

Detaljerad riskanalys Sickalön 346:1 - avseende transporter med farligt gods på Sicklavägen



April 2013

Stockholm • Karlstad • Falun • Gävle • Malmö • Örebro

Brandskyddslaget AB
Box 9196
Långholmsgatan 27, 10 tr
102 73 Stockholm

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

Internet
www.brandskyddslaget.se
info@brandskyddslaget.se

Organisationsnummer
556634-0278
Innehar F-skattebevis

PROJEKTNUMMER 106170	PROJEKTNAMN RISKANALYS SICKLAÖN 346:1
PROJEKTLEDARE Rosie Kvål	PROJEKTANSVARIG Martin Olander
UPPDRAGSGIVARE Atrium Ljungberg AB	REFERENS UPPDRAGSGIVARE Marcus Bågenvik
DOKUMENTTYP Analys av olycksrisker	
ÖVRIGT Detaljerad analys av risker från transporter med farligt gods på Sicklavägen.	
UPPRÄTTAT AV Jennie Lövgren Forslund Rosie Kvål	INTERNKONTROLL Lisa Åkesson

2013-04-08	Detaljerad riskanalys rev1	LÅN
2013-03-22	Detaljerad riskanalys	LÅN
DATUM	STATUS	INTERNKONTROLL (IK)

SAMMANFATTNING

Inom fastigheten Sicklaön 346:1 i Nacka kommun finns planer på nybyggnation av kontor och handel. Planerad bebyggelse ska kunna innehålla upp till 22 000 m² kontor och 4 000 m² handel.

Planområdet ligger inom 150 meter från Sicklavägen där farligt gods transporteras, vilket ställer krav på att riskerna analyseras. Syftet med riskanalysen är att utvärdera vilka risker som människor inom området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

I riskanalysen har en identifiering gjorts av möjliga olyckshändelser kopplade till transporter och hantering av farligt gods i planområdets närhet. Dessa har värderats översiktligt i en inledande analys. Olyckor med bedömt hög risk har studerats mer i detalj genom beräkning av riskmättet individrisk och samhällsrisk. Syftet med beräkningarna har varit att kunna precisera behov och omfattning av åtgärder för den nya detaljplanen. Risknivån har värderats utifrån det förslag på riskkriterier som Räddningsverket (numera Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) har tagit fram.

Händelser med möjlig konsekvens för människor inom planområdet bedöms främst vara kopplade till transporter med brandfarliga vätskor, gaser och explosiva ämnen på Sicklavägen. Störst bidrag till risknivån ger brand vid olycka med brandfarlig vätska och explosiva ämnen.

Resultatet av riskvärderingen visar att individrisken ligger på en acceptabel nivå och att samhällsriskerna inom ALARP-området. Avståndet mellan planerad byggnation och aktuell riskkälla, Sicklavägen, är 15 meter vilket understiger Länsstyrelsen i Stockholm läns rekommendationer på ett skyddsavstånd på 25 meter. För att hantera avsteget från rekommenderat skyddsavstånd och identifierade risker ges nedanstående förslag på åtgärder för att minska konsekvensen av en eventuell olycka. Behovet av åtgärder ska diskuteras ur ett kostnads-/nyttoperspektiv. Observera att åtgärderna endast utgör ett förslag och att det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. De åtgärder som man beslutar om ska sedan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med Plan- och bygglagen.

- Obebyggda områden utomhus inom 25 meter från Sicklavägen ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Utrymning från byggnader ska vara möjlig i riktning bort från Sicklavägen.
- För att förhindra brandspridning till de nya kontorsbyggnaderna ska fasader (väggar och fönster) inom 25 meter från Sicklavägen utföras så att risken för brandspridning in i byggnaden begränsas under den tid det tar för personer att utrymma utsatta byggnadsdelar eller att nå säker plats.

Brandskyddslaget anser att planen kan genomföras enligt studerat förslag om ovanstående åtgärder genomförs.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte.....	5
1.3	Omfattning	5
1.4	Underlag	5
1.5	Revideringar	6
1.6	Internkontroll	6
1.7	Metod.....	6
2	ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET	9
2.1	Områdesbeskrivning av aktuell detaljplan Sicklaön 346:1	9
2.2	Planerad bebyggelse	9
2.3	Omgivande planer/byggprojekt	11
3	RISKINVENTERING	12
3.1	Allmänt.....	12
3.2	Sicklavägen	12
4	INLEDANDE RISKANALYS	15
4.1	Identifiering av olycksrisker	15
4.2	Uppskattning av riskernas omfattning	15
4.3	Slutsats inledande analys	16
5	DETALJERAD RISKANALYS	17
5.1	Beräkning av olycksfrekvens och konsekvens	17
5.2	Beräkning av risk	19
5.3	Värdering av risk.....	21
6	HANTERING AV OSÄKERHETER	22
7.1	Allmänt.....	23
7.2	Förslag till åtgärder	25
8	SLUTSATSER	26
9	REFERENSER	27
BILAGA A	FREKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA B	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA C	RISKBERÄKNINGAR	
BILAGA D	METOD	

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

På fastigheten Sicklaön 346:1 planeras nybyggnad av två byggnader för kontor och handel. Planerade byggnader ligger 15-20 meter från Sicklavägen, som är en sekundär transportled för farligt gods. På grund av planerade byggnaders närhet till väg där farligt gods transporteras är en riskanalys nödvändig för att utreda om bebyggelsen är lämplig ur risksynpunkt. Enligt länsstyrelsen i Stockholms län ska riskerna analyseras vid planläggning inom 150 meter från transportled för farligt gods.

Med anledning av detta har Brandskyddslaget fått i uppdrag att göra en riskanalys.

1.2 Syfte

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

1.3 Omfattning

Analysen omfattar fastigheten Sicklaön 346:1. Planområdet avgränsas av Sicklavägen i väst och Uddvägen i öst (se figur 2.1).

Inom planområdet där planerad nybyggnad ska uppföras finns i dagsläget en drivmedelstation samt kontor i 3-4 plan. Denna analys har ej inkluderat hälsoeffekter av eventuella markföroreningar till följd av drivmedelstationen.

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

För att kunna genomföra beräkningar är det nödvändigt med ett stort antal antaganden och förenklingar. Begränsningarna finns även i de metoder som används för att beräkna konsekvenserna av en olycka. Detta medför att beräkningar och resultat innehåller osäkerheter. Beräknade värden ska därför inte ses som absoluta utan fungerar mer som riktvärden.

1.4 Underlag

Underlag till denna analys har bland annat utgjorts av följande dokument:

- Situationsplan daterad 2013-02-07

Övrigt underlag redovisas löpande samt i avsnitt 9 Referenser.

1.5 Revideringar

Detta utgör den andra versionen av riskanalysen.

De revideringar som gjorts från den första versionen är att Hammarby Fabriksväg heter Sicklavägen samt att byggnadsytan har uppdaterats. Tidigare uppgifter angav att 20 000 m² utgjorde kontor och 5 000 m² handel och de uppdaterade 22 000 m² kontor och 4 000 m² handel.

Aktuell revidering påverkar ej slutresultatet.

1.6 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets internkontroll i enlighet med företagets kvalitetssystem. Detta innebär en övergripande granskning av en annan konsult vid företaget av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits.

Signatur i kolumnen för internkontroll i dokumentationen, sida 2, bekräftar kontrollen.

1.7 Metod

Inledningsvis görs en inventering och identifiering av möjliga olycksrisker både inom och utanför planområdet. En bedömning görs sedan av identifierade händelsers möjliga påverkan mot omgivningen. För de risker som bedöms kunna medföra konsekvenser för människor och byggnader utom och inom planområdet görs en detaljerad analys där frekvens och konsekvens beräknas för identifierade olyckor. Utifrån detta beräknas risknivån för området. Vid behov föreslås säkerhetshöjande åtgärder.

Riskerna redovisas som samhällsrisk och individrisk.

En mer utförlig beskrivning av den riskanalysmetod som används i denna analys redovisas i bilaga D.

1.8 Förutsättningar

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms Län ska möjliga risker studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla /1/. Vidare redovisas i Rapport 2000:01 ”Riskhänsyn vid ny bebyggelse” /2/ rekommenderade skyddsavstånd mellan riskobjekt och olika typer av bebyggelse. I tabell 1.1 redovisas de skyddsavstånd som är aktuella i detta fall. För att undvika risker förknippade med olyckor med petroleumprodukter rekommenderas dessutom att 25 meter närmast väg med transport av farligt gods lämnas byggnadsfritt.

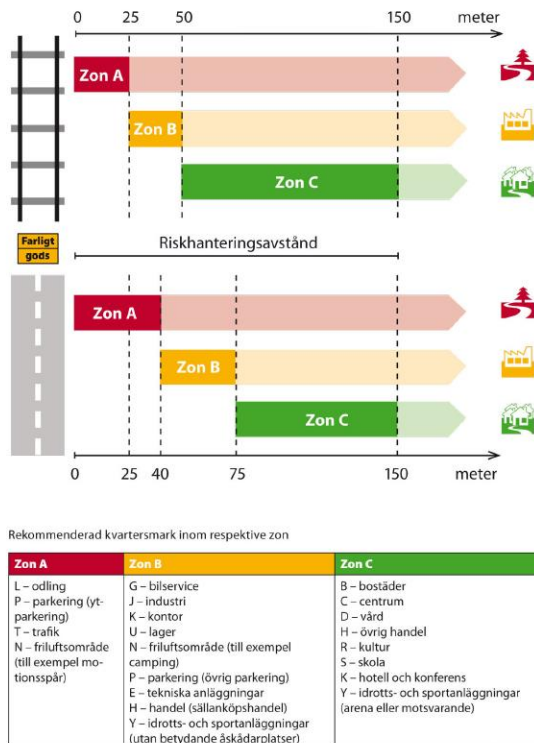
Rekommenderade skyddsavstånd omfattar markområden som ej är skymda av topografi eller annan bebyggelse. Dessa parametrar kan påverka, både öka och minska, behovet av skyddsavstånd.

Tabell 1.1. Av Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderade skyddsavstånd till vägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer.

Typ av bebyggelse	Avstånd
Bebyggelsefritt	25 m
Tät kontorsbebyggelse	40 m
Sammanhållen bostadsbebyggelse	75 m
Personintensiv verksamhet	75 m

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

En revidering av Länsstyrelsens rapport pågår och förväntas trädas i kraft 2013. Rapporten har varit ute på remiss och i den redovisas i likhet med tidigare rekommenderade skyddsavstånd, dock mer detaljerat, se figur 1.1 /3/. Vidare har Länsstyrelsen i en policy ytterligare tydliggjort sin principiella inställning avseende tillämpningen av skyddsavstånd, se figur 1.2. Observera dock att vissa förändringar kan komma att ändras till följd av remissynpunkter.



Figur 1.1. Sammanfattning av Länsstyrelsens rekommendationer avseende skyddsavstånd till led för farligt gods från respektive kvartersmark, remissutgåva 2012 /3/.

Länsstyrelsen anser att nyttjandet av skyddsavstånd utgör en grundläggande princip för riskhänsyn vid planering av ny bebyggelse i närhet till vägar och järnvägar med transporter av farligt gods. Vid behov införs kompletterande säkerhetsåtgärder utöver skyddsavstånd.

Länsstyrelsen anser att det, i princip oberoende av den aktuella risknivån och andra säkerhetsåtgärder, bör finnas ett skyddsavstånd på minst 25 meter mellan vägar och järnvägar med transporter av farligt gods och kvartersmark i zon B eller C.

Att upprätthålla skyddsavståndet på 25 meter anses vara särskilt viktigt för kvartersmark i zon C.

Figur 1.2. Länsstyrelsens policy avseende tillämpning av skyddsavstånd, remissutgåva 2012/ 3/.

1.8.1 Principer för riskvärdering

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

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

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

2 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET

2.1 Områdesbeskrivning av aktuell detaljplan Sicklaön 346:1

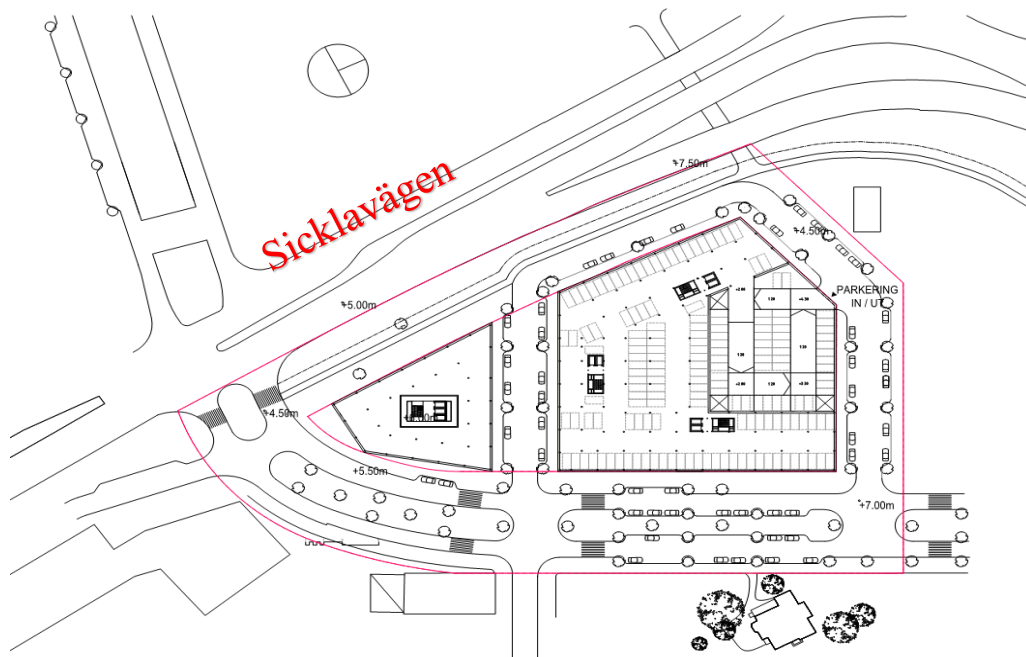
Aktuellt planområde omfattar fastigheten Sicklaön 346:1 och är beläget mellan Hammarby Sjöstad och Sickla köp kvarter, i västra delen av kvarteret Fanny Udde (se figur 2.1). Planområdet avgränsas av fastigheten Sicklaön 82:1 i norr, Uddvägen i söder och Sicklavägen i väst.



Figur 2.1 Aktuellt planområde

2.2 Planerad bebyggelse

Inom planområdet planerar fastighetsägaren ALAB att uppföra två nya byggnader för kontor och handel. Byggnadsytan planeras att utgöra ca 22 000 m² kontor och ca 4 000 m² handel. Avståndet mellan planerade byggnader och Sicklavägen är mellan 15-20 meter (se figur 2.2). Byggnaderna planeras att uppföras i 6 plan där bottenplanet ska utgöra handel och våningarna ovan kontor (se figur 2.3). I dagsläget finns det inom planområdet en drivmedelstation samt kontorsbyggnader med tillhörande parkering. En förutsättning för genomförande av aktuellt planförslag är att befintliga byggnader rivs.



Figur 2.2 Utformning av planområdet



Figur 2.3 Planerad utformning av byggnader inom planområdet

2.3 Omgivande planer/byggprojekt

I anslutning till aktuellt planområde pågår flera projekt och planprocesser.

