

Utvidgning av Jordbro företagspark

Risikanalys avseende transport av farligt gods

2009-09-27

Koncept

Utvidgning av Jordbro företagspark

Risakanalys avseende transport av farligt gods

2009-09-27

Koncept

Beställare: Haninge kommun
Box 951
831 29 Östersund

Beställarens representant: Ann Wetterström
Kommunstyrelseförvaltningen
Mark och Exploatering

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsledare
Handläggare Herman Heijmans
Magnus Lind

Uppdragsnr: 101 24 15

Filnamn och sökväg: n:\101\24\1012415\u\beskrivningar_koncept\risakanalys
koncept.docx

Kvalitetsgranskad av: Katarina Holmgren

Tryck: Norconsult AB

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
1 Inledning	5
2. Riskbedömning i den fysiska planeringen	6
2.1 Definitioner	6
2.2 Risker med transport av farligt gods	7
Typer av farligt gods	7
Konsekvenser av en olycka med farligt gods	7
2.3 Bedömningsgrunder	9
2.4 Beräkningsmetod RBM II	11
3. Platsspecifika förutsättningar	13
3.1 Haningeleden, väg 259	13
Transporterade mängder	13
Sannolikhet för olyckor	16
3.3 Planområdet	16
4. Resultat	18
4.1 Individrisk	18
4.2 Samhällsrisk	19
4.3 Tät kontorsbebyggelse	20
5. Osäkerhetsanalys	23
6. Diskussion och slutsatser	26
7 Referenser	29
Bilaga 1	31
Bilaga 2	46

Sammanfattning

Haninge kommun avser att upprätta en detaljplan för ett område direkt nordväst om Jordbro Företagspark. Området ligger i anslutning till Haningeleden som är primär transportväg för farligt gods och en riskanalys har därför genomförts.

I analysen har den förväntade risknivån beräknats som orsakas av transporter med farligt gods för personer som vistas inom området efter områdets utbyggnad och efter att Haningeleden har byggts ut. Risknivån har jämförts med kriterier för värdering av risk som har tagits fram på uppdrag av f.d. Räddningstjänsten (numera del av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB).

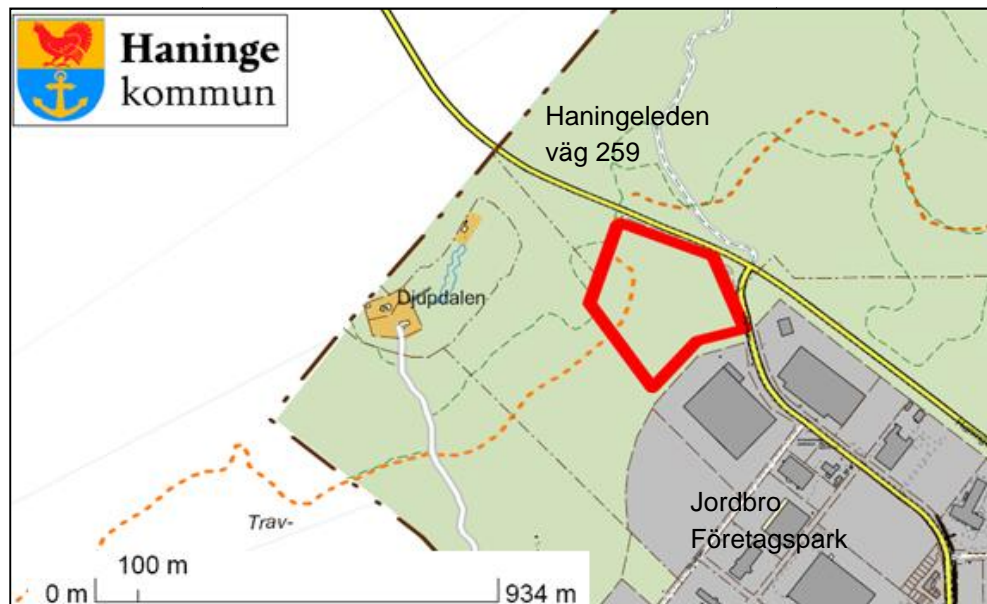
Den framräknade risknivån ligger på en nivå där riskerna betraktas som tolerabla, vilket innebär att rimliga riskreducerande åtgärder skall genomföras, varefter situationen kan tolereras.

Det föreslås att en vall med minsta höjd av två meter skall anläggas mellan vägen och planområdet. Vallens minskar sannolikheten att en olycka med en lastbil med farligt gods leder till ett utsläpp. Dessutom minskar vällen konsekvenserna av eventuella utsläpp genom att den försvårar spridning av farliga gaser och vätskor in i området och skyddar området mot en del av effekterna av brand eller explosion inom vägområdet.

Som ytterligare åtgärd kan det övervägas att reglera området så att ingen tät kontorsbebyggelse uppstår inom 40 m från plangränsen mot vägen. Alternativt kan lägre kontorsbebyggelse bli aktuell upp till 20 m från plangränsen mot vägen.

1 Inledning

Nordost om Jordbro Företagspark ligger ett område som för närvarande används som bergtäkt. Bergtäkten skall avslutas inom en nära framtid och Haninge kommun arbetar med att ta fram en detaljplan för området som skall möjliggöra att området tas i anspråk för industriändamål som en utvidgning av Företagsparken, *se figur 1*.



Figur 1. Läget för planområdet nordost om Jordbro Företagspark

Norr om området går Haningeleden, väg 259, som är transportled för farligt gods. Trafiken på Haningeleden förväntas öka kraftigt på grund av utbyggnad av vägsystemet och etableringen av Albybergs industriområde, öster om Jordbro Företagspark.

Av Stockholms läns riskpolicy (Länsstyrelsen 2006) framgår att risksituationen måste beaktas vid planering inom 150 m från en transportled för farligt gods, vilket har lett till framtagande av denna riskanalys.

2. Riskbedömning i den fysiska planeringen

2.1 Definitioner

Risk definieras mestadels som sannolikheten för oönskade händelser multiplicerat med konsekvenserna av dessa händelser. De konsekvenser som man tittar på i första hand är ifall människor omkommer.

Sannolikheten uttrycks som antalet gånger som en oönskad händelse förväntas förekomma under ett år. Resultatet blir en frekvens, oftast ett väldigt litet tal som exempelvis 10^{-6} per år (0,000 001 gånger per år). Man kan också tolka detta som att händelsen förväntas inträffa en gång under en miljon år.

En annan tolkning av en frekvens på 10^{-6} per år fås om man antar att det finns en miljon platser där en sådan händelse kan förekomma i Sverige. Då förväntas händelsen förekomma en gång per år (0,000 001 x 1 000 000) någonstans i Sverige.

I risksammanhang skiljer man på individrisk och samhällsrisk. Den första är risken för en person att omkomma i en olycka när han/hon befinner sig på en specifik plats i närheten av en riskkälla. Man utgår då från att personen befinner sig på denna plats under ett helt år. Risken uttrycks som risken att omkomma i en olycka under det året. Individrisken är ett mått på hur farligt det är på en viss plats och tar inte hänsyn till hur många människor som kommer att befinna sig på platsen.

Samhällsrisk är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskkällans farlighet men även på hur många människor som brukar befinna sig i riskkällans omgivning. Vid en beräkning beaktas det totala antalet människor som kan drabbas vid olika olycksförlopp. Det är förstas inte känt i förväg när och hur en olycka kommer att inträffa. Därför analyseras ett stort antal tänkbara olyckor när det gäller såväl sannolikhet som konsekvens. För dessa olycksscenarier beräknar man dels sannolikheten att de kan inträffa och dels antalet personer som kan drabbas. Resultaten uttrycks då som en s.k. FN-kurva där man sätter ut sannolikheten (F) för olika antal omkomna (N) vid de olyckstyper som kan orsakas av riskkällan, se *avsnitt 2.3*.

I en riskutredning för en detaljplan bör hänsyn tas till både individrisken och samhällsrisk. Syftet med denna utredning är att beräkna dessa risknivåer och att

sedan - om så krävs - föreslå åtgärder för att uppnå en situation med acceptabla risker. Dessa åtgärdsförslag skall i sin tur säkerställas genom detaljplanen.

Kriterier för vilka risknivåer som bedöms vara acceptabla behandlas närmare i *avsnitt 2.3*.

2.2 Risker med transport av farligt gods

Typer av farligt gods

Enligt internationella bestämmelser (ADR) delas farligt gods in i nio klasser, se nedanstående *tabell 1*.

Tabell 1. Indelning av farligt gods

<i>Klass</i>	<i>Innehåll</i>	<i>Exempel</i>
1	Explosiva ämnen	Massexplosiva varor (dvs. sprängämnen), fyrverkerier
2	Komprimerade, kondenserade eller under tryck lösta gaser	Brännbara gaser (gasol), giftiga gaser (klor, svaveldioxid) och andra trycksatta gaser (kvävgas, syrgas)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, eldningsolja, dieselolja
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kalciumkarbid
5	Oxiderande ämnen	Väteperoxid
6	Giftiga ämnen	Arsenik
7	Radioaktiva ämnen	Radioaktiva preparat för sjukhusen
8	Frätande ämnen	Olika syror, lut
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Asbest

Konsekvenser av en olycka med farligt gods

Nedan följer en allmän beskrivning av de olika sorters farligt gods som transporteras och potentiella följderna av olyckor där farligt gods är inblandat. De förväntade följderna i form av dödsfall avser, om inget annat sägs, personer som vistas utomhus utan skydd.

Klass 1. Explosiva ämnen

En explosion av s.k. massexplosiva ämnen kan ge omkomna upp till ca 60 m från explosionen och byggnader kan raseras på flera hundra meters avstånd. Övriga explosiva ämnen kan, i huvudsak genom raserade byggnader, ge effekter på några tiotal meters avstånd.

Klass 2: Brännbara eller giftiga gaser

Utsläpp av brännbar gas i luft kan antändas direkt och orsaka en s.k. jetflamma. Om gasen inte antänds direkt bildas först ett brännbart gasmoln som sedan kan antändas relativt omgående eller driva iväg och antändas över bebyggelsen. Detta resulterar då i en flash brand (Flash Fire) eller gasmolnsexplosion (Vapor Cloud Explosion) I ytterst sällsynta komplicerade olyckor kan gastanken explodera och bilda ett eldklot, s.k. BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). Risken att omkomma av en jetflamma är vanligtvis liten på avstånd som överstiger några 10-tals meter medan motsvarande avstånd kan var långt över 100 m för en BLEVE

Klass 3: Brandfarliga vätskor

Om en tank med mycket brandfarlig vätska (exempelvis bensin) skadas rinner bensinen ut och kan en s.k. pölbrand uppstå. Eldningsolja är så svårantändlig att brandrisken är försumbar. Risken att omkomma är som regel liten på avstånd som överstiger några 10-tals meter.

Klass 4: Brandfarliga ämnen såsom svavel, fosfor, karbid.

Dessa ämnen är fasta och skadar endast i olycksplatsens direkta omgivning.

Klass 5: Oxiderande ämnen

Olycka med endast dessa ämnen leder normalt ej till personskador, men om ämnena blandas med ex bilens olja eller bensin uppstår explosionsrisk.

Klass 6: Giftiga ämnen.

Giftiga vätskor kan ge verkan på långa avstånd (100-tals meter). Effektens omfattning är beroende på giftigheten och flyktigheten av vätskorna och hur utsläppet sker.

Klass 7: Radioaktiva ämnen

Dessa ämnen transporteras normalt endast i små mängder på väg och järnväg. Risken att omkomma är därför försumbar.

