

KUNGSFORS RISKANALYS

**DEL AV SKENE 72:1 M.FL,
MARKS KOMMUN**

RISKBEDÖMNING TRANSPORT AV FARLIGT GODS

DETALJPLANEUTREDNING

Datum: 2020-04-17

Uppdragsansvarig: Daniel Wågberg - Brandingenjör
Handläggare: Andreas Stagnebo - Civilingenjör/brandingenjör

Åsboholmsgatan 6
504 51 Borås

Kungsgatan 48^B
411 15 Göteborg

Kungsgatan 20
302 45 Halmstad

Västerlånggatan 27
111 29 Stockholm

Kålgårdsbergsgatan 10
451 30 Uddevalla

Telefon vxl: 010-703 70 00

www.prevecon.se

Projektinformation

Uppdragsnummer:	20200158
Uppdragsnamn:	Kungsfors Riskanalys
Kommun:	Mark
Uppdragsgivare:	Kungsfors Köpcenter AB
Uppdragsgivarens ref:	Erik Andreassen

Organisation - Prevecon Brand & Riskkonsult AB

Uppdragsansvarig:

.....
Daniel Wågberg - Brandingenjör
Telefon: 010-703 70 12

Handläggare:

.....
Andreas Stagnebo - Civilingenjör/brandingenjör
Telefon: 010-703 70 27

Internkontroll:

.....
Dan Sylvén Cornelius - Civilingenjör/brandingenjör
Telefon: 010-703 70 16

Dokumenthistorik

0	2020-04-17		AS	DSC
Version	Datum	Anmärkning	Handläggare	Internkontroll

SAMMANFATTNING

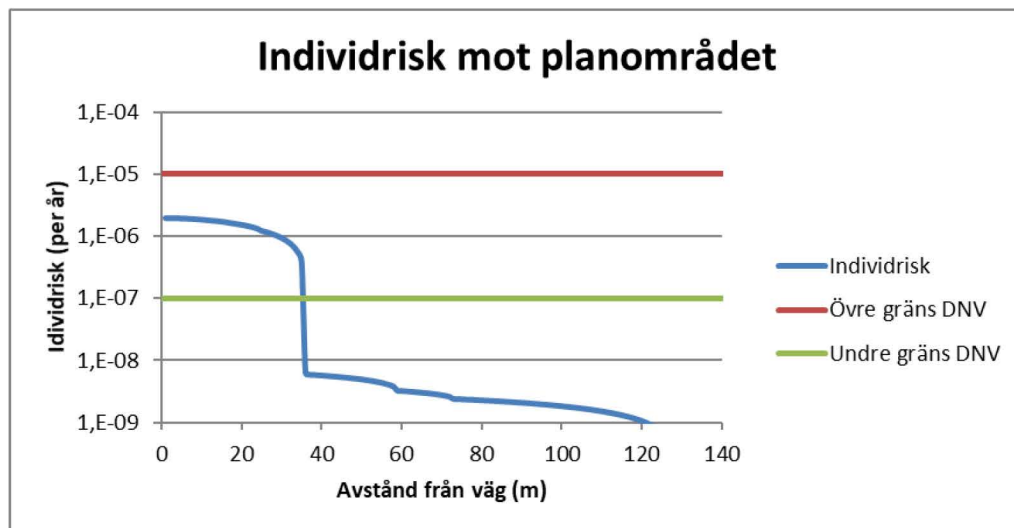
Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Kungsfors Köpcenter AB utfört en riskbedömning i samband med framtagandet av ny detaljplan för del av Skene 72:1 med flera inom Marks Kommun.

Planförslaget föreslår att fastigheterna ska få ändrad markanvändning för centrumändamål samt bostäder. I anslutning till berörda fastigheter löper Väg 156 som utgör sekundär transportled för farligt gods. Avståndet mellan planområdet och Väg 156 understiger 150 meter och således ska en riskbedömning genomföras. Som kortast uppgår avståndet till befintlig bebyggelse till 13 meter. Avstånd till planerat bostadsområde uppgår till minst 80 meter.

Riskbedömningen har utförts för att redovisa och värdera risker avseende transport av farligt gods på väg i enlighet med den uppdragsbeskrivning som beställaren har tillhandahållit. I riskbedömningen ges förslag på riskreducerande åtgärder om sådana krävs med hänsyn till den risknivå som föreligger.

Trafikinformation för Väg 156 har erhållits ur statistik från Trafikverket samt Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap. Information rörandes mängden samt fördelningen av transporter med farligt gods har erhållits ur tidigare genomförda riskanalyser för området.

