

Jörlanda-Berg 1:66 mfl, Stenungsunds kommun

**Riskutredning avseende transport av farligt gods
och bensinstation**

Rev 2018-09-14

Jörlanda-Berg 1:66 mfl, Stenungsunds kommun

Riskutredning avseende transport av farligt gods och bensinstation

Rev 2018-09-14

Beställare: Stenungsunds kommun
Strandvägen 15
444 82 STENUNGSUND

Beställarens representant: Åsa Lindborg

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsledare Katarina Holmgren
Johan Hultman

Uppdragsnr: 103 26 73

Filnamn och sökväg: n:\103\26\1032673\0-mapp\09 beskr-utredn-pm-
kalkyl\2017-10-09 pm riskutredning jörlanda-berg.doc

Kvalitetsgranskad av: Katarina Holmgren

Tryck: Norconsult AB

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
1 Inledning och syfte	6
2 Risker från transporter med farligt gods.....	7
2.1 Typer av farligt gods	7
2.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods	7
3 Platsspecifika förutsättningar	9
3.1 Väg E6.....	9
3.2 Planområdet	13
3.3 Planförslaget.....	14
4 Riskbedömning i den fysiska planeringen.....	19
4.1 Definitioner	19
5 Resultat.....	23
5.1 Område A	23
5.2 Område B	26
6 Osäkerhetsberäkningar	32
6.1 Osäkerhet i ingångsdata	32
7 Bensinstationen.....	34
7.1. Regelverket	34
7.2 Tankstationen vid Stora Höga.....	35
8 Diskussion och slutsatser	38
Referenser.....	40

Bilaga Riskberäkningar

m:\105\35\1053535\5 arbetsmaterial\01 dokument\2018-09-03 pm
riskutredning jörlanda-berg.doc

Sammanfattning

Norconsult AB (Norconsult) har fått i uppdrag av Stenungsunds kommun att utföra en riskutredning i samband med detaljplanearbete för fastigheten Jörlanda- Berg 1:66 mfl. Ingen negativ påverkan förväntas från tankstationen nordväst om planområdet.

Planområdet ligger strax öster om väg E6 som är primär transportled för farligt gods. Riskberäkningar har gjorts för en prognosticerad trafiksituation år 2030.

I planförslaget föreslås ett handelsområde med etablering av sk volymhandel i norr och sk sällanköpshandel i söder. Eftersom området har skilda karaktärer när det gäller persontäthet, topografi och avstånd till leden har området delats in i tre delområden. Område A innefattar handelsområdet i norr och område B innefattar handelsområdet i söder. Område C innefattar snabbmatsrestauranger i norra delen av planområdet.

I område A medges parkeringsplatser fram till ca 80 m från E6 och byggnader medges fram till ca 140 m från E6. Riskanalysen visar att risknivån är acceptabel inom hela område A och att inga skyddsåtgärder är nödvändiga för detta område.

I område B medges parkeringsplatser fram till ca 35 m från E6 och byggnader medges fram till ca 75 m från E6. Riskberäkningar visar att utan skyddsåtgärder ligger individ- och samhällsrisk över gränsen för acceptabla risker.

I område C medges parkeringsplatser fram till ca 150 m från E6 och byggnader medges fram till ca 190 m från E6. Riskanalysen visas att risknivån är acceptabel inom hela område C till följd av risker från transporter av farligt gods på E6 och närheten till tankstation.

Beräkningar har utförts med skyddsåtgärder för att reducera risknivån i område B. Skyddsåtgärderna är att ett tungt vägräcke och en vall etableras längs E6 och planområdet. Vallen skyddar helt mot spridning av vätskor och delvis mot spridning av gaser. Ifall vallen anläggs i direkt anslutning till E6 kan vägräcket utgå.

Beräkningar visar att med dessa åtgärder blir individrisken acceptabel inom hela området. Samhällsrisker reduceras ordentligt men ligger delvis fortfarande över gränsen för acceptabla risker.

Utöver nämnda skyddsåtgärder föreslår Norconsult ytterligare åtgärder för att minska risknivån. Sammanfattningsvis föreslås följande åtgärder för södra delen av planområdet:

- En 3 meter hög vall (relativt körbanan) anläggs utmed E6 för att förhindra att brandfarlig vätska rinner mot planområdet samt att spridningen av brandfarliga gaser in mot området reduceras.
- Ett tungt vägräcke som reducerar risken för skador på transportfordon med farligt gods till ca hälften.
- I byggnaderna ska utrymning vara möjligt bort från E6.
- Friskluftintag placeras i skyddat läge.

Om ovan nämnda åtgärder genomförs bedömer Norconsult att risknivån för planerad markanvändning är godtagbar inom område B.

1 Inledning och syfte

Norconsult AB (Norconsult) har fått i uppdrag av Stenungsunds kommun att utföra en riskutredning i samband med detaljplanearbete för fastigheten Jörlanda- Berg 1:66 mfl.

Syfte med detaljplanen är att möjliggöra etablering av ett nytt handelsområde inom området.

Det aktuella planområdet ligger i Stora Höga, strax öster om E6, se *figur 1*. Strax väster om planområdet ligger väg E6 som är klassad som primär transportled för farligt gods. Vidare ligger en tankstation norr om planområdet.



Figur 1 Planområdets läge inom rödmarkerat område.

Enligt Länsstyrelsens riskpolicy från 2006 (Lst 2006) skall risker beaktas vid fysisk planering inom 150 m från transportleder av farligt gods.

Riskanalysen baseras på en prognosticerad trafiksituation för år 2030.

2 Risker från transporter med farligt gods

2.1 Typer av farligt gods

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

Tabell 1. Indelning av farligt gods

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

2.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods

Nedan följer en allmän beskrivning av olika sorters farligt gods som transporteras och följderna av olyckor. Följderna i form av dödsfall avser, om inget annat sägs, personer som vistas utomhus utan skydd.

Klass 1. Explosiva ämnen

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

Klass 2: Brännbara eller giftiga gaser

Utsläpp av brännbar gas i luft kan antändas direkt och orsaka en sk jetflamma. Om gasen inte antänds direkt bildas ett brännbart gasmoln som kan antändas omgående eller driva iväg och antändas över bebyggelsen. I ytterst sällsynta komplicerade olyckor kan gastanken explodera och bilda ett eldklot, sk BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Klass 3: Brandfarliga vätskor

Om en tank med mycket brandfarlig vätska (exempelvis bensin) skadas rinner bensinen ut och en sk pölbrand kan uppstå. Eldningsolja är så svårantändlig att brandrisken är försumbar.

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

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

Klass 5: Oxiderande ämnen

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

Klass 6: Giftiga ämnen.

Giftiga vätskor kan ge verkan på längre avstånd om avdunstning sker från en pöl som uppstår i samband med en olycka. Effektens omfattning är beroende på giftighet och flyktighet av vätskorna.

Klass 7: Radioaktiva ämnen

Dessa ämnen transporteras endast i små mängder på väg och järnväg.

Klass 8: Frätande ämnen såsom saltsyra, svavelsyra.

Risk för skador inom ca 20 m från olycksplatsen eftersom skada uppkommer vid direkt exponering på personen.

3 Platsspecifika förutsättningar

3.1 Väg E6

3.1.1 Trafikprognoser

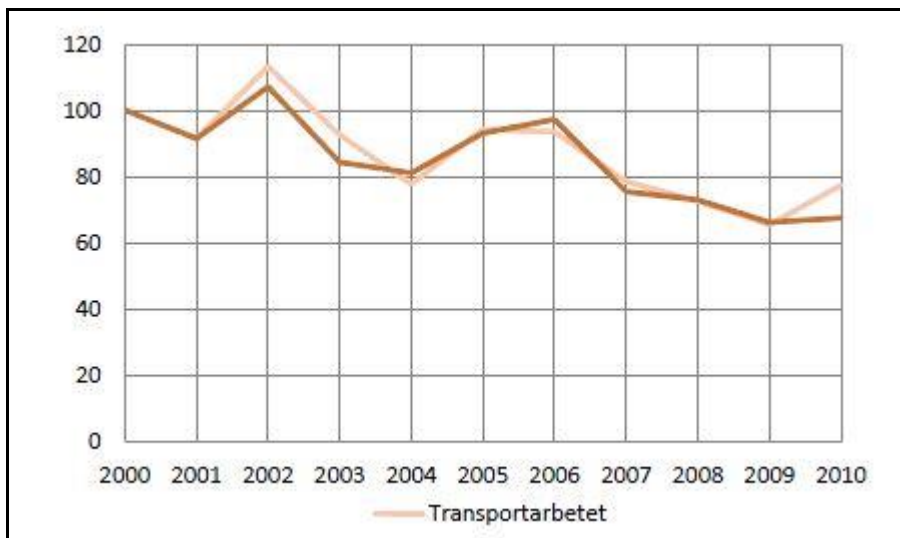
År 2011 var årsdygnstrafiken på E6 39 090 f/ådt (fordon per årsmedeldygn) varav 4 590 fordon var lastbilar (Trafikverket, 2014:1). Prognosen för personbilstrafiken fram till år 2030 är en årlig tillväxt på 1,3 %. Prognosen för godstrafik på Europavägar inom Västra Götaland är 1,69 % ökning per år under åren 2010-2030 vilket ger ca 6 300 lastbilar/ådt för år 2030 och en årsdygnstrafik på ca 50 300 f/ådt

3.1.2 Transporterade mängder

Väg E6 är klassad som primär transportväg för farligt gods (www.trafikverket.se) vilket innebär att den är ett lämpligt huvudvägnät för genomfartstrafik och bör användas så långt det är möjligt.

Uppgifter om vad som transporteras på E6 har erhållits från Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps hemsida (MSB, 2013) Uppgifterna är baserade på en undersökning som genomförts under en månad, september 2006, och anges med ett lägsta och högsta värde för antal ton som transporterats under månaden. Antalet transporter med farligt gods som årligen passerar planområdet kan beräknas som godsmängden multiplicerat med en faktor 11 (istället för 12 för att ta hänsyn till att färre transporter sker under sommaren och långhelger). Uppgifterna kan sedan räknas om till antalet fullastade transportfordon genom att anta 23 ton per transport (16 ton för explosiva ämnen i klass 1).

Transporterna av farligt gods på väg har sedan 2002 stadigt minskat och tendensen är att lägga så mycket som möjligt av dessa transporter på järnväg, se figur 2. Under 2010 utgjorde de 3 procent av den transporterade godsmängden och 5 procent av transportarbetet. Den största andelen, 69 procent, utgjordes av brandfarliga vätskor (Trafikanalys, 2012).



Figur 2. Inrikes lastad godsmängd, i 1000-tal ton, och transportarbete, i miljoner tonkm, (Trafikanalys, 2012)

För år 2030 antas att antalet transporter av farligt gods ligger på samma nivå som för år 2006.

MSB:s uppgifter är mycket ungefärliga och en jämförelse görs därför med nationella uppgifter.

Andelen transporter av farligt gods är i genomsnitt över landet ca 3,6 % (SIKA/SCB 2000-2007). Även fördelningen av det farliga godset på olika klasser framgår av SIKA/SCB:s statistik och redovisas i *tabell 2*.

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

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

Enligt Trafikverket passerade 3640 lastbilar/dygn planområdet år 2006. Räknat på 11 månader och 30 dagar per månad blir det cirka 43 250 fordon som innehåller farligt gods (3640x11x30x0,036) enligt nationell statistik. Fördelningen i respektive klass redovisas i *tabell 3*.

Tabell 3. Jämförelse mellan fördelningen av de olika farligt gods klasser på väg E6 (september 2006) och nationellt.

Klass	MSB E6, 2006 (medel antal transporter)	MSB E6, 2006 (max antal transporter)	Nationell statistik, 2006 (antal transporter)	Använd
1 Explosiva ämnen	24	48	360	25
2 Komprimerade gaser	4 137	5 643	6 600	5 600
3 Brandfarliga vätskor	11 837	15 783	29 300	15 800
4 Brandfarliga fasta ämnen	583	693	360	700
5 Oxiderande ämnen	122	240	840	240
6 Giftiga ämnen mm	62	81	120	80
7 Radioaktiva ämnen	—*	—*	<1	1
8 Frätande ämnen	2 774	5 548	3 960	5 550
9 Övriga farliga ämnen	2 750	5 500	960	5 500
Totalt	22 289	33 536	42 500	33 496

*Radioaktiva ämnen mäts i antal kollin.

Ovanstående Tabell 3 visar att antalet transporter med farligt gods generellt är högre enligt nationell statistik jämfört med MSB:s mätningar. När det gäller fördelningen mellan olika klasser så bedöms MSB:s statistik ta bättre hänsyn till lokala förhållanden. SIKAs siffror gäller för hela landet och överskattar sannolikt andelen klass 1 för planområdet eftersom sprängämnen främst används i gruvindustrin samt andelen brandfarliga vätskor eftersom stora mängder brandfarliga vätskor transporteras på väg E4. Vid fortsatta beräkningar används MSB:s statistik. Förutom klass 1 används konservativt max antal transporter.

Vid riskberäkningen analyseras de ämnen som beräknas kunna medföra de allvarligaste konsekvenserna vid en olycka. Dessa klasser bedöms vara giftiga och brandfarliga gaser, massexplosiva ämnen, brandfarlig vätska och oxiderande ämnen. Klasserna ovan innehåller ämnen med varierande farlighetsgrad och för att kunna genomföra en riskberäkning måste ämnen delas upp ytterligare, se *tabell 4*.

Klass 1, 2, 3 och 5 omfattar var för sig ett stort antal olika ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste ämnen delas upp ytterligare vilket görs nedan utifrån tillgänglig statistik på området.

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

För klass 2 anger MSB att det på denna sträcka transporteras ca 75 % brandfarliga gaser i klass 2.1. Andelen giftiga gaser anges till 0 % men för att inte underskatta risken så används uppgifter från MSB för hela landet 2006 (SRV 2007) som anger att 0,2 % av transporterade gaser är giftiga. Resten av gaserna är varken brandfarliga eller giftiga.

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

För klass 5 räknas endast de oxiderande ämnen med som bedöms kunna leda till en massexplosion, konservativt räknat uppskattas detta till en tredjedel av den totala mängden.

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

Tabell 4 Farligt gods på E6 som medför betydande risker för planområdet

Klass	Ämnesgrupp	Antal transporter 2030
1	Massexplosiva ämnen	3
2.1	Brandfarlig gas	3 085
2.3	Giftiga gaser	12
3	Mycket brandfarliga vätskor	11 850
5.1	Oxiderande ämnen som kan leda till explosion	80

3.1.3 Sannolikhet för olyckor med farligt gods

Sannolikheten för olyckor för E6 år 2030 förbi planområdet har beräknats till 6×10^{-8} per fordonskilometer och år utifrån uppgifter i Vägverkets Effektkatalog (Vägverket 2008).

3.2 Planområdet

Planområdet ligger som närmast ca 30 meter öster om E6. I norra delen går vägen i skärning förbi planområdet. Södra delen av området är plan och består av öppen ängsmark, se *figur 3*. I södra delen ligger planområdet i nivå med vägen.



Figur 3 Södra delen av området. Vy från sydväst (googlemaps.se)

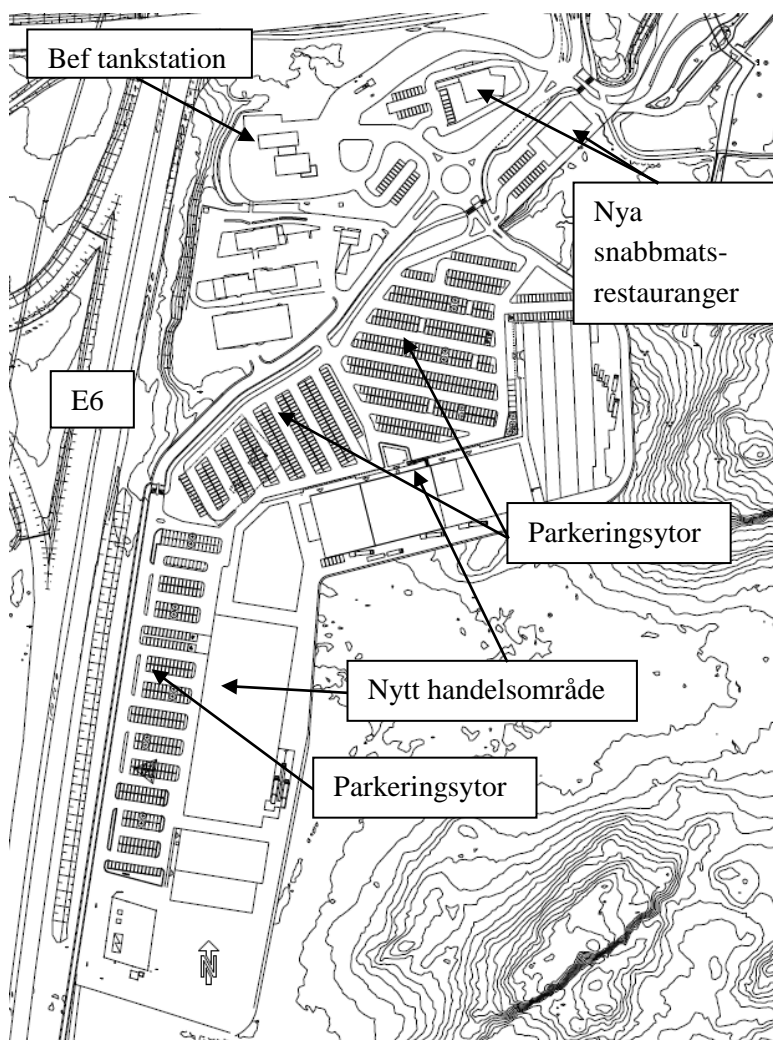
I områdets norra del finns ett höjdparti mellan E6 och planområdet och strax norr om planområdet ligger en tankstation. I norra delen ligger planområdet generellt ett par meter över E6 och skymms delvis av höjdpartiet som har sin högsta punkt ca 10 meter över befintlig körbana. Detta befintliga höjdparti föreslås tas ned och bli parkeringsplatser.

3.3 Planförslaget

3.3.1 Fysisk utformning

I Program för detaljplan för Handel, kontor och småindustri Jörlanda-Berg 1:66 mfl (Dnr. 0122/09) redogörs för förslaget ”Samlad service”. I förslaget är handelsområde placerat i områdets norra del och småindustri i områdets södra del.

Ändrade förutsättningar i planförslaget till detaljplan har inneburit att även områdets södra del omvandlas till ett handelsområde och att två snabbmatsrestauranger tillkommit norr om området. En illustration av förslaget visas i figur 4.

