

Risakanalys

Upprättad 2014-04-11



Kv. Skärpiplärkan 1, Växjö kommun

Risakanalys i samband med etablering av flerbostadshus i närhet till farligtgoodsled

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

Växjö | Kronobergsgatan 4 | Tel: 0470-777 992

Postadress: Box 144 | 391 21 Kalmar

BRAND & RISKANALYS

Fastighetsbeteckning:	Kv. Skärpiplärkan 1, Växjö kommun
Projekt	Kvantitativ riskanalys i samband med etablering av flerbostadshus i närhet till farligtgoodsled.
Uppdragsgivare:	Helgablick AB c/o GBJ Bygg AB Thelestads Herrgård 352 55 Växjö Carl-Gustaf Lindh
Upprättad av:	Brand & Riskanalys AB Kronobergsgatan 4 352 33 Växjö tobias@brandrisk.se  Tobias Gustafsson Brandingenjör Civilingenjör Riskhantering
Kontrollerad av:	 Håkan Sanglén Brandingenjör
	 Andreas Lennqvist Brandingenjör Civilingenjör Riskhantering

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
1 Inledning	4
1.1 Problembeskrivning	4
1.2 Syfte och mål	4
1.3 Avgränsningar	4
1.4 Metod	5
2 Områdesbeskrivning	6
3 Riskhanteringsprocessen	7
3.1 Riskanalys	7
3.2 Riskvärdering	8
3.3 Riskreduktion/kontroll	9
4 Acceptabel risk	9
4.1 Samhällsrisk	9
4.2 Individrisk	10
4.3 Kriterier RIKTSAM	11
5 Riskidentifiering	11
5.1 Antal transporter av farligt gods	12
5.2 Identifierade konsekvensscenarion	13
5.3 ADR 2 - Gaser	14
5.4 ADR 3 - Brandfarliga vätskor	15
5.5 ADR 6.1 - Giftiga ämnen och ADR 8 - frätande ämnen	16
6 Analys	16
6.1 Individrisk	17
6.2 Samhällsrisk	17
6.3 Riskreducerande effekter	17
7 Resultat	18
7.1 Samhällsrisk	19
7.2 Individrisk	19
8 Käslighetsanalys	20
9 Slutsats	21
10 Källförteckning	22
Bilaga 1 - Frekvens för farligtgodsoolyckor	24
Bilaga 2 – Beräkning av antal farligtgodstransporter	26
Bilaga 3 – Beräkning infallande strålning	27

1 Inledning

Brand & Riskanalys har på uppdrag av Helgablick AB utfört en riskanalys med avseende på väg 23, Sandsbro, och dess farligtgodstransporters påverkan på personsäkerheten i samband med etablering av flerbostadshus på Kv. Skärpijärkan 1, minst 60 meter från aktuell led.

1.1 Problembeskrivning

I samband med nytt detaljplaneförslag, granskningshandling daterad 2013-11-14, för berörd fastighet medför farligtgoodsled i form av väg 23 att risker som finns måste beaktas. Länsstyrelsen har krävt att riskerna med avseende på närliggande farligtgoodsled skall utredas eftersom avstånd mellan planerad bebyggelse och väg 23 understiger de enligt RIKTSAM (2007) rekommenderande fasta skyddsavstånden på 150 meter för flerbostadshus, se vidare kapitel 4.3. Planerade flerbostadshus skall placeras minst 60 meter från farligtgoodsled. Avstånd till fastighetsgräns uppgår till 55 meter.

1.2 Syfte och mål

Syftet med riskanalysen är att klargöra riskbilden, med avseende på personsäkerhet, på berörd fastighet i samband med etablering av flerbostadshus i närhet av farligtgoodsled (väg 23).

Målet är att kvantitativt utvärdera riskbilden mot rekommenderade kriterier för individ- och samhällsrisk, givet hastighetsbegränsning 100 km/h, samt vid behov föreslå eventuella riskreducerande åtgärder.

1.3 Avgränsningar

Riskanalysen omfattar endast aktuell fastighet för etablering av flerbostadshus och de personsäkerhetsrelaterade risker närliggande farligtgoodsled medför. Riskanalysen kommer endast att omfatta del av väg 23, i närhet till aktuell fastighet, som understiger de rekommenderande skyddsavstånden på 150 meter till planerad bebyggelse.

Endast oförutsedda händelser som kan leda till att ämnen med toxiska, brandfarliga eller frätande egenskaper kommer ut och medför fara för människors hälsa kommer att beaktas. Ingen hänsyn tas till ämnenas påverkan på egendom eller miljö.

Konsekvenser av utsläpp kommer i aktuell riskanalys att begränsas till ADR klass 2 - gaser, ADR klass 3 - brandfarliga vätskor, ADR klass 6.1 – giftiga ämnen och ADR klass 8 – frätande ämnen eftersom de kan ge upphov till de största konsekvenserna för människors hälsa och säkerhet på berörd fastighet. Även ADR klass 1 – Explosiva ämnen skulle kunna ge upphov till stora konsekvenser för människors hälsa och säkerhet, dock har ingen information som visar på att denna klass transporteras på aktuell del av väg 23 påträffats, se vidare kapitel 5.

Beräknat antal förväntade olyckor med farligt gods per år bygger på en metod framtagen av Statens räddningsverk. Utvärdering eller analys av denna metod har ej genomförts. Metod finns beskriven i SRV (1996).

1.4 Metod

Arbetet inleds med en litteraturstudie av tillgängligt relevant material. Därefter kartläggs vilka ämnen och mängder farligt gods som transporteras på aktuell del av väg 23. Växjö är inte en start- eller slutdestination för alla farligtgodstransporter på väg 23 utan ett okänt antal passerar endast Växjö. Därför föreligger svårigheter att få en realistisk bild av mängden utifrån kontakt med lokala företag. På grund av dessa förutsättningar har information, avseende transporterad mängd farligt gods, till stor del hämtats från MSB (myndigheten för samhällsskydd och beredskap). På uppdrag av MSB (dåvarande räddningsverket) utfördes 1998 en enkätundersökning hos företag som transporterar farligt gods. Denna undersökning ligger till stor del grund för beräkningar av farligtgodstransporter i kombination med övrig nationell statistik från Trafikanalys (2013).

Den riskanalysmetodik som används innehåller följande moment:

Definiera och avgränsa systemet

Detta moment definierar vad som innefattas i det system som ska analyseras. Inledningsvis ges en beskrivning av området med geografiskt läge, intilliggande verksamheter och områdets övriga förutsättningar utifrån en inledande platsinventering.

Identifiering av risker

Viktig information om eventuella riskkällor erhålls genom att kartlägga vilka transporter av farliga ämnen som förekommer längs aktuellt område. Kartläggningen utgår ifrån tillgänglig statistik.

Grovanalys

En grovanalys genomförs genom att studera de identifierade kemikalier som transporteras på aktuell vägsträcka. Utifrån grovanalysen väljs ett antal ämnen ut som utvärderas vidare med en kvantitativ riskanalys där sannolikhet och konsekvens bedöms/beräknas för de identifierade scenarierna.

Kvantitativ analys

I en kvantitativ analys beräknas frekvens för respektive scenario och de konsekvenser som eventuellt kan uppstå.

Riskberäkning multiplicerar frekvens med konsekvens och leder till ett riskmått. Risken presenteras i form av samhälls- och individrisk (se kapitel 7.1 och kapitel 7.2). Efter att riskerna har beräknats utarbetas eventuellt åtgärdsförslag för att minska riskerna. Utifrån dessa moment skapas en bra grund för beslutsfattande där riskanalysen fungerar som en del av länsstyrelsens beslutsunderlag.

1.4.1 RIKTSAM

Aktuell riskanalys har utförts utifrån RIKTSAM, riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (2007). I denna handling definieras bl.a. acceptabla gränsvärden för risknivåer beroende på markanvändning samt olika framtagna konsekvensscenarion med avseende på farligtgodsklasser (ADR). Dessa har legat till grund för den riskbild som redovisas. Valda gränsvärden och aktuella konsekvensscenarier för området redovisas i kapitel 4 och kapitel 5.

2 Områdesbeskrivning

Figur 2.1 visar aktuellt planområde, vilket är beläget i Sandsbro ca 6 km nordöst om Växjö centrum. Berörd fastighet består i dagsläget av en pizzeria, vilken skall rivras till förmån för flerbostadshus. Fastigheten förväntas inrymma två stycken flerbostadshus i två och tre plan med sammanlagt 24 lägenheter. Förråd och parkeringsplatser planeras mot Furumovägen, sydöst om flerbostadshusen. Närområdet består i övrigt uteslutande av villakvarter samt ett mindre grönområde sydväst om fastigheten.



Figur 2.1. En översiktsbild av planerat område.