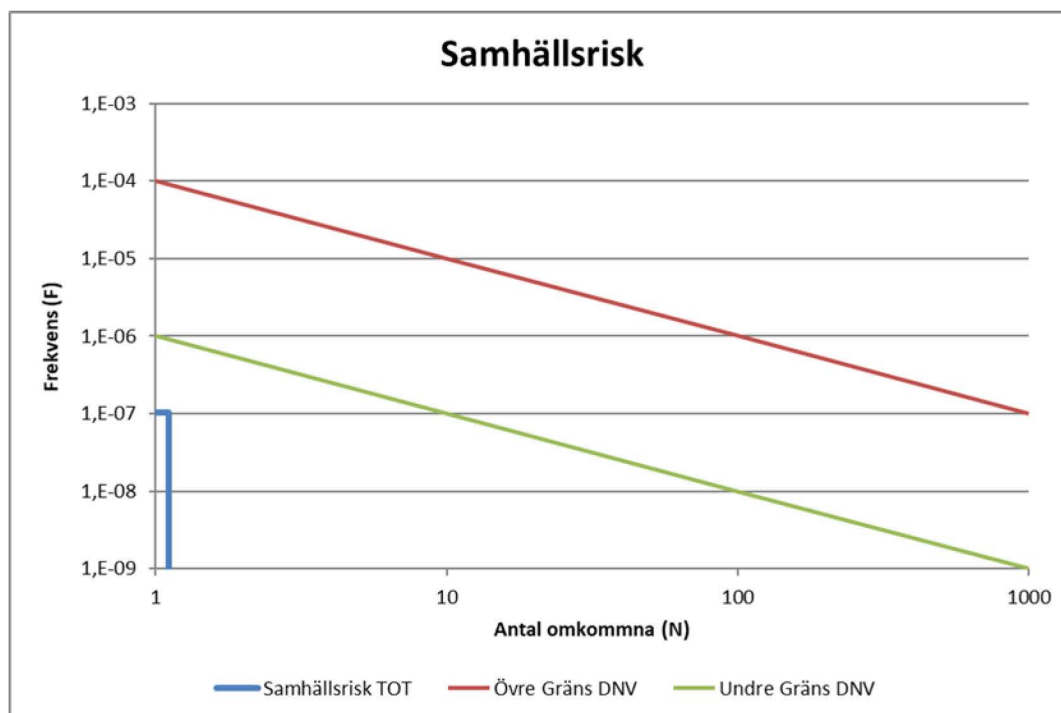
I figur s.1. åskådliggörs individrisken mot området.



Figur s.1. Individrisk från väg 156.

Det framgår ur diagrammet att individrisken inledningsvis befinner sig inom ALARP-området för att därefter sjunka ner under den undre gränsen för området.

Den beräknade samhällsriskens redovisas i figur s.2.



Figur s.2. Samhällsrisk för området som innefattar de berörda fastigheterna.

Samhällsriskens för området befinner sig fullständigt under ALARP-områdets undre gräns. Samhällsriskens får därmed betraktas som acceptabel utan att några riskreducerande åtgärder vidtas.

Med hänsyn till den totala risknivån från vägen bedömer Prevecon att bebyggelse inom berörda fastigheter är möjlig med hänsyn till de åtgärder som föreslagits i avsnitt 12, vilka även återges nedan. Vid framtagandet av åtgärderna har hänsyn tagits till den totala riskbilden samt vilka olycksscenarioer som bidrar mest (vilket framgår i avsnitt 9).

0-15 meter från Väg 156

- Bebyggelsefritt område, befintliga byggnader kan bibehållas och användas för avsedd användning.
- Personalparkering kan accepteras.

0-36 meter från Väg 156

- Fasad mot Väg 156 utförs med obrännbara material alternativt med brandteknisk klass EI 30.
- Fönster i fasad mot Väg 156 utförs med brandteknisk klass EW 30. Fönster mer än 36 meter från väg erfordrar ej brandteknisk klass.
- Utrymning ska kunna ske i riktning från Väg 156.
- Stadigvarande vistelse utomhus accepteras i viss mån, se nedan.
- Entréer för besökande endast på sidan vänd bort från Väg 156.

- Parkering för besökande endast på sidan vänd bort från Väg 156.

Med ovanstående åtgärder begränsas konsekvensen av värmestrålning på byggnad. Åtgärderna rekommenderas utifrån figurer i avsnitt 9 där det framgår att olyckor med brandfarlig vätska medför störst påverkan på området. Dessutom ska utrymmande personer ej mötas av hög värmestrålning och utrymningