån hamnat på en acceptabel nivå för planområdet.*
- *Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder.*

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används överlag konservativa uppskattningar. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån.

9 SLUTSATSER

Efter en inledande riskanalys avseende transporter med farligt gods på järnvägen i anslutning till exploateringsområdet Kolartorp etapp 3, Haninge, konstateras att det är olyckor förknippade med inblandning av brandfarliga gaser (klass 2.1), giftiga gaser (klass 2.3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) som bedöms kunna påverka personsäkerheten i området. Av dessa ämnen är det endast ämnen i klass 2.1 som transporteras i dagsläget, övriga klasser kan dock tillkomma vid en utbyggnad av Norviks hamn.

Anledningen till att övriga olycksscenarier (ex urspårning, utsläpp och antändning av brandfarlig vätska) inte bedöms påverka personsäkerheten är den fördelaktiga topografin i området där järnvägen ligger mycket lägre i förhållande till planområdet.

Efter beräkning av individrisknivå för de scenarier som bedömts kunna påverka personsäkerheten och en värdering gentemot uppställda riskkriterier konstateras att risknivån för området är acceptabel. Resultatet är oberoende av om det blir en utbyggnad av hamnen i Norvik eller inte.

Slutsatsen av riskanalysen är utifrån ovanstående att risknivån är acceptabel och att vidare hänsyn till risker förknippade med Nynäsbanan inte behöver tas i den fortsatta planeringen av området. Resultatet gäller förutsatt att utformningen av området inte förändras i större omfattning, exempelvis med en kraftigt ökad persontäthet, ändrad topografi etc.

10 REFERENSER

- /1/ Riskanalys Vegastaden, Detaljplan 2 – Avseende transporter med farligt gods på järnvägen, Brandskyddslaget AB, Mars 2008
- /2/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997
- /3/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01
- /4/ Riskhantering i Detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, September 2006
- /5/ Riskanalys för bedömning av skyddsåtgärder vid byggnation av bostadsområde, Vega Trädgårdsstad, Haninge kommun, Brandkonsulten AB, 2005-06-27
- /6/ Flödet av farligt gods på järnväg, en översiktlig kartering i GIS-miljö, Räddningsverket 1996 (www.msb.se)
- /7/ Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006, Räddningsverket 2007, (www.msb.se)
- /8/ RID-transporter utförda av Green Cargo, Älvsjö- Jordbro, mars-maj 2005
- /9/ Miljöriskanalys av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplaning, 2007-01-31
- /10/ Stockholm Hamnars hemsida 2010-04-20 (<http://www.stockholmshamn.se/stockholm-nynashamn>)
- /11/ Miljökonsekvensbeskrivning för detaljplan inom Kalvö 1:22 och 1:12, LNG-terminal i Nynäshamns kommun, Sweco Viak, Utställningshandling november 2007
- /12/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001
- /13/ Räddningsverkets informationsbank, RIB Xm, 2009

Risikanalyt Kolartorp etapp 3, Haninge

BILAGA A

FREKVENSBERÄKNINGAR

A.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom Kolartorp etapp 3. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande järnvägen:

- Scenario 1. Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - 1.1. Utsläpp med direkt antändning (jetflamma)
 - 1.2. Utsläpp med fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)
 - 1.3. Långvarig brandpåverkan på oskyddad gastank (BLEVE)
- Scenario 2 Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Scenario 3. Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

A.2 INDATA

A.2.1 Allmänt – Nynäsbanan

Planområdet angränsar mot Nynäsbanan längs ca 400 meter. På den aktuella sträckan består järnvägen av 2 spår med genomgående tågtrafik.

Tillåten maxhastighet på spåren är för pendeltåg 140 km/h och för godståg 100 km/h.

A.2.2 Tågtrafik

På den aktuella järnvägssträckan går pendeltåg och godståg. Med hänsyn till den nivåkillnad som föreligger mellan järnvägen och planområdet bedöms urspårnings-scenarier samt scenarier med utsläpp och antändning av brandfarliga vätskor eller brand i tåg inte påverka risknivån i området (se inledande analys i huvudrapporten). Detta medför att beräkningar endast utförs med avseende på godståg och inte persontåg. I tabell A.1 redovisas antalet godståg /1/ under ett år. Redovisning sker dels för dagens trafik dels för prognostiserad trafik 2015. Utifrån schablonmått för vagnantal för olika typer av tågmodeller har det totala antalet vagnar uppskattats. Enligt VTI-rapport 387:2 har godståg i snitt 32 vagnar /2/.

/1/ Riskanalys för bedömning av skyddsåtgärder vid byggnation av bostadsområde, Vega Trädgårdsstad, Haninge kommun, Brandkonsulten AB, 2005-06-27

/2/ Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994

Tabell A.1. Sammanställning av antal godståg och vagnar på Nynäsbanan i anslutning till planområdet.

Typ av tåg	Tåg per dygn		Vagnar per dygn		Tåg per år		Vagnar per år	
	Idag	2015	Idag	2015	Idag	2015	Idag	2015
Godståg	4	5	128	160	1460	1825	46720	58400

A.2.2.1 Godståg med farligt gods

Av godståg som går på den aktuella sträckan medför ett antal vagnar som rymmer farligt gods. Information om mängder och antal vagnar av respektive farligt godsklass har erhållits från Räddningsverket samt transportören Green Cargo och omfattar olika tidsintervall:

1. Kartläggning av järnvägstransporter med farligt gods i Sverige – september-november 1996, Räddningsverket, 1996, finns att hämta på www.msb.se
2. Kartläggning av järnvägstransporter med farligt gods – september 2006, Räddningsverket, 2007, finns att hämta på www.msb.se
3. Antal vagnar med farligt gods på Älvsjö-Jordbro under perioden mars-maj 2005, Green Cargo, 2005

Kartläggningarna från Räddningsverket redovisar endast vilka mängder som transporteras på sträckan medan informationen från Green Cargo även redovisar antalet vagnar. Utifrån Green Cargos information har en medelmängd per vagn beräknats för att kunna uppskatta antalet vagnar i Räddningsverkets kartläggningar. Vidare har det uppskattade antalet vagnar omräknats till årsbasis. Omräkningen har utförts mycket grovt genom ett antagande att fördelningen av transporter är jämn över året. Resultatet redovisas i tabell A.2.