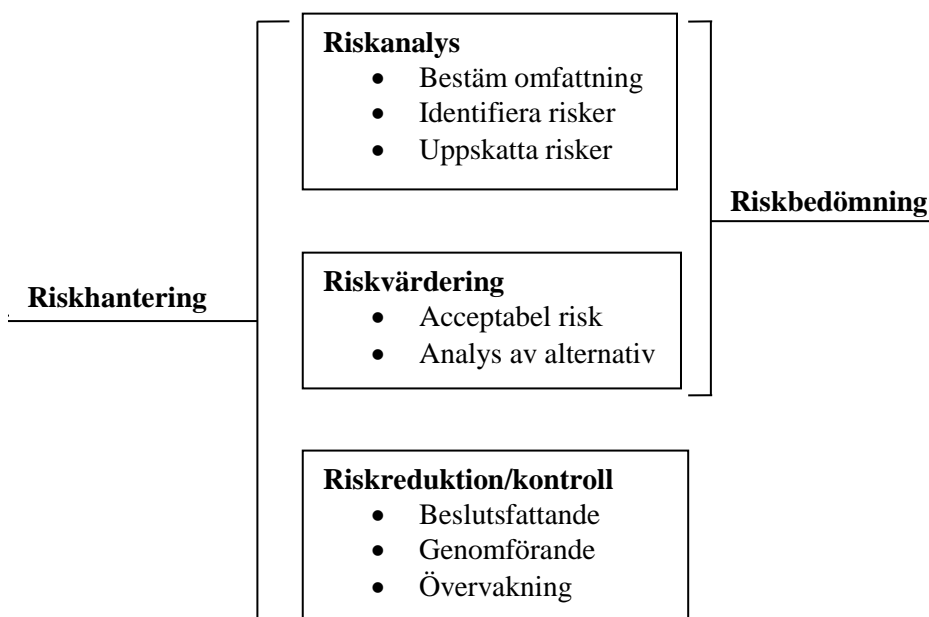
Kv. Skärpiplärkan 1 avgränsas i norr av Lenhovdävaen. 60 meter från planerade flerbostadshus löper väg 23, mätt till väggkant från närmaste fastighet, vilken i dagsläget omfattas av en hastighetsbegränsning på 100 km/h. Väg 23 utgör anvisad väg för farligt gods. I övrigt utgörs gatunätet av mindre lokalgator med en begränsad trafik. Mellan väg 23 och aktuell fastighet finns diken och en ca 3 meter hög och ca 35 meter bred skyddsvall, se figur 2.2. På aktuell fastighet planeras även ett 4 meter högt bullerskydd som skall sträcka sig i sydväst-nordöstlig riktning längs Lenhovdävaen, parallellt med väg 23.



Figur 2.2. Bild över aktuell fastighet, väg 23 och skyddsvallens placering.

3 Riskhanteringsprocessen

Med begreppet risk menas i denna rapport en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens för en händelse som leder till negativa konsekvenser. Riskhantering innebär således hantering av händelser som kan ge negativa konsekvenser. Det kontinuerliga arbetet som bedrivs för att hantera risker kallas riskhanteringsprocessen. Nedan beskrivs kortfattat denna process som också illustreras i figur 3.1. Därefter beskrivs de ingående delarna, med tyngdpunkt på riskanalysdelen.



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

3.1 Riskanalys

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

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

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

3.1.1 Konsekvens

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

3.1.2 Sannolikhet

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

Empiriska skattningar.

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

Logiska system:

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

Expertbedömningar:

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

3.1.3 Osäkerheter

Risker är alltid förenade med osäkerheter. Därför är det i en riskanalys viktigt att, förutom beräkna eller bedöma konsekvens och sannolikhet, även beakta de osäkerheter som finns i analysen. Osäkerheter vid bestämning av sannolikhet beror bland annat på tillförlitlighet på olycksfrekvenser. Osäkerheter vid konsekvensberäkning beror till stor del på att verkligheten måste förenklas för att passa in i en beräkningsmodell. En förenkling innebär att information utelämnas för att göra en beräkning möjlig. Det är viktigt att i största möjliga utsträckning genomföra nödvändiga förenklingar så att konservativa resultat erhålls. Eftersom riskanalysen ofta är en del i ett beslutsunderlag är det viktigt att redovisa hur osäkerheter som finns påverkar resultatet och därmed även beslutssituationen. I aktuell handling redovisas osäkerheterna främst genom en utförd känslighetsanalys där vissa ingående parametrar varieras för att se hur robusta resultaten är för eventuella framtida förändringar.

3.2 Riskvärdering

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

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

Rimlighetsprincipen

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

Proportionalitetsprincipen

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

Fördelningsprincipen

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

Principen om undvikande av katastrofer

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

3.3 Riskreduktion/kontroll

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

Teknologibaserade kriterier

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

Rättighetsbaserade kriterier

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

Nyttobaserade kriterier

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

Hybridkriterier

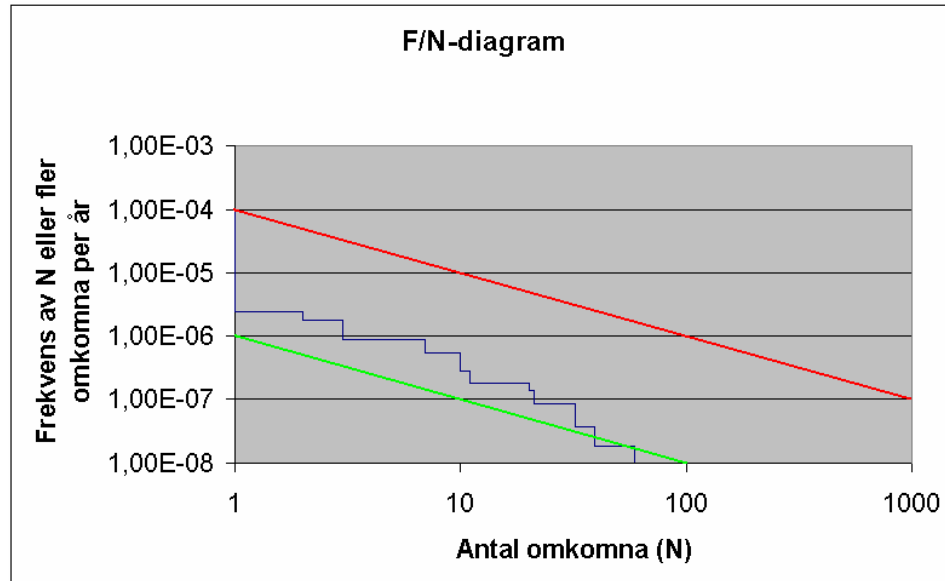
Detta innebär en kombination av flera av de ovanstående kriterierna. Exempelvis kan en maximal risknivå sättas (rättighetsbaserad) varefter de åtgärder som leder till en risknivå under den maximala utvärderas med nyttobaserade kriterier.

4 Acceptabel risk

Det finns inga nationella krav på vilken samhällsrisknivå som maximalt ska accepteras. Därför är det upp till beslutsfattarna att avgöra vilka risker som ska anses acceptabla. DNV (Det Norske Veritas) har gett förslag på risknivåer som ofta används för att avgöra om en risk är acceptabel eller inte, Davidsson (2002). Kriterierna baseras på att samhällsriskerna redovisas i form av en F/N-kurva, och individrisken redovisas som risken för dödsfall per år på ett visst avstånd från riskkällan.

4.1 Samhällsrisk

Samhällsriskerna redovisas ofta i form av ett F/N-diagram, se figur 4.1. I ett sådant diagram visas sambandet mellan den ackumulerade frekvensen av skadehändelser och antal omkomna personer. Det innebär att frekvensen för N eller fler omkomna redovisas.

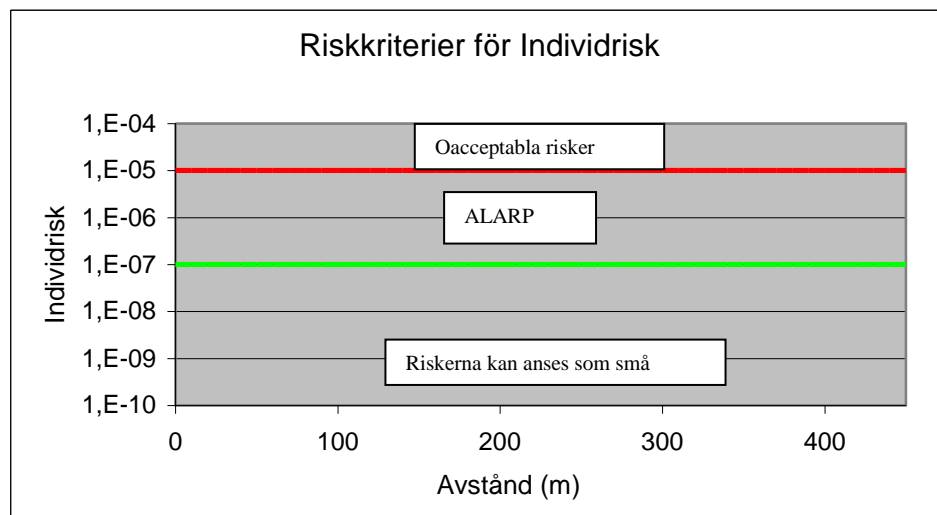


Figur 4.1. Figuren visar ett F/N-diagram där frekvensen per år för ett visst antal omkomna redovisas. Den röda linjen ligger på frekvensen (F) 10^{-5} för 10 omkomna (N). Det ska tolkas så att frekvensen för 10 eller fler omkomna är 10^{-5} , 10 dödsfall på 100 000 år.