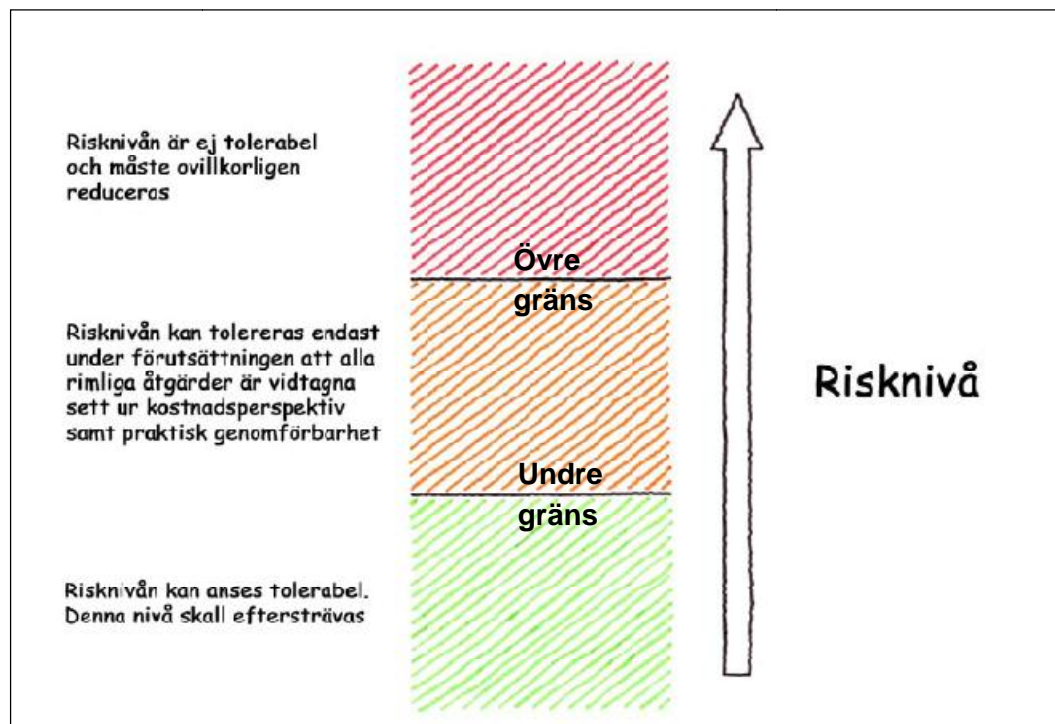
Klass 8: Frätande ämnen såsom saltsyra, svavelsyra.

Risk för skador är normalt störst inom ca 20 m eftersom skada uppkommer vid direkt exponering på personen.

2.3 Bedömningsgrunder

Kriterier för vad som är en acceptabel risknivå finns i rapporten "Värdering av risk" som tagits fram på uppdrag av Räddningsverket (SRV 1997). Kriterierna har ingen officiell status, de har inte antagits av någon myndighet eller politisk församling, men de används generellt i Sverige som vedertagen praxis för att kunna relatera risknivåerna till något jämförelsevärde.

I rapporten används en övre och en undre gräns, se *figur 2*. Om den övre gränsen överskrids är risknivån så hög att den inte kan tolereras.



Figur 2. Risknivåer och gränsen mellan dem (Rtj Storgöteborg 2004)

Om risknivån ligger under den övre gränsen men över den undre gränsen så skall alla rimliga åtgärder vidtas för att minska risknivån. Efter detta betraktas risknivån

som tolerabel. Om risknivån ligger under den undre gränsen så kan den anses vara acceptabel och inga ytterligare åtgärder krävs.

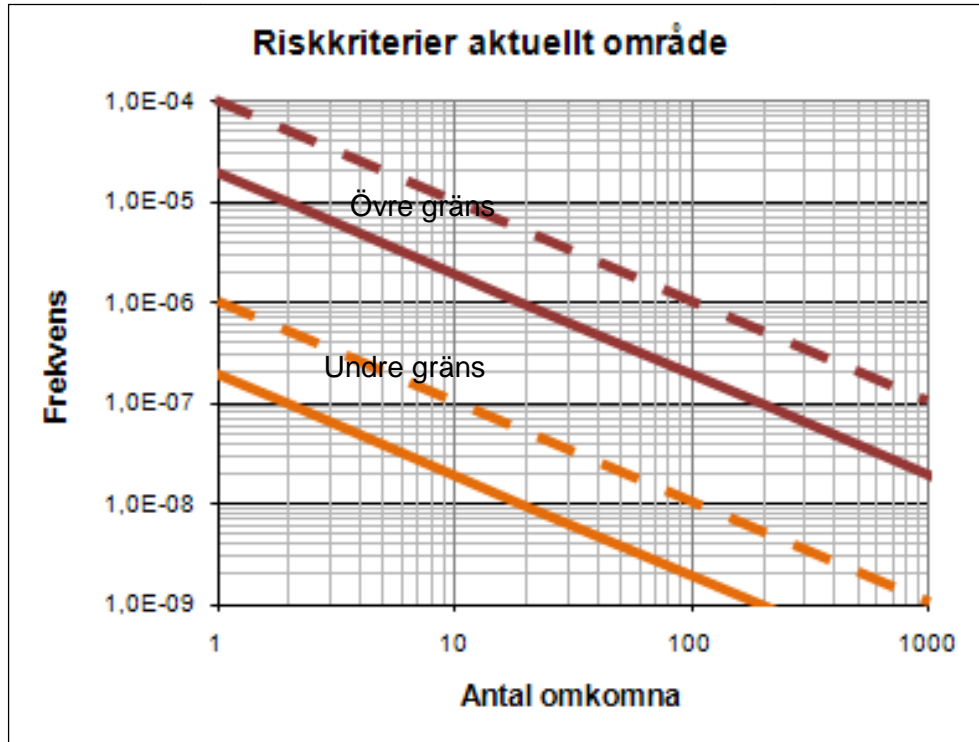
Individrisk

För individrisken ligger den övre gränsen på 10^{-5} per år och den undre gränsen på 10^{-7} per år. Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan risknivå inte ger en signifikant påverkan på individens totala risknivå. Den övre gränsen motsvarar högst en tiondel av den totala dödsfallsrisken för olika grupper i samhället.

Samhällsrisk

Gränserna för samhällsrisk återfinns i *figur 3*. Samhällsrisk återges som nämnts tidigare med en FN-kurva i ett FN-diagram. Gränserna anges med linjerna i diagrammet. De streckade linjer anger kriterierna för en kilometer farligt godsled, de heldragna linjer anger de omräknade kriterier för planområdet. Den bruna linjen är den övre gränsen för samhällsrisk och den orangea linjen är den undre gränsen. Risknivåerna är definierade på samma sätt som för individrisk. Risker över den övre gränsen tolereras inte och måste reduceras. Risker mellan den övre och den undre gränsen kan tolereras om rimliga åtgärder vidtas och risker under den undre gränsen kan accepteras utan vidare åtgärder.

Linjerna lutar neråt vilket innebär att olyckor med flera drabbade får förekomma mera sällan än olyckor med endast några drabbade. Observera att skalorna inte är linjära.



Figur 3. Nationella kriterier för risk för väg 259 längs planområdet (ca 390 m) visas med heldragna linjer. Kriterier för 1 km väg visas med streckade linjer.

Kriterierna för samhällsrisken är framtagna för att bedöma den totala risken av en transportsträcka på en kilometer med dubbelsidigt bebyggelse. För att kunna få tillämpa kriterierna på ett mindre område måste en omskalning ske (SRV 1997 s8-XII). Här har därför kriterierna anpassats efter enkelsidig bebyggelse och den sträckan som planområdet upptar längs de olika transportlederna. Detta görs genom att antalet omkomna reduceras proportionellt med områdets andel av ett område med 1 km längd och dubbelsidig bebyggelse. I detta fall är områdets längd 390 m och bebyggelsen enkelsidigt. Antalet omkomna vid olika frekvenser multipliceras först med 390/1000 (för områdets utsträckning längs leden) och delas sedan med 2 (för att området endast upptar en sida av leden).

2.4 Beräkningsmetod RBM II

Riskberäkningarna har genomförts med ett program som används som standard i Nederländerna för riskberäkningar i samband med transporter av farligt gods. Programmet – RBM II – har tagits fram på uppdrag av de nederländska

myndigheterna och använder de beräkningsmetoder som beskrivits i ”Guidelines for quantitative risk assessment” (VROM 2005) och ”Method for the calculation of physical effects” (VROM 1996). Programmet beräknar sannolikhet och konsekvens vid skador på transportfordon med farligt gods på grund av olyckor. Hänsyn tas till olyckans läge, skadans storlek, det farliga ämnets kemiska och fysikaliska egenskaper (brandfarlighet, giftighet mm) och förväntade väderförhållanden. Antalet drabbade personer beräknas utifrån antal personer som befinner sig i riskområdet dagtid och nattetid, andelen personer som befinner sig ute eller inne, samt andelen av dessa personer som förväntas omkomma vid den framräknade exponering för värmestrålning, tryckvågor, giftiga ämnen på olika avstånd inom området.

Programmet har anpassats efter svenska förhållanden avseende olycksfrekvenser på väg och järnväg samt kriterier för acceptabla risknivåer. Olycksfrekvenser för vägsträckor beräknas enligt rapporten ”Farligt gods – riskbedömning vid transport”, (SRV 1996) och för järnvägar genomförs beräkningar enligt rapporten ”Modell för skattning av sannolikheter för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen” (Banverket 2001). Kriterier för bedömning av risknivåer har tagits från rapporten ”Värdering av risk” (SRV 1997) och från lokala riktlinjer om sådan finns. I *bilaga 1* beskrivs programmets beräkningsmetoder mera i detalj.

3. Platsspecifika förutsättningar

I detta avsnitt behandlas de platsspecifika förutsättningar som påverkar risknivån i planområdet. Först behandlas transportlederna och därefter förhållandena inom planområdet.

3.1 Haningeleden, väg 259

Transporterade mängder

Som utgångspunkt för riskberäkningarna tas de förväntade trafikmängder efter att vägen har breddats till 2+1-väg och att Albybergs industriområde har byggts ut. Detta förväntas vara fallet år 2020. Kommunens trafikprognos för 2020 för vägen ligger på 15 000 till 20 000 fordon per dag. I utredningen utgås det från 20 000 fordon per dag.

I dagsläget trafikeras Haningeleden förbi planområdet av totalt 4930 fordon per medeldygn, den tunga trafiken består av 930 fordon per medeldygn (VV 2009). Andelen tung trafik är ca 19 %. Denna andel förväntas ligga på samma nivå år 2020 vilket i så fall innebär ca 3 800 tunga transportfordon per årsmedeldygn eller 1,4 miljoner per år.

Andelen transporter av farligt gods är i genomsnitt över landet ca 3,6 % (SIKA/SCB 2000-2007). Detta innebär att antalet transporter med farligt gods förbi planområdet förväntas vara 49 000 fordon per år.

Även fördelningen av det farliga godset på olika klasser framgår av SIKA/SCB:s statistik och redovisas i *tabell 2*.

Tabell 2. Andel lastade transporter med farligt gods av det totala antalet körda km med godsfordon (2000-2007)

ADR klass		Andel
1	Explosiva ämnen och föremål	0,03 %
2	Komprimerade, kondenserade eller under tryck lösta gaser	0,55 %
3	Brandfarliga vätskor	2,44 %
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0,02 %
4.2	Självantändande ämnen	0,01 %
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid vattenkontakt	0,00 %
5.1	Oxiderande ämnen	0,07 %
5.2	Organiska peroxider	0,00 %
6.1	Giftiga ämnen	0,01 %
6.2	Smittförande ämnen	0,00 %
7	Radioaktiva ämnen	0,00 %
8	Frätande ämnen	0,33 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0,08 %
Totalt		3,56 %

En annan informationskälla är f.d. Räddningsverkets hemsida där transporterade mängder farligt gods under september 2006 anges. Siffrorna anges med ett intervall och gäller egentligen enbart för mätmånaden. Siffrorna har här ändå används för en jämförelse genom att medelvärden av de transporterade mängderna i intervallen för de olika klasserna tas och räknas om till antalet transporter per år genom att multiplicera transporterad mängd med 11 (11 arbetsmånader per år) och sedan dela med medellaststorlek (23 ton/last)

I *tabell 3* visas det framräknade antalet transporter med olika klasser farligt gods förbi planområdet 2020 utifrån SIKAs/SCB:s och Räddningsverkets uppgifter. Där anges också vilka transporterade mängder som har valts som underlag för de fortsatta beräkningarna. Valet av antalet transporter i de olika klasserna har gjorts konservativt, dvs. det största antalet har valts om det inte funnits tydliga indikationer på att detta skulle leda till en grov överskattning av risknivåerna. Anledningen till vissa val förklaras under tabellen.