Vid en utbyggnad av Norviks hamn förväntas godstrafiken på Nynäsbanan öka med totalt ca 55 000 godsvagnar/år (151/dygn), se vidare i huvudrapporten. Av dessa kommer ett antal medföra farligt gods. Antalet förväntade farligt godsvagnar vid en utbyggnad av Norviks hamn redovisas i tabell A.3.

Tabell A.2. Uppmätt mängd, respektive antal vagnar med, farligt gods per år på Nynäsbanan utifrån kartläggningar från 1996, 2005 och 2006.

Klass		Transporterad mängd (ton/år)			Mängd per vagn	Antal transporterade vagnar (/år)		
		1996	2005	2006		1996	2005	2006
1		0	0	0	-	0	0	0
2	2.1	0	1 656	0-62 400	46	0	36 ¹	0-1 357
	2.2		0	0	-		0	0
	2.3		0	0	-		0	0
3		0	7 296	0-104 400	57	0	128 ²	0-1 831
4		0	0	0	-	0	0	0
5		0	0	0	-	0	0	0
6		0	0	0	-	0	0	0
7		0	0	0	-	0	0	0
8		0	0	0	-	0	0	0
9		0	0	0	-	0	0	0
Totalt		0	8 952	0-166 800		0	164	0-3 188

¹+ 32 tomma vagnar

²+ 120 tomma vagnar

Tabell A.3. Uppskattat antal vagnar med farligt gods på Nynäsbanan till följd av planerad godshantering i Norviks hamn.

Klass		Antal vagnar per år på Nynäsbanan från Norvik 2020
2	2.1	14
	2.2	42
	2.3	14
3	3.1	100
	3.2	100
	3.3	180
5	5.1	20
	5.2	70
Totalt		1 280

Frekvensberäkningarna utförs för två olika scenarier dels för prognos 2015 med 5 godståg per dygn (prognos 2015) och dels ett framtidsscenario med en utbyggnad av Norviks hamn med 156 godståg per dygn:

1. Prognos 2015 (5 godståg)
 - a. Farligt gods 2005
 - b. Farligt gods max 2006

2. Framtid med utbyggnad av Norvik (156 godståg)

a. Farligt gods max 2006 + Norvik

Att dagsläget inte studeras specifikt beror på att skillnaden i antalet godståg är så marginell jämfört med prognosen för 2015 (4 respektive 5 godståg).

A.3 BERÄKNINGAR GODSTÅGSSOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för järnvägsolycka på den aktuella järnvägssträckan där denna passerar Kolartorp etapp 3. Avsnittet behandlar först skadescenariot urspårning för godståg, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i Banverkets rapport "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen" /3/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt A.2 avseende faktorerna:

- Antal spårkm – aktuell sträcka x antal spår
- Antal tågkm – aktuell sträcka x antal tåg
- Antal vagnaxelkm – aktuell sträcka x antal vagnar x antal vagnaxlar per vagn

Frekvensen för urspårning beräknas utifrån följande sannolikheter för urspårning förknippade med olika typer av felfaktorer, vilka finns redovisade i Banverkets rapport /3/:

- | | | | |
|----------------|---|--------------------|---------------------------------------|
| • Rälsbrott | $5,0 \cdot 10^{-11}$ / vagnaxelkm | • Lastförskjutning | $4,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km godståg |
| • Solkurvor | $1,0 \cdot 10^{-5}$ / spårkm | • Annan orsak | $5,7 \cdot 10^{-8}$ / tågkm |
| • Spårlägesfel | $4,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km | • Okänd orsak | $1,4 \cdot 10^{-7}$ / tågkm |
| • Vagnfel | $5,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km (persontåg)
$3,1 \cdot 10^{-9}$ / v.a.km (godståg) | | |

Vid en urspårning spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur.

Vid passage över en växel kan urspårning även ske p.g.a. felfaktorer förknippade med växeln. Utöver ovanstående faktorer bör därför även följande faktorer beaktas då det har identifierats växlar på den aktuella järnvägssträckan:

- Växel sliten, trasig $5,0 \cdot 10^{-9}$ / tågpassage
- Växel ur kontroll $7,0 \cdot 10^{-8}$ / tågpassage

Den totala frekvensen för urspårning har beräknats utifrån ovanstående indata för respektive scenario och sammanställs i tabell A.4.

/3/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

Tabell A.4. Beräknad frekvens för urspårning till följd av felfaktorer förknippade med spårfel, tågfel eller övrigt.

Scenario	Total urspårningsfrekvens (per år)	Antal urspårade vagnar (per år)
Prognos 2015	4,00E-04	1,40E-03
Framtid m utbyggnad av Norvik	4,94E-03	1,73E-02

Ytterligare järnvägsolyckor som kan medföra efterföljande olycksscenarier är kollisioner, antingen mellan spårfordon eller i plankorsningsolyckor. Enligt Banverkets rapport /3/ bedöms sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje vara så låg att den försvinner i den allmänna osäkerheten. Därför beaktas skadescenariot inte vidare i de fortsatta beräkningarna.

A.3.1 Tågbrand

I underredet till en järnvägsvagn sitter ett flertal olika komponenter och system som kan orsaka rökutveckling eller brand. Orsakerna till bränder i tåg är bland annat tekniska fel som t ex el-, motor- eller bromsfel. Tågbränder kan också starta inne i järnvägsvagnen, till följd av t ex elfel. Inne i vagnen kan även anlagda bränder vara en möjlig brand-orsak.

Både gamla vagnar och lok byts successivt ut till modernare material, vilket reducerar sannolikheten för tågbrand, främst till följd av tekniska fel. Frekvensen för brand i järnvägsfordon var mellan 1997-2006 ca 0,6-1,6 per 10 miljoner tågakilometer och år, varav majoriteten vanligtvis utgörs av brand i personvagn /4/.

A.3.2 Järnvägsolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en järnvägsolycka där vagn som rymmer farligt gods är inblandad beräknas utifrån samma metodik som för urspårning. Beräkningarna beaktar först det totala antalet godståg och godsvagnar och därefter beräknas frekvensen för farligt godsolycka utifrån den andel som dessa vagnar utgör.

Enligt tidigare är det stora skillnader avseende mängderna farligt gods på den aktuella järnvägssträckan mellan de olika kartläggningarna. Att anta att mängderna som transporteras under respektive mätperiod är representativ för hela året är ett grovt antagande.