Ovanför den röda linjen är riskerna oacceptabelt stora. Det innebär exempelvis att frekvensen för 10 eller fler omkomna inte får vara större än 10^{-5} . Mellan den gröna och röda linjen är det så kallade ALARP-området. ALARP står för "As Low As Reasonably Practicable" vilket ska tolkas som att om riskerna ligger inom detta område bör åtgärder vidtas för att sänka riskerna. Om riskerna befinner sig under den gröna linjen kan de anses vara små och acceptabla.

4.2 Individrisk

Individrisk definieras som risken att dö för en person som står på en given plats under ett års tid. Detta riskmått tar därmed ej hänsyn till befolkningstäthet. Individrisken minskar med avståndet från riskkällan. I Davidsson (2002) föreslås följande kriterier för individrisk: en övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är 10^{-5} per år och en övre gräns för område där risker kan anses små är 10^{-7} . Risker mellan dessa två frekvenser ligger inom ALARP-området (se ovan). Figur 4.2 nedan illustrerar individrisken som funktion av avstånd från riskkällan.



Figur 4.2. Figuren visar hur individrisken presenteras. Y-axeln visar den årliga frekvensen att omkomma på ett visst avstånd från riskkällan, som visas på x-axeln.

4.3 Kriterier RIKTSAM

Utifrån ovan redovisad hantering av risk, tillsammans med andra länders hantering har RIKTSAM (2007) tagit fram förslag på kriterier för risknivå med avseende på samhällsplanering. Beroende på vilken typ av markanvändning som planeras, definieras ett antal riskzoner där fasta rekommenderande skyddsavstånd finns angivna. Det finns även angivet acceptabla riskkriterier som skall understigas, i de fall skyddsavstånden inte uppfylls, för att ändå påvisa acceptabel risk för planerad bebyggelse.

Beräkningar för riskzon med centrumbebyggelse utgår, enligt RIKTSAM (2007), från en befolkningstäthet på 4 personer per 1000 kvadratmeter. Detta värde understigs med stor marginal i aktuellt fall då det konservativt räknat uppgår till 1,5 personer per 1000 kvadratmeter. Planerad bebyggelse bör därmed ej likställas med RIKTSAM:s kriterier för område med flerbostadshus i flera plan, hotellverksamhet eller liknande. Denna markanvändning syftar snarare på hela kvarter med höghus, ej enstaka flerbostadshus uppförda i ett fåtal plan inom ett i övrigt befolkningsglest område.

För att erhålla konservativa resultat utgår aktuell riskanalys från de kriterier i RIKTSAM som ställs på centrumbebyggelse. Fasta rekommenderade skyddsavstånd för den här riskzonen uppgår till 70-150 meter. För att påvisa att risknivån är acceptabel, även om skyddsavstånden underskrids, för aktuell bebyggelse av flerbostadshus skall individrisken, enligt RIKTSAM (2007), inte överstiga 10^{-6} . För att vara konservativa beräknas även samhällsrisken även om detta kriterie ej krävs för aktuell riskzon. RIKTSAM anger att samhällsrisken skall understiga 10^{-5} per år där $N=1$ och 10^{-7} där $N=100$.

Rekommenderade skyddsavstånd i RIKTSAM (2007) underskrids eftersom husen är planerade att uppföras 60 meter från farligt godsled. Aktuell riskanalys skall utreda följande avsteg och redovisa ifall föreliggande risknivå ändå kan anses acceptabel. Om risken är för hög ges eventuellt förslag på riskreducerande åtgärder. Alternativt anges kortaste avstånd från väg där risken anses acceptabel.

5 Riskidentifiering

Farligt gods innefattar en stor mängd olika ämnen som klassificeras som farliga av olika anledningar. Det kan exempelvis vara brandfarligt, giftigt, frätande, explosivt etc. Aktuell riskanalys inriktar sig på att undersöka ämnen som kan medföra konsekvenser på personer som befinner sig vid planerad flerbostadsbebyggelse, 60 meter från väg 23. Därför analyseras endast händelser med ADR klass 2 - gaser, ADR klass 3 - brandfarliga vätskor, ADR klass 6.1 – giftiga ämnen och ADR klass 8 – frätande ämnen eftersom de kan ge upphov till de största konsekvenserna för människors hälsa och säkerhet.

Även ADR klass 1 – Explosiva ämnen skulle kunna ge upphov till stora konsekvenser för människors hälsa och säkerhet. Dock har ingen information som visar på att denna klass transporteras på aktuell del av väg 23 påträffats. Dessutom finns nationell statistik från Trafikanalys (2013) som visar på att explosiva ämnen endast utgör ca 1 % av all sammanlagd transporterad mängd farligt gods i Sverige. Merparten av detta är koncentrerad till storstadsregioner, hamnar och gruvnäringen i norra Sverige. Detta medför tillsammans med omfattande säkerhetsrutiner att sannolikheten för en transportolycka med explosiva ämnen, och därmed riskbidraget från ADR klass 1, bedöms som försumbart.

5.1 Antal transporter av farligt gods

En parameter som är mycket viktig för beräkning av frekvens av farligtgodsolycka är antalet transporter med farligt gods. MSB (dåvarande räddningsverket) utförde 1998 en enkätundersökning hos företag som transporterar farligt gods i Sverige. Denna undersökning ligger, i kombination med nationell statistik från Trafikanalys (2013), till grund för beräkningar av farligtgodstransporter.

De transporter av farligt gods som identifierats i och med MSBs undersökning uppgår för aktuell del av väg 23, Sandsbro, till ca 6889 stycken om året, vilket innebär ungefär 19 transporter per dag. Antagen mängd antas mycket konservativ då statistik från Trafikanalys (2013) visar att mängden farligt gods på vägar stadigt har minskat under 2000-talet, med ca 45 %, vilket innebär att de värden som presenteras i enkätstudien från 1998 är överskattade jämfört med dagens farligtgodstransporter. Antalet transporter av farligt gods fortsätter dessutom att minska.

Det verkliga antalet transporter bör således vara 45 % av 6889 stycken men för att erhålla robusta resultat, flexibla för framtida ändringar, antas endast en 30 procentig minskning, vilket ger 4823 transporter med farligt gods per år.

En mer detaljerad beskrivning av hur antalet farligtgodstransporter har tagits fram finns redovisad i bilaga 2.

Fördelningen av farligt gods, uppdelat på respektive identifierade ADR-klasser, redovisas i tabell 5.1 nedan.

