

BILAGA 1

Sisjömötet (Detaljplan för kv Eknöudde och Sticksågen inom stadsdelarna Askim och Högsbo i Göteborg)

Risکاناليس med hänsyn till transport av farligt gods på Söderleden
Bilaga till risکاناليس daterad 2013-08-22

2013-08-19

Upprättad av: Tomas Sandman

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

organisationsnummer 556133-0506

Sisjömotet (Detaljplan för kv Eknöudde och Sticksågen inom stadsdelarna Askim och Högsbo i Göteborg)

Uppdragsgivare Göteborgs Stad

Byggherre

Objektsadress x

Myndighetskrav PBL
MILJÖBALKEN

Läsanvisning

Upprättad av

Tomas Sandman
Sakkunnig brand
Stockholm, 2013-08-19

Innehållsförteckning

1.	TRANSPORT AV FARLIGT GODS	1
1.1	BEGREPP OCH DEFINITIONER	1
1.2	STATISTIK ÖVER TRANSPORT AV FARLIGT GODS	2
1.3	TRENDER, FLÖDEN	3
1.4	TRANSPORT AV FARLIGT GODS I SVERIGE FÖRDELAT PÅ RESPEKTIVE ADR-KLASS	4
1.5	TRANSPORTKARAKTERISTISKA SÄRDRAG FÖR GÖTEBORGSREGIONEN	5
1.6	BERÄKNING AV TRANSPORTERNA PÅ SÖDERLEDEN	6
2.	REFERENSER	8

1. Transport av farligt gods

1.1 Begrepp och definitioner

Med farligt gods avses varor eller ämnen som har sådana egenskaper att de kan vara skadliga för människor, miljö och egendom, om det inte hanteras rätt under transport, (Räddningsverket, 1996). Transport av farligt gods styrs av en omfattande regelsamling som tagits fram i internationell samverkan. Regelsamlingen fastställer vem som får transportera farligt gods, hur transportererna ska ske, var dessa transporter får färdas och hur godset ska vara emballerat samt vilka krav som ställs på fordon för transport av farligt gods. Farligt gods delas in i 9 olika klasser¹ för ämnen med liknande risker vid transport på väg.

ADR-klass	Ämneskategorier	Kommentar
Klass 1 Klass 1.1	Explosiva ämnen Massexplosiva ämnen, t.ex. Patronerat explosivämne, typ trotyl	Merparten av klass 1 är inte massexplosiv. Stort konsekvensområde
Klass 2.1 Klass 2.2 Klass 2.3	Brandfarliga gaser Ej brandfarliga eller giftiga gaser Giftiga gaser	Betydande risk vid antändning Liten risk utomhus Betydande risk vid utsläpp
Klass 3	Brandfarliga vätskor	Betydande omgivningspåverkan, vanligen dock inte över 35 m
Klass 4	Brandfarliga fastaämnen	Konsekvens främst i fordonets närhet
Klass 5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Normalt liten risk för personskador/ kan dock gå till explosionsartat förlopp / konsekvensområde < 70m
Klass 6	Giftiga och smittfarliga ämnen	Mkt hög transportsäkerhet/ Begränsat konsekvensområde
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Mkt hög transportsäkerhet/ begränsat konsekvensområde
Klass 8	Frätande ämnen	Fara främst för vattenresurser/ begränsat konsekvensområde
Klass 9	Övriga farliga ämnen	Fara främst för vattenresurser/ begränsat konsekvensområde

¹ Klassificeringen benämns ofta ADR-klasser efter ett europeiskt regelverk för transport av farligt gods på landsväg.

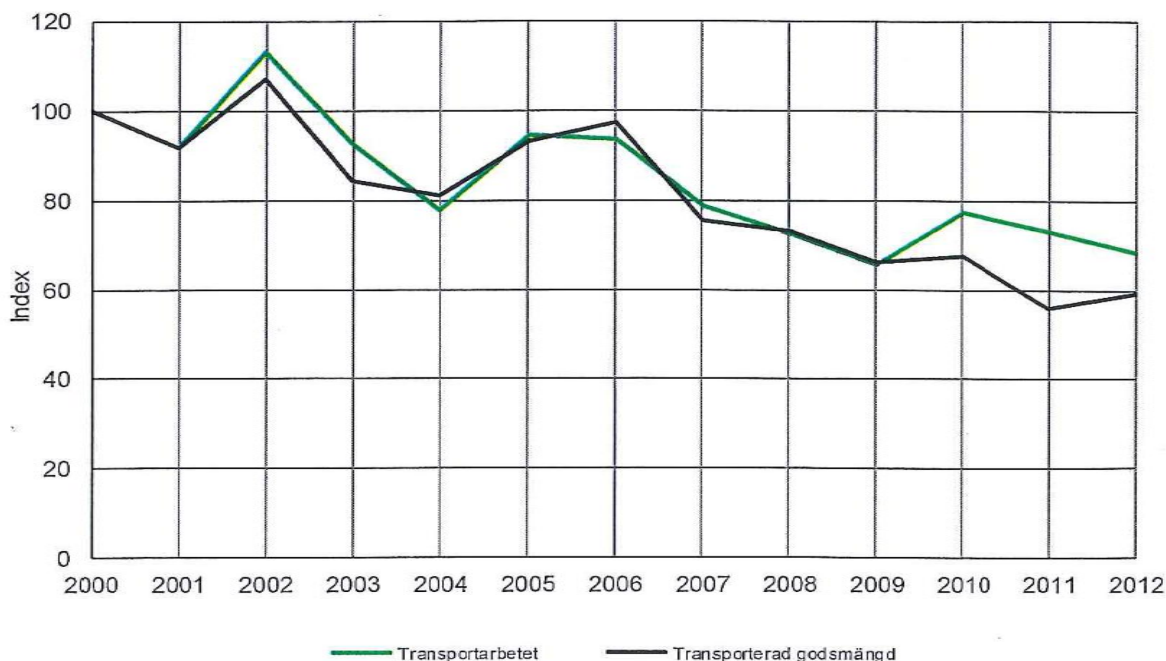
1.2 Statistik över transport av farligt gods

Transporter av farligt gods på väg svarar för ungefär en promille av det totala trafikarbetet i Sverige. Huvuddelen av transporter av farligt gods sker på det statliga vägnätet. Det statliga vägnätet står för ca 2/3 av det totala trafikarbetet i Sverige. Av Räddningsverkets kartläggning av farligt godstransporter (september 2006) framgår att merparten av transporter sker på de större Europavägarna. Huvuddelen av transportarbetet körs alltså på en begränsad del av vägnätet, främst på vägar och gator av hög standard. Emedan de flesta incidenterna/olyckorna inträffar på mindre icke mötesfria vägar av låg trafikteknisk standard vid halt väglag.

Under de senaste 10-15 åren har MSB (f.d. Räddningsverket), SIKA och Trafikanalys låtit genomföra att antal kartläggningar av ADR transporter på väg i Sverige. De visar en markant avtagande transportvolym mellan 2000 och 2012. Det är delvis ett resultat av att branschen arbetar aktivt med att minska volymerna av farligt gods på de svenska vägarna (Trafikanalys).

År 2012 fraktades det knappt 9,1 miljoner ton farligt gods på de svenska vägarna. Jämfört med år 2000 då mängden var 15 miljoner ton farligt gods är det en minskning med ca 40 %. Räknat på godstransportarbetet är minskningen ca 30 % från 2 miljarder tonkilometer år 2000 till 1,4 miljarder tonkilometer år 2012. Minskningen från toppåret 2002 är ännu större.

Transportarbetet med farligt gods utgör i storleksordningen 0,5 % av de totala lastbilstransporterna, men räknat på antalet transporter utgör transporter med farligt gods ca 1,35 % av transportererna.



Godstransportarbete och transporterad godsmängd (ADRADR-S klassificerat gods) mellan åren 2000 och 2012. Källa: Trafikanalys "Lastbilstrafik 2012"

1.3 Trender, flöden

Mellan åren 1973 och 1990 sjönk förbrukningen av petroleumprodukter i Sverige med ca 50%. Detta innebar naturligtvis även att antalet transporter med farligt gods minskade. Trenden är i fortsatt sjunkande vilket ligger i linje med miljöpolitikens målsättningar om att effektivisera energianvändningen och att minska förbrukningen av fossila bränslen.

Det finns även en långsiktig trend, att med hjälp av ny tillverkningsteknik försöka att växla ut kemiska ämnen med stor miljöpåverkan mot ämnen som inte är så skadliga för människor och miljö. Ett exempel är klor som ersätts med nya blekningsprocesser för pappersmassa och därmed minskar kraftigt i användning. En annan kemikalie som fått ett uppsving av samma orsak är ammoniak som används som ersättningsämne för freoner i kylanläggningar.

Kärnkraftsavvecklingen och skärpta avgaskrav på biltrafiken är exempel på beslut som direkt eller indirekt kan påverka antalet transporter av farligt gods. Etanol, metanol, naturgas och vätgas är exempel på farliga ämnen som troligen kommer att bli vanligare i framtiden.

År 1995 och 2006 genomförde SCB kartläggningar av transportererna på det svenska vägnätet och sedan ett par år tillbaka har Trafikanalys ansvaret för att med officiell statistik beskriva lastbilstrafiken i Sverige.

Huvuddelen, 65-70 %, av transportererna består av eldningsolja, bensin och diesel d.v.s. brandfarliga vätskor (klass 3). Den långsiktiga trenden, som tidigare nämnts, är att dessa transporter successivt minskar.

Näst störst i mängd är ämnen i (klass 8) som utgör ca 14 % av det farliga godset, därefter kommer frätande och oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) som svarar för ca 5 % och komprimerade, kondenserade eller under tryck lösta gaser (klass 2) som utgör ca 7 % (varav en 1/10 är brandfarliga gaser) av det farliga godset. De återstående få procenten av godset fördelar sig på en mängd olika ämnen i ett flertal klasser.

1.4 Transport av farligt gods i Sverige fördelat på respektive ADR-klass

ADR-klass	Ämneskategorier	Andel (%) av total mängd transport av farligt gods			
		SCB 1995	SCB 2006	SIKA 2008	Trafikanalys
Klass 1	Explosiva ämnen	0,5 %	0,5		1,2 %
Klass 1.1	Massexplosiva ämnen, t.ex. Patronerat explosivämne, typ trotyl		0,04		
Klass 2	Brandfarliga gaser	9 %	7		7 %
Klass 2.1	Brandfarliga gaser		1		
Klass 2.2	Ej brandfarliga eller giftiga		6		
Klass 2.3	Giftiga gaser		<<0,1		
Klass 3	Brandfarliga vätskor	80%	70		66 %
Klass 4	Brandfarliga fasta ämnen	1%	<1		1,5 %/ 0,3%
Klass 5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	1,5%	5		2,5 %/ 0,3%
Klass 6	Giftiga och smittfarliga ämnen	<<1%	<<1		
Klass 7	Radioaktiva ämnen	<< 1%	<<1		
Klass 8	Frätande ämnen	8,5%	9 %		14 %
Klass 9	Övriga farliga ämnen	1%	6 %		7

Transporterad godsmängd (ADRADR-S klassificerat gods) på det svenska vägnätet

Källa: SCB 1995, SCB 2006, SIKA 2008 och Trafikanalys 2012.

Den genomsnittliga transporten av petroleumprodukter (klass 3) i riket innehåller ca 30 ton. För ADR klass 2.1 (brandfarliga gaser) är den genomsnittliga transporten ca 25 ton.

Transporter av vissa processkemikalier sker i stort sett endast mellan större industrianläggningar ute i landet.

Befolkningens geografiska fördelning och industristrukturen har stor betydelse för omfattningen av transportererna.

I tidigare bedömningar räknade man med att farligt gods på lastbil transporteras snitt ca 125 kilometer. Senare data från trafikanalys indikerar att transportlängden ökat nästan 20%. Hela den ökningen kan förklaras av att transportsträckorna för brandfarlig vätska ökat närmare 30 % från 108 kilometer till i storleksordningen 140 kilometer. Det är en följd av att oljebolagen koncentrerar sina raffinaderier och depåer till färre platser. Petroleumprodukterna (klass 3) distribueras idag från drygt 40 depåer på 23 orter i landet. Dessa försörjs huvudsakligen via tankfartyg samt i några fall via järnväg. Tankbilar distribuerar petroleumprodukterna från depåerna till avnämare runt om i landet. Skillnaden i transportlängder torde dock vara relativt stor mellan södra och norra Sverige.

1.5 Transportkaraktäristiska särdrag för Göteborgsregionen

<i>ADR-klass</i>	<i>Utmärkande transportmönster för Göteborgsregionen</i>
Totalt	Stor hamn som utgör ett nav för godstransporter minst 2/3 av transportererna bedöms gå norr ut och mindre än en tredjedel söder samt mot Borås
Klass 1.1 (16t)	Söderleden utgör ingen länk mellan produktion och depå.
Klass 1.1 (<1ton)	Lokal distribution till främst infrastrukturprojekt.
Klass 2.1	Dessa transporter går i huvudsak norr ut. Relativt sett färre transporter på Söderleden
Klass 2.3	För dessa transporter har inte Göteborg samma betydelse som transitort, dvs relativt begränsat med dessa transporter i området
Klass 3	En betydande del av dessa transporter går mot Borås. Dessa antas gå via Söderleden.
Klass 4	Klass 4.1 Relativt sett en stor andel i regionen, såväl norr ut som söder ut.
Klass 5	Klass 5.1-transporter är underrepresenterade i regionen. Klass 5.2: Relativt stor andel norr ut.
Klass 6	Klass 6.1: Relativt sett färre transporter än i genomsnitt. Klass 6.2: Relativt sett färre transporter än i genomsnitt.
Klass 7	Ett fåtal transporter
Klass 8	Relativt sett färre än genomsnittet
Klass 9	Främst transporter norr ut

Särdrag avseende transporter av farligt gods i Göteborgsregionen och specifikt avseende Söderleden

1.6 Beräkning av transporter på Söderleden

Baserat på uppgifter från bl. a. SCB, SIKa och Trafikanalys om den mängd farligt gods som årligen transporteras på vägnätet och respektive godsslags andel av totalmängden samt uppgifter om transportsträckor och transporterad mängd per transport kan man sluta sig till en transportmängd och transportomfattning som i storleksordningen motsvarande vad som redovisas i tabellen nedan.

Andel tung trafik (lastbil och buss) på Söderleden var 9 % år 2004. Sedan dess har transporter av farligt gods på väg minskat ca 20 % samtidigt som den totala trafiken på Söderleden ökat med ca 20 %. Andelen lastbilar bedöms därför idag vara 6-7%.

Det är främst klass 1.1, klass 2.1, klass 2.3, klass 3 och klasserna 5.1 och 5.2 som vid en vådaolycka är betydelsefulla för riskanalysen.

<i>ADR-klass</i>	<i>Andel (antal)</i>	<i>Andel totalt (%)</i>	<i>Normal fördelning</i>	<i>Antal på årsbasis</i>	<i>Korrigerig m.h.t. lokala förhållanden</i>	<i>Antal transporter på årsbasis</i>
Klass 1	0,1	0,12	5-6	1600		
Klass 1.1	0,05	0,06	2-3	750		
Klass 1.1 (16 ton)			-			
Klass 1.1 (1 ton)	0,05	0,06	2-3	750	färre trsp - 20 %	600
Klass 2	0,1	0,12	5-6	1600	färre trsp - 20 %	1 300
Klass 2.1	0,02		1	300	färre trsp - 20 %	200
Klass 2.2	0,07		4	1200	färre transporter	
Klass 2.3	0,01		<1		färre trsp - 20 %	
Klass 3	0,6	0,73	28-32	9000	fler trsp + 30 %	12 000
Klass 4	0,01	0,012	<1	<300	fler trsp	
Klass 5	0,02	0,024	1	300	färre trsp - 20 %	100 -200
Klass 5.1					färre trsp - 20 %	
Klass 5.2					färre trsp - 20 %	
Klass 6	0,01	0,012	<1	<300	färre transporter	
Klass 7	0,01	0,012	<1			

<i>ADR-klass</i>	<i>Andel (antal)</i>	<i>Andel totalt (%)</i>	<i>Normal fördelning</i>	<i>Antal på årsbasis</i>	<i>Korrigerig m.h.t. lokala förhållanden</i>	<i>Antal transporter på årsbasis</i>
Klass 8	0,1	0,12	5-6	1600	färre transporter	
Klass 9	0,05	0,06	3	800	färre transporter	
Samtliga klasser andel av tung trafik	0,0135					
Summa			Ca 50/dygn	15 000		

Transporter av farligt gods(ADRADR-S klassificerat gods): Relativ fördelning och bedömning av antal transporter.

2. Referenser

MSB, (2010), flödesstatistik, felkällor och osäkerheter, hämtat från:

<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/>, besökt 2010-04-12

Regeringskansliet, (2009), Regeringen tillåter Förbifart Stockholm, hämtad från

Regeringskansliets hemsida: <http://www.sweden.gov.se/sb/d/12135/a/130875>, besökt 2010-04-12

Räddningsverket. (1996). Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods.:
Räddningsverket, Karlstad

SIKA statistik. (2005). Prognoser för godstransport 2020, rapport: 2005:9.

Stockholm: Sika statistik.

SIKA statistik. (2008). 2008:13, Vägtrafik, Inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar år 2007.: Sika statistik

SIKA Statistik. (2009). Bantrafik 2008, Rapport 2009:22, Sika Statistik, Stockholm

Trafikverket. (den 31 december 2007). Trafikflöde på Svenska vägar. (Vägverket)

Vägverket, (2009), E 4 förbifart Stockholm, komplettering tillåtlighet, fråga 9 – PM aktuella trafikprognoser, Trafikverket, Stockholm

BILAGA 2

Sisjömötet (Detaljplan för kv Eknöudde och Sticksågen inom stadsdelarna Askim och Högsbo i Göteborg)

Risکاناليس med hänsyn till transport av farligt gods på Söderleden

Bilaga till risکاناليس daterad 2013-08-22

2013-08-19

Upprättad av: Tomas Sandman

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

organisationsnummer 556133-0506

Sisjömotet (Detaljplan för kv Eknöudde och Sticksågen inom stadsdelarna Askim och Högsbo i Göteborg)

Uppdragsgivare Göteborgs stad

Byggherre

Objektsadress x

Myndighetskrav PBL
MILJÖBALKEN

Läsanvisning

Upprättad av

Tomas Sandman
Sakkunnig brand
Stockholm, 2013-08-19

Innehållsförteckning

1.	OLYCKOR VID TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ VÄG	1
1.1	TRENDER, OLYCKOR	1
1.2	OLYCKSSTATISTIK – TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ VÄG	1
1.3	OLYCKSDATA VÄGTRAFIK	2
1.4	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSDATA/OLYCKSFREKVENSER	4
1.5	VTI-MODELLEN (1994)	5
1.6	SANNOLIKHET FÖR VÅDAHÄNDELSE	5
1.7	OLYCKOR VID VÄGTRANSPORT AV FARLIGT GODS DÄR DET FARLIGA GODSET HAR ORSAKAT DÖDSFALL ..	5
1.8	OLYCKSSCENARION FÖR SÖDERLEDEN	6
1.9	SANNOLIKHET FÖR VÅDAHÄNDELSE	8
2.	REFERENSER	9

1. Olyckor vid transport av farligt gods på väg

1.1 Trender, olyckor

Trendsiffrorna de senaste åren tyder på en minskning av trafik- och transportrelaterade olyckor och utsläpp. Fordonen har med åren blivit allt bättre i flera avseenden och utrustats med ABS-bromsar. Säkerhetsarbetet och säkerhetsmedvetandet har hos företagen också ökat väsentligt det senaste 10-20 åren, vilket bidragit till ökad säkerhet.

Under 80-talet inträffade ett relativt stort antal olyckor med tankfordon där domluckorna av olika anledningar (brist i konstruktion, slitage, slarv) inte höll tätt vid vältning. Dessa konstruktionsbrister är idag åtgärdade och utsläpp i samband med vältning sammanhänger idag främst med att tankarna punkteras av oeftergivliga föremål i vägens sidoområde. Emellertid är tankarna dimensionerade för att tåla sådan mekanisk påverkan varför punktering av tankarna med påföljande utsläpp är relativt låg.

Sannolikheten för en olycka med farligt gods beror främst på vägens standard, skyltad hastighet och väglag samt antal korsningar och om vägen ligger inom centrumbebyggelse eller landsbygd etc.

Baserat på de senaste årens statistik kan man generellt konstatera att transporter med farligt gods är relativt säkra. Mycket låga sannolikheter för olyckor gör det svårt att avgöra när riskreducerande åtgärder är nödvändiga.

1.2 Olycksstatistik – Transport av farligt gods på väg

Det är mycket sällsynt att människor skadas vid transport av farligt gods vilket beror på att man tidigt införde regler för hur farligt gods skall transporteras, hur märkning, förpackning och samlastning skall ske mm.

Transporter av farligt gods sker i enlighet med det internationella regelverket (ADR) som reglerar hur transport skall ske av alla klasser farligt gods. Man har dragit lärdom av vad som hänt tidigare och kommit fram till hur man på ett så säkert sätt som möjligt skall utföra transporterna, vare sig de sker på väg, på järnväg, i luften eller till sjöss.

Eftersom det är sällsynt att människor skadas vid transport av farligt gods är det statistiska underlaget mycket tunt. Men vissa tendenser kan man dock utläsa ur befintlig statistik.

MSB sammanställer löpande statistik över inrapporterade räddningsinsatser vid utsläpp av farliga ämnen. Ca 70 % av dessa räddningsinsatser gäller drivmedelsutsläpp och ca 6 % utsläpp av farligt gods.

De flesta utsläpp av farligt gods sker vid tankning och lossning. Under transport av farligt gods inträffar det i storleksordningen 50 polisrapporterade vägtrafikolyckor (exklusive viltolyckor) per år där fordon som transporterar farligt gods är inblandade, varav de flesta härrör sig till lastning och lossning.

Åren 2007-2010 rapporterades det in i snitt 12-13 trafikolyckor och trafiktillbud på väg med farligt gods transporter. Dess fördelar sig enligt följande:

Tabell 1 Inrapporterade trafikolyckor och trafiktillbud på väg			
år	antal	orsak	konsekvens
2012			
2011	9	Avåkning/låg vägstd (2), Avåkning/sjukdom(1), Avåkning/väjning (2), Krock/korsning (2), Krock/parkerat fordon (1), Läckage från manlucka under transporten (1)	1 mindre läckage 1 brand och totalförstört fordon. 2 dödsfall pga krockvåldet.
2010	13	Halka i kombination med låg vägstd. (4), halka (2), Vägren-dålig bärighet (2), Väjning/krock (6), Kurva (1), Korsning (1)	1 mindre läckage 1 utsläpp, 4,5 m ³
2009	10	Halka i kombination med låg vägstd. (1), halka (2), Vägren-dålig bärighet (2), Väjning (4), Kurva (1)	4 mindre läckage 1 utsläpp, 2 m ³
2008	13	Halka i kombination med låg vägstd. (4), halka (1), Vägren-dålig bärighet (3), Väjning (2), Kurva (2)	Inga utsläpp rapporterade
	övrigt	Däcksbrand (1), Dålig lastsäkring (1), Parkering (1)	3 utsläpp
2007		Halka+halka med låg vägstd. (5), Vägren-dålig bärighet (3), Väjning (3), Möte/kollision (2), Sjukdom (1)	Inga utsläpp rapporterade
	övrigt	Brand i broms (1), Dålig lastsäkring (1), Läckage (1)	2 utsläpp

Av rapportstatistiken kan man konstatera att det stora flertalet olyckor inte leder till något utsläpp. Och att de vanligaste orsakerna till dessa vägtrafikolyckor är halka, vājning och bristande bärighet på vägren.

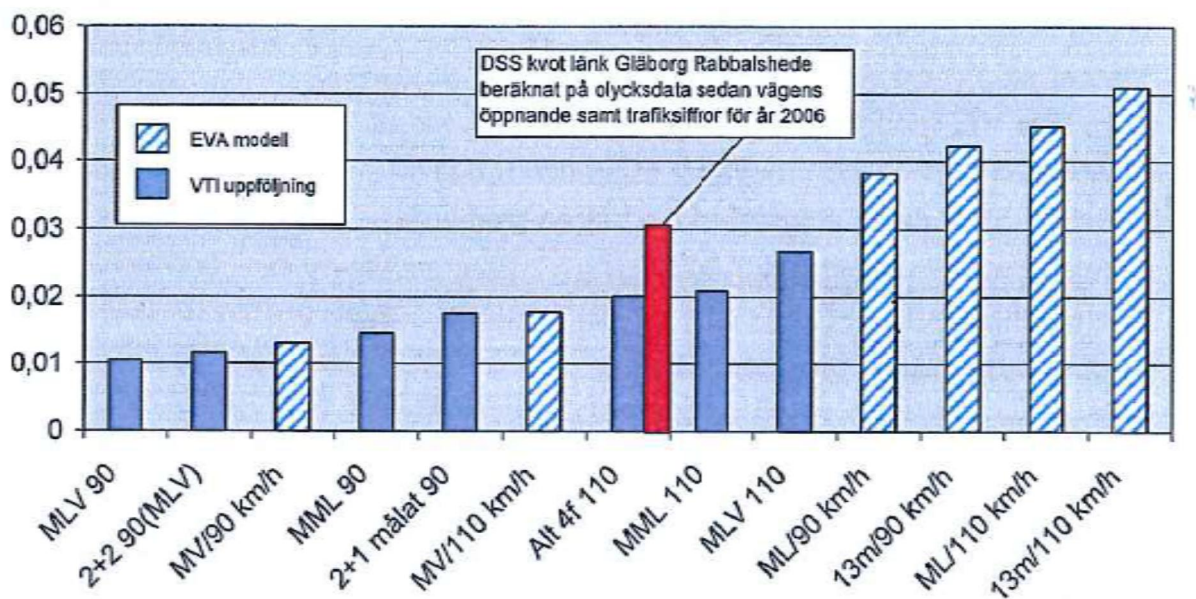
1.3 Olycksdata vägtrafik

Baserat på att trafikarbetet med transporter av farligt gods i riket är ca $60 \cdot 10^6$ fordonskilometer och senare års skadestatistik blir sannolikheten för trafikolyckor i riket generellt 10- 15 trafikolyckor per ($60 \cdot 10^6$ fordonskilometer => 0,2-0,25 trafikolyckor per 10^6 fordonskilometer. Men eftersom de flesta olyckorna inträffar på de mindre icke mötesfria vägarna med låg trafikteknisk standard är den redovisade olycksfrekvensen inte representativ för stadsmotorvägar av typ Söderleden.

I en omfattande studie [Karlsson, VTI, 2009] av DSS-kvoter för mötesfria vägar framgår att stadsmotorvägar generellt sänker olyckskvoten med i storleksordningen 90 % jämfört med icke mötesfria vägar.

Krockvåldet vid en trafikolycka och därav den potentiella allvarlighetsgraden hänger starkt samman med hastigheten eller snarare hastighetsdifferensen mellan de krockande enheterna, men också angreppsvinkel och fordonets tyngd. Krockvåldet avspeglar sig tydligt i statistiken över trafikdöda. I en studie (Vägverket Publikation 2008:51) avseende trafikdöda i södra Norrland för perioden 1997-2006 kan krockvåldet för olika situationer och vägtyper klart utläsas.

Dödade och svårt skadade per miljon axelparkilometer på länk enl VTI uppföljning tom dec 2006 samt EVA modeller

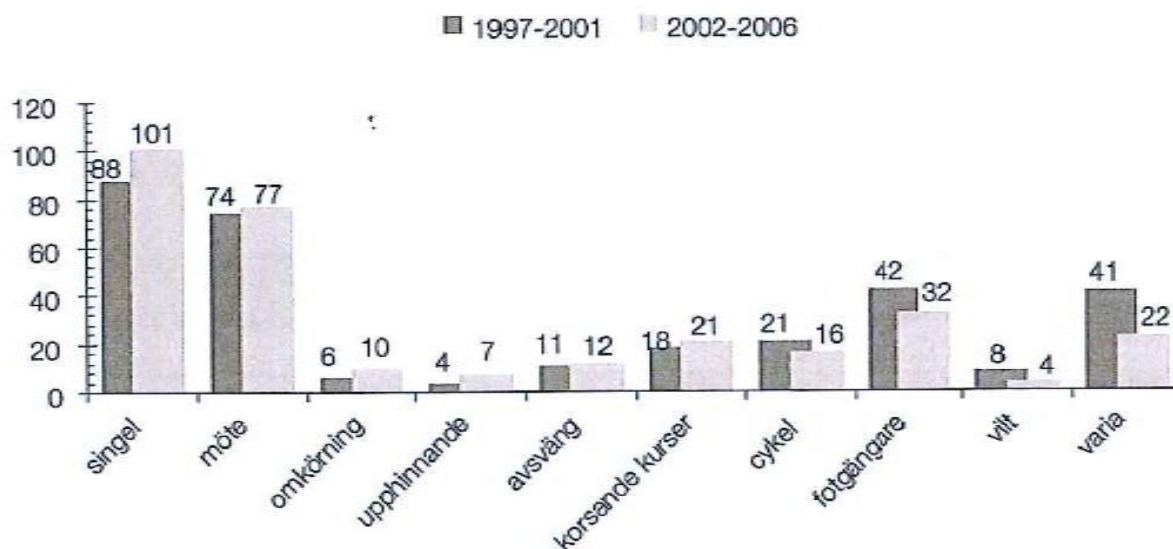


Upphinnandeolyckorna står bara för ca 2 procent av dödsolyckorna. Det hänger starkt samman med att differens mellan de krockande enheterna är låg i förhållande till de övriga olycksförloppen. För mötesfria vägar av typ Söderleden är det just upphinnandeolyckor som är de dominerande olyckstyperna.

VTI-studien [Karlsson, 2009], som jämför trafikolyckskvoten för döda och svårt skadade, DDS, i trafiken på vägar med mötande trafik och mötesfria vägar ger samma bild beträffande kopplingen mellan krocktyp och DSS-kvot. Vid en övergång från mötesvägar till mötesfria vägar sänks olyckskvoten för dödade och svårt skadade med i storleksordningen 90 %.

Hur DSS-kvoten förhåller sig till olika hastigheter framgår av en rapport från Vägverket Region Syd daterad 2008-04-15. För mötesfria vägar av typ motorväg korrelerar DSS-kvoten till den skyltade hastigheten i kvadrat. För en mötesfri landväg med skyltad hastighet 90 km/h är DSS-kvoten 0,01 per miljon axelparkilometer. För en motsvarande väg med en skyltad hastighet 70 km/h ger det 0,06 per miljon axelparkilometer. Det kan jämföras med olycksstatistiken från Transportstyrelsen för vägar med jämförbar standard som Söderleden förbi planområdet, som ger en DSS-kvot på 0,0055 per miljon axelparkilometer för åren 2003-2011.

JÄMFÖRELSE AV DÖDSOLYCKORNAS FÖRDELNING PER OLYCKSTYP MELLAN DE TVÅ FEMÅRSPERIODERNA



All skadestatistik från vägtrafikområdet tydliggör att det är på de icke mötesfria vägarna på landsbygden som den allt överskuggande delen av de allvarliga trafikolyckorna med stort krockvåld inträffar och att vägar av Söderledens typ, standard och hastighetsbegränsning är mycket säkra vägar såväl för personbilstrafik som för tyngre fordon. Skadestatistiken för fordon som transporterar farligt gods uppvisar samma mönster, vilket beskrivs närmare nedan.

1.4 Sammanställning av olycksdata/olycksfrekvenser

Uppgifter avseende	Olycksfrekvens / DSS-kvot	
	[x 10 ⁻⁶ fordonskm]	[x 10 ⁻⁶ apkm]
ADR-skyltade fordon (hela vägnätet)	0,2	
Beräknad för mötesfri väg av god standard. Antag 10% av 0,2 enligt ovan	0,02	
MV 90 km/h		0,01
MV 70 km/h ($70^2/90^2 \times 0,01 = 0,006$), alla fordon		0,006
Stadsmotorväg (2003-2011), alla fordon		0,0055
Baserat på olyckskvoten (DSS) och tillämpning av den så kallade VTI-modellen resulterar det i en olyckskvot för ADR-skyltade fordon mellan 0,0055 och 0,011 beroende på andelen singelolyckor. Vid en tredjedel singelolyckor blir resultatet 0,0092	0,0092	

Av ovanstående kan man förutsätta en olycksfrekvens (DSS-kvot) mellan 0,006 – 0,01 (*10⁻⁶ apkm)

För att täcka in osäkerheterna i den fortsatta riskbedömningen används både olycksfrekvensen 0,01 och 0,02 olyckor per miljon fordonskilometer.

1.5 VTI-modellen (1994)

VTI-modellen (Lindberg, E., Morén, B. VTI 1994) är en vanligt förekommande modell för att beräkna förväntade antal olyckor vid transport av ADR-skyltat gods på väg. Den modellen ger en relativt högre olycksfrekvens för fordon med farligt gods än för hela fordonssammansättningen. Vid en hög andel singelolyckor ger metoden olyckskvoter som närmar sig olyckskvoten för alla fordon och vid en låg andel singelolyckor ger metoden en dubblerad olycksfrekvens. Det är ett mönster som man kan urskilja på landsortsvägar med låg trafikteknisk standard, men ger en helt felaktig bild av hur det ser ut på stadsmotorvägar och andra mötesfria vägar. MSB's statistik över olyckor vid transport av farligt gods på väg ger stöd åt den slutsatsen. Även de schablonvärden på olyckskvoter som används i VTI-modellen speglar inte den spridning av varierande krockvåld som förekommer på vägnätet varför resultaten från modellen inte ger erforderligt beslutsstöd för det aktuella planområdet.

1.6 Sannolikhet för vådahändelse

Av de rapporterade olyckorna är det endast ett fåtal, färre än en tiondedel, som leder till utsläpp (huvudsakligen klass 3-produkter) p.g.a. att fordonens tankar är dimensionerade för att klara förekommande trafikolyckor.

Äldre Engelsk statistik (Purdy, 1993) ger, efter korrigering för olyckskvotens beroende av vägstandard och tankförbättringar, stöd för att de beräkningar som gjorts för Söderleden ligger väl på säker sida.

För trycktankar med gas är utsläppsfrekvensen väsentligt mycket lägre än för tankar med klass 3-produkter, enligt (Purdy, 1993) ca en fjrtiondedel.

1.7 Olyckor vid vägtransport av farligt gods där det farliga godset har orsakat dödsfall

I Sverige har vi haft fyra olyckor vid vägtransport av farligt gods där det farliga godset har medfört dödsfall. Det senaste inträffade 2010. Dessa olyckor är följande:

Klass 1 Explosiva varor

1920 Hörken, Västmanland. Hästanspänd dynamittransport exploderade sedan kula från älgjakt träffat lasten, 8x50 kg dynamit. Kusk och häst dödades.

Klass 3 Brandfarliga vätskor

1987 Vällingby, Stockholm. Bensinbil välter i rondell och fattar eld. Föraren omkommer.

2005

2010 Utanför Göteborg, Fordon med Klass 3-produkter kolliderar med lastbil som stod uppställt vid sidan av vägen. Brand uppstår och föraren omkommer.

Klass 5.1 Oxiderande ämnen

1990 Köping, Västmanland. Lastbil med natriumklorat kolliderar i halt väglag med annan lastbil. Natriumklorat kommer ut på vägbanan och blandas med dieselolja från vid krocken förstörd tank. Svavelsyra från vid krocken förstört batteri rinner ned i kloraten

och ger antändning. Explosion sker efter ca en halv minut varvid föraren av den andra lastbilen dödas.

1.8 Olycksscenario för Söderleden

Baserat på aktuell transportomfattning och skadeverkan vid utsläpp förtjänar produkter i klass 3 (brandfarliga vätskor) en närmare analys p.g.a. dess helt dominerande transportvolym och produkter i klass 2.1 (komprimerade brännbara gaser) p.g.a. den betydande konsekvens en antändning av utsläppt gas kan åstadkomma.

Transporter med klass 2.3 (giftiga gaser) utgör en försumbar andel av transportererna. Transporter av massexplosiva ämnen klass 1.1 utgör också en försumbar sammanlagd risk.

Klass 2.2 (Ej brandfarliga eller giftiga gaser), vars produkter står för den största delen av ämnena inom klass 2, är tämligen harmlösa vid utsläpp i det fria, varför dessa kan exkluderas från den fortsatta studien.

Klass 2. Kondenserad, brännbar gas (gasol)

Scenariot vid en transportolycka är att fordonet gått av vägen eller kolliderat så att tanken med gasol skadats så mycket att hål på tanken uppkommit. Tankarna tål kraftig buckling utan att brista men kan skadas av träffat utstickande föremål, som kan ge stansningshål. Vägområdet förbi planområdet är av typen förlåtande vägområde med frånvaro av hårda föremål som kan ge upphov till stansningshål.

I FOA-rapporten "Riskanalys av gasolvagnar, med och utan säkerhetsventil", dnr 93-3527/S, 1993, antar man en hålarea på 15-20 cm² för ett typiskt hål. Ett sådant hål släpper ut ca 10 kg gasol/s vid hål ovanför vätskenivån, 48 kg gasol/s vid hål under. Siffrorna här och nedan kommer från S Lamnevik & R Forsén: "Riskanalys av gasolvagnar, med och utan säkerhetsventil", FOA dnr 93-3527/S, 1993. Om den läckande gasen antänds omedelbart uppstår en flamma. Flammen ger upphov till värmestrålning som kan skada människor och materiel. Flammans längd kan beräknas till ca 21 m med diametern ca 1,1 m vid gasutsläpp och 85 m med diameter 4,5 m vid vätskeutsläpp.

Vid gasutsläpp uppkommer livshotande brännskador inom en yta av $2 \times 20 = 40$ m². Vid vätskeutsläpp uppkommer livshotande brännskador inom en yta av $10 \times 85 = 850$ m².

Om gasen inte antänds omedelbart uppkommer ett brännbart gasmoln, som kan antändas i ett senare skede. Vid ett gasutsläpp är detta av storleksordningen 500 m². Alla som befinner sig inom detta område, dvs inom vägområdet, antas omkomma. På längre avstånd ifrån vägen inne i byggnaden blir konsekvenserna väsentligt mindre.

Vid ett vätskeutsläpp blir gasmolnet ca $50 \times 50 = 2500$ m². Alla som befinner sig inom detta område beräknas få livshotande brännskador.

Tankfordon som utsätts för en utbredd brand som omsluter hela tanken kan utveckla en s.k. BLEVE, Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion, som är det värsta tänkbara scenariot. BLEVE uppkommer först efter mer än 15 minuter, varför personer hinner undkomma om de inser faran. Sannolikheten för att det scenariot skall kunna ske på Söderleden bedöms som näst intill obefintlig.

Personer utomhus skadas, personer inomhus har normalt skydd för den uppkomna värmestrålningen.

Klass 3. Brandfarliga vätskor (bensin)

Cisternvagnar för bensin har lägre hållfasthet än motsvarande för trycksatta gaser (t ex gasol och klor). Materialvalet är ofta aluminium i stället för stål av viktskäl. Sannolikheten är därför här större att hål uppkommer vid avkörning och kollision.

Vid utsläpp på hårdgjord mark kan stora pölar bildas, som om de antänds ger värmestrålningskador på förhållandevis stora avstånd. Varje kvadratmeter brinnande yta utvecklar en viss värmeeffekt. Det är därför viktigt att inte brandfarlig vätska kan rinna ut över stora ytor och bilda stora pölar.

Det är knappast troligt att man står kvar vid en brand och låter sig brännas – man flyr undan om man kan. De som är tillräckligt nära hinner dock ej undan utan får livshotande brännskador. Denna zon uppskattas till ca 20 m.

Som exempel kan nämnas att ett 9 cm stort hål i en bensintank (ger ett utflöde av 20 l/s) ger en vätskepöl, som kan bli 20 m lång (avståndet mellan brunnarna) och ha en yta av ca 48 m². Det tar ca 1,5 minuter att utbilda pölen.

De allra flesta utsläppen är mindre än en eller några få kubikmeter. I dessa fall är det endast personer inom vägområdet som löper risk att skadas. I riskberäkningarna antas att 95 % av utsläppen är sådana små utsläpp som ger spilltor under 10 m², 5 % resulterar i mindre spilltor än 50 m² och resten fördelade på spilltor mellan 50 m² och 200 m².

Söderleden utformas med avvattning för dagvatten. Dessa avvattnings-brunnar begränsar utbredningen av ett utspill. Mellan Söderledens genomgående körfält och vägens sidoområde löper en påfartsramp som också begränsar möjligheten till utbredning av en pöl som skulle påverka den aktuella fastigheten negativt.

Dessutom gestaltas grönområdet mellan Söderleden och fastigheten så en pölutbredning begränsas.

Risakanalysen visar tydligt att det är inom vägområdet som den största risken föreligger, inte i den planerade byggnaden.

1.9 Sannolikhet för vådahändelse

Sannolikheten att olycka leder till utsläpp sätts till 10 % (Räddningsverket 1996). Sannolikheten för antändning i händelse av utsläpp sätts till 5 % (Purdy, 1993). Sannolikheten för utsläpp från trycktank är enligt olika uppgifter mellan 1/30 till 1/40 av sannolikheten för utsläpp från tunn tank (Räddningsverket 1996, Purdy 1993).

<i>Totalt hela landet</i>		<i>Kommentar</i>
Årligt trafikarbete Totalt, medel senaste tio åren (km)	75 000 000	
15 incidenter /år => (frekvens /år)	$0,2 * 10^{-6}$	Stämmer väl med tabell 1.4
Årligt trafikarbete Klass 3, medel senaste tio åren (km)	45 000 000	
2 mindre utsläpp av Klass 3/år => (frekvens /år)	$0,04 * 10^{-6}$	

<i>Söderleden</i>		<i>Kommentar</i>
Årligt trafikarbete på Söderleden	$2 * 10^7$ fordon/år	
Andel lastbilar	6-7 %	
FG totalt	$1,5 * 10^4$ fordon/år	
Klass 3-produkter	Ca $1,2 * 10^4$ fordon/år	
Klass 1.1-produkter		(ca 700 kg/transport)
Klass 2.1-produkter är relativt underrepresenterade på Söderleden	200 fordon/år	
Klass 2.3-produkter är relativt underrepresenterade på Söderleden		Ett fåtal fordon/år Vägsträcka förbi planområdet (< 500 meter)
Klass 3 på en sträcka av 500 meter	$6 * 10^3$ fordons-km /år	
Beräknad sannolikhet för trafikolycka (mötesfri väg, VTI), bensinutsläpp från tunn tank och antändning, (baserat på statistik enl Purdy 1993) på den aktuella vägsträckan	$0,01 * 10^{-6}$ 0,1 0,05	$\Rightarrow 6 * 10^{-5}$ /år $\Rightarrow 6 * 10^{-6}$ /år $\Rightarrow 3 * 10^{-7}$ /år
Klass 2.1		ca 100 fordonskm/år
Beräknad sannolikhet för trafikolycka (mötesfri väg), gasutsläpp från trycktank (ca 1/40-del av sannolikheten för utsläpp från tunn tank(Purdy 1993) och antändning,	$0,01 * 10^{-6}$ 0,1/40 0,5	$\Rightarrow 1 * 10^{-6}$ /år $\Rightarrow 2 * 10^{-8}$ /år $\Rightarrow 1 * 10^{-8}$ /år
Klass 1.1		Ca 250 fordonskm/år
För olyckor med klass 1.1 finns ingen statistik p.g.a. den enkla anledningen att de inte inträffat i Sverige.. Men om sannolikheten för explosion sätts till en tiondedel av sannolikheten för olycka och antändning av klass 2.1 blir frekvensen av explosionsolycka samma som för klass 2.1		=> ca 1 gång per 10^8 år

Av detta kan man dra slutsatsen sannolikheten för en vådahändelse är mycket låg. Vidare kan man dra slutsatsen att människor inom vägområdet riskerar att påverkas av en olycka är trolig, men huruvida det är rimligt att spekulera i hur konsekvenserna blir för personer inne i den planerade

byggnaden är mycket tveksamt. Av skadestatistiken kan man i alla fall konstatera att inga personer vid sidan av vägområdet har omkommit eller skadats som följd av transporterat farligt gods.

2. Referenser

A. Karlsson, VTI rapport 636, 2009

Brandteknik. (2005). Brandskyddshandboken, Rapport 3134. Brandteknik vid

Lunds tekniska högskola, Lund

Handbok för riskanalyser, räddningsverket, 2003

CPR. (1999). CPR 18E – Guidelines for Quantitative Risk Analysis. Committé for the prevention of disaster.

Eliot, K., (2007), PM rörande risker i anslutning till transport av farligt gods för området Krillans Korg 1, Ramböll Sverige AB, Stockholm.

FOA. (1998). Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor – metoder för. Försvarets Forskningsinstitut, Stockholm

MSB, (2010), flödesstatistik, felkällor och osäkerheter, hämtat från:

<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/>, besökt 2010-04-12

Räddningsverket. (1996). Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods.: Räddningsverket, Karlstad

Räddningsverket. (1996). Farligt gods - riskbedömning vid transport- Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg och järnväg. Räddningsverket, Karlstad

Räddningsverket. (1997). Värdering av risk.: Räddningsverket, Karlstad

Lindberg, E., Morén, B. VTI 1994. Riskanalys för transport på väg och järnväg, VTI-modellen

MSB. 2007-2011. Trafikolyckor och trafiktilbud vid transport av farligt gods på väg

Transportstyrelsen, STRADA-olycksstatistik 2003-2011

BILAGA 3

Sisjömotet (Detaljplan för kv Eknöudde och Sticksågen inom stadsdelarna Askim och Högsbo i Göteborg)

Risکاناليس med hänsyn till transport av farligt gods på Söderleden

Bilaga till risکاناليس daterad 2013-08-22

2013-08-19

Upprättad av: Tomas Sandman

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

organisationsnummer 556133-0506

Sisjömotet (Detaljplan för kv Eknöudde och Sticksågen inom stadsdelarna Askim och Högsbo i Göteborg)

Uppdragsgivare Göteborgs Stad

Byggherre

Objektsadress x

Myndighetskrav PBL
MILJÖBALKEN

Läsanvisning

Upprättad av

Tomas Sandman
Sakkunnig brand
Stockholm, 2013-08-19

Innehållsförteckning

1. OLIKA SKADEHÄNDELSERS PÅVERKAN PÅ MÄNNISKOR INOM INFLUENSOMRÅDET	1
1.1 EXPLOSION	1
1.1.1 Tryck och impuls enligt deterministisk modell	2
1.2 PÖLBRAND	3
1.2.1 Infallande strålningsnivå från olika brandstorlekar	4
2. REFERENSER	6

1. Olika skadehändelsers påverkan på människor inom influensområdet

1.1 Explosion

Vid en explosion kan kriterier för att personer skadas delas upp i två typer, att personer befinner sig utomhus och omkommer direkt av explosionens tryckuppbyggnad, eller att personer befinner sig inne i en byggnad och omkommer då denna rasar på grund av explosionens tryckuppbyggnad. Människor tål tryck relativt bra och gränsen för direkta dödliga skador går vid ca 180 kPa, (FOA, 1998).

Vid detonation uppkommer ett mycket högt tryck i olyckans närområde. Trycket avtar sedan snabbt med avståndet. Skador på byggnader bestäms både av maximalt tryck och av impulstätheten. För en känd konstruktion går det att beräkna samband mellan tryck och impulstäthet som t.ex. gör att en vägg kollapsar. Rimliga värden på vad olika byggnader klarar beskrivs i Tabell 1.

Tabell 1 – typvärden för tryck som olika byggnader klarar, (FOA, 1998).

<i>Typ av byggnad</i>	<i>Maximalt tryck, [kPa]</i>	<i>Impulstäthet, [kPa *s]</i>
Smärre byggnadsskador	0,1 - 5	
Fönsterrutor går sönder	1 - 5	
Större byggnadsskador	5- 40	
Träbyggnad och plåthallar	10	0,5
Tegel- och äldre betongbyggnader	20	1
Nyare betongbyggnader	40	1,5
Pelare som balkstomme med ytterväggar av sandwichelement	200	3,1

Tabell 2 – typvärden för tryck och skador på människor, (Lamnevik, 2004)

<i>Typ av skada</i>	<i>Maximalt tryck, [kPa]</i>
Gräns för trumhinneruptur	35
Gräns för lungskador	70
Gräns för dödliga skador	180

1.1.1 Tryck och impuls enligt deterministisk modell

Transportkartläggningen i PM Transporter av Farligt gods ger vid handen att de allra flesta transporter (distribution ut till brukarna) av klass 1.1 antas ske med kvantiteterna ca 700 kg (erfarenheter från distribution i Stockholmsområdet). Dessa transporter sker under mycket stor säkerhetskontroll. Större kvantiteter går främst mellan tillverkning och depåer som är lokaliserade utanför befolkningscentra. På den aktuella vägsträckan sker transporter nästan uteslutande ut till slutanvändare, då i begränsade mängder.

I tabell nedan presenteras tryck och impulser som uppstår vid explosion av 500 kg respektive 1 ton trotyl (dynamit).

Tabell 3 - tryck och impulstäthet på olika avstånd från väggkant vid 500 kg trotyl.

<i>Avstånd från väggkant, [m]</i>	<i>Tryck, [kPa]</i>	<i>Impulstäthet, [kPa*s]</i>
5	10 000	100
10	5 000	95
15	3 000	80
20	1 000	70
25	600	60
30	300	40
35	180	
40	150	20
50	100	10
60	70	<10
75	55	
100	35	

Tabell 4 - tryck och impulstäthet på olika avstånd från väggkant vid 1 ton trotyl.

Avstånd från väggkant, [m]	Tryck, [kPa]	Impulstäthet, [kPa*s]
15	4 000	85
20	2 000	75
25	1 000	70
30	500	50
40	250	30
50	150	15
60	110	10
75	80	
100	60	<10

På avståndet 75 meter från en explosion kan trycket skada byggnader. Risken för att byggnaden ska kollapsa är dock mycket liten på det avståndet och med den topografi som skiljer transportleden och fastigheten. Det bör dessutom påpekas att någon sådan olycka har över huvud taget inte inträffat i Sverige vid transport på väg. ADR regelverket som reglerar säkerheten för sådana transporter syftar till att dessa transporter ska kunna ske på allmän väg. Åtgärder för att reducera konsekvenser av en explosion är som regel mycket omfattande och kostnadskrävande och blir därför mycket sällan tillämpade för fastigheter som ligger vid transportleder för farligt gods.

1.2 Pölbrand

Kritiska strålningsnivåer

Gränsvärden för vad människor och materiel kan motstå i form av strålning från en brand presenteras i tabellen nedan som kritiska strålningsnivåer, uttryckt som

Strålningseffekt per kvadratmeter, framgår av Tabell 5 nedan.

Tabell 5 Effekter vid olika strålningsnivåer, (Brandteknik, 2005).

Strålningsnivå [kW/ m ²]	Effekt	Referens
2,5	Övre strålningsnivå för maximal strålningspåverkan vid utrymning enligt BBR	BBR
2,5	Kan uthärdas under längre tid, (ca 10 min)	Purser (2002)
3	Gräns för kortvarig exponering max 20 sek	Hägglund.B., et al. Bygg & teknik 6/02

Forts Tabell 5 Effekter vid olika strålningsnivåer, (Brandteknik, 2005).

10	Gräns för kortvarig exponering max 5 sek	
10	Normalt glas spricker	Grubits (1985)
	Brandklassade glas: E15-734 grad C, ,,,,	
15	Maximal strålningsnivå för oklassat fönster och för kortvarig exponering vid utrymning.	Brandteknik, 2005
15	50 % döda vid 30 sekunders exponering enligt Holländs standard (CPR, 1999)	Brandteknik, 2005
20	Kriterium för övertändning. Outhärdlig smärta efter 1 sekund	Brandteknik, 2005
25	Spontan antändning av trä vid långvarig strålning	Brandteknik, 2005
30	Spontan antändning av trä i det fria VTI-rapport 387:4, 1994	
42	Spontan antändning av cellulosamaterial efter ca 5 sekunder	Brandteknik, 2005

1.2.1 Infallande strålningsnivå från olika brandstorlekar

Vid vådautsläpp antas att poLEN utbreder sig som en rännil utmed vägbanan. Infallande strålningsintensitet är beräknad baserad på ett längd/bredd-förhållande som är fem på ett.

Flamhöjden antas följa sambandet $H = 0,235 * Q^{(2/5)} - 1,02 * D$ (Heskestad, 1984)

Strålningsintensiteten, I_0 , från flamman antas följa sambandet $I_0 = 58 * 10^{-0,00823D}$ (Shokri & Beyler, 1989) Strålningsintensiteten, $I_0 = 60 \text{ kW/ m}^2$, experimentella värden uppmätta av FOI används också vid analysen för att illustrera

Infallande strålningsvärme på fasad, I_0 enl FOI

PÖLAREA, m^2						
	50	100	150	200	250	400
<i>Infallande strålningsintensitet, kW/ m^2</i>						
50 m	1	2	2,5	3,75	4	6
74 m	0,5	1	1,25	1,6	2	3

Bakom en glastruta reduceras stålningnivån till hälften. Flerglaskonstruktioner ger ytterligare reduktion av strålningsintensiteten.

Dessutom avtar strålningen kraftigt innanför en öppning (fönsteröppning) i fasaden. Ca 1 meter in har strålningen mer än halverats.

Infallande strålningsvärme bakom ett fönsterglas

PÖLAREA, m ²						
	50	100	150	200	250	400
Infallande strålningsintensitet, kW/ m ²						
74 m	<<0,5	0,5	0,6	0,8	1	1,5

Ytterligare en bit bakom fönstret 1 meter in är strålningen ytterligare halverad

Personer som befinner sig i byggnaden har alltså mycket stora möjligheter att klara utrymning bort från branden även vid mycket omfattande brand.

Med hänsyn till de låga strålningsnivåerna vid hotellfasaden och inne i byggnaden är risken för allvarliga konsekvenser mycket liten och innebär att planen uppfyller samhällets krav på riskhänsyn i samhällsplaneringen. Dock rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- inte begränsa möjligheten att utrymma byggnaden
- inte utsätta personer i byggnaden för överraskande hot
- inte planera marken mellan Söderleden och hotellet så att den uppmuntrar till vistelse

Inom kategori a. faller att anordna utrymning bort från brandexponerad del av byggnaden

Inom kategori b. faller att anordna ventilationsintaget så att inte giftiga gaser överraskar personer i byggnaden

2. Referenser

Brandteknik. (2005). Brandskyddshandboken, Rapport 3134. Brandteknik vid Lunds tekniska högskola, Lund

CPR. (1999). CPR 18E – Guidelines for Quantitative Risk Analysis. Committé for the prevention of disaster

FOA. (1998). Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor – metoder för beräkning av konsekvensområde: Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm

Räddningsverket. (1997). Värdering av risk. Karlstad: Räddningsverket.

Grubits S.J., Building Separation and Fire Source Features, Technical Record 517, National Building Technology Centre Department of Housing and Construction, Austria, 1985.

Purser D. Toxicity assessment of combustion products. SFPE Handbook of Fire Engineering. NFPA, Quincy, 2002

Brandteknik. (2005). Brandskyddshandboken, Rapport 3134. Brandteknik vid Lunds tekniska högskola, Lund

CPR. (1999). CPR 18E – Guidelines for Quantitative Risk Analysis. Committé for the prevention of disaster. Eliot, K., (2007),

FOA. (1998). Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor – metoder för. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm

Stenberg, (2007), RIKTSAM – Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, rapport 2007:06, Länsstyrelsen i Skåne län, Malmö