I tabell A.5 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods för respektive underlag. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka med godsvagn är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godsvagn är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet godsvagnar som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass

/4/ Statistik över olyckor på statens spårläggningar år 2006, Banverket 2006

Enligt tidigare kommer dock de fortsatta beräkningarna att avgränsas till olyckor förknippade med transporter av ämnen ur klass 2 och 5.

Tabell A.5. Sammanställning frekvensberäkningar järnvägsolycka med farligt gods på Järnvägen beroende på indata. Procentsats i raden totalt utgör andelen farligt godsvagnar i förhållande till totalt antal godsvagnar. Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godsvagnar.

Klass	Järnvägsolycka med fago-vagn [per år]					
	Prognos 2015				Framtid med utbyggnad Norvik	
	Green Cargo 2005		SRV 2006		4468 vagnar	
	164 vagnar		3188 vagnar			
Totalt	0,28%	3,9E-06	5,5%	7,6E-05	0,36%	6,2E-05
klass 1	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00
Klass 2.1	22,0%	8,6E-07	42,6%	3,3E-05	30,7%	1,9E-05
Klass 2.2	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	0,9%	5,8E-07
Klass 2.3	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	0,3%	1,9E-07
klass 3	78,0%	3,1E-06	57,4%	4,4E-05	49,5%	3,1E-05
klass 4	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	0,9%	5,6E-07
klass 5	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	2,0%	1,2E-06
klass 6	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	2,0%	1,2E-06
klass 7	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00
klass 8	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	7,4%	4,6E-06
klass 9	0,0%	0,0E+00	0,0%	0,0E+00	6,3%	3,9E-06

A.3.2.1 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3).

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av järnvägsolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka

antas till 1 % /5/. Dessa värden antas för olycka med både brännbara respektive giftiga gaser.

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck .
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där hela en tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en brand under en längre tid vilket hettar upp den kondenserade gasen så att den kokar upp och expanderar tills tanken exploderar.

Sannolikheten för respektive antändningstyp är beroende av utsläppets storlek och fördelas enligt följande /6/:

	Litet utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	0 %	50 %
• ingen antändning:	90 %	30 %

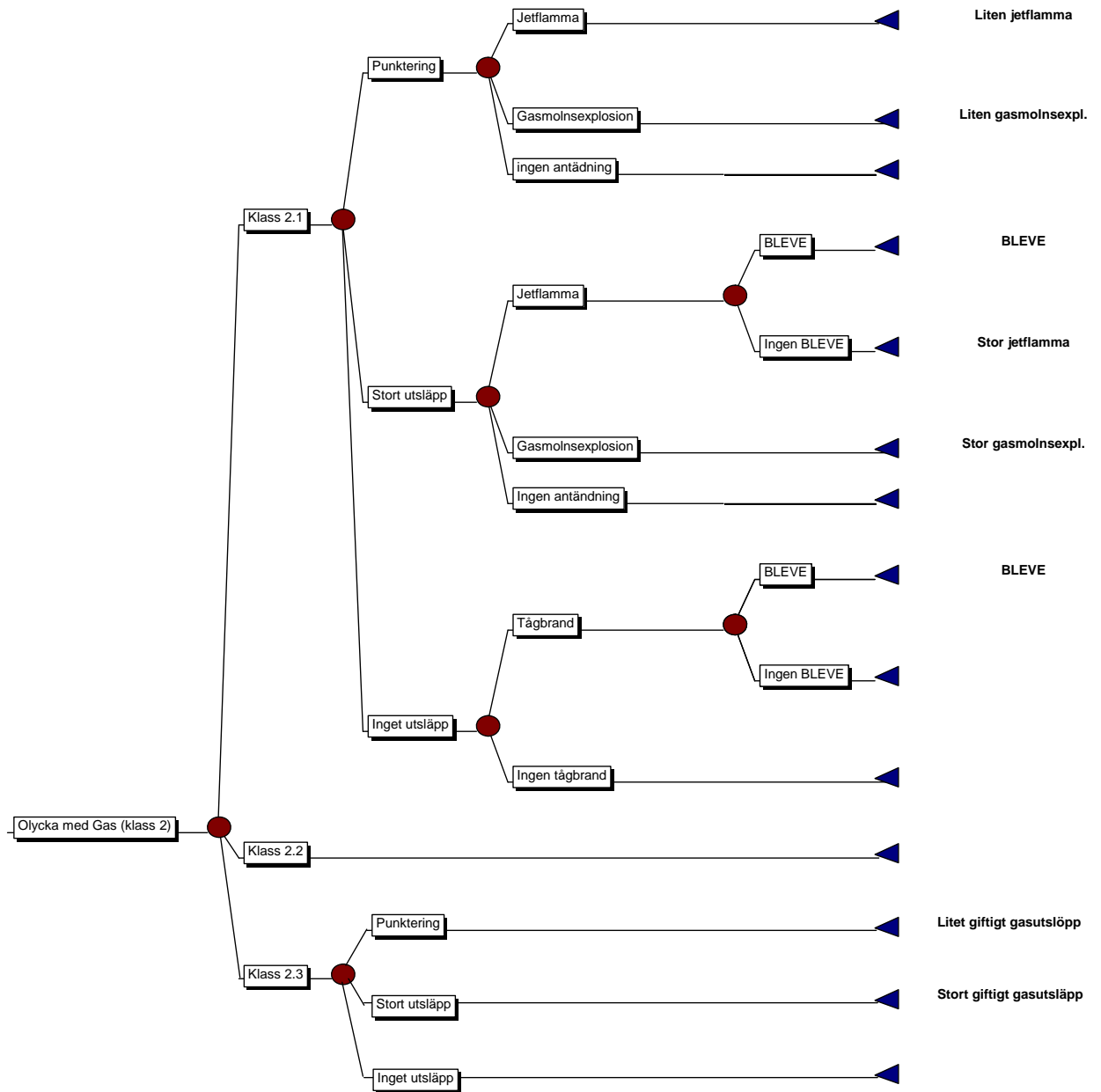
Sannolikheten för en BLEVE är mycket låg och scenariot bedöms enbart kunna uppstå antingen vid en brand i den aktuella vagnen alternativt vid ett stort läckage i in-tilliggande tank som antänds direkt där jetflamman riktas direkt mot den oskadade tanken under en lång tid. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av dessa två scenarier är mycket låg, uppskattningsvis mindre än 1 % för respektive scenario.