Denna metod kan leda till en överskattning av riskerna men innebär att antalet transporter längs området i alla fall inte underskattas.

Tabell 3. Beräknat antal transporter med farligt gods längs planområdet 2020

ADR klass		SIKA	SRV	Använd
1	Explosiva ämnen och föremål	404	68	68 ¹
2	Komprimerade gaser	7634	6015	7634
2.1	Brandfarliga gaser		1746	2216 ²
2.2	Komprimerade gaser		4268	5418
2.3	Giftiga gaser		0	183 ³
3	Brandfarliga vätskor	33596	16104	33596
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	241	262	241
4.2	Självantändande ämnen	157	0	157
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid vattenkontakt	0	87	87
5.1	Oxiderande ämnen	1030	475	1030
5.2	Organiska peroxider	24	0	24
6.1	Giftiga ämnen	164	87	164
6.2	Smittförande ämnen	30	0	30
7	Radioaktiva ämnen	0	0	0
8	Frätande ämnen	4508	11253	11253 ⁴
9	Övriga farliga ämnen och föremål	1087	11156	11156 ⁴
	SUMMA	49077	45508	65508

¹SIKA:s siffror gäller för hela landet och överskattar sannolikt andelen klass 1 då sprängämnen främst används i gruvindustrin, därför används SRV:s siffror (övre värdet i det intervall som angetts)

²SIKAs siffror används men delas upp enligt SRV i underklasser

³Enligt uppgift från Räddningsverket transporteras inga giftiga gaser på väg 259 vid undersökningstillfället (sept. 2006). För att inte underskatta dessa transporter har nederländska uppgifter används att andelen klass 2.3 där uppgår till 2,4 % av det totala klass 2.

⁴SIKAs siffror underskattar möjligen lokala förhållanden, SRV:s siffror används

Klasserna ovan innehåller ämnen med varierande farlighetsgrad och för att kunna genomföra en riskberäkning måste ämnen delas upp på ett annat sätt. Ämnena i klass 2 är redan uppdelade i statistiken, ämnena i klass 1, 3 och 6 har delats upp ytterligare enligt nedan utifrån tillgänglig statistik på området.

I klass 1 är det de massexplosiva ämnena som står för de betydande riskerna. Andelen massexplosiva ämnen sätts till 10 % (ØSA 2004).

Andelen mycket brandfarlig vätska i klass 3 (bensin mm) sätts till 75 % (ØSA 2004).

Av de brandfarliga vätskorna i klass 3 har 8 % antagits vara giftiga och av de giftiga ämnena i klass 6 har 72 % antagits vara vätskor (ØSA 2004). Dessa mängder har räknats ihop till gruppen giftiga vätskor.

Detta ger följande antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för planområdet, se *tabell 4*.

Tabell 4. Farligt gods som medför betydande risker för planområdet

Ämnesgrupp	Antal transporter
Massexplosiva ämnen	14
Brandfarliga gaser	2163
Giftiga gaser	183
Brandfarliga vätskor	25197
Giftiga vätskor	2806

Sannolikhet för olyckor

Beräkningen av olycksfallssannolikhet har genomförts utifrån uppgifter för olycksrisken på olika vägtyper (VV 2008 Effektsamband för vägtransportsystemet - Nybyggnad och förbättring - Effektkatalog publikation 2008:11). Vi har utgått från att vägen efter ombyggnad kommer att vara en 2+1 väg. Antalet förväntade personskadeolyckor per miljon fordonskilometer som anges varierar något med det exakta utförandet av vägen och den tillåtna maxhastigheten. Vid en tillåten maxhastighet på 80 km/h anges frekvensen på olyckor med personskador till 0,07-0,08 per miljon fordonskilometer. I fortsättningen används en olycksfrekvens på $8 \times 10^{-8}/\text{fkm}$.

3.3 Planområdet

Planområdet anges i *figur 4*. Området – som idag är en bergtäkt – kommer att ligga i samma nivå som vägen.



Figur 4. Planområdet

Planområdets yta uppgår till ca 5,6 ha. Inom området kommer det att tillåtas industri och kontor (beteckningen J) och området antas få samma karaktär som övriga Jordbro Företagspark som det kommer att utgöra en del av.

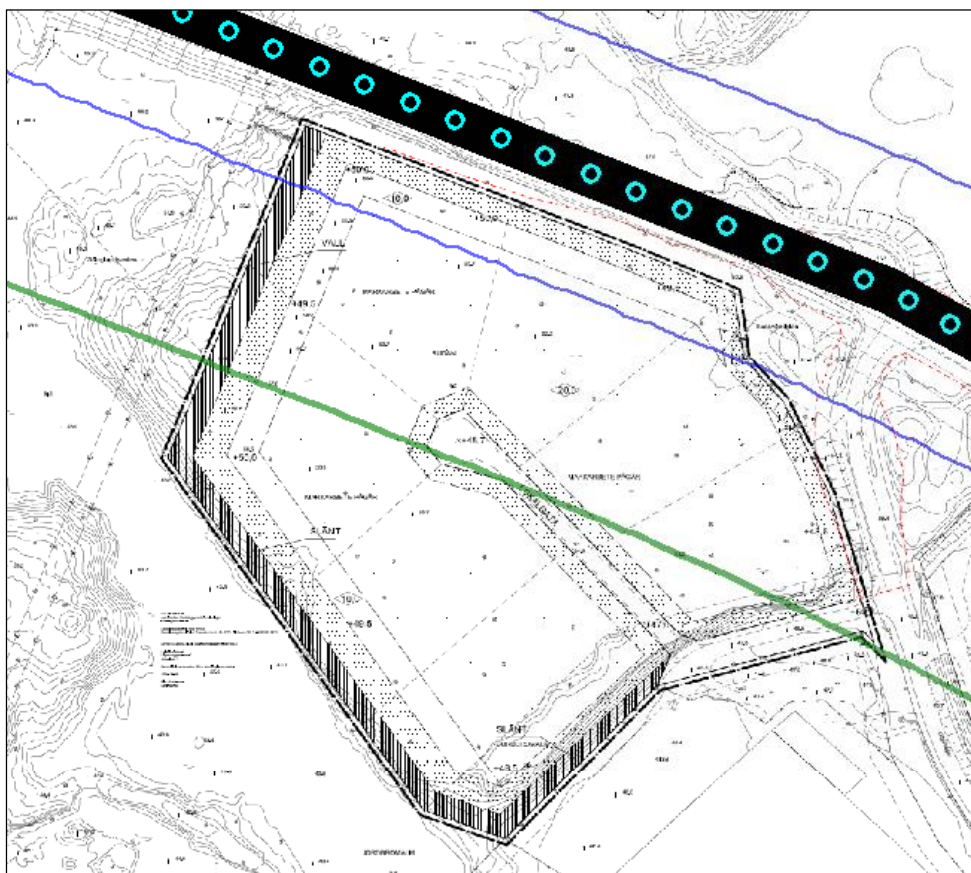
Persontäthet inom området antas vara lika med persontätheten i övriga delen av Jordbro Företagspark. Företagsparken har en yta på ca 190 ha och antalet anställda är ca 4000 (Haninge 2009), vilket ger en persontäthet på 21 personer/ha eller i snitt ca 120 personer inom området.

Eftersom planen tillåter kontorsbebyggelse inom området genomförs en särskild analys av effekten av kontorsbebyggelse närmast väg 259, se avsnitt 4.3.

4. Resultat

4.1 Individrisk

Individrisken inom området framgår av *figur 5* där de blå linjerna anger gränsen för området där individrisken ligger över kriteriet för acceptabla individrisker (10^{-7} per år). I den delen av planområdet som ligger mellan den blå linjen och vägen är nivån på individrisken tolerabel, dvs. den kan tolereras efter att rimliga åtgärder har vidtagits. Nivån 10^{-5} per år (icke tolerabel risknivå) överskrids inte.



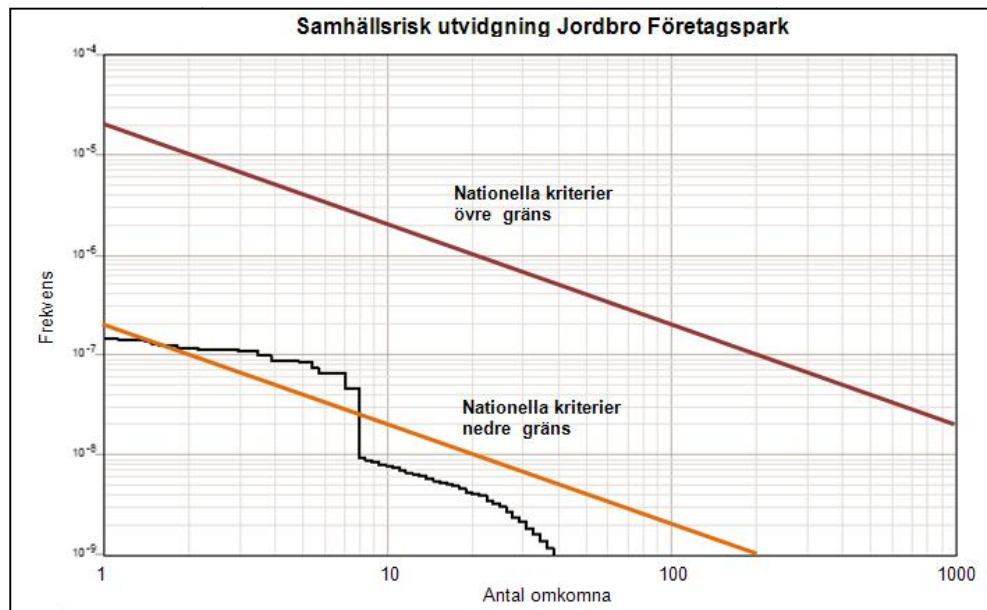
Figur 5. Individrisken inom området. Mellan vägen och den blå linjen är individrisken tolerabel. Längre bort från vägen än den blå linjen är risknivån acceptabel. Den gröna linjen anger var individrisken är tio gånger lägre än den acceptabla nivån.

Ovanstående innebär att rimliga åtgärder måste vidtas för att minska individrisken. Förslag till åtgärder behandlas i *kapitel 6*.

4.2 Samhällsrisk

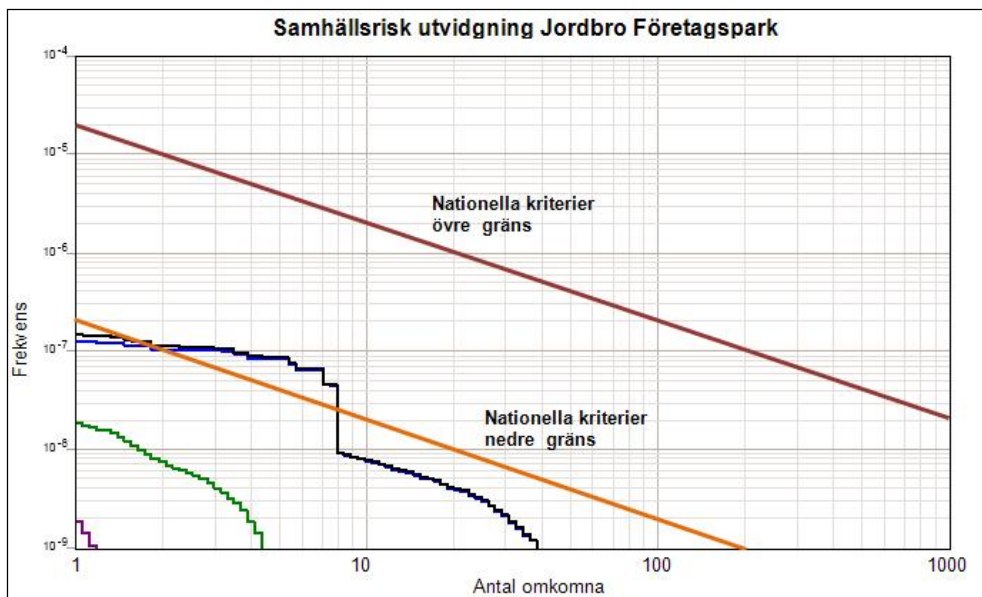
Samhällsrisken inom området har beräknats och redovisas i *figur 6* som den svarta kurvan. De nationella kriterierna visas med den orangea (lägre nivå) och den bruna (högre nivå) linjen.

