

**VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH
KV. SVARVEN MM
MELLERUDS KOMMUN**

RISKBEDÖMNING INFÖR
DETALJPLANEÄNDRING

**RISKANALYS AVSEENDE
TRANSPORT AV FARLIGT GODS**

Datum: 2011-07-07
Reviderad: ---

Uppdragsansvarig: Dan Cornelius – Civilingenjör/Brandingenjör

Kungsgatan 48^B
411 15 Göteborg
Telefon 031-80 08 80
Fax 031-80 08 88

Västerlånggatan 27
111 29 Stockholm
Telefon 08-452 21 50
Fax 08-452 21 69

Kapellgatan 17
553 17 Jönköping
Telefon 036-12 60 50

Projektinformation

Uppdragsnummer:	B11030000
Fastighet:	Västerråda handelsområde och kv. Svarven mm
Kommun	Mellerud
Uppdragsgivare:	Melleruds kommun 464 80 Mellerud
Uppdragsgivarens ref:	Leif Svensson

Organisation Prevecon Brand& Riskkonsult AB

Uppdragsansvarig/ handläggare:	 Dan Cornelius - Civilingenjör/Brandingenjör
Internkontroll:	 Carin Nero—Civilingenjör/Brandingenjör

Dokumenthistorik

0	2011-07-07		DC	CN
Version	Datum	Anmärkning	Handläggare	Internkontroll

Sammanfattning

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Melleruds kommun utfört en riskanalys inför detaljplaneändring av Västerråda handels- och industriområde och kv. Svarven mm.

Planförslaget för Västerråda handels- och industriområde innebär kort att befintliga byggnader rivs och ersätts med en större sammanhängande byggnad för handel. Planförslaget för kv. Svarven mm innebär att Svarven 1 och 2 utökas med åt söder med byggrätter för småindustriändamål (fastigheterna är i dagsläget bebyggda med handels- och småindustribyggnader). På fastigheten Lyckan 9 finns ett bostadshus som föreslås utökas med byggrätt för uthus och garage.

I direkt anslutning till planområdena ligger E45 (Landsvägsgatan) och väg 166 (Kornsjövägen) vilka båda är betecknade som primärled i det nationella vägnätet för farligt gods. På fastigheten väster om kv. Svarven 1 ligger en bensinstation. Enligt "Översiktsplan för Melleruds kommun" rekommenderas ett minsta skyddsavstånd vid nybebyggelse på 40 meter för kontorsbebyggelse samt 100 meter vid bostadsbebyggelse. Uppfylls inte dessa rikvärden skall en riskanalys utföras. Planerade byggnader och byggrätter ligger på ett avstånd på ca 40 meter från E 45 och ca 30 meter från väg 166 varpå en riskanalys har utförts för att utreda lämpligheten i de planerade planändringarna och om erforderligt visa på möjliga åtgärder för att hålla riskbilden inom tolerabla nivåer. Analysen syftar således till att fungera som ett bedömningsunderlag för beslut om detaljplanernas ändring.

Analysen redovisar risken i form av platsspecifik individrisk och samhällsrisk för planområdet. Riskerna har jämförts med de kriterier som rekommenderas i *Värdering av risk* /3/.

Riskvärderingen visar att individrisknivån och samhällsriskens inom området hamnar inom ALARP – området. Detta innebär att risken ligger på en tolerabel nivå under förutsättning att säkerhetshöjande åtgärder vidtas i rimlig utsträckning. Känslighetsanalysen visar att risken förändras till det sämre vid ökad trafikintensitet och ökat antal transporter med farligt gods men att den ändå hamnar inom området för vad som är en accepterad risknivå om rimliga åtgärder utförs.

Förslag på säkerhetshöjande åtgärder återfinns i avsnitt 11.

En känslighetsanalys har utförts för att undersöka hur känslig risknivån i området är för en ökad trafikintensitet samt en ökad mängd transporter med farligt gods. Resultatet från känslighetsanalysen visar att risknivån i området inte är känslig för eventuella framtida trafikökningar.

Med hänsyn till resultatet i denna rapport bedöms risken avseende transport av farligt gods inte utgöra något hinder för planerade detaljplaneändringar.

INNEHÅLL

Sammanfattning	3
1 Inledning	6
1.1 Uppdragsbeskrivning & bakgrund	6
1.2 Syfte	6
1.3 Avgränsningar	6
1.4 Arbetsmetodik	7
1.5 Målgrupp	8
1.6 Begreppsdefinitioner	8
1.7 Rekommenderade säkerhetszoner	9
1.8 Allmänt om farligt gods	11
1.8.1 Konsekvenser till följd av vådautsläpp av farligt gods	11
2 Förutsättningar	14
2.1 Områdesbeskrivning	14
2.2 Persontäthet	16
2.3 Väderförhållanden	17
3 Riskidentifiering	18
3.1 Bensinstationen	18
3.2 Transport av farligt gods på E 45 och väg 166	18
3.2.1 Trafikinformation	18
4 Olycksscenarier	19
4.1 Bensinstation	19
4.2 Farligt godsolycka på väg	19
4.2.1 Dimensionerande olyckshändelser	20
5 Bedömning av sannolikheter/frekvenser	23
5.1 Bensinstation	23
5.1.1 Scenario 1. Brand i bil eller vid pumpö (BS 1)	23
5.1.2 Scenario 2. Slangbrott (BS 2)	23
5.1.3 Scenario 3. Stort utsläpp från tankbil (BS 3)	23
5.2 Farligt godsolycka på väg	24
6 Konsekvensberäkningar	26
6.1 Bensinstation	26
6.2 Transport av farligt gods på väg	27
6.2.1 Klass 1 – Masseexplosiva ämnen	27
6.2.2 Klass 2.1 - Gasol	27
6.2.3 Klass 2.3 - Ammoniak	28
6.2.4 Klass 3 - Bensin	28
6.2.5 Klass 5 - Oxiderande ämne	28
7 Riskmått	29
7.1 Individrisk	29

7.1.1	Bensinstationen	29
7.1.2	Farligt gods på väg	30
7.2	Samhällsrisk	30
8	Riskvärdering	31
8.1	Acceptanskriterier	31
8.1.1	Individrisk	31
8.2	Jämförelse med kriterier	32
8.3	Accepterad strålningsnivå på byggnad	33
9	Känslighetsanalys	34
9.1.1	Ökad mängd fordon och transporter med farligt gods	34
10	Värdering av osäkerheter	36
11	Säkerhetshöjande åtgärder	39
12	Slutsatser	40
	Referenser	41
	Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar	42
	Bilaga B – Konsekvensberäkningar	49
	Bilaga C – Beräkning av individrisk	77
	Bilaga D – Beräkning av samhällsrisk	80

1 Inledning

1.1 Uppdragsbeskrivning & bakgrund

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Melleruds kommun utfört en riskanalys för att utreda huruvida de planerade detaljplaneändringarna av Västerråda handels- och industriområde samt kv. Svarven mm i Mellerud är acceptabel ur ett riskperspektiv. Berörda områden benämns fortsättningsvis planområdet.

1.2 Syfte

Riskanalys har utförts för att utreda lämpligheten i de planerade planändringarna och om erforderligt visa på möjliga åtgärder för att hålla riskbilden inom tolerabla nivåer. Analysen syftar således till att fungera som ett bedömningsunderlag för beslut om detaljplanernas ändring.

1.3 Avgränsningar

Denna riskbedömning fokuserar på risker för tredje person (personrisk) för personer som vistas inom fastigheterna. Risker för miljön, egendomsrisker samt risker för andra personer (som inte vistas inom berörd fastighet) hanteras inte.

De risker som studeras innefattar farligt godsolyckor genererat av transporter på E45 (Landsvägsgatan) och väg 166 (Kornsjövägen) samt olyckor vid tankning etc. på den intilliggande bensinstationen. Mekaniska skador hanteras kvalitativt.

Endast konsekvenser där människor omkommer hanteras i riskanalysen. Övriga risker som kan påverka personers hälsa, exempelvis buller, vibrationer etc. har exkluderats.

1.4 Arbetsmetodik

Denna riskbedömning består av följande arbetsmoment:

1. Förutsättningar

För att utföra en kvantitativ riskanalys krävs att information samlas in:

- Områdesorientering, exempelvis topografi
- Inventering av trafikflöden samt transporterade mängder farligt gods
- Information om mottagare/avsändare av farligt gods. Detta kan innebära att fördelningen av transporterade ämnen skiljer sig från den nationella statistiken över transportmängder på olika vägsträckor
- Statistik över väderdata, exempelvis vindriktningar, vindhastigheter och temperaturer
- Prognos för framtida trafikering och transportmängder

2. Riskidentifiering

Oönskade händelser som kan påverka personer i planområdet har identifierats.

3. Bedömning av sannolikheter/frekvenser

Beräkning av sannolikheter/frekvenser för att oönskade händelser som medför negativ påverkan på personer i området har utförts. Olycksfrekvenser för vägtrafik är hämtat från dels Helmersson (1994) /1/ och dels från Räddningsverket (1996) /2/.

4. Konsekvensberäkningar

Konsekvensberäkningar utförs med handberäkningar samt med hjälp av datorprogrammet Gasol (Räddningsverket) och Bfk (Försvarets forskningsinstitut).

5. Riskberäkningar

Det riskmått som har beräknats är individrisk och samhällsrisk. Dessa beräknas genom att väga samman sannolikhet/frekvens med konsekvenser. Samhällsrisk tar även hänsyn till hur många personer som vistas på området.

6. Känslighetsanalys

I känslighetsanalysen varierar indata för att ta reda på hur robust resultatet är i förhållande till förändrade förutsättningar. Fysisk planering ska ske på lång sikt och därför är det viktigt att även framtida förhållanden inte ökar risken i området avsevärt.

7. Riskvärdering

Den framräknade individrisken inom fastighetsområdet jämförs mot kriterier för att översätta numeriska värden till värdebedömningar.

8. Säkerhetshöjande åtgärder

För att minska riskens storlek kan säkerhetshöjande åtgärder vidtas. Här ges vid behov förslag på åtgärder som bör vidtas för att öka säkerheten för de personer som befinner sig inom planområdet.

1.5 Målgrupp

Målgruppen för denna rapport är företräddelsevis beställaren, Melleruds kommun, det lokala stadsbyggnadskontoret samt andra förvaltningar inom kommunen, t.ex. Räddningstjänsten. Rapporten är framtagen under förutsättning att läsaren besitter vissa grundkunskaper om riskbedömning.

1.6 Begreppsdefinitioner

Risk

Risk kan definieras som en sammanvägning av sannolikheten för att en händelse ska inträffa samt de negativa konsekvenser händelsen kan leda till.

Kvantitativ riskanalys

En kvantitativ riskanalys syftar till att ta reda på hur stor en viss risk är. Detta görs genom följande steg:

- Definition av omfattning
- Identifiering av riskerna
- Beräkning av risken genom att väga samman sannolikhet och konsekvens

Riskbedömning

En riskbedömning består av två delar, dels riskanalys och dels riskvärdering. Resultatet från riskanalysen måste värderas för att riskens storlek ska tolkas på rätt sätt. Detta görs med hjälp av riskkriterier, som översätter numeriska värden till värdebedömningar.

Individrisk

Individrisk är ett mått på sannolikheten för att en viss individ omkommer under en tidsperiod, ofta ett år. Individrisk kan uttryckas som platsspecifik risk eller individspecifik risk.

Platsspecifik risk innebär risken att omkomma för en hypotetisk person som antas befinna sig kontinuerligt på en specifik plats (i denna riskanalys antas personen befinna sig utomhus). Individspecifik risk tar hänsyn till att individen i fråga inte befinner sig på samma plats hela tiden. I denna rapport är det den platsspecifika risken som beräknas.

Samhällsrisk

Samhällsrisk inkluderar risker för alla personer som utsätts för en risk, och är i hög grad beroende av populationstätheten. Syftet med samhällsrisk är att begränsa risken för lokala områden, t ex ett visst bostadsområde. Samhällsrisk anges i frekvens (antal händelser per år) och konsekvens (antal omkomna).

Samhällsrisk uttrycks i denna rapport med hjälp av FN-diagram. I samhällsriskberäkningarna har antagits att 80 % av de personer som vistas i området är inomhus. Resterande 20 % antas befinna sig utomhus eller inomhus med öppna fönster eller liknade så att de påverkas av olyckan.

Farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö eller egendom.

Farligt godsolycka

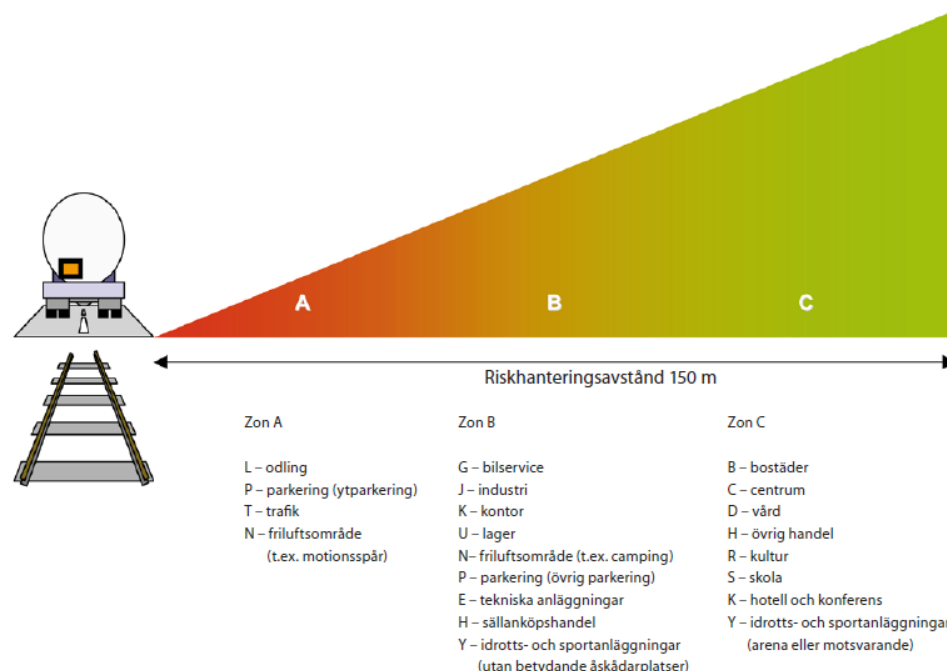
Med farligt godsolycka menas att det skadliga ämnet har kommit ut till omgivningen. En tankbil som har kört av vägen och vält är därmed ingen farligt godsolycka om inte det farliga godset har kommit ut till omgivningen.

1.7 Rekommenderade säkerhetszoner

Farligt godsled

I Melleruds kommuns Risk- och sårbarhetsanalys /5/ så rekommenderas ett minsta skyddsavstånd om 40 meter för kontorsbebyggelse och 100 meter för bostadsbebyggelse.

Enligt "Riskhantering i detaljprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods" /6/, upprättad av länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län skall riskhanteringsprocessen beaktas vid framtagandet av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en farligt godsled (se figur 1 nedan).



Figur 1, Riskhanteringsavstånd för markanvändning intill farligt godsled (/6/).

Berörda planområden ligger inom 150 meter från E 45 och väg 166 som utgör primärleder för farligt gods, vilket innebär att riskbilden bör utredas. Hur riskbilden beaktas kan skilja från fall till fall och kvalitativa såväl som kvantitativa analyser kan användas.

Bensinstation

Det finns inga föreskrifter som enbart reglerar hanteringen av brandfarliga varor på bensinstationer. Med anledning av detta har Räddningsverket tillsammans med Svenska Petroleum Institutet tagit fram handboken "Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer" /4/. Räddningsverkets förhoppning är att denna handbok ska underlätta vid ny- eller ombyggnationer, drift- och skötsel samt vid handläggning av tillstånds- och tillsynsärenden.

En bensinstation som är utförd enligt exempel i handboken /4/ anses uppfylla kraven i de delar av riskutredningen som handboken och därmed lagstiftningen omfattar. Skulle det dock finnas avvikelser i handboken mot föreskrifter är det alltid föreskrifternas originaltext som gäller.

En bensinstation innehåller flera riskområden. De som redovisas i handboken är följande:

Tabell 1 Avstånd i meter mellan olika objekt och utrustning vid hantering av vätska klass 1 på en bensinstation /4/.

Objekt	Lossningsplats för tankfordon	Mätarskåp	Pejlförskruvning	Avluftsningrörs mynning till cistern
A-byggnad	25	18	6	12
B-byggnad	12	6	3	6
Utrymningsväg från stationsbyggnad	18	9	6	12
Byggnad där människor vanligen inte vistas	9	3	3	3
C-byggnad med lösa fabriksförslutna behållare med brandfarlig vara	12	3	3	6
Cistern ovan mark för vätska klass 1	-	3	-	-
Diesalcistern ovan mark	3	3	-	-
Starkt trafikerad väg eller gata	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6
Miljöstation	12	12	3	12

Om övriga rutiner som föreskrivs i Räddningsverkets handbok "Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer" /4/ följs så anses bensinstationen inte utgöra något hinder för den planerade detaljplaneändringen.

Ytterligare en förutsättning är att samtliga av anläggningens ingående komponenter så som cisterner, rörledningar, mätarskåp etc. uppfyller alla gällande föreskrifter.

1.8 Allmänt om farligt gods

Farligt gods delas in i nio olika klasser beroende på vilka egenskaper ämnet har, se tabell 1.

Tabell 1, Farligt godsklasser

Klass	Ämnen	Exempel
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition
2	Brännbar gas Giftig gas	Gasol, vätgas Klor, ammoniak
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, dieselolja, eldningsolja
4	Brandfarliga eller självantändande ämnen samt ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten.	Metallpulver, karbid
5	Oxiderande ämnen och organsiska ämnen	Natriumklorat, väteperoxid
6	Giftiga och smittförande ämnen	Arsenik, bly, kvicksilver, cyanider
7	Radioaktiva ämnen	
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid
9	Övriga ämnen och föremål	Asbest, gödningsämnen

1.8.1 Konsekvenser till följd av vådautsläpp av farligt gods

Vid en farligt godsolycka är det främst ämnen klass 1, 2 och 3 som kan medföra negativa konsekvenser för människor i det aktuella området. Brandfarliga fasta ämnen (klass 4) liksom frätande ämnen (klass 8) kan medföra negativa konsekvenser på människor, men då endast i omedelbar närhet till utsläppet eller i direkt kontakt med ämnet. För giftiga ämnen (klass 6) uppstår risk för skada endast om man får direktkontakt med ämnet eller får det i sig. Vådautsläpp av oxiderande ämnen samt organiska peroxider (klass 5) medför normalt sett inte allvarliga konsekvenser för människor, men kan om de blandas med t ex fordonets drivmedel leda till liknande konsekvenser som för klass 1. Radioaktiva ämnen (klass 7) behandlas normalt sett inte i riskanalyser eftersom akut skada vanligtvis inte uppkommer. Övriga farliga ämnen och föremål (klass 9) är en mycket bred grupp av ämnen där konsekvenserna beror av situation och ämne.