Vid gasmolnsexplosion samt utsläpp av **giftig gas** kan vindriktning och vindstyrkan påverka konsekvensområdets storlek. I konsekvensberäkningarna som redovisas i bilaga B kommer dock dessa att studeras konservativt, d.v.s. värsta tänkbara vindstyrka, varför denna faktor ej beaktas i frekvensberäkningarna.

I figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.6.

/5/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

/6/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



Figur A.1. Händelseträd olycka med transport av gas (klass 2).

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av gaser (klass 2) beroende på indata.

Scenario	Frekvens gaser [per år]		
	Prognos 2015		Framtid med utbyggnad Norvik
	Green Cargo 2005	SRV 2006	
Järnvägsolycka med klass 2.1	8,6E-07	3,3E-05	1,9E-05
Liten jetflamma	8,6E-10	3,3E-08	1,9E-08
Liten gasmolnsexplosion	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	1,7E-09	6,4E-08	3,8E-08
Stor gasmolnsexplosion	4,3E-09	1,6E-07	9,5E-08
BLEVE totalt	1,0E-08	3,1E-08	3,8E-10
Järnvägsolycka med klass 2.3	0,0E+00	0,0E+00	1,9E-07
Litet utsläpp giftig gas	0,0E+00	0,0E+00	1,9E-09
Stort utsläpp giftig gas	0,0E+00	0,0E+00	1,9E-09

A.3.2.2 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

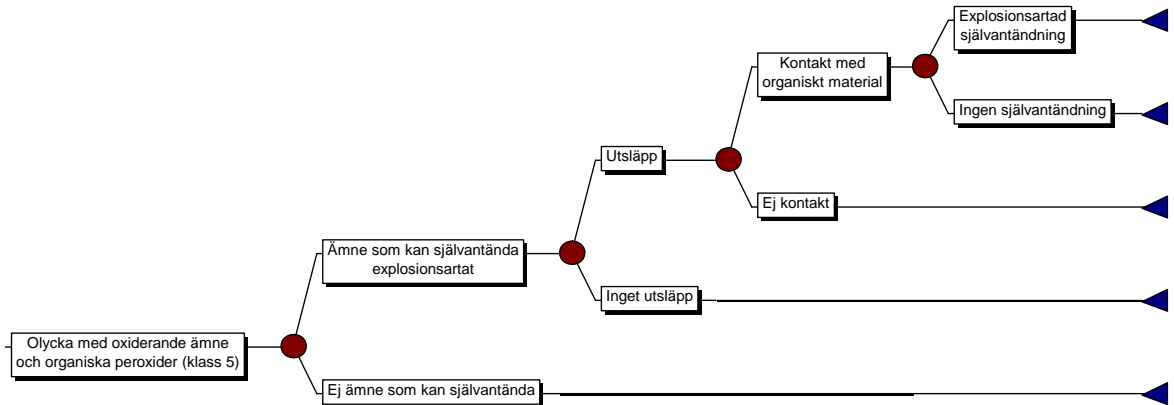
Oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Vissa ämnen kan dock, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. De ämnen inom klassen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta in en stabilisator, flegmatiseringsmedel, för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt regelverket RID-S /7/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Det antas grovt att 10 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på järnvägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Oxiderande ämnen antas transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 %. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider.

/7/ RID-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, SRVFS 2006:8, Räddningsverket, 2006

I figur A.2 redovisas ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.7.



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.7. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) beroende på indata.

Scenario	Frekvens gaser [per år]		
	Prognos 2015		Framtid med utbyggnad Norvik
	Green Cargo 2005	SRV 2006	
Järnvägsolycka med oxiderande ämne (klass 5)	0,0E+00	0,0E+00	1,2E-06
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	0,0E+00	0,0E+00	1,9E-10

Risikanalys Kolartorp etapp 3, Haninge

BILAGA B

KONSEKVENSBERÄKNINGAR

B.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom Kolartorp etapp 3. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande järnvägen:

- Scenario 1. Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - 1.1. Utsläpp med direkt antändning (jetflamma)
 - 1.2. Utsläpp med fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)
 - 1.3. Långvarig brandpåverkan på oskyddad gastank (BLEVE)
- Scenario 2 Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Scenario 3. Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I denna riskanalys används främst riskmåttet *individrisk*. För att kunna sammanställa individrisken krävs konsekvensberäkningar som redovisar det avstånd från riskkällan inom vilket personer kan omkomma till följd av respektive olycksrisk.

B.2 BERÄKNINGAR SKADEAVSTÅND/-OMRÅDEN

B.2.1 Klass 2.1. Brännbara gaser

För brännbara gaser kommer tre olika scenarier att studeras, som beror på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

B.2.1.1 Indata

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma.

Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn (ca 40 ton gas). Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.1 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B.1. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

Faktor	Järnvägsvagn
Lagringstemperatur	15°C
Lagringstryck	7 bar övertryck vid 15°C
Tankdiameter	2,5 m
Tanklängd	19 m
Tankfyllnadsgrad	80 %
Tankens tomma vikt	50 000 kg
Designtryck	15 bar övertryck
Bristningstryck	4 x designtrycket
Luftryck	760 mmHg
Väder	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
Omgivning	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /1/:

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Stort utsläpp: 11,7 kg/s

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnsexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnsexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

B.2.1.2 Beräkningar och resultat

I tabell B.2 redovisas de avstånd, inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Skadeområdena som anges i tabell B.2 gäller en oskyddad person utomhus och anges i form av området där strålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a respektive 3:e gradens brännskada. Cirka 15 % av de som får 2:a gradens brännskador antas få dödliga skador /2/. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 3:e gradens brännskada är ca 50 %. För respektive scenario har även varaktigheten beräknats.

Tabell B.2. Beräknade skadeområden vid olika skadescenarier med utsläpp och antändning av brännbar gas vid transport i järnvägstank. Kolumnen Tid utgör för jetflamma dess varaktighet om utsläppet inte stoppas medan tid för gasmolnsexplosion (som betecknas med +) utgör den tid från att utsläppet stoppats som gasmolnet fortfarande kan antändas.

Skadescenario	Gasmolnsvolym	Skadeområde utomhus		Tid
		2:a gradens	3:e gradens	
Litet utsläpp (0,09 kg/s) – jetflamma	-	4,8 x 6 m	3,8 x 4 m	Ca 110 h
Litet utsläpp (0,09 kg/s) – gasmolnsexplosion	~ 0,0 m ³	~ 5 x 0 m	~ 5 x 0 m	+ 46 s
Stort utsläpp (11,7 kg/s) – jetflamma	-	44 x 48 m	39 x 34 m	Ca 1 h
Stort utsläpp (11,7 kg/s) – gasmolnsexplosion	4836 m ³	146 x 165 m	141 x 165 m	+ 46 s
BLEVE	-	Radie 266 m	Radie 173 m	13 s

/2/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, andra reviderade och utökade upplagan, Försvarets Forskningsanstalt, September 1997

B.2.2 Klass 2.3. Giftig gas

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av klor i enlighet med de prognoser som finns avseende transporter förbi området vid en utbyggnad av Norviks hamn. Klor är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större mängd på järnväg i Sverige. Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (inomhus och utomhus).

B.2.2.1 Indata

Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn rymmandes ca 65 ton klor. I tabell B.3 redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

Tabell B.3. Indata till **Spridning i Luft** för simulering av skadeområden vid utsläpp av giftig gas.

Faktor	Järnvägsvagn
Kemikalie	Klor
Emballage	Järnvägsvagn (65 ton)
Bebyggelse	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
Lagringstemperatur	15°C
Väder	15°C, vår, dag och klart

Följande, i **Spridning i Luft 1.2** fördefinierade, utsläppsscenarioer har simulerats:

- Litet utsläpp (packningsläckage): 0,45 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 112 kg/s

Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Skadeområdena för ett utsläpp av giftig gas blir större ju lägre vindstyrkan är. I simuleringarna antas därför vindstyrkan vara relativt låg, ca 3 m/s.

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas att ventilationsintagen är placerade ca 10 meter över järnvägen. Detta är konservativt med hänsyn till att höjdskillnaden mellan järnvägen och det aktuella området på den största delen av sträckan med marginal överskrider 10 meter.

B.2.2.2 Beräkningar och resultat

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläppets riktning. I tabell B.4 redovisas de erhållna skadeområdena vid utsläppssimulering för klor som erhålls efter 30 minuter från utsläppets start.

Tabell B.4. Skadedrabbat område för olika scenarier vid farligt godsolycka med icke brännbar, men giftig gas i lasten. Procentsatserna avser andel som omkommer inom respektive skadeområde.

Scenario	Andel omkomna	Skadeavstånd (L*Bmax) [m]	
		Utomhus	Inomhus
Litet utsläpp	100 %	-	-
	50 %	-	-
	5 %	60 x 10	-
Stort utsläpp	100 %	145 x 50	-
	50 %	350 x 50	60 x 15
	5 %	600 x 125	130 x 30

B.2.3 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider ska normalt inte leda till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligt godsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensen, motorolja etc.), kan leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Explosionen kan då liknas vid en explosion av massexplosiva ämnen.

Det antas mycket konservativt att den explosiva blandningen som kan produceras vid ett utsläpp på järnväg motsvarar en explosiv blandning med 25 ton trotyl (klass 1.1 – massexplosiva ämnen).

B.2.3.1 Bedömningskriterier

Vid en explosion kan kriteriet för att personer omkommer delas upp i två faktorer, antingen:

1. att personen befinner sig oskyddad utomhus och omkommer direkt av explosionens tryckuppbyggnad eller
2. att personen befinner sig i en byggnad och omkommer då denna rasar på grund av explosionens tryckuppbyggnad.

En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går gränsen för dödliga skador vid /3/:

- 1 % omkomna 180 kPa
- 10 % omkomna 210 kPa
- 50 % omkomna 260 kPa
- 90 % omkomna 300 kPa
- 99 % omkomna 350 kPa

/3/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, September 1997

En byggnad klarar tryck sämre än en människa och byggnader kan vid en omfattande explosion raseras inom ett mycket stort område till följd av att de bärande konstruktionerna slås ut.

Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) överstiger en byggnadsdels karakteristiska tryck (P_C) och impuls (I_C). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas /3/:

$$\text{Ekvation B.1.} \quad I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$$

I tabell B.5 anges karakteristiska tryck (P_C) respektive impulstäthet (I_C) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /3/.

Tabell B.5. Karakteristiska tryck (P_C) respektive impuls (I_C) för olika byggnadsdelar

Byggnadsdel		P_C (kPa)	I_C (kPas)
Bärande konstruktioner			
	Stomme i platsgjuten betong		
1	Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
2	Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
	Stomme i monterad betong		
3	Pelar/balk-stomme	200	3,1
4	Bärande väggar i elementhus	200	3,1
Icke bärande konstruktioner			
5	Lätta utfackningsväggar (plåtkassetter) i pelarhus	5	0,5
6	Medeltunga utfackningsväggar (regelstomme & fasadtegelskal)	5	1,0

I rapporten *Översiktsplan för Göteborg – fördjupad för sektorn transporter av farligt gods* anges vidare att en tegelbyggnad och äldre betongbyggnader klarar av ett infallande tryck på ca 20 kPa, medan nyare betongbyggnader kan klara ca 40 kPa /4/.

B.2.3.2 Beräkning av infallande tryck, impulstäthet och varaktighet

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för det studerade explosionsscenarioet, det vill säga 25 ton trotyl. Beräkningarna följer den metodik som anges i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner* /5/.

I figur B.1-B.3 nedan redovisas beräkningar avseende tryck, impulstäthet och varaktigheten som en funktion av avståndet vid en explosion med 25 ton. Explosionen förutsätts

/4/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggandskontoret i Göteborg, 1996

/5/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)

inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av 1,8·X kg i fri luft.

Först beräknas det s.k. infallande trycket respektive impulstätheten, vilket kan uppmätas vid strykande infall av trycket över en yta, d.v.s. om ytan som trycket faller in mot ligger i linje med tryckvågen.