Samhällsrisknivån inom området överskrider den nedre gränsen vilket innebär att samhällsrisken till viss del ligger inom det tolerabla området. Att risknivån är tolerabel i stället för acceptabel innebär att rimliga åtgärder måste vidtas för att minska riskerna. Detta behandlas i *kapitel 6*.



Figur 6. Beräknad samhällsrisk inom planområdet. Den nedre gränsen överskrids vilket innebär att risknivån är tolerabel.

För att bättre förstå vilka transporter som bidrar mest till risknivån har beräkningar genomförts för de olika transporterade ämnesgrupperna. I *figur 7* redovisas därför även resultaten för de ämnesgrupper som bidrar till samhällsrisken.



Figur 7. Samhällsrisk inom planområdet. Den svarta linjen anger den totala risknivån, den blåa linjen anger risknivån från brandfarliga gaser, den gröna linjen visar risknivån från giftiga vätskor, den lila linjen visar risknivån från giftiga gaser.

Den svarta linjen anger den totala risknivån, den blåa linjen anger risknivån som orsakas av brandfarliga gaser, den gröna linjen visar risknivån för giftiga vätskor, den lila linjen visar risknivån för giftiga gaser.

Risken som orsakas av brandfarliga gaser (gasol mm) dominerar riskbilden, men även giftiga vätskorna ger ett betydande bidrag till riskerna.

4.3 Tät kontorsbebyggelse

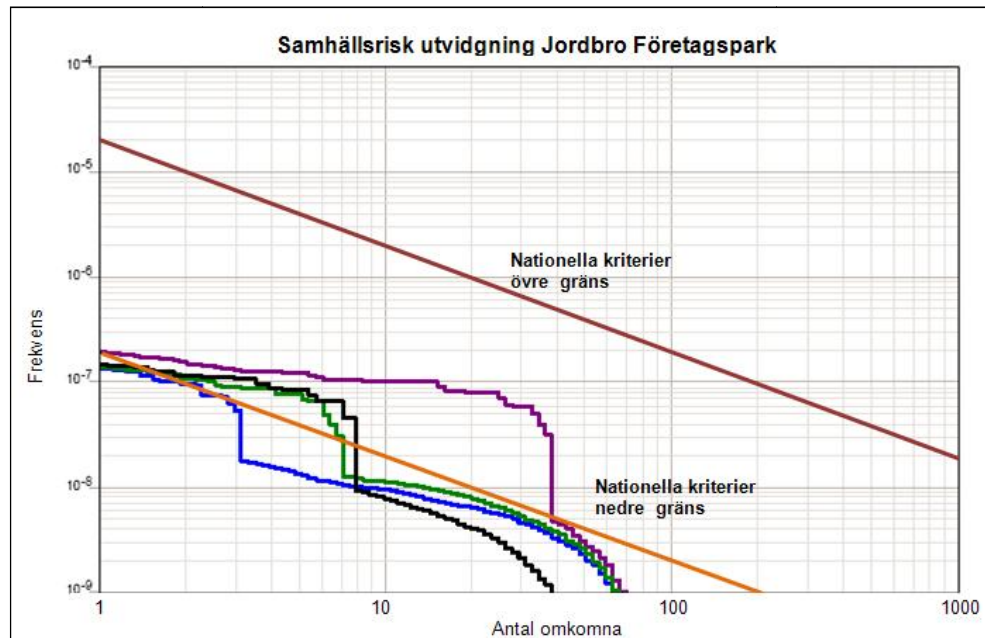
I beräkningarna ovan har det antagits att persontätheten är densamma över hela området och lika med den nuvarande persontätheten i Jordbro Företagspark. Detaljplanen ger också möjlighet att bygga kontorshus inom området och dessa förekommer även i övriga Jordbro Företagspark. Vid placering av kontorshus bör det dock beaktas att om huset placeras för nära väg 259 så leder detta till att fler personer vistas nära vägen under en större del av dagen, vilket leder till att antalet omkomna vid vissa olycksscenarioer kan öka, vilket ökar samhällsriskerna .

För att illustrera detta har en exempelberäkning genomförts där det totala antalet personer inom planområdet har hållits detsamma (dvs. ca 120 personer, beräknat på antalet personer per kvadratmeter i nuvarande Jordbro Företagspark) men 60 % (72

personer) har placerats i ett tänkt kontorshus som placerats på 20 m, respektive 40 m och 50 m från plangränsen mot väg 259. Resultaten redovisas i *figur 8* och visar att en placering på 20 m från planområdets gräns mot vägen (lila kurvan) ger en markant ökning av risknivån inom området vid en jämn fördelning av personalen över området (den svarta kurvan).

Vid en placering på 40 m avstånd (den gröna kurvan) är överskridandet av den undre gränsen vid ca 3-8 omkomna ungefär lika stor som vid en jämn fördelning av personalen över området (den svarta kurvan). Sannolikhet för olyckor med fler än 10 omkomna är större men ligger under den nedre gränsen.

Vid placering på 50 m avstånd (den blåa kurvan) ligger alla riskerna under den undre gränsen.



Figur 8. Samhällsrisiken vid olika placeringar av ett tänkt kontorshus. Den svarta kurvan anger risknivån utan kontorshus (jämn fördelning av personalen över området). Lila kurvan: kontorshus ca 20 m från väggkanten, gröna kurvan: kontorshus ca 40 m från väggkanten och blåa kurvan: kontorshus 50 m från väggkanten.

Detta är endast ett räkneexempel men det visar ändå att en personalintensiv verksamhet inom ramen för det som detaljplanen tillåter (i detta fall tät kontorsbebyggelse) på ett avstånd av mindre än 40-50 m från väggkant på väg 259 leder till en betydligt försämrad riskbild, se *figur 8*. Avståndet 40 m respektive 50 m är även det avståndet som rekommenderas av Stockholms läns länsstyrelse

respektive Göteborgs stad mellan transportled för farligt gods och kontorsbebyggelse (Länsstyrelsen 2000, Göteborg 1997).

Vad detta innebär för detaljplanen diskuteras i *kapitel 6*.

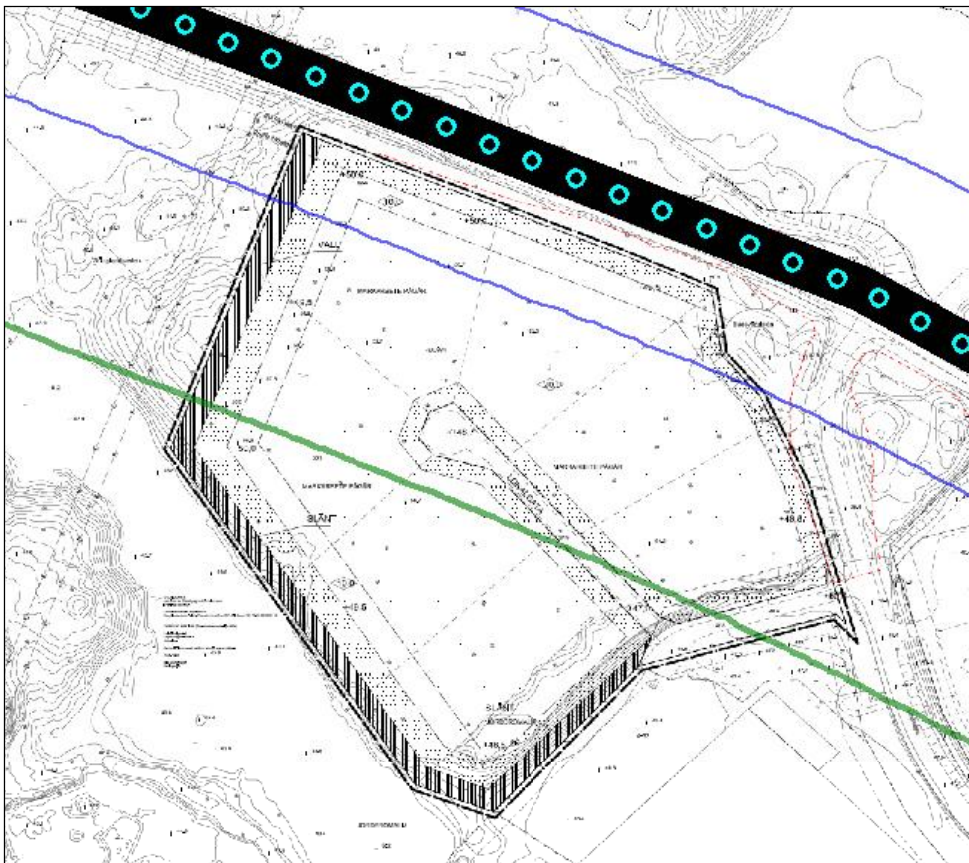
5. Osäkerhetsanalys

Vid alla riskanalyser finns det osäkerheter i ingångsvärden. Dessa osäkerheter beror i stor utsträckning på osäkerheten i prognoser för den framtida samhällsutvecklingen. Även brister i kunskap angående nuläget kan inverka. Till exempel saknas mycket information om vilka sorter och mängder farligt gods som transporteras på olika transportleder. För att kunna hantera dessa osäkerheter är det viktigt att skapa robusta lösningar i samhällsplaneringen. I detta projekt har därför en analys genomförts av hur den osäkerheten som ofrånkomligt finns i beräkningarna kan påverka risknivåerna i det mest ogynnsamma extremfallet.

Följande har antagits vid beräkningar för detta extremfall:

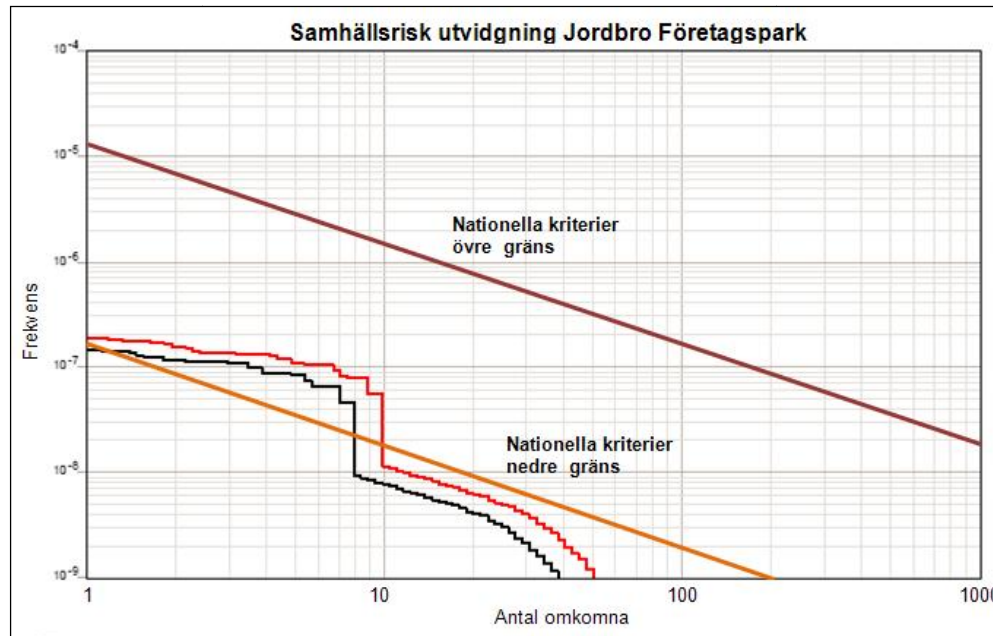
- Transporterna av farligt gods har antagits ligga 25 % högre än vad som tidigare beräknats.
- Antal personer som i genomsnitt vistas inom området har antagits ligga 25 % över tidigare bedömningar.

Riskberäkningarna har i övrigt genomförts på samma sätt som tidigare. Resultaten för individrisken presenteras i *figur 9*.



Figur 9. Individrisk i extremfallet. Området där individrisken är tolerabel (i stället för acceptabel) har växt något, annars visar det beräknade extremfallet inte på några betydande skillnader mot normalfallet.

Resultaten för samhällsriskens presenteras i *figur 10*.



Figur 10 Den röda linjen är resultatet när befolkningstätheten och transporterade mängder ökas med 25 % i beräkningarna. Den svarta linjen representerar normalfallet.

Inga betydelsefulla skillnader finns mellan den svarta och den röda kurvan i figur 10. Överskridandet av det nedre bedömningskriteriet finns i båda fallen men är något mer allvarligt i det här beräknade extremfallet.

Sammanfattningsvis tyder denna analys på att en ökning med 25 % av antalet transporter samtidigt med en ökning med 25 % av antalet personer inom planområdet inte ger några väsentliga ändringar av riskbilden. Slutsatserna från förra kapitlet kvarstår. Såväl individrisken närmast vägen som samhällsrisken kan komma att överskridas med den nya detaljplanen om inga skyddsåtgärder vidtas. Överskridandet ligger inom det tolerabla området vid en jämförelse med bedömningskriterierna, vilket innebär att rimliga skyddsåtgärder skall vidtas innan situationen kan tolereras

6. Diskussion och slutsatser

I de två föregående kapitlen har det visats att risknivåerna inom det nya området med all sannolikhet hamnar inom det tolerabla området enligt de nationella kriterierna. Ett exempel har dessutom behandlats som visar att placering av kontorshus eller annan personalintensiv verksamhet närmare än 40-50 m från planområdets gräns mot väg 259 leder till att samhällsrisknivån ökar. Rimliga skyddsåtgärder bör därför tas fram.

Skyddsåtgärder kan vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensreducerande. Åtgärder som minskar sannolikheten för olyckor där farligt gods frikommer bör undersökas i första hand, i andra hand kan åtgärder som minskar konsekvenserna av dessa olyckor vidtas.

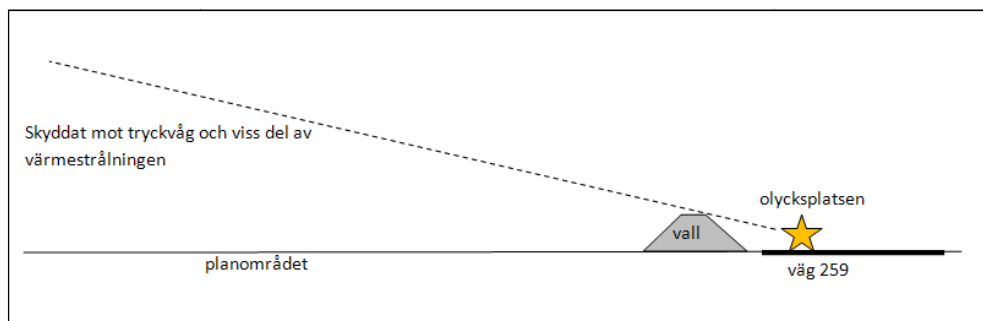
Väg 259 kommer att byggas om till 2+1-väg och därmed också att förses med vägräcken. Dessa vägräcken är dock dimensionerade för personbilar och är inte tillräckligt för att hindra tunga fordon med farligt gods från att hamna utanför vägområdet. En möjlig skyddsåtgärd är därför att ett hinder anläggs mellan planområdet och vägen som kan fånga upp tunga transportfordon på så sätt att risken för skador på dessa fordon – och därmed risken för utsläpp av farligt gods – minskar. Det finns ingen statistik på hur mycket sannolikheten för skador kan komma att minska. En undersökning av antalet omkomna på vägsträckor som försetts med vägräcken visar dock på en halvering på grund av att vägräcken minskar krockvåldet vid olyckstillfällena (VTI 2002). Detta pekar på att en välutformad vall längs vägen kan ha en betydande påverkan på risken att farligt gods frikommer vid olyckor. Denna åtgärd skulle minska såväl individrisken som samhällsrisken.

Ytterligare effekt av vällen är att den reducerar konsekvenser av olyckor. Detta sker på flera olika sätt.

- Vallen hindrar att brandfarliga eller giftiga vätskor rinner in mot planområdet och orsakar skador där.
- Vallen skärmar av en del av värmestrålningen vid en brand i brandfarliga vätskor eller gaser på vägområdet.
- Vallen försvårar spridning av brandfarliga eller giftiga gaser mot planområdet eftersom dessa gaser är tyngre än luft och därför beter sig i viss utsträckning som vätskor (se även bilaga 2).
- Effekten av explosioner på vägområdet minskar eftersom tryckvågen hindras från att nå områdets marknivå.

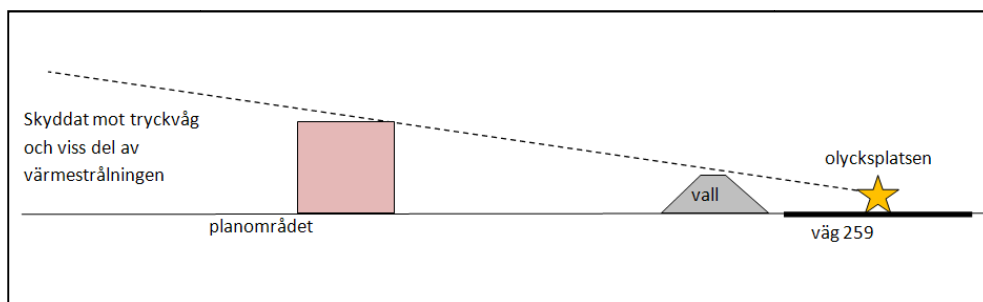
Vallens höjd måste bestämmas utifrån vad som är möjligt i det aktuella planområdet och vad som krävs för att vallen skall kunna fånga upp tankfordon med farligt gods. För att vallen skall skydda mot spridning av vätskor krävs en minsta höjd på 1 m, skydd mot spridning av tunga gaser kräver åtminstone 2 m, gärna mer. Skyddet mot värmestrålning blir effektivare ju högre vallen är men det skulle behövas en mycket hög vall för ett fullständigt skydd.

En principskiss (ej skalenlig) av vallens funktion visas i *figur 11*.



Figur 11. Principskiss (ej skalenlig) över vallens tänkta konsekvensreducerande funktion.

Kraven i kriterierna är att rimliga åtgärder skall vidtas för att minska risknivåerna. Något exakt värde som skall nås finns inte eftersom det är svårt att uppnå någon större exakthet när man försöker att beskriva resultaten av riskreducerande åtgärder kvantitativt. Med tanke på den tydliga ökningen av samhällsrisk som placering av ett tänkt kontorshus ger (se avsnitt 4.3) så kan det dock övervägas att införa en bestämmelse i detaljplanen att kontorshus inte skall ligga inom 40 m från plangränsen mot väg 259. Alternativt kan kontorshus tillåtas från 20 m, i så fall rekommenderas det att antalet våningar begränsas så att byggnaden skyddas mot tryckvåg och en del av värmestrålningen. En principskiss visas i *figur 12*.



Figur 12 Principskiss (ej skalenlig) på kontorshus närmare plangränsen än 40 m.

För bebyggelse som blandar kontor och andra verksamheter inom ramen för planbestämmelserna på samma sätt som i övriga Jordbro Företagspark föreslås inga ytterligare restriktioner.

7 Referenser

- Göteborg 1997 Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn transporter av farligt gods; december 1997
- Haninge 2009 Mail från Kent Lindgren, trafikplanerare Haninge kommun, 15 juni 2009
- Länsstyrelsen 2000 Riskhänsyn vid ny bebyggelse, Länsstyrelsen i Stockholms län, rapport 2000:1
- Länsstyrelsen 2006 Riskhantering i detaljplaneprocessen, länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och västra Götalands län, september 2006
- Rtj Storgöteborg 2004 Riktlinjer för riskbedömningar, Räddningstjänst Storgöteborg 2004
- SIKA/SCB 2000-2007 Inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar, 2000-2007, www.scb.se
- SRV1997 Värdering av risk; FoU rapport, Räddningsverket 1997
- SRV 2009 Räddningsverkets databas över transporter av farligt gods 2006, www.srv.se
- VROM 1996 Method for the calculation of physical effects, PGS 2; The Netherlands Ministry of Spatial Planning, Housing and the Environment and Ministry of Transport, Public Works and Water Management, the Hague, the Netherlands, 1996
- VROM 2005 Guidelines for quantitative risk assessment, PGS 3; The Netherlands Ministry of Spatial Planning, Housing and the Environment and Ministry of Transport, Public Works and Water Management, the Hague, the Netherlands, 2005

VTI 2002	Trafiksäkerhetsutvecklingen i Sverige fram till år 2001; VTI rapport 486, 2002
VV 2008	Effektsamband för vägtransportsystemet, Nybyggnad och förbättring, Effektkatalog, kap 6 Trafiksäkerhet, Publikation 2008:11
VV 2009	Vägverkets uppgifter om trafikflöden på www.vv.se
ØSA 2004	Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen; Øresund Safety Advisers AB, 2004

Bilaga 1

Bakgrund till programmet RBM II för beräkning av individ- och samhällsrisk vid transport av farligt gods

Bakgrund

Riskberäkningsprogrammet RBM II erbjuder en möjlighet till snabba analyser utifrån standardiserade metoder och är den av den nederländska staten godkända och rekommenderade beräkningsmetoden för att beräkna samhällsrisk och gruppnsrisken vid transport av farligt gods.

Programmet är framtagen på uppdrag av den nederländska staten (the Ministry of Spatial Planning, Housing and the Environment samt Ministry of Transport, Public Works and Water Management) för att förse i behovet av ett standardiserat arbetssätt vid beräkning av risknivåer i samband med transport av farligt gods.

Metod

Utifrån uppgifter om befolkning, olycksfallsfrekvens och antal transporter med farligt gods beräknar RBM II riskerna för omgivningen med transporter av farligt gods på väg och järnväg. Programmet beräknar såväl individrisk som samhällsrisk. Programmet ger en entydig metod och godkänt metod för riskberäkning vid transport av farligt gods utifrån modellerna som presenteras i Gula Boken: "Methods for the calculation of physical effects due to the release of hazardous materials – liquids and gases", PGS2, Committee for the prevention of disasters, 2005. och Lila Boken: "Guidelines for quantitative risk assessment", PGS 3, RIVM 2005. I texten nedan används uttrycken Gula Boken och Lila Boken. Skrifterna finns tillgängliga på <http://www.publicatiereeksgevaarlijkstoff.nl/>

Ämnen

Följande ämnesgrupper betraktas i programmet: brännbara gaser (exv gasol), giftiga gaser (exv ammoniak), mycket giftiga gaser (exv klor), mycket brandfarliga vätskor (exv bensin), giftiga vätskor (exv acrylnitril) och mycket giftiga vätskor (exv akrolein). Detta innebär att enbart ämnen i klasserna 2.1, 2.2, 3 (ej eldningsolja och motsvarande) och 6.1 betraktas. Övriga ämnen transporteras i för små mängder (klass 1 och 7) eller medför inga letala effekter på relevanta avstånd från transportleden (klass 4, 5, 6.2, 6.3, 8, 9).

För transporter på väg och vatten används ämneskategorier enligt *tabell 1*:

Tabell 1. Ämneskategorier för farligt gods i RBMII, vägtransporter

Kategori	Ämnesgrupp
GF	Brandfarliga gaser
LF	Brandfarliga vätskor
GT	Giftiga gaser
LT	Giftiga vätskor

Kategorier är indelade i underkategorier där en högre siffror anger en högre farlighet. LT3 är farligare än LT1.

För järnvägstransporter används en indelning som är baserad på GEVI-beteckning, kategorierna redovisas i *tabell 2*.

Tabell 2. Ämneskategorier för farligt gods i RBMII, järnvägstransporter

Kategori	Ämnesgrupp	GEVI-beteckning
A	Brandfarliga gaser	23, 263, 239
B2	Giftiga gaser	26,265,268 (ej klor)
B3	Mycket giftiga gaser	268 (klor)
C3	Mycket brandfarliga vätskor	33, 336 (ej akrylnitril), 338, 339, X323, X333, X338
D3	Giftiga vätskor	336 (akrylnitril)
D4	Mycket giftiga vätskor	66, 663, 668, 886, X88, X886

En underindelning av ämnen efter farlighet redovisas i *tabell 3*.

Tabell 3. Underindelning av ämneskategorier för farligt gods i RBMII

Ämneskategori	Ämne
Toxiska vätskor	
LT1/D3	Akrylnitril
LT2	Propylamin
LT3/D4	Acrolein
LT4	Metylisocyanat
Toxiska gaser	
GT2	Metylmerkaptan
GT3/B2	Ammoniak
GT4, GT5/B3	Klor
Brandfarliga gaser	
GF1	Ethenoxid
GF2	N-butan
GF3	Propan
Brandfarliga vätskor	
LF1	Heptan
LF2	Pentan

Riskberäkningarna inskränker sig till bulktransporter. Transport av styckegods tas inte med, då styckegods vid olyckor endast leder till dödliga effekter på små avstånd.

Transporttider

För de transporterade mängder farligt gods kan det anges vilken andel som transporteras på dagtid resp natt och vilken andel som transporteras på vardagar resp helger, se *tabell 4*.

Tabell 4. Transporterad mängder dag och natt

	Väg	Järnväg
dag (08.00-18.30)	70%	33%
natt (18.30 -08.00)	30%	66%
vardagar	100%	71,4%
helger	0%	28,6%

Dessa uppgifter kopplas sedan till uppgifter om antal personer som vistas inom området under dessa perioder. Detta är viktig för att få en rättvisande bild av risksituationen då exempelvis kontorsbyggnader längs järnvägsspår står i princip öde när antalet transporter – och riskerna – är som störst, medan situationen är tvärtom för bostäder längs järnvägsspår. Se även avsnittet om befolkning.

Befolkning

Antal personer i omgivningen kan anges inom olika ytor och definieras som dag- och nattbefolkning, andel som vistas utomhus dagtid och natt mm. Även antalet personer på helger och vardagar kan varieras. Ett flertal olika områden kan definieras med olika befolkningsuppgifter. Vissa uppgifter är inlagda som defaultvärden men kan anpassas efter behov, se *tabell 5*.

Tabell 5. Befolkningsuppgifter

	Andel utomhus dagtid	Andel utomhus natt	Befolkning dag	Befolkning natt
Bostadsbebyggelse	7 %	1 %	50 %*	100 %
Verksamhet, dag	5 %	-	100 %	0 %
Verksamhet, kontinuerligt	5 %	1 %	100 %	100 %
Evenemang, vardagar	25 %	1 %	Anpassas	Anpassas
Evenemang, helger	25 %	1 %	Anpassas	Anpassas

*anpassning till svenska förhållanden , RBMII använder 70%

Befolkningstätheten kan också läggas in som default men beräknas när uppgifter om detta finns. Detta redovisas i rapporten.

Scenarier väg Transportstorlek

Transportstorlek vid vägtransport har fastställts för ämneskategorierna enligt *tabell 6*.

Tabell 6. Mängd farligt gods per transport

Ämneskategori	Mängd	Enhet
Brandfarliga gaser i tryckvagnar	50	m ³ (ca 25 ton)
Giftiga gaser	16	ton
Brandfarliga vätskor	23	ton
Giftiga vätskor	23	ton

Sannolikhet för olyckor

I RBMII anges sannolikheten för personskadeolyckor som olycksrisk per fordonskilometer och år. Det finns standardvärden för risken inlagda i programmet, se *tabell 7*.

Tabell 7. Standardvärden för olycksfallsfrekvens i RBM

Vägtyp	Olycksfallsfrekvens (1/fkm)
Motorväg	8,30x10 ⁻⁸
Utanför tätort	3,60x10 ⁻⁷
I tätort	5,90x10 ⁻⁷
Medelvärde	1,5x10 ⁻⁷

I den svenska anpassningen används i Sverige vedertagna metoder, baserade på material från Vägverket, Banverket, fd Räddningsverket m. fl. Resultaten jämförs med standardvärden i programmet och de högsta värden (för det mesta de svenska) väljs.

Händelseförlopp

För icke trycksatta tankvagnar har följande utsläpp (LOC = Loss of containments) definierats enligt *tabell 8*:

Tabell 8. LOC för vätskeformig farligt gods

LOC	Beskrivning
G1 L	Hela tankinnehållet släpps ut momentant
G2 L	Utsläpp av 5 m ³
G3 L	Utsläpp av 0,5 m ³

För vätskor leder utsläppet till pölbildning. Pölstorlekar som antas framgå av *tabell 9*

Tabell 9. Pölstorlek för vätskor

Ämneskategori	LOC	Pölradie (m)
Brandfarliga vätskor	G1 B L	23
	G2L	10
Giftiga vätskor	G1T L	20
	G2L	10

LOC för tankbilar med kondenserade gaser framgår av *tabell 10*.

Tabell 10. LOC för tankbilar med kondenserade gaser

LOC	Beskrivning
G1 G	Hela tankinnehållet släpps ut momentant
G2 G	Utsläpp genom ett hål med diameter 50 mm

Utsläppssannolikhet

Utsläppsfrekvensen beror på vägtyp och fordonsyp. Det finns skillnader mellan tjockväggiga tankvagnar för trycksatta/kondenserade gaser och tunnväggiga

tankvagnar för icke trycksatta vätskor. Sannolikeheten för utsläpp över 100 kg framgår av *tabell 11*.

Tabell 11. Sannolikhet för utsläpp över 100 kg vid olika vägtyper

Vägtyp	Sannolikhet för utsläpp > 100 kg	
	Trycksatta tankar	Icke trycksatta tankar
Motorväg	0,052	0,101
Utanför tätort	0,034	0,077
I tätort	0,006	0,021
Medelvärde	0,043	0,093

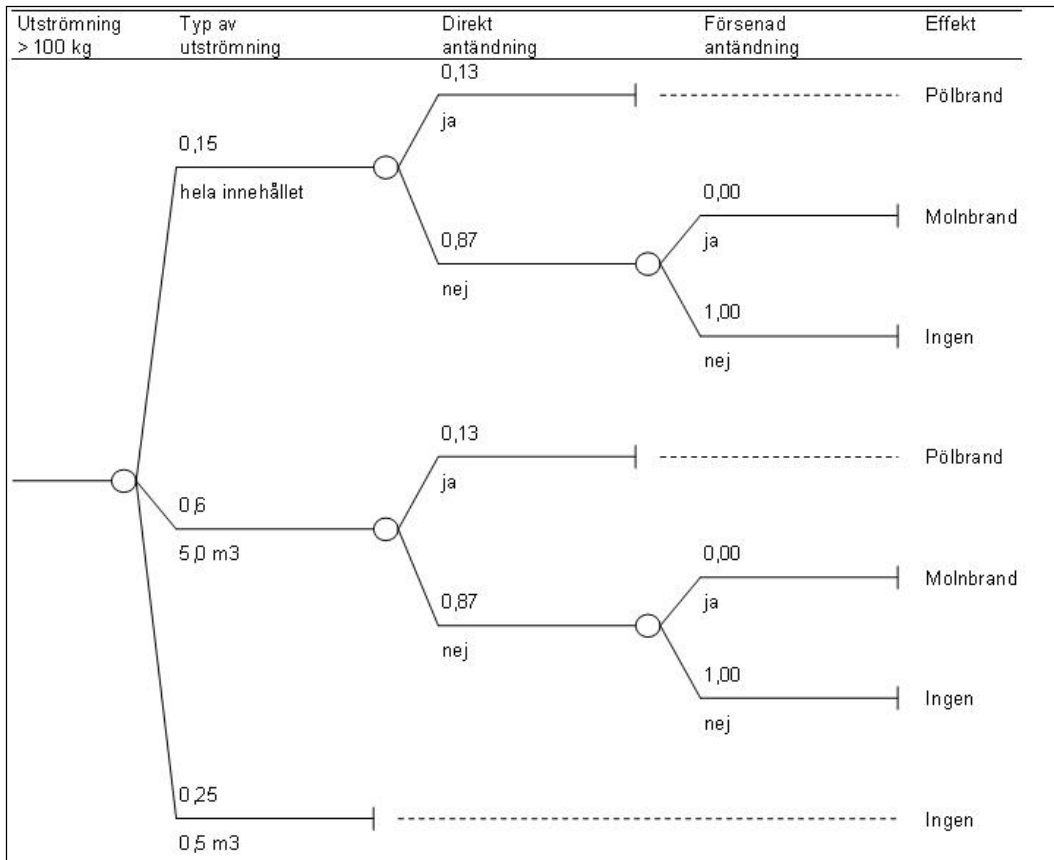
Sannolikhet för ett av de efterföljande LOC som definierats ovan vid ett utsläpp över 100 kg framgår av *tabell 12*.

Tabell 12. Sannolikhet LOC

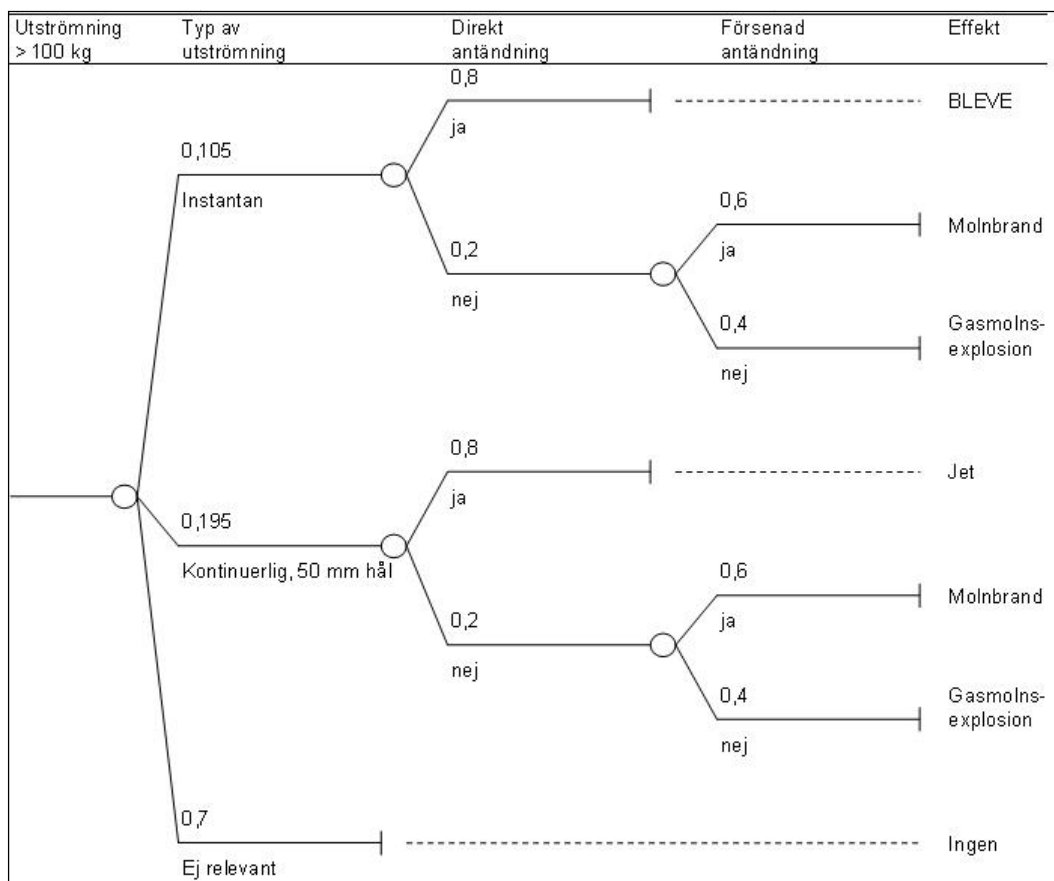
Ämneskategori	LOC				
	G1 L	G2 L	G3 L	G1 G	G2 G
Brandfarliga gaser (GF1-GF3)				0,105	0,195
Toxiska gaser (GT1-GT5)				0,105	0,195
Brandfarliga vätskor (LF1, LF2)	0,15	0,60	0,25		
Giftiga vätskor (LT1-LT4)	0,15	0,60	0,25		

Händelseförlopp efter utsläpp

För händelseförloppet efter olyckor används standardscenarier, se *figur 1 och 2* för exempel på händelseträd.