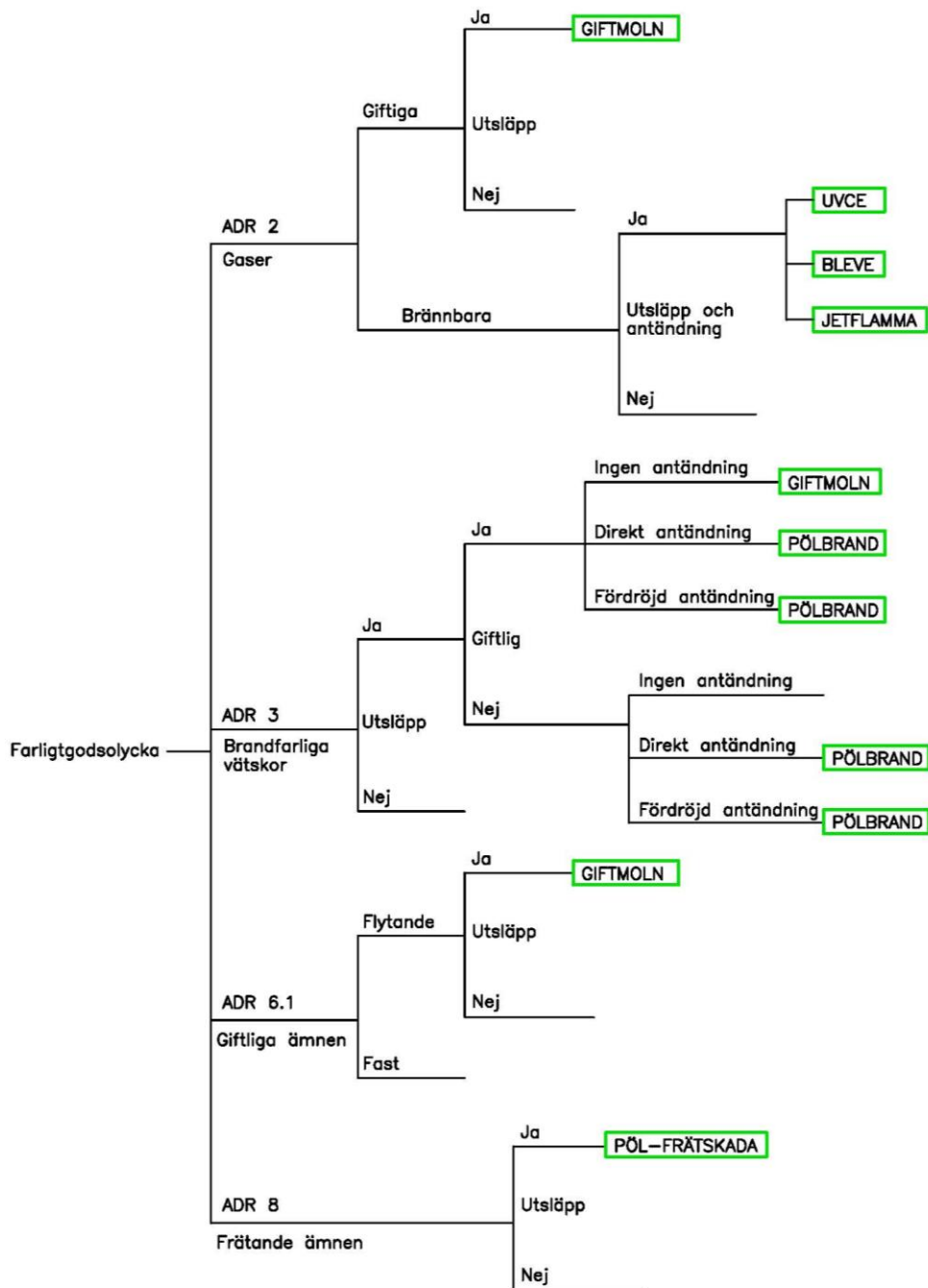
Tabell 5.1. Tabellen redovisar antalet transporter av farligt gods, på aktuell del av väg 23, och fördelningen med avseende ADR-klass.

	Antal transporter per år	Andel (%)
Samtliga farligtgodstransporter	4823	100
ADR 2 - Gaser	108	2,2
ADR 3 - Brandfarliga vätskor	4623	95,9
ADR 6.1 - Giftiga ämnen	17	0,3
ADR 8 - Frätande ämnen	75	1,6

En rimlighetsbedömning av statistikunderlaget från enkätundersökningen har gjorts genom att jämföra nationell trafikstatistik med det värde på 1,6 promille som SRV (1996) anger att farligtgodstransporter kan tänkas utgöra. Då antal transporter av farligt gods har minskat och totalt antal fordonstransporter har ökat är denna andel på 1,6 promille en grov överskattning av verkligheten. En 30 procentig minskning med antal farligtgodstransporter resulterar i 1,1 promille av samtliga transporter, vilket då ger ca 4200 farligtgodstransporter per år på aktuell vägsträcka. Därmed anses de värden som används i beräkningarna (4823 stycken) rimliga och fortsatt konservativa.

5.2 Identifierade konsekvensscenarion

RIKTSAM (2007) redovisar olika möjliga konsekvensscenarion för respektive ADR-klass. Nedan presenteras ett händelsetråd som visar möjliga konsekvensscenarion för aktuell del av väg 23 vid Sandsbro, utifrån de identifierade ADR-klasserna som transporteras där.



Figur 5.1. Möjliga konsekvensscenarier för väg 23, Sandsbro, uppdelat utifrån identifierade ADR-klasser.

5.3 ADR 2 - Gaser

Denna klass transporteras under tryck varför den också kallas tryckkondenserade gaser. Klassen delas in i de tre undergrupperna giftiga gaser, brännbara gaser och trycksatta inerta gaser. Gaserna kan transporteras antingen som styckegods i små behållare eller i stora tankar. Tankarna är ofta tillverkade i ett segt tryckkärilstål som tål större deformationskrafter än till exempel en tankvagn med brännbar vätska, Envall (1998). Vid beräkningar antas sannolikheten för läckage vara 1/30 så stor som för övriga klasser, RIKTSAM (2007).

De flesta gaser som transporteras är relativt ofarliga för personer som inte befinner sig i direkt anslutning till olyckan. I aktuell analys beaktas endast giftiga och brandfarliga gaser, eftersom de ger störst konsekvenser för personer på det område som studeras, kv. Skärpiplärkan 1. Endast transporter med större tankvagnar beaktas, eftersom mindre behållare inte bedöms kunna medföra några större konsekvenser för personer på aktuellt område.

5.3.1 Brännbar tryckkondenserad gas

Antändning av tryckkondenserad gas kan leda till tre olika skadeförlopp. Om gasen antänds direkt uppstår en jetflamma som kan uppgå till flera meter. Värmestrålning mot människor och byggnader blir betydande, i synnerhet i jetflammans riktning.

Om gas inte antänds direkt utan istället driver iväg i ett moln finns risk för en fördröjd antändning (UVCE - Unconfined Vapour Cloud Explosion). Molnet antänds av någon form av extern antändningskälla och risk finns att detta inträffar i ett tätbefolkat område. Hur långt molnet driver innan det antänds beror t.ex. på tillgång till antändningskälla, väderlek och områdets utformning.

Den tredje skadehändelsen som kan inträffa med brännbara, tryckkondenserade gaser är en s.k. BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). En BLEVE kan uppstå då en oskadad tank med tryckkondenserad gas värms upp. Detta kan inträffa då en tankbil med släp får ena tanken punkterad och en jetflamma uppstår, som i sin tur värmer upp den oskadade tanken på dragbilen. Trycket i den oskadade tanken stiger och till slut brister tanken momentant. Tankens innehåll antänds och ett stort eldklot uppstår. BLEVE är ett mycket allvarligt skadeförlopp men sannolikheten för att det skall inträffa är mycket låg.

I tabell 5.3 nedan redovisas sannolikheter för respektive händelseförlopp tagna från RIKTSAM (2007).

Tabell 5.3. Tabell redovisar sannolikhetsfördelning för olika händelseförlopp vid utsläpp av tryckkondenserad brännbar gas.

Händelse	RIKTSAM (2007)
BLEVE	0,01
Jetflamma	0,19
UVCE	0,5
Ingen antändning	0,3

Andelen brandfarliga tryckkondenserade gaser antas konservativt, enligt riktlinjer i RIKTSAM (2007), till 12 % av totala antalet ADR-2-transporter.

Jetflammors strålningspåverkan på personer är beroende av flammans riktning. I de fall flammen är skyddad av själva tankbilen påverkas inte personer på aktuell fastighet av infallande värmestrålning och en riktningskorrektion på 2/3 antas för detta konsekvensscenario.

5.3.2 Giftig tryckkondenserad gas

Utsläpp av giftiga gaser kan leda till dödsfall på ett långt avstånd från utsläppspunkt. Flera faktorer påverkar hur långt dödliga doser av den giftiga gasen sprids. Några faktorer är utsläppets storlek, väderförhållanden och områdets utformning.

Ett värde som används för att beskriva ett ämnes giftighet är den dos som resulterar i att 50 % av dem som utsätts avlider, LD₅₀ eller Lethal Dose 50 %. För gaser är ett liknande värde LC₅₀ eller Lethal Concentration 50 %. Detta värde definieras av hur stor koncentration som resulterar i att 50 % av de utsatta dör, Fischer (1998).

Andelen giftiga tryckkondenserade gaser antas konservativt, enligt riktlinjer i RIKTSAM (2007), till 54 % av totala antalet ADR-2-transporter. Det betyder att 34 % av alla ADR-2-transporter antas vara inerta, ej giftiga gaser.

Giftiga gasers påverkan beror till stor del på rådande vindriktning och personer antas bara påverkas i en viss riktning från en eventuell olycka. En riktningskorrektion på 15°/360° antas för konsekvenser med giftiga tryckkondenserade gaser.

5.4 ADR 3 - Brandfarliga vätskor

Bensin, diesel, eldningsolja, metanol etc. är alla exempel på vätskor som enligt ADR-S klassas som brännbara vätskor. Bensin är den vätska som har lägst flampunkt och antänds lättast jämfört med diesel eller eldningsolja som är relativt svåra att antända, Envall (1998). Av sammanlagd transporterad mängd brännbara vätskor bedöms därmed bara 75 % som brandfarligt (RIKTSAM, 2007). Den sammanlagda sannolikheten för antändning av en läckande brännbar vätska (samtliga läckagestorlekar) vid en olycka med farligt gods, bedöms utifrån statistik till 6 %, Purdy (1993).

Tankar på fordon som transporterar brandfarliga vätskor är tunnare och har följaktligen inte samma hållfasthet mot mekanisk åverkan som de tankar i vilka tryckkondenserade gaser transporteras. Sannolikhet att det skall uppstå en skada, på en tank med brännbar vätska, är alltså större och ingen korrektion görs som i fallet med ADR 2. Vidare är också sannolikheten större att utsläppet skall bli stort, Lamnevik och Palme (1997).

Konsekvenserna av ett utsläpp med brandfarlig vätska beror inte så mycket på storlek på hålet som av storlek av den pöl som bildas ovan mark. En stor pöl kan leda till en stor brand vilket innebär hög effektutveckling och höga flammor. En stor brand genererar vidare en hög infallande strålningsintensitet mot personer och byggnader i brandens närområde.

Utöver att samtliga ämnen i ADR 3 är brandfarliga antas också 8 % samtidigt vara giftiga (RIKTSAM, 2007).

5.5 ADR 6.1 - Giftiga ämnen och ADR 8 - frätande ämnen

ADR 6.1 betar sig i princip på samma sätt som tryckkondenserade giftiga gaser. Dock är ämnen i ADR 6.1 inte trycksatta varför riskavståndet är kortare. ADR 6.1 transporteras antingen flytande eller i fast form. Endast flytande ämnen bedöms ha en tillräckligt utbredd konsekvens varför fasta ämnen ej analyseras vidare. Andelen flytande ämnen antas konservativt till 50 % av transporterad mängd.

Frätande ämnen, ADR 8, kan ge upphov till frätskador hos människan. Utbredningen vid ett läckage är dock begränsad, då det mer eller mindre krävs direktkontakt med vätskan för att omkomma. 100 % av de frätande ämnena anses dock vara farliga för personer.

6 Analys

I detta kapitel redovisas genomförd beräkningsgång. Först beräknas frekvens för farligtgodsolycka, d.v.s. frekvens för en olycka med ett fordon med farligt gods inblandat, där det går håll på en tankbil så att ett läckage uppstår. Aktuell frekvens beräknas med VTI-metoden, framtagen av Räddningsverket (SRV, 1996), se bilaga 1.

Beräkningarna leder fram till en frekvens för en farligtgodsolycka på den aktuella delen av väg 23 vid Sandsbro. Frekvensen beräknas för hastighetsbegränsningen 100 km/h. Det finns ej värden angivna för 100 km/h i SRV (1996) vilket har lett till att 110 km/h istället har antagits, vilket är ett konservativt antagande.

De olika ämnen som har analyserats, se kapitel 5, kan ge upphov till ett stort antal händelseförlopp, konsekvensscenarion. Sannolikheten för att respektive konsekvensscenario skall inträffa beräknas genom att först bestämma följande parametrar (exempel för ADR 2) och sedan multiplicera dem med varandra, se tabell 6.1.

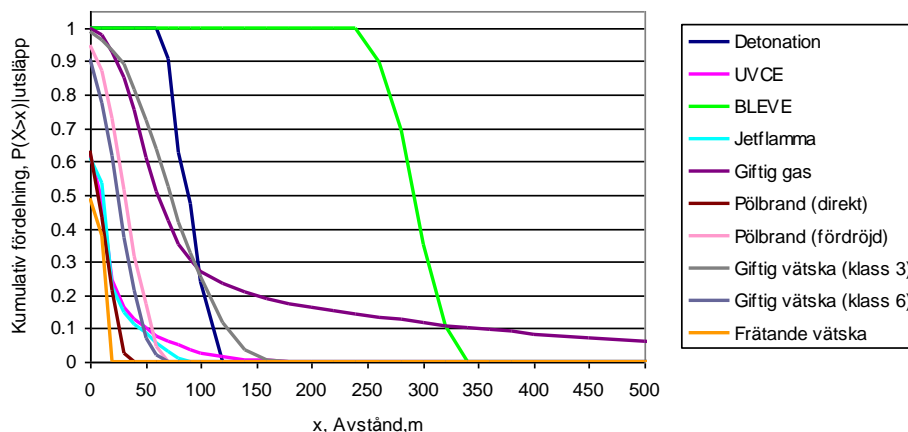
Tabell 6.1. I tabellen redovisas värden från konsekvensscenario "giftmoln ADR 2" som exempel. Parametrar multipliceras för att få sannolikheten för respektive konsekvensscenario.

	ADR 2 Giftmoln
Andel av farligt gods (ADR klass 2)	0,022
Andel i ADR-klass 2	0,54
Tjockare tank (ADR 2)	0,033 (1/30)
Antändning/konsekvens givet utsläpp	1
Korrektion för riktning	0,042 (15°/360°)
Sannolikhet för konsekvensscenario	1,65E-05

Genom att multiplicera frekvensen för farligtgodsolycka, framtagen med VTI-metoden, med respektive sannolikhet för konsekvensscenario erhålls frekvens för att respektive scenario ska inträffa på aktuell del av väg 23.

6.1 Individrisk

Vid beräkning av individrisken multipliceras frekvensen för respektive scenario med den kumulativa fördelningen av dess konsekvens. I figur 6.1 presenteras sannolikhetsfördelningen för riskavståndet för respektive konsekvensscenario, vilka är framtagna av RIKTSAM (2007). Slutligen summeras alla konsekvensscenarier för att redovisa individrisken.



Figur 6.1. Riskavstånd vid olycka med farligt gods. Gäller givet att olycka inträffar.

Ovanstående konsekvensscenarier och deras riskavstånd har beräknats utifrån skadekriterier där RIKTSAM har utgått från att 50 % av människorna omkommer.

6.2 Samhällsrisk

Vid beräkning av samhällsrisk antas riskavståndet för respektive konsekvensscenario till medelvärdet för fördelningen enligt figur 6.1.

Befolkningstätheten beräknas för en kvadratkilometer stort område. Norr om aktuellt område utgörs av vägar och sjöar. Väster om fastigheten finns grönområden och mindre befolkningstäta områden i form av villakvarter. Söder och öster om området återfinns ytterligare villakvarter och sjöar. Befolkningstätheten har med konservativa antaganden uppskattats till 1500 personer per kvadratkilometer. Ytterligare antas att 10 % av personerna i området vistas ute hela dygnet vilket anses som ett mycket konservativt antagande med tanke på aktuell bebyggelse i området (Jacobsson, 2004).

6.3 Riskreducerande effekter

Vid beräkningar av individrisk skall risknivån justeras efter de riskreducerande effekter som befintliga diken, skyddsvall och bullerplank medför. Vilka effekter som åsyftas och påverkar riskbilden är följande:

- Avkörningssträckan reduceras kraftigt på grund av skyddsvallens höjd och lutning.
- Utsläpp av giftiga och brännbara gaser späds ut och en lägre koncentration, som funktion av avståndet, föreligger därmed.
- Strålningsskydd från flammor i form av skyddsvall och bullerplank.
- Utbredning av flytande ämnen i fastighetens riktning minskar avsevärt på grund av diken och skyddsvall. Detta påverkar omfattning av avdunstning samt effekt, flammhöjd och infallande strålning från vätskebrand.
- Effekterna av tryckvågor och splitter vid explosioner är kraftigt reducerade på grund av skyddsvall.

Kvantifiering av ovanstående sker genom kvalitativa resonemang i kombination med beräkningar för strålningsreduktion för att kunna bedöma erforderligt skyddsavstånd utifrån RIKTSAM:s kriterier. För att erhålla konservativa resultat sker ingen riskreducering för utspädning av gaser, tryckvågors dämpning eller begränsning av flytande ämnen. Detta anses som ett mycket konservativt antagande. Vid strålningsberäkningar antas hela skyddsvallens höjd samt del av bullerplank fungera som strålningsskydd.

Då frätande ämnen endast skadar vid direktpåverkan bedöms dike, skyddsvall och bullerplank, i kombination med skyddsavstånd mellan vall och flerbostadshus, som tillräckliga skydd för att risken skall anses vara försumbar. Ovan innebär att samtliga transporter med ADR 8 antas utgå vid beräkning av risknivå.

ADR klass 3 står för 96 % av alla transporter med farligt gods på aktuell del av väg 23. Olyckor med ADR 3 som innebär fara för människor utgörs bland annat av värmestrålning från pölbrand. Beräkning av infallande strålning från en sådan olycka och hur mycket dike, skyddsvall och bullerplank påverkar resultatet redovisas i bilaga 3. Farligt gods i ADR klass 3 utgör även fara för människor på grund av fördröjd antändning eller på grund av giftiga koncentrationer. Några riskreducerande effekter har dock ej beräknats för dessa konsekvenser.

Inga riskreduceringar gjorts för övriga ADR-klasser, vilket skall ses som konservativa antaganden.

7 Resultat

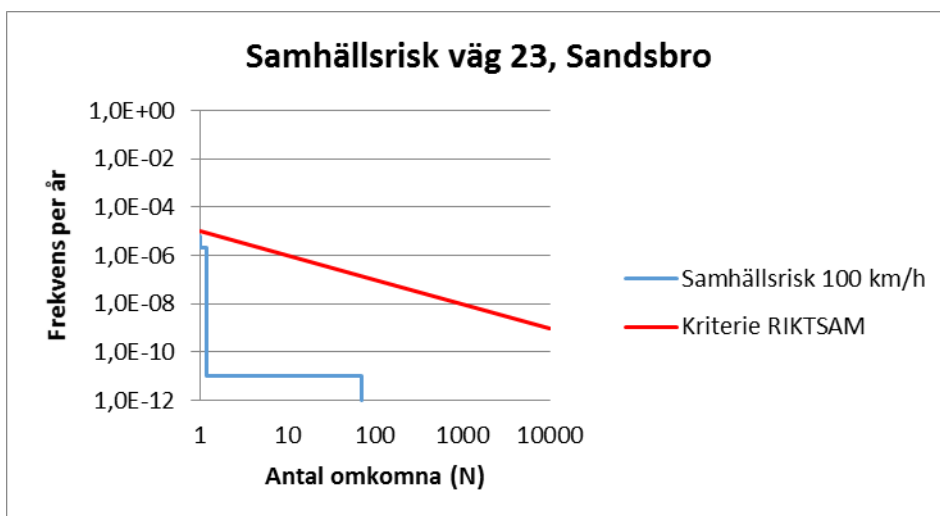
I detta kapitel redovisas resultat av riskanalys. Risk presenteras i form av individ- och samhällsrisk (dessa riskmått definieras kortfattat i kapitel 4.1 och kapitel 4.2). Vid studie av resultaten är det viktigt att vara medveten om följande konservativa antaganden som ligger till grund för beräkningarna:

- Ingen hänsyn tas till skadebegränsande åtgärder, såsom utrymning, räddningstjänstinsats, skyddsvallens och övrig topografis inverkan på gaskoncentrationer, utbredning av flytande ämnen, tryckvågor eller splitter.
- Mängd transporter av farligt gods och fördelning av ämnen har valts konservativt för att möjliggöra framtida flexibilitet.
- Befolkningstätheten har valts konservativt på grund av osäkerheter men även för att möjliggöra framtida flexibilitet.
- Sannolikhet för antändning vid olycka har valts konservativt.

Personer som befinner sig inomhus bedöms inte påverkas av farligt godsolycka. 10 % av personerna i området har med konservativa antaganden bedömts vara utomhus dygnet runt.

7.1 Samhällsrisk

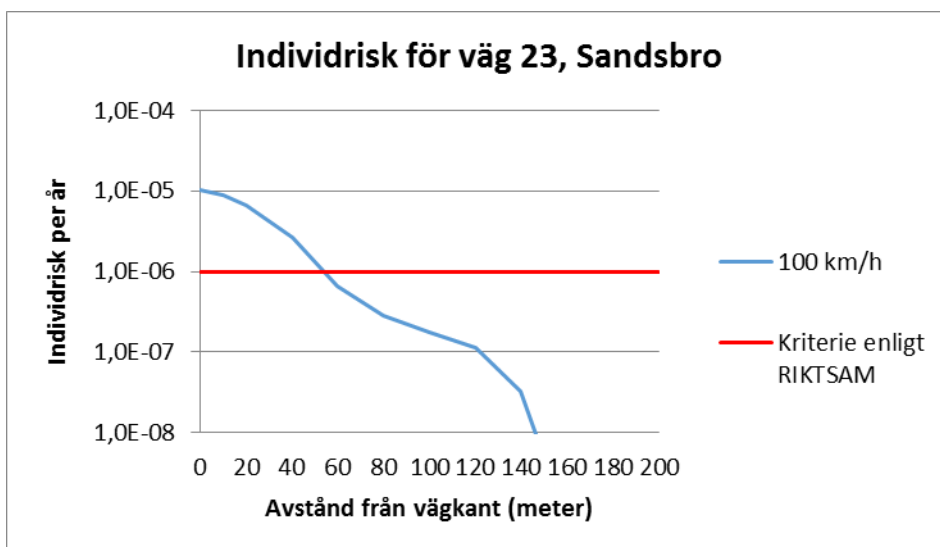
I figur 7.1 redovisas riskanalysens resultat beträffande samhällsrisk. Givet acceptanskriterie, enligt RIKTSAM (2007), överskrids ej.



Figur 7.1. Figuren visar samhällsrisk i området.

7.2 Individrisk

I figur 7.3 redovisas individrisk för aktuellt område. Givet acceptanskriterie, 10^{-6} enligt RIKTSAM (2007), uppfylls 55 meter från vägkant.



Figur 7.3. Figuren visar individrisk på olika avstånd från vägen utan hänsyn till riskreducerande effekter i form av strålningskydd.

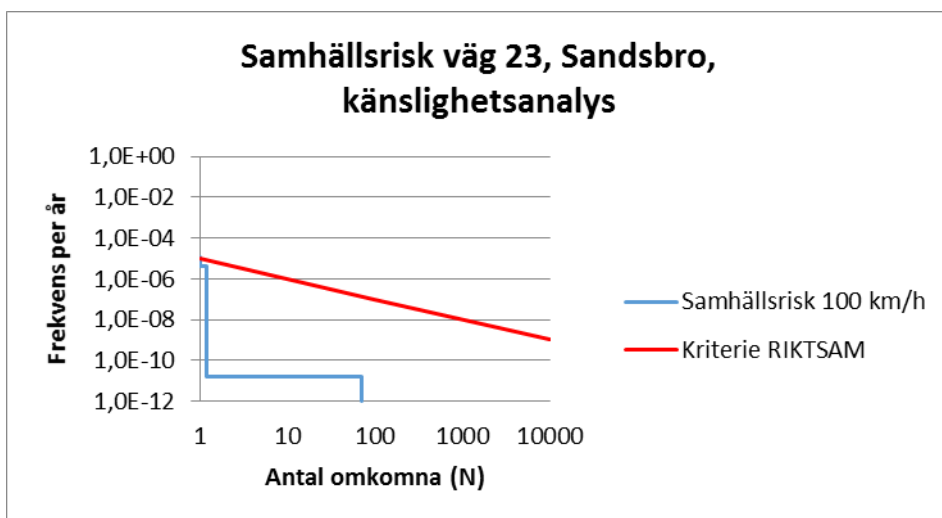
Beräkningar och bedömningar har även gjorts för de riskreducerande effekterna av dike, skyddsvall och bullerplank. Beräkningsgången för de strålningsreducerande effekterna finns redovisade i bilaga 3.

De riskreducerande effekterna, i form av strålningskydd, innebär att riskavståndet uppgår till 45 meter från vägkant.

8 Känslighetsanalys

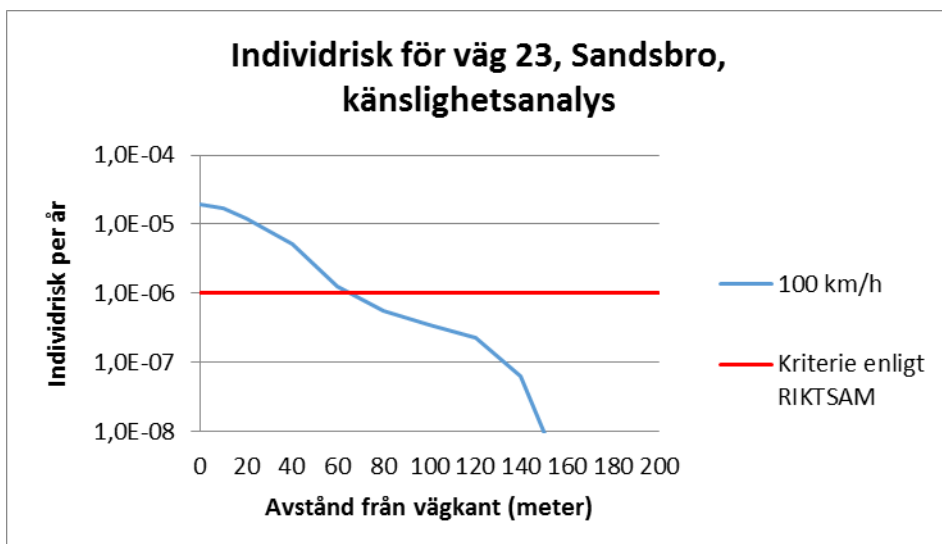
En känslighetsanalys har utförts för att se hur resultatet förändras då indata till beräkningarna varieras. Den parameter som har bedömts innehålla störst osäkerheter är antalet farligtgodstransporter. Underlaget för detta antal är taget från enkätstudier som bedöms trovärdiga, med tanke på rimligheten i förhållande till nationell statistik, men det är ändå av intresse att variera denna parameter.