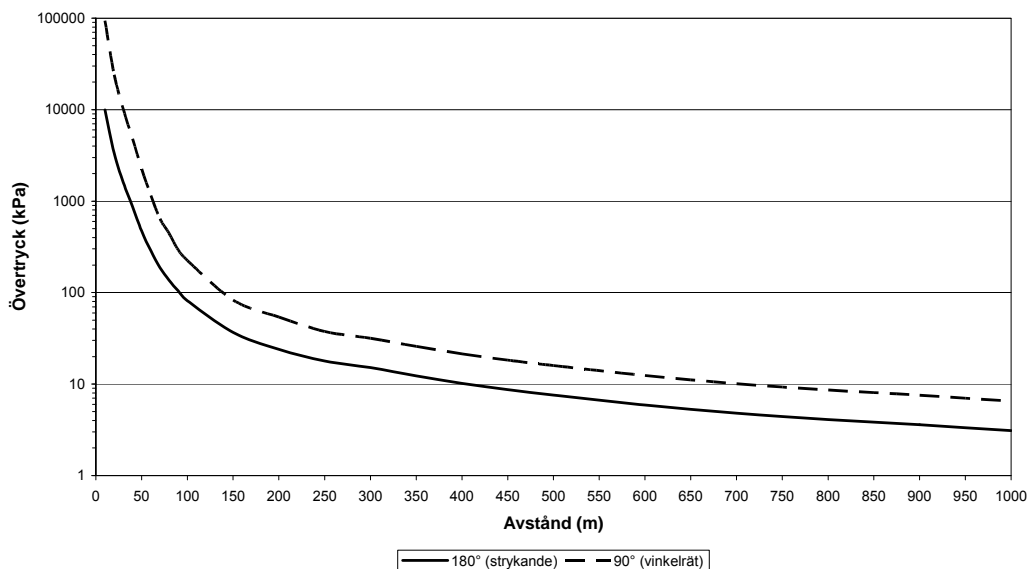
Om ytan som trycket faller in mot däremot ligger vänd vinkelrätt mot explosionsplatsen blir tryck och impulstäthet högre, vilket beror på det reflekterande trycket. Hur mycket högre tryck och impulstäthet blir beror av den infallande vinkeln samt den beräknade trycknivån (P_+). Vid större avstånd är kvoten mellan reflekterat och infallande tryck störst vid ett vinkelrätt tryckinfall (90°).

Då ny bebyggelse planeras längs med järnvägen beräknas tryck och impulstäthet med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. I figur B.1 och B.2 visas infallande tryck respektive impulstäthet vid strykande infall (180°) samt reflekterande tryck och impulstäthet vid vinkelrätt infall (90°).

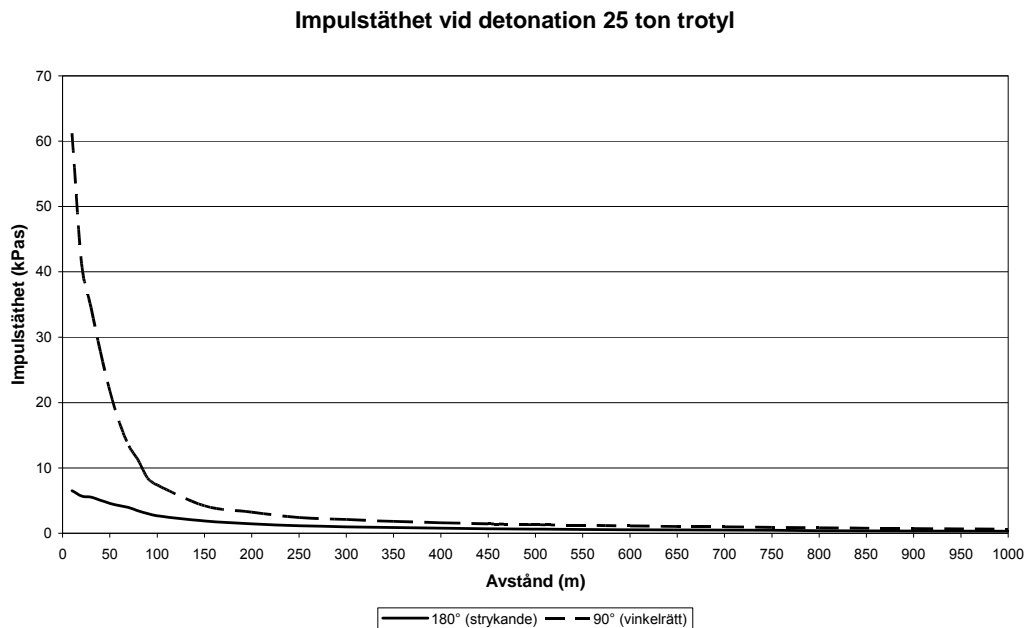
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel (figur B.3) /5/:

Ekvation B.2.
$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$

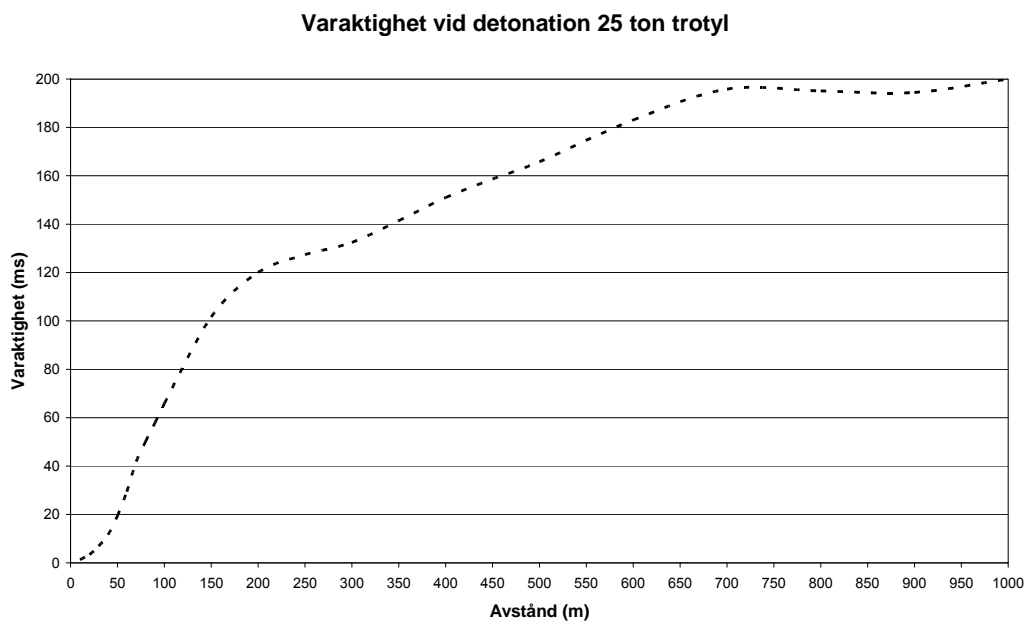
Max övertryck vid detonation 25 ton trotyl



Figur B.1. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av 25 ton trotyl på eller nära mark beroende på infallsvinkel.