- Danvikslösen är ett vilande planarbete, projektet har som syfte att möjliggöra utbyggnad av nya väg-och spårtrafikanläggningar längs gränsen mellan Nacka och Stockholm.
- Stockholms Länstrafik (SL) har planer på att förlänga Tvärbanan från Hammarby sjöstad österut, via Uddvägen och Nobelberget till Sickla station och Saltsjö-Järla. Projektet kan bland annat innebära att Uddvägen måste breddas. Förslaget presenterades av SL 2012 och mer information finns i ”Informations PM om Idéstudie – Kollektiv för Ostsektorn”.
- Öster om planområdet i Nobelberget planeras det för nya bostäder och på den s k Kinnarpsplanen, som utgör en del av fastigheten Sicklaön 83:32, planeras ett nytt huvudkontor för Akzo Nobel.

Pågående plan- och byggprojektering bedöms inte påverka aktuellt planområde när det gäller risker.

3 RISKINVENTERING

3.1 Allmänt

Riskinventeringen omfattar de riskobjekt (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Ämnen klassade som farligt gods är det som till stor del kan ge upphov till oväntade och plötsliga olyckshändelser och kunskap om dessa är därför viktigt i en riskanalys.

Farligt gods kan delas in i olika klasser för ämnen med liknande egenskaper. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser. I tabell 3.1 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.1 Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR/RID

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

I aktuellt projekts närhet har Södra länken och Värmdövägen, primära transportleder för farligt gods, och Sicklavägen, sekundär transportled för farligt gods, identifierats som riskkällor. Avståndet till Värmdövägen och Södra länken överstiger dock 150 meter och anses därför inte behöva analyseras vidare.

3.2 Sicklavägen

Sicklavägen passerar 15-20 meter från aktuellt planområde och går mellan Södra länken och Värmdöleden. Sicklavägen utgör en sekundär transportled för farligt gods och ingår även i Södra länkens omledningsvägnät. Det innebär att trafik från Södra länken till och från Nacka och Värmdö kommer att ledas om via Sicklavägen vid planerade eller oplanerade avstängningar. Sicklavägen har två filer i vardera riktningen och en skyltad hastighet på 50 km/h.

Enligt statistik från Vägverket är årsmedeldygnstrafiken på den aktuella vägsträckan ca 19 000 fordon per dygn summerat i båda körriktningar (enligt uppskattningar för år 2015) /7/. Andelen tung trafik utgör ca 8 % av det totala trafikflödet (enligt mätningar år 2000).

3.2.1 Verksamheter som kan generera transport av farligt gods

Det finns ingen statistik över transporter med farligt gods på Sicklavägen. Efter att bensinstationen som i nuläget finns inom planområdet flyttats finns heller inga verksamheter utmed den aktuella vägsträckan som kan ge upphov till transporter med farligt gods. I normala fall bedöms således antalet transporter med farligt gods i princip vara obefintligt förbi planområdet. Eftersom Sicklavägen ingår i omledningsvägnätet för Södra Länken kan dock transporter av farligt gods förekomma vid avstängning av Södra Länken (se även avsnitt 3.2.2).

I Hammarby Sjöstad finns några verksamheter som ger upphov till transporter med farligt gods på det lokala vägnätet. Dessa transporter kan eventuellt förekomma på aktuell del av Sicklavägen. Lokala verksamheter som ger upphov till transporter med farligt gods är bland annat Hammarbyverket (eldningsolja, gasolflaskor, ammoniak), SL:s planerade bussdepå inom kv Fredriksdal samt mindre verksamheter som verkstäder och liknande.

I en tidigare riskanalys/8/ har två verksamheter identifierats som genererar transport av farligt gods på aktuell del av Södra länken och som således även kan belasta Sicklavägen, Gustavsbergs porslinsfabrik (ca 100 gasoltransporter per år) och Bergs oljehamn (ca 23 360 transporter med brandfarliga vätskor per år).

3.2.2 Omledning av trafik från Södra länken

I en tidigare genomförd riskanalys för Hammarby Sjöstad /8/ har uppskattningar och bedömningar gjorts för omfattningen av trafikflödet på Hammarbyvägen till följd av omledningsnätet från Södra länken. Då statistiskt underlag för antal transporter med farligt gods på Sicklavägen inte identifierats har det antagits att uppskattade värden för Hammarbyvägen även är tillämpligt i denna analys.

Avstängningarna på Södra länken kan vara både akuta och planerade. Det anges i den tidigare analysen att akuta avstängningar i medel sker 17 gånger per år och att planerade avstängningar sker nattetid 16 gånger per år. Antalet transporter till följd av omledning av trafik från Södra Länken är troligtvis begränsad och omfattar då endast transporter till eller från Nacka och Värmdö. I den tidigare analysen antas mycket grovt att hälften av de transporter som trafikerar Nynäsvägen och dess anslutningar till och från Södra länken ska till, eller kommer från, verksamheter österut. Detta bedöms vara ett mycket konservativt antagande, dvs. valt för att vara ”på den säkra sidan” och därmed hantera eventuella osäkerheter. I ytterligare en annan riskanalys /9/ har uppskattningar gjorts över antalet farligt godstransporter på Sicklavägen per år bland annat till följd av avstängning av Södra länken. Resultatet av de båda uppskattningarna visas i tabell 3.2.

Det finns restriktioner när det gäller transporter med farligt gods på Södra Länken. Dessa restriktioner innebär att tunnelsystemet är klassat som en kategori B-tunnel

mellan 7-19, dvs. restriktioner mot ämnen som kan leda till stora explosioner, och en kategori A-tunnel, dvs. inga restriktioner, övriga tider /4/. Det innebär således att transporter som kan leda till stora explosioner inte passerar dagtid när den huvudsakliga verksamheten inom planområdet är aktuell.

Tabell 3.2 Uppskattat antal transporter med farligt gods per år på Hammarbyvägen och Sicklavägen p.g.a. omledning vid avstängning av Södra länken.

Klass	Kategori	Uppskattat antal transporter Hammarbyvägen /8/	Uppskattat antal transporter Sicklavägen /9/
1	Explosiva ämnen	1	0
2	Gaser	185	0
3	Brandfarliga vätskor	1309	300
4	Brandfarliga fasta ämnen etc.	14	0
5	Oxiderande ämnen / organiska peroxider	6	0
6	Giftiga ämnen	3	0
7	Radioaktiva ämnen	3	0
8	Frätande ämnen	77	0
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	138	0
Totalt		1736	300

3.2.3 Framtid

I och med omvandlingen av Hammarby Sjöstad från industriområde till stadsdel med en stor andel bostäder minskar antalet verksamheter som hanterar farliga ämnen inom området. Persontrafiken inom området kan dock komma att öka i och med omvandlingen av verksamhetsområden till bostadsområden.

Inom kv Fredriksdal planeras för en bussdepå. Drivmedel för bussarna kommer att vara biogas som levereras via ledning. Vid depån kommer även mindre mängder brandfarliga varor som spolarvätska, oljor m m att hanteras. Planer finns även på att bygga ut Hammarbyverket vilket också kan medföra ett ökat antal transporter. Bussdepån och utbyggnaden av Hammarbyverket bedöms inte ge ökad transport på Sicklavägen förbi planområdet.

4 INLEDANDE RISKANALYS

4.1 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är transport av farligt gods vid Sicklavägen som kan innebära olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet och som är relevanta att beakta vad gäller risknivån för området.

4.2 Uppskattning av riskernas omfattning

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

4.2.1 Olycka på Sicklavägen

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

Tabell 4.1 Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR/RID-klass.

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

Avståndet från planområdet till närmaste väggkant på Sicklavägen är ca 15 m meter. Utifrån beskrivningen i tabell 4.1 är det ämnen ur klass 1, 2, 3 och 5 som är relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för området. Detta då konsekvensen av de övriga klasserna är begränsade till det absoluta närområdet och inte bedöms innebära påverkan på aktuellt planområde.

4.3 Slutsats inledande analys

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

- Explosion med explosiva ämnen (klass 1)
- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
- Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosion (klass 5)

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

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

5 DETALJERAD RISKANALYS

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

5.1 Beräkning av olycksfrekvens och konsekvens

I tabell 5.1 redovisas resultatet av de frekvens- och konsekvensberäkningar som genomförts för de aktuella olycksscenarierna. Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B. Riskberäkningar redovisas i bilaga C.

Frekvensberäkningarna är utförda i enlighet med den metod som anges i *Farligt gods – Riskbedömning vid transport /5/*. Som underlag till beräkningarna när det gäller antalet transporter med farligt gods har värden från en tidigare riskanalys för området /8/ valts att användas (se tabell 3.2). Frekvensberäkningarna baseras på ett max av samtliga mätningar, se vidare i bilaga A. Frekvensberäkningarna är genomförda för dagens trafik.

Konsekvensberäkningar har genomförts genom att för respektive scenario bedöma inom vilka skadeområden som personer antas omkomma inomhus respektive utomhus. Utifrån skadeområde och persontäthet har antalet personer som kan omkomma vid händelsen bedömts, se vidare i Bilaga B. Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt godsklasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för respektive olycksrisk. För bedömning av skadeområden till följd av explosion har litteraturstudier använts och för scenarier med gasol har beräkningar genomförts med hjälp av simuleringsprogrammet *Gasol* som är utgivet av MSB /6/. Utsläpp av giftig gas har simulerats med hjälp av programmet *Spridning i luft* och strålningsberäkningar för utsläpp och antändning av brännbar vätska har utförts med handberäkningar.

Tabell 5.1. Sammanställning av beräknade frekvenser och konsekvensområde (se bilaga A och B).

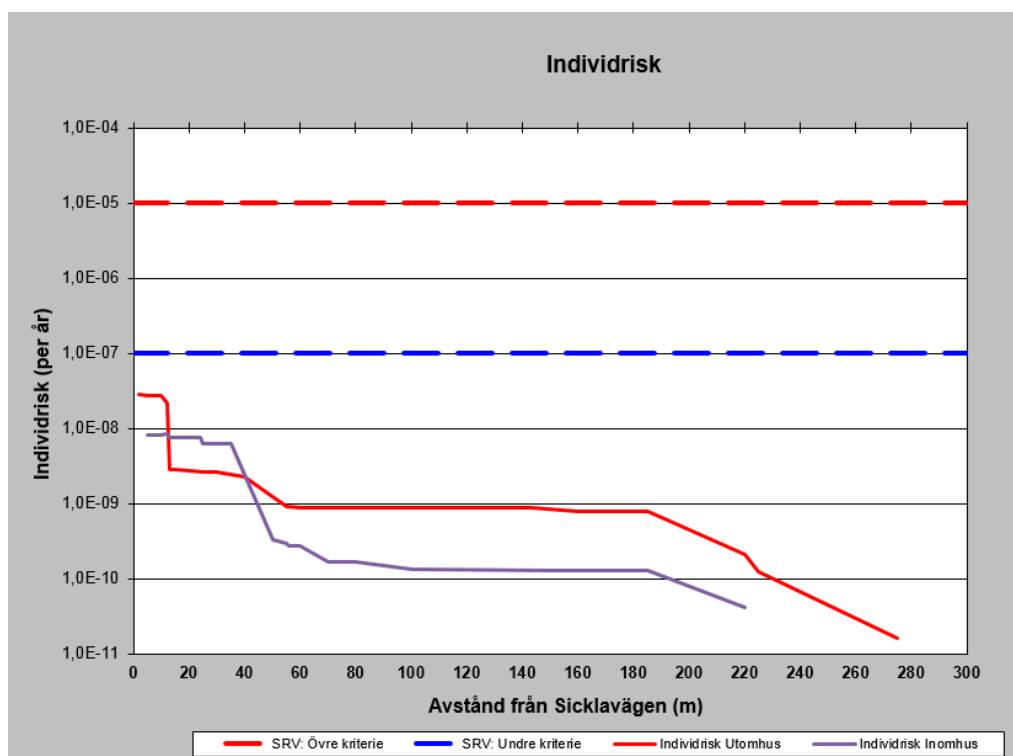
Scenario		Maximalt skadeavstånd (m)	Antal omkomna	Frekvens
Explosion	< 500 kg	Inne: 60 Ute: 20	8	$1,1 \times 10^{-8}$
	500-2 000 kg	Inne: 80 Ute: 25	411	$1,3 \times 10^{-9}$
	>2 000 kg	Inne: 90 Ute: 40	641	$6,6 \times 10^{-10}$
	Max 16 000 kg	Inne: 150 Ute: 60	1163	$4,0 \times 10^{-11}$
Jetflamma	Litet utsläpp	Inne: 5 Ute: 5	0	$3,8 \times 10^{-9}$
	Stort utsläpp	Inne: 56 Ute: 55	46	$4,0 \times 10^{-9}$
BLEVE		Inne: 220 Ute: 220	338	$1,3 \times 10^{-9}$
Gasmolnsexplosion	Litet utsläpp	Inne: 5 Ute: 5	0	$1,9 \times 10^{-8}$
	Stort utsläpp	Inne: 185 Ute: 185	188	$1,7 \times 10^{-8}$
Utsläpp av giftig gas	Litet utsläpp	Inne: 0 Ute: 20	0	$1,3 \times 10^{-8}$
	Stort utsläpp	Inne: 100 Ute: 275	35	$7,7 \times 10^{-9}$
Utsläpp brandfarlig vätska	Liten pölbrand	Inne: 12 Ute: 15	0	$5,6 \times 10^{-7}$
	Stor pölbrand	Inne: 35 Ute: 40	12	$1,7 \times 10^{-6}$
	Fordonsbrand Tankbil	Inne: 24 Ute: 30	5	$5,7 \times 10^{-7}$
Explosion efter utsläpp av oxiderande ämne		Inne: 90 Ute: 40	641	$5,3 \times 10^{-10}$

5.2 Beräkning av risk

5.2.1 Individrisk

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning. Ett konservativt antagande är att en olycka inträffar där avståndet till planområdet är som kortast (se figur B.1 i bilaga B). När det gäller skadeområden för de olika olycksscenarierna så understiger områdena för flera scenarier (t.ex. brand) den sträcka som studeras (ca 1 000 m). Detta innebär att även om olyckan sker mitt för det aktuella området behöver det inte drabba hela det aktuella området. För skadescenarier med stort skadeområde (exempelvis en större explosion eller BLEVE) är fallet det motsatta, personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför planområdet. För vissa av scenarierna med utsläpp och antändning av gasol förväntas inte heller skadeområdet bli cirkulärt vilket i sin tur innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För att ta hänsyn till detta har frekvensen reducerats, alternativt ökats, beroende på skadeområdets utbredning och spridningsvinkel.

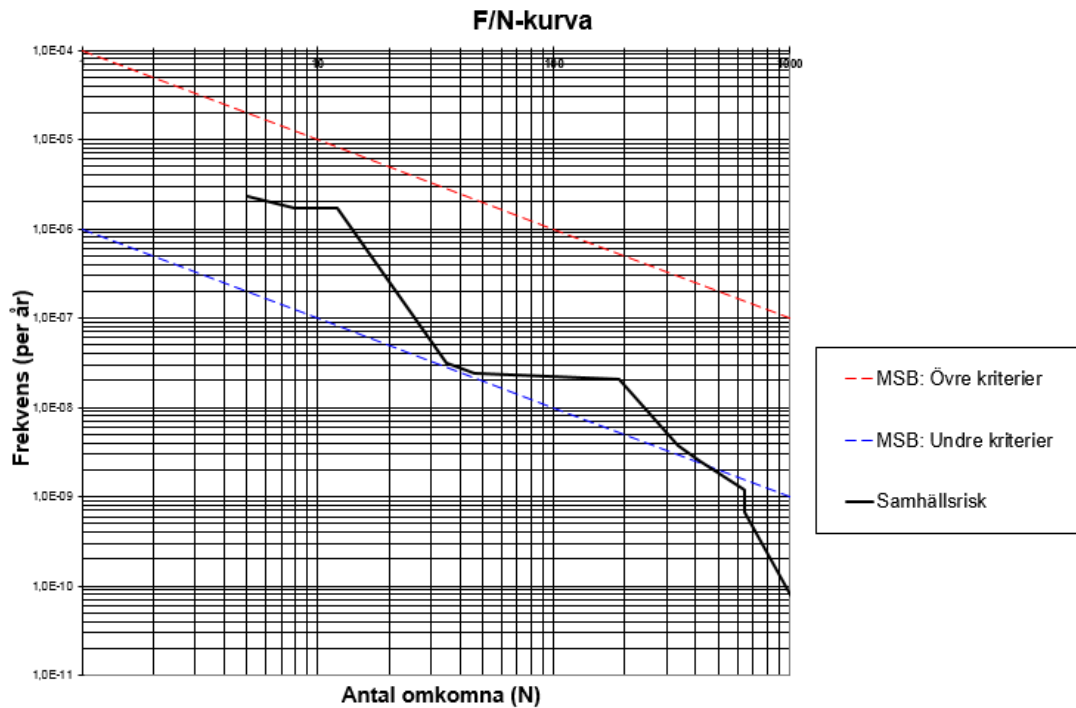
Underlag för beräkning av individrisk redovisas i bilaga C. Individrisken presenteras enligt tidigare dels för oskyddade personer utomhus och dels för personer inomhus (se figur 5.1).



Figur 5.1. Individrisk utmed Sicklavägen

5.2.2 Samhällsrisk

För att beräkna samhällsriskerna måste varje händelse enligt tabell 5.1 bedömas utifrån hur många personer som kan förväntas omkomma. Bedömningar och förutsättningar som beräkningen av samhällsrisk grundar sig på redovisas i Bilaga B. Vid beräkning av konsekvenserna förutsätts respektive olycka inträffa i sämsta möjliga läge. Beräkning av frekvens och gränskriterier är anpassade för sträckan 1 km. Nedan presenteras den beräknade samhällsriskerna i ett F/N-diagram.



Figur 5.2. Samhällsrisk för områden utmed Sicklavägen.

5.3 Värdering av risk

I Stockholms län används de kriterier för acceptans av risk som redovisas i tabell 5.2. Acceptanskriterierna avseende samhällsrisk gäller för en vägsträcka av 1 km.

Tabell 5.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk /7/.

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

Enligt tidigare så kommer de risker som bedömts kvantitativt i ovanstående avsnitt att jämföras mot det förslag på riskkriterier som MSB har tagit fram /7/ (se tabell 5.2). Kriterierna redovisas även i figur 5.1 och 5.2.

5.3.1 Individrisk

De använda värderingskriterierna (se tabell 5.2) redovisas även i riskprofilerna i figur 5.1. Området mellan den undre blå streckade linjen (10^{-7} per år) och den övre röda linjen (10^{-5} per år) är det som benämns ALARP.

Enligt figur 5.1 hamnar individrisknivån för personer **utomhus** och **inomhus** på en acceptabel nivå under ALARP-zonen längs hela vägsträckan.

Individrisknivån bedöms utifrån ovan vara så låg och riskreducerande åtgärder bedöms ej behövas vid ny bebyggelse, eller förändring av befintlig bebyggelse, inom planområdet.

5.3.2 Samhällsrisk

De använda värderingskriterierna (se tabell 5.2) redovisas även i riskprofilen som redovisas i figur 5.2. Enligt figur 5.2 hamnar delar av risknivån inom ALARP-zonen.

Figur 5.2 visar att det är händelser som drabbar få människor men som har en hög frekvens som har den högsta risknivån. Övriga händelser ligger i ALARP-zonens undre del eller inom området för en acceptabel nivå.

Det huvudsakliga bidraget till den höga risknivån inom planområdet består av riskbidraget från skadescenario stort utsläpp av brandfarlig vätska, fordonsbrand och olycka med explosivt ämne (<500kg). Det bedöms utifrån ovan att riskreducerande åtgärder ska vidtas vid ny bebyggelse, eller förändring av befintlig bebyggelse, inom planområdet.

Till detta ska tilläggas att ovan presenterade samhällsrisker inte ger en rättvis bild av risknivån då de kan vara överskattade. Samhällsriskerna baserar sig i frekvensberäkningar på en sträcka av 1 km och den sämsta placeringen av olyckan antas konsekvent. Detta medför att 100 % av olyckorna antas inträffa där de gör som mest skada. Redovisad samhällsrisk ska därför beaktas som konservativ.

6 HANTERING AV OSÄKERHETER

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

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

- *Trafikflöde förbi planområdet.*

Då inga aktuella mätningar av trafikflöde har påträffats finns osäkerhet i riskanalysen var gällande trafikflödet på Sicklavägen förbi planområdet. Beräkningarna i riskanalysen är grundade på uppskattade värden för år 2015 som är baserade på mätningar från år 2000. Persontrafiken inom området kan komma att öka i framtiden på grund av omvandlingen av verksamhetsområden till bostadsområden. Däremot minskar antalet verksamheter som hanterar farliga ämnen inom området och således antas ingen ökning av antal transporter med farligt gods. Använda värden anses därför ge en användbar riskbild även för framtida förhållanden.

- *Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet.*

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i antalet transporter av farligt gods på Sicklavägen. Indata är baserad på en tidigare riskanalys där uppskattningar och bedömningar gjorts för att erhålla värden för antal transporter med farligt gods. Osäkerheten är stor både vad gäller antal transporter och transporterade ämnen då den statistik som används bygger på kartläggningar från begränsade perioder. En grov bedömning är att använda värden på antal transporter med farligt gods överstiger det antal transporter som faktiskt förkommer på aktuell vägsträcka varje år. Använda värden har troligen gett en överskattning av risknivån. Ämnen som kan leda till stora explosioner får inte köra i Södra Länken dagtid vilket innebär att sådana transporter inte heller kan komma att ledas om via Sicklavägen dagtid när det pågår verksamhet i de planerade kontorsbyggnaderna inom planområdet.

- *Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder.*

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

7 ÅTGÄRDER

7.1 Allmänt

Enligt den detaljerade analysen bedöms risknivån med avseende på samhällsrisk för det aktuella planområdet vara inom ALARP-området och riskreducerande åtgärder ska beaktas vid exploatering. Risknivån innebär att åtgärder som syftar till att reducera risker förknippade med transporter av farligt gods enbart ska vidtas i den mån som de bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv. Åtgärdernas kostnader ska med andra ord ställas i jämförelse med deras riskreducerande effekt.

Det kan konstateras att det är olycka med brännbar vätska och explosivt ämne som innebär det största bidraget till risknivån inom planområdet. Detta innebär att de åtgärder som ska vidtas, framförallt ska syfta till att reducera risken förknippad med dessa händelser.

Med utgångspunkt från ovanstående resonemang så redovisas i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den detaljerade riskanalysen. Observera att åtgärder som föreslås generellt är konsekvensreducerande åtgärder, vilket beror på att frekvensreducerande åtgärder främst är förknippade med riskkällan och är därför svåra att påverka inom ramarna för planprojektet.

7.1.1 Diskussion kring rimlighet

Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror dels på i vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt /5/ bör risker inom de övre delarna av ALARP enbart tolereras om det bedöms vara praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. För risker i de lägre delarna av ALARP bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder ska dock fortfarande beaktas. I de flesta fall anses risknivån vara acceptabel även om den hamnar inom ALARP-området, förutsatt att de åtgärder som bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv vidtas.

För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver man dessutom beakta begreppet tolerabel risk. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten. Detta beror på att bedömningen av huruvida risknivån är acceptabel eller inte varierar något mellan olika verksamheter. Den undre av kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) på den totala risknivån ska vara låg. Detta gäller normalt för t.ex. bostäder, hotell och svårutrymda lokaler (sjukhus, samlingslokaler och skolor etc.) samt personintensiva verksamheter. Jämfört med dessa typer av verksamheter bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för exempelvis kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter. Detta beror huvudsakligen på att personer är vakna i dessa verksamheter, samt att dessa verksamheter normalt endast är befolkade dagtid.

Med utgångspunkt från ovanstående resonemang så redovisas i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den detaljerade riskanalysen.

7.1.2 Placering av verksamheter

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se tabell 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter.

Den föreslagna bebyggelsestrukturen enligt planerad plan (se figur 2.2) innebär att den nya bebyggelsen huvudsakligen inte klarar av de riktvärden som Länsstyrelsen rekommenderar. Som närmst ligger de planerade kontorsbyggnaderna 15 meter från Sicklavägen. Det bedöms vara möjligt att göra avsteg från Länsstyrelsens rekommendationer om riskreducerande åtgärder vidtas.

För obebyggda områden utmed Sicklavägen behöver hänsyn tas till den höga risknivån. Områden utomhus närmast Sicklavägen bör utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Detta innebär att området inte ska innehålla faciliteter som medför att personer kommer att befinna sig i området under en längre tid, som t.ex. uteserveringar, lekplatser eller parkbänkar. Däremot kan utrymmena innehålla exempelvis parkeringsplatser, lastkajer samt gång- och cykelvägar.

7.1.3 Skydd mot explosion

För explosioner där konsekvenserna kan bli stora på stora avstånd kan effekten mildras genom att byggnaderna konstrueras med hänsyn till höga tryck. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på seghet/deformationsförmåga i stommen samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen.

Ytterligare en säkerhetshöjande åtgärd är att fönster förses med härdat och laminerat glas alternativt trycktåligt glas. Detta förhindrar att människor innanför fönster skadas till följd av att glas trycks in i byggnaden till följd av tryckvågen.

Åtgärden innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader. Med hänsyn till detta samt att antalet transporter med explosivämnen på vägen är mycket begränsat och inte heller ska kunna förekomma dagtid när det är verksamhet i de planerade kontorsbyggnaderna bedöms inte åtgärden vara motiverad för aktuell bebyggelse.

7.1.4 Skydd mot brandspridning

Inom ett avstånd av 25 meter från Sicklavägen bör fasader på byggnader som vetter mot vägen utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma (uppskattningsvis minst 30 minuter). Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

Åtgärden är relativt enkel när det gäller byggnadens fasad. Brandklassade fönster får inte vara öppningsbara (då förlorar de sitt skydd). Brandklassat glas är relativt dyrt ca 5 000 kr/m² /8/.

7.1.5 Utrymningsvägar

Utrymningsstrategin för nya byggnader nära vägen ska utformas med beaktande av möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på Sicklavägen.

Ovanstående innebär att bostäder, publika lokaler och lokaler nära vägen ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från vägen. Denna bör utgöra huvudentré eftersom människor vid en utrymningssituation ofta väljer den väg de kom in i byggnaden.

7.2 Förslag till åtgärder

Utifrån avsnitt 7.1 har det identifierats ett antal olika åtgärder som behöver vidtas för att säkerställa en acceptabel risknivå vid ny bebyggelse inom Sicklaön 346:1.

Det föreslås att följande åtgärder utformas som planbestämmelser till aktuell detaljplan med hänsyn till risken som förknippas med trafiken Sicklavägen.

- Obebyggda områden utomhus inom 25 meter från Sicklavägen ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Utrymning från byggnader ska vara möjlig i riktning bort från Sicklavägen.
- För att förhindra brandspridning till de nya kontorsbyggnaderna ska fasader (väggar och fönster) mot inom 25 meter från Sicklavägen utföras så att risken för brandspridning in i byggnaden begränsas under den tid det tar för personer att utrymma utsatta byggnadsdelar eller att nå säker plats.

8 SLUTSATSER

Den planerade nya detaljplanen för planområdet Sicklaön 346:1 i Nacka innebär en förändrad riskbild avseende ny bebyggelse med hänsyn till olycksrisker förknippade med närliggande Sicklavägen.

Bebyggelsestrukturen inom planområdet innebär att risknivån förknippad med trafiken på Sicklavägen är förhöjd och på en sådan nivå att säkerhetshöjande åtgärder ska beaktas vid ny bebyggelse.

Med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Hammarby Farbiksväg ska följande åtgärder vidtas vid ny bebyggelse inom det aktuella planområdet:

- Obebyggda områden utomhus inom 25 meter från Sicklavägen ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Utrymning från byggnader ska vara möjlig i riktning bort från Sicklavägen.
- För att förhindra brandspridning till de nya kontorsbyggnaderna ska fasader (väggar och fönster) mot inom 25 meter från Sicklavägen utföras så att risken för brandspridning in i byggnaden begränsas under den tid det tar för personer att utrymma utsatta byggnadsdelar eller att nå säker plats.

9 REFERENSER

- /1/ Riskhantering i Detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, september 2006
- /2/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01
- /3/ Riskhänsyn vid planläggning av bebyggelse – människors säkerhet intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2012:xx, Remissutgåva
- /4/ Länsstyrelsen i Stockholms län lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods i vägtunnlar (kategorisering) Stockholms län, 01 FS 2010:46, 17 februari 2010
- /5/ Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg, Räddningsverket 1996
- /6/ Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps informationsbank, RIB Xm, 2009
- /7/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997
- /8/ Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner, vägledningsrapport, Räddningsverket, Boverket, 2006
- /7/ Trafikplats Lugnet samt Hammarby Fabriksväg –Förstudie Samrådsunderlag, Vägverket, 2004
- /8/ Inledande riskanalys fastigheterna Påsen 7-10 och Godsvagnen 10, Hammarby Sjöstad - avseende transporter med farligt gods på Hammarbyvägen, Brandskyddslaget, 2012
- /9/ Riskanalys för detaljplan för del av Sicklaön 83:32 m fl. i Nacka kommun, Brandskyddslaget, 2005

Sicklaön 346:1

BILAGA A

FREKVENSBERÄKNINGAR

A.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet Sicklaön 346:1.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande transportleden för farligt gods, Sicklavägen:

- Scenario 1. Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
- Scenario 2. Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - 2.1. Utsläpp med direkt antändning (jetflamma)
 - 2.2. Utsläpp med fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)
 - 2.3. Långvarig brandpåverkan på oskyddad gastank (BLEVE)
- Scenario 3. Utsläpp av giftig gas (klass 2.1)
- Scenario 4. Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
- Scenario 5. Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

A.2 INDATA

A.2.1 Allmänt – Sicklavägen

Planområdet angränsar mot Sicklavägen längs ca 180 meter. Frekvensberäkningar utförs dock för en sträcka av 1 km då de riskkriterier som används är avsedda för en sträcka av 1 km. På den aktuella sträckan utgörs vägen av två körfält i båda riktningarna samt en avfartsramp i norrgående riktning. Tillåten maxhastighet på vägen är 50 km/h.

Som underlag till beräkningar görs förenklingar. All godstrafik antas gå på körfältet närmast planområdet, vilket innebär ett mycket konservativt angreppssätt när det gäller olyckor med små konsekvensområden men inte påverkar riskbilden i någon större utsträckning för olyckor med större konsekvensområden. Avståndet till det körfält som studeras är som minst 15 meter mellan byggnad och väg.

A.2.2 Trafik

Enligt statistik från Vägverket är årsmedeldygnstrafiken på den aktuella vägsträckan ca 19 000 fordon per dygn summerat i båda körriktningar (enligt uppskattningar för år 2015) /1/. Andelen tung trafik utgör ca 8 % av det totala trafikflödet (enligt mätningar år 2000).

/1/ Trafikplats Lugnet samt Sicklavägen – Förstudie Samrådsunderlag, Vägverket, 2004

A.2.2.1 Transport av farligt gods

Sicklavägen utgör en rekommenderad sekundär transportled för farligt gods och vägen ingår i omledningsnätet för Södra länken. Information om antal transporter av respektive farligt godsklass har erhållits från uppskattningar i en tidigare riskanalys för närliggande område:

- Inledande riskanalys fastigheterna Påsen 7-10 och Godsvagnen 10, Hammarby Sjöstad - avseende transporter med farligt gods på Hammarbyvägen, Brandskyddslaget, 2012

I tabell A.1 redovisas uppskattat antalet transporter.

Tabell A.1. Uppmått antal transporter med, farligt gods per år på Sicklavägen utifrån uppskattningar från 2012

Klass	Kategori	Antal transporter
1	Explosiva ämnen	1
2	Gaser	185
3	Brandfarliga vätskor	1309
4	Brandfarliga fasta ämnen etc.	14
5	Oxiderande ämnen / organiska peroxider	6
6	Giftiga ämnen	3
7	Radioaktiva ämnen	3
8	Frätande ämnen	77
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	138
Totalt		1736

A.3 BERÄKNINGAR TRAFIKOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på Sicklavägen utmed den sträcka där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i Räddningsverkets rapport ”Farligt gods – riskbedömning vid transport” /2/.

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

- Antal fordonkm – aktuell sträcka x antal fordon
- Vägstandard
- Hastighetsbegränsning

A.3.1 Trafikolycka

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på den aktuella vägsträckan används schablon-olyckskvot för aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning vilket ger en olyckskvot på 1,2 trafikolyckor per 10^6 fordonskilometer /2/.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor}(O) = \text{Olyckskvot} \times \text{Totalt trafikarbete} \times 10^{-6}$$

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 365 \text{ dygn} \times \text{Årsmedeldygnstrafik} \times \text{Aktuell vägsträcka}$$

Utifrån ovanstående indata beräknas antalet förväntade fordonsolyckor till:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 365 \times 19000 \times 1 = 6935000 \text{ fordonskilometer / år}$$

$$O = 1,2 \times 6935000 \times 10^{-6} = 8,3 \text{ olyckor / år}$$

A.3.2 Fordonsbrand

En fordonsbrand kan antingen uppstå till följd av en trafikolycka eller till följd av fordonsfel. Det statistiska underlag som ska användas för beräkning av frekvensen för fordonsbrand går dock inte att dela upp avseende dessa två scenarier. Detta beror på underlaget utgör antalet fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor och huruvida trafikolyckan startade som en fordonsbrand eller om branden uppkom till följd av trafikolyckan går ej att urskilja.

/2/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /3/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /4/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personsador inte utgör samtliga de olyckor som kan leda till fordonsbrand.

A.3.3 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation:

$$\text{Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor} = O_{FaGo} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$$

där

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon)

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen (antaget 15 % för aktuell vägsträcka /4/)

Vid uppskattning av frekvensen för farligt godsolycka används en sammanställning av ovan angivna statistiska underlag.

I tabell A.2 redovisas den förväntade frekvensen för trafikolycka med farligt gods. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godstransport är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass (se tabell A.1). Enligt tidigare kommer dock de fortsatta beräkningarna att avgränsas till olyckor förknippade med transporter av ämnen ur klass 1, 2, 3 och 5.

Det kommer utföras frekvensberäkningarna på litet, medelstort och stort utsläpp av gaser samt brännbara vätskor. Frekvensen för medelstort utsläpp kommer sedan att summeras till stort läckage då konsekvens- och riskbedömningar endast utförts på litet och stort utsläpp. Detta medför att frekvensen för stort utsläpp blir överskattad men att den totala riskbedömningen kommer baseras på värsta tänkbara scenario.

/3/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/4/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

Tabell A.2. Sammanställning frekvensberäkningar trafikolycka med farligt gods beroende på indata. Procentsats i raden totalt utgör andelen transporter skyltade med farligt godstransporter i förhållande till det totala trafikflödet. Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godstransporter.

Scenario	Trafikolycka med farligt godstransport (per år)	
Totalt	0,025%	3,9E-03
klass 1	0,1%	2,2E-06
Klass 2	10,7%	4,1E-04
klass 3	75,4%	2,9E-03
klass 4	0,8%	3,1E-05
klass 5	0,3%	1,3E-05
klass 6	0,2%	6,7E-06
klass 7	0,2%	6,7E-06
klass 8	4,4%	1,7E-04
klass 9	7,9%	3,1E-04

A.3.3.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt ADR-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /5/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

Konsekvenserna av en massexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Enligt ADR-S är det tillåtet att transportera massexplosiva ämnen i så stora mängder som 16 ton vid transporter i EX/III-fordon. Hur stor andel av transportererna som faktiskt rymmer så mycket är dock oklart.

Enligt uppgifter från Räddningsverket utgörs ca 80-90 % av transporter med explosivämnen av ämnen ur klass 1.1. Klass 1.3 och 1.4 står för ca 5-10 % och övriga klasser transporteras i stort sett inte alls. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter rymmer klass 1.1.

/5/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2011:1, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2011

Utifrån uppgifter som erhållits i en kartläggning som utförts i projektet Norra Stationsområdet /6/ har följande fördelning antagits mellan olika transportmängder:

< 500 kg/transport:	ca 85 %
500 – 2 000 kg /transport:	ca 10 %
> 2 000 kg / transport:	ca 5 %
16 000 kg / transport:	ca 0,3 %

En detonation kan uppstå antingen till följd av att starka påkänningarna på lasten till följd av själva trafikolyckan eller till följd av en brand som sprids till lasten. Ämnen ur riskgrupp 1.1 får enbart transporteras i fordon som uppfyller krav för s.k. EX/II- eller EX/III-fordon, vilket innebär krav på utförandet av elektronik, bromsar och förebyggande åtgärder mot brandrisker. Detta syftar till att reducera sannolikheten för trafikolycka som kan leda till stora påkänningar eller brandspridning till lasten vid t.ex. en motorbrand. Det finns även regler för förpackning etc., vilket innebär att sannolikheten för att en trafikolycka ska leda till omfattande skador på det transporterade godset p.g.a. påkänningar bedöms vara mycket låg.

Sannolikheten för att fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna uppskattas enligt tidigare till ca 0,4 %. Krav på utförandet av EX/II- och EX/III-fordon (se ovan) innebär att sannolikheten för brandspridning till det explosiva ämnet bedöms vara låg. Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexplosion) till följd av fordonsbrand som sprider sig till lasten uppskattas grovt till 50 %.

Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexplosion) till följd av stora påkänningar vid trafikolycka uppskattas vara mycket låg. Det finns idag ingen känd forskning kring hur stor kraft som behövs för att initiera detonation av det fraktade godset vid en trafikolycka. Med hänsyn till kraven på transportfordon för explosivämnen som bl.a. avser utformning som innebär att energin vid en kollision ska tas upp av olika energiabsorberande zoner så bedöms sannolikheten för att en trafikolycka innebär så omfattande krafter på lasten att det leder till detonation inte vara större än sannolikheten för att ett fordon börjar brinna vid en trafikolycka, d.v.s. 0,4 %.

/6/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunnling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

Figur A.1 visas ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Frekvensen för massexplosion beräknas enligt ekvationen som följer. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.3 för respektive indata.

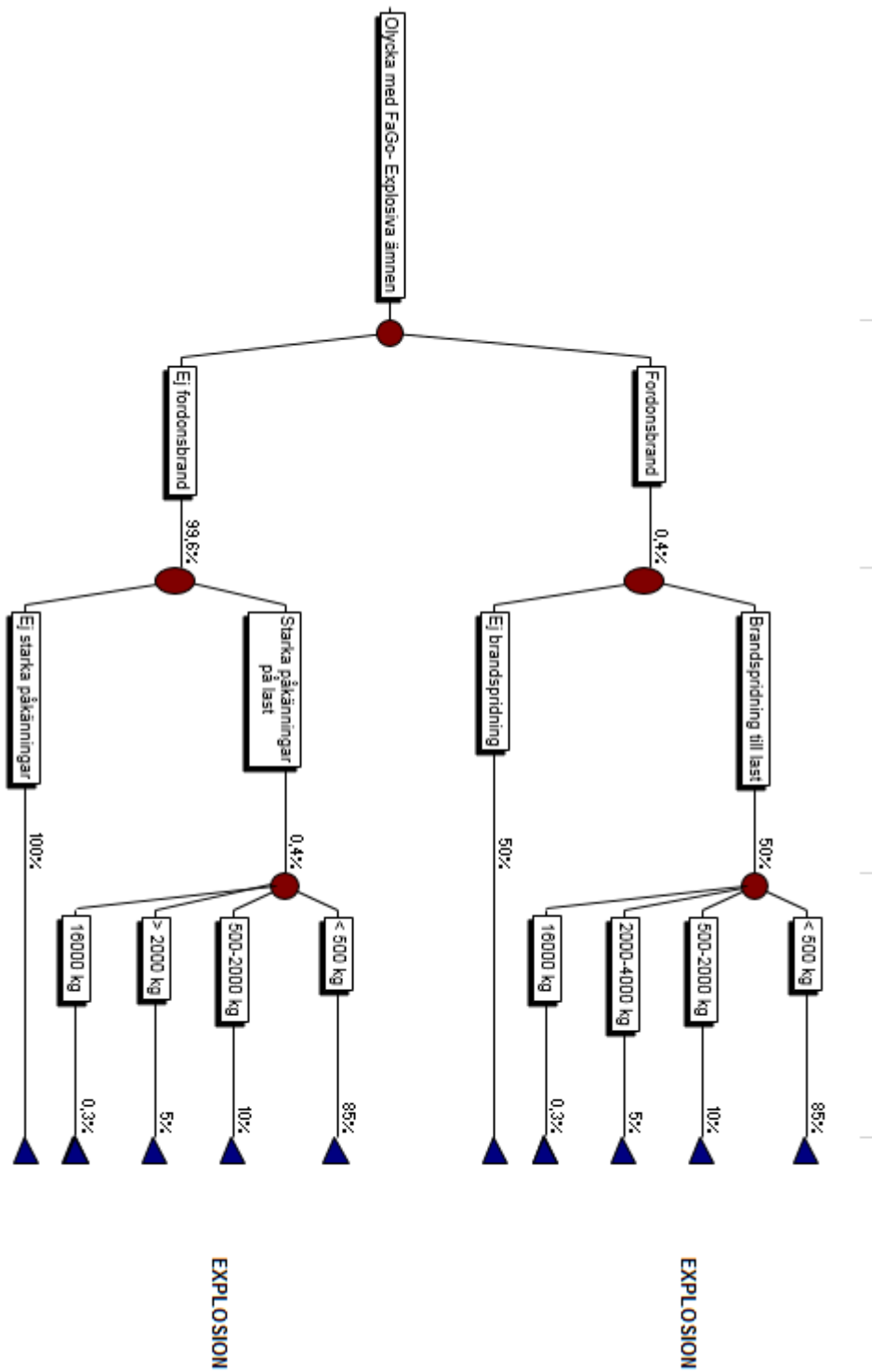
$$f_{\text{explosion}} = f_{\text{klass1}} \times P_{\text{Riskgrupp1.1}} \times (P_{\text{fordonsbrand}} \times P_{\text{spridning till last}} + P_{\text{storpåkänninga}}) \quad \text{Ekvation A.1}$$

där:

$f_{\text{explosion}}$	Frekvens för massexplosion [per år].
$F_{\text{Klass 1}}$	Frekvens för trafikolycka med lastbil rymmandes klass 1, enligt tabell A.2 [per år].
$P_{\text{Riskgrupp 1.1}}$	Andel av den totala mängden av ämnen i ADR-klass 1 som utgörs av ämnen i riskgrupp 1.1. 10 % enligt ovan.
$P_{\text{stora påkänningar}}$	Sannolikhet för att trafikolyckan innebär så stora påkänningar på lasten att de orsakar detonation, 10 % enligt ovan.
$F_{\text{fordonsbrand klass 1.1}}$	Sannolikheten för fordonsbrand. Ca 0,4 % enligt ovan.
$P_{\text{Spridning till last}}$	Sannolikhet för att fordonsbrand sprider sig till lasten och orsakar detonation, 10 % enligt ovan.

Tabell A.3. Beräknade frekvens för olika scenarier vid transport av ämne ur riskgrupp 1.1 beroende på indata.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	2,2E-06
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)	
< 500 kg	1,1E-08
- P.g.a. fordonsbrand	3,8E-09
- P.g.a. starka påkänningar	7,5E-09
500-2000 kg	1,3E-09
- P.g.a. fordonsbrand	4,4E-10
- P.g.a. starka påkänningar	8,8E-10
2000-4000 kg	6,6E-10
- P.g.a. fordonsbrand	2,2E-10
- P.g.a. starka påkänningar	4,4E-10
16000 kg	4,0E-11
- P.g.a. fordonsbrand	1,3E-11
- P.g.a. starka påkänningar	2,7E-11



Figur A.1. Händelseträd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

A.3.3.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

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

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

I det underlag som har funnits tillgängligt vid genomförande av denna analys har det ej specificerats andelen av respektive undergrupp. Det har inte identifierats någon mottagare eller avsändare för giftig gas som ger upphov till denna typ av transporter på vägen, dock kan det inte uteslutas att enstaka transporter av giftiga gaser sker. Det antas att 80 % av alla transporter innehållande gaser utgörs av klass 2.2, 15 % klass 2.1 och 5 % av klass 2.3.

Det antas grovt att samtliga gastransporter på den aktuella vägsträckan utgörs av tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 3% (Index för farligt godsolyckor) /7/. Gaser transporteras dock i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /7/. Sannolikheten för läckage av gas blir då $3\% \cdot 1/30 = 0,1\%$.

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

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

/7/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för antändning (direkt och fördröjd). Fördelningen mellan olika utsläppsstorlekar samt efterföljande sannolikheten för antändning anges i tabell A.4 /8/. Fördelningen avser även utsläpp av giftiga gaser.

Tabell A.4. Sannolikhet för olika utsläppsstorlekar och sannolikhet för antändning vid transport i tankbil.

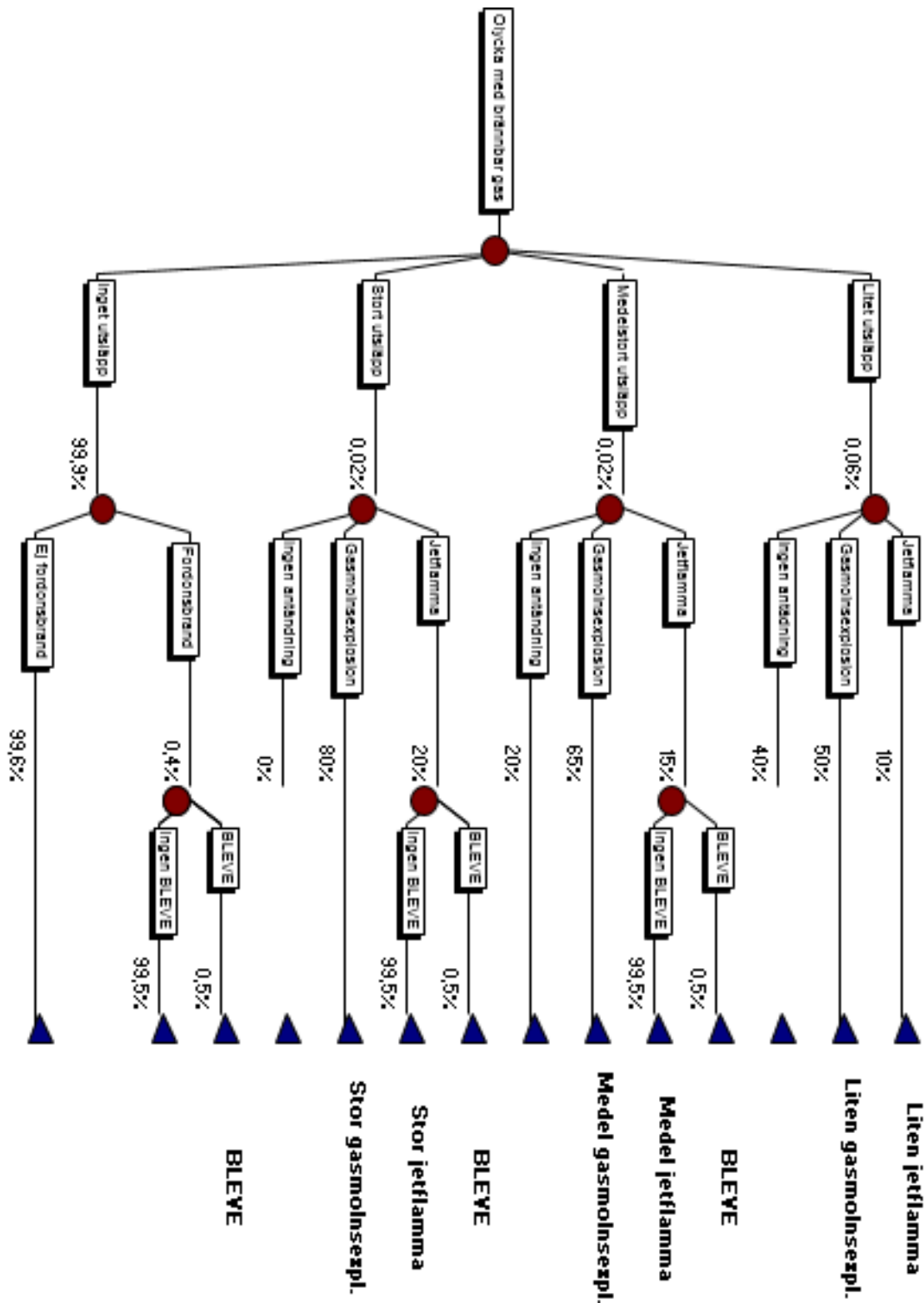
Utsläppsstorlek	Sannolikhet	Antändning		
		Direkt	Fördröjd	Ingen
Litet (0,09 kg/s)	62,5 %	10 %	50 %	40 %
Medelstort (0,9 kg/s)	20,8 %	15 %	65 %	20 %
Stort (17,8 kg/s)	16,7 %	20 %	80 %	0 %

En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

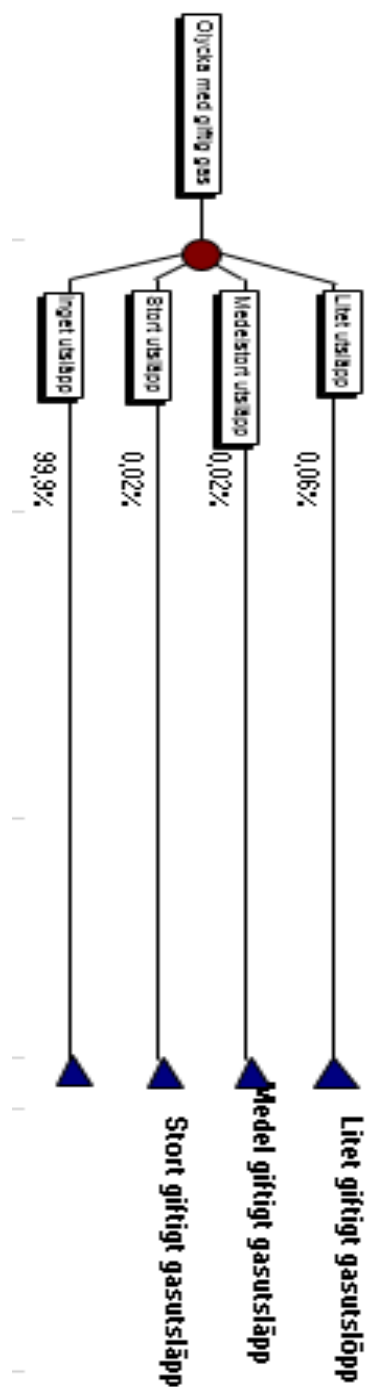
Vid gasmolnsexplosion samt utsläpp av **giftig gas** kan vindriktning och vindstyrkan påverka konsekvensområdets storlek. I konsekvensberäkningarna som redovisas i bilaga B kommer dock dessa att studeras konservativt, d.v.s. värsta tänkbara vindstyrka, varför denna faktor ej beaktas i frekvensberäkningarna.

Figur A.2 och A.3 redovisas händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara respektive giftiga gaser. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.5.

/8/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996



Figur A.2. Händelsetråd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av gaser (klass 2) beroende på indata.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med gas (klass 2)	4,1E-04
Klass 2.1 15%	6,2E-05
Liten jetflamma	3,8E-09
Liten gasmolnsexplosion	1,9E-08
Medelstor jetflamma	1,9E-09
Medelstor gasmolnsexplosion	8,3E-09
Stor jetflamma	2,0E-09
Stor gasmolnsexplosion	8,2E-09
BLEVE	1,3E-09
jetflamma riktad mot oskadad tank	2,0E-11
fordonsbrand under oskadad tank	1,2E-09
Klass 2.3 5%	2,1E-05
Litet utsläpp giftig gas	1,3E-08
Medelstort utsläpp giftig gas	4,3E-09
Stort utsläpp giftig gas	3,4E-09

A.3.3.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

Utifrån vätskornas flampunkt så kan denna farligt godsklass delas in i olika underklasser. Flampunkten utgör den lägsta temperatur där vätskan avger så mycket brännbara ångor/gaser så att det kan antända. Underklasserna är alltså förknippade med hur lättantändliga vätskorna är. Klass 1-vätskor har t.ex. en flampunkt som understiger 21°C, vilket innebär att dessa avger så mycket ångor redan vid normala omgivningstemperaturer att de går att antända direkt med relativt begränsad energitillförsel (t.ex. cigarett, gnista). Till denna underklass hör bl.a. bensen, etanol etc. Övriga klasser (klass 2a, 2b och 3) är uppdelade i olika flampunktsintervall mellan 21-100°C och omfattar vätskor som däremot kräver viss uppvärmning innan de går att antända eftersom de inte avger tillräckligt mycket brännbara ångor vid normala omgivningstemperaturer. Detta innebär att dessa vätskor är betydligt mer svårantändliga. Till dessa underklasser hör bl.a. diesel, fotogen och eldningsolja.

En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensen och diesel till bl.a. bensinstationer. Bensen utgör ca 85 % av petroleumprodukterna som säljs på bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 3 % /9/. Det uppskattas att en stor andel av transportererna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /9/.

/9/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Sannolikheten för att bensin och liknande vätskor (klass 1-vätskor) antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /9, 10/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt avsnitt A.3.2 uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR /11/ anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Figur A.4 redovisas ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.6.

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska (klass 3) beroende på indata.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	2,9E-03
Klass 1-vätska 85%	2,5E-03
Liten pölbrand	5,6E-07
Medelstor pölbrand	5,6E-07
Stor pölbrand	1,1E-06
Tankbilsbrand	4,8E-07
Klass 2- och 3-vätska 15%	4,4E-04
Tankbilsbrand	8,7E-08

/10/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

/11/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2011:1, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2011

A.3.3.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända och enbart en begränsad andel kan leda till explosionsartade brandförlopp vid blandning med brännbart material.

De ämnen inom klass 5 som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ammoniumnitrater, ej stabiliserade väteperoxider, vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. T.ex. vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion.

Det antas att 90 % av ämnena i klass 5 utgörs av klass 5.1 och 10 % av klass 5.2.

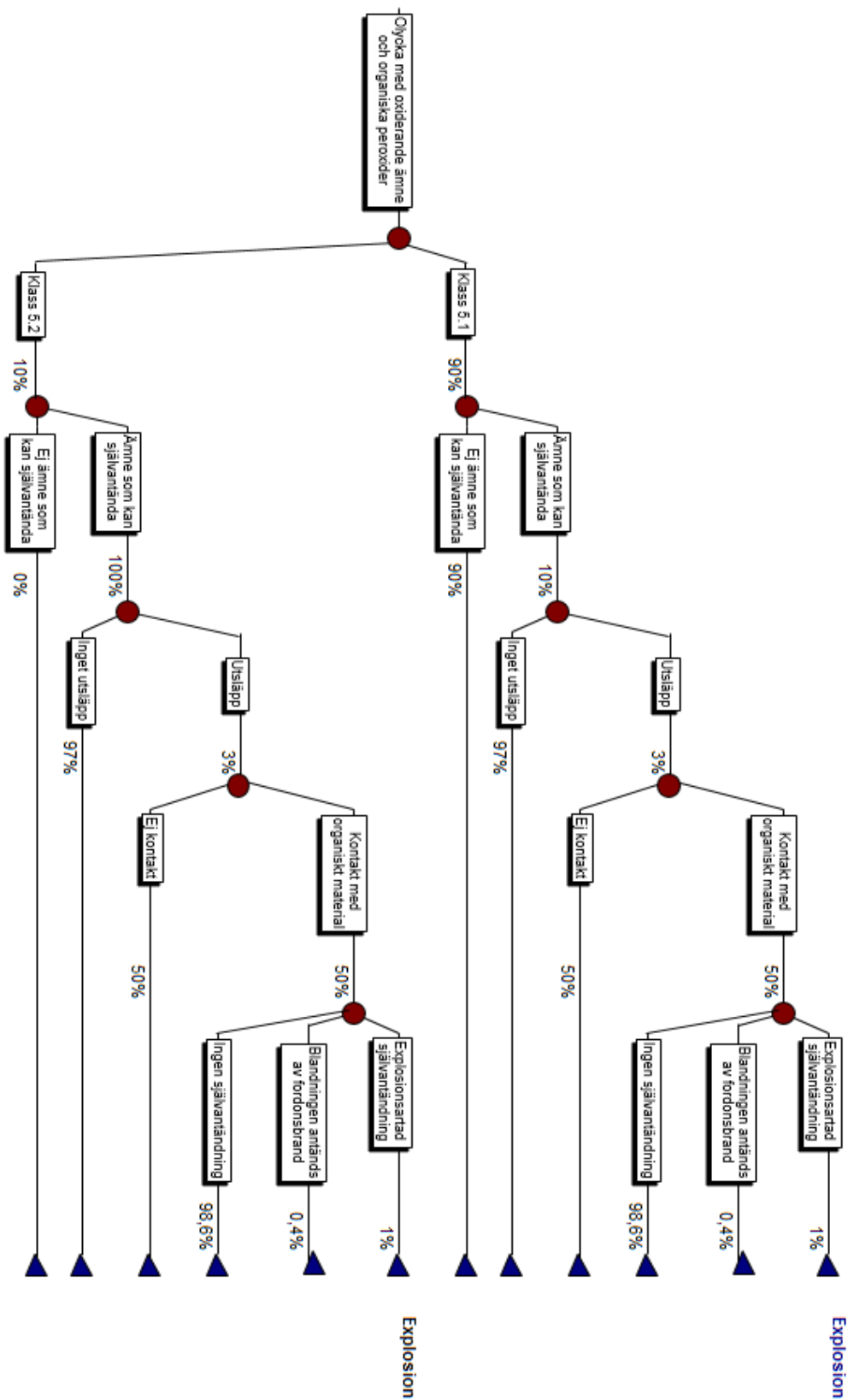
Enligt ADR är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg /12/. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolekvivalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Utifrån detta så bedöms andelen av transporter av ämnen ur klass 5 på den aktuella vägsträckan som rymmer ämnen som kan självantända explosionsartat vid utsläpp vara mycket begränsad. Det antas grovt att 10 % av antalet transporter med ämnen ur klass 5.1 utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Motsvarande för klass 5.2 antas grovt vara 100 %.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 3 % /13/. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Figur A.5 redovisas ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.7.

/12/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2011:1, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2011

/13/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996



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

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

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	1,3E-05
Klass 5.1 90 %	
Explosionsartat brandförlopp	2,5E-10
P.g.a. självantändning	1,8E-10
P.g.a. fordonsbrand	7,2E-11
Klass 5.2 10 %	
Explosionsartat brandförlopp	2,8E-10
P.g.a. självantändning	2,0E-10
P.g.a. fordonsbrand	8,0E-11

Sicklaön 346:1

BILAGA B

KONSEKVENSBERÄKNINGAR

B.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet Sicklaön 346:1. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med angränsande Sicklavägen:

- Scenario 1. Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
- Scenario 2. Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - 2.1. Utsläpp med direkt antändning (jetflamma)
 - 2.2. Utsläpp med fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)
 - 2.3. Långvarig brandpåverkan på oskyddad gastank (BLEVE)
- Scenario 3 Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Scenario 4. Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
- Scenario 5. Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

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

Konsekvenserna för skadescenarierna utsläpp av gaser och utsläpp av vätska har endast beräknats för litet och stort utsläpp.

I denna riskanalys används riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk*. För att kunna sammanställa individrisken krävs konsekvensberäkningar som redovisar det avstånd från riskkällan inom vilket personer kan omkomma till följd av respektive olycksrisk. För att kunna sammanställa samhällsrisknivån krävs beräkningar/bedömningar av antalet omkomna till följd av respektive olycksrisk.

B.1.1 Planerad bebyggelse

En olycka antas inträffa där den ger som störst skada för planområdet, dvs. mitt för planerade byggnader (se figur B.1).



Figur B.1. Placering av olycka med farligt gods i förhållande till planområdet

Följande förutsättningar har använts vid konsekvensberäkningarna för bebyggelsen inom planområdet:

- Avstånd mellan väg och närmast byggnadsdel är som minst 15 meter.
- Byggnadsyta inom planområdet planeras utgöra 22 000 m² kontor och 4 000 m² handel.
- I beräkningarna antas att hela byggnaden utgörs av en och samma verksamhet, kontor.
- Yta mellan väg och byggnad utgörs av en mindre väg med möjlighet till fordonsparkering. Omgivande ytor utgörs av kontor, industribyggnader och bostäder.

B.1.2 Persontäthet

När det gäller bebyggelse i omgivningen (se figur B.2) består den uppskattningsvis i huvudsak av bostadshus i fem till sex våningar samt av kontorsbyggnader i 4-5 plan. Med omgivning menas i det här sammanhanget ett område med en radie 200-300 meter från olycksplatsen, baserat på beräknade skadeområden.



Figur B.2. Planområdet inklusive omgivning

Det är ett antal faktorer som inverkar på beräkningarna av antalet omkomna, vilket i huvudsak omfattar hur stort antal personer som kan befinna sig inom skadeområdet för respektive olycksrisk. Följande förutsättningar och antaganden gäller för att bedöma antalet omkomna till följd av respektive olycksscenario:

- En förenkling jämfört med verkligheten görs när det gäller persontätheter inomhus och utomhus. Om beräkningarna ska spegla verkligheten bör bl.a. hänsyn tas till rusnings- trafik, dagtid och nattetid. Det innebär att frekvens och konsekvens måste beräknas för samtliga fall. Det innebär också ett stort antal antaganden. Det väljs därför att studera fallet med full beläggning i befintliga byggnader. Även när det gäller områden utomhus räknas det med ett medelvärde, dvs. ingen hänsyn tas till olika tider på dygnet eller olika veckodagar.
- Verksamhet i bebyggelse i omgivningen består i huvudsak av bostäder samt kontorsbyggnader. Det antas att omgivningen består till 2/3 av bostäder och 1/3 av kontor.
- Persontätheten utomhus för samtliga ytor sätts till 50 personer/hektar /1/ (0,005 personer/m²).
- Persontäthet inomhus sätts generellt till 1 person/40 m² (0,025 personer/m²) i bostäder och 1 person/20 m² (0,05 personer/m²) i kontor.

/1/ Antagande som ofta används i riskanalyser. Siffran för persontäthet utomhus kan vara underskattad för de tider då det är rusningstrafik. Övriga tider är det gissningsvis betydligt färre personer per hektar

B.2 BERÄKNINGAR SKADEAVSTÅND/-OMRÅDEN

B.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Enligt bilaga A begränsas den detaljerade riskanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom utredningsområdet.

Konsekvensberäkningarna kommer att omfatta fyra olika skadescenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

- 500 kg (transporter med < 500 kg)
- 2000 kg (transporter med 500-2000 kg)
- 4000 kg (transporter med > 2000 kg)
- 16000 kg (transporter med 16000 kg)

B.2.1.1 Bedömningskriterier

Vid en explosion i det fria kan personer omkomma antingen direkt av explosionens tryckuppbyggnad eller p.g.a. att de befinner sig i en byggnad som rasar.

En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går dock gränsen för dödliga skador vid /2/:

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

En byggnad klarar tryck sämre än en människa och byggnader kan vid en omfattande explosion raseras inom ett mycket stort område till följd av att de bärande konstruktionerna slås ut. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck (P_C) och impuls (I_C). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas /2/:

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

/2/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, September 1997

I tabell B.1 anges karakteristiska tryck (P_C) respektive impulstäthet (I_C) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /2/.

Tabell B.1. Karakteristiska tryck (P_C) respektive impuls (I_C) för olika byggnadsdelar.

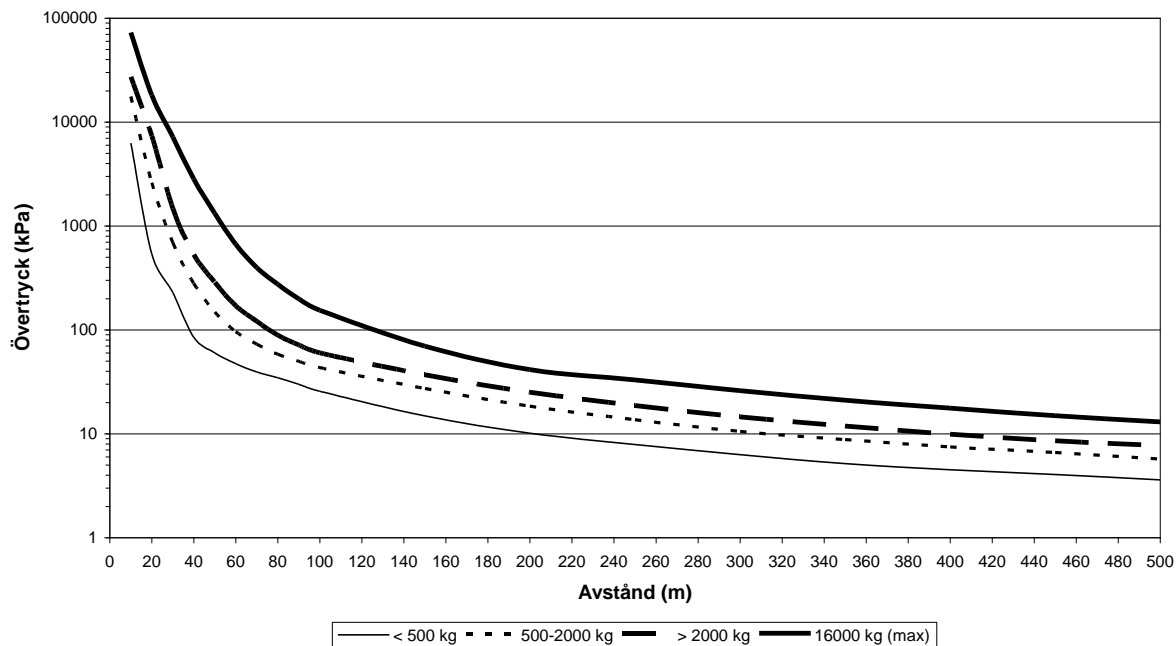
Byggnadsdel	P_C (kPa)	I_C (kPas)
Bärande konstruktioner		
<i>Stomme i platsgjuten betong</i>		
- Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
- Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
<i>Stomme i monterad betong</i>		
- Pelar/balk-stomme	200	3,1
- Bärande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

B.2.1.2 Beräkning av infallande tryck, impulstäthet och varaktighet

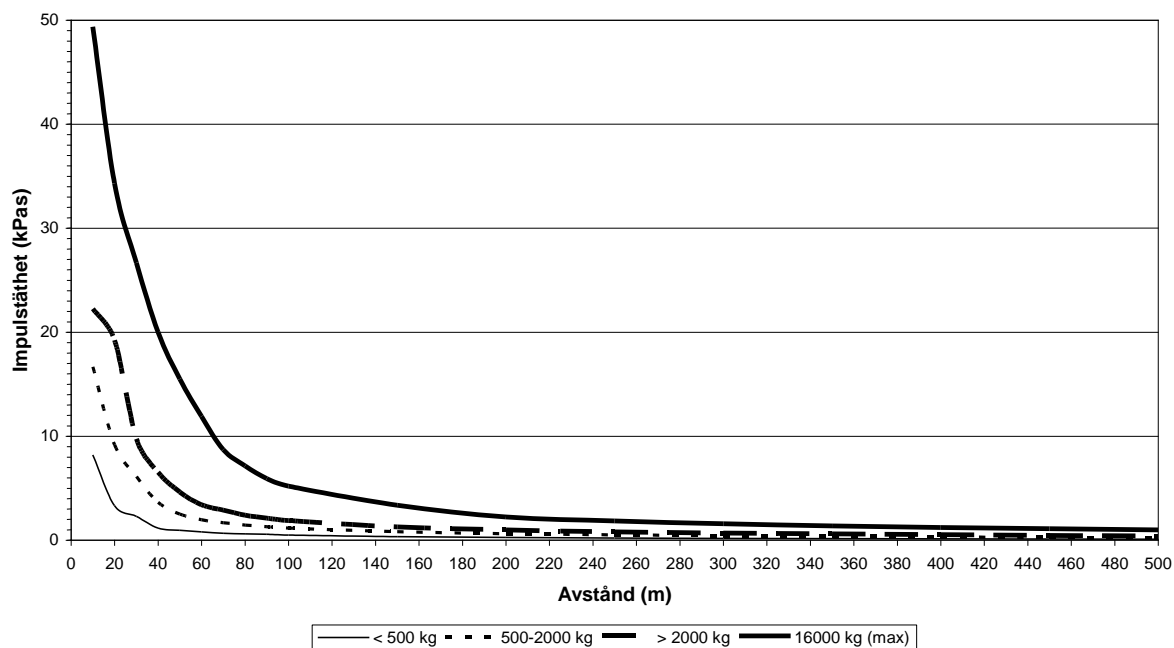
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarioerna. Beräkningarna följer den metodik som anges i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner* /3/. I figur B.3-B.4 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av $1,8 \cdot X$ kg i fri luft.

För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

/3/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



Figur B.3. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.4. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett

infallande vinkel $/3/$:
$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$

B.2.1.3 Beräkning av skadeområde

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet, se tabell B.2. Bedömningen görs utifrån ekvationen som redovisas ovan. Byggnadsdelarna har delats upp på bärande byggnadsdelar och icke bärande lätta respektive medeltunga byggnadsdelar. De infallande tryck som redovisas i figur B.3 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i figur B.3 respektive B.4.

I tabell B.2 redovisas även skadeavståndet för oskyddade personer för de aktuella skadescenarierna. Skadeavstånden förutsätter att det inte finns några avskärmande objekt mellan person och explosionen. Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av konsekvensområden studerar strykande tryck (180°).

Tabell B.2. Skadeavstånd för byggnadsras (helt eller delvis), samt oskyddade personer utomhus vid explosion.

Konsekvens	Konsekvensavstånd			
	< 500 kg	500-2000 kg	>2000 kg	16000 kg (max)
Oskyddad byggnad utan framförliggande bebyggelse				
• Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	10-20 m	30-40 m	40-50 m	70-80 m
• Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	70-80 m	150-200 m	250-300 m	> 500 m
• Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	40-50 m	90-100 m	150-200 m	300-350 m
Byggnad som helt, eller delvis är skyddad av framförliggande bebyggelse				
• Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	< 10 m	10-20 m	20-30 m	40-50 m
• Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	20-30 m	50-60 m	70-80 m	150-200 m
• Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	10-20 m	30-40 m	50-60 m	100-150 m
Oskyddade personer utomhus	20 m	25 m	40 m	60 m

Sannolikheten för att omkomma är beroende av planerat antal våningsplan i byggnaden och ökar med ökande våningsantal. I riskberäkningarna kommer det uppskattas grovt att ca 80 % av personer som vistas inom totalkollapsade byggnadsdelar omkommer. Inom byggnadsdelar som endast rasar lokalt antas ca 15 % omkomma.

För personer utomhus bedöms sannolikheten att omkomma vara beroende av explosionslasten och uppskattas för ovanstående skadeavstånd innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- 500 kg: 10 % omkomna
- 1 000 kg: 25 % omkomna
- 5 000 kg: 50 % omkomna
- 16 000 kg: 80 % omkomna

Ovanstående konsekvensavstånd innebär följande uppskattade skadeområden vid olycka i höjd med planområdet inomhus respektive utomhus:

Inomhus

Vid en explosion med transport under 500 kg förväntas endast en del av planområdet delvis att raseras. Det antas att cirka 1000 m² rasar inom planområdet.

Vid en explosion med transport upp till 2000 kg förväntas delar av planområdet att totalt raseras (8 400 m²). Det antas att 10 000 m² byggnadsyta inom planområdet delvis raseras.

Vid en explosion med transport över 2000 kg förväntas hälften av planområdet att totalt raseras och resterande halva att delvis raseras. Det antas även att cirka 6 000 m² bostäder på andra sidan vägen delvis raseras.

Vid en explosion med transport av 16 000 kg förväntas byggnaden inom planområdet förväntas helt raseras (ca 265 000 m²). Ca 5 000 m² av den närmsta bostadsbebyggelsen på andra sidan vägen förväntas raseras helt och ca 5 000 m² förväntas delvis raseras.

Utomhus

Påverkat område utomhus bedöms endast utgöras av yta runt byggnaderna på aktuellt planområde samt ytor i anslutning till Sicklavägen. Totalt uppskattas det röra sig om:

Händelse	Skadeområde utomhus
< 500 kg	100 m ²
500-2000 kg	350 m ²
>2000kg	450 m ²
Max 16 000 kg	1 000 m ²

Sammanställning skadeområden explosion:

I tabell B.3 redovisas en sammanställning avseende skadeområden till följd av explosion.

Tabell B.3. Skadeområden utanför vägen till följd av explosion

Explosion		Skadeområde (m ²)		Antal omkomna	
		Inom planområdet	Omgivningen		Totalt
< 500 kg	Inomhus				8
	Byggnadsras 80 %	0	0	0	
	Delvis byggnadsras 15 %	1000	0	8	
	Utomhus (10%)	100	0	0	
500-2000 kg	Inomhus				411
	Byggnadsras 80 %	8 400	0	336	
	Delvis byggnadsras 15 %	10 000	0	75	
	Utomhus (25%)	350	0	0	
>2000 kg	Inomhus				641
	Byggnadsras 80 %	13 000	0	500	
	Delvis byggnadsras 15 %	13 000	6 000	116	
	Utomhus (50%)	450	0	1	
16000 kg (max)	Inomhus				1163
	Byggnadsras 80 %	26 000	5 000	1100	
	Delvis byggnadsras 15 %	0	5 000	19	
	Utomhus (100%)	1000	0	4	

B.2.2 Klass 2. Brännbara gaser

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

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

B.2.2.1 Indata

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

Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil (ca 25 ton gas). Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.4 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B.4. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

Faktor	Tankbil
Lagringstemperatur	15°C
Lagringstryck	7 bar övertryck vid 15°C
Tankdiameter	2,0 m
Tanklängd	18 m
Tankfyllnadsgrad	80 %
Tankens tomma vikt	50 000 kg
Designtryck	15 bar övertryck
Bristningstryck	4 x designtrycket
Luftryck	760 mmHg
Väder	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
Omgivning	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /4/:

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Stort utsläpp: 17,8 kg/s

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

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

B.2.2.2 Beräkningar och resultat

I tabell B.5 redovisas de avstånd, inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Skadeområdena som anges i tabell B.5 gäller en oskyddad person utomhus och anges i form av området där strålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a respektive 3:e gradens brännskada. Det uppskattas grovt att de som får 3:e gradens brännskada omkommer ca 50 %. För respektive scenario har även varaktigheten beräknats. Samtliga skadescenarier med brännbar gas innebär främst att personer utomhus kan förolyckas. Inomhus kan det dock personer omkomma till följd av brandspridning in i byggnaderna. 10 % av de personer som vistas inomhus antas omkomma inom skadeområdet för 3:e gradens brännskada.

Tabell B.5. Beräknade skadeområden vid olika skadescenarier med utsläpp och antändning av brännbar gas vid transport i tankbil. Kolumnen Tid utgör för jetflamma dess varaktighet om utsläppet inte stoppas medan tid för gasmolnexplosion (som betecknas med +) utgör den tid från att utsläppet stoppats som gasmolnet fortfarande kan antändas.

Skadescenario	Gasmolnsvolym	Skadeområde utomhus	Tid
Litet utsläpp (0,09 kg/s) – jetflamma	-	3,8 x 4 m	Ca 70 h
Litet utsläpp (0,09 kg/s) – gasmolnexplosion	~ 0,0 m ³	~ 5 x 0 m	+ 46 s
Stort utsläpp (17,8 kg/s) – jetflamma	-	49 x 44 m	Ca 20 min
Stort utsläpp (17,8 kg/s) – gasmolnexplosion	9190 m ³	175 x 215 m	+ 46 s
BLEVE	-	Radie 143 m	11 s

/4/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

B.2.2.3 Bedömning skadeområde

Inomhus

En *liten jetflamma* eller en *liten gasmolnsexplosion* bedöms inte ge någon påverkan på omgivningen med hänsyn till de korta konsekvensområdena.

En *stor jetflamma* bedöms kunna sprida sig in i bygganden inom planområdet. Efter reduktion av avstånd mellan väg och bebyggelse (15 meter) uppskattas skadeområdet till 34x44x6 (våningar) \approx 9 000 m². Ingen påverkan utanför planområdet.

Skadeområdet för *stor gasmolnsexplosion* bedöms drabba byggnad inom planområdet 26 000 m² och bostadsbyggnader bakom planområdet (15 000 m²).

BLEVE bedöms drabba byggnad inom planområdet 26 000 m², kontorsbyggnad bredvid planområdet (5 000 m²) och bostadsbyggnader på andra sidan vägen (60 000 m²) samt bostadsbyggnader bakom planområdet (5 000 m²).

Utomhus

En *liten jetflamma* eller en *liten gasmolnsexplosion* bedöms inte ge någon påverkan på omgivningen med hänsyn till det korta skadeavståndet.

Vid en *stor jetflamma* bedöms byggnaden inom planområdet skärmar av viss del av påverkan på människor utomhus. En olycka har antagits ske mitt för byggnaden, mellan byggnad och väg finns gångstråk. Även mellan de två planerade byggnaderna på planområdet planeras en väg där det finns möjlighet för personer att vistas utomhus. De två byggnaderna har butiker i markplan vilken kan komma att öka personantalet som vistas utomhus i byggnadernas närhet. Avståndet från en tänkt olyckspunkt till allmänna ytor utomhus inom planområdet är som minst ca 10 meter. Personer som vistas utomhus på andra sidan vägen antas ej att drabbas av händelsen på grund av att skadeområdet bedömts som plymformat. Skadeområdet utomhus vid en stor jetflamma bedöms maximalt till 300 m².

Även vid en *stor gasmolnsexplosion* skyddar byggnaden inom planområdet omgivningarna till viss del. Totalt bedöms en yta utomhus på ca 5 000 m². Skadeområdet för *BLEVE* utomhus bedöms motsvara det för stor gasmolnsexplosion.

Sammanställning skadeområden brännbar gas:

I tabell B.6 redovisas en sammanställning avseende skadeområden till följd av olyckor med brännbara gaser.

Tabell B.6. Skadeområden utanför vägen till följd av olycka med brännbar gas

Brännbar gas	Skadeområde (m ²)		Antal omkomna
	Inom planområdet	Omgivningen	
Inomhus			
Liten jetflamma	0	0	0
Liten gasmolnsexpl.	0	0	0
Stor jetflamma	9 000	0	45
Stor gasmolnsexpl.	26 000	15 000 m ² bostäder	168
BLEVE	26 000	70 000 (5 000 m ² kontor + 65 000 m ² bostäder)	318
Utomhus			
Liten jetflamma	0	0	0
Liten gasmolnsexpl.	0	0	0
Stor jetflamma	Totalt 300		1
Stor gasmolnsexpl.	Totalt 5 000		20
BLEVE	Totalt 5 000		20

B.2.3 Klass 2.3. Giftig gas

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av tryckkondenserad ammoniak, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägarna i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg. Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus).

Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca 24 ton ammoniak. I tabell B.7 redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

Tabell B.7. Indata till **Spridning i Luft** för simulering av skadeområden vid utsläpp av giftig gas.

Faktor	Tankbil
Kemikalie	Ammoniak
Emballage	Tankbil (24 ton)
Bebyggelse	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
Lagringstemperatur	15°C
Väder	15°C, vår, dag och klart

Följande, i **Spridning i Luft** fördefinierade, utsläppsscenarioer har simulerats för utsläpp av ammoniak:

- Litet utsläpp (packningsläckage): 0,34 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 85 kg/s

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

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas att ventilationsintagen är placerade ca 3 meter över vägen.

B.2.3.1 Beräkningar och resultat

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläppets riktning. I tabell B.8 redovisas de erhållna skadeområdena vid utsläppssimulering för ammoniak, som erhålls efter 30 minuter från utsläppets start.

Tabell B.8. Skadedrabbat område för olika scenarier vid farligt godsolycka med icke brännbar, men giftig gas i lasten. Procentsatserna avser andel som omkommer inom respektive skadeområde.

Scenario	Andel omkomna	Skadeavstånd (L*Bmax) [m]	
		Utomhus	Inomhus
Litet utsläpp	100 %	-	-
	50 %	10 x 4	-
	5 %	15 x 10	-
Stort utsläpp	100 %	100 x 50	-
	50 %	170 x 100	15 x 10
	5 %	225 x 130	70 x 30

B.2.3.2 Bedömning skadeområde

Inomhus

Ett *litet utsläpp* bedöms endast påverka byggnad inom planområdet i mycket begränsad omfattning. Inget läckage in i byggnaden uppskattas ske om inte enskilda fönster hålls öppna vilket inte bedöms vara så troligt på grund av det korta avståndet till Sicklavägen.

Ett *stort utsläpp* med 50 % andel omkomna bedöms endast påverka byggnad inom planområdet i mycket begränsad omfattning. Vid 5 % andel omkomna bedöms skadeområdet också begränsas till byggnaderna närmast vägen då dessa i mångt och mycket utgör en barriär mot bakomliggande byggnader. Inom planområdet innebär detta ett skadeområde på ca 10 000 m².

Utomhus

Ett *litet utsläpp* bedöms endast påverka planområdet. Vid 5 % andel omkomna bedöms skadeområdet utomhus utgöra 50 m².

Vid ett *stort utsläpp* fås mycket stora skadeområden utomhus, dock görs ett antagande om att endast 10 % av den totala ytan utgör skadeområdet, detta med hänsyn till att spridningen av gaser försvåras på grund av att byggnaderna närmast vägen utgör en barriär. Detta motsvarar en yta på 500 m² (100*50*0,1) med 100 % omkomna, 1 600 m² med 50 % andel omkomna och 2 730 m² med 5 % andel omkomna.

Sammanställning skadeområden giftig gas:

I tabell B.9 redovisas en sammanställning avseende skadeområden till följd av olyckor med giftiga gaser.

Tabell B.9. Skadeområden utanför vägen till följd av olycka med giftig gas

Giftig gas	Skadeområde (m ²)		Antal omkomna
	Planområdet	Omgivningen	
Inomhus			
Litet utsläpp 100 %	0	0	0
Litet utsläpp 50 %	0	0	0
Litet utsläpp 5 %	0	0	0
Stort utsläpp 100 %	0	0	0
Stort utsläpp 50 %	60	0	2
Stort utsläpp 5 %	10 000	0	25
Utomhus			
Litet utsläpp 100 %	0		0
Litet utsläpp 50 %	0		0
Litet utsläpp 5 %	50		0
Stort utsläpp 100 %	500		3
Stort utsläpp 50 %	1 600		4
Stort utsläpp 5 %	2 730		1

B.2.4 Klass 3. Brandfarlig vätska

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin.

Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /5/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradié)

B.2.4.1 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

I tabell B.10 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Det uppskattas att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma /6/.

Tabell B.10. Effekter av olika strålningsnivåer /7/.

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m ⁻²]
Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud	≤ 1
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 1 minut	
- 100 % sannolikhet	19
- 50 % sannolikhet	7,5
Ingen smärta vid bestrålning av bar hud under 1 minut	< 2,5
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 20 sekunder	
- 100 % sannolikhet	43
- 50 % sannolikhet	17
Outhärdlig smärta vid bestrålning av bar hud under 2 sekunder	20
Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner	

/5/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/6/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, andra reviderade och utökade upplagan, Forsvarets Forskningsanstalt, September 1997

/7/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20
Antändning av obehandlat trä	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

En person som befinner sig utomhus och upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan han/hon reagerar. De strålningsnivåer och effekter som anges i tabell B.10 har i tabell B.11 omvandlats till en uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus.

Tabell B.11. Avstånd inom vilken strålningsnivån överstiger $X \text{ kW/m}^2$ vid pölbrand. Utomhus

Strålningsnivå	Andel omkomna
10 kW/m^2	1 %
60 kW/m^2	50 %
80 kW/m^2	100 %

Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Utifrån tabell B.10 så uppskattas den kritiska värmestrålningen vara 15 kW/m^2 om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5-10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m^2 omkommer.

B.2.4.2 Beräkningsmetodik

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. Beräkningarna av den värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs utifrån beräkning av följande faktorer:

- brandeffekt
- flamhöjd
- utfallande värmestrålning
- synfaktor
- infallande strålning på olika avstånd från branden

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd används för att beräkna den så kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen.

Brandeffekt (Q) – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /8/.

Flamhöjd (H_F) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /9/: $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_F = D / 10$.

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /11/: $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823D}$

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.5). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /12/:

$$\text{Ekvation B.2.} \quad F_{1,2} = F_{A_{1,2}} + F_{B_{1,2}} + F_{C_{1,2}} + F_{D_{1,2}}$$

där $F_{A_{1,2}}$, $F_{B_{1,2}}$, $F_{C_{1,2}}$ och $F_{D_{1,2}}$ beräknas enligt följande:

$$\text{Ekvation B.3.} \quad F_{A_{1,2}} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0)

$A_1 = L_1 \cdot L_2$ enligt figur B.5.

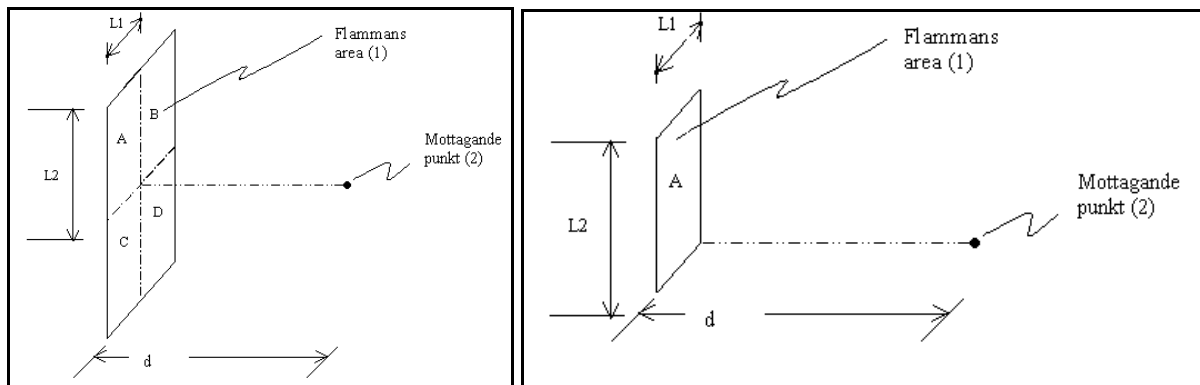
/8/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/9/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/10/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/11/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/12/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999



Figur B.5. Synfaktor.

Ekvation B.7 kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /13/:

Ekvation B.4.
$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \text{ där}$$

$X = \frac{L_1}{d}$ och $Y = \frac{L_2}{d}$ enligt figur B.5.

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m^2) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

/13/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

B.2.4.3 Beräkningar och resultat

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.12).

Tabell B.12. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flammhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_o (kW/m ²)
Tankbil					
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

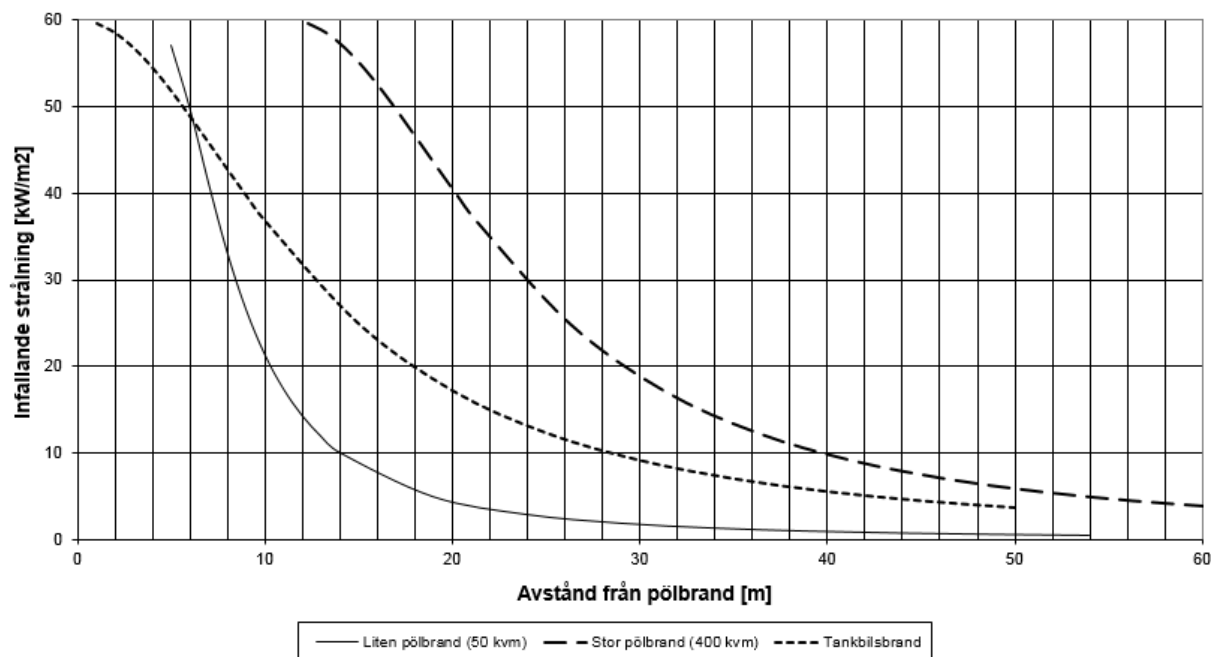
Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i tabell B.13. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m² för samtliga brandscenarier.

Tabell B.13. Beräkning av strålning och synfaktor på halva flammans höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd (m)	50 m ²		400 m ² / tankbilsbrand	
	$F_{1,2}$	q_r''	$F_{1,2}$	q_r''
5	0,44	26,6	0,86	51,7
10	0,17	10,0	0,61	36,7
15	0,08	4,9	0,41	24,9
20	0,05	2,9	0,29	17,1
25	0,03	1,9	0,20	12,3
30	0,02	1,3	0,15	9,1
35	0,02	1,0	0,12	7,0
40	0,01	0,7	0,09	5,5
45	0,01	0,6	0,07	4,4
50	0,01	0,5	0,06	3,6

I figur B.6 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från pölbranden. I figuren beaktas även pölens radie, vilket ej beaktas i de avstånd som anges i tabell B.10 som utgår från flammans kant.

Infallande värmestrålning mot bebyggelse



Figur B.6. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand inkl. pölradi

Utifrån ovanstående beräkningar och de kriterier som anges i avsnitt B.2.4.1 redovisas skadeområdena för respektive brandscenario i tabell B.14 nedan.

Tabell B.14. Sammanställning av skadeområden för kritiska strålningsnivåer vid pölbrand.

Strålningsnivå	Avstånd från brand			Konsekvens
	50 kV	400 kV	Tankbil	
10 kW/m ²	ca 15 m	ca 40 m	28-30 m	1 % antas omkomna utomhus
15 kW/m²	ca 12 m	ca 35 m	22-24 m	10 % antas omkomma inomhus
60 kW/m ²	1-2 m	ca 12 m	< 10 m	50 % antas omkomma utomhus
80 kW/m ²	< 1 m	1-2 m	1-2 m	100 % antas omkomma utomhus

B.2.4.4 Bedömning skadeområde

Inomhus

En pölbrand bedöms kunna innebära en påverkan inomhus enbart i byggnad inom själva planområdet. Avståndet till övrig bebyggelse är för stort. En liten pöl kommer ej att påverka planområdet. Med reduktion för avstånd till bebyggelse (15 m) uppskattas skadeområdet till 2 400 m² (400 m² i 6 våningar) för en stor pöl samt 840 m² (140 m² i 6 våningar) för en tankbilsbrand.