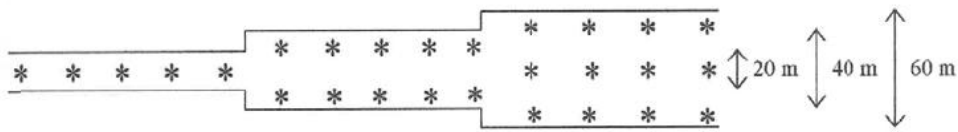


Figur 1. Händelseträ för utströmning av mycket brännbar vätska



Figur 2. Händelseträäd för utströmning av brandfarlig gas

Det inte är känt var på vägsträckan en olycka med farligt gods kommer att inträffa. Storleken på området där en olycka kan leda till dödliga konsekvenser beror på vilket ämne som är inblandat. En olycka med brandfarliga vätskor påverkar inom ett mindre område än en olycka med exempelvis giftiga gaser. Därför är det viktigt att ta hänsyn till olycksplatsens läge i förhållande till bebyggelsen. Detta görs i RBMII delar upp transportsträckan i segmenter på 10-25 m (beroende på transportslag) och beräknar konsekvenserna för olyckor i var och en av segmenterna. Vid breda transportvägar sker även en indelning i segmenter i på bredden, se figur 3 nedan.



Figur 3. Fördelning av vägområdet i segmenter vid olika vägbredd

Fördelning av en transportväg i olika segment, för varje segment beräknas konsekvenser av olyckor med farligt gods.

Programmet beräknar även hur effekterna av varje olycka påverkas av väderförhållandena. Programmet utgår från de holländska förhållanden avseende vindriktning, vindhastighet och stabilitet, dessa har dock bedömts inte avvika från de svenska förhållanden på ett betydande sätt.

Att kunna ta hänsyn till väderförhållanden är mycket betydelsefullt för scenarier där brandfarliga eller giftiga gaser sprids och denna funktion används därför i den svenska anpassningen av programmet.

Effektmodeller

För spridning av gaser och ångor används två spridningsmodeller. Vid förångning av pölar med icke brandfarliga vätskor används en gaussisk spridning. Vid utströmning av gaser används tunggasmodellen fram till att gasblandningen betar sig som neutralt gas.

Giftiga moln, kontinuerliga och instantana

Koncentrationen beräknas som funktion av x , y och t vid en särskilt exponeringstid som bestäms av utströmningstiden eller högst 1800 sekunder. Vid en kontinuerlig moln beräknas - utifrån en probitrelation - sannolikheten att omkomma som funktion av avståndet till utströmningpunkten och molnets axel. Vid ett instantant moln beräknas molnets passagetid och bestäms molnets effektiva bredd enligt

$$P_{död}(x,0) \times Bredd = \sum P_{död}(x,y) dy$$

Övriga beräkningar enligt Lila Boken.

Brandfarliga moln, fördröjd antändning

Vid kontinuerlig utströmning beräknas storleken fram till LFL. Sannolikheten att avlida är lika med 1, såväl inomhus som utomhus. Gasmolnsexplosionens centrum projiceras på molnets centrum. Vid instanta utströmning antänds molnet när molnet har nått sitt maximala omfång.

Förångning från pöl

RBMII utgår från modellen som presenteras i Gula Boken. Modellen har implementerats inklusive beräkning av Schmidt-talet.

Bleve, jetflamma och pölbrandmodell

Modellerna från Gula Boken används. För BLEVE tas hänsyn till skillnaden i ångtryck mellan brandfarliga gaser. Massan som deltar i BLEVEN är lika med ångfasen + 3x flash fraktionen. Denna modell används även i SAFETI-NL.

Strålningsstyrkan för BLEVE, jetflamma eller pölbrand beräknas utifrån Gula Boken.

Effektområden

RBMII beräknar effektavstånd och andel omkomna i de olika scenarier utifrån Gula Boken och Lila Boken. Utgångspunkten beskrivs i kapitel 5 i Lila Boken: Modelling exposure and damage. Effektavstånd kan redovisas skriftligen (enbart på nederländska). Se *tabell 13*.

Tabell 13. Effektberäkning i RBMII

Effekt	Redovisade avstånd	Andelen omkomna
BLEVE (varm och kallt)	Cirklar: P(död), radie	Inom eklotet och området >35 kW/m ² : P(död)=1 såväl inne som ute. Utanför området omkommer inga inne, ute ges andelen omkomna mha strålningsnivå och probitfunktion enl. Lila Boken kap 5.2.
Moln-brand (flash fire) instantant	Cirklar: Avstånd centrum molnet, diameter moln (LFL)	P(död) =1 inom LFL-kontur, såväl inne som ute
Explosion (momentant utsläpp)	Cirkel 1 (0,3 bar) Cirkel 2 (0,1 bar)	Övertryck > 0,3 bar: alla omkommer inne och ute Övertryck > 0,1 bar: 2,5 % omkommer inne, inga ute, Övertryck <0,1 bar: inga omkomna
Explosion (kontinuerligt utsläpp)	Cirkel 1 (0,3 bar) Cirkel 2 (0,1 bar)	Övertryck > 0,3 bar: alla omkommer inne och ute Övertryck > 0,1 bar: 2,5 % omkommer inne, inga ute, Övertryck <0,1 bar: inga omkomna
Jet	Ellipsar: P(död), mittpunkt, halva längden, halva bredden	Ellipsar för P(död) = 100, 99, 90, 50, 10, 1 %
Molnbrand (flash fire) kontinuerligt utsläpp	Avstånd, bredd. Bredd = totalbred (LFL)	P(död) =1 inom LFL-kontur, såväl inne som ute
Pölbrand	Avstånd, vinkel, P(död)	Ellipsar för P(död) = 100, 99, 90, 50, 10, 1 % på marknivå
Toxiskt moln – pöl, momentant eller kontinuerligt	Avstånd, bredd, P(död)-inne, P(död)-ute	P(död)-inne =0,1 x P(död)-ute. P(död)-ute =Pt (om Pt>0,01). Pt beräknas utifrån probitsamband enligt Lila Boken kap 5.2

Resultat

Samhällsrisk beräknas och redovisas i FN-diagram. Individrisk redovisas som riskkonturer på inscannad karta.

Anpassning till svenska förutsättningar

Metoden har anpassats efter svenska förhållanden av civ ing Herman Heijmans. Anpassningarna redovisas i texten ovan. Utöver detta har ytterligare två anpassningar gjorts.

I den holländska modellen tas inte klass 1, explosiva ämnen med. Dessa läggs till i riskberäkningarna enligt nedan.

Beräkning av risknivån i samband med transporter av explosiva varor, ADR/RID klass 1.

Risken i samband med transporter av explosiva varor beräknas separat enligt följande:

1. Sannolikhet för olyckor beräknas på samma sätt som för övriga transporter.
2. Andelen massexplosiva varor i klass 1 sattes till 25 % (för järnväg) eller 10 % (för väg) .
3. Risken för massexplosion vid olycka med massexplosiva varor sattes till 4 % .
4. Konsekvenserna av en sådan olycka beräknas utifrån samma uppgifter om befolkningstäthet inom det berörda området som vid övriga beräkningarna.
5. Andelen omkomna beräknades utifrån *tabell 14* nedan.

Tabell 14

Risk att omkomna vid olycka med massexplosiva varor			
	0-50 m	50-100m	100-150
Utomhus	1,0	1,0	0,0
Inomhus	0,25	0,1	0,05

Resultaten av riskberäkningarna jämförs med de normer för riskvärdering som används i Sverige.

Ytterligare information

Ytterligare information finns på efterföljande sidor

Risk analysis and risk modelling

January 2006

Introduction

Ever since 1985, when the foundations were laid for the present national external safety policy in the Netherlands, risk analysis, risk modelling and quantitative risk assessment have been a key area of government activity. To decide whether the risks associated with any given activity are acceptable, the authorities first conduct a quantitative risk assessment and then use numerical standards to judge the result. Finally, the risks associated with activities are evaluated using computer models which describe the actual situation as accurately as possible in terms of the associated risks.

This information sheet explains how risk is evaluated and the current and future requirements for the method of calculation.

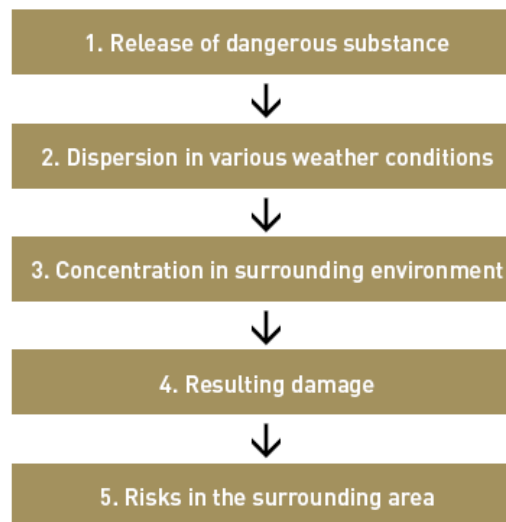
Methods of quantitative risk assessment

The diagram shows the steps involved in the quantitative risk assessment.

1. For each site containing enough of a dangerous substance to constitute a external safety risk, the first step is to evaluate a number of standard scenarios for the release of the substance concerned. The resulting probability estimate is taken into account in the quantitative risk assessment.
2. Weather conditions with the potential to influence risk are also taken into account in the assessment, as is the probability of these weather conditions actually occurring.
3. The next step is to calculate the concentration in the surrounding environment over time. This indicates what dose of the dangerous substance the local population would receive.
4. Next, the probability of fatalities is calculated using damage models for the toxicity of substances, or the effects of any possible heat radiation or explosions.
5. Finally, on the basis of all these factors, a calculation is made of the location-based risk contours around the site and a societal risk- diagram is produced.

The physical and toxicological models used for this purpose in the Netherlands are recorded in a number of documents published in the Publicationseries Dangerous Substances (PGS). The publications are the product of consultation between industry and government. They are known as:

- The TNO Green Book (PGS 1; Methods for determining possible damage),
- The TNO Yellow Book (PGS 2; Methods for calculation of physical effects) and
- The TNO Purple Book (PGS 3; Guidelines for Quantitative Risk Assessments).