Nedan redovisas vilka konsekvenser för människor farligt gods klass 1, 2, 3 och 5.

Dokumenttyp	Version	Sid a
Rapport	0	12 / 82
Uppdragsnamn	Uppdragsnummer	
VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	B11030000	
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare	
	Dan Cornelius	
	Datum	Datum
	2011-07-07	

Klass 1 – Explosiva varor

Gällande explosiva varor, är det främst undergruppen 1.1 massexplosiva varor som kan orsaka skador på människor. Massexplosiva varor kan vid en olycka med 15 ton massexplosiva ämnen orsaka så höga tryck att byggnader kan skadas/raseras på flera hundra meters avstånd. Människor tål höga tryck bättre än byggnader, dock kan en raserad byggnad i sin tur orsaka skador på människor. Cirka 60 meter från olycksplatsen kan människor utomhus omkomma som en direkt följd av tryckökningen. Indirekt kan människor omkomma pga raserade byggnader. För arbetsplatser kan man räkna med att väggraszonen sträcker sig ca 5 meter in i byggnaden om ytterväggen rasar. Andelen döda i väggraszonen förväntas bli ca 1/3. /7/

Massexplosiva varor transporteras i relativt liten omfattning och då ofta som styckegods, vilket innebär endast små mängder i taget. På grund av de små transportvolymerna och relativt få transporter är riskbidraget från explosiva varor litet. Övriga explosiva varor ger endast alvarliga konsekvenser för människor i olyckans absoluta närhet.

Klass 2 – Gaser

För att transportera och förvara gas med så liten volym som möjligt kan man trycksätta denna så att den övergår i vätskefas. En behållare fylls till cirka 80 % vilket innebär att behållaren till viss del även innehåller gasformigt ämne. Transporter med trycksatta gaser transporteras i tjockväggiga tankar. Om behållaren skadas så att den går sönder och ämnet börjar läcka ut, blir konsekvenserna betydligt värre om ämnet kommer ut i vätskefasen än i gasfasen. Konsekvenserna skiljer sig även åt om det är en brännbar eller giftig gas.

Brännbar gas

Brandfarliga gaser är till exempel gasol, acetylen, vätgas och metan. Det ämne som representerar brännbar gas i denna riskanalys är gasol. Dels för att gasoltransporter är relativt vanliga, dels för att konsekvenserna vid ett gasolutsläpp kan bli mycket allvarliga. Vid läckage av gasol kan följande händelser inträffa:

- Jetflamma uppstår om gasen antänds direkt. Flamman ger upphov till värmestrålning som kan skada människor. Är utsläppet gasformigt blir skadorna begränsade till den närmsta omgivningen. Sker utsläppet i vätskefasen blir flammen betydligt större och ett större område påverkas av värmestrålningen. I analysen antas läckaget uppstå nära vätskeytan i tanken, vilket innebär att utsläppet både innehåller vätska och gas.
- Gasol i vätskefas kan bilda en pöl, vilket kan medföra pölbrand. Gasol är dock flyktigt och vätskan kan förångas och bilda ett brännbart gasmoln om gasen inte antänds direkt. Gasmolnet kan antändas i ett senare skede och konsekvenserna kan då bli mycket omfattande (gasmolnsexplosion). Ett gasmoln uppstår även om utsläppet sker i gasfasen. I analysen antas att utsläppet sker i vätskefas och bildar en pöl som antänds.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). En BLEVE kan uppstå om en behållare med gasol utsätts för brand. Trycket inne i

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sid a 13 / 82
Uppdragsnamn VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	Uppdragsnummer B11030000	Handläggare Dan Cornelius
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Datum 2011-07-07	Datum

behållaren blir högt på grund av värmen och till slut sprängs behållaren och gasolen bildar ett aerosolmoln (gasmoln som även innehåller vätska) i den omgivande luften. Om detta aerosolmoln antänds sker en snabb och kraftig förbränning som kan få mycket allvarliga konsekvenser. En BLEVE drabbar främst dem som vistas utomhus och inte hinner eller tänker på att fly undan. Från det att en farligt godsolycka sker till dess att en BLEVE kan uppstå dröjer ofta så länge att berörda områden hinner evakueras. Risken för att en BLEVE ska inträffa är mycket liten, och gäller främst transporter på järnväg då flera behållare transporteras på samma gång.

- Om det inte förekommer några tändkällor eller om gasen i gasmolnet inte ligger inom brännbarhetsområdet, kan ett gasmoln uppstå utan antändning. Detta scenario antas inte medföra några konsekvenser för människor.

Giftig gas

Det kan vara svårt att i förväg uppskatta hur omfattande konsekvenser ett utsläpp med giftig gas kan få då gasens utbredning styrs av många omgivande faktorer, exempelvis väder, vind och topografi. Klor är en av de mest giftiga gaserna, och då klor är en tung gas sprids den längs marken, vilket särskilt drabbar människor som befinner sig utomhus. Ett klorutsläpp kan orsaka dödsfall flera hundra meter från utsläppskällan. Personer som vistas inomhus klarar sig i regel förutsatt att fönster och ventilation är stängda.

Ammoniak och svaveldioxid är två andra giftiga gaser. Ammoniak är det ämne som är dimensionerande för giftig gas i denna analys. Anledningen till att inte klor, som är en betydligt giftigare gas är dimensionerande beror av flera anledningar. Användningen av klor förväntas minska då klor dels är mycket giftigt för människor, dels mycket skadligt för miljön. Ammoniak ersätter klor i allt fler processer.

Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Vid ett utsläpp av en brandfarlig vätska bildas det en pöl som kan antändas. Värmestrålningen från pölbranden kan orsaka konsekvenser på människor som befinner sig i närhet till branden. Värmestrålningen beror på pölens area. För att förebygga personskador till följd av pölbrand bör hinder finnas som hindrar pölen att breda ut sig och rinna i riktning mot bebyggelse. Bensin som är mer brandfarligt än till exempel diesel och eldningsolja representerar de brandfarliga vätskorna i denna riskanalys.

Klass 5 – Oxiderande ämnen

Ett utsläpp av oxiderande ämnen leder normalt ej till risk för personskador. För flertalet ämnen (undantaget vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid) ger dock ett utsläpp som blandas med brännbara ämnen och antänds mycket kraftiga explosioner. Vid en vägtransport kan lasten vid en olycka blandas organiskt material till exempel med det egna fordonets smörj- och drivmedel. En sådan blandning skulle motsvara 3 ton explosivämne. /12/

2 Förutsättningar

2.1 Områdesbeskrivning

Planförslaget för Västerråda handels- och industriområde innebär kort att befintliga byggnader rivs och ersätts med en större sammanhängande byggnad för handel. Planförslaget för kv. Svarven mm innebär att Svarven 1 och 2 utökas med åt söder med byggrätter för småindustriändamål (fastigheterna är i dagsläget bebyggda med handels- och småindustribyggnader). På fastigheten Lyckan 9 finns ett bostadshus som föreslås utökas med byggrätt för uthus och garage

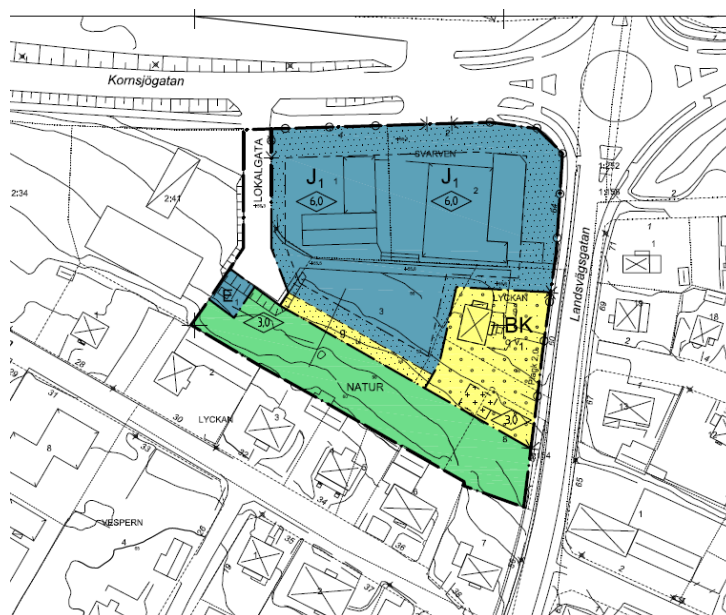
I direkt anslutning till planområdena ligger E45 (Landsvägsgatan) och väg 166 (Kornsjövägen) vilka båda är betecknade som primärled i det nationella vägnätet för farligt gods. På fastigheten väster om kv. Svarven 1 ligger en bensinstation.



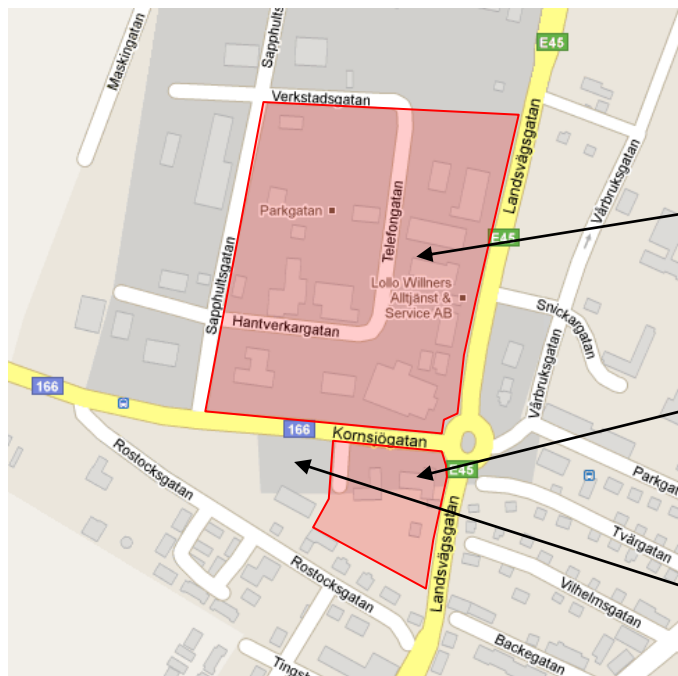
Figur 2 Detaljplan för Västerråda handels- och industriområde (Contekton Arkitekter)



Figur 3 Illustration för ny bebyggelse på Västerråda handelsområde (Contekton Arkitekter)



Figur 4 Detaljplan för kv. Svarven mm (Contekton Arkitekter)



Västerråda handels- och
industriområde

Kv. Svarven mm

Bensinstation

Figur 5 Översiktsbild över de bägge berörda detaljplaneområdenas placering.

Planerade byggnader och byggrätter ligger på ett avstånd på ca 40 meter från E 45 och ca 30 meter från väg 166.

2.2 Persontäthet

I dagsläget bedöms persontätheten inom de bägge planområdena att vara relativt lågt.

Det är svårt att exakt bestämma en framtida dimensionerande persontäthet. Dock kommer persontätheten sannolikt att öka särskilt inom Västerråda handelsområde.

Persontätheten inom områdena förändras sannolikt över dygnet då verksamheten framförallt kommer att utgöras av handel och småindustri. Persontätheten kommer således vara som högst under dagtid.

Enligt statistik från Statistiska centralbyrån så var folkmängden (2010-12-31) i Melleruds tätort 3 750 personer vilket motsvarar 1 211 inv/km².

Individrisken som beräknas är platsspecifik, vilket innebär att den beräknas för en fiktiv person som befinner sig utomhus under ett helt år på samma ställe.

När samhällsriskens beräknas antas 80 % av de personer som vistas i området att befinna sig inomhus, resterande personer, 20 %, antas vistas utomhus.

2.3 Väderförhållanden

Vind och väderförhållanden har en stor betydelse framförallt vid spridning av gaser. I denna riskanalys har det konservativt ansatts att vinden alltid ligger på mot det aktuella området som studerats.

Enligt Helmersson /1/ är det brukligt att vikta ihop vädertyperna neutral och stabil då de ger olika spridningsförhållanden och konsekvenser. Följande väderdata har antagits enligt Helmersson.

- Neutralt väder, vindhastighet 5 m/s 80 % av tiden.
- Stabilt väder, vindhastighet 2 m/s 20 % av tiden.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sid a 18 / 82
Uppdragsnamn VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	Uppdragsnummer B11030000	Handläggare Dan Cornelius
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Datum 2011-07-07	Datum

3 Riskidentifiering

Nedan beskrivs de riskkällor som finns i området.

3.1 Bensinstationen

Bensinstationen är belägen på fastigheten väster om kv. Svarven 1 dvs söder om Västerråda handelsområde. Bensinstation säljer bensin, diesel och E85 (etanol).

Avståndet mellan bensinstationen och berörda planområden är ca 25 meter.

3.2 Transport av farligt gods på E 45 och väg 166

E 45 (Landsvägsgatan) och väg 166 (Kornsjövägen) är primärleder för farligt gods och ligger i direkt anslutning till planområdena. Hastighetsbegränsningen i anslutning till planområdena är 50 km/h.

3.2.1 Trafikinformation

År 2010 uppmättes trafiken (ÅDT, genomsnittligt antal fordon per dygn) till 8 140 fordon i en mät punkt strax söder om cirkulationsplatsen E45/väg 166. Utav dessa utgjordes 900 av tung fordonstrafik. /9/

Det finns inga specifika uppgifter om vilka ämnen och mängder som transporteras på de aktuella vägsträckorna och då både E45 och väg 166 utgör primärleder för farligt gods varpå det är svårt att identifiera mål- och startpunkter till/från vilka transportererna går eftersom de även är tänkta för genomfartstrafik.

På grund av bristen på specifik information för aktuella vägavsnitt används ett nationellt genomsnitt för fördelningen mellan olika ADR-klasser, se tabell x. /10/

Vägverket har i sin förstudie för väg 45 bedömt att ca 40 fordon med farligt gods per dygn passerar Mellerud. /11/ Detta motsvara ca 5 promille av det totala trafikflödet vilket är ett konservativt antagande då andra källor bedömer att andelen farligt gods transporter utgör ca 1,9 promille av det totala trafikflödet.

Tabell 2, Fördelning av olika huvudklasser enligt ADR för väg (avser antalet transporter) /10/.

ADR-klass	Ämne	Andel i procent
1	Explosiva ämnen och föremål	0,9
2	Gaser	12,0
3	Brandfarliga vätskor	76,9
4	Brandfarliga fasta ämnen	0,9
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	1,2
6	Giftiga ämnen	0,6
7	Radioaktiva ämnen	0,1
8	Frätande ämnen	7,2
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0,3

 Göteborg: 031-80 08 80 Stockholm: 08-452 21 50 Jönköping: 036-12 60 50 www.prevecon.se	Dokumenttyp	Version	Sid a
	Rapport	0	19 / 82
	Uppdragsnamn	Uppdragsnummer	
	VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	B11030000	
	RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare	
		Dan Cornelius	
		Datum	Datum
		2011-07-07	

4 Olycksscenarier

Nedan beskrivs de identifierade olycksscenarierna.

4.1 Bensinstation

För en bensinstation används följande tre dimensionerande scenarier:

- BS1** - Brand i personbil eller brand i mindre spill vid pumpö. Scenariot beskriver mindre brand som uppkommer i samband med tankning eller liknande verksamhet. Pöldiameter: 4,4 meter
- BS2** - Brand vid påfyllning. Scenariot beskriver brand i utsläpp av brandfarlig vara i samband med påfyllning av stationens tankar via tankbil. Orsak till utsläppet kan vara slangbrott eller läckage i anslutningar samt mekanisk skada. Pöldiameter: 8 meter
- BS3** - Större brand vid påfyllning. Samma scenario som ovan, dock pågår utsläppet här kontinuerligt. Detta kan ske om en säkerhetsventil inte fungerar korrekt. Pöldiameter: 16 meter.

I samtliga scenarier antas det vara bensin som läcker ut. Detta är ett konservativt antagande då bensin har lägre flampunkt och avger högre strålningsvärme jämfört med till exempel diesel.

4.2 Farligt godsolycka på väg

En farligt godsolycka på väg kan inträffa genom antingen kollision eller singelolycka.

Då det inte är specificerat vilka ämnen som transporteras, kommer klasserna att representeras av följande ämnen:

- Explosiva ämnen (klass 1)
- Brännbar gas (klass 2.1) representeras av gasol
- Giftig gas (klass 2.3) representeras av ammoniak
- Brännbar vätska (klass 3) representeras av bensin
- Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

Olyckor med någon av de övriga farligt godsklasserna bedöms bara påverka det absoluta närområdet kring vägen varför de ej studeras vidare i analysen.

 Göteborg: 031-80 08 80 Stockholm: 08-452 21 50 Jönköping: 036-12 60 50 www.prevecon.se	Dokumenttyp	Version	Sid a
	Rapport	0	20 / 82
	Uppdragsnamn	Uppdragsnummer	
	VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	B11030000	
	RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare	
		Dan Cornelius	
		Datum	Datum
		2011-07-07	

4.2.1 Dimensionerande olyckshändelser

Explosiva ämnen (klass 1)

I analysen antas att 1/3 av transporterna med varor i klass 1 utgörs av massexplosiva ämnen. En lastbil med 15 ton massexplosiva varor antas explodera. /12/ Händelsesträd för farligt godsolycka med explosiva ämnen redovisas i bilaga A.

E1 - Explosion med 15 ton massexplosiva ämnen.

Brandfarlig gas (klass 2.1) - Gasol

I analysen antas att 50 % av transporterna med varor i klass 2 utgörs av brandfarlig gas. Gasol antas transporteras i tankbilar utan släp. En tankbil rymmer cirka 25 ton tryckkondenserad gasol. Sluthändelserna som kan påverka planområdet vid en olycka redovisas nedan. Händelsesträd för farligt godsolycka med gasol redovisas i bilaga A.

- G1 -** Stort momentant utsläpp, explosion.
- G2 -** Stort momentant utsläpp, fördröjd antändning, neutral skiktning, brand.
- G3 -** Stort momentant utsläpp, fördröjd antändning, stabil skiktning, brand.
- G4 -** Stort kontinuerligt utsläpp, jetflamma uppstår.
- G5 -** Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av pöl, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
- G6 -** Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av pöl, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
- G7 -** Medelstort utsläpp, jetflamma uppstår.
- G8 -** Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av pöl, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
- G9 -** Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av pöl, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
- G10 -** Litet utsläpp, jetflamma uppstår.
- G11 -** Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av pöl, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
- G12 -** Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av pöl, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.

Giftig gas (klass 2.3) Ammoniak

I analysen antas att 50 % av transporterarna med varor i klass 2 utgörs av giftig gas. Ammoniak transporteras i tankbilar utan släp. Eftersom gasen transporteras tryckkondenserad, är tanken förstärkt jämfört med behållare för t.ex. brandfarliga vätskor. En tankbil med ammoniak rymmer cirka 20 ton.

Sluthändelserna som kan påverka planområdet vid en olycka redovisas nedan. Händelseträdd för farligt godsolycka med ammoniak redovisas även i bilaga A.

- | | |
|-----------|---|
| A1 | Stort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning. |
| A2 | Stort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning. |
| A3 | Medelstort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning. |
| A4 | Medelstort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning. |
| A5 | Litet kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning. |
| A6 | Litet kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning. |

Brandfarlig vätska (klass 3) Bensin

Vid transport av brandfarliga vätskor antas i denna analys det vara bensin i samtliga scenarier då detta är ett konservativt antagande då bensin har lägre flampunkt och avger högre strålningsvärme jämfört med till exempel diesel.

Bensin transporteras ofta i tankbilar med släp. Vid ett utsläpp antas max 25 ton bensin läcka ut.

Sluthändelserna som kan påverka det aktuella området vid en olycka vid transport av bensin redovisas nedan. Händelseträdd för farligt godsolycka med bensin redovisas i bilaga A.

- | | |
|-------------|--|
| B1 - | Momentant utsläpp. Tankbilen kör av vägen. 25 ton bensin antänds. Bensinpölen antas ha en area om 200 m ² . |
| B2 - | Stort kontinuerligt utsläpp. Tankbilen kör av vägen. Pölbrandens area 95 m ² . |
| B3 - | Medelstort kontinuerligt utsläpp. Tankbilen kör av vägen. Pölbrandens area. 50 m ² . |
| B4 - | Litet kontinuerligt utsläpp. Tankbilen kör av vägen. Pölbrandens area 15 m ² . |

Oxiderande ämnen (klass 5)

Vid transport av oxiderande ämnen antas i denna analys det vara natriumklorat i scenariot. Detta ett av de vanligaste oxiderande ämnena som transporteras. Det scenario med oxiderande ämnen som har använts i analysen är om ett utsläpp blandas med brännbara ämnen och antänds, vilket kan ge en kraftig explosion.

För att en explosion skall kunna inträffa måste ett läckage ske samt måste kontakt med organiskt material inträffa. Att ett läckage sker antas till 10% av fallen där en farligt godsolycka med klass 5 inträffar. Att läckaget blandas med drivmedel antas ske i 15 % av fallen. Vidare antas en antändning av blandningen till 50 % /12/, vilket i detta fall kan anses som hög. Händelsesträd för farligt godsolycka med oxiderande ämnen redovisas i bilaga A.

O1 - Explosion.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sid a 23 / 82
Uppdragsnamn VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	Uppdragsnummer B11030000	Handläggare Dan Cornelius
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Datum 2011-07-07	Datum

5 Bedömning av sannolikheter/frekvenser

5.1 Bensinstation

5.1.1 Scenario 1. Brand i bil eller vid pumpö (BS 1)

Enligt Räddningsverkets insatsstatistik är antalet insatser vid utsläpp av farligt ämne på försäljningsställen ca 150 per år. Av dessa utgör cirka 60 % utsläpp av bensin eller diesel. Därför antas här att 60 % av utsläppen av farligt ämne sker på en bensinstation, då de nästan uteslutande hanterar bensin och diesel. Det finns cirka 20 000 bensinstationer i Sverige.

Enligt Helmersson /1/ är sannolikheten för antändning av ett mindre utsläpp av bensin vid farligt godsolycka 0,02. För bensinstationer kan det dock finnas fler tändkällor och här antas sannolikheten för antändning vid ett utsläpp vara 0,1. Olycksfrekvensen för scenario 1 beräknas enligt nedan:

$$F_{\text{scenario1}} = \frac{150}{20000} * 0,6 * 0,1 = 4,5 * 10^{-4} \text{ per år}$$

5.1.2 Scenario 2. Slangbrott (BS 2)

Slangbrott eller motsvarande anges i Cox m.fl /13/ till $1,5 * 10^{-6}$ per år och 50 operationer. Till bensinstationen transporteras diesel och bensin två gånger per vecka året runt.

Totalt sker 104 operationer per år, vilket innebär att frekvensen för slangbrott är $3,12 * 10^{-6}$ per år för aktuell bensinstation.

Sannolikheten för antändning vid läckage för medelstora utsläpp av bensin är enligt Helmersson /1/ 0,02 vid en farligt godsolycka. För bensinstationer kan det dock finnas fler tändkällor och här antas sannolikheten för antändning vid ett utsläpp vara 0,1. I 90 % av fallen fungerar säkerhetsventilen och utsläppet blir medelstort. Olycksfrekvensen för scenario 2 beräknas enligt nedan:

$$F_{\text{scenario2}} = 3,12 * 10^{-6} * 0,1 * 0,9 = 2,81 * 10^{-7} \text{ per år}$$

5.1.3 Scenario 3. Stort utsläpp från tankbil (BS 3)

I detta fall är sannolikheten för läckage samma som ovan, $3,12 * 10^{-6}$. Säkerhetsventilen eller liknande antas inte fungera korrekt i 1/10 av fallen då utsläpp sker, vilket innebär att utsläppet blir stort. Sannolikheten för antändning vid ett stort utsläpp av bensin är enligt Helmersson /1/ 0,033 vid en farligt godsolycka. För bensinstationer kan det dock finnas fler tändkällor och här antas sannolikheten för antändning vid ett utsläpp vara 0,15. Olycksfrekvensen för scenario 3 beräknas enligt nedan:

$$F_{\text{scenario3}} = 3,12 * 10^{-6} * 0,15 * 0,1 = 4,7 * 10^{-8} \text{ per år}$$

5.2 Farligt godsolycka på väg

Frekvensen för en olycka med farligt gods på väg beräknas enligt metod från Räddningsverket /2/. Beräkningarna redovisas i bilaga A.

Vid beräkningarna har det konservativ antagits att antalet transporter med farligt gods på väg 166 är lika som på väg E45.

Förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka är $8,3 \cdot 10^{-4}$ vilket motsvarar att förväntat antal år mellan olyckor med farligt gods är ca 1 200 år.

Frekvensen för en olycka med farligt gods för respektive studerad ADR-klass redovisas i tabellen nedan.

Tabell 3, Frekvens för farligt godsolycka för respektive ADR-klass som studeras vidare i analysen.

ADR-klass	Frekvens [olycka/år]
1	7,47E-06
2	9,96E-05
3	6,38E-04
5	9,96E-06

Frekvensen för respektive identifierat scenario, listas i tabellen nedan, bestäms genom händelseträdsanalys som redovisas i bilaga A.

.

Tabell 4, Frekvens för respektive identifierat scenario.

Scenario	Frekvens (per år)
E1	3,94E-13
G1	1,50E-09
G2	8,37E-09
G3	2,10E-10
G4	5,73E-08
G5	1,84E-08
G6	4,60E-08
G7	7,47E-08
G8	9,94E-08
G9	2,49E-08
G10	2,24E-07
G11	2,99E-07
G12	7,47E-08
A1	7,97E-07
A2	2,00E-07
A3	9,96E-07
A4	2,49E-07
A5	2,99E-06
A6	7,47E-07
B1	1,20E-05
B2	1,97E-06
B3	5,98E-07
B4	5,98E-07
O1	7,47E-08

Dokumenttyp	Version	Sid a
Rapport	0	26 / 82
Uppdragsnamn	Uppdragsnummer	
VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	B11030000	
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare	
	Dan Cornelius	
	Datum	Datum
	2011-07-07	

6 Konsekvensberäkningar

6.1 Bensinstation

Beräkningar har utförts med hjälp av Fischer m.fl **Fel! Hittar inte referensälla..** Riskavståndet är det avstånd där strålningen är 10 kW/m². Inom riskavståndet antas 100 % omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga. Inomhus antas alla överleva då byggnader ger viss skydd mot strålning. Resultat från konsekvensberäkningarna se bilaga 2. I tabell 5 sammanställs resultat för bensinolycka.

Tabell 5 Beräknade riskavstånd för dödsfall för de olika scenarierna med olycka på bensinstation.

Scenario	Riskavstånd från pölens centrum [m]	Spridningsvinkel [°]
BS1	8	360
BS2	13	360
BS3	25	360

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sid a 27 / 82
Uppdragsnamn VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	Uppdragsnummer B11030000	Handläggare Dan Cornelius
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Datum 2011-07-07	Datum

6.2 Transport av farligt gods på väg

6.2.1 Klass 1 – Masseexplosiva ämnen

Scenario E1 har kvalitativt skattats utifrån /12/. Inom riskavståndet utomhus antas 100 % omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga, se tabell 6 nedan.

Tabell 6, Riskavstånd för dödsfall olycka med masseexplosiva ämnen.

Scenario	Riskavstånd [m]	Spridningsvinkel
E1	60	360

6.2.2 Klass 2.1 - Gasol

Scenario G1, G2 och G3 har beräknats enligt Helmersson (1994) /1/. Resterande scenarier har beräknats med programvaran Gasol (Räddningsverket). Se bilaga C för indata och slutresultat. Riskavstånden anger för jetflammar avståndet till 3:e gradens brännskada. För övriga fall är riskavståndet det avstånd där strålningen är 5,0 kW/m². Inom riskavståndet antas 100 % omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga. I tabell 7 sammanställs resultat för gasol beräkningarna.

Tabell 7, Beräknade riskavstånd för dödsfall för de olika scenarierna med gasololycka.

Scenario	Riskavstånd [m]	Spridningsvinkel
G1	131	360
G2	59	360
G3	40	360
G4	128	30
G5	93	360
G6	94	360
G7	73	25
G8	61	360
G9	61	360
G10	37	20
G11	39	360
G12	41	360

6.2.3 Klass 2.3 - Ammoniak

Riskavståndet anger sträckan i plymens riktning till koncentrationen 8558 ppm som för ammoniak är LC₅₀, se bilaga 4 för beräkningar. Befinner sig en person inom riskavståndet antas personen omkomma. Befinner sig en person utanför riskavståndet antas personen överleva. Plymens utbredning har beräknats med programvaran Bfk (Statens forskningsinstitut), se bilaga C för indata och slutresultatet. I tabell 8 sammanställs resultatet ifrån ammoniak beräkningarna.

Tabell 8, Beräknade riskavstånd för dödsfall för de olika scenarierna med ammoniakolycka.

Scenario	Riskavstånd [m]	Spridningsvinkel [°]
A1	500	35
A2	1 400	40
A3	270	35
A4	780	40
A5	120	35
A6	370	40

6.2.4 Klass 3 - Bensin

Beräkningar har utförts med hjälp av Fischer m.fl. /7/. Riskavståndet är det avstånd där strålningen är 10 kW/m². Inom riskavståndet antas 100 % omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga. För de personer som vistas inomhus antas byggnaden skydda mot värmestrålning så att ingen av dem som befinner sig inomhus omkommer, dock skall observeras att detta gäller då byggnaden har en begränsad yta med fönster samt att dörrar och fönster antas vara stängda. Se bilaga C för beräkningar. I tabell 9 sammanställs resultatet av bensinberäkningarna.

Tabell 9, Beräknade riskavstånd för dödsfall för de olika scenarierna med bensinolycka.

Scenario	Riskavstånd från pölens centrum [m]	Spridningsvinkel
B1	28	360
B2	19	360
B3	13	360
B4	7	360

6.2.5 Klass 5 - Oxiderande ämne

Samma konsekvens som för explosion med massexplosiva ämnen har används för scenariot med explosion av oxiderande ämnen.

Tabell 10, Riskavstånd för dödsfall olycka med oxiderande ämnen.

Scenario	Riskavstånd [m]	Spridningsvinkel
O1	60	360

7 Riskmått

De riskmått som beräknas är individrisk och samhällsrisk.

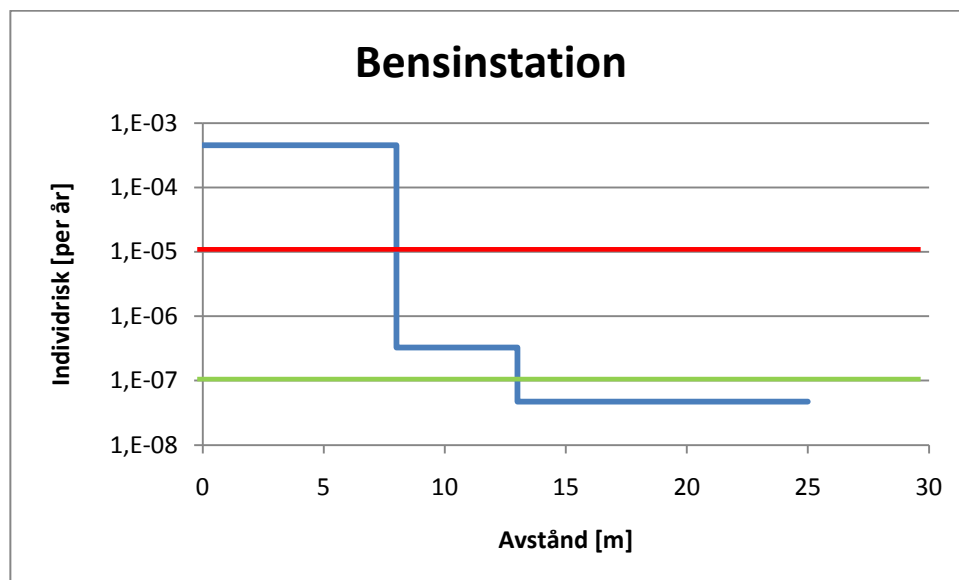
7.1 Individrisk

Individriskbidraget för respektive riskkälla (bensinstationen och transport av farligt gods på väg) beräknas som en funktion av avståndet från bensinstationen och vägen. Individriskbidraget från samtliga riskkällor som påverkar ett visst område skall summeras. Dock har bensinstationens individriskbidrag adderats till farligt gods olyckornas individrisk så bensinstationens scenarier inte påverkar de studerade områdena. Beräkningarna av individrisken återfinns i bilaga C.

I diagrammen visas även den övre och den undre nivån för ALARP-området, se vidare avsnitt 8.

7.1.1 Bensinstationen

Individrisken kring bensinstationen varierar med avståndet från bensinstationen och åskådliggörs i diagrammet nedan.

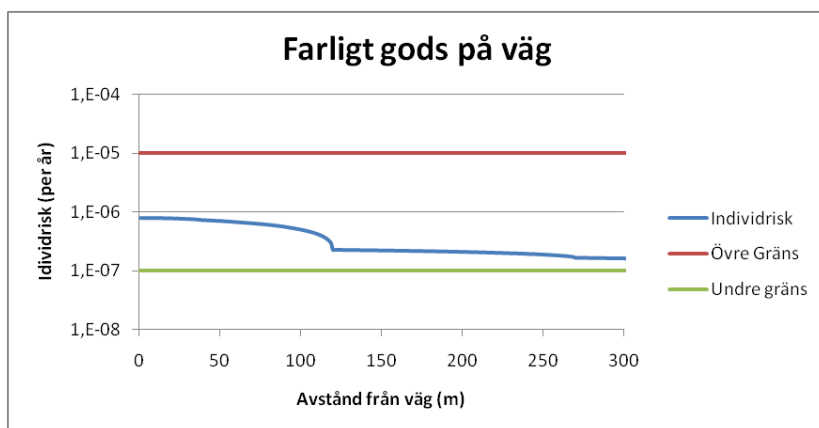


Figur 6 Individrisk för bensinstation.

Den blå linjen motsvarar individrisken, den röda linjen motsvarar den övre gränsen för ALARP-området och den gröna den undre gränsen.

7.1.2 Farligt gods på väg

Individrisken utmed E45 och väg 166 varierar med avståndet från vägen och åskådliggörs i diagrammet nedan.



Figur 7 Individrisk på olika avstånd från vägen för farligt gods på väg.

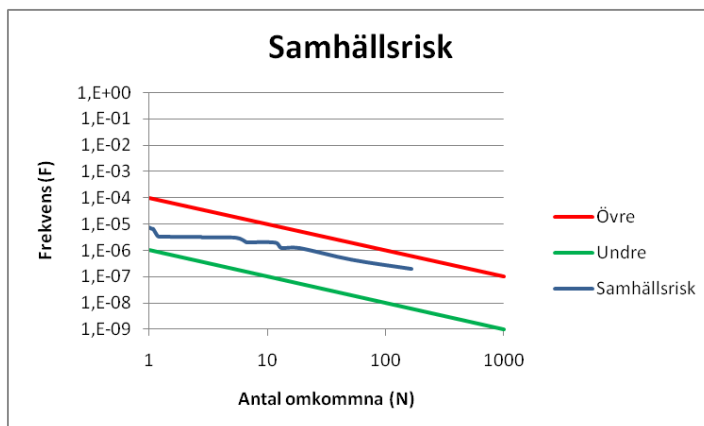
7.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk har inte beräknats specifikt för de båda planområdena utan för området i stort. Beräkningarna återfinns i bilaga D.

Vid beräkningen av samhällsrisk har 20 % av befolkningen vistas utomhus (eller befinner sig inomhus men blir påverkade av olyckan genom öppna fönster, raserade väggar etc.) och 80 % inomhus.

Populationen som används i beräkningarna är 1211 inv/km².

I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till att det sannolikt inte vistas några personer i vägens absoluta närhet, eller att personer som befinner sig i skydd bakom byggnader etc. sannolikt inte blir påverkade av exempelvis strålningen från en pölbrand varför samhällsriskens överskattas. Ingen hänsyn har heller inte tagits till att populationen inom området varierar över dygnet.

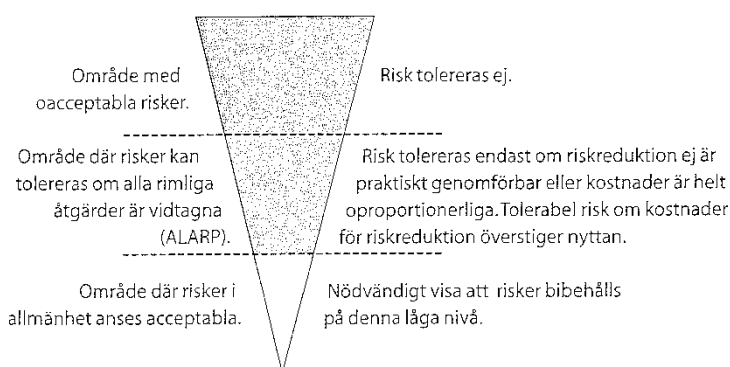


Figur 8 Samhällsrisk invid väg E 45 och väg 166.

8 Riskvärdering

8.1 Acceptanskriterier

I flera internationella kriterier arbetar man med två nivåer för såväl individ- och samhällsriskskriterier. En övre nivå över vilken riskerna kan anses så stora att de ej bör accepteras samt en undre nivå under vilken riskerna kan anses små. Denna indelning innebär att det skapas tre riskområden, vilket illustreras i figur 9 nedan.



Figur 9, Indelning av olika riskområden

8.1.1 Individrisk

Till hjälp för att värdera hur stor risken är i det aktuella området används riskkriterier. Riskkriterier används för att översätta de numeriska riskuppskattningarna till värdebedömningar som till exempel låg eller hög risk. Det finns i Sverige inga fastställda kriterier för risk. Av denna anledning används de kriterier som har tagits fram i Räddningsverkets rapport *Värdering av risk* /3/.

Enligt Davidsson m.fl. /3/ föreslås följande kriterier för individrisk:

- Risknivåer högre än 10^{-5} per år tolereras ej.
- Risknivåer under 10^{-7} per år anses så låga att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver värderas.
- Vid risknivåer mellan dessa gränser ska säkerhetshöjande åtgärder värderas ur ett kostnads-/nyttaperspektiv. Rimliga åtgärder bör vidtas så att riskerna hålls så låga som är praktiskt möjligt. Detta område kallas ALARP (As Low As Reasonably Practible)

Ovanstående kriterier kan tillämpas vid följande förutsättningar:

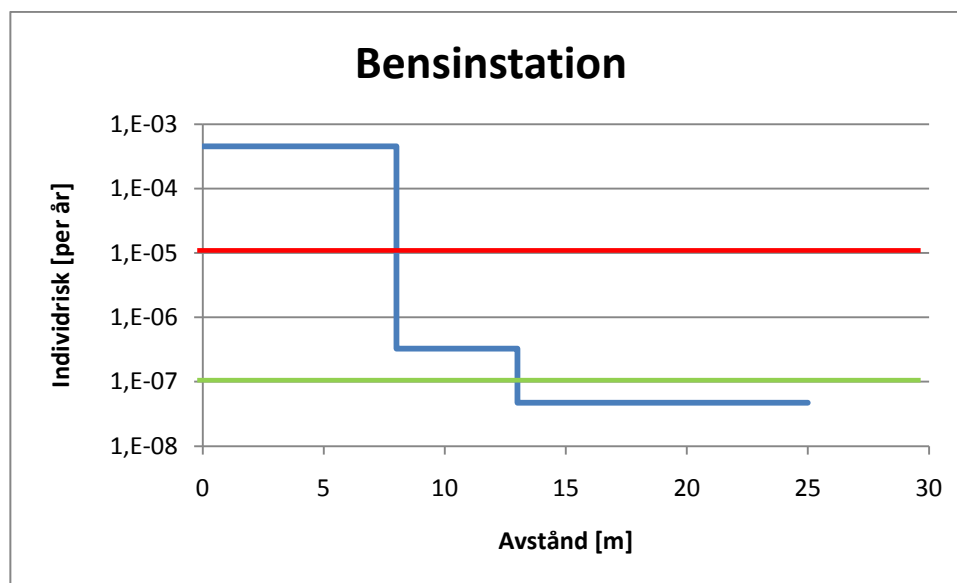
- Vid beräkning av risknivå antas att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.
- Kriteriet tillämpas för allmänheten.

- Kriteriet avser summan av industriella risker som den mest exponerade individen är utsatt för.
- Vid tillämpning av kriteriet kan särskild hänsyn behöva tas till individers vistelsetid, förhållandet beträffande utrymning och eventuell ökad känslighet hos utsatta grupper. Dessa värderingar bör med tanke på osäkerheter göras från en konservativ utgångspunkt.

8.2 Jämförelse med kriterier

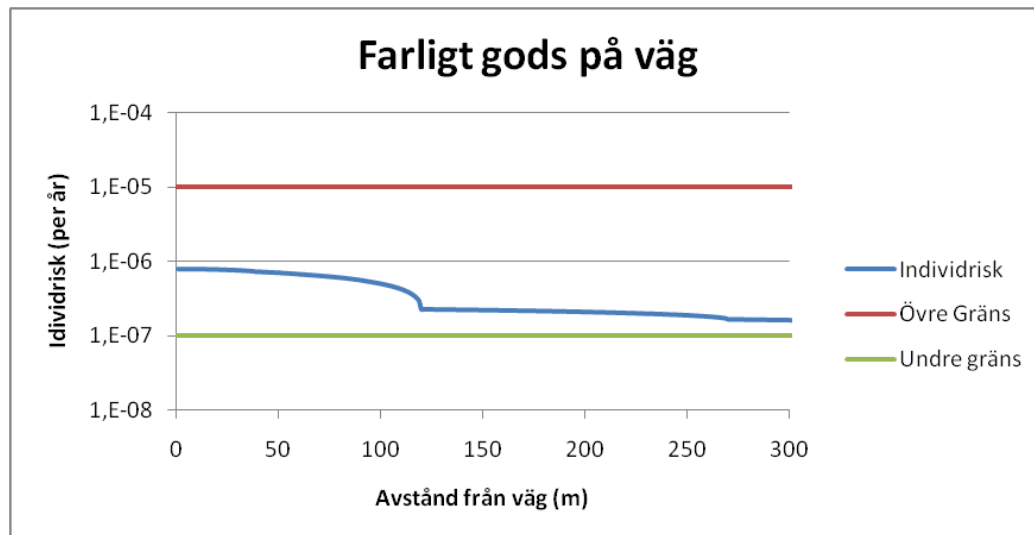
I diagrammen nedan har den övre (röd) och den undre (grön) gränsen för ALARP-området markerats.

Av diagrammen kan utläsas att individrisken i området är acceptabel (hamnar inom ALARP-området) förutom i bensinstationens absoluta närhet (7 m).



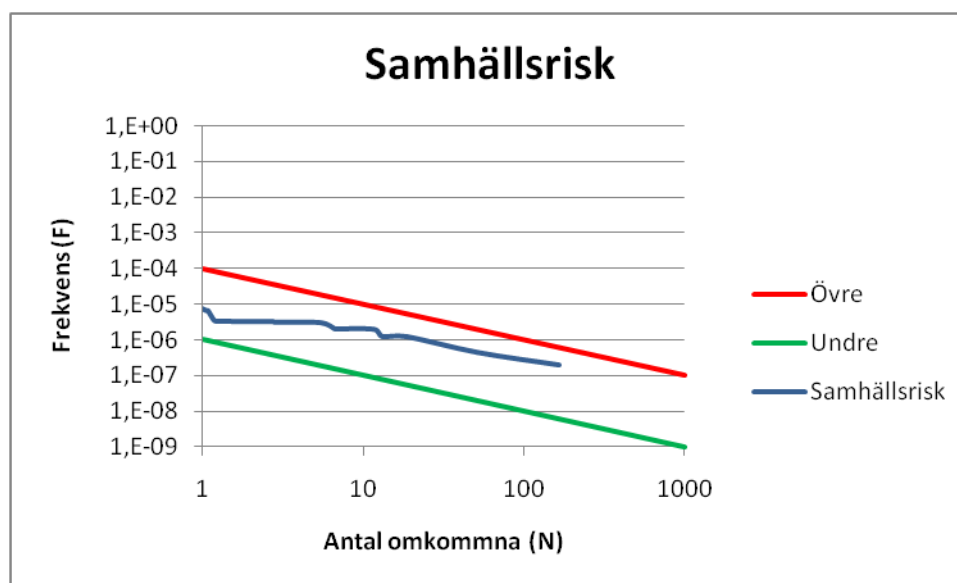
Figur 10 Individrisk för bensinstation.

Den blå linjen motsvarar individrisken, den röda linjen motsvarar den övre gränsen för ALARP-området och den gröna den undre gränsen.



Figur 11 Individrisk på olika avstånd från vägen för farligt gods på väg.

Även samhällsriskerna utmed E45 och väg 166 är acceptabel och risknivån hamnar inom ALARP-området.



Figur 12 Samhällsriskerna invid väg E 45 och väg 166.

8.3 Accepterad strålningsnivå på byggnad

Med utgångspunkt från avståndet mellan farligt godsleden och befintliga och planerade byggnader (ca 30 meter från vägen) förefaller inte strålningsnivån från analysens scenarier (B1-B4) uppgå till gränsvärdet 15 kW/m² (enligt BBR 5:72).

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sid a 34 / 82
Uppdragsnamn VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	Uppdragsnummer B11030000	Handläggare Dan Cornelius
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Datum 2011-07-07	Datum

9 Känslighetsanalys

Variabler som kan varieras i en känslighetsanalys är till exempel olika sannolikheter för farligt godsolycka, hålstorlekar, väder samt transporterade mängder farligt gods på vägsträckor.

Hålstorleken har stor betydelse för resultatet. I analysen har använts tre storlekar på hål för ammoniak och gasoltankar; litet (diameter 4 cm), medelstort (diameter 8 cm) och stort (diameter 14 cm). För gasol finns även ett momentant utsläpps-scenario. Gasol och ammoniak transporteras i tjockväggiga tankar vilket innebär att sannolikheten för ett haveri är mycket litet. Hålstorlekarna på tjockväggiga tankar är ofta mindre än för tunnväggiga tankar, och de hålstorlekar som har använts i analysen bedöms vara konservativa för tjockväggiga tankar.

För bensinutsläpp har tre olika pölstorlekar antagits; 15, 50 respektive 100 m². För haveri, där innehållet i tanken kommer ut momentant har en pölstorlek på 200 m² antagits. Även dessa pölstorlekar antas vara konservativa då det i analysen inte har tagits hänsyn till eventuella hinder och underlag som kan hindra pölens utbredning. Av denna anledning analyseras ej hål- och pölstorlekar vidare i känslighetsanalysen.

Väderförhållanden anses inte behöva analyseras vidare i känslighetsanalysen då det i beräkningarna ansatts att det ständigt blåser mot det studerade området.

De sannolikheter som har angetts i händelseträden för farligt godsolycka är de sannolikheter som är vedertagna och konservativt antagna att använda när det gäller transporter av farligt gods på väg i Sverige och därmed bedöms ingen känslighetsanalys av dessa värden vara nödvändig.

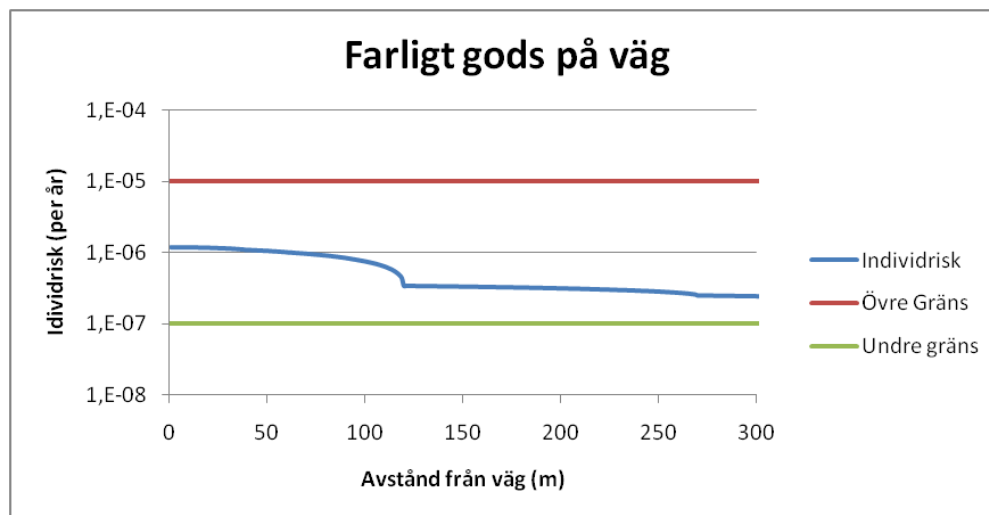
Det som varieras i känslighetsanalysen är en ökad trafikmängd på väg E45 och väg 166 samt att antalet transporter med farligt gods ökas för att på så sätt täcka in för framtida förändringar.

Den totala trafikmängden antas öka med 25 % och antalet transporter med farligt gods ökas med 50 %. ÅDT ökar från 8 140 till 10 175 och antalet farligt godstransporter ökar från 40 till 60 per dygn.

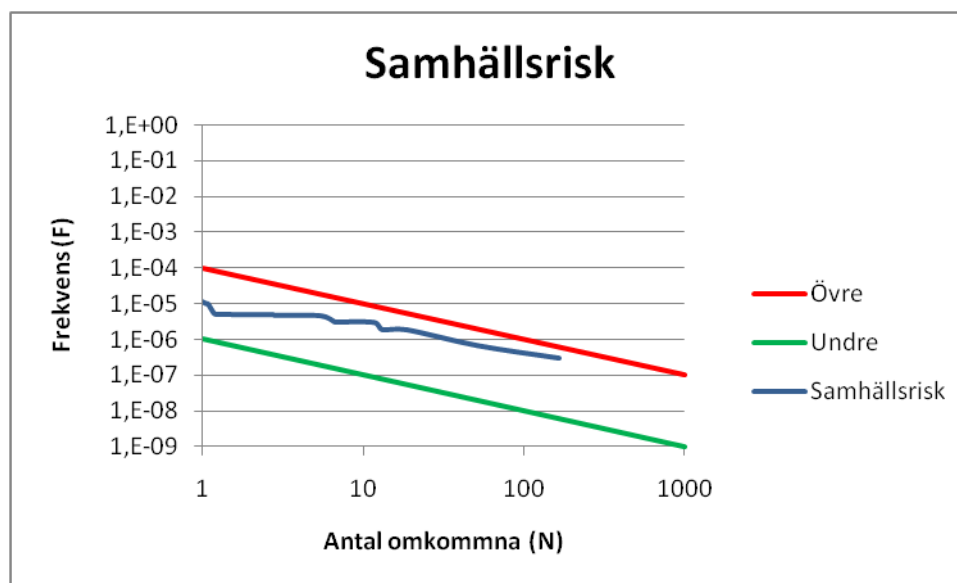
9.1.1 Ökad mängd fordon och transporter med farligt gods

Frekvensen för en olycka där en tankbil med farligt gods är inblandad kommer att öka till $1,24 \cdot 10^{-3}$ vilket motsvarar att förväntat antal år mellan olyckor med farligt gods är ca 800 år.

Som syns i diagrammen nedan hamnar individrisken och samhällsriskerna i området kring vägarna fortfarande inom ALARP-området, dvs risknivån inom området är acceptabel.



Figur 13 Individrisken utmed E45 och väg 166 som funktion av avståndet från vägen.



Figur 14 Samhällsrisk utmed E45 och väg 166 som funktion av avståndet från vägen.

Känslighetsanalysen visar att analysens resultat är robust med hänsyn till framtida förändringar i trafikintensitet och antalet transporter med farligt gods.

 Göteborg: 031-80 08 80 Stockholm: 08-452 21 50 Jönköping: 036-12 60 50 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sid a 36 / 82
	Uppdragsnamn VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	Uppdragsnummer B11030000	
	RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare Dan Cornelius	
		Datum 2011-07-07	Datum

10 Värdering av osäkerheter

I riskanalysprocessen vävs olika osäkerheter in vilka måste hanteras korrekt för att riskanalysen ska kunna vara praktiskt användbar och ge en korrekt riskbild. I denna riskanalys har en del antagande gjorts och huvuddelen av dessa antagande har varit konservativa för att inte underskatta risken i planområdet. Detta avsnitt belyser de osäkerheter som finns i denna riskanalys.

- Trafikinformation.

Trafikintensiteten för väg E45 uppmättes 2010. I analysen används även detta värde för väg 166 vilket är ett konservativt antagande. I känslighetsanalysen har trafikintensiteten ökats för att ta hänsyn till framtida förändringar.

- Transporter med farligt gods på transportlederna.

Antalet transporter med farligt gods på väg E45 är hämtad från Vägverkets bedömning. Antalet transporter motsvara ca 4 promille av det totala trafikflödet vilket är konservativt då flera källor bedömer att andelen transporter med farligt gods utgör ca 1,9 promille. Antalet transporter har även ökats i känslighetsanalysen för att ta hänsyn till framtida förändringar. Fördelningen mellan vilken typ av ämne (vilken ADR-klass) som transporteras har hämtats från nationell statistik.

- Representativa ämnen

Att låta gasol representera brandfarliga gaser beror på att huvuddelen av de brandfarliga gaser som transporteras i Sverige är gasol. Gasol har ett brett brännbarhetsområde och är flyktigt vilket innebär att ett utsläpp kan innebära värre konsekvenser än många andra brännbara gaser.

Ammoniak representerar giftiga gaser. Anledningen till att inte klor, som är ännu giftigare representerar giftiga gaser beror på att klor främst transporteras på järnväg.