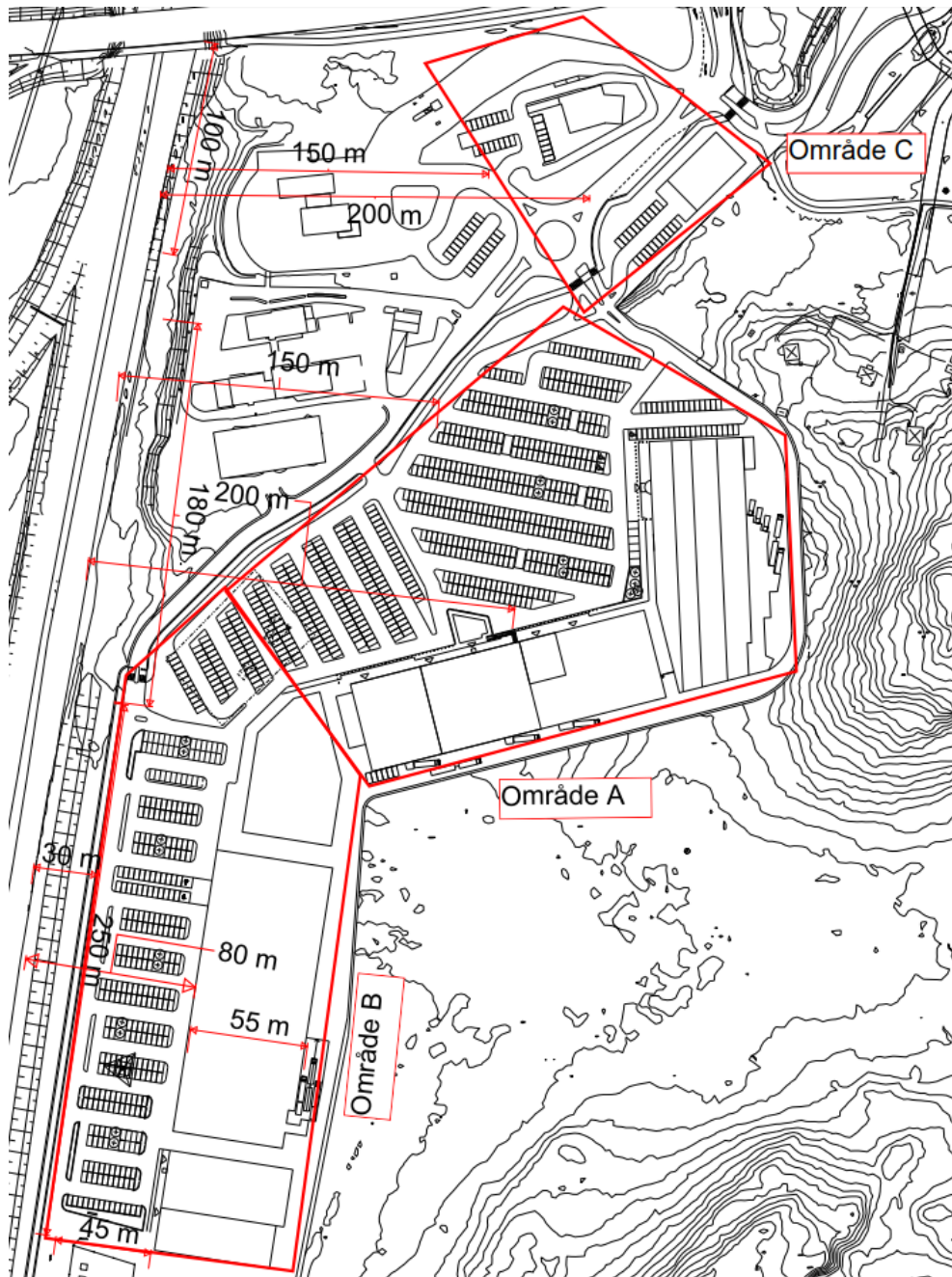


Figur 4 Planförslag

Handelsbyggnaderna i områdets norra del har en yta på cirka 10 000 m² och består av flera byggnadskroppar. Handeln föreslås främst bestå av så kallad volymhandel men även livsmedelshandel kan bli aktuellt. Vidare föreslås cirka 600 parkeringsplatser i anslutning till handelsområdet.

Handelsbyggnaderna i områdets södra del har en yta på cirka 12 000 m² och består av flera byggnadskroppar. Handeln föreslås främst bestå av så kallad sällanköps-handel. Vidare föreslås cirka 400 parkeringsplatser i anslutning till handelsområdet.

Eftersom området har skilda karaktärer när det gäller persontäthet, topografi och avstånd till leden delas området in i 3 delområden, se *figur 5*. Dessa områden behandlas inledningsvis separat men resultatet sammanvägs i en gemensam bedömning.



Figur 5 Områdesindelning

Område A

Verksamhetsområdets längd (i vägens riktning) är ca 180 meter. Vägen ligger i skärning ca 150 meter längs planområdet. Närmast väg E6 föreslås parkeringsplatser och bebyggelsen placeras i områdets östra del. Föreslagna byggnader ligger i genomsnitt ca 200 meter från E6 och föreslagna parkeringsplatser ligger i snitt 150 meter från E6.

Område B

Verksamhetsområdets längd (i vägens riktning) är ca 250 meter och verksamhetsområdets bredd är ca 125 meter. Området ligger ca 30 meter från E6 och parkeringsplatser medges fram till ca 35 meter från E6.

Område C

Verksamhetsområdets längd (i vägens riktning) är ca 100 meter och verksamhetsområdets bredd är ca 125 meter. Området ligger ca 150 meter från E6 och genomsnittligt avstånd mellan E6 och verksamheterna är cirka 200 meter.

3.3.2 Persontäthet

Område A

Inom området föreslås ca 600 parkeringsplatser och dessa ligger ca 80 - 250 meter från väg E6.

Byggnaderna ligger ca 140 – 320 meter från väg E6.

För att beräkna hur många personer som besöker handelsområdet görs följande antagande:

- Samtliga besökare antas vara bilburna och det är i snitt 1,5 personer i varje bil.
- En genomsnittlig besökare parkerar i ca 1 timme.
- Beläggningen på parkeringen uppgår till 50 %, (Göteborgs Stad, 2011).
- Affärernas öppettider är 12 timmar/dag, måndag – söndag.

Ovanstående antaganden innebär att område A besöks av cirka 5 400 kunder/dag och att antalet kunder som befinner sig samtidigt inom området är ca 450 stycken i snitt.

Antal personer i personalen som befinner sig i handelsområdet uppskattas utifrån Göteborgs Stads "Vägledning till parkeringstal vid detaljplaner och bygglov 2011" till 10 personer per 1000 m² (Göteborg 2011). Handelsytan i område A är ca 10 000 m² och detta medför att ca 100 personer förväntas arbeta i området. Med antagande att personalen arbetar i snitt 30 timmar/vecka innebär det att antal personer inom personalen som befinner sig samtidigt i anläggningen uppskattas till cirka 40 st.

Sammantaget antas det att det befinner sig ca 500 personer i område A samtidigt i snitt under dagtid. Kunderna bedöms vara utomhus sammanlagt 10 minuter vid besök. Personalen uppskattas vara utomhus under 20 minuter per dag. Totalt ger detta ca 80 personer utomhus och 370 inomhus samtidigt i genomsnitt. I osäkerhetsanalysen i kapitel 7 görs en bedömning vad det skulle innebära om det befann sig 25 % fler personer inom området.

Område B

Området närmast E6 avses att användas för parkering och anslutningsvägar. Antal parkeringsplatser bedöms till ca 400 st. En handelsetablering i område B skulle innebära sk sällanköpshandel och för att beräkna hur många personer som besöker handelsområdet görs följande antagande:

- Samtliga besökare antas vara bilburna och det är i snitt 2 personer i varje bil.
- En genomsnittlig besökare parkerar i ca 2 timmar.
- Beläggningen på parkeringen uppgår till 50 %, (Göteborgs Stad, 2011).
- Affärernas öppettider är 10 timmar/dag, måndag – söndag.

Ovanstående antaganden innebär att område B besöks av cirka 2 000 kunder/dag och att antalet kunder som befinner sig samtidigt inom området är ca 200 stycken i snitt.

Antal personer i personalen som befinner sig i handelsområdet uppskattas utifrån Göteborgs Stads ”Vägledning till parkeringstal vid detaljplaner och bygglov 2011” till 10 personer per 1000 m² (Göteborg 2011). Handelsytan i område B är ca 12 000 m² och detta medför att ca 120 personer förväntas arbeta i området. Med antagande att personalen arbetar i snitt 30 timmar/vecka innebär det att antal personer inom personalen som befinner sig samtidigt i anläggningen uppskattas till 51 st.

Område C

Området ska användas för snabbmatsrestauranger och parkeringar till dessa. I en tidigare utredning (Norconsult 2009:2) anges det att antal sysselsatta dagtid på en snabbmatsrestaurang är cirka 10 personer och antal besökare är cirka 6 personer. Snabbmatsrestaurangen kommer troligtvis även vara öppen på kvällen/natten och då bedöms förre personer vara närvarande. För att vara konservativ i beräkningarna används samma antal personer närvarande på nattetid som på dagtid. Eftersom det är två snabbmatsrestauranger som är aktuella på denna plats så bedöms det i

genomsnitt vara cirka 32 personer på plats dagtid. Av dessa bedöms cirka 90% befinna sig inomhus och 10 % utomhus.

Sammanställning av persontäthet

En sammanställning av antalet personer i området redovisas i *tabell 5*.

Tabell 5 Antal personer som i snitt uppehåller sig i planområdet under vardagar.

	Besökare /kunder	Personal	Totalt
Område A, volymhandel	450	40	490
Område B, sällanköpshandel	200	51	251
Område C, snabbmatsrestauranger	12	20	32

4 Riskbedömning i den fysiska planeringen

4.1 Definitioner

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

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

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

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

Samhällsrisken är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskskällans farlighet men även på hur många människor som brukar befinna sig i riskkällans omgivning. Vid en beräkning beaktas det totala antalet människor som kan drabbas vid olika olycksförlopp.

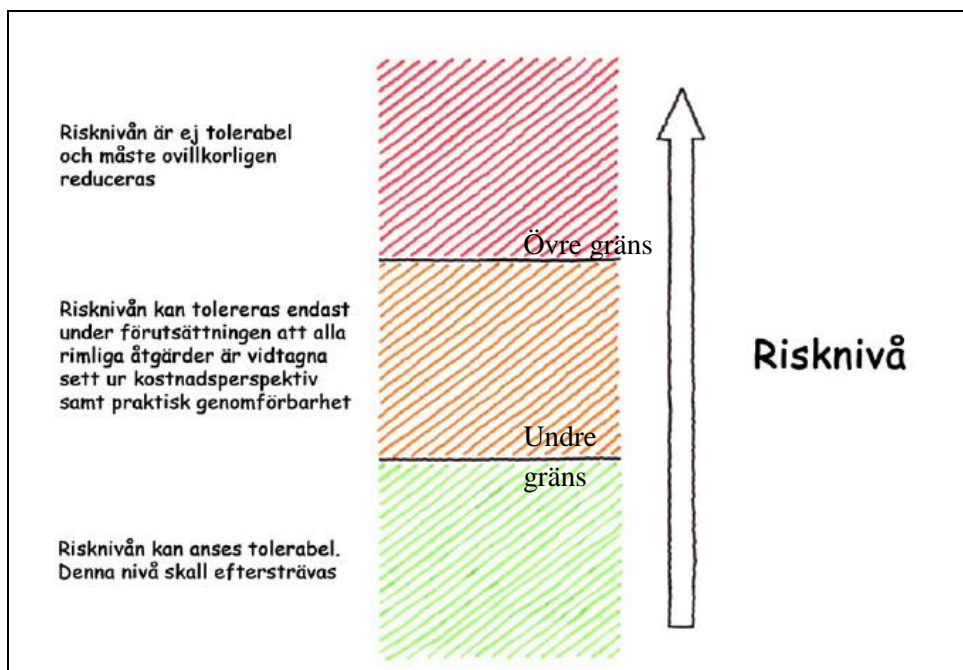
Det är förstås inte känt i förväg när och hur en olycka kommer att inträffa. Därför analyseras ett stort antal tänkbara olyckor när det gäller såväl sannolikhet som konsekvens. För dessa olycksscenarioer beräknar man dels sannolikheten att de kan inträffa och dels antalet personer som kan drabbas.

Resultaten uttrycks då som en sk FN-kurva där man sätter ut sannolikheten (F) för olika antal omkomna (N) vid de olyckstyper som kan orsakas av riskkällan, se *avsnitt 4.1.2*.

I en riskutredning för den fysiska planeringen bör hänsyn tas till både individrisken och samhällsrisken. Syftet med denna utredning är att beräkna dessa risknivåer och att sedan - om så krävs - föreslå åtgärder för att uppnå en situation med acceptabla risker. Dessa åtgärdsförslag skall i sin tur säkerställas genom detaljplanen.

4.1.1 Kvantitativa kriterier för individrisk

I många fall – främst när det inte finns kommunala krav - tas kriterier för vad som kan bedömas vara en acceptabel risknivå från rapporten ”Värdering av risk” som tagits fram på uppdrag av dåvarande Räddningsverket (Räddningsverket ingår numera i Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) (SRV 1997). I rapporten används en övre och en undre gräns, se *figur 6*. Om den övre gränsen överskrids bedöms att risknivån är så hög att den inte kan tolereras.



Figur 6 Risknivåer och gränserna mellan dem (Rtj Storgöteborg 2004).

Om riskenivån ligger mellan den undre och den övre gränsen så skall alla rimliga åtgärder vidtas för att minska riskenivån. Efter detta betraktas riskenivån som tolerabel. Om riskenivån ligger under den undre gränsen så kan den anses vara acceptabel och inga ytterligare åtgärder krävs.

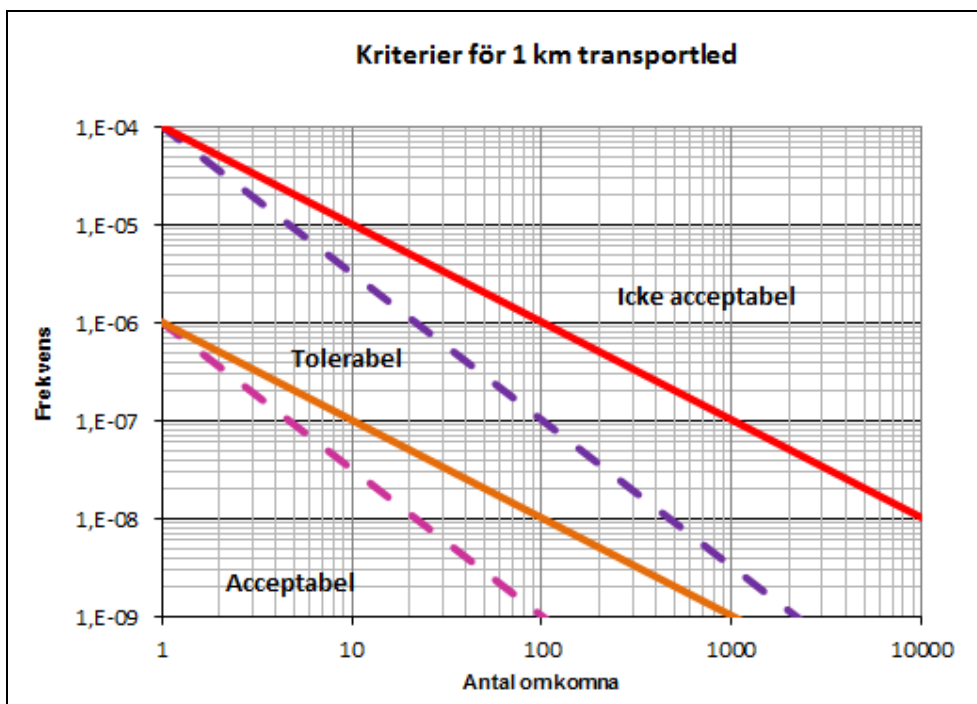
För individrisken ligger den övre gränsen på 1×10^{-5} per år och den undre på 1×10^{-7} per år. Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan riskenivå inte ger en signifikant påverkan på individens totala riskenivå. Den övre gränsen motsvarar högst en tiondel av den totala dödsfallsrisken för olika grupper i samhället.

4.1.2 Kvantitativa kriterier för samhällsrisk

Även för samhällsrisk finns det kriterier i ovannämnda rapport. Kriterierna utgår från samhällsrisknivåer för ett område på båda sidor om en sträcka av 1 km längs transportleden för farligt gods och anges med de heldragna linjerna i *figur 7*. Redan innan de nationella kriterierna tagits fram har Stenungsunds kommun tagit fram riskkriterier i Säkerhetsstudie Stenungsund (framtagen 1996, uppdaterat senast i ÖSA 2007). Dessa kriterier redovisas med de streckade linjerna i *figur 7*.

Linjerna lutar neråt vilket innebär att olyckor med flera drabbade skall förekomma mera sällan än olyckor med endast några få drabbade. Linjerna för Stenungsunds kriterier har en brantare lutning, vilket avspeglar en högre säkerhetsambition

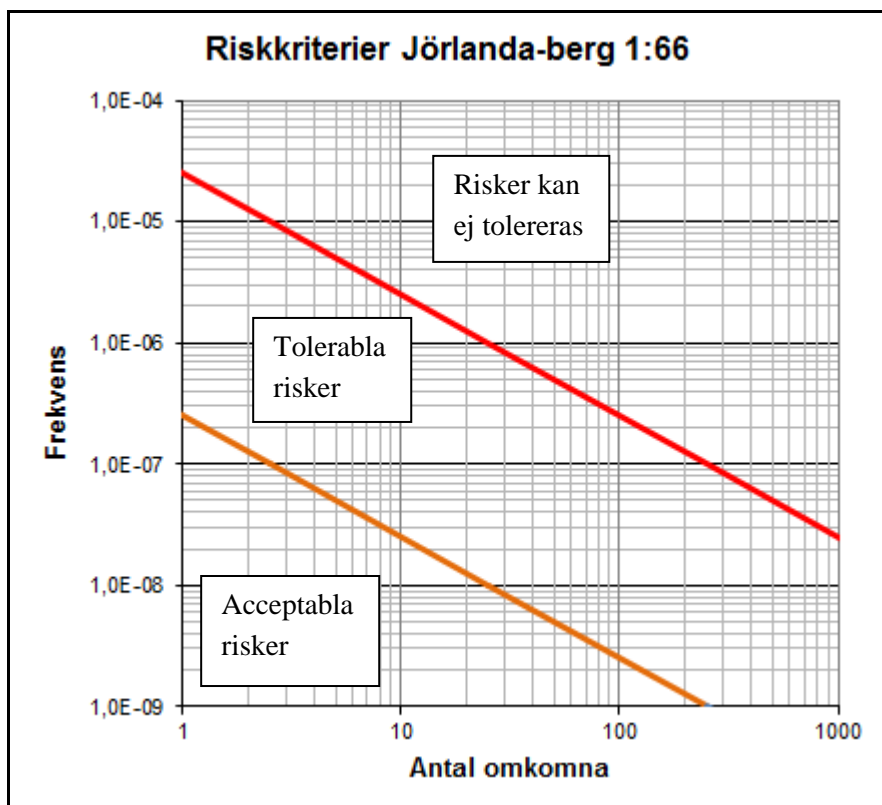
avseende stora olyckor med många omkomna. Observera att skalorna inte är linjära.



Figur 7 Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods. De nationella kriterierna anges med heldragna linjer, Stenungsunds kriterier med streckade linjer.

Bakgrunden till denna högre ambitionsnivå är riskbidraget från den petrokemiska industrin i kommunen. Avståndet från planområdet till industrin är dock mer än en kilometer vilket innebär att det ligger med god marginal utanför de påverkans områden som anges i Säkerhetsstudien för Stenungsund (ÖSA 2007) för de industrier som kan ge bidrag till riskbilden med dödsfall.

För mindre områden måste kriterierna räknas om. I detta fall är områdets längd utmed farligt godsleden cirka 600 m och bebyggelsen är enkelsidig. Detta innebär att antalet omkomna som kan accepteras eller tolereras vid en bestämd olycksfallsfrekvens måste reduceras med först en faktor 1000/600 för att ta hänsyn till områdets längd, och sedan med ytterligare en faktor 2 för att ta hänsyn till att området endast upptar ena sidan av transportleden för farligt gods. Resultaten av omräkningen visas i *figur 8*. Effekten av den högre ambitionsnivån avseende stora olyckor slår igenom på ett markant sätt vid omräkningen.



Figur 8 Riskkriterier omräknade till ca 600 m enkelsidig bebyggelse.

5 Resultat

I bilagan redovisas utgångspunkterna och beräkningsmetoden för resultaten.

5.1 Område A

Skyddseffekt på grund av höjdskillnaden

I beräkningar har hänsyn tagits till skyddsverkan av att E6 ligger cirka 5 meter lägre än omgivande mark utmed en del av planområdet (ca 100 meter av 180 meter). Det har antagits att höjdskillnaden i viss mån hindrar spridning av brandfarliga och giftiga gaser (klass 2.1 respektive klass 2.3) vid en olycka. Dessa gaser är tyngre än luft och vid utsläpp bildas moln som rör sig över markytan med vinden och vars tjocklek kan uppgå till några meter. Molnens beteende kommer att påverkas av den ca 5 meter höga ”väggen” längs vägen. I olyckans första skede stoppas gasens transport mot området av ”väggen”, molnet breder ut sig åt sidan istället.

När molnet har nått en viss höjd så börjar det föras över höjdpartiet av vinden, molnet är då mer utsträckt längs vägen än det skulle varit utan höjdskillnaden.

Molnet förs in mot området men är mera utsträckt längs vägen och mindre utsträckt in mot området.

För de beräkningar som presenteras här har detta omsatts i följande antaganden:

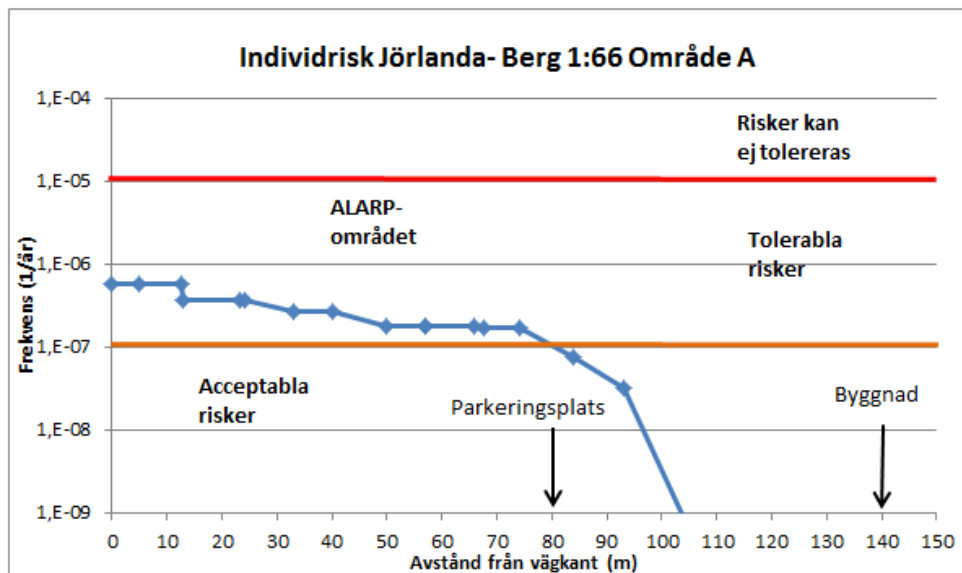
- Molnets totala yta har antagits vara konstant för att spegla att gasmängden i molnet inte ändrar sig på grund av höjdpartiet.
- Vid scenarier med kontinuerliga utsläpp har molnets utsträckning i riktning längs leden fördubblats och in mot området har den halverats.
- Vid scenarier med momentana utsläpp har molnets utsträckning i riktning längs leden multiplicerats med 1,5 och in mot området har den delats med 1,5.

Antaganden ovan baseras på CFD-beräkningar som genomförts för en liknande situation i ett tidigare projekt (Norconsult 2010). Dessutom antas följande:

- Om en olycka leder till att en så kallad jetflamma uppstår (se *avsnitt 2.2*) så kommer höjdskillnaden att hindra denna jetflamma från att nå fram till området.
- Höjdskillnaden kommer att utgöra skydd vid olyckor som leder till explosioner (massexplosiva ämnen och vissa oxiderande ämnen, se *avsnitt 2.2*).
- Vid olyckor med brandfarliga vätskor kommer höjdskillnaden att hindra att dessa vätskor rinner ner mot området och leder till brand där.

Individrisk

Den beräknade individrisken för år 2030 framgår av *figur 9*.

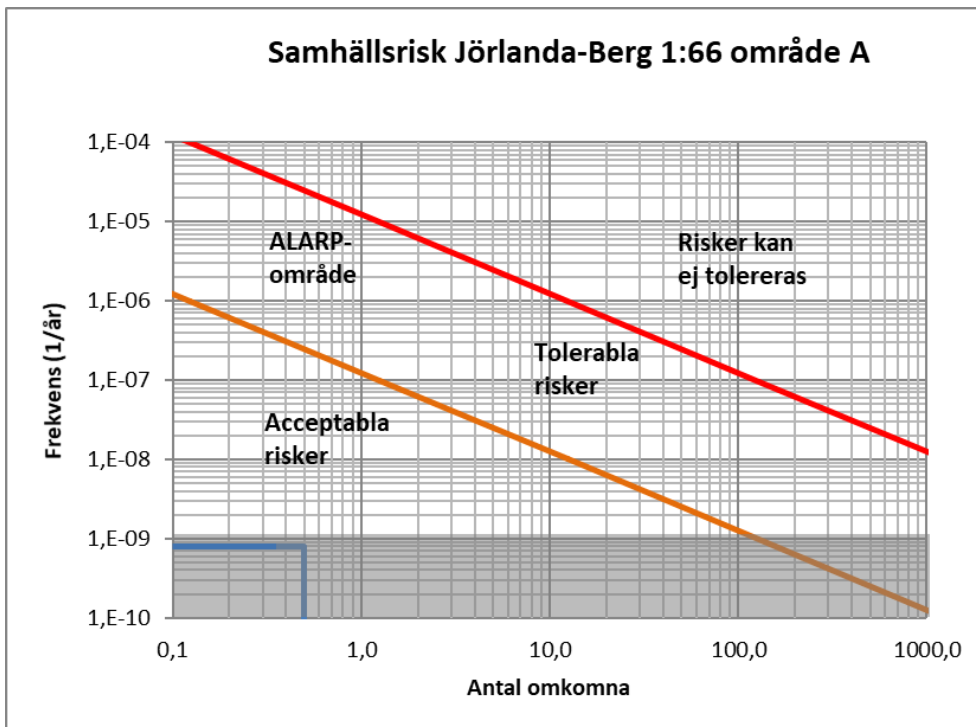


Figur 9 Individrisk från transport av farligt gods på väg, område A. Individrisken är acceptabel ca 80 m från E6.

Individrisken ligger över kriteriet för acceptabla risker inom ca 80 m från vägen. Område A ligger längre bort än 80 m från E6 vilket innebär att individrisken är acceptabel inom hela området.

Samhällsrisk

Resultaten av beräkningar för samhällsrisk för område A visar att samhällsrisk är acceptabel inom hela området och inga skyddsåtgärder bedöms nödvändiga, se *figur 10*. Med de gynnsamma förhållanden som råder med naturlig skärmverkan och ett långt avstånd från E6 påverkas området inte i stor utsträckning av en farligt-gods olycka på E6.

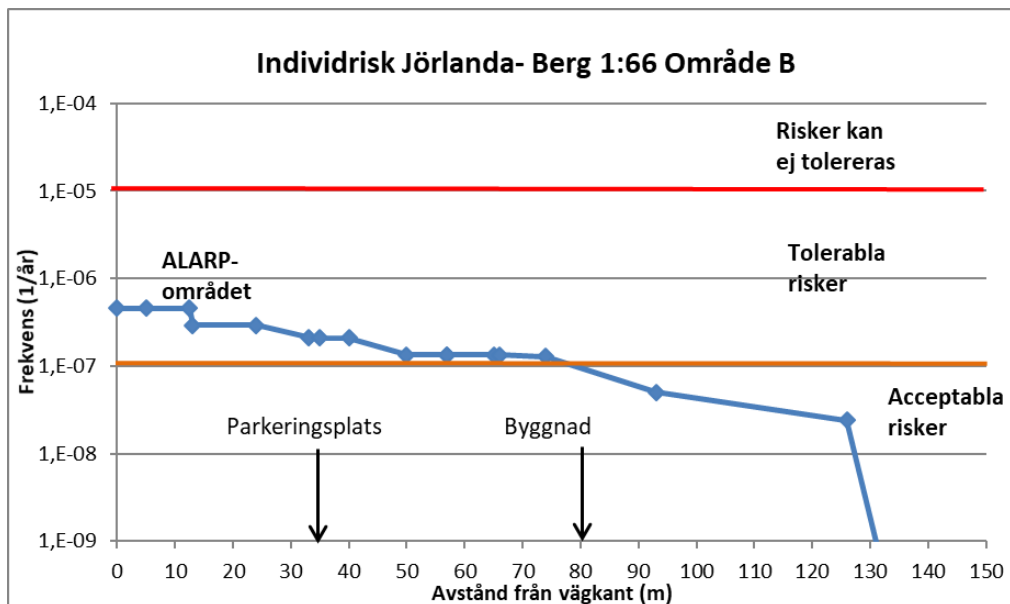


Figur 10 Samhällsrisk i område A är acceptabel.

5.2 Område B

Individrisk

Den beräknade individrisk för område B år 2030 framgår av figur 11.

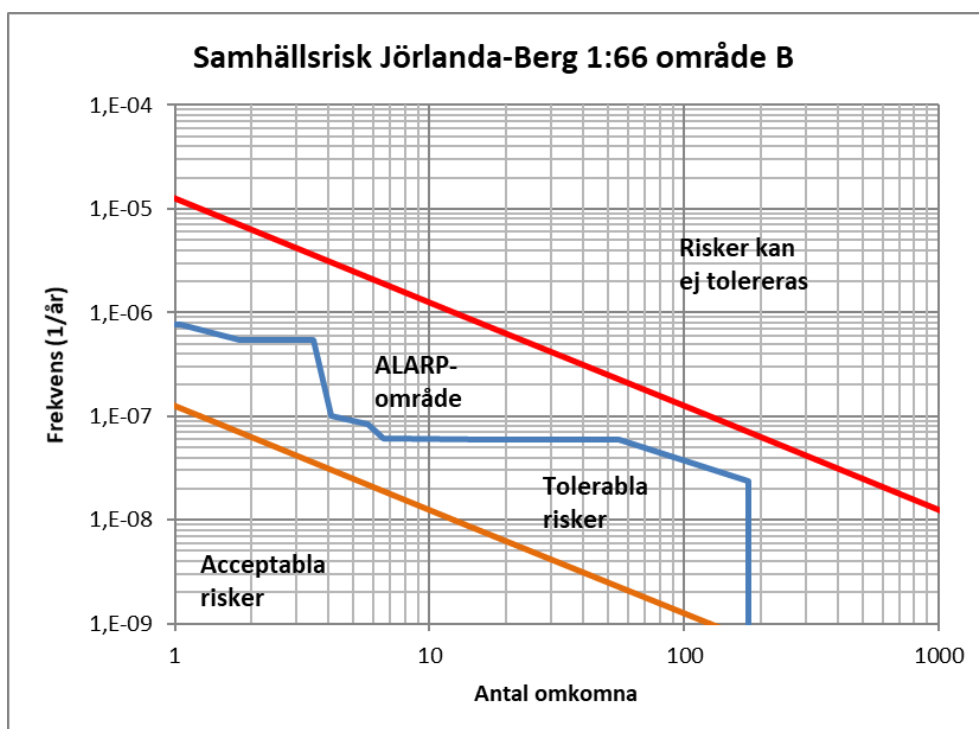


Figur 11 Individrisk från transport av farligt gods på väg, område B.

Individrisken är acceptabel ca 80 m från E6. Område B ligger ca 30 – 155 meter från E6 vilket innebär att inom en del av område B är individrisken över nivån för acceptabla risker.

Samhällsrisk

Resultaten av beräkningarna för samhällsrisk för område B visas i *figur 12*.



Figur 12 Samhällsrisk i område B är inte acceptabel.

Beräkningarna visar att samhällsrisk är hög inom område B och riskerna ska beaktas och rimliga åtgärder för riskreduktion vidtas.

Skyddsåtgärder

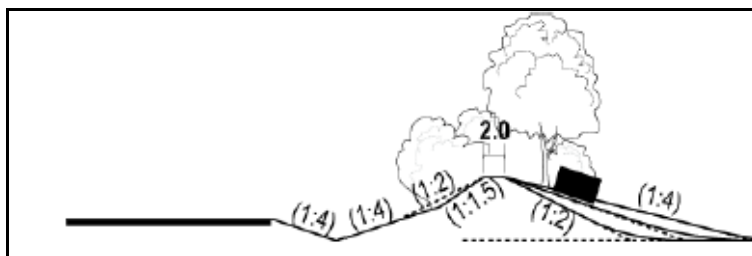
Den höga risknivån i område B orsakas framförallt av transporter med brandfarliga gaser på E6 som vid olyckor kan ge konsekvenser i hela området.

I en sådan situation finns det dels åtgärder utmed vägen och åtgärder inom planområdet som kan tas till för att minska risknivåerna. Åtgärder utmed vägen kan vara ett tungt väggräcke eller en vall längs vägen.

Ett tungt vägräcke reducerar risken för skador på transportfordon med farligt gods till ca hälften (VTI 2002), medan en vall dessutom kan reducera spridningsområdet för brandfarliga gaser in mot området.

Den föreslagna vällen bedöms få samma funktion som den naturliga barriär som finns mellan område A och E6. I område A är barriären ca 5 meter hög och en 3 meter hög vall (relativt körbanan) bedöms reducera spridningsområdet för brandfarliga gaser på samma sätt som i område A.

Om vällen anläggs i anslutning till vägen kan vällen utformas så att tunga lastfordon fångas upp på ett mjukt sätt. En principutformning för mjuk släntutformning enligt VGU, Vägar och gators utformning (Trafikverket 2015), visas i *figur 13*. I detta fall behövs inget tungt vägräcke.

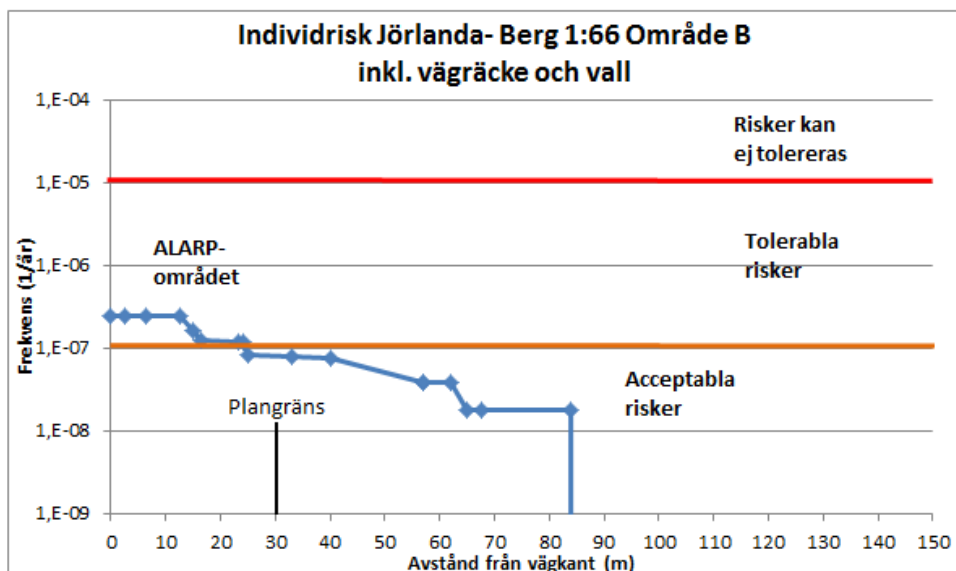


Figur 13 Mjuk släntutformning enligt VGU.

Om däremot vällen anläggs i direkt anslutning till planområdet krävs även ett tungt vägräcke på E6 för att erhålla samma effekt.

Eftersom samhällsrisken är hög inom område B görs en beräkning där både vägräcke och skyddsvall föreslås.

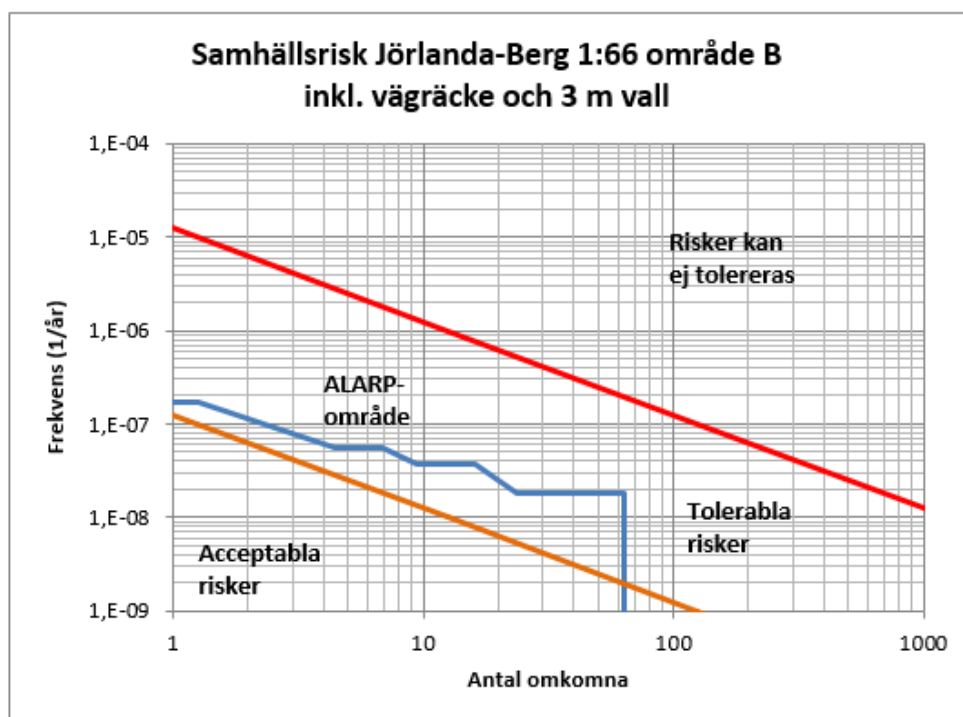
Individerisken vid föreslagna åtgärder redovisas i *figur 14*.



Figur 14 Individrisk från transport av farligt gods på väg, område B, med föreslagna skyddsåtgärder. Individrisken är acceptabel ca 25 m från E6.

Ovanstående figur visar att med föreslagna åtgärder är individrisken acceptabel inom område B.

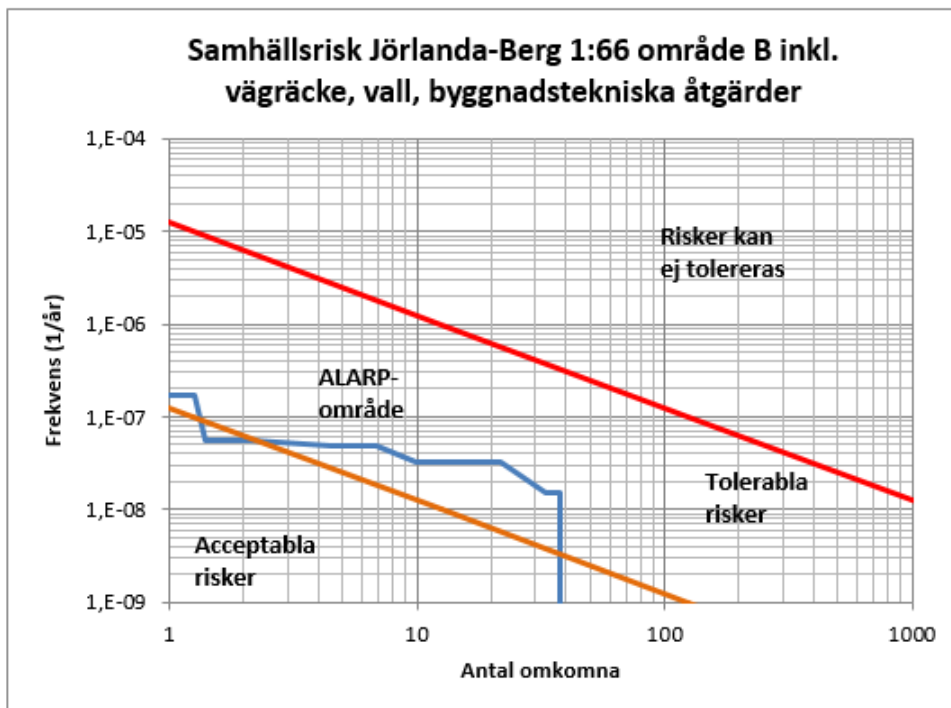
Samhällsrisken med föreslagna åtgärder redovisas i figur 15.



Figur 15 Samhällsrisken i område B med vägräcke och 3 meters vall.

Figur 15 visar att risknivån sänks betydligt genom att anlägga en vall och ett tungt vägräcke. Både sannolikheten för olyckor och antalet personer som omkommer reduceras, men även efter föreslagna åtgärder ligger risknivåerna inom det tolerabla området.

Ytterligare åtgärder inom planområdet består exempelvis av åtgärder på bebyggelsen inom det området som bedöms kunna påverkas av en olycka på vägen. Åtgärderna består då i att byggnaderna utformas så att de kan motstå de påfrestningar som det kan bli tal om. I praktiken innebär detta ett krav på att de utformas i brandklass EI30 (även fönster) samt att de skall kunna motstå den påfrestning som en gasexplosion kan leda till. Detta antas ofta ge en påfrestning motsvarande ca 5 kPa statisk belastning (Norconsult 2009:1). I beräkningarna antas att byggnadstekniska åtgärder minskar antalet omkomna inomhus med 90%. Samhällsrisk om vall, vägräcke och byggnadstekniska åtgärder utförs inom område B redovisas i figur 16.



Figur 16 Samhällsrisk i område B är med vägräcke, vall och byggnadstekniska åtgärder.

Figur 16 visar att risknivån påverkas marginellt om byggnadstekniska åtgärder utförs. Detta beror på att byggnaderna huvudsakligen ligger utanför det området som främst påverkas av en farligtgoods-olycka.

Byggnadstekniska åtgärder gynnar inte de personer som befinner sig på parkeringsytan och därför är risknivån i *figur 15* och *figur 16* i stort sett identiska.

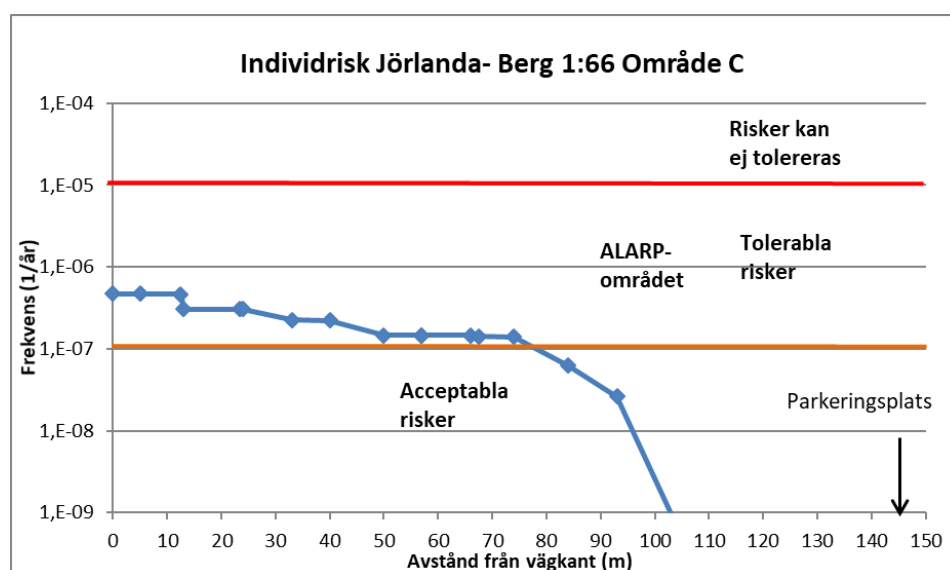
5.3 Område C

Skyddseffekt på grund av höjdskillnaden

På samma sätt som för område A så fungerar höjdskillnaden som ett skydd vid eventuella olyckor med brandfarliga gaser.

Individrisk

Den beräknade individrisken för område B år 2030 framgår av *figur 17*.

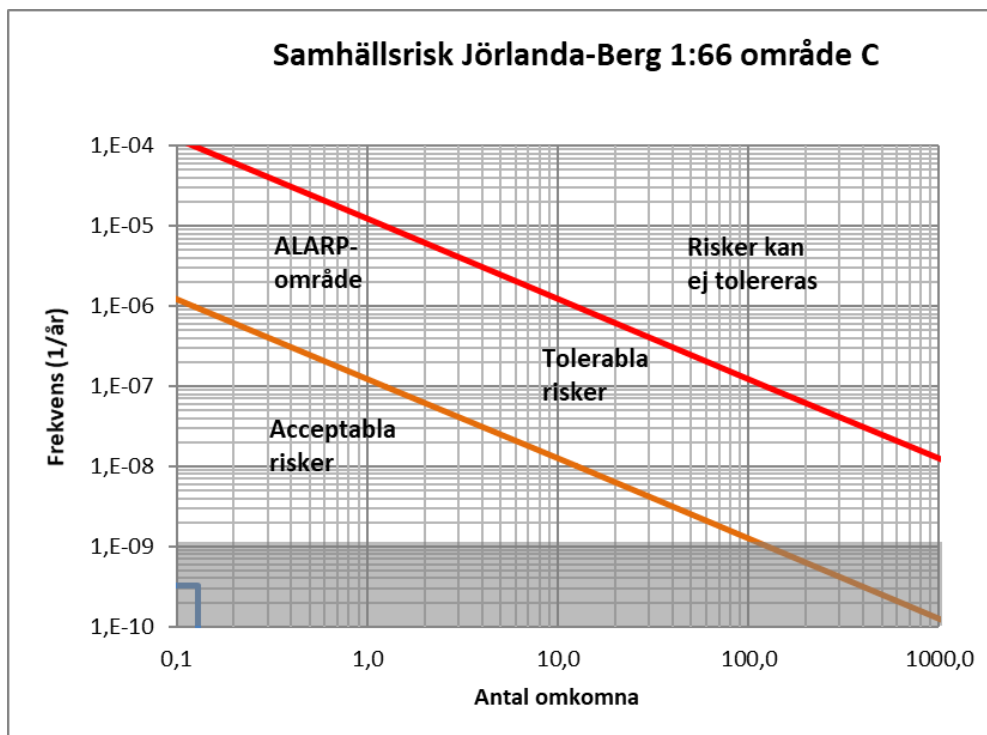


Figur 17 Individrisken för område C.

Individrisken ligger över kriteriet för acceptabla risker inom ca 80 m från vägen. Område C ligger längre bort än 80 m från E6 vilket innebär att individrisken är acceptabel inom hela området.

Samhällsrisk

Resultaten av beräkningar för samhällsrisken för område C visar att samhällsrisken är acceptabel inom hela området och inga skyddsåtgärder bedöms nödvändiga, se *figur 18*. Med de gynnsamma förhållanden som råder med naturlig skärmverkan och ett långt avstånd från E6 påverkas området inte i stor utsträckning av en farligt-gods olycka på E6.



Figur 18 Samhällsrisk för område C.

6 Osäkerhetsberäkningar

6.1 Osäkerhet i ingångsdata

Det finns alltid osäkra faktorer i beräkningar av risker i samband med transporter av farligt gods förbi områden där det vistas människor. Eftersom det handlar om en prognos för en framtida situation så är osäkerheten i vilka mängder farligt gods som kommer transporteras förbi området år 2030 av betydelse. En annan källa till osäkerhet beror på att det inte med säkerhet går att förutspå hur många personer som kommer att vistas inom området.

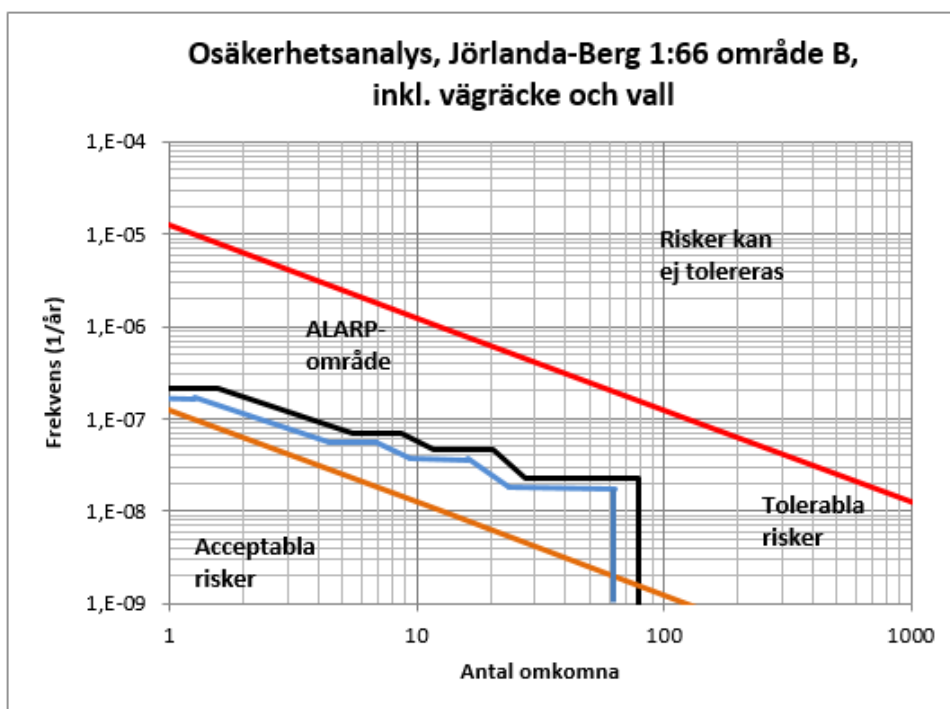
För att kunna bedöma hur dessa osäkerheter påverkar våra slutsatser har en beräkning genomförts för området där såväl antalet transporter som antalet personer inom området har ökat med 25 %.

Område A

Samhällsriskerna är fortfarande acceptabla om såväl transporter av farligt gods och antal personer inom området ökar med 25%.

Område B

Vid skyddsåtgärder i form av vägräcke och vall ligger samhällsriskerna i ALARP-området även om såväl antalet transporter som antalet personer inom området ökas med 25 %, se figur 19.



Figur 19 Osäkerhetsanalysen visar samhällsriskerna (svart linje) om såväl antalet transporter som antalet personer inom området ökas med 25 % jämfört med vad som antagits tidigare (blå linje).

Område C

Samhällsriskerna är fortfarande acceptabla om såväl transporter av farligt gods och antal personer inom området ökar med 25%.

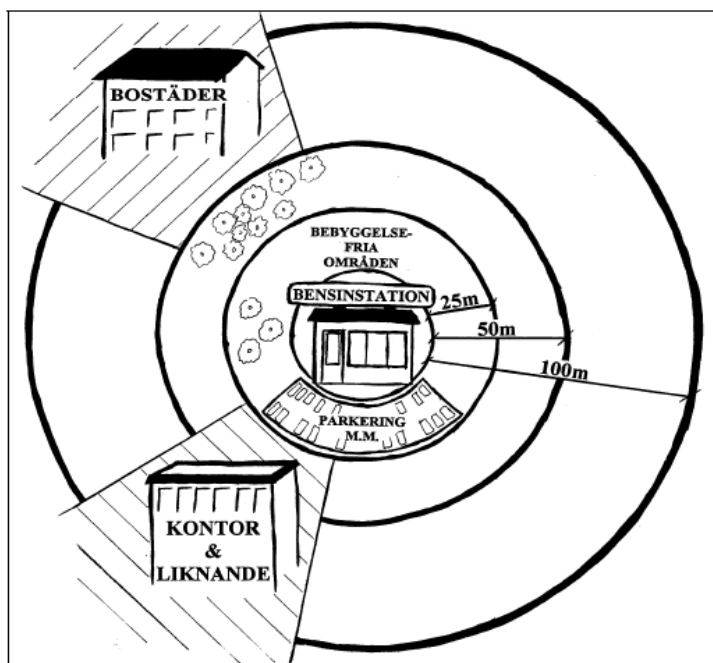
7 Bensinstationen

7.1. Regelverket

I Boverkets skrift "Bättre plats för arbete" (Boverket 1995) anges generellt att riktvärdet för skyddsavståndet till bensinstationer skall vara 100 m. Där anges också att de angivna värden är att betrakta som utgångspunkter för bestämning av skyddsavstånd och att anpassning efter lokala förhållanden kan göras.

Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap rekommenderar ett skyddsavstånd på 25 m mellan påfyllningsplats för cisterner och bostäder eller annan plats där människor vanligen vistas (SRV 2015). Mellan mätarskåpen (bensinpumparna) och bostäder rekommenderas ett avstånd av minst 18 m.

Länsstyrelsen i Stockholms län har behandlat riskfrågan kring bensinstationer i rapporten: "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer" (Lst AB-län, 2000). Där fastslås att risksituationen och olägenheterna för människor och miljö alltid skall analyseras och bedömas inom 100 meter från en bensinstation med medelstor försäljningsvolym. Ett minimiavstånd på 50 m alltid bör hållas från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (t.ex. uteservering, lekplats m.m.), se *figur 20*.

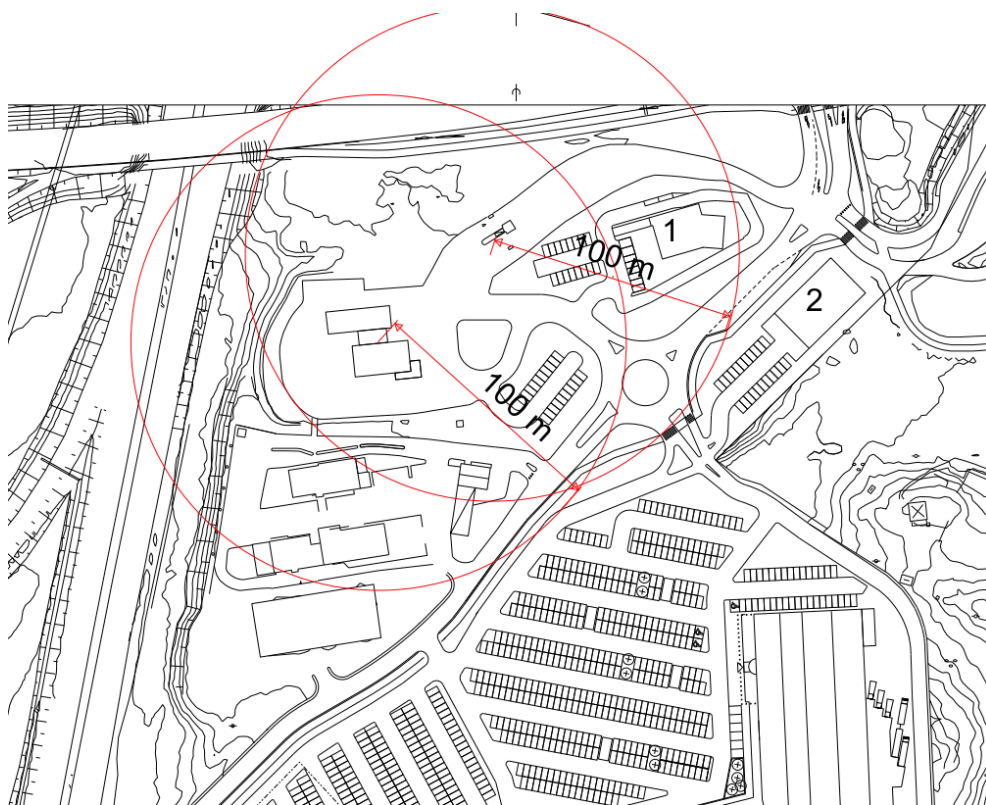


Figur 20 Rekommenderade skyddsavstånd till bensinstation (Lst AB-län 2000).

I det aktuella fallet kommer bebyggelsen inom planområdet närmast tankstationen att bestå av handelsetableringar. Inga särskilda avståndsangivelser finns i rapporten ovan men om avståndet mellan tankstationen och bebyggelsen är större än 100 m så krävs ingen närmare analys av risker och olägenheter.

7.2 Tankstationer vid Stora Höga

Den befintliga tankstationen för personbilar visas i *figur 21* som är ett utsnitt ur figur 4 tidigare i rapporten. Avståndet 100 m från tankstationsområdet har angetts. Nordost om tankstationen för personbilar ligger en tankstation för lastbilar. Avståndet 100 meter från mätarskåpet på tankstationen för lastbilar anges också i *figur 21*.



Figur 21 Områdesindelning med avstånd 100 m till tankstationerna angivna (röd linje)

Eftersom all planerad bebyggelse inom planområdet ligger på större avstånd från tankstationen för personbilar än 100 m förväntas bebyggelsen inte påverkas av några risker och olägenheter från denna tankstation.

Byggnad 2 ligger mer än 100 meter från tankstationen för lastbilar och bedöms därför inte påverkas av några risker eller olägenheter från någon av tankstationerna.

Byggnaden närmast tankstationen för lastbilar (byggnad markerad med 1) ligger inom 100 meter från mätarstationen. Denna risk studeras därför närmare i efterföljande text.

Ur risksynpunkt finns ett antal riktvärden för avstånd mellan olika objekt och utrustning vid hantering av brandfarliga vätskor klass 1 på en bensinstation (SRV 2015, se *tabell 6*). Tabellen gäller drivmedel med flampunkt 30 °C. Diesel har en flampunkt över 60 °C.

Tabell 6 Avstånd på bensinstation i meter (SRV 2015).

OBJEKT / RISKKÄLLA	PÅFYLNING- ANSLUTNING TILL CISTERN	MÄTAR- SKÅP	PEJL- FÖRSKRUVNING	CISTERN- AVLUFTNINGENS MYNNING
Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats), verksamheter och objekt med stor brandbelastning, verkstad eller annan lokal där gnistbildande verksamhet eller öppen eld förekommer	25 ^{1,2}	18 ¹	6	12
Stationsbyggnad (se 1.6.1)	12	6 ³	3	6
Minst en utrymningsväg från stationsbyggnad	18	9	6	12
Byggnad där människor vanligen inte vistas (t.ex. fristående förråd, garage) eller objekt med låg brandbelastning	9	3	3	3
Förrådsbyggnad med stor brandbelastning ⁴	12	3	3	6
Cistern ovan mark för brandfarlig vätska ⁵	3	3	–	–
Starkt trafikerad väg eller gata	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6
Miljöstation	12	12	3	12
Båtplatser ⁶	25	25	–	18

- ¹ Busshållplats och gatukök utan gäster inomhus kan placeras minst 18 m från påfyllningsanslutning till cistern förutsatt att gästbord placeras minst 25 m från påfyllningsanslutning.
- ² Avståndet kan halveras om vägg mot spillzon är av obrännbart material och lägst i brandteknisk klass EI 60 utan ventilationsöppningar och brandtekniskt oklassade fönster. Hela avståndet gäller dock för in- och utgångar.
- ³ Avståndet förutsätter att mark mellan t.ex. byggnad och pumpö är doserad med fall mot pumpön samt att doseringen omfattar hela spillzonen.
- ⁴ Avser t.ex. förråd för lösa behållare med brandfarlig vara.
- ⁵ För s.k. containerstationer gäller särskilda rekommendationer, se avsnitt 13.
- ⁶ Se avsnitt 14, Sjöbensinstationer.

En snabbmatsrestaurang definieras i detta fall som en plats där människor normalt vistas. Enligt *tabell 6* ska avståndet mellan påfyllningsanslutning till cistern och denna typ av byggnad vara minst 25 meter. Mellan mätarskåp och byggnad ska det vara minst 18 meter. *Figur 22* visar att dessa avstånd uppfylls med god marginal och eftersom diesel har högre flampunkt än bensin för vilken tabellen gäller så bedöms risknivåerna vid snabbmatsrestaurangen som låga.



Figur 22 Avståndet mellan mätarskåp/påfyllnadsanslutning cistern till snabbmatsrestaurangen.

8 Diskussion och slutsatser

Som utgångspunkt för beräkning av risknivåer med avseende på transport av farligt gods har planförslaget enligt *figur 4* använts. På grund av stora olikheter, t. ex topografi och personaltäthet, har området delats in i 3 delområden enligt *figur 5*.

Norra delen, handelsområde

I den norra delen av området, område A, är risknivån acceptabel och inga skyddsåtgärder är nödvändiga. Osäkerhetsberäkningen visar att även om såväl antalet transporter och antalet personer i området ökar med 25% är risknivån acceptabel.

Ingen negativ påverkan förväntas från tankstationen norr om planområdet.

Norconsult bedömer att inga skyddsåtgärder är nödvändiga för område A och att detta område är lämpligt för handel.

Södra delen, handelsområde

I områdets södra del, område B, är samhällsriskerna så höga att rimliga åtgärder för att reducera risknivån ska vidtas. Inom vissa delar av området är individrisken över gränsen för acceptabla risker.

Beräkningar har utförts med skyddsåtgärder för att reducera risknivån där dels sannolikheten för olycka där farligt gods frisläpps minskar och dels att en minskning av spridning av farligt gods till området sker. Skyddsåtgärderna är att ett tungt vägräcke och en vall etableras längs E6 och planområdet. Vallen skyddar helt mot spridning av vätskor och delvis mot spridning av gaser. Ifall vallen anläggs i direkt anslutning till E6 kan vägräcket utgå.

Beräkningar visar att med dessa åtgärder blir individrisken acceptabel inom hela området. Samhällsriskerna reduceras ordentligt men ligger fortfarande inom det sk ALARP-området. Beräkningar visar att byggnadstekniska åtgärder marginellt reducerar risknivån. Detta beror på att byggnaderna huvudsakligen är placerade utanför det område som framförallt påverkas av en farligt-gods olycka.

Norra delen, snabbmatsrestauranger

I den norra delen av området, område C, är risknivån acceptabel och inga skyddsåtgärder är nödvändiga. Osäkerhetsberäkningen visar att även om såväl

antalet transporter och antalet personer i området ökar med 25% är risknivån acceptabel.

Ingen negativ påverkan förväntas från tankstationen väster om planområdet.

Norconsult bedömer att inga skyddsåtgärder är nödvändiga för område C och att detta område är lämpligt för snabbmatsrestauranger.

Sammanfattningsvis föreslås följande åtgärder för södra delen av planområdet:

- En 3 meter hög vall (relativt körbanan) anläggs utmed E6 för att förhindra att brandfarlig vätska rinner mot planområdet samt att spridningen av brandfarliga gaser in mot området reduceras.
- Ett tungt vägräcke som reducerar risken för skador på transportfordon med farligt gods till ca hälften.
- I byggnaderna ska utrymning vara möjligt bort från E6.
- Friskluftintag skall placeras i skyddat läge.

Om ovan nämnda skyddsåtgärder genomförs bedömer Norconsult att risknivån för planerad markanvändning är godtagbar.

Norconsult AB
Miljö och Säkerhet

Katarina Holmgren
katarina.holmgren@norconsult.com

Johan Hultman
johan.hultman@norconsult.com

Referenser

Boverket 1995	Bättre plats för arbete, Boverkets allmänna råd 1995:5, 1995
FOA 1997	Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor Metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997
Göteborg 2011	Vägledning till parkeringstal vids detaljplaner och bygglov 2011, Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs stad, 2011-10-31
Lst AB-län 2000	Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, rapport 2000:1, 2000
Norconsult 2009:1	ICA:s butiksbyggnad i Sannegårds Centrum. Detaljerad utredning avseende vissa skyddsåtgärder.
Norconsult 2009:2	Stora Högamotet Jörlanda-Berg 1:95 mfl, Stenungsunds kommun – Riskutredning avseende tankstation och transport av farligt gods, Norconsult 2009-06-24
Norconsult 2010	Gårda 1:15, 2:12 och 3:12. Riskutredning avseende transport av farligt gods.
SRV1997	Värdering av risk; FoU rapport, Räddningsverket 1997
SRV 2015	Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer, Räddningsverkets handbok, mars 2015
Stenungsund 2007	Säkerhetsstudie Stenungsund, 2007.
Trafikanalys 2012	Godstransporter i Sverige, redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport 2012:7.
Trafikverket 2014:1	Prognos för personresor 2030. Trafikverkets basprognos 2014. Publikation 2014:071.
Trafikverket 2014:2	Nationella vägdatabasen på www.trafikverket.se

Trafikverket 2015	VGU, Vägars och gators utformning VV Publikation 2015:086
VTI 2002	Trafiksäkerhetsutvecklingen i Sverige fram till år 2001; VTI rapport 486, 2002
Vägverket 2008	Effektsamband för vägtransportsystemet. Nybyggnad och förbättring. Effektkatalog.
ØSA 2004	Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen; Øresund Safety Advisers AB, 2004.

m:\105\35\1053535\5 arbetsmaterial\01 dokument\2018-09-03 pm
riskutredning jörlanda-berg.doc

Bilaga

Riskberäkningar för transport av farligt gods på väg E6

Innehåll

1. Inledning	2
1.1 Beräkningsmetod	2
1.1.1 Inledning	2
1.1.2 Sannolikhetsberäkning	2
1.1.3 Konsekvenser	4
1.2 Ingångsdata till scenarieberäkningar	5
2. Aktuella scenarierna	10
2.1. Scenarier med sprängämnen, klass 1.1	10
2.1.1 Sannolikheter	10
2.1.2 Konsekvenser	11
2.2 Scenarier med brandfarliga gaser, klass 2.1	19
2.2.1 Scenario Jetflamma	19
2.2.2 Scenario Gasbrand vid momentant utsläpp	21
2.2.3 Scenario Gasbrand vid kontinuerligt utsläpp	21
2.2.4 Scenario Gasexplosion vid momentant utsläpp	22
2.2.5 Scenario Gasexplosion vid kontinuerligt utsläpp	23
2.2.6 Scenario BLEVE	24
2.3 Scenarier med giftiga gaser, klass 2.3	24
2.3.1 Scenario Gasmoln M	25
2.3.2 Scenario Gasmoln K	26
2.4. Scenarier med mycket brandfarliga vätskor, klass 3.1	27
2.4.1 Scenarier Pölbrand S och M	27
2.5. Scenarier med oxiderande ämnen, klass 5.1	29
2.5.1 Scenario Explosion S och M	29
3. Beräkningsresultat	31
4. Referenser	33

1. Inledning

1.1 Beräkningsmetod

1.1.1 Inledning

Riskberäkningsmetoden kan delas upp i fyra steg.

1. Beräkning av sannolikhet för olyckor med olika ämnen
2. Beräkning av sannolikhet av olika scenarier utifrån händelsesträd
3. Beräkning av konsekvenserna av dessa scenarier avseende antalet omkomna utomhus och inomhus
4. Sammanräkning av resultaten som individrisk och samhällsrisk

Alla beräkningar genomförs i excelblad. Dessa excelblad finns för insyn för myndigheterna och endast vissa utdrag publiceras här.

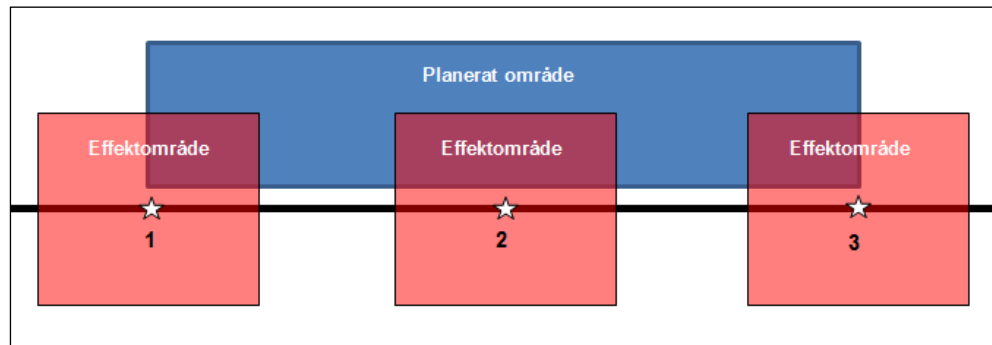
Sannolikheter och effektområdets storlek har, för klass 2.1, klass 2.2 och klass 3 tagits från den nederländska beräkningsmetoden RBMII som är en av den nederländska staten godkänd metod för riskberäkning vid transport av farligt gods utifrån de modeller som presenteras i den s.k. Gula Boken (PGS2 2005) och Lila Boken (PGS3 2005). För klass 1.1 och klass 5.1 anges mera i detalj hur sannolikheterna och effektområdets storlek har beräknats.

1.1.2 Sannolikhetsberäkning

Sannolikheten för en olycka med transport av farligt gods beräknas utifrån de av Trafikverket angivna sannolikheter för personskadeolyckor per fordonskilometer på en vägsträcka av den aktuella typen (Vägverket 2008). Olycksrisken för enstaka fordon har beräknats ur risken per fordonskilometer för olyckor på vägsträckan med antagandet en viss andel av olyckorna är singelolyckor och resten olyckor har två fordon inblandade. Uppgifterna om hur stor andel av olyckorna är singelolyckor fås från rapporten Farligt gods – Riskbedömning vid transport (SRV 1996).

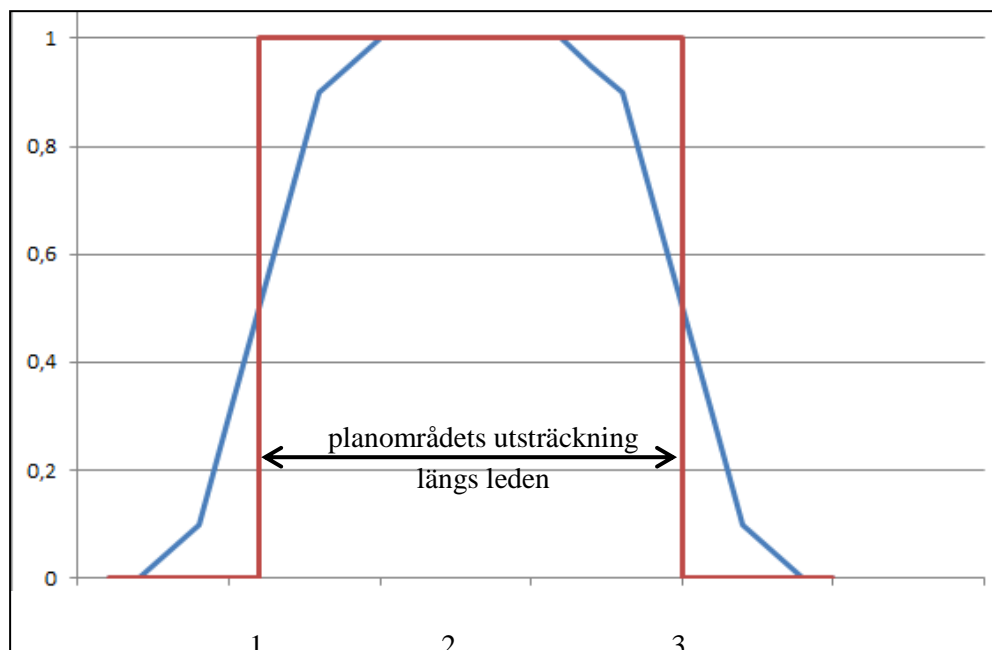
Antal transporter med de olika klasser farligt gods ger sedan antalet olyckor med transporter av de olika klasser farligt gods per kilometer. Beräkningsresultaten för dessa olyckor finns i *figur 4*. Att sannolikheten beräknas per kilometer beror på att vägsträckan som skall användas i sannolikhetsberäkningar varierar beroende på vilket scenario som är aktuellt

För samhällsrisk förklaras detta i *figur 1 till 3* nedan.



Figur 1. Tre olika lägen för en olycka med farligt gods med effektområde mindre än det planerade området.

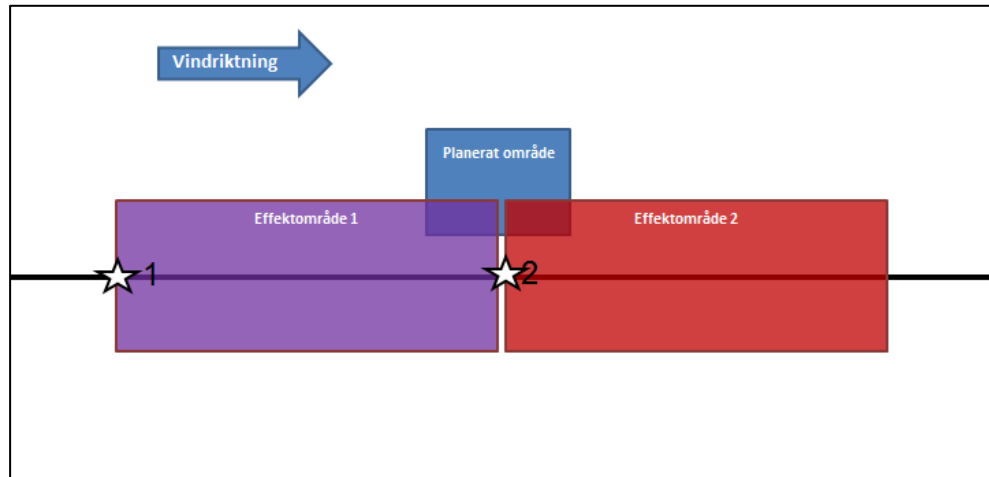
Tre lägen för olyckor visas. I läge 1 drabbas området av halva effekten, i läge 2 av hela effekten och läge 3 åter av halva effekten. Till vänster om läge 1 och till höger om läge 3 drabbas området av mindre än halva effekten. Detta förenklas till att området drabbas av hela effekten (som i olycksplats 2) för alla olyckslägen mellan 1 och 3. Olyckor utanför denna sträcka tas däremot inte med i beräkningen. Approximationen förtydligas i *figur 2* nedan.



Figur 2. Förenkling av effekten av olyckor med farligt gods.

Om effektområdets längd utmed leden är större än planområdets längd utmed leden så är det effektområdets längd som är utgångspunkten. Detta visas i figur 3 som

visar effektområdet för exempelvis ett gasmoln som blåses av vinden längs med vägen. Om olyckan sker mellan läge 1 och läge 2 så antas området drabbas av effekten. Avståndet är lika med effektområdets utsträckning längs leden.



Figur 3. Två olika lägen (lila resp röda effektområdet) för en olycka med farligt gods (gas i detta fall) med effektområde större än det planerade området.

Vid individriskberäkningar bestäms sannolikheten för olyckor alltid av effektområdenas utsträckning längs leden.

Sannolikheten att en olycka leder till ett utsläpp av betydelse (>100 kg) för klass 2.1, 2.3, 3 och 5.1 har tagits från RBMII.

Händelseträden för klass 1.1 och klass 5.1 förklaras i nästa kapitel vid aktuella scenarier

Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 har tagits från RBMII.

1.1.3 Konsekvenser

Konsekvenserna beräknas med hjälp av effektområden för scenarier för ämnen i klass 2.2, 2.3 och 3. För ämnen i klass 1.1 och 5.1 används en något annorlunda metod som förklaras vid dessa scenarier.

Effektområden har tagits från den nederländska metoden RBMII som är föreskriven metod i Nederländerna vid denna sorts beräkningar. Effektområden har förenklats till att vara rektangulära. Storleken på dessa effektområden är generellt något större än på de effektområden som används i RBMII vilket leder till mera konservativa beräkningar.

I vissa fall finns det skäl att använda två effektområden i ett scenario. Detta är fallet när effekten av olyckan endast avklingar långsamt som exempelvis för olyckor med giftiga gaser i klass 2.3. För många scenarier avklingar effekten ganska snabbt från att alla omkommer till att nästan inga omkommer. I dessa fall används endast ett effektområde vars storlek har utökats för att även täcka de delar där endast en del av de närvarande omkommer.

Vindens påverkan tas med för de effekter som beror på vindriktningen. Alla vindriktningar mot området samlas till en vindriktning lodrätt från leden mot området. Vindriktningar längs leden beaktas också då vissa scenarier ger plymer längs leden som påverkar närmast leden.

Antalet omkomna i ett scenario beräknas utifrån ytan på området där scenariot påverkar, antal personer som befinner sig ute och inne inom detta område samt andelen av dessa som omkommer.

1.2 Ingångsdata till scenarieberäkningar

Resultaten av beräkningen av olycksrisk per kilometer för de olika klasser farligt gods framgår av *figur 4*, *figur 5* och *figur 6*. Där framgår också beräkningarna av persontäthet inom område.

Ingångsdata för område A		Uppdragsnamn:	Jörlanda- Berg 1:66 mfl	2018-09-06
Olycksrisk				
Risk för olycka	6,0E-08	1/fordonskm, år		
Andel singelyckor	0,60			
Olycksrisk fordon	7,0E-08	1/km, år		
Område enl nedan	1	ange siffervärde		
Sannolikhet utströmning > 100 kg				
Område		Kondenserade gaser	Vätskor	
Motorväg	1	0,052	0,101	
Utanför tätort	2	0,034	0,077	
Inom tätort	3	0,006	0,021	
Generisk	4	0,043	0,093	
Sannolikhet utströmning olika klasser				
	antal transporter	risk olycka/km,år	risk>100 kg	olycksrisk/km,år
Klass 1, massexplosiv	3	2,1E-07	1	2,1E-07
Klass 2.1	3085	2,2E-04	0,052	1,1E-05
Klass 2.3	12	8,4E-07	0,052	4,4E-08
Klass 3, bensin	11850	8,3E-04	0,101	8,4E-05
Klass 5.1, explosionsrisk	80	5,6E-06	0,101	5,7E-07
Områdesinfo				
	Inne	Ute		
Befolkningstäthet	2,2E-02	2,7E-03		
Områdets storlek				
	Inne	Ute		
Planområdets avstånd leden	210	150 m		
Planområdets bredd	75	110 m		
Planområdets längd	250	250 m		
Antal personer total	490			
Andel närv dagtid	100%			
Antal personer dagtid	490			
	Inne	Ute		
Andel i %	85%	15%		
Antal personer	417	74		
Antal personer första raden totalt	167			
Andel närv dagtid	100%			
Antal personer dagtid	167			
	Inne	Ute		
Andel i %	85%	15%		
Antal personer	142	25		

Figur 4. Ingångsvärden för riskberäkningarna område A.

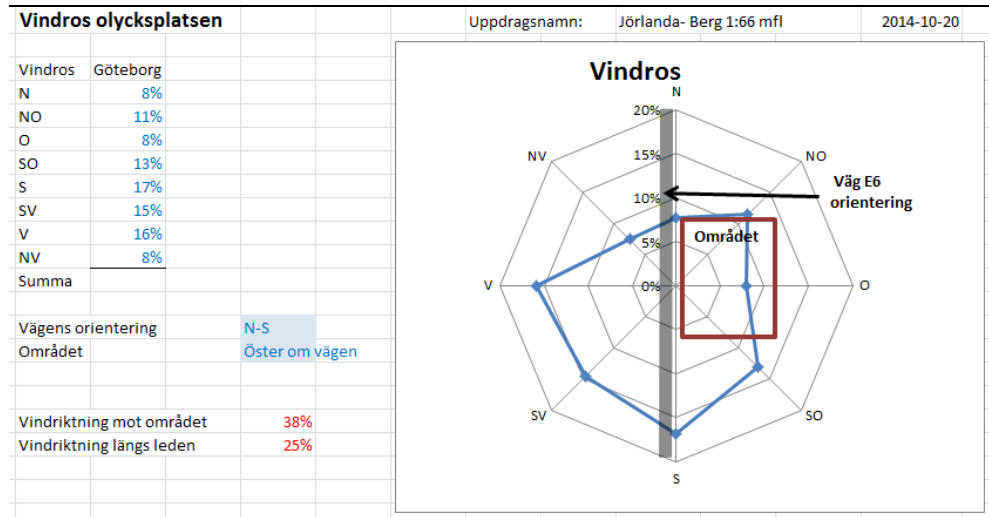
Ingångsdata för område B				2018-09-06
Olycksrisk				
Risk för olycka	6,0E-08	1/fordonskm, år		
Andel singelolyckor	0,60			
Olycksrisk fordon	7,0E-08	1/km, år		
Område enl nedan	1	ange siffervärde		
Sannolikhet utströmning > 100 kg				
Område		Kondenserade gaser	Vätskor	
Motorväg	1	0,052	0,101	
Utanför tätort	2	0,034	0,077	
Inom tätort	3	0,006	0,021	
Generisk	4	0,043	0,093	
Sannolikhet utströmning olika klasser				
	antal transporter	risk olycka/km,år	risk>100 kg	olycksrisk/km,år
Klass 1, massexplosiv	3	2,1E-07	1	2,1E-07
Klass 2.1	3085	2,2E-04	0,052	1,1E-05
Klass 2.3	12	8,4E-07	0,052	4,4E-08
Klass 3, bensin	11850	8,3E-04	0,101	8,4E-05
Klass 5.1, explosionsrisk	80	5,6E-06	0,101	5,7E-07
Områdesinfo				
	Inne	Ute		
Befolkningstäthet	1,2E-02	2,0E-03		
Områdets storlek				
	Inne	Ute		
Planområdets avstånd leden	75	35 m		
Planområdets bredd	75	40 m		
Planområdets längd	250	250 m		
Antal personer total	250			
Andel närv dagtid	100%			
Antal personer dagtid	250			
	Inne	Ute		
Andel i %	92%	8%		
Antal personer	230	20		
Antal personer första raden totalt	92			
Andel närv dagtid	100%			
Antal personer dagtid	92			
	Inne	Ute		
Andel i %	92%	8%		
Antal personer	85	7		

Figur 5. Ingångsvärden för riskberäkningarna område B.

Ingångsdata för område A		Uppdragsnamn:	Jörlanda- Berg 1:66 mfl	2018-09-06
Olycksrisk				
Risk för olycka	6,0E-08	1/fordonskm, år		
Andel singelolyckor	0,60			
Olycksrisk fordon	7,0E-08	1/km, år		
Område enl nedan	1	ange siffervärde		
Sannolikhet utströmning > 100 kg				
Område		Kondenserade gaser	Vätskor	
Motorväg	1	0,052	0,101	
Utanför tätort	2	0,034	0,077	
Inom tätort	3	0,006	0,021	
Generisk	4	0,043	0,093	
Sannolikhet utströmning olika klasser				
	antal transporter	risk olycka/km,år	risk>100 kg	olycksrisk/km,år
Klass 1, massexplosiv	3	2,1E-07	1	2,1E-07
Klass 2.1	3085	2,2E-04	0,052	1,1E-05
Klass 2.3	12	8,4E-07	0,052	4,4E-08
Klass 3, bensin	11850	8,3E-04	0,101	8,4E-05
Klass 5.1, explosionsrisk	80	5,6E-06	0,101	5,7E-07
Områdesinfo				
	Inne	Ute		
Befolkningstäthet	2,9E-03	1,1E-04		
Områdets storlek				
	Inne	Ute		
Planområdets avstånd leden	200	150 m		
Planområdets bredd	100	200 m		
Planområdets längd	100	150 m		
Antal personer total	32			
Andel närv dagtid	100%			
Antal personer dagtid	32			
	Inne	Ute		
Andel i %	90%	10%		
Antal personer	29	3		
Antal personer första raden totalt	12			
Andel närv dagtid	100%			
Antal personer dagtid	12			
	Inne	Ute		
Andel i %	90%	10%		
Antal personer	10	1		

Figur 6. Ingångsvärden för riskberäkningarna område C.