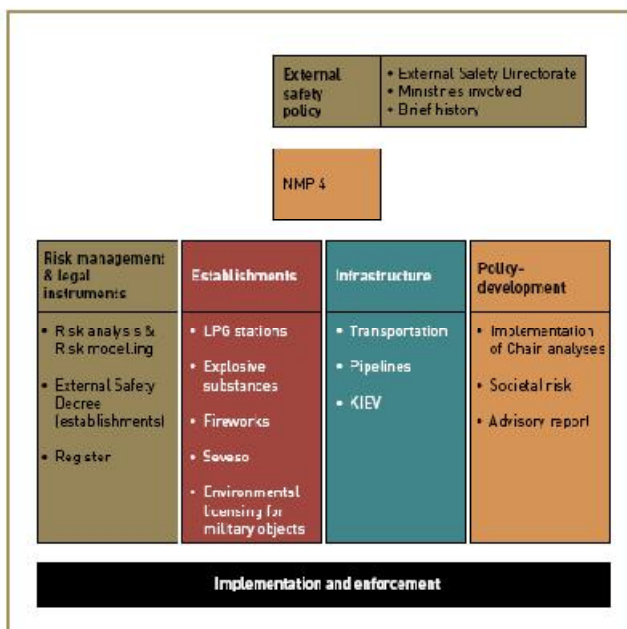
Legislation on method of calculation

Up to 2004, it was permissible in the Netherlands to evaluate the risks of a situation or establishment using a commercially marketed computer program if the competent authority felt that the evaluation, including the computer program used to make it, constituted the best available technique as laid down in the "coloured" books. However, this proved difficult to verify. Moreover, research by the Dutch National Institute of Public Health and Environment (RIVM) shows that different commercial computer programs can produce different results for the same situation.

The External Safety (Establishments) Decree (BEVI) provides for statutory external safety standards and any variation in the calculation of risks must therefore be minimised. To achieve this, the External Safety Order (REVI) prescribes strict rules for the method of calculation ("the purple book"). In the next revision of REVI a specific computer program to estimate risks will be laid down. If other methods of calculations can eventually be shown to be capable of producing identical estimates, those programs will also be acceptable; this will be decided via an admission procedure. These rules are thought to provide sufficient guarantee of the reproducibility of results to justify the imposition of statutory limits. The regulations can be changed in future to take account of improvements in risk modelling; this will likewise require a formal statutory procedure.

Information sheets

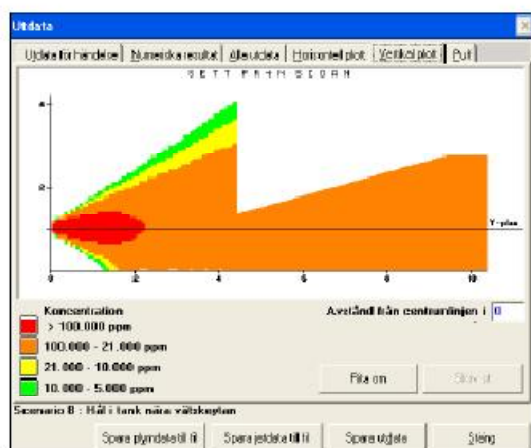
This information sheet is one of a series issued by the Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM) on national external safety policy in the Netherlands. It is part of a set on risk management and legal instruments. The aim of national external safety policy is to eliminate/minimise the risk of accidents involving dangerous substances or air traffic. Action to make the Netherlands a safer place means first of all identifying the risks, then working to minimise them and, finally, if an accident or disaster does happen, containing its effects and dealing with them as effectively as possible. The first step is to conduct research, draft scenarios, calculate probabilities and set standards. This provides a basis on which to determine via risk analysis and risk modelling whether specific activities can be permitted. There are two other information sheets on risk management and legal instruments: The first is on the External Safety (Establishments) Decree, passed under the Environmental Management Act. The decree gives legal status to current national external safety policy on establishments and the related standards. The second concerns the Register of High-Risk Situations involving Dangerous Substances. Municipal and provincial authorities have a duty to keep such a register and to ensure that any establishments to which the decree applies actually comply with it. A list of other VROM information sheets concerning external safety policy is given on the next page



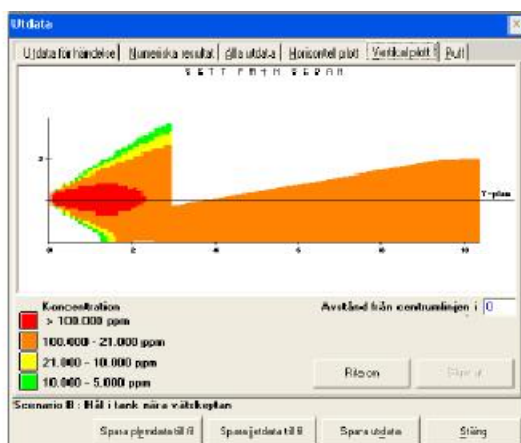
Bilaga 2

Plymutbredning i vertikalled i GASOL

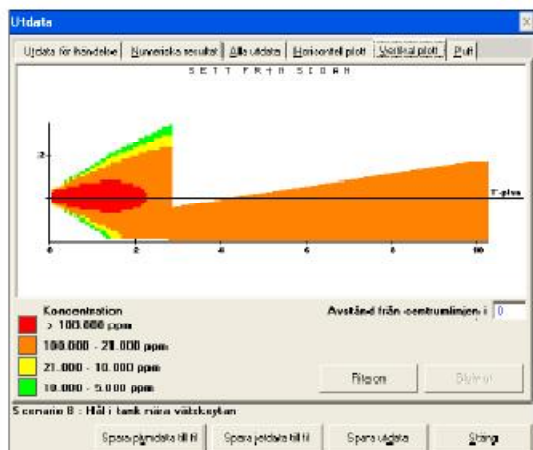
Hål nära vätskeytan



vindhastighet 1 m/s, hål 5 cm nära vätskeytan

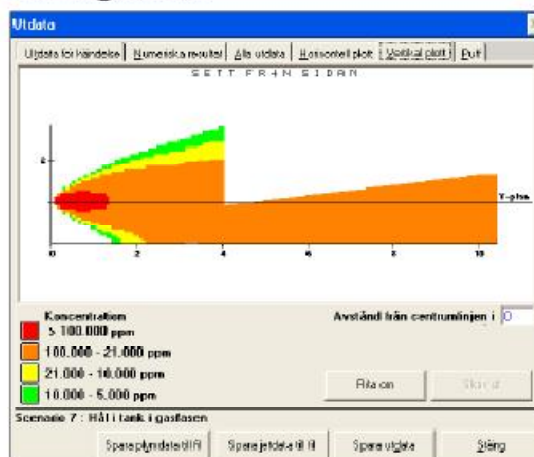


vindhastighet 3 m/s hål 5 cm nära vätskeytan

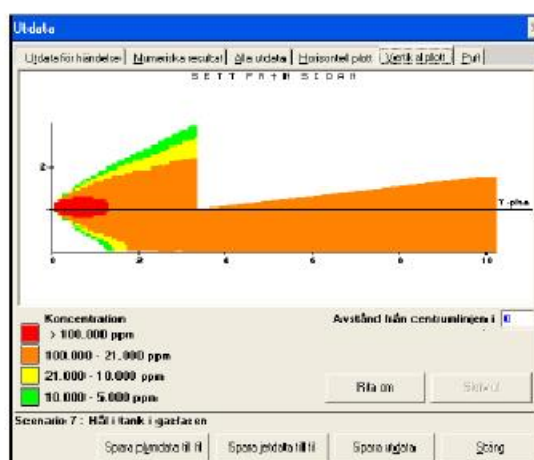


vindhastighet 5 m/s, hål 5 cm nära vätskeytan

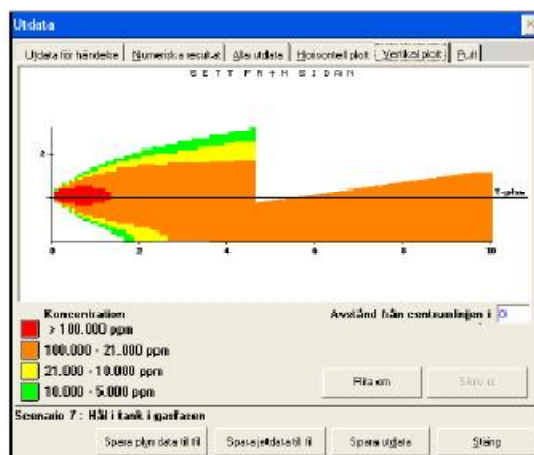
Hål i gasfas



vindhastighet 1 m/s, hål 5 cm i gasfas

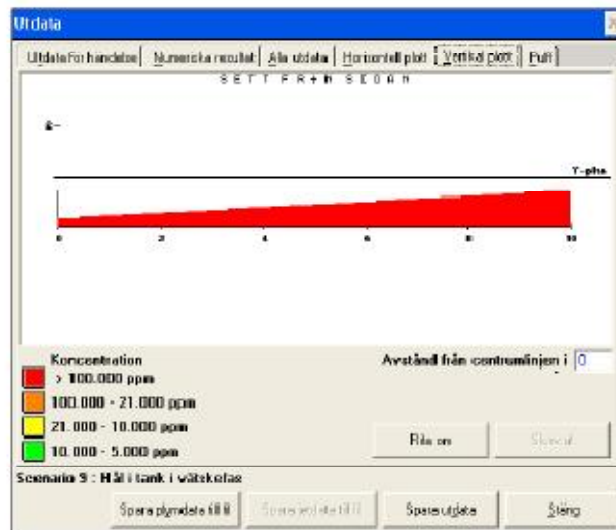


vindhastighet 3 m/s, hål 5 cm i gasfas

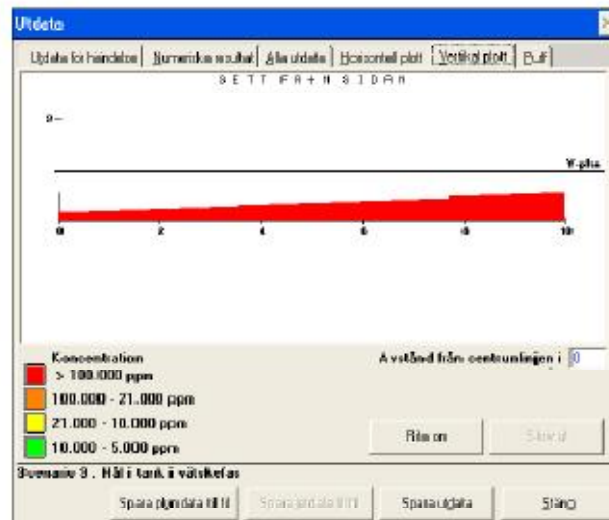


vindhastighet 5 m/s, hål 5 cm i gasfas

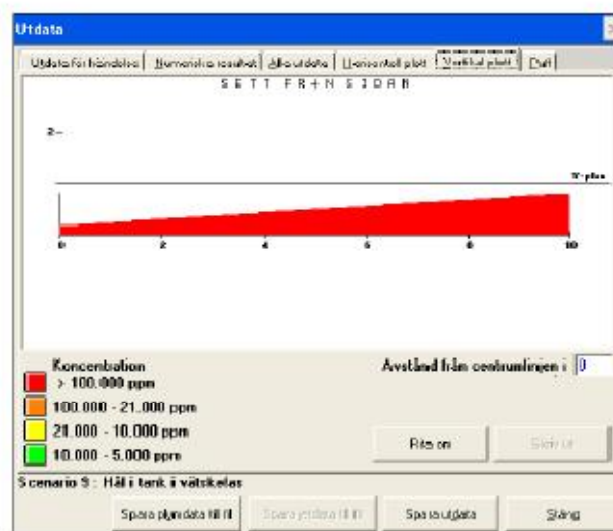
Hål i vätskefas



vindhastighet 1m/s, hål 5 cm i vätskefas



vindhastighet 3m/s, hål 5 cm i vätskefas



vindhastighet 5m/s, hål 5 cm i vätskefas



Norconsult AB

Theres Svensson gata 11

Box 8774, 402 76 Göteborg

031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10

www.norconsult.se