I känslighetsanalysen har antal farligtgodstransporter ökats med 100 % för att visa hur resultatet påverkas. Detta innebär att 9646 stycken transporter med farligt gods årligen antas trafikera väg 23 vid Sandsbro. Figur 8.1 och 8.2 visar samhällsriskerna respektive individrisken för de nya förutsättningarna.



Figur 8.1. Figuren visar samhällsriskerna i området med ett varierat antal farligtgodstransporter.

Kriterier för samhällsriskerna uppfylls även för känslighetsanalysen.



Figur 7.2. Figuren visar individrisk på olika avstånd från vägen med ett varierat antal farligtgodstransporter.

Givet acceptanskriterie, 10^{-6} uppfylls 65 meter från väggkant. Med samma beräkningsgång och bedömningar som i det dimensionerande fallet beräknas de riskreducerande effekterna av dike, skyddsvall och bullerplank. De riskreducerande effekterna, i form av strålningsskydd, resulterar i ett minskat riskavstånd. Riskavståndet uppgår till 55 meter från väggkant.

9 Slutsats

Riskanalysen visar att samhällsriskerna i aktuellt område uppfyller givna acceptanskriterier från RIKTSAM. Vidare visar resultaten att individrisken underskrider acceptanskriterierna på ett avstånd överstigande 45 meter från väg 23. Planerad bebyggelse av flerbostadshus skall placeras 60 meter från väggkant. Därmed anses riskerna enligt RIKTSAM acceptabla.

Utförd känslighetsanalys, där antalet farligtgodstransporter har dubblerats jämfört med det dimensionerande antalet, visar att risknivåerna (individrisk och samhällsrisk) fortfarande är acceptabla på ett avstånd överstigande 55 meter från väg 23.

Konservativa värden har genomgående använts i riskanalysen och resultaten bedöms som robusta. När de riskreducerande effekterna av dike, skyddsvall och bullerplank har beräknats har hänsyn endast tagits till strålningsreducerande effekter och frätande ämnens spridning. Övriga riskreducerande effekter som utspädning av gaser, minskad utbredning av flytande ämnen samt skydd mot tryckvågor och splitter har ej analyserats i aktuell handling. Det anses som ett mycket konservativt antagande och verkliga risknivåer torde troligen vara avsevärt lägre än redovisade resultat.

Det är viktigt att vara medveten om att utförd riskanalys bygger på angivna förutsättningar och ingångsvärden, exempelvis aktuell hastighetsbegränsning, planerad utformning av flerbostadshus och antal transporter av farligt gods etc. En ändring av markanvändning, verksamhet eller andra ingående parametrar förändrar också riskbilden och nya bedömningar kan då krävas.

10 Källförteckning

- CPR 18E (1999)* Committee for the prevention of disasters: Guidelines for Quantitative Risk Assessment ("Purple Book"), CPR 18E, The Hague, Holland 1999.
- Davidsson (2003)* Davidsson, Göran. Handbok för riskanalys, Räddningsverket, 2003.
- Davidsson (2002)* Davidsson, Göran m.fl. Värdering av risk, Räddningsverket, 2002.
- Drysdale (1998)* Drysdale D, "An introduction to Fire Dynamics", John Niley & Sons Ltd, New York, USA 1998.
- Envall (1998)* Envall, Per, 1998, Farligt gods på vägnätet – underlag för samhällsplanering. Risk- och miljöavdelningen, Räddningsverket, Karlstad.
- Fischer (1998)* Fischer, Stellan. Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, försvarets forskningsanstalt, 1998.
- IEC (1995)* International Electrotechnical Commission, IEC. International standard 60300-3-9, Genève 1995.
- Jacobsson (2004)* Jacobsson, A (2004). *Säkerhetsstudie -Stenungsund, en kvantitativ analys av riskerna för Stenungsund samhälle...*, AJ Risk Engineering AB, Stenungsund
- Karlsson (2000)* Karlsson, Björn, Quintiere, James G, 2000, Enclosure fire dynamics. CRC Press LLC. Boca Raton, Florida.
- Lamnevik & Palme (1997)* Lamnevik, Stefan, Palme, Erik, 1997, Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods Bilagor 1-5, Antagandehandling. DNR 785/92. Stadsbyggnadskontoret. Göteborg.
- LTH (2005)* LTH-Brandteknik och Brandskyddslaget "Brandskyddshandboken", Rapport 3134, Lund 2005.
- Mattson (2000)* Mattsson, Bengt. Riskhantering vid skydd mot olyckor – problemlösning och beslutsfattande, Räddningsverket, 2000.
- NIST (2000)* McGrattan, K, et. al. Thermal Radiation From Large Pool Fires. NIST, 6546, 2000.
- Purdy (1993)* Purdy, Grant, 1993, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail". Journal of Hazardous Materials. 1993. Sidorna 229-259.
- RIB (2012)* RIB, Räddningsverkets informationsbank, 2012.
- RIKTSAM (2007)* *Riktlinjer för riskhänsyn vid samhällsplaneringen.* Länsstyrelsen Skåne, 2007.
- SFPE (2008)* Tien, C.L et al (2008). *Radiation Heat Transfer i DiNenno, P et al. SFPE Handbook of fire protection engineering.* Quincy, Massachusetts.

- SRV (1996)* SRV, 1996, Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg (1996). Risk- och miljöavdelning, Statens räddningsverk. Karlstad.
- SRV (1997)* SRV, Mattias Strömgren, Riskhantering vid fysisk planering, Karlstad, 1997.
- Trafikanalys (2013)* Trafikanalys (2013). *Lastbilstrafik 2012*. (Tillgänglig): <http://trafa.se/PageDocuments/Lastbilstrafik_2012.pdf> (2014-04-07)
- Trafikverket (2014)* Trafikverket (2014). *Kartor med trafikflöden*. <<http://www.trafikverket.se/Foretag/Trafikera-och-transportera/Trafikera-vag/Verktyg-e-tjanster-och-vagdata/Vagtrafik--och-hastighetsdata/Kartor-med-trafikfloden/>> (2014-04-07)

Bilaga 1 - Frekvens för farligtgoodsolyckor

Farligtgoodsolycka definieras i beräkningsmetoden som en olycka där ett farligt ämne kommer ut i omgivningen.

Det förväntade antalet olyckor beräknas enligt Statens räddningsverks handbok "Farligt gods riskbedömning vid transport" som baseras på Väg- och trafikinstitutets rapportserie 387:1-6, SRV (1996).

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år beräknas enligt metoden med nedanstående formel:

$$O((Y \cdot X) + (1-Y)(2X-X^2))$$

där

O = Antalet trafikolyckor på aktuell vägsträcka

Y = Andel singelolyckor

X = Andel fordon skyltade som farligt gods

Trafikbelastningen som används i beräkningsmodellen bygger på uppgifter från Trafikverkets trafikmätningar (Trafikverket, 2014).

Antal olyckor med farligt gods beräknas genom att multiplicera det ovan uträknade antalet fordon med farligt gods i trafikolyckor med ett farligtgoodsindex SRV (1996). Detta index varierar beroende på hastighetsbegränsningen, vägtypen, etc. på den aktuella vägsträckan. Beräkningsgång redovisas i tabell B.1 nedan.

Tabell B.1. Beräkning av det förväntade antalet olyckor med farligt gods för respektive farligtgodskategori.

Vägtyp	100 km/h
Karaktäristisk väglängd, km (a)	0,3
ÅDT (b) Årsmedeldygnstrafiken	10270
Trafikarbete (c=a•b•365•10 ⁻⁶)	1,125
Olyckskvot (tabellvärde för typ av väg)	0,28
Antal förväntade olyckor (O)	0,315
Andel singelolyckor (Y) (tabellvärde för typ av väg)	0,50
Andel fordon skyltade med farligt gods st/dygn (X)	1,287E-03
Andelfordon skyltade med farligt gods i trafikolycka (modellen)	6,074E-04
Index för farligtgoodsolycka (tabellvärde för typ av väg)	0,34
Antal farligtgoodsolyckor (modell*index)	2,065E-04

En del av värdena i tabellen är hämtade direkt från SRV (1996), och förklaras inte mer i detalj. Index för farligtgoodsolycka är detsamma som sannolikhet för att det farliga ämnet kommer ut om ett fordon som transporterar ämnet är inblandad i en olycka.