I figur 7 visas vindrosen som används vid beräkningar av vissa scenarier med gasutsläpp. Beräkningen av andelen av tiden som vinden kan föra gasen mot området respektive längs vägen framgår.



Figur 7. Vindros

För beräkningar av spridning av brandfarliga gaser och giftiga gaser har effektområden anpassats för att ta hänsyn till påverkan från höjdskillnaden (område A) och en vall (område B och C) längs vägen. Denna påverkan har beskrivits i *avsnitt 6.1* i rapporten. I texten i bilagan anges de ursprungliga effektområden för scenarierna. I den redovisning av beräkningsresultaten som finns i kapitel 3 i bilagan anges dock de effektområden som används i beräkningarna.

2. Aktuella scenarierna

Här ges en generell beskrivning av scenarierna som kan leda till betydande konsekvenser för området utifrån de klasser farligt gods som kan komma att transporteras, *se rapporten*.

2.1. Scenarier med sprängämnen, klass 1.1

2.1.1 Sannolikheter

Sannolikheten för en olycka med massexplosiva sprängämnen framgår av *figur 4*

Vid en olycka finns olika utfall som här förenklas till följande:

- ingen brand eller explosion,
- explosion på grund av den mekaniska påverkan vid olyckan,
- brand i fordonet som inte leder till explosion.
- brand i fordon som leder till explosion.

Sannolikhet för explosion på grund av den mekaniska påverkan vid olyckan

Sprängämnen som transporteras antas vara av emulsionstyp som är den typen som huvudsakligen används inom gruvindustrin. Ett antal studier har rapporterats (ERM 2008, FOA 2000) som visar att den hastighet som krävs för att en stöt skall leda till explosion av sprängämnet är jämförbara med typiska hastigheter för kulor från skjutvapen (500 m/s dvs. 1800 km/t). Vid förhöjda temperaturer sänks visserligen denna hastighet men ligger fortfarande vida över vad som förekommer vid en olycka.

Tidigare studier har visat att den kritiska hastigheten för att en projektil skall leda till en explosion för ett emulsionssprängämne är några tiotals gånger större än för dynamit. En studie med fallvikter på nitroglycerinbaserade sprängämnen har visat att sannolikheten för antändning låg under 0,1 %. I studien simulerades den stöten som skulle orsakas av ett fall på 12 m.

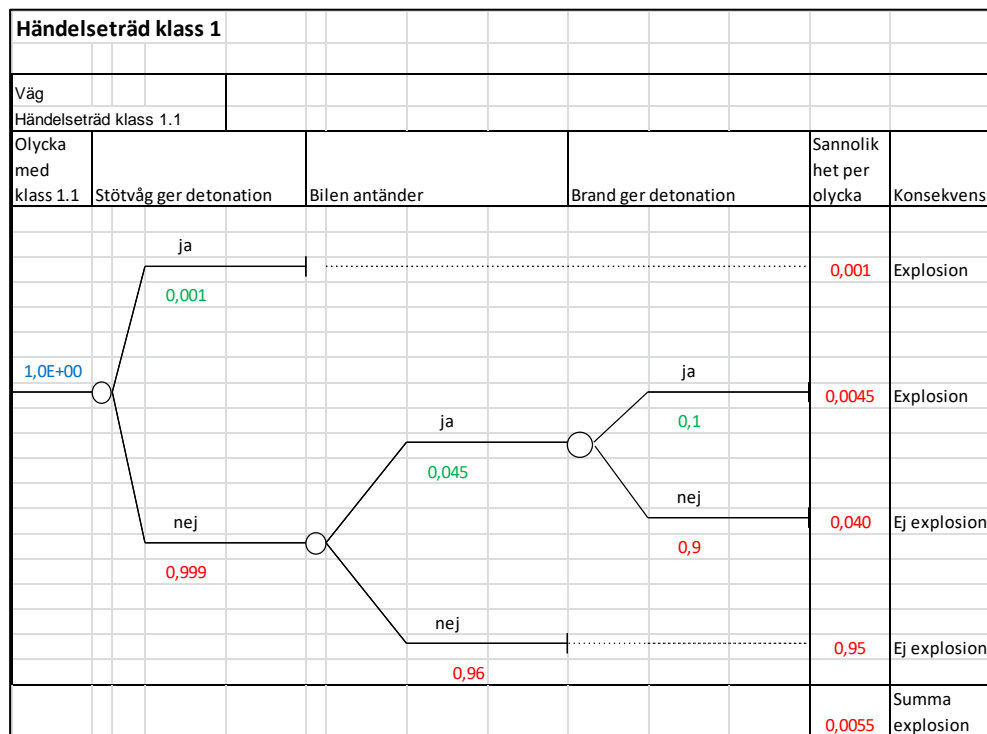
Sammantaget bedöms det att sannolikheten för detonation på grund av stöt vid en olycka med emulsionssprängämnen ligger under 0,1 %. Detta värde kommer att användas vid sannolikhetsberäkningarna.

Sannolikhet för detonation på grund av brand

Sannolikheten för att en olycka leder till en fordonsbrand beräknas utifrån statistik från USA då pålitlig svensk statistik saknas. Enligt statistiken (NFPA 2012, FEMA 2008, USCB 2012) förekom det under perioden 2005-2009 ca 52,7 miljoner

trafikolyckor på motorvägar i USA. Av dessa var lastbilar inblandade i ca 3,1 % eller 1,6 miljoner olyckor. Av trafikolyckorna på motorväg under perioden 2005-2009 ledde ca 1,13 miljoner till brand i fordon. Av dessa olyckor med brand i fordon berörde ca 6,4 % eller 72 600 lastbilar. Andelen trafikolyckor med lastbilar som ledde till brand är således $72\,600/1\,600\,000 = 4,5\%$ under 2005-2009 i USA. Denna siffra används som sannolikhet för att lastbil fattar eld vid en olycka.

Sannolikheten att en brand leder till detonation av sprängämnet uppskattas grovt till 10 %. Händelseträdet för olycka med sprängämnen visas i *figur 8*.



Figur 8. Händelsetråd för olycka med sprängämnen, klass 1.1.

Resultaten av sannolikhetsberäkningar för fallet att en masseexplosion på grund av en olycka med en sprängämnestransport visas i *tabell 2*, *avsnitt 3*.

2.1.2 Konsekvenser

Explosionslast

Vid beräkning av explosionslast utgår från en explosion av 16 ton TNT. Mängden sätts till 16 ton då detta är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras i en vägtransport.

Att välja TNT görs för att inte underskatta explosionsstyrka, ämnet som transporteras mest är ANFO vars explosionsstyrka ligger på ca 82 % av TNT. För att inte underskatta riskerna väljs dock TNT.

Explosionens övertryck och impuls har beräknats nedan. Både oreflekterade och reflekterade värden har beräknats. De reflekterade värdena är aktuella när explosionen träffar en yta som är riktat vinkelrät mot explosionen. De oreflekterade värdena gäller för ytor som är riktade i samma riktning som explosionen.

Explosionsstyrkan beräknas med hjälp av *figur 8 och 9* som tagits från rapporten Dynamisk lastpåverkan – Referensbok (SRV 2005). För en närmare förklaring av beräkningsmetoden hänvisas till denna rapport.

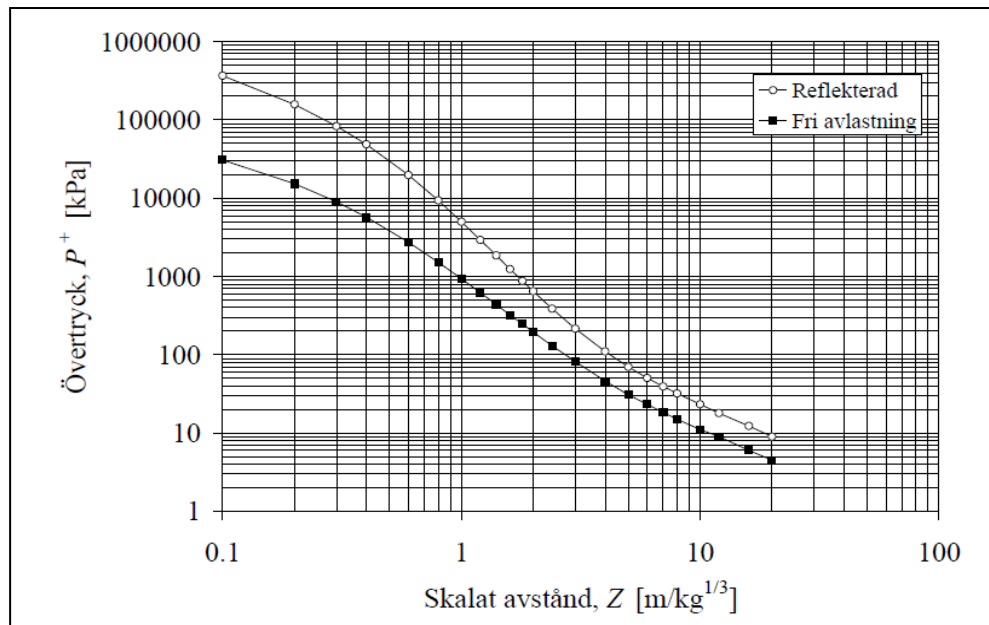
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

$$Z = \frac{R}{M^{1/3}}$$

R = avstånd från explosionscentrum (m)

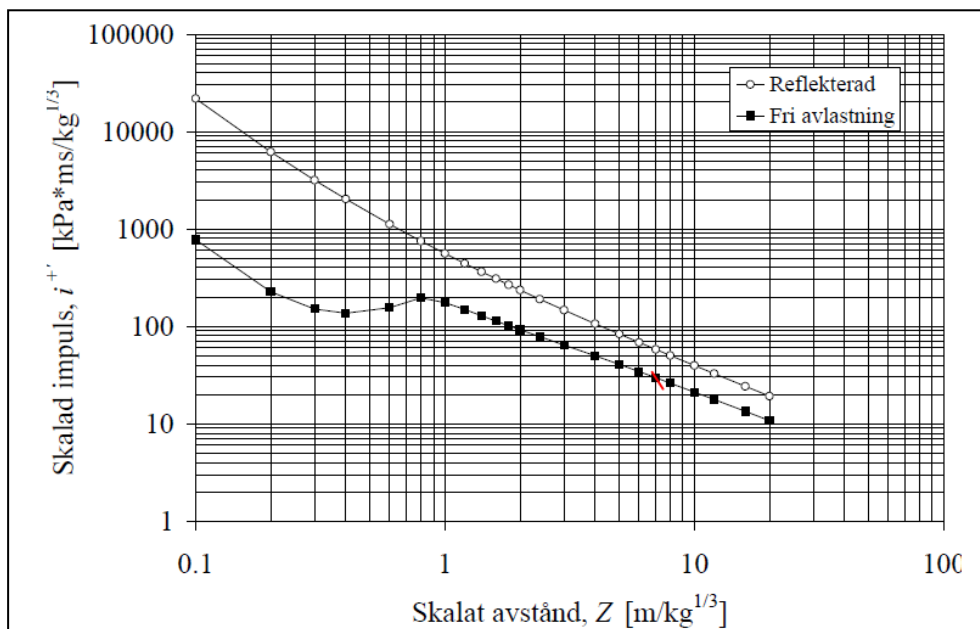
M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

Figur 9 ger övertrycket p_+



Figur 9 Reflekerat och oreflekerat övertryck som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).

Figur 10 ger den skalade impulsen delat med kubikroten ur mängden sprängämne: $i_+/M^{1/3}$. Den skalade impulsintensiteten räknas sedan ut genom att multiplicera med $M^{1/3} = 16000^{1/3} = 25,2 \text{ kg}^{1/3}$.



Figur 10. Reflekerat och oreflekerat impulsintensitet som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).

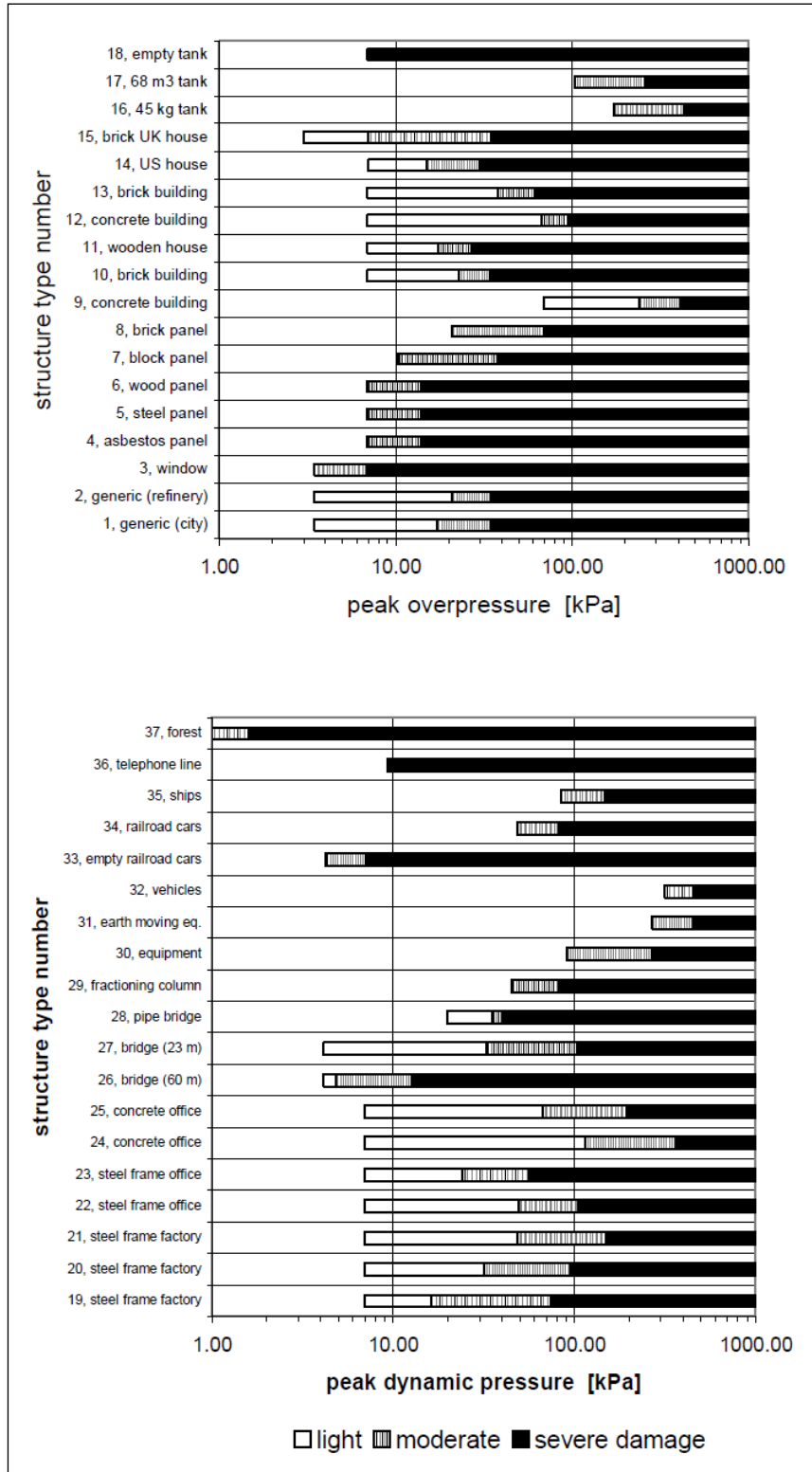
Resultaten visas i tabell 1.

Tabell 1. Reflekerat och oreflekerat tryck och impultstäthet som funktion av avståndet till explosionscentrum.

Avstånd	Z	p^+	p_r	i^+	i_r
m	$\text{m/kg}^{1/3}$	kPa	kPa	kPas	kPas
25	1,0	900	5000	4,8	14,0
50	2,0	200	750	2,3	6,3
63	2,5	120	400	1,8	4,3
75	3,0	80	220	1,6	3,3
100	4,0	45	110	1,3	2,6
125	5,0	33	70	1,0	2,0
150	6,0	23	50	0,9	1,8
175	6,9	20	40	0,8	1,5
200	7,9	15	33	0,7	1,3

Skador på bebyggelsen

Enligt amerikanska undersökningar (EAI 1997) rasar hus vid ett övertryck (p^+) på 25-35 kPa medan en vanlig stadsbebyggelse bedöms få allvarliga skador vid ungefär samma övertryck, se *figur 11 och 12*. Detta tryck uppnås enligt *tabell 1* ungefär 125 m från platsen för explosionen.



Figur 11. Övertryck som leder till raserade byggnader mm.

Type	Description of structure
1	city
2	refinery
3	glass windows, large and small
4	corrugated asbestos siding
5	corrugated steel or aluminum panelling
6	wood siding panels, standard house construction
7	concrete or cinder-block wall panels, 8" or 12" thick (not reinforced)
8	brick wall panel, 8" or 12" thick (not reinforced)
9	blast-resistant reinforced concrete windowless building
10	multi-storey wall-bearing building, brick apartment house type, up to three storeys
11	wood-frame house
12	multi-storey reinforced concrete building with concrete walls, small window area, three to eight storeys
13	multi-storey wall-bearing building, monumental type, up to four storeys
14	typical American-style house
15	typical brick-built English house
16	45 kg LPG tank
17	68000-litre LPG bulk gas plant
18	floating- or conical roof tanks, empty
19	light steel frame industrial building, single storey, with up to 5-ton crane capacity, low strength walls which fail quickly
20	heavy steel frame industrial building, single storey, with 25- to 50-ton crane capacity, lightweight low strength walls which fail quickly
21	heavy steel frame industrial building, single storey, with 60- to 100-ton crane capacity, lightweight low strength walls which fail quickly
22	multi-storey steel frame office-type building, 3 to 10 storeys. Lightweight low strength walls which fail quickly, earthquake-resistant design
23	multi-storey steel frame office-type building, 3 to 10 storeys. Lightweight low strength walls which fail quickly, non-earthquake-resistant design
24	multi-storey reinforced concrete-frame office-type building, 3 to 10 storeys. Lightweight low strength walls which fail quickly, earthquake-resistant construction.
25	multi-storey reinforced concrete-frame office-type building, 3 to 10 storeys. Lightweight low strength walls which fail quickly, non-earthquake-resistant construction.
26	railroad girder bridges, single track deck or through, open floors, span 200 ft (60 m)
27	railroad girder bridges, single track deck or through, open floors, span 75 ft (23 m)
28	pipe bridge
29	fractioning column
30	truck-mounted engineering equipment (unprotected)
31	earth-moving engineering equipment (unprotected)
32	transportation vehicles
33	unloaded railroad cars
34	loaded boxcars, flatcars, full tank cars, and gondola cars (side-on orientation)
35	merchant shipping
36	telephone lines (transverse)
37	average deciduous forest stand

Figur 12. Beskrivning av byggnadstyper mm i figur 11.

Sammantaget antas att byggnader närmast vägen får allvarliga skador inom 125 m från explosionen. Bebyggelsen bakom skyddas i stor utsträckning av husen framför och antas inte få lika betydande skador.

Storleken av området längs vägen där husen rasar beräknas utifrån husens avstånd till vägen och Pythagoras sats.

Inom området där husen skadas allvarligt antas att husens raszon sträcker sig in mot ungefär halva huset och att det i raszonen omkommer cirka en tredjedel av de personer som vistas där (FOA 1997). Detta innebär att cirka en sjättedel av de boende inom detta område antas omkomma vid en explosion med sprängämnen.

Antalet omkomna beräknas utifrån antal i husraden närmast vägen, resultaten visas i *tabell 2*.