Bensin representerar brännbara vätskor. Bensin är mer brandfarligt än till exempel diesel och eldningsolja som transporteras i stora volymer på vägar i Sverige.

Massexplosiva ämnen i mer än ringa omfattning har antagits utgöra 10 % av antalet transporter med ämnen i klass 1 vilket bedöms som ett konservativt antagande.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sid a 37 / 82
Uppdragsnamn VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	Uppdragsnummer B11030000	Handläggare Dan Cornelius
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Datum 2011-07-07	Datum

- Händelseförlopp vid gasutsläpp – fördröjd antändning

Vid gasutsläpp och fördröjd antändning kan generellt sett två olika händelseförlopp inträffa. Dels kan ett gasmoln bildas som driver iväg med vinden och antänds en bit bort från utsläppsplatsen. Detta scenario är mycket svårt att beräkna främst av den anledning att det är svårt att förutsäga var molnet kommer att antändas. Luftinblandning och tändkällor är viktiga parametrar som är svåra att förutsäga. I denna analys har antagits att gasolen, som strömmar ut i vätskefasen, bildar en pöl som antänds. Då gasol är flyktigt kommer en viss del av gasolen att förångas. Även dessa gaser antänds, vilket innebär att konsekvenserna blir värre av en pölbrand med gasol än till exempel bensin.

- Väderdata såsom stabilitetsklass, temperatur, vindriktning och vindhastighet.

I beräkningarna har konservativa antaganden avseende väderdata antagits. Till exempel har ingen reducering gjorts för vindriktning, alltså har det ansatts att vinden blåser mot aktuellt fastighet.

- Sannolikheter för farligt godsolycka och för olika scenarier som kan inträffa till följd av farligt godsolycka.

Det inträffar få farligt godsolyckor i Sverige vilket innebär att statistiken kan vara missvisande. Lokala förutsättningar kan dessutom öka/minska frekvensen för både olycka och olika sluthändelser. Sannolikheterna för olika händelseförlopp vid en farligt godsolycka är hämtade från Helmersson (1994) /1/. Frekvensen för olycka med farligt godsfordon inblandat är beräknad enligt modell från Räddningsverket (1996) /2/. Statistiken i dessa källor är generella för Sverige och lokala förutsättningar är inte inkluderade.

- Hålstorlekar/haveri

Hålstorleken har dimensionerats efter statistik från olyckor med tunnväggiga tankar. Hål i tjockväggiga tankar blir generellt sett mindre än i tunnväggiga tankar men trots det har samma hålstorlekar som vanligtvis används för konsekvensberäkning vid tunnväggiga tankar använts. Hålstorleken är därmed konservativ, vilket är medvetet på grund av att hålstorleken har stor betydelse för konsekvenserna av ett utsläpp.

Haveri kan inträffa för tunnväggiga tankar, dock är det mycket sällsynt att en tjockväggig tank havererar. Haveri för gasol (som transporteras i tjockväggiga tankar) är trots det inkluderad i analysen.

- Konsekvensberäkningar

Handberäkningar enligt Fischer m.fl. (1998) /7/ samt datorprogrammen Gasol och Bfk har använts för konsekvensberäkningarna. Samtliga metoder är beprövade och verifierade.

Individrisken är beräknad utomhus, vilket gör att en individ är mer mottaglig för både värmestrålning och toxiska gasutsläpp än om individen befinner sig inomhus.

- Riskavstånd

En förenkling som har gjorts i rapporten är att för varje sluthändelse har ett riskavstånd beräknats. Förenklingen ligger i antagandet att befinner man sig inom riskavståndet är sannolikheten 1 att man dör. Utanför riskavståndet är sannolikheten 0. Detta är givetvis en förenkling. För giftig gas brukar riskavståndet vara fram till att koncentrationen når LC_{50} . LC_{50} för ammoniak är 8558 ppm, vilket har använts i denna rapport för att ta fram riskavstånd för de sluthändelser som innebär utsläpp av ammoniak.

För pölbränder är det strålningen som avgör riskavståndet. För bensenbränder har antagits att sannolikheten att omkomma vid pölbrand är om man vistas inom det område där strålningen är 10 kW/m^2 eller högre. För pölbrand med gasol har 5 kW/m^2 använts, vilket är konservativt. Anledningen till att ett mer konservativt värde har använts för gasolbrand än för bensenbrand är att händelseförloppet för en gasolbrand är mer osäkert. Tredje gradens brännskada har även jämförts med att man omkommer.

För jetflammar har avståndet då 3:e gradens brännskada uppstår använts som riskavstånd.

- Hänsyn till svårt och lindrigt skadade personer

I riskanalysen har endast dödsfall inkluderats av flera anledningar. Dels gäller kriteriet för omkomna personer, dels är det svårt att förutse grad av skada som kan uppkomma till följd av en olycka på olika avstånd då det beror på så många faktorer, exempelvis ålder, fysisk hälsa, vilka kläder personen har på sig etc. Det finns heller inga kriterier för värdering av skadade.

11 Säkerhetshöjande åtgärder

Detta avsnitt ger förslag till säkerhetshöjande åtgärder som i det fortsatta planarbetet kan värderas för området. I värderingen över huruvida en åtgärd är rimlig att vidta eller ej bör kostnaden för åtgärden ställas mot hur mycket risken minskas på grund av åtgärden. I denna riskbedömning har åtgärderna ej värderats kvantitativt då det finns begränsningar i de konsekvensberäkningsprogram som har använts. Behov av att kvantifiera effekten av åtgärder föreligger främst om risknivån är mycket hög. Risknivån vid fastigheten är inte mycket hög och av denna anledning behandlas endast åtgärder kvalitativt.

De förslag till åtgärder som ges i detta avsnitt är endast exempel på åtgärder som kan vidtas. Åtgärdsförslagen är ej prioriterade i ordning efter hur stor riskreducerande inverkan de har eller efter kostnad/nytta. Genom att byta verksamhet i fastigheten kommer vistelsetiden förändras från kontorstider till att i vissa fall vistas dygnet runt.

Analysen och efterföljande känslighetsanalys visar på att riskerna hamnar inom det område där risker kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna och värderade ur ett kostnad/nytta perspektiv.

Följande åtgärder kan tas i beaktande:

Utformning av närområdet till E45 och väg 166

Området närmast vägarna kan utformas så att det ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse. I planförslaget har ytan närmast vägen föreslagits att utgöras av parkeringsplatser vilket är bra.

Entré och utrymningsvägar

Placering av entré och/eller utrymningsvägar skall ske så att en säker utrymning kan genomföras vid händelse av en farligt godsolycka på vägarna dvs. det skall finnas möjlighet att utrymma i riktning från vägarna.

Ventilation och friskluftsintag

Ventilationen utformas så att den går att stänga av vid behov. Friskluftintagen bör riktas så att de vetter från vägarna.

Åtgärder för reduktion av sannolikheten för farligt godsolycka

För att reducera sannolikheten för att farligt godsolyckor skall inträffa krävs åtgärder som till exempel utformning av vägnittet samt minskat antal farligt godstransporter. Detta är något som bör beaktas men som ej är ett rimligt krav att ställa i denna analys. Dock är det av stor vikt att vara uppmärksam på förändringar i riskbilden som kan bidra till konsekvenser för området.

12 Slutsatser

Risikvärderingen visar att individrisknivån och samhällsriskerna inom området hamnar inom ALARP – området. Detta innebär att risken ligger på en tolerabel nivå under förutsättning att säkerhetshöjande åtgärder vidtas i rimlig utsträckning. Känslighetsanalysen visar att risken förändras till det sämre vid ökad trafikintensitet och ökat antal transporter med farligt gods men att den ändå hamnar inom området för vad som är en accepterad risknivå om rimliga åtgärder utförs.

Eftersom det alltid är nödvändigt att avgränsa arbetet och eftersom tillgängliga indata inte alltid är så detaljerade som är önskvärt, har vissa förenklingar gjorts i riskanalysen. Förenklingar medför alltid en viss grad av osäkerheter i resultatet.

Där bedömningar har gjorts eller där tillgången på tillräckligt detaljerade indata varit dålig har konservativa värden använts för att risken inte skall underskattas. För att studera hur resultatet av riskanalysen påverkas om transporterade mängder farligt gods ökar i framtiden har en känslighetsanalys utförts där denna parameter har ökat.

Under det vidare planarbetet bör eventuella öknings av farligt godstransporter hållas under uppsikt så att dessa inte överskrider de mängder som använts som underlag för denna rapport. Även vid etablering av nya verksamheter inom eller i närheten av området bör man beakta huruvida dessa i sig kan bidra till en ökad risk inom området.

Med hänsyn till resultatet i denna riskbedömning bedöms risken avseende transport av farligt gods inte utgöra något hinder för planerade detaljplaneändringar, dock föreslås ändringen ske med säkerhetshöjande åtgärder i beaktande.

Referenser

- /1/ Helmersson, L. (1994) *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*. Rapport 387:4. Väg- och transportforskningsinstitutet. Linköping.
- /2/ Räddningsverket (1996) *Farligt Gods – Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*. Statens Räddningsverk. Karlstad.
- /3/ Davidsson, G. m.fl. (1997) *Värdering av risk*. Rapport P21-182/97. Räddningsverket, Karlstad.
- /4/ Sprängämnesinspektionen (1997) Sprängämnesinspektionens allmänna råd (SÄIFS 1997:8) om hur föreskrifterna om hantering av brandfarliga gaser och vätskor bör tillämpas vid bensinstationer.
- /5/ Melleruds kommun (2008) *Risk - och sårbarhetsanalys – Inventering*. Mellerud
- /6/ Länsstyrelsen Skåne, Stockholm och Västra Götalands län (2006) *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder av farligt gods*.
- /7/ Fischer, S. m.fl. (1998) *Våldautsläpp av brandfarliga gaser och vätskor*. 3:e rev. upplagan. Försvarets forskningsanstalt. Tumba/Umeå.
- /8/ Karlsson B., Quintiere J. G., (1999) *Enclosure fire dynamics*. CRC Press. Florida USA.
- /9/ Melleruds kommun (2011) *Samrådsredogörelse avseende detaljplan för kv Svarven mm*
- /10/ Länsstyrelsen i Skåne län (2007), *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*. Rapport 2007:06
- /11/ Vägverket (2002) *Förstudie – väg 45, delen Vänersborg – Värmlands läns gräns*.
- /12/ Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997), *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods*, Huvudhandling samt bilagor 1-5.
- /13/ Cox m.fl. (1993) *Classification of Hazardous Locations*

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sid a 42 / 82
Uppdragsnamn VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	Uppdragsnummer B11030000	
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare Dan Cornelius	
	Datum 2011-07-07	Datum

Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar

A.1 – Beräkning av frekvens för farligt godsolycka på väg

Frekvensen för en olycka med farligt gods på väg beräknas enligt metod från Räddningsverket /2/.

Vid beräkningen av frekvensen av farligt godsolyckor används en sträcka av en kilometer.

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år beräknas enligt formeln nedan:

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

O = Antal förväntade olyckor

Y = Andel singelolyckor på aktuell vägdel

X = Andel transporter med farligt gods

För att erhålla antalet farligt gods olyckor används index för farligt godsolycka för aktuell vägmiljö.

I tabell x nedan redovisas indata och beräkningen av förväntat antal farligt godsolyckor på väg.

Tabell A1, Fördelning av olika huvudklasser enligt ADR för väg (avser antalet transporter) /10/.

Beräkning av farligt godsolycka på väg	
Bebyggelsemiljö	Tätort
Vägtyp	Trafikled
Hastighet	50
Längd, km (a)	1
Olyckskvot (k)	1,5
Andel singelolyckor (Y)	0,1
Index för farligt godsolycka (i)	0,02
ÅDT (Genomsnittligt antal fordon per dygn) (b)	8140
Trafikarbete ($c = a \cdot b \cdot 365 \cdot 10^{-6}$)	2,9711
Antal förväntade olyckor ($O = k \cdot c$)	4,45665
Antal farligt godstransporter per dygn (n)	40
Andel transporter med farligt gods av ÅDT ($X = n/b$)	0,004914005
Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor/år ($D = O((Y \cdot X) + (1 - Y)(2X - X^2))$)	0,041513145
Förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka med längden a ($F = D \cdot i$)	8,30E-04
Förväntat antal år mellan olyckor med farligt godsolycka (1/F)	1204

Utifrån fördelningen mellan olika ADR-klasser (se tabell x) beräknas frekvensen för farligt godsolycka för respektive klass, se tabell A2.

Tabell A2, Fördelning av olika huvudklasser enligt ADR för väg (avser antalet transporter) /10/.

ADR-klass	Ämne	Andel i procent
1	Explosiva ämnen och föremål	0,9
2	Gaser	12,0
3	Brandfarliga vätskor	76,9
4	Brandfarliga fasta ämnen	0,9
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	1,2
6	Giftiga ämnen	0,6
7	Radioaktiva ämnen	0,1
8	Frätande ämnen	7,2
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0,3

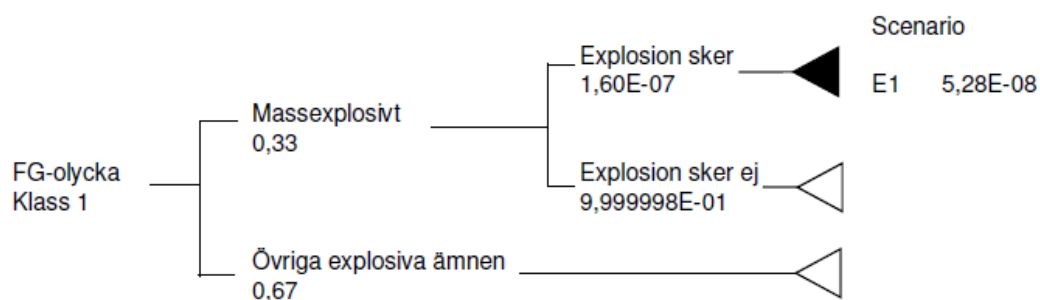
Tabell A3, Frekvens för farligt godsolycka för respektive ADR-klass.

ADR-klass	Frekvens [olycka/år]
1	7,47E-06
2	9,96E-05
3	6,38E-04
4	7,47E-06
5	9,96E-06
6	4,98E-06
7	8,30E-07
8	5,98E-05
9	2,49E-06

A.2 – Beräkning av sannolikheter för respektive scenario

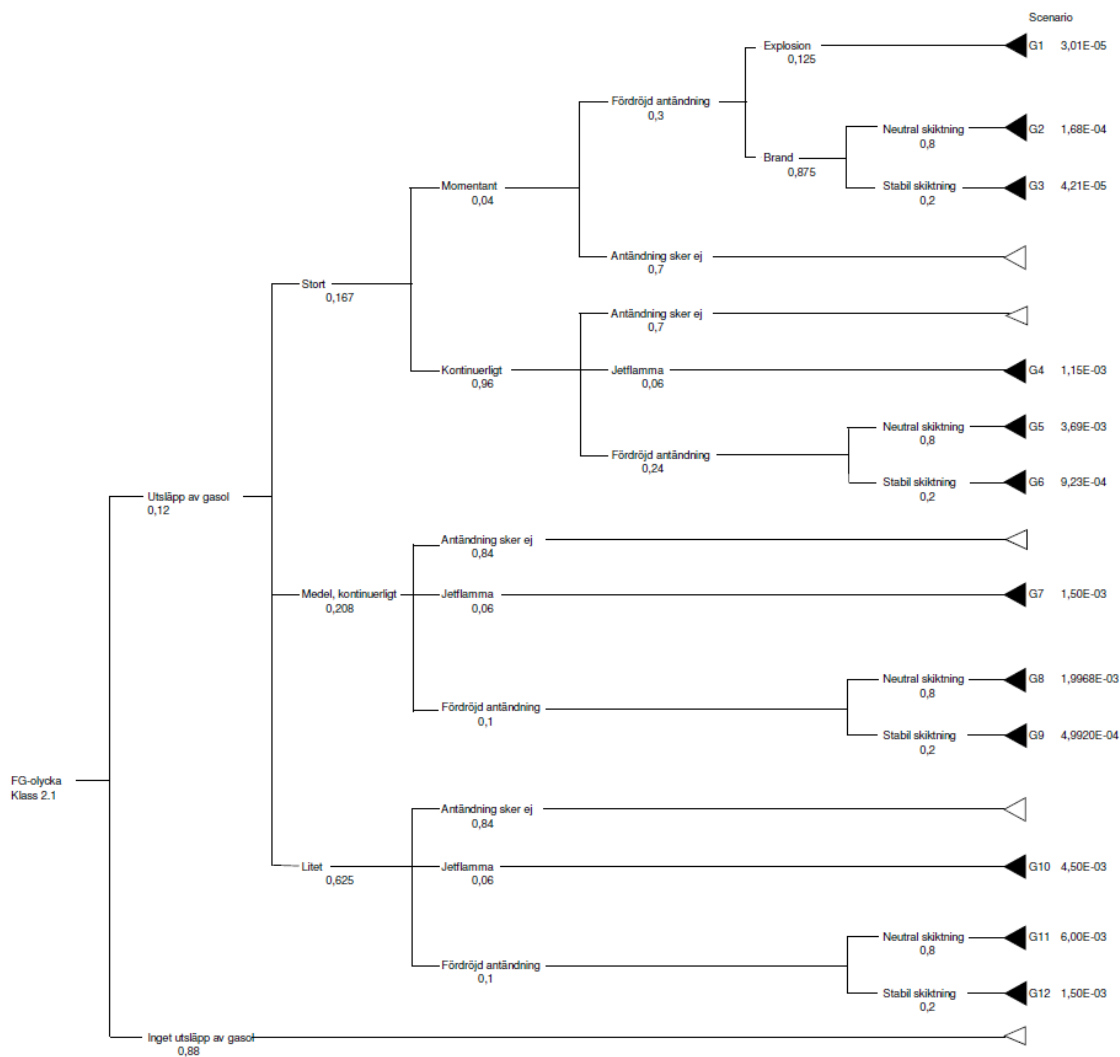
Beräkning av sannolikheten för respektive identifierat scenario med hjälp av händelsetråd.