Utomhus

En olycka har antagits ske mitt för byggnaden, mellan byggnad och väg finns gångstråk. Även mellan de två planerade byggnaderna på planområdet planeras en väg där det finns möjlighet för personer att vistas utomhus. De två byggnaderna har butiker i markplan vilken kan komma att öka personantalet som vistas utomhus i byggnadernas närhet. Avståndet från en tänkt olyckspunkt till allmänna ytor utomhus inom planområdet är som minst ca 10 meter. Personer som vistas utomhus på andra sidan vägen antas ej att drabbas av händelsen på grund av att avståndet dit är för långt. Skadeområdet utomhus vid en stor pölbrand bedöms maximalt till 600 m² och vid tankbilsbrand 350 m².

Sammanställning skadeområden brandfarlig vätska:

I tabell B.15 redovisas en sammanställning avseende skadeområden till följd av olyckor med brännbar vätska.

Tabell B.15. Skadeområden utanför vägen till följd av olycka med brandfarlig vätska

Brandfarlig vätska	Skadeområde (m ²)		Antal omkomna
	Inom planområdet	Omgivningen	
Inomhus			
Liten pölbrand (50m ²)	0	0	0
Stor pölbrand (400m ²)	2 400	0	12
Tankbil	840	0	4
Utomhus		0	
Liten pölbrand 1%	0	0	0
Liten pölbrand 50%	0	0	0
Liten pölbrand 100%	0	0	0
Stor pölbrand 1%	600	0	0
Stor pölbrand 10%	400		0
Stor pölbrand 50%	0	0	0
Stor pölbrand 100%	0	0	0
Tankbil 1%	350	0	0
Tankbil 50%	200	0	1
Tankbil 100%	0	0	0

B.2.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Denna blandning kan motsvara ca 3 ton trotyl /14/.

Det genomförs inga detaljerade konsekvensberäkningar för detta skadescenario. De fortsatta riskberäkningarna kommer istället att utgå från resultatet som redovisas i avsnitt B.2.1.3 med avseende på explosion med > 2000 kg massexplosivämne. Detta är ett mycket konservativt antagande.

Konsekvensberäkningarna för detta skadescenario motsvarar alltså det scenario som redovisas i avsnitt B.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen.

/14/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggandskontoret i Göteborg, 1996

B.2.6 Sammanställning beräkningar

Utifrån de skadeområden som beräknats i avsnitt B.2 samt ovan angivna förutsättningar så beräknas det förväntade antalet omkomna till följd av respektive skadescenario. I tabell B.16 redovisas de beräknade antalet omkomna till följd av de studerade skadescenarierna.

Tabell B.16. Uppskattat antal omkomna inom Sicklaön 346:1 till följd av respektive skadescenario förknippade med trafiken på Sicklavägen.

Skadescenario	Antal omkomna
Sicklavägen	
Klass 1	
< 500 kg	8
500- 2 000kg	411
>2 000kg	641
16 ton massexplosion	1163
Klass 2.1	
Jetflamma-litet läckage	0
Jetflamma-stort läckage	46
Gasmoln, litet läckage	0
Gasmoln, stort läckage	188
BLEVE	338
Klass 2.3	
Litet läckage giftig gas	0
Stort läckage giftig gas	35
Klass 3	
Liten pölbrand	0
Stor pölbrand	12
Tankbil	5
Klass 5	
Explosionsartad självantändning	641

Sicklaön 346:1

BILAGA C

RISKBERÄKNINGAR

C.1 BERÄKNING AV INDIVIDRISK

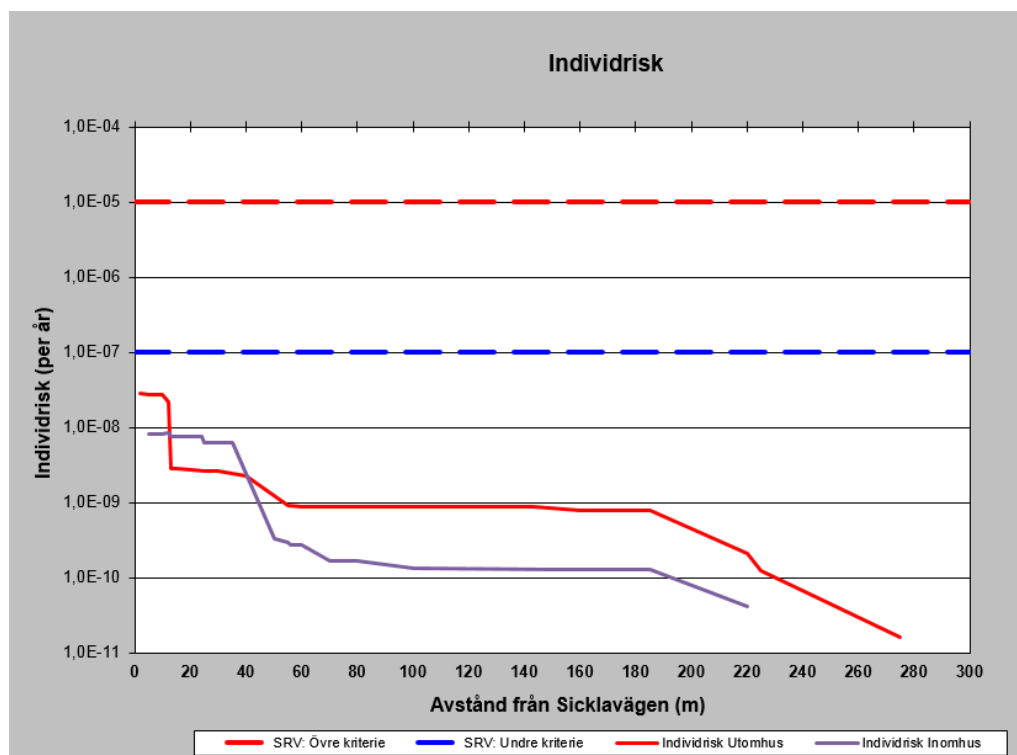
För ny bebyggelse inom Sicklaön 346:1 presenteras risken genom att beräkna den platsspecifika individrisken. Detta görs i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

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

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den vägsträcka som studeras (1 000 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med stort skadeområde är fallet det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan. För att ta hänsyn till detta reduceras alternativt ökas frekvensen (frekvensen har enligt tidigare beräknats för en sträcka på 1000 m) beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir dessutom inte skadeområdet cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

I figur C.1 redovisas den avståndsberoende individrisken utomhus respektive inomhus för planområdet i förhållande till Sicklaön. Avståndet utgår från Sicklaöns väggkant.

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



Figur C.1. Individriskprofiler för person utomhus respektive inomhus inom planområdet som funktion av avståndet till Sicklaön.

Tabell C.1 Underlag för beräkning av individrisk för oskyddad person utomhus inom planområdet med avseende på Sicklaön.

Scenario	Skadeavstånd från tomtgräns [m]	Andel som omkommer [%]	Andel som kan påverka planområdet [%]	Andel av cirkulärt område [%]	Reducerad frekvens
Klass 1					
Explosion <500 kg	20	10	4,0	100,0	4,5E-11
Explosion 500-1000 kg	25	25	5,0	100,0	1,7E-11
Explosion 1000-5000 kg	40	50	8,0	100,0	2,7E-11
Explosion 16000 kg	60	80	12,0	100,0	3,8E-12
Klass 2.1					
Liten jetflamma	5	50	1,0	19,1	3,7E-12
Liten gasmolnsexplosion	5	50	1,0	1,6	1,5E-12
Stor jetflamma	55	50	11,0	14,5	3,2E-11
Stor gasmolnsexplosion	185	50	37,0	18,5	5,7E-10
BLEVE brännbar gas	143	50	28,6	100,0	1,8E-10
	220	15	44,0	100,0	8,3E-11
Klass 2.3					
Litet läckage giftig gas	5	100	1,0	12,7	1,6E-11
	10	50	2,0	6,4	8,2E-12
	20	5	4,0	8,0	2,0E-12
Stort läckage giftig gas	160	100	32,0	5,0	1,2E-10
	225	50	45,0	7,1	1,2E-10
	275	5	55,0	7,5	1,6E-11
Klass 3					
Liten pölbrand	2	50	0,4	100,0	1,1E-09
	15	1	3,0	100,0	1,7E-10
Stor pölbrand	12	50	2,4	100,0	2,0E-08
	40	1	8,0	100,0	1,3E-9
Fordonsbrand - tankbil	10	50	2,0	100,0	5,7E-09
	30	1	6,0	100,0	3,4E-10
Klass 5					
Explosion oxiderande ämnen	40	50	8,0	100,0	2,1E-11

Tabell C.2 Underlag för beräkning av individrisk för person inomhus inom planområdet med avseende på Sicklaön.

Scenario	Skadeavstånd från tomtgräns [m]	Andel som omkommer [%]	Andel som kan påverka planområdet [%]	Andel av cirkulärt område [%]	Reducerad frekvens
Klass 1					
Explosion < 500 kg	20	80	2,0	100,0	1,8E-10
	60	15	6,0	100,0	1,0E-10
Explosion 500-2000 kg	30	80	3,0	100,0	3,2E-11
	80	15	8,0	100,0	1,6E-11
Explosion > 2000 kg	50	80	5,0	100,0	2,7E-11
	90	15	9,0	100,0	9,0E-12
Explosion 16000 kg	80	80	8,0	100,0	2,6E-12
	150	15	15,0	100,0	9,0E-13
Klass 2.1					
Liten jetflamma	5	15	0,5	19,1	5,5E-13
Liten gasmolnsexplosion	5	15	0,5	1,6	2,3E-13
Stor jetflamma	56	15	5,6	14,2	4,7E-12
Stor gasmolnsexplosion	185	15	18,5	18,5	8,5E-11
BLEVE brännbar gas	220	15	22,0	100,0	4,1E-11
Klass 2.3					
Stort läckage giftig gas	10	100	1,0	31,8	2,5E-11
	55	50	5,5	14,5	3,1E-11
	100	5	10,0	12,7	4,9E-12
Klass 3					
Liten pölbrand	12	10	1,2	100,0	6,7E-10
Stor pölbrand	35	10	3,5	100,0	5,8E-09
Fordonsbrand - tankbil	24	10	2,4	100,0	1,4E-09
Klass 5					
Explosion oxiderande ämnen	50	80	5,0	100,0	2,1E-11
	90	15	9,0	100,0	7,2E-12

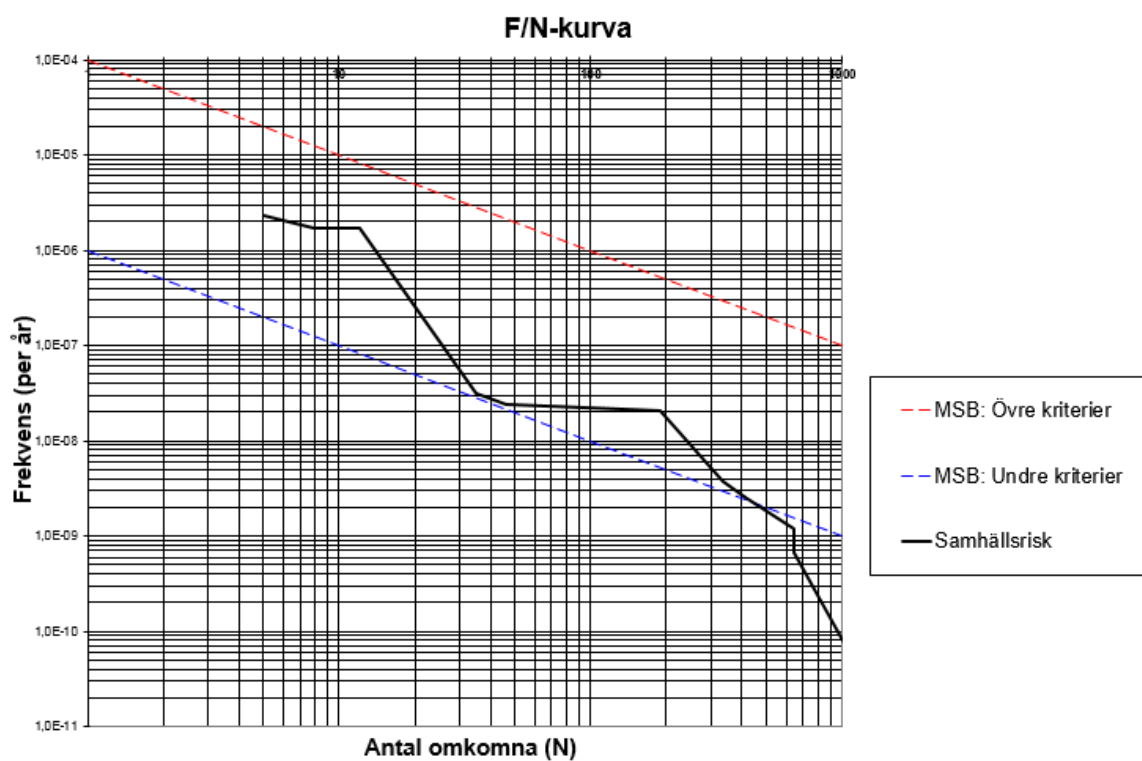
C.2 BERÄKNING AV SAMHÄLLSRISK

Samhällsriskerna har beräknats för ett nollalternativ, dvs. ingen förändring inom planområdet, samt för utbyggnadsalternativet. Båda med trafikprognoser för år 2015.

Samhällsriskerna har beräknats för en vägsträcka på 1 kilometer.

Samhällsriskerna har beräknats för den nya bebyggelsen inom planområdet. Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det aktuella området till följd av olycka på Sicklaön.

I figur C.2 redovisas den beräknade samhällsriskerna inom planområdet med avseende på olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på Sicklaön. Underlaget till F/N-kurvan redovisas i tabell C.3.



Figur C.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisiknivån för ny bebyggelse inom planområdet med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Sicklaön.

Tabell C.3 Underlag för beräkning av samhällsrisk med avseende på Sicklaön.

Scenario	Konsekvens (Antal döda)	Frekvens	Kumulerad frekvens
Explosion 16000 kg	1163	4,0E-11	4,0E-11
Explosion 1000-5000 kg	641	6,6E-10	6,6E-10
Explosion oxiderande ämnen	641	5,3E-10	1,2E-09
Explosion 500-1000 kg	411	1,3E-09	2,5E-09
BLEVE brännbar gas	338	1,3E-09	3,8E-09
Stor gasmolnsexplosion	188	1,7E-08	2,0E-08
Stor jetflamma	46	4,0E-09	2,4E-08
Stort läckage giftig gas	35	7,7E-09	3,2E-08
Stor pölbrand	12	1,7E-06	1,7E-06
Explosion <500 kg	8	1,1E-08	1,7E-06
Fordonsbrand - tankbil	5	5,7E-07	2,3E-06
Medelstor pölbrand			
Liten jetflamma	0	3,8E-09	3,8E-09
Liten gasmolnsexplosion	0	1,9E-08	2,3E-08
Litet läckage giftig gas	0	1,3E-08	3,6E-08
Liten pölbrand	0	5,6E-07	5,9E-07