Skador utomhus

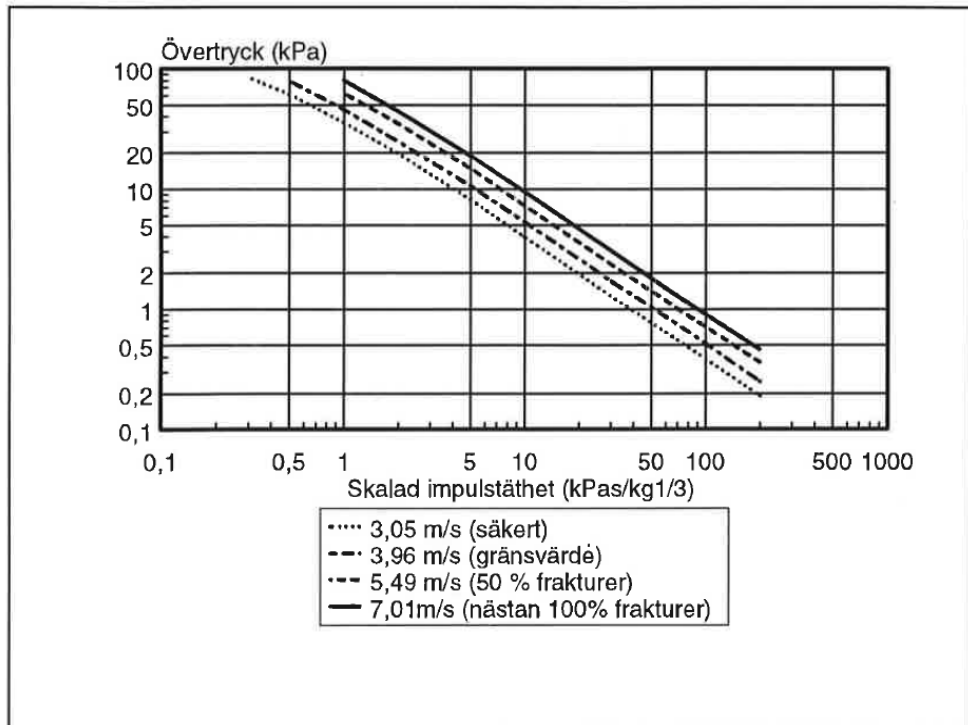
Direkta skador pga. tryck

Människan tål tryck relativt bra. Gränsen för lungskador anges vara ca 70 kPa, döda på grund av lungskador förväntas vid 180 kPa och 50 % omkomna vid 260 kPa. Detta innebär att inga omkomna förväntas pga. lungskador på ett avstånd på mer än 50 m från explosionen (FOA 1997).

Indirekta skador

Indirekta skador kan uppstå genom att någon kastas mot något hårt föremål av tryckvågen eller att personer träffas av nedfallande byggnadsdelar.

Som skademått för skador pga. att någon kastas av tryckvågen tas skallskador. Enligt FOA får en person med kroppsvikt 70 kg skallfraktur på ca 50 m från explosionen, se *figur 12* och *tabell 1*. På 75 m har sannolikheten avtagit till 50 % och minskar till 10 % på ca 90 m.



Figur 13. Kombinationer av övertryck och skalad impulstäthet som ger allvarliga skador vid islag av huvudet (från FOA 1997).

Personer utomhus kan även omkomma av fallande byggnadsdelar eller spliter och vi antar därför att alla personer som befinner sig kring hus som förväntas rasera omkommer i explosionen.

En gynnsam omständighet som inte beaktats i detta scenario är att det kommer att ta tid innan en brand i ett fordon med sprängämnen sprider sig till lasten och ger upphov till en explosion. Under denna tidsperiod finns möjligheter att evakuera personer från området. Praktiska erfarenheter från olyckor med sprängämnen visar att evakueringen ofta har kunnat genomföras och lett till en reduktion av antalet omkomna.

Det här beskrivna scenariot ger därför konservativa värden för det förväntade antalet omkomna.

Individrisk

En person antas omkomma om han befinner sig i området kring den bebyggelse som kommer att rasa vid en massexplosion. Avståndet beror på avståndet mellan transportleden och husen och husens bredd, som default används 30 m för detta.

Sannolikheten beräknas med att explosionen måste ske på de 250 m av vägen som är närmast individen.

Samhällsrisk

Sannolikheten för en person att omkomma inomhus är 17 % i de hus som antas rasa vid massexlosionen, dvs de som ligger inom 125 m från olycksplatsen. Alla personer som befinner sig utomhus kring husen antas omkomma, se avsnittet om individrisk.

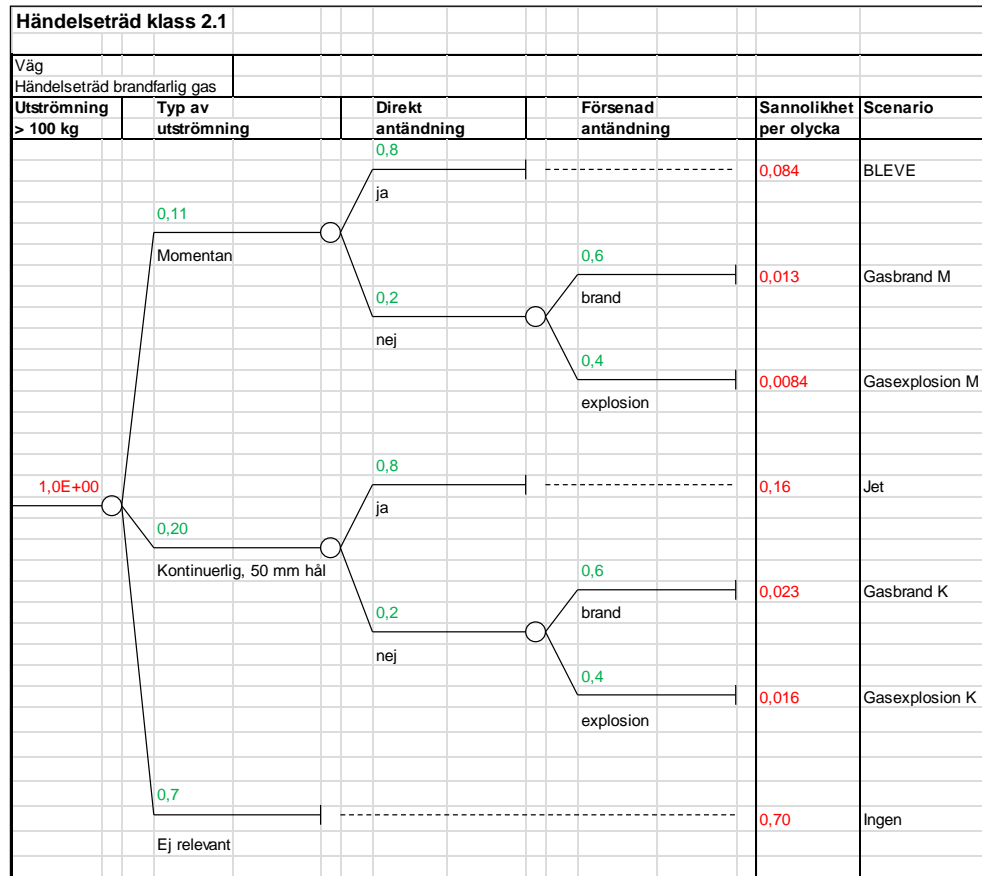
2.2 Scenarier med brandfarliga gaser, klass 2.1

Sannolikheten för en olycka med ett fordon med brandfarliga gaser per kilometer transportled har beräknats på samma sätt som för massexplösiva ämnen i *avsnitt 2.1.1* och framgår av ingångsdata i *figur 4*.

2.2.1 Scenario Jetflamma

I detta scenario uppstår ett hål på 5 cm i tanken på tankfordon med komprimerad brandfarlig gas. Gasen sprutar ut och antänds vilket leder till en låga som sträcker sig från olycksplatsen in mot området. Inom ett område av 45x74 m (längs vägen x in mot området) förväntas alla omkomma. Utomhus på grund av att människorna hamnar i eller nära lågan, inomhus då byggnaden fattar eld och brinner ner.

Av händelseträdet för brandfarliga gaser, *figur 14*, framgår att sannolikheten för scenario Jetflamma vid en olycka med brandfarlig gas med betydande utströmning är lika med 0,16.



Figur 14. Händelseträäd olycka med brandfarlig gas

Individrisk

Scenario Jetflamma antas leda till att oskyddade individer utomhus omkommer inom ett område på 45 m av leden i ledens riktning och som sträcker sig ca 74 m in i området.

En individ omkommer om olyckan sker på de närmaste 45 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 74 m från leden.

Samhällsrisk

Personer som vistas inom ett område på 45 m längs vägen och 74 m in från vägen antas omkomma, såväl inomhus som utomhus.

2.2.2 Scenario Gasbrand vid momentant utsläpp

I detta scenario havererar tanken och hela innehållet släpps ut momentant. Gasen blandas med luft tills den lägre brännbarhetsnivån är nådd (LFL) då gasen antänds. Förbränningen kan ske som deflagration (flamfronten rör sig med en hastighet som är lägre än ljudets hastighet), vilket leder till en gasbrand, eller som en detonation (flamfronten rör sig med en hastighet som överstiger ljudets) vilket leder till en gasexplosion. Detta är scenario Gasbrand M respektive Gasexplosion M. För dessa scenarier spelar vindriktningen en mindre roll på grund av den stora mängden gas som expanderar och antänds snabbt. För scenario Gasbrand M antas gasmolnet ha sitt centrum på olycksplatsen och en storlek av 18 5x 185 m. Inom ett område av 185 x 93 m (längs vägen x in mot området) omkommer alla ute och inne. Effektområdet har valt med marginal så att det även tas hänsyn till att gasmolnet förflyttar sig i viss mån med vinden innan det antänds.

Sannolikheten för detta scenario vid en olycka med utsläpp av brandfarlig gas framgår av händelseträdet i *figur 12* och är lika med 0,013.

Individrisk

En individ omkommer vid detta scenario om han/hon befinner sig inom det brinnande molnet, dvs om olyckan händer inom 93 m från personen och om personen står på ett avstånd av mindre än 93 m från leden.

Samhällsrisk

Personer som vistas inne i det brinnande gasmolnet antas omkomma, inne såväl som ute.

2.2.3 Scenario Gasbrand vid kontinuerligt utsläpp

I detta scenario uppstår ett hål på 5 cm i tanken på samma sätt som i scenario Jetflamma. Den brandfarliga gasen antänds inte direkt men sprids med vinden mot olycksplatsen. Gasen blandas med luft tills den lägre brännbarhetsnivån är nådd (LFL) då gasen antänds. Molnets utsträckning är då 50 x 10 m i vindriktningen. Förbränningen kan ske som deflagration (flamfronten rör sig med en hastighet som är lägre än ljudets hastighet), vilket leder till en gasbrand, scenario Gasbrand K, eller till en detonation (flamfronten rör sig med en hastighet som överstiger ljudets) vilket leder till en gasexplosion, detta är scenario Gasexplosion K.

Vid Scenario Gasbrand K antas alla som vistas i det brinnande molnet omkomma, såväl inomhus som utomhus.

Sannolikheten för Scenario Gasbrand K framgår av händelseträdet i *figur 13* och är lika med 0,023 vid en olycka med utsläpp av brandfarlig gas.

Sannolikheten för olika vindriktningar framgår av vindrosen i *figur 6*. Om vinden står rakt eller snett mot området så transporteras gasen in mot området, detta är scenario Gasbrand KT. Blåser vinden i ledens riktning transporteras gasen längs leden, detta ger scenario Gasbrand KL. Vid övriga vindriktningar förs gasen bort från området.

Individerisk

I scenario Gasbrand KT omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 10 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 50 m från leden.

I scenario Gasbrand KL omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 50 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 5 m från leden.

Samhällsrisk

I scenario Gasbrand KT antas personer omkomma inom ett område med längd 10 m längs leden och bredd 50 m in från vägen.

I scenario Gasbrand KL antas personer omkomma inom ett område med längd 50 m längs leden och bredd 5 m in från vägen.

2.2.4 Scenario Gasexplosion vid momentant utsläpp

Detta är samma som scenario Gasbrand M, med den skillnaden att gas/luftblandningen förbränns explosionsartat. En individ antas omkomma vid ett explosionstryck över 0,3 Bar. Detta inträffar vid en gasexplosion inom ett område på 252 x 252 m, centrum för explosionen antas ligga på leden.

Sannolikheten för detta vid en olycka med utsläpp av brandfarliga gaser framgår av händelseträdet i *figur 14* och är lika med 0,0084 vid en olycka med utsläpp av brandfarlig gas.

Individerisk

I scenario Gasexplosion M omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 252 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 126 m från leden.

Samhällsrisk

Personer som vistas inomhus eller utomhus inom ett område med längd 252 m längs leden och bredd 126 m från vägen antas omkomma. Inom ett område utanför detta område med längd 504 m och bredd 252 m antas 3 % av de som befinner sig inomhus omkomma.

2.2.5 Scenario Gasexplosion vid kontinuerligt utsläpp

Dessa scenarier är detsamma som scenario Gasbrand KT och KL med den skillnaden att gas/luftblandningen förbränns snabbare vilket leder till en gasexplosion. En individ antas omkomma vid ett explosionstryck över 0,3 Bar. Detta inträffar i ett område av 66x66 m. Sannolikheten för detta är enligt händelseträdet i *figur 14* lika med 0,016 per olycka med utsläpp av brandfarlig gas.

Sannolikheten för olika vindriktningar framgår av vindrosen i *figur 7*. Om vinden står rakt eller snett mot området så transporteras gasen in mot området detta är scenario Gasexplosion KT. Centrum för explosionen antas då ligga 33 m från vägen så att hela effektområdet a ligger vid sidan om vägen.

Blåser vinden i ledens riktning transporteras gasen längs leden, detta ger scenario Gasexplosion KL. Centrum för explosionen antas då ligga på vägen men mitt framför området. Vid övriga vindriktningar förs gasen bort från området.

Individrisk

I scenario Gasexplosion KT omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 66 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 66 m från leden.

I scenario Gasbrand KL omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 66 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 33 m från leden

Samhällsrisk

I scenario Gasexplosion KT antas personer inomhus och utomhus omkomma inom ett område med längd 66 m längs leden och bredd 66 m in från vägen.

I scenario Gasexplosion KL antas personer omkomma inom ett område med längd 66 m längs leden och bredd 33 m in från vägen inomhus och utomhus.

2.2.6 Scenario BLEVE

Vid en BLEVE havererar tanken brandfarlig gas, mestadels på grund av en brand i en annan del av fordonet, vilket leder till ett momentant utsläpp som antänds direkt. Detta kallas en BLEVE och leder till att personer omkommer inom ett område av 80x80m. BLEVE:ns centrum ligger på olycksplatsen. Sannolikheten för detta scenario vid en olycka med utsläpp av brandfarlig gas framgår av händelseträdet i *figur 12* och är lika med 0,084 vid en olycka.

Individrisk

En person antas omkomma inom ett område med längd 80 m längs vägen och bredd 40 m in från vägen.

Samhällsrisk

I scenario BLEVE antas personer omkomma inom ett område med längd 80 m längs leden och bredd 40 m in från vägen inomhus och utomhus.

2.3 Scenarier med giftiga gaser, klass 2.3

Sannolikheten för en olycka med ett fordon med giftiga gaser per kilometer transportled har beräknats på samma sätt som för massexplosiva ämnen i *tidigare avsnitt 2.1.1* och framgår av ingångsdata i *figur 4,5 och 6*.

Händelseträdet för scenarier med giftiga gaser framgår i *figur 15* nedan.

Händelseträäd klass 2.3			
Händelseträäd väg, gas			
Utströmning >100 kg	Utströmning	Sannolikhet per olycka	Scenario
	0,015 Momentant	0,015	Gasmoln M
1,0	0,20 Kontinuerligt 5 cm hål	0,20	Gasmoln K

Figur 15. Händelseträäd för olycka med giftiga gaser

2.3.1 Scenario Gasmoln M

I detta scenario havererar tanken och hela innehållet släpps ut momentant. På grund av det snabba händelseförloppet bedöms vindriktningens spela mindre roll.

Effektområdena har dock anpassat för att ta hänsyn till spridning med vinden i olika riktningar. Storleken av effektområde 1 bedöms vara 70x70 m med centrum på olycksplatsen. Effektområde 2 har storlek 120x120 m.

Sannolikhet för scenariot framgår av händelseträdet i *figur 15* och är lika med 0,015 per olycka med utsläpp.

Individrisk

En person har 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 70 m av leden från där personen står och 35 m in från vägen. En person har 30 % att omkomma om olyckan sker på de närmaste 120 m av leden från där personen står och 60 m in från vägen.

Samhällsrisk

Inom effektområde 1 antas alla som vistas utomhus inom molnet omkomma. Av de som vistas inomhus antas ca 10 % omkomma. Inom effektområde 2 antas 30 % av de som vistas utomhus omkomma. Av de som vistas inomhus antas 3 % omkomma här.

2.3.2 Scenario Gasmoln K

Vid detta scenario uppstår ett hål på 5 cm i tanken med ammoniakgas. En gasplym uppstår som rör sig i vindriktningen. Sannolikheten för scenariot framgår av händelseträdet i *figur 14* och är lika med 0,20 per olycka med utsläpp.

Effektområde 1 har bredd 25 m och längd 135 m i vindriktningen. Effektområde 2 har bredd 75 m och längd 220 m i vindriktningen. Båda effektområden börjar vid olycksplatsen.

Sannolikheten för olika vindriktningar framgår av vindrosen i *figur 7*. Om vinden står rakt eller snett mot området så transporteras gasen till området, detta är scenario Gasmoln KT. Blåser vinden i ledens riktning transporteras gasen längs leden, detta ger scenario Gasmoln KL. Vid övriga vindriktningar förs gasen bort från området.

Individrisk

I scenario Gasmoln KT har en person 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 25 m av leden från där personen står och 135 m in från vägen. En person har 30 % att omkomma om olyckan sker på de närmaste 75 m av leden från där personen står och 220 m in från vägen.

I scenario Gasmoln KL har en person 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 135 m av leden från där personen står och 13 m in från vägen. En person har 30 % att omkomma om olyckan sker på de närmaste 220 m av leden från där personen står och 38 m in från vägen.

Samhällsrisk

Inom effektområde 1 antas alla som vistas utomhus inom molnet omkomma. Av de som vistas inomhus antas ca 10 % omkomma. Inom effektområde 2 antas 30 % av de som vistas utomhus omkomma. Av de som vistas inomhus antas 3 % omkomma här.

2.4. Scenarier med mycket brandfarliga vätskor, klass 3.1

Sannolikheten för en olycka med ett fordon med mycket brandfarliga vätskor på har beräknats på samma sätt som i *avsnitt 2.1.1* och framgår av ingångsdata i *figur 4, 5 och 6*.

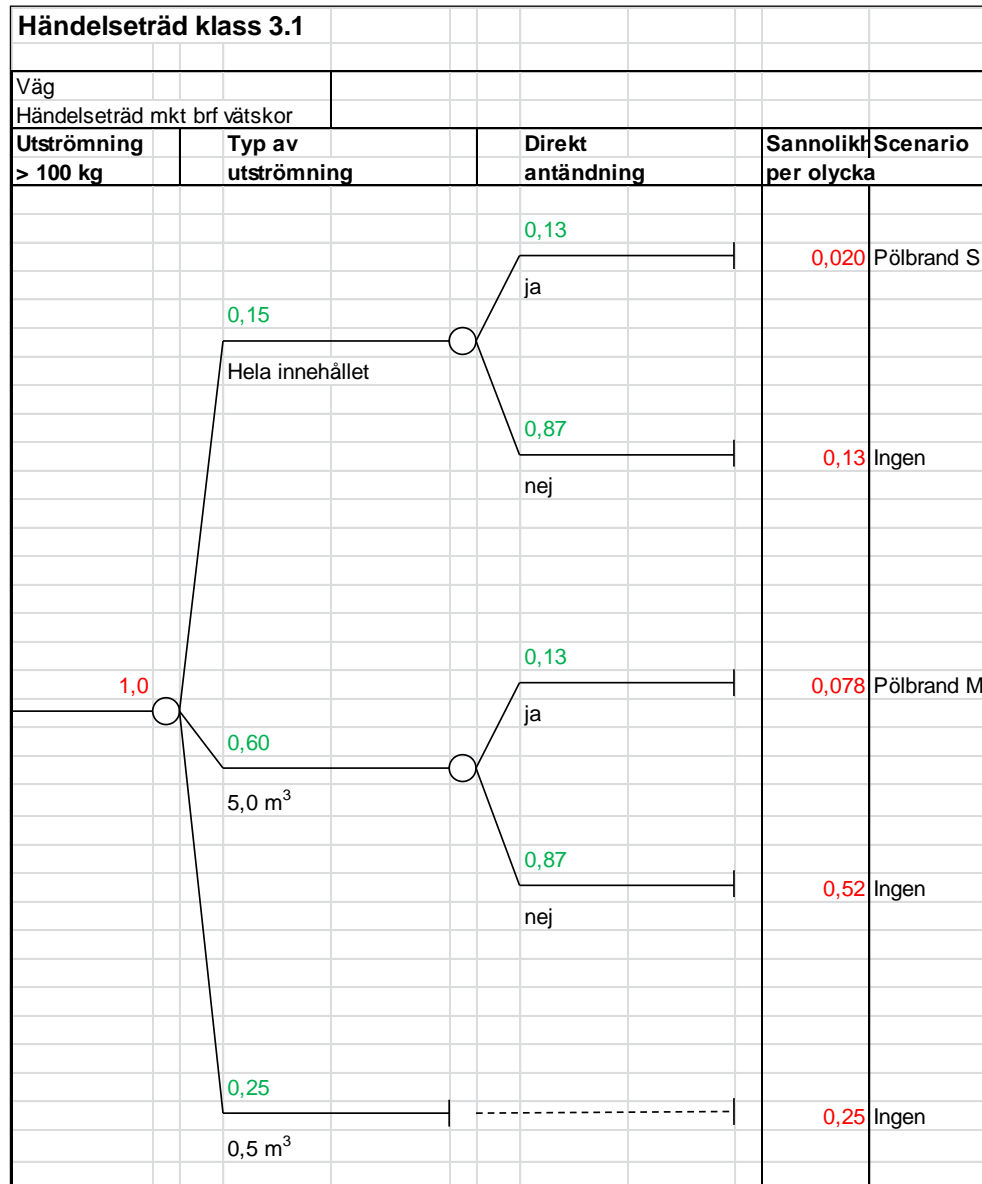
Händelseträdet för scenarier med mycket brandfarliga vätskor framgår i *figur 16* nedan.