Beräkningarna i tabell B.1 ovan leder till en frekvens för farligtgoodsolycka vid hastighetsbegränsning 100 km/h. Frekvensen anger hur ofta en olycka sker där farligt gods läcker ut ur sin transportbehållare. Ett utsläpp kan i sin tur leda till ett flertal olika händelser. De händelser som har identifierats illustreras i figur 5.1, sid 15, genom ett händelsetråd.

Sannolikheten för att respektive händelse/konsekvensscenario inträffar, givet ett läckage, beräknas därefter genom att multiplicera följande parametrar:

Andel av farligt gods
Andel i ADR-klass
Tjockare tank (ADR 2)
Antändning/konsekvens givet utsläpp
Korrektion för riktning

- Andelen farligt gods är antalet transporter av en viss ADR-klass, på aktuell del av väg 23, dividerat med totala antalet farligtgodstransporter på samma vägsträcka, vilket finns redovisat i tabell 5.1.
- Andel i ADR-klass är fördelningar inom de olika klasserna. Exempelvis är en viss procent av ADR 2 brännbara och en viss procent giftiga. Dessutom kan de brännbara tryckkondenserade gaserna delas upp i ytterligare underkategorier beroende på om en jetflamma eller BLEVE förväntas inträffa, se kapitel 5.3-5.5.
- Parametern tjockare tank används bara i beräkningarna för ADR 2 då tankarna för denna klass är tjockare och sannolikheten för ett utsläpp lägre (1/30).
- Sannolikheten för antändning av ett utsläpp används i beräkningarna för brännbara gaser och vätskor.
- Korrektion för riktning används för giftiga ämnen, då bara en viss del antas påverka människor i berörd vindriktning. Det antas att endast människor i en riktning 15° från olyckan påverkas negativt av ett utsläpp vilket ger en korrektionsfaktor på 15°/360°. I beräkningarna för jetflammar används också korrektion för riktning då bara en viss del (2/3) av strålningen från flammen kan antas påverka människor på aktuell fastighet.

Slutligen multipliceras frekvensen för farligtgoodsolycka med sannolikheten för att respektive konsekvensscenario inträffar. Detta ger frekvensen för att respektive scenario ska inträffa på aktuell del av väg 23, Sandsbro, i närheten till kv. Skärpiplärkan 1.

Bilaga 2 – Beräkning av antal farligtgodstransporter

Antalet farligtgodstransporter för aktuell del av väg 23 har beräknats med hjälp av flödeskartor från MSB. Dessa flödeskartor, för samtliga större vägar som transporterar farligt gods, har tagits fram genom en enkätundersökning som gjordes 1998. Svarefrekvensen för denna undersökning var endast 56 % men det kan ej likställas med 56 % av totalt antal farligtgodstransporter. Brandfarliga vätskor står för merparten av alla transporter med farligt gods i Sverige och i enkätstudien svarade samtliga stora petroleumföretag. Det innebär att de företag som ej svarade endast utgör en mycket begränsad del av totalt antal farligtgodstransporter och statistiken bedöms därmed som robust.

Flödeskartorna presenterar väg för väg med olika färger som representerar olika intervall i antal ton farligt gods per kvartal. Kartor för totalt antal farligt gods samt kartor för respektive ADR-klass har tagits fram. Då intervallen, i ton, för transportererna är stora har ett dimensionerande ton-tal räknats ut genom att anta 70 % av maximal mängd i intervallen, vilket är ett mycket konservativt antagande.

För att räkna ut antalet transporter per år utifrån antalet ton per år, krävs information om hur många ton en transport fraktar per gång. Trafikanalys (2013) samlar in information och presenterar statistik avseende fordonstransporter i Sverige. Nationell årlig statistik över total mängd och totalt antal transporter av farligt gods finns tillgängligt. Data för totala antalet och för respektive ADR-klass finns redovisade. Genom att dividera antalet ton per år genom antalet transporter per år, för respektive ADR-klass, beräknas ett medeltal fram för antalet ton farligt gods per transport. Dessa medelvärden har använts för att beräkna fram antalet farligtgodstransporter på aktuell del av väg 23, genom att dividera antalet ton per år på väg 23 med medelmängden per transport, uppdelat i olika ADR-klasser. Detta genererar ett totalt antal farligtgodstransporter på 6889 stycken per år för väg 23, Sandsbro, i närheten av kv. Skärpijärkan 1, vilket innebär ungefär 19 transporter per dag.

Antagen mängd antas mycket konservativ då statistik från Trafikanalys (2013) visar att mängden farligt gods på vägar stadigt har minskat under 2000-talet, med ca 45 %, vilket innebär att de värden som presenteras i enkätstudien från 1998 är överskattade jämfört med dagens farligtgodstransporter. Antalet transporter av farligt gods fortsätter dessutom att minska.

Det verkliga antalet transporter bör således vara 45 % av 6889 stycken men för erhålla robusta resultat, flexibla för framtida ändringar, antas endast en 30 procentig minskning, vilket ger 4823 transporter med farligt gods per år. Se tabell 5.1 för andelar av respektive ADR-klass.

En rimlighetsbedömning av statistikunderlaget från enkätundersökningen har gjorts genom att jämföra nationell trafikstatistik med det värde på 1,6 promille som SRV (1996) anger att farligtgodstransporter kan tänkas utgöra. Då antal transporter av farligt gods har minskat och totalt antal fordonstransporter har ökat är denna andel på 1,6 promille en grov överskattning av verkligheten. En 30 procentig minskning med antal farligtgodstransporter resulterar i 1,1 promille av samtliga transporter, vilket då ger ca 4200 farligtgodstransporter per år på aktuell vägsträcka. Därmed anses de värden som används i beräkningarna (4823 stycken) rimliga och fortsatt konservativa.

Bilaga 3 – Beräkning infallande strålning

Dike, skyddsvall och bullerplank har flera riskreducerande effekter i händelse av farligt godsolycka. En av dessa är strålningsskydd vid pölbrand från olycka med ADR 3. För aktuell del av väg 23 vid Sandsbro utgör ADR 3 ca 96 % av allt farligt gods som transporteras. Vid en eventuell olycka med ADR 3 utgör strålningen från pölbrand en stor andel av risken för människor. Detta innebär att ett effektivt strålningsskydd kan reducera en stor del av riskerna på berörd fastighet. För de giftiga ämnena har risken ej reducerats, vilket är ett konservativt antagande då koncentrationerna troligtvis minskas kraftigt på grund av utspädning.

Riskreducerande effekt har i aktuell riskanalys kvantifierats genom att beräkna infallande strålning från en pölbrand med och utan hänsyn tagen till skyddsvallens avskärmande effekt.

Enligt BBRs krav om kritiska förhållanden vid utrymning skall strålningen ej överstiga 2,5 kW/m², vilket används som kriterie. Kriteriet är egentligen av sekundärt intresse då det främst är jämförelsen mellan beräkningarna som är viktig.

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

Vägens lutning och diken kommer begränsa utbredningen av en eventuell pölbrand avsevärt. För att erhålla konservativa resultat har dock en pölbrand med en diameter på 12 meter valts, vilket ger en flambas på drygt 110 m².

En flamhöjd på 15 meter har enligt ovanstående resonemang valts vid beräkningar. I det fall beräkningen tar hänsyn till de riskreducerande effekterna av skyddsvallen och bullerplanket, antas 4 meter av strålningen absorberas av strålningsskydden.

Beräkning av infallandevärmestrålning sker enligt ekvationer och tabeller i LTH (2005) samt SFPE (2008). Följande värden på parametrar har använts vid beräkningar:

ϕ_{tot} = Synfaktorn (x)

ε = Emissionstalet (0,8)

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

T = Absolut temperatur (1123 K)

E = Strålningsintensitet (x kW/m²)

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

Individriskberäkningarna, utan riskreducerande åtgärder, resulterar i ett riskavstånd på 55 meter från farligt godsleden för det dimensionerande fallet. Den infallande strålningen har beräknats till ca 1,3 kW/m² på detta avstånd.

Med hänsyn tagen till de riskreducerande effekterna utförs ytterligare strålningsberäkningar för att undersöka på vilket avstånd som samma strålningsintensitet uppnås. 1,3 kW/m² uppnås 45 meter från pölbranden. Detta innebär att dike, skyddsvall och bullerplank reducerar riskavståndet med 10 meter.