Klass 1



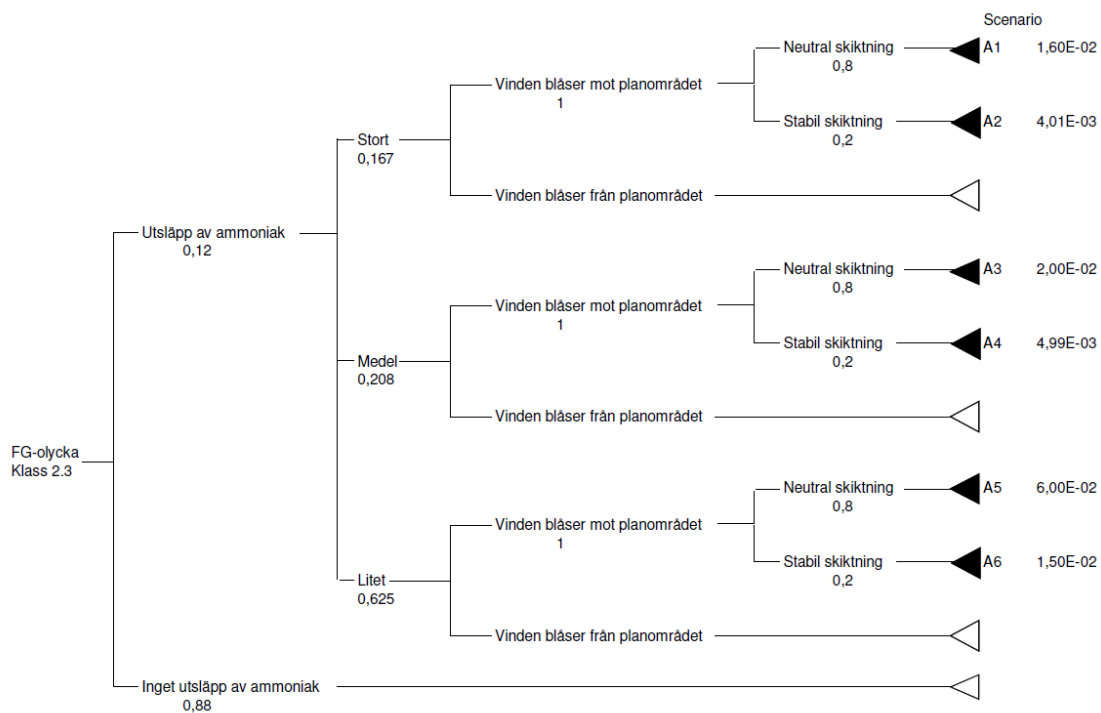
Figur A1 Händelsetråd över farligt godsolycka med klass 1.

Klass 2.1



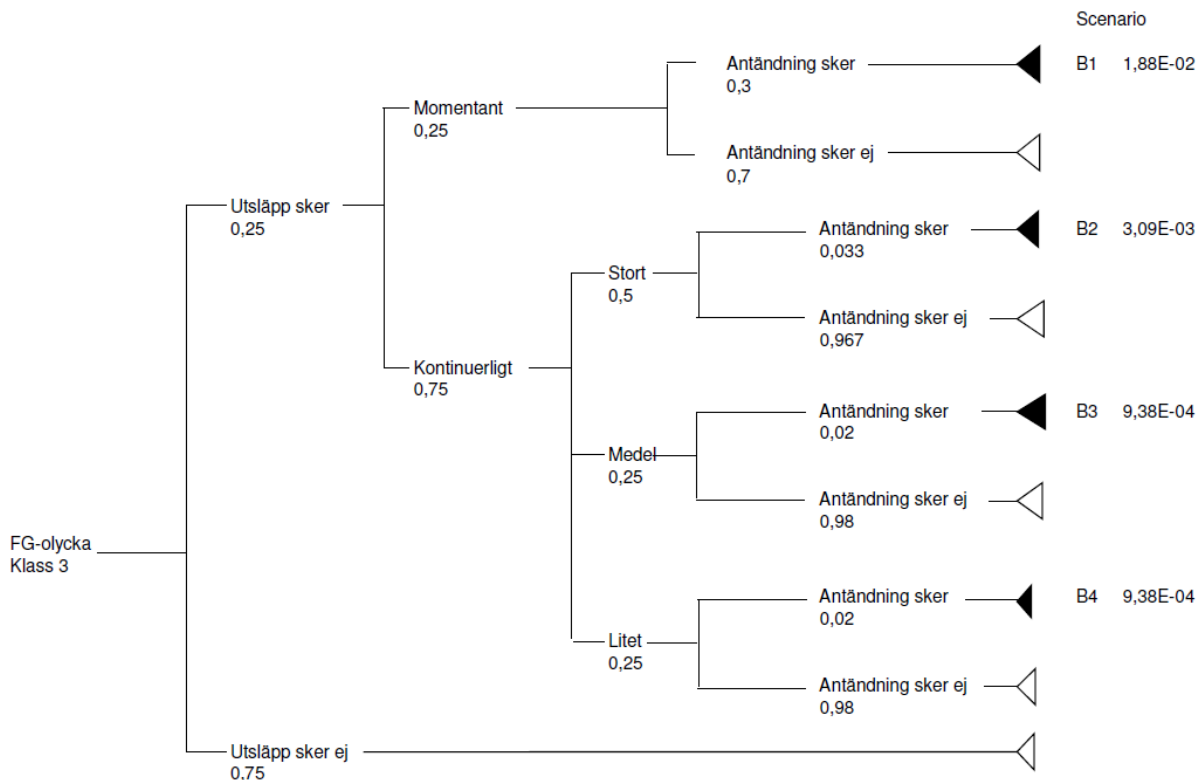
Figur A2 Händelseträd över farligt godsolycka med klass 2.1.

Klass 2.3



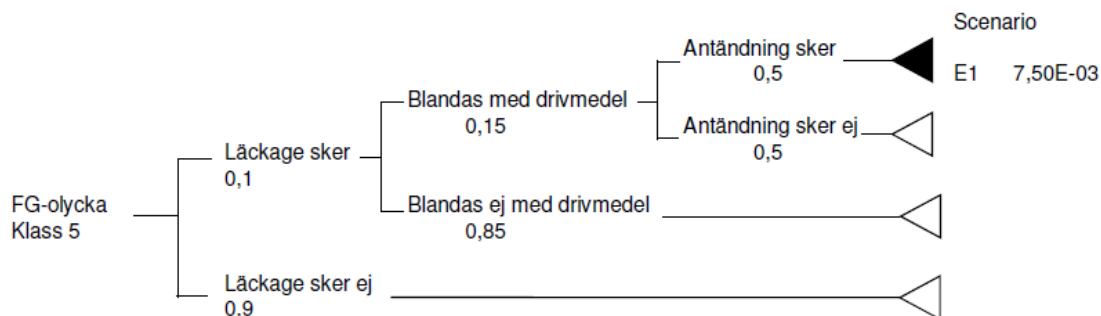
Figur A3 Händelseträd över farligt godsolycka med klass 2.3.

Klass 3



Figur A4 Händelseträd över farligt godsolycka med klass 3.

Klass 5



Figur A5 Händelseträd över farligt godsolycka med klass 5.

A.3 – Beräkning av frekvenser för respektive scenario

Frekvensen för de identifierade scenarierna beräknas genom:

$$\text{Frekvens(scenario)} = P(\text{scenario}) * F(\text{FG-olycka, aktuell klass}) \quad [\text{år}^{-1}]$$

Som tidigare nämnts antas 50 % av transportererna i klass 2 utgöras av brandfarlig gas och 50 % av giftig gas.

Tabell A4 Frekvensberäkning för respektive scenario.

Scenario	P(scenario)	F(FG-olycka, aktuell klass)	Frekvens (per år)
E1	5,28E-08	7,47E-06	3,94E-13
G1	3,01E-05	4,98E-05	1,50E-09
G2	1,68E-04	4,98E-05	8,37E-09
G3	4,21E-06	4,98E-05	2,10E-10
G4	1,15E-03	4,98E-05	5,73E-08
G5	3,69E-04	4,98E-05	1,84E-08
G6	9,23E-04	4,98E-05	4,60E-08
G7	1,50E-03	4,98E-05	7,47E-08
G8	2,00E-03	4,98E-05	9,94E-08
G9	4,99E-04	4,98E-05	2,49E-08
G10	4,50E-03	4,98E-05	2,24E-07
G11	6,00E-03	4,98E-05	2,99E-07
G12	1,50E-03	4,98E-05	7,47E-08
A1	1,60E-02	4,98E-05	7,97E-07
A2	4,01E-03	4,98E-05	2,00E-07
A3	2,00E-02	4,98E-05	9,96E-07
A4	4,99E-03	4,98E-05	2,49E-07
A5	6,00E-02	4,98E-05	2,99E-06
A6	1,50E-02	4,98E-05	7,47E-07
B1	1,88E-02	6,38E-04	1,20E-05
B2	3,09E-03	6,38E-04	1,97E-06
B3	9,38E-04	6,38E-04	5,98E-07
B4	9,38E-04	6,38E-04	5,98E-07
O1	7,50E-03	9,96E-06	7,47E-08

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

Gasol

G1

Beräkning av konsekvenser av explosion vid momentant utsläpp, se Helmersson 1994.

G2

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (neutral skiktning), se Helmersson 1994.

G3

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (stabil skiktning), se Helmersson 1994.

G4

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 15,0 °C

Kondensationstryck: 6,29 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad

Utsläppstyp: Hål i tank mellan gas- och vätskefas

Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk

Diameter: 2,6 m

Längd: 16 m

Fyllnadsgrad: 80 %

Hålets storlek

Hålets diameter: 140 mm

Hålets area: 0,01539 m²

Utsläppstid: 296 s

Tanken innehåller 34760 kg gasol. Tanken töms på nästan all gasol.

Omgivning

Vägg o dyl. nära: Nej

Uppsamling: Nej

Väder

Lufttryck: 760 mmHg

Temperatur: 15 °C

Relativ fuktighet: 50 %

Vindhastighet: 5 m/s (på 2 m höjd)

Vädertyp: Neutral

G5

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 15,0 °C
 Kondensationstryck: 6,29 bar
 Lagringstryck: 7,00 bar
 Gasolen är kondenserad
 Utsläppstyp: Hål i tank i vätskefas
 Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk
 Diameter: 2,6 m
 Längd: 16 m
 Fyllnadsgrad: 80 %
 Hålets storlek
 Hålets diameter: 140 mm
 Hålets area: 0,01539 m²
 Utsläppstid: 102 s
 Tanken innehåller 34760 kg gasol. All gasol läcker ut.

Omgivning

Vätskepöl
 Ingen invallning

Väder

Lufttryck: 760 mmHg
 Temperatur: 15 °C
 Relativ fuktighet: 50 %
 Vindhastighet: 5 m/s (på 2 m höjd)
 Vädertyp: Neutral

G6

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 10,0 °C

Kondensationstryck: 5,35 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad

Utsläppstyp: Hål i tank i vätskefas

Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk

Diameter: 2,6 m

Längd: 16 m

Fyllnadsgrad: 80 %

Hålets storlek

Hålets diameter: 140 mm

Hålets area: 0,01539 m²

Utsläppstid: 102 s

Tanken innehåller 3460 kg gasol. All gasol läcker ut.

Omgivning

Vätskepöl

Ingen invallning

Väder

Lufttryck: 760 mmHg

Temperatur: 10 °C

Relativ fuktighet: 50 %

Vindhastighet: 2 m/s (på 2 m höjd)

Vädertyp: Stabil

G7

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 15,0 °C

Kondensationstryck: 6,29 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad

Utsläppstyp: Hål i tank mellan gas- och vätskefas

Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk

Diameter: 2,6 m

Längd: 16 m

Fyllnadsgrad: 80 %

Hålets storlek

Hålets diameter: 80 mm

Hålets area: 0,00502 m²

Utsläppstid: 311 s

Tanken innehåller 34755 kg gasol. Tanken töms på nästan all gasol.

Omgivning

Vägg o dyl. nära: Nej

Uppsamling: Nej

Väder

Lufttryck: 760 mmHg

Temperatur: 15 °C

Relativ fuktighet: 50 %

Vindhastighet: 5 m/s (på 2 m höjd)

Vädertyp: Neutral

G8

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 15,0 °C
 Kondensationstryck: 6,29 bar
 Lagringstryck: 7,00 bar
 Gasolen är kondenserad
 Utsläppstyp: Hål i tank i vätskefas
 Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk
 Diameter: 2,6 m
 Längd: 16 m
 Fyllnadsgrad: 80 %
 Hålets storlek
 Hålets diameter: 80 mm
 Hålets area: 0,00502 m²
 Utsläppstid: 311 s
 Tanken innehåller 34755 kg gasol. All gasol läcker ut.

Omgivning

Vätskepöl
 Ingen invallning

Väder

Lufttryck: 760 mmHg
 Temperatur: 15 °C
 Relativ fuktighet: 50 %
 Vindhastighet: 5 m/s (på 2 m höjd)
 Vädertyp: Neutral

G9

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 10,0 °C

Kondensationstryck: 5,35 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad

Utsläppstyp: Hål i tank i vätskefas

Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk

Diameter: 2,6 m

Längd: 16 m

Fyllnadsgrad: 80 %

Hålets storlek

Hålets diameter: 80 mm

Hålets area: 0,00502 m²

Utsläppstid: 311 s

Tanken innehåller 34760 kg gasol. All gasol läcker ut.

Omgivning

Vätskepöl

Ingen invallning

Väder

Lufttryck: 760 mmHg

Temperatur: 10 °C

Relativ fuktighet: 50 %

Vindhastighet: 2 m/s (på 2 m höjd)

Vädertyp: Stabil

G10

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 15,0 °C

Kondensationstryck: 6,29 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad

Utsläppstyp: Hål i tank i gas- och vätskefas

Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk

Diameter: 2,6 m

Längd: 16 m

Fyllnadsgrad: 80 %

Hålets storlek

Hålets diameter: 40 mm

Hålets area: 0,00126 m²

Utsläppstid: 3618 s

Tanken innehåller 34756 kg gasol. Tanken töms på nästan all gasol.

Omgivning

Vägg o dyl. nära: Nej

Uppsamling: Nej

Väder

Lufttryck: 760 mmHg

Temperatur: 15 °C

Relativ fuktighet: 50 %

Vindhastighet: 5 m/s (på 2 m höjd)

Vädertyp: Neutral

G11

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 15,0 °C
Kondensationstryck: 6,29 bar
Lagringstryck: 7,00 bar
Gasolen är kondenserad
Utsläppstyp: Hål i tank i vätskefas
Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk
Diameter: 2,6 m
Längd: 16 m
Fyllnadsgrad: 80 %
Hålets storlek
Hålets diameter: 40 mm
Hålets area: 0,00126 m²
Utsläppstid: 1244 s
Tanken innehåller 34756 kg gasol. All gasol läcker ut.

Omgivning

Vätskepöl
Ingen invallning

Väder

Lufttryck: 760 mmHg
Temperatur: 15 °C
Relativ fuktighet: 50 %
Vindhastighet: 5 m/s (på 2 m höjd)
Vädertyp: Neutral

G12

För detta scenario har beräkningsprogrammet GASOL använts. Följande indata har använts:

Lagring

Lagringstemperatur: 10,0 °C

Kondensationstryck: 5,35 bar

Lagringstryck: 7,00 bar

Gasolen är kondenserad

Utsläppstyp: Hål i tank i vätskefas

Cd: 0,83

Tanken

Form: Cylindrisk

Diameter: 2,6 m

Längd: 16 m

Fyllnadsgrad: 80 %

Hålets storlek

Hålets diameter: 40 mm

Hålets area: 0,00126 m²

Utsläppstid: 1246 s

Tanken innehåller 34760 kg gasol. All gasol läcker ut.

Omgivning

Vätskepöl

Ingen invallning

Väder

Lufttryck: 760 mmHg

Temperatur: 10 °C

Relativ fuktighet: 50 %

Vindhastighet: 2 m/s (på 2 m höjd)

Vädertyp: Stabil

Resultat Gasol

Sluthändelse G1

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson (1994) 131m.

Sluthändelse G2

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson (1994) 59 m.

Sluthändelse G3

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson (1994) 40 m.

Sluthändelse G4

Utdata från jetflamma:

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 98,7 m.

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 127,7 m.

Sluthändelse G5

Pölbranden är 51,88 m hög. Den lutar 64,82 grader från lodlinjen pga. vinden.

Pölens diameter blir 109 m. Avstånd till 5.0 kW/m² i vindriktningen från pölens centrum är 93,18 m.

Sluthändelse G6

Pölbranden är 62,88 meter hög. Den lutar 47,68 grader från lodlinjen pga. vinden.

Pölens diameter blir 66,35 m. Avstånd till 5.0 kW/m² i vindriktningen från pölens centrum är 94,18 m.

Sluthändelse G7

Utdata från jetflamma:

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 56,4 m.

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 73,4 m.

Sluthändelse G8

Pölbranden är 35,76 m hög. Den lutar 64,82 grader från lodlinjen pga. vinden.

Pölens diameter blir 37,91 m. Avstånd till 5.0 kW/m² i vindriktningen från pölens centrum är 60,96 m.

Sluthändelse G9

Pölbranden är 43,34 m hög. Den lutar 47,63 grader från lodlinjen pga. Vinden.

Pölens diameter blir 37,91 m. Avstånd till 5.0 kW/m² i vindriktningen från pölens centrum är 60,96 m.

Sluthändelse G10

Utdata från jetflamma:

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 28,2 m.

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 37,2 m.

Sluthändelse G11

Pölbranden är 22,55 m hög. Den lutar 64,82 grader från lodlinjen pga. vinden.

Pölens diameter blir 18,96 m. Avstånd till 5.0 kW/m² i vindriktningen från pölens centrum är 39,48 m.

Sluthändelse G12

Pölbranden är 27,34 m hög. Den lutar 47,68 grader från lodlinjen pga. Vinden.

Pölens diameter blir 18,96 m. Avstånd till 5.0 kW/m² i vindriktningen från pölens centrum är 41,48 m.

Klass 2 giftiga gaser

Nedan redovisas konsekvenser av olycka vid utsläpp av ammoniak. Tre stycken olika håldiametrar (4 cm, 8 cm och 14 cm) har antagits för att simulera, litet, medel respektive stort utsläpp.