Figur B.2. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av 25 ton trotyl på eller nära mark beroende på infallsvinkel.



Figur B.3. Varaktighet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av 25 ton trotyl på eller nära mark.

B.2.3.3 Beräkning av skadeområde

En oskyddad människa utomhus kan enligt ovan omkomma om trycket av en explosion överstiger 180 kPa. Andelen påverkade personer som förolyckas är dock begränsat för detta tryck, men stiger med ett ökat tryck (se ovan). I tabell B.6 redovisas avståndet inom vilket respektive tryck kan uppnås vid en explosion med 25 ton trotyl. Avstånden förutsätter att det inte finns några avskärmande objekt mellan person och explosionen. Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av konsekvensområden studerar strykande tryck (180°) enligt figur B.1 ovan.

Tabell B.6. Avstånd inom vilket övertrycket överstiger X kPa vid en explosion med 25 ton trotyl.

Andel omkomna	Kritiskt tryck	Avstånd
1 %	180 kPa	75 meter
10 %	210 kPa	67 meter
50 %	260 kPa	62 meter
99 %	350 kPa	56 meter

Avstånden i tabell B.2 kan jämföras med vad man i /6/ anger med avseende på inom vilket avstånd som dödliga skador kan uppnås vid en explosion med 15-25 ton massexplosiva ämnen, nämligen ca 60 meter.

I tabell B.7 redovisas resultatet av ekvation B.1 för olika byggnadsdelars karakteristiska tryck och impulstäthet med avseende på de beräknade tryck och impultätheter som funktion av avståndet från järnvägen enligt figur B.1 och B.2. Grön respektive röd markering anger om byggnadsdelen rasar eller ej, d.v.s. om ekvation B.1 uppfylls eller ej. Numreringen av byggnadsdelar följer de som anges i tabell B.5.

/6/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggandkontoret i Göteborg, 1996

Tabell B.7. Bedömning av huruvida olika byggnadsdelar raserar eller inte vid explosion med 25 ton trotyl beroende på avståndet (meter) från explosionen **Grön** = byggnadsdel rasar ej; **Röd** = byggnadsdel rasar

Avstånd	Vinkelrätt infall (90°)					
	1	2	3	4	5	6
10	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
40	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0
50	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0
60	0.3	0.3	0.4	0.4	0.0	0.1
70	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.1
80	0.7	0.7	0.7	0.7	0.1	0.1
90	1.0	1.0	1.1	1.1	0.1	0.1
100	1.2	1.2	1.3	1.3	0.1	0.2
200	4.5	4.5	4.7	4.7	0.2	0.4
300	7.5	7.5	7.8	7.8	0.4	0.6
400	10.9	10.9	11.3	11.3	0.5	0.9
500	14.4	14.4	14.9	14.9	0.7	1.1
600	18.3	18.3	18.9	18.9	0.8	1.3
700	22.4	22.4	23.0	23.0	1.0	1.5

Bärande konstruktioner:

1. Bärande yttervägg av 20 cm platsgjuten betong (och invändiga pelare)
2. Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar i platsgjuten betong
3. Pelar/balk-stomme i monterad betong
4. Bärande väggar i elementhus i monterad betong

Icke bärande konstruktioner:

5. Lätta utfackningsväggar (plåtkassetter) i pelarhus
6. Medeltunga utfackningsväggar (regelstomme & fasadtegelskal)

Utifrån resultaten i tabell B.7 uppskattas avstånd inom vilka hela, eller delar av, byggnader som rasar vid en explosion med 25 ton trotyl. I tabell B.8 redovisas de uppskattade avstånden med avseende på olika förhållanden. Det bör observeras att de infallande tryck som redovisas i figur B.1 ovan gäller för en byggnad som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i figur B.1. Däremot antas det konservativt att impulstätheten är densamma även för bakomliggande byggnad.

Tabell B.8. Avstånd inom vilka byggnader uppskattas rasa, helt eller delvis, vid en explosion med 25 ton trotyl.

Konsekvens	Skadeavstånd 25 ton
1. Helt oskyddad byggnad utan framförbyggande bebyggelse	
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	80-90 meter
Icke bärande ytterväggar samt vissa icke bärande innerväggar rasar	400-600 meter
2. Byggnad som helt, eller delvis är skyddad av framförbyggande bebyggelse	
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	ca 60 meter
Icke bärande ytterväggar samt vissa icke bärande innerväggar rasar	ca 250-300 meter

Risikanalys Kolartorp etapp 3, Haninge

BILAGA C

RISKBERÄKNINGAR

C.1 BERÄKNING AV INDIVIDRISK

För ny bebyggelse inom Kolartorp etapp 3 presenteras risken genom att beräkna den platsspecifika individrisken. Detta görs i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning:

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den järnvägssträcka som studeras (400 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med stort skadeområde är fallet det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan. För att ta hänsyn till detta reduceras alternativt ökas frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång järnvägssträcka.
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir dessutom inte skadeområdet cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

Underlaget som använts för beräkning av individriskprofilerna redovisas i tabell C.1-C4 i avsnitt C.2. Den reducerade frekvensen som redovisas utgör frekvensen för respektive skadescenario enligt bilaga A multiplicerat med sannolikheten för ovanstående faktorer (d.v.s. sannolikheten att omkomma, andelen av sträckan respektive andelen av ett cirkulärt område).

C.2 TABELLER

C.2.1 Individrisk utan utbyggnad av Norvik

Tabell C.1. Underlag för beräkning av individrisk för oskyddad person utomhus inom Kolartorp etapp 3 med avseende på Nynäsbanan.