2.4.1 Scenarier Pölbrand S och M

I scenario Pölbrand sker en olycka där tanken skadas och ett utsläpp sker av mycket brandfarlig vätska (exempelvis bensin) som rinner ut till en pöl som sedan antänds. Värmestrålningen kan leda till att människor omkommer. Vid en stor pölbrand (Pölbrand S) antas personer inom ett område på 48x48 m omkomma, såväl inne som ute. Vid en mindre pölbrand (Pölbrand M) antas personer inom ett område på 25x25 m omkomma såväl inne som ute. Områdena antas centrerade kring olycksplatsen.

Sannolikhet

Sannolikheten för att ett utsläpp leder till scenario Pölbrand S (en pölbrand med en yta på 600 m²) är lika med 0,020 per olycka med utsläpp av mycket brandfarlig vätska. Sannolikheten för scenario Pölbrand M (en pölbrand med yta 300 m²) är lika med 0,078 per olycka med utsläpp. Se händelseträdet i *figur 16* nedan.



Figur 16. Händelseträd för mycket brandfarliga vätskor i klass 3.

Individrisk

I scenario Pölbrand S har en person 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 48 m av leden från där personen står och 24 m in från vägen.

I scenario Pölbrand M har en person 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 23 m av leden från där personen står och 13 m in från vägen.

Samhällsrisk

Inom ett område med längd 48 m längs vägen och bredd 24 m in från vägen antas alla omkomma såväl inomhus som utomhus i scenarion Pölbrand S.

I scenario Pölbrand M antas alla utomhus och inomhus omkomma inom ett område med längd 25 m längs vägen och bredd 13 m in från vägen.

2.5. Scenarier med oxiderande ämnen, klass 5.1

Sannolikheten för en olycka med ett fordon med oxiderande ämnen med risk för massexplosion har beräknats på samma sätt som för massexplosiva ämnen i *avsnitt 2.1.1* och framgår av ingångsdata i *figur 4, 5 och 6*.

Händelseträdet för scenarier med oxiderande ämnen framgår i *figur 17* nedan.

2.5.1 Scenario Explosion S och M

I dessa scenariot har vi utgått från att transportererna sker som ammoniumnitrat som vid blandning med dieselolja kan leda till en explosion som motsvarar 16 ton TNT vid ett stort utsläpp av ammoniumnitrat och cirka hälften vid ett mindre utsläpp. Detta överskattar explosionens kraft då den blandningen som kommer att ske om båda ämnen rinner ut vid en olycka inte räcker för att åstadkomma ett effektivt sprängämne vilket egentligen kräver en ganska exakt blandning av dessa ämnen.

Konsekvenserna av dessa explosioner härleds på samma sätt som för massexplosiva ämnen i klass 1.

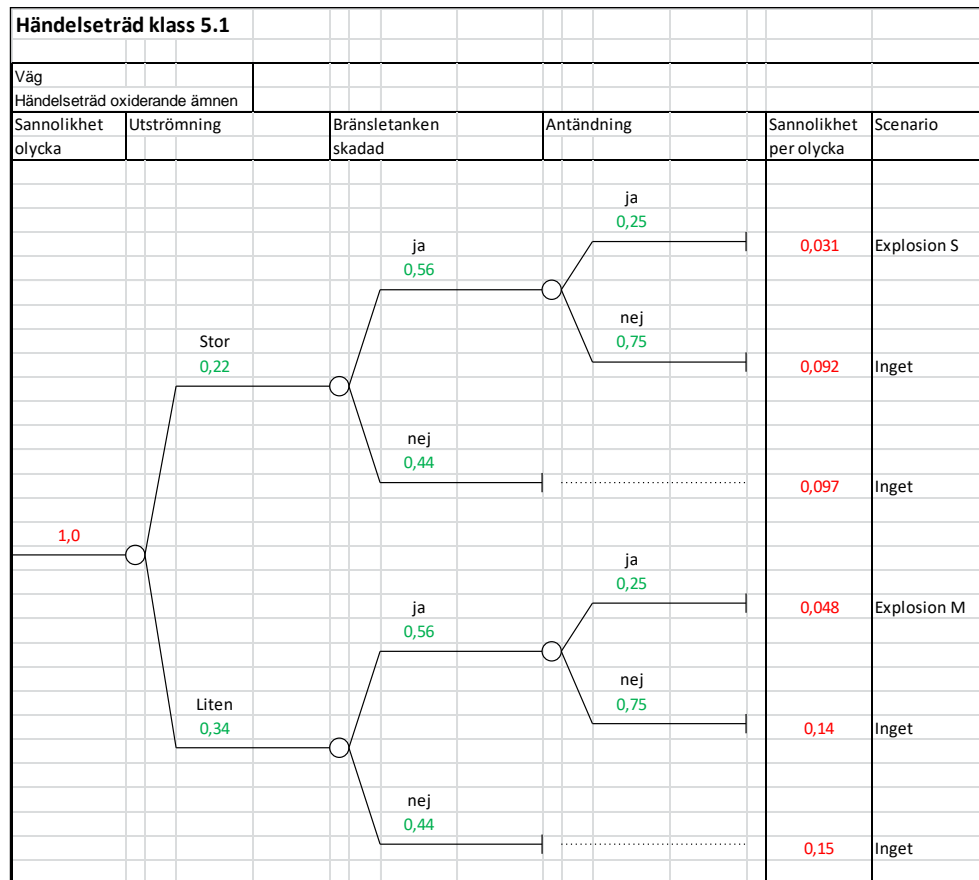
Sannolikhet

Sannolikheten för en olycka med dessa transporter per kilometer transportled framgår av *figur 3*.

För att en olycka med en transport med oxiderande ämnen skall leda till betydande konsekvenser krävs att det oxiderande ämnet blandas med dieselolja och att blandningen antänds. För att detta skall ske måste flera förutsättningar vara uppfyllda:

1. Ett betydande utsläpp av oxiderande ämnen måste ske.
2. Utsläpp av dieselolja måste ske.
3. Blandningen måste antändas.

Sannolikheten för detta framgår av händelseträdet i *figur 17* nedan. Händelseträdet är baserat på statistik för tunnväggiga tankbilar.



Figur 17 Händelseträd oxiderande ämnen i klass 5.1 som kan orsaka explosion.

Konsekvenser

Två scenarier finns beroende på storleken på utsläppet av det oxiderande ämnet. Storleken på utsläppet av den brandfarliga vätskan är av mindre vikt då en explosiv blandning endast kräver en mindre mängd brandfarlig vätska (ca 1 del brandfarlig vätska på 7 delar oxiderande ämne). Ett stort utsläpp av oxiderande ämnen ger scenario Explosion S, ett något mindre utsläpp ger scenario Explosion M. Konsekvenserna av en stor explosion har antagits vara desamma som för en explosion av 16 ton TNT. Konsekvenserna avseende individrisk och samhällsrisk är således desamma som i scenariot för klass 1.1.

Konsekvenserna för en mindre explosion har antagits vara hälften av konsekvenserna av en stor explosion.

3. Beräkningsresultat

I *tabell 2* presenteras resultaten av riskberäkningarna för område A som presenteras grafiskt i *avsnitt 5.1* i rapporten.

Tabell 2. Riskberäkningar för område A.

Sammanställning av beräkningsresultat Område A												Uppdragsnamn:	Jörlanda- Berg 1:66 mfl	2015-02-27
Klass	F _{klass} /år, km	Scenario	F _{scen} /år, km	Effektområde 1				Effektområde 2				F _{scen} /år	Om- komna	
				längd	bredd	F _{omk. inne}	F _{omk. ute}	längd	bredd	F _{omk. inne}	F _{omk. ute}			
1.	2,1E-07	Massexpllosion	1,2E-09	0	130	0,17	1,00	-	-	-	-	2,9E-10	0,0	
2.1	1,1E-05	Jet	1,8E-06	45	74	1,00	1,00	66	80	0,00	0,07	4,4E-07	0,0	
		Gasbrand M	1,4E-07	185	93	1,00	1,00	-	-	-	-	3,5E-08	0,0	
		Gasbrand KT	1,0E-07	10	50	1,00	1,00	-	-	-	-	2,5E-08	0,0	
		Gasbrand KL	6,4E-08	50	5	1,00	1,00	-	-	-	-	1,6E-08	0,0	
		Gasexplosion M	9,4E-08	378	84	1,00	1,00	-	-	-	-	3,6E-08	0,0	
		Gasexplosion KT	6,6E-08	66	66	1,00	1,00	-	-	-	-	1,7E-08	0,0	
		Gasexplosion KL	4,3E-08	66	33	1,00	1,00	-	-	-	-	1,1E-08	0,0	
		Bleve	9,4E-07	80	40	1,00	1,00	110	55	0,00	0,07	2,4E-07	0,0	
2.3	4,4E-08	Gasmoln M	6,6E-10	105	23	0,10	1,00	180	40	0,03	0,30	1,6E-10	0,0	
		Gasmoln KT	3,2E-09	50	67,5	0,10	1,00	150	110	0,03	0,30	8,1E-10	0,5	
		Gasmoln KL	2,1E-09	135	13	0,10	1,00	440	19	0,03	0,30	5,2E-10	0,0	
3	8,4E-05	Pölbrand S	1,6E-06	48	24	1,00	1,00	-	-	-	-	4,1E-07	0,0	
		Pölbrand M	6,5E-06	25	13	1,00	1,00	33	17	0,00	0,04	1,6E-06	0,0	
5.1	5,7E-07	Explosion L	2,9E-09	0	72	0,17	1,00	-	-	-	-	7,2E-10	0,0	
		Explosion M	1,1E-08	0	57	0,17	1,00	-	-	-	-	2,9E-09	0,0	

I *tabell 3* presenteras resultaten av riskberäkningarna för område B som presenteras grafiskt i *avsnitt 5.2* i rapporten.

Tabell 3. Riskberäkningar för område B.

Sammanställning av beräkningsresultat område B												2017-09-26	
Klass	F _{klass} /år, km	Scenario	F _{scen} /år, km	Effektområde 1				Effektområde 2				F _{scen} /år	Om- komna
				längd	bredd	F _{omk. inne}	F _{omk. ute}	längd	bredd	F _{omk. inne}	F _{omk. ute}		
1.	2,1E-07	Massexpllosion	1,2E-09	212	105	0,17	1,00	-	-	-	-	2,9E-10	21,9
2.1	1,1E-05	Jet	1,8E-06	45	74	1,00	1,00	66	80	0,00	0,07	4,4E-07	4,2
		Gasbrand M	1,4E-07	185	93	1,00	1,00	-	-	-	-	3,5E-08	66,8
		Gasbrand KT	1,0E-07	10	50	1,00	1,00	-	-	-	-	2,5E-08	0,4
		Gasbrand KL	6,4E-08	50	5	1,00	1,00	-	-	-	-	1,6E-08	0,0
		Gasexplosion M	9,4E-08	252	126	1,00	1,00	-	-	-	-	2,4E-08	213,9
		Gasexplosion KT	6,6E-08	66	66	1,00	1,00	-	-	-	-	1,7E-08	4,9
		Gasexplosion KL	4,3E-08	66	33	1,00	1,00	-	-	-	-	1,1E-08	0,0
		Bleve	9,4E-07	80	40	1,00	1,00	110	55	0,00	0,07	2,4E-07	1,3
2.3	4,4E-08	Gasmoln M	6,6E-10	70	35	0,10	1,00	120	60	0,03	0,30	1,6E-10	2,2
		Gasmoln KT	3,2E-09	25	135	0,10	1,00	75	220	0,03	0,30	8,1E-10	7,9
		Gasmoln KL	2,1E-09	135	13	0,10	1,00	220	38	0,03	0,30	5,2E-10	0,5
3	8,4E-05	Pölbrand S	1,6E-06	48	24	1,00	1,00	-	-	-	-	4,1E-07	0,0
		Pölbrand M	6,5E-06	25	13	1,00	1,00	33	17	0,00	0,04	1,6E-06	0,0
5.1	5,7E-07	Explosion L	2,9E-09	0	72	0,17	1,00	-	-	-	-	7,2E-10	0,0
		Explosion M	1,1E-08	0	57	0,17	1,00	-	-	-	-	2,9E-09	0,0

I *tabell 4* presenteras resultaten av riskberäkningarna för område B som presenteras grafiskt i *avsnitt 5.3* i rapporten.

Tabell 4. Riskberäkningar för område C.

Sammanställning av beräkningsresultat Område C												Uppdragsnamn:	Jörlanda- Berg 1:66 mfl	2018-09-06
Klass	F _{klass} /år, km	Scenario	F _{scen} /år, km	Effektområde 1				Effektområde 2				F _{scen} /år	Om- komna	
				längd	bredd	F _{omk. inne}	F _{omk. ute}	längd	bredd	F _{omk. inne}	F _{omk. ute}			
1.	2,1E-07	Massexpllosion	1,2E-09	0	130	0,17	1,00	-	-	-	-	1,2E-10	0,0	
2.1	1,1E-05	Jet	1,8E-06	45	74	1,00	1,00	66	80	0,00	0,07	1,8E-07	0,0	
		Gasbrand M	1,4E-07	185	93	1,00	1,00	-	-	-	-	2,6E-08	0,0	
		Gasbrand KT	1,0E-07	10	50	1,00	1,00	-	-	-	-	1,0E-08	0,0	
		Gasbrand KL	6,4E-08	50	5	1,00	1,00	-	-	-	-	6,4E-09	0,0	
		Gasexplosion M	9,4E-08	378	84	1,00	1,00	-	-	-	-	3,6E-08	0,0	
		Gasexplosion KT	6,6E-08	66	66	1,00	1,00	-	-	-	-	6,6E-09	0,0	
		Gasexplosion KL	4,3E-08	66	33	1,00	1,00	-	-	-	-	4,3E-09	0,0	
		Bleve	9,4E-07	80	40	1,00	1,00	110	55	0,00	0,07	9,4E-08	0,0	
2.3	4,4E-08	Gasmoln M	6,6E-10	105	23	0,10	1,00	180	40	0,03	0,30	6,6E-11	0,0	
		Gasmoln KT	3,2E-09	50	67,5	0,10	1,00	150	110	0,03	0,30	3,2E-10	0,1	
		Gasmoln KL	2,1E-09	135	13	0,10	1,00	440	19	0,03	0,30	2,8E-10	0,0	
3	8,4E-05	Pölbrand S	1,6E-06	48	24	1,00	1,00	-	-	-	-	1,6E-07	0,0	
		Pölbrand M	6,5E-06	25	13	1,00	1,00	33	17	0,00	0,04	6,5E-07	0,0	
5.1	5,7E-07	Explosion L	2,9E-09	0	72	0,17	1,00	-	-	-	-	2,9E-10	0,0	
		Explosion M	1,1E-08	0	57	0,17	1,00	-	-	-	-	1,1E-09	0,0	

I tabell 5 presenteras resultaten beräkningar med skyddsåtgärder (vall och vägräcke) som presenteras i avsnitt 5.2 i rapporten.

Tabell 5. Riskberäkningar för område B (med åtgärder).

Beräkningsresultat område B med åtgärder												Uppdragsnamn:	Jörlanda	2017-09-26
Klass	F _{klass} /år, km	Scenario	F _{scen} /år, km	Effektområde 1				Effektområde 2				F _{scen} /år	Om- komna	
				längd	bredd	F _{omk. inne}	F _{omk. ute}	längd	bredd	F _{omk. inne}	F _{omk. ute}			
1.	1,1E-07	Massexpllosion	5,8E-10	212	105	0,17	1,00	-	-	-	-	1,4E-10	23,8	
2.1	5,6E-06	Jet	8,8E-07	45	15	1,00	1,00	66	80	0,00	0,07	2,2E-07	0,0	
		Gasbrand M	7,1E-08	277,5	62	1,00	1,00	-	-	-	-	2,0E-08	16,2	
		Gasbrand KT	5,0E-08	20	25	1,00	1,00	-	-	-	-	1,2E-08	0,0	
		Gasbrand KL	3,2E-08	100	2,5	1,00	1,00	-	-	-	-	8,0E-09	0,0	
		Gasexplosion M	4,7E-08	378	84	1,00	1,00	-	-	-	-	1,8E-08	63,2	
		Gasexplosion KT	3,3E-08	132	33	1,00	1,00	-	-	-	-	8,3E-09	0,0	
		Gasexplosion KL	2,1E-08	132	16,5	1,00	1,00	-	-	-	-	5,4E-09	0,0	
		Bleve	4,7E-07	80	40	1,00	1,00	110	55	0,00	0,07	1,2E-07	1,3	
2.3	2,2E-08	Gasmoln M	3,3E-10	105	23	0,10	1,00	180	40	0,03	0,30	8,2E-11	0,6	
		Gasmoln KT	1,6E-09	50	67,5	0,10	1,00	150	110	0,03	0,30	4,0E-10	9,4	
		Gasmoln KL	1E-09	270	7	0,10	1,00	440	19	0,03	0,30	2,8E-10	0,0	
3	4,2E-05	Pölbrand S	8,2E-07	48	24	1,00	1,00	-	-	-	-	2,0E-07	0,0	
		Pölbrand M	3,3E-06	25	13	1,00	1,00	33	17	0,00	0,04	8,2E-07	0,0	
5.1	2,8E-07	Explosion L	1,4E-09	0	72	0,17	1,00	-	-	-	-	3,6E-10	0,0	
		Explosion M	5,7E-09	0	57	0,17	1,00	-	-	-	-	1,4E-09	0,0	

4. Referenser

- EAI 1997 High explosive assessment model, 5th industrial version in SI units, Engineering Analysis Inc. 1997
- ERM 2008 SAFEX-paper Guangzhou-Shenzhen-Hong Kong Express Rail Link: An overview of the explosives aspects in a quantitative risk analysis for the road transport of cartridged emulsion explosives and accessories through a densely populated area. ERM-Hong Kong Ltd, 2008
- FEMA 2008 Highway Vehicle Fires, Topic Fire Report Series Volume 9, Issue 1, FEMA September 2008
- FOA 1997 Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, Försvarets Forskningsanstalt, september 1997
- FOA 2000 Explosivämneskunskap, Institutionen för energetiska material, Försvarets Forskningsanstalt 2000
- NFPA 2010 National Fire Protection Association, US Vehicle Fire Trends and Patterns, June 2010
- PGS2 2005 Methods for the calculation of Physical Effects due to releases of hazardous materials (liquids and gases), Dutch Organization for Applied Scientific Research under supervision of the Committee for the Prevention of Disasters, 2005.
- PGS3 2005 Guidelines for quantitative risk assessment, Dutch Organization for Applied Scientific Research under supervision of the Advisory Council in Dangerous Substances, 2005
- SRV 1996 Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Statens Räddningsverk, Risk- och miljöavdelningen 1996
- SRV 2005 Dynamisk lastpåverkan – Referensbok, Statens Räddningsverk, Karlstad, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2005

- SRV 2007 Bebyggelsens motståndsförmåga mot extrem dynamisk belastning, delrapport 1 Last av luftstötståg, Statens Räddningsverk, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2007
- USCB 2012 United States Census Bureau, Statistical Abstract of the United States: 2012
- Vägverket 2008 Effektsamband för vägtransportsystemet. Nybyggnad och förbättring, Effektkatalog Kap 6 Trafiksäkerhet, Vägverket publikation 2008:11



Norconsult AB

Theres Svensson gata 11
Box 8774, 402 76 Göteborg
010 – 141 80 00
www.norconsult.se