Ytterligare ett antal antaganden görs i beräkningarna:

- Utsläpp sker i vätskefas
- Exponeringstiden är 10 minuter
- Minutvolym vid inandning är 15 l/min
- En exponering motsvarande 50 % sannolikhet att omkomma (LC₅₀) sätts som kritiskt värde.

Exponeringstiden som är satt till 10 minuter är en relativt konservativ tid då människor förväntas söka sig bort från gasen långt tidigare pga. den stickande lukten. Andningsfrekvensen 15 l/min motsvarar låg fysisk aktivitet.

Riskavståndet beräknades som avståndet från utsläppt källa till den punkt, där koncentrationen av ammoniak avtagit till det kritiska värdet (LC_{50, 10 min}).

Toxicitetsberäkningar

Beräkningar av dödlig koncentration sker med hjälp av s.k. Probit-funktion. Sannolikheten för dödlig exponering sätts till 50 % (Pr=0) enligt Fischer m.fl. (1998) /3/.

Probitfunktionen:

$$Pr = \alpha + \beta_2 \cdot \ln(C^n \cdot t)$$

där:

C = koncentration

t = exponeringstid [min]

$\alpha = -19,72$ (ämneskonstant ammoniak)

$\beta_2 = 1.0$ (ämneskonstant ammoniak)

n = 2.0 (ämneskonstant ammoniak)

För ammoniak erhålls en koncentration för 50 % dödlighet (LC_{50, 15 min}) vid 6055 mg/m³ eller 8558 ppm.

Spridningsberäkningar

Den kritiska koncentrationen (8558 ppm) som beräknades med den s.k. Probit-funktionen användes för att ta fram riskavståndet. Riskavståndet beräknades med hjälp av datorprogrammet BfK från Räddningsverket.

Ammoniak

A1 – Stort utsläpp, neutral skiktning

Emballage: Tankbil med 20 000 kg kemikalie.
 Lagrat i omgivningstemperatur och en vätskenivå om 1,0 m utan
 extra pålagt övertryck.

Läckage: Punktering på tank eller packningsläckage.
 Läckagets area är 154,0 cm².
 Utsläppets effektiva höjd över marken 1,0 m.

Omgivning: Obebyggt med ytråheten 0,3 m.

Väder: 15,0 C och 5,0 m/s vindstyrka.
 Stabilitetsklass D (D - neutral skiktning) och 71 W/m²
 solinstrålning.

Åtgärder: Inga.

Beräkningar: Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.

Utsläppet: Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.
 Ingen pöl bildas.

Källstyrka: 260 kg/s (beräknad)

Varaktighet: 1 minut (beräknad)

Dokumenttyp	Version	Sid a
Rapport	0	63 / 82
Uppdragsnamn	Uppdragsnummer	
VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	B11030000	
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare	
	Dan Cornelius	
	Datum	Datum
	2011-07-07	

A2 – Stort utsläpp, stabil skiktning

- Emballage:** Tankbil med 20 000 kg kemikalie.
 Lagrat i omgivningstemperatur och en vätskenivå om 1,0 m utan extra pålagt övertryck.
- Läckage:** Punktering på tank eller packningsläckage.
 Läckagets area är 154,0 cm².
 Utsläppets effektiva höjd över marken 1,0 m.
- Omgivning:** Obebyggt med ytråheten 0,3 m.
- Väder:** 15,0 C och 2,0 m/s vindstyrka.
 Stabilitetsklass F (F - stabil skiktning) och 71 W/m² solinstrålning.
- Åtgärder:** Inga.
- Beräkningar:** Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.
- Utsläppet:** Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.
 Ingen pöl bildas.
- Källstyrka:** 260 kg/s (beräknad)
- Varaktighet:** 1 minut (beräknad)

Dokumenttyp	Version	Sid a
Rapport	0	64 / 82
Uppdragsnamn	Uppdragsnummer	
VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	B11030000	
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare	
	Dan Cornelius	
	Datum	Datum
	2011-07-07	

A3 – Medelstort utsläpp, neutral skiktning

- Emballage:** Tankbil med 20 000 kg kemikalie.
 Lagrat i omgivningstemperatur och en vätskenivå om 1,0 m utan extra pålagt övertryck.
- Läckage:** Punktering på tank eller packningsläckage.
 Läckagets area är 50 cm².
 Utsläppets effektiva höjd över marken 1,0 m.
- Omgivning:** Obebyggt med ytråheten 0,3 m.
- Väder:** 15,0 C och 5,0 m/s vindstyrka.
 Stabilitetsklass D (D - neutral skiktning) och 71 W/m² solinstrålning.
- Åtgärder:** Inga.
- Beräkningar:** Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.
- Utsläppet:** Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.
 Ingen pöl bildas.
- Källstyrka:** 84 kg/s (beräknad)
- Varaktighet:** 4 minuter (beräknad)

A4 – Medelstort utsläpp, stabil skiktning

Emballage: Tankbil med 20 000 kg kemikalie.
Lagrat i omgivningstemperatur och en vätskenivå om 1,0 m utan extra pålagt övertryck.

Läckage: Punktering på tank eller packningsläckage.
Läckagets area är 50,0 cm².
Utsläppets effektiva höjd över marken 1,0 m.

Omgivning: Obebyggt med ytråheten 0,3 m.

Väder: 15,0 C och 2,0 m/s vindstyrka.
Stabilitetsklass F (F - stabil skiktning) och 0 W/m² solinstrålning.

Åtgärder: Inga.

Beräkningar: Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.

Utsläppet: Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.
Ingen pöl bildas.

Källstyrka: 84 kg/s (beräknad)

Varaktighet: 4 minuter (beräknad)

A5 – Litet utsläpp, neutral skiktning

Emballage: Tankbil med 20 000 kg kemikalie.
Lagrat i omgivningstemperatur och en vätskenivå om 1,0 m utan extra pålagt övertryck.

Läckage: Punktering på tank eller packningsläckage.
Läckagets area är 12,0 cm².
Utsläppets effektiva höjd över marken 1,0 m.

Omgivning: Obebyggt med ytråheten 0,3 m.

Väder: 15,0 C och 5,0 m/s vindstyrka.
Stabilitetsklass D (D - neutral skiktning) och 71 W/m² solinstrålning.

Åtgärder: Inga.

Beräkningar: Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.

Utsläppet: Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.
Ingen pöl bildas.

Källstyrka: 20 kg/s (beräknad)

Varaktighet: 16 minuter (beräknad)

Dokumenttyp	Version	Sid a
Rapport	0	67 / 82
Uppdragsnamn	Uppdragsnummer	
VÄSTERRÅDA HANDELSOMRÅDE OCH KV. SVARVEN MM, MELLERUDS KOMMUN	B11030000	
RISKBEDÖMNING INFÖR DETALJPLANEÄNDRING	Handläggare	
	Dan Cornelius	
	Datum	Datum
	2011-07-07	

A6 – Litet utsläpp, stabil skiktning

- Emballage:** Tankbil med 20 000 kg kemikalie.
 Lagrat i omgivningstemperatur och en vätskenivå om 1,0 m utan extra pålagt övertryck.
- Läckage:** Punktering på tank eller packningsläckage.
 Läckagets area är 12,0 cm².
 Utsläppets effektiva höjd över marken 1,0 m.
- Omgivning:** Obebyggt med ytråheten 0,3 m.
- Väder:** 15,0 C och 2,0 m/s vindstyrka.
 Stabilitetsklass F (F - stabil skiktning) och 0 W/m² sol nstrålning.
- Åtgärder:** Inga.
- Beräkningar:** Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.
- Utsläppet:** Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.
 Ingen pöl bildas.
- Källstyrka:** 20 kg/s (beräknad)
- Varaktighet:** 16 minuter (beräknad)

Resultat Bfk

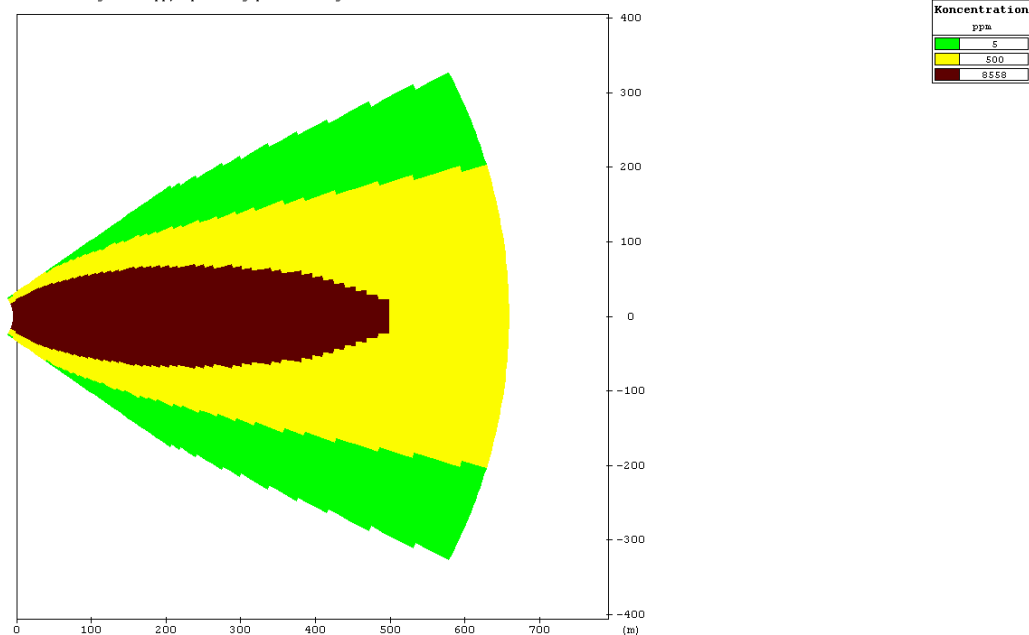
A1

Stort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.

Riskavstånd: 500 m

Plymvinkel: 35 ° (Erhålls genom att mäta i figur samt adderat till 5 ° pga svårt att mäta exakt, på detta sätt erhålls en konservativ plymvinkel.)

Kontinuerligt utsläpp, spridning på 1.5 m höjd.



Figur B1. Beräknat spridnings område enligt Bfk för scenario A1.

A2

Stort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.

Riskavstånd: 1400 m.

Plymvinkel: 40 °.

A3

Medelstort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.

Riskavstånd: 270 m.

Plymvinkel: 35 °.

A4

Medelstort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.

Riskavstånd: 780 m.

Plymvinkel: 40 °.

A5

Litet kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.

Riskavstånd: 120 m.

Plymvinkel: 35 °.

A6

Litet kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.

Riskavstånd: 370 m.

Plymvinkel: 40 °.

Klass3 - brännbar vätska (bensin)

Nedan redovisas konsekvenserna av olycka med utsläpp av bensin. Fyra stycken olika utsläppsmängder har beräknats. Beräkningarna som redovisas nedan följer beräkningsmetodik i handbok från Fischer m.fl. (1998) /3/ och Enclosure fire dynamics /8/.

- Riskavståndet är det avstånd där strålningen är 10 kW/m². Inom riskavståndet antas 100 % omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga.
- Ett utsläpp antas leda till att en pöl med bensin bildas och antänds.
- Flammans diameter antas vara lika med den bildade pölens diameter.

Utsläppsberäkningar

Hur stor branden blir är beroende av bensinens avbrinningshastighet,

$$\dot{m}_b = 0,048 \text{ kg} / \text{m}^2 \text{ s}.$$

Avbrinningshastigheten beror av hur stor ytan på branden är.

Brandens yta beror i sin tur på ett antal olika faktorer som markförhållanden, utsläppsmängd etc.

Max effektutveckling från branden kan bestämmas enligt uttrycket:

$$Q = \Delta H_c * \dot{m}_b * A * X$$

$$\Delta H_c = 43,7 \text{ MJ} / \text{m}^2$$

$$X = 0,7$$

Flammans höjd H_f kan vidare bestämmas med hjälp av följande uttryck:

$$H_f = 0,235 * Q^{\frac{2}{5}} - 1,02 * D$$

Den avgivna strålningen från branden beräknas enligt Stefan Boltzmans lag med:

$$P_s = \sigma * T^4$$

$$P_s = \text{utstrålad effekt (W/m}^2\text{)}$$

$$\sigma = 5,67 * 10^{-8} \text{ (Wm}^{-2} \text{K}^{-4}\text{)}$$

T= uppgår som mest till cirka 1173K vid oljebränder.

emissiviteten, ε (0,7) hos kroppen och ger då den verkliga strålningen P.

$$P = P_s * \varepsilon$$

När strålningen faller från en yta A_1 på en annan yta A_2 utgörs den infallande delen av strålning P_{in} (om man bortser från strålningsreduktioner i atmosfären) av:

$$P_{in} = P * F_{12}$$

Där F_{12} är den s.k. synfaktorn mellan A_1 och A_2 .

Synfaktorn mellan en cylinder och ett vertikalt bestrålat plan beläget på avståndet x [m] från axeln på cylindern, och där cylinderns radie är r [m] och höjden h [m] kan beräknas som:

$$F_{12} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{x_r} \tan^{-1} \left(\frac{h_r}{\sqrt{x_r^2 - 1}} \right) + \frac{h_r}{x_r \sqrt{AB}} \left[\tan^{-1} \sqrt{\frac{A-1}{A+1}} - \tan^{-1} \sqrt{\frac{B-1}{B+1}} \right] \right)$$

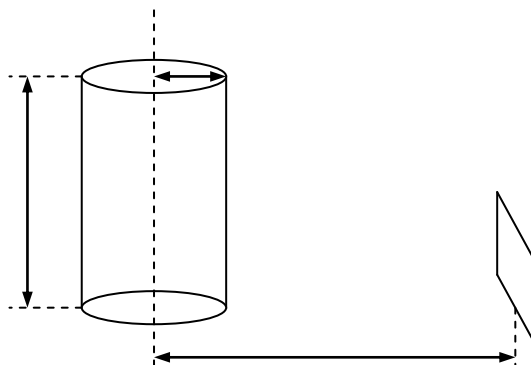
Med:

$$A = \left(\sqrt{x_r^2 + 1} + h_r \right)^2$$

$$B = \left(\sqrt{x_r^2 + 1} - h_r \right)^2$$

$$h_r = h / r$$

$$x_r = x / r$$



Med ovanstående värden har olika strålningen på olika avstånd från utsläppets centrum beräknats. Värdena redovisas i diagrammet nedan.

Bensin

B1- Momentant utsläpp av bensintank

Pöldiameter = 16 m

Flamhöjd = 19,3

B2- Kontinuerligt stort utsläpp av bensin

Pöldiameter = 11 m

Flamhöjd = 14,9 m

B3- Kontinuerligt medelstort utsläpp av bensin

Pöldiameter = 8 m

Flamhöjd = 11,9 m

Flamtemperatur = 1175 K

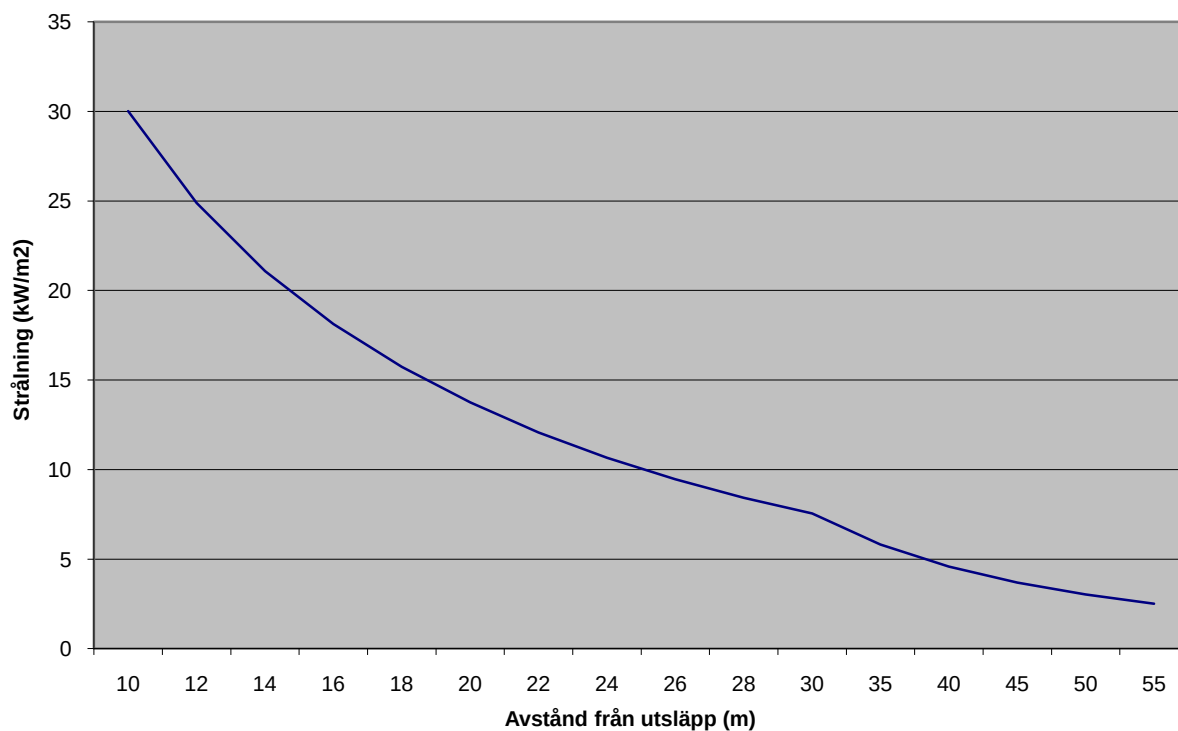
B4- Kontinuerligt litet utsläpp av bensin

Pöldiameter = 4,4 m

Flamhöjd = 7,9 m

Sluthändelse B1

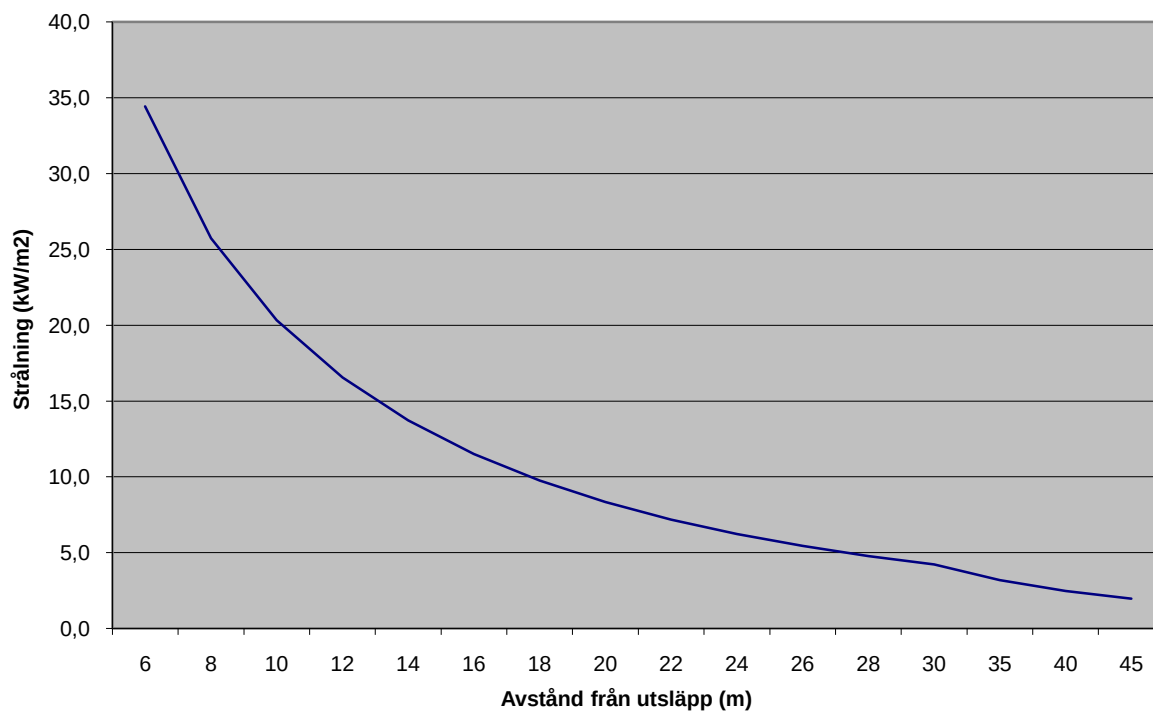
Strålning som funktion av avstånd



Figur B2. Strålningen mot en punkt på olika avstånd från en bensinbrand med en pöldiameter på 16 meter.