Scenario	Skade-avstånd (m)	Andel som omkommer	Andel av cirkulärt område	Andel som kan påverka planområdet	Green Cargo 2005		SRV 2006	
					Total Frekvens [per år]	Reducerad frekvens m.a.p. andel som påverkar område	Total Frekvens [per år]	Reducerad frekvens m.a.p. andel som påverkar område
<u>Klass 2.1. Brännbara gaser</u>								
Jetflamma, litet läckage brännbar gas	5	50%	19,1%	3%	8,6E-10	2,1E-12	3,3E-08	7,8E-11
Gasmoln, litet läckage brännbar gas	5	50%	1,6%	3%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Jetflamma, stort läckage brännbar gas 15 %	44	15%	17,4%	22%	1,7E-09	9,8E-12	6,4E-08	3,7E-10
Jetflamma, stort läckage brännbar gas 50 %	39	50%	13,9%	20%	1,7E-09	2,3E-11	6,4E-08	8,7E-10
Gasmoln, stort läckage brännbar gas	264	50%	9,7%	132%	4,3E-09	2,7E-10	1,6E-07	1,0E-08
BLEVE brännbar gas 50 %	173	50%	100,0%	87%	1,0E-08	4,4E-09	3,1E-08	1,4E-08
BLEVE brännbar gas 15 %	266	15%	100,0%	133%	1,0E-08	2,0E-09	3,1E-08	6,2E-09

Tabell C.2. Underlag för beräkning av individrisk för person inomhus inom Kolartorp etapp 3 med avseende på Nynäsbanan.

Scenario	Skade-avstånd (m)	Andel som omkommer	Andel av cirkulärt område	Andel som kan påverka planområdet	Green Cargo 2005		SRV 2006	
					Total Frekvens [per år]	Reducerad frekvens m.a.p. andel som påverkar område	Total Frekvens [per år]	Reducerad frekvens m.a.p. andel som påverkar område
Klass 2.1. Brännbara gaser								
Jetflamma, litet läckage brännbar gas	3	50%	38,2%	1%	8,6E-10	2,1E-12	3,3E-08	7,8E-11
Gasmoln, litet läckage brännbar gas	3	50%	3,2%	1%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Jetflamma, stort läckage brännbar gas	22	50%	34,7%	11%	1,7E-09	3,3E-11	6,4E-08	1,2E-09
Gasmoln, stort läckage brännbar gas	132	50%	19,3%	66%	4,3E-09	2,7E-10	1,6E-07	1,0E-08
BLEVE brännbar gas 50 %	87	50%	100,0%	43%	1,0E-08	2,2E-09	3,1E-08	6,8E-09
BLEVE brännbar gas 15 %	133	15%	100,0%	67%	1,0E-08	1,0E-09	3,1E-08	3,1E-09

C.2.2 Individrisk med utbyggnad av Norvik

Tabell C.3. Underlag för beräkning av individrisk för oskyddad person utomhus inom Kolartorp etapp 3 med avseende på Nynäsbanan.

Scenario	Skadeavstånd (m)	Andel som omkommer	Andel av cirkulärt område	Andel som kan påverka planområdet	Framtid	
					Total Frekvens [per år]	Reducerad frekvens m.a.p. andel som påverkar område
<u>Klass 2.1. Brännbara gaser</u>						
Jetflamma, litet läckage brännbar gas	5	50%	19,1%	3%	1,9E-08	4,5E-11
Gasmoln, litet läckage brännbar gas	5	50%	1,6%	3%	0,0E+00	0,0E+00
Jetflamma, stort läckage brännbar gas 15%	44	15%	17,4%	22%	3,8E-08	2,2E-10
Jetflamma, stort läckage brännbar gas 50%	39	50%	13,9%	20%	3,8E-08	5,1E-10
Gasmoln, stort läckage brännbar gas	264	50%	9,7%	132%	9,5E-08	6,1E-09
BLEVE brännbar gas 50%	173	50%	100,0%	87%	3,8E-10	1,6E-10
BLEVE brännbar gas 15%	266	15%	100,0%	133%	3,8E-10	7,6E-11
<u>Klass 2.3 Giftiga gaser</u>						
Litet läckage giftig gas 5 %	60	5%	8,0%	30%	1,9E-09	2,3E-12
Stort läckage giftig gas 100%	145	100%	15,4%	73%	1,9E-09	2,2E-10
Stort läckage giftig gas 50%	350	50%	10,9%	175%	1,9E-09	1,9E-10
Stort läckage giftig gas 5%	600	5%	9,6%	300%	1,9E-09	2,8E-11
<u>Klass 5. Oxiderande ämnen</u>						
Explosivartad självantändning motsv. 25 ton trotyl 99%	56	99%	100,0%	28%	1,9E-10	5,2E-11
Explosivartad självantändning motsv. 25 ton trotyl 50%	62	50%	100,0%	31%	1,9E-10	2,9E-11
Explosivartad självantändning motsv. 25 ton trotyl 1%	75	1%	100,0%	38%	1,9E-10	7,0E-13

Tabell C.4. Underlag för beräkning av individrisk för person inomhus inom Kolartorp etapp 3 med avseende på Nynäsbanan.

Scenario	Skadeavstånd (m)	Andel som omkommer	Andel av cirkulärt område	Andel som kan påverka planområdet	Framtid	
					Total Frekvens [per år]	Reducerad frekvens m.a.p. andel som påverkar område
<u>Klass 2.1. Brännbara gaser</u>						
Jetflamma, litet läckage brännbar gas	3	50%	38,2%	1%	1,9E-08	4,5E-11
Gasmoln, litet läckage brännbar gas	3	50%	3,2%	1%	0,0E+00	0,0E+00
Jetflamma, stort läckage brännbar gas	22	15%	34,7%	11%	3,8E-08	2,2E-10
Gasmoln, stort läckage brännbar gas	132	50%	19,3%	66%	9,5E-08	6,1E-09
BLEVE brännbar gas	87	50%	100,0%	43%	3,8E-10	8,2E-11
	133	15%	100,0%	67%	3,8E-10	3,8E-11
<u>Klass 2.3 Giftiga gaser</u>						
Stort läckage giftig gas 50%	60	50%	63,7%	30%	1,9E-09	1,9E-10
Stort läckage giftig gas 5%	130	5%	44,1%	65%	1,9E-09	2,8E-11
<u>Klass 5. Oxiderande ämnen</u>						
Explosivartad självantändning motsv. 25 ton trotyl	150	50%	100,0%	75%	1,9E-10	7,0E-11