Sluthändelse B2

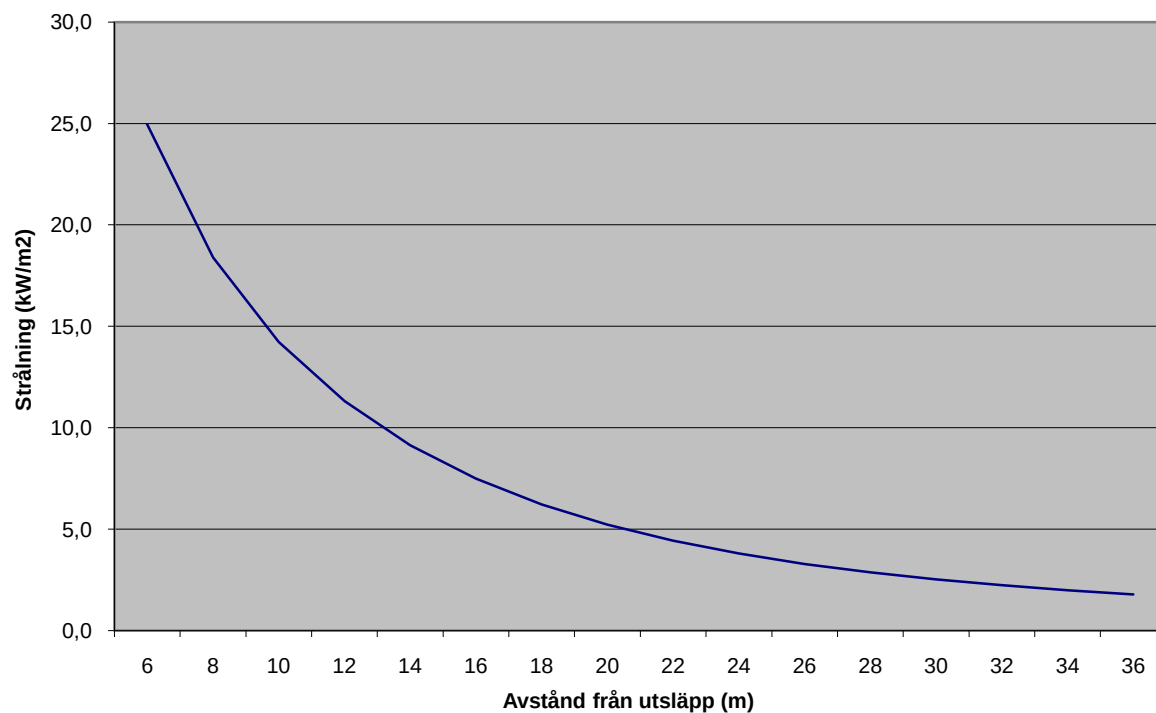
Strålning som funktion av avstånd



Figur B3. Strålningen mot en punkt på olika avstånd från en bensinbrand med en pöldiameter på 11 meter.

Sluthändelse B3

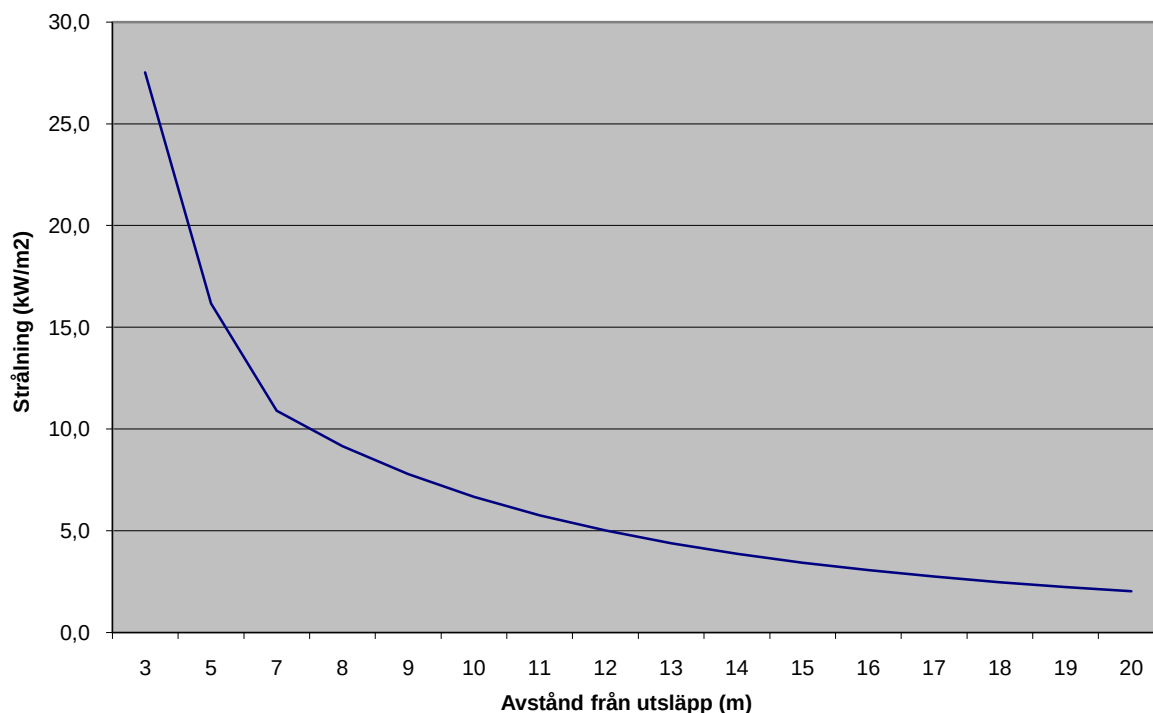
Strålning som funktion av avstånd



Figur B4. Strålningen mot en punkt på olika avstånd från en bensinbrand med en pöldiameter på 8 meter.

Sluthändelse B4

Strålning som funktion av avstånd



Figur B5. Strålningen mot en punkt på olika avstånd från en bensinbrand med en pöldiameter på 4,4 meter.

Bensin

Beräkningar har utförts med hjälp av Fischer m.fl. (1998). Riskavståndet är det avstånd där strålningen är 10 kW/m^2 . Inom riskavståndet antas 100 % omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga.

Tabell B1. Beräknade riskavstånd för dödsfall för de olika scenarierna.

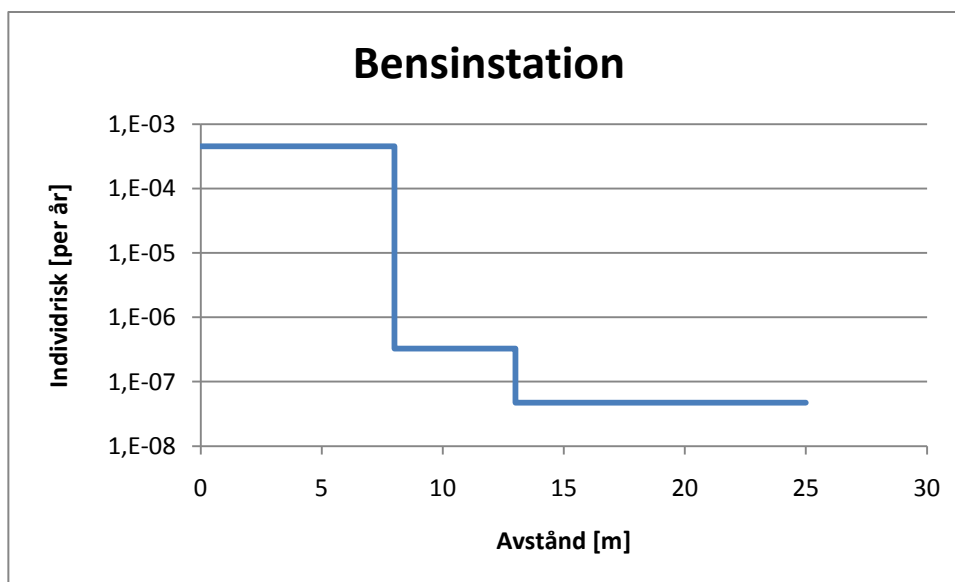
Scenario	Riskavstånd från pölens centrum [m]	Spridningsvinkel
B1	25	360
B2	18	360
B3	13	360
B4	7	360

Bilaga C – Beräkning av individrisk

C.1 – Bensinstationen

Tabell C1 Individriskbidrag, Bensinstation

Scenario	Riskavstånd [m]	Spridnings- vinkel [°]	Individrisk- bidrag	Individrisk [per år]
BS3	25	360	$4,7 \cdot 10^{-8}$	$4,7 \cdot 10^{-8}$
BS2	13	360	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$3,27 \cdot 10^{-7}$
BS1	8	360	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$



Figur C1 Individrisk på olika avstånd från bensinstation.

C.2 – Farligt gods på väg

Individriskbidraget för respektive scenario. Då individrisken ska beräknas utmed en vägsträcka kan nedanstående ekvation användas.

$$\frac{X}{r} = \frac{L}{a} \cdot \sqrt{f}$$

X är spridningsvinkeln (360 för pölbränder explosioner etc.)

f är frekvensen för respektive scenario.

r är riskavståndet.

a är avståndet från utsläppskällan.

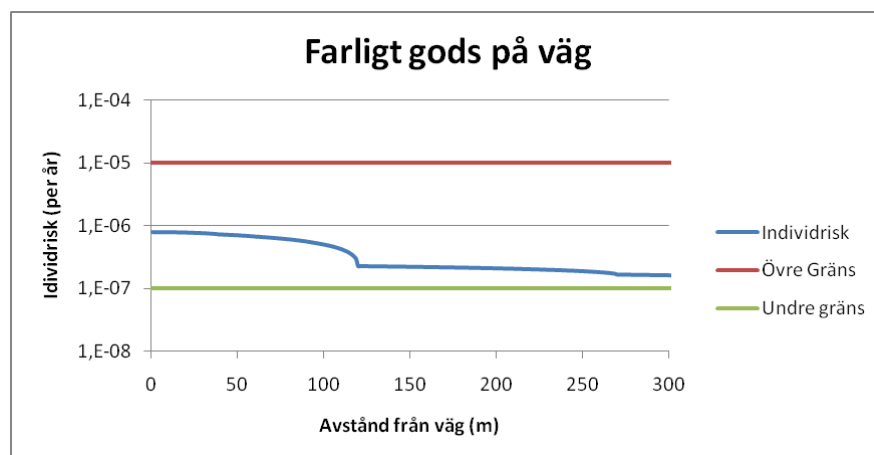
L är sträckan för vilken frekvensen beräknats, exempelvis 1000 meter.

Individriskbidraget beräknas för respektive scenario och summeras.

Nedan i tabell C2 listas samtliga sluthändelser med dess frekvens, spridningsvinkel och riskavstånd.

Tabell C2, Riskavstånd, spridningsvinkel och frekvens för samtliga sluthändelser.

Scenario	Frekvens (per år)	Spridningsvinkel (α)	Riskavstånd (r)
E1	3,94E-13	360	60
G1	1,50E-09	360	131
G2	8,37E-09	360	59
G3	2,10E-10	360	40
G4	5,73E-08	30	128
G5	1,84E-08	360	93
G6	4,60E-08	360	94
G7	7,47E-08	25	73
G8	9,94E-08	360	61
G9	2,49E-08	360	61
G10	2,24E-07	20	37
G11	2,99E-07	360	39
G12	7,47E-08	360	41
A1	7,97E-07	35	500
A2	2,00E-07	40	1400
A3	9,96E-07	35	270
A4	2,49E-07	40	780
A5	2,99E-06	35	120
A6	7,47E-07	40	370
B1	1,20E-05	360	28
B2	1,97E-06	360	19
B3	5,98E-07	360	13
B4	5,98E-07	360	7
O1	7,47E-08	360	60



Figur C2 Individrisk på olika avstånd från vägen.

Bilaga D – Beräkning av samhällsrisk

Samhällsrisk har inte beräknats specifikt för de båda planområdena utan för området i stort. Beräkningarna återfinns i bilaga D.

Vid beräkningen av samhällsrisk bestäms antalet omkomna människor genom att arean av det exponerade området (begränsas av riskavståndet) multipliceras med persontätheten.

Antalet omkomna beräknas med:

—

N = antalet omkomna

r = riskavståndet i km

α = spridningsvinkeln

n = populationen (inv/km²)

Vid beräkningen av samhällsrisk har 20 % av befolkningen vistas utomhus (eller befinner sig inomhus men blir påverkade av olyckan genom öppna fönster, raserade väggar etc.) och 80 % inomhus.

Populationen som används i beräkningarna är 1211 inv/km².

I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till att det sannolikt inte vistas några personer i vägens absoluta närhet, eller att personer som befinner sig i skydd bakom byggnader etc. sannolikt inte blir påverkade av exempelvis strålningen från en pölbrand varför samhällsriskens överskattas. Ingen hänsyn har heller inte tagits till att populationen inom området varierar över dygnet.

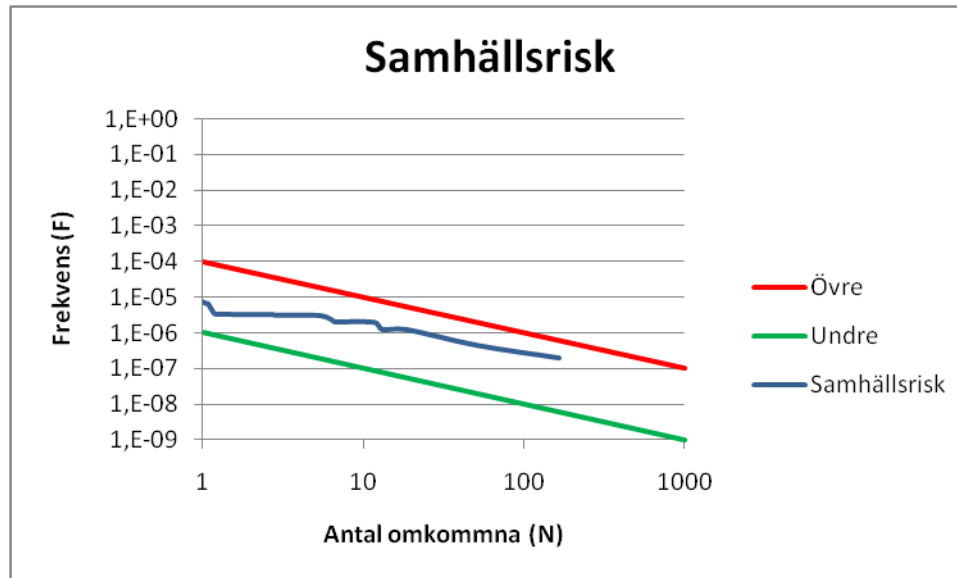
I tabellen D1 listas alla scenarier med antalet omkomna.

Tabell D1, Riskavstånd, spridningsvinkel och frekvens och antalet omkomna för samtliga sluthändelser.

Scenario	Frekvens (per år)	Spridningsvinkel (α)	Riskavstånd (r)	Antal omkomna (N)
E1	3,94E-13	360	60	3
G1	1,50E-09	360	131	13
G2	8,37E-09	360	59	3
G3	2,10E-10	360	40	1
G4	5,73E-08	30	128	1
G5	1,84E-08	360	93	7
G6	4,60E-08	360	94	7
G7	7,47E-08	25	73	0
G8	9,94E-08	360	61	3
G9	2,49E-08	360	61	3
G10	2,24E-07	20	37	0
G11	2,99E-07	360	39	1
G12	7,47E-08	360	41	1
A1	7,97E-07	35	500	18
A2	2,00E-07	40	1400	165
A3	9,96E-07	35	270	5
A4	2,49E-07	40	780	51
A5	2,99E-06	35	120	1
A6	7,47E-07	40	370	12
B1	1,20E-05	360	28	1
B2	1,97E-06	360	19	0
B3	5,98E-07	360	13	0
B4	5,98E-07	360	7	0
O1	7,47E-08	360	60	3

Maximalt antalet omkomna är 165 personer.

Samhällsrisk utmed väg E45 och väg 166 åskådliggörs i FN-diagrammet nedan.



Figur D1 Samhällsrisk invid väg E 45 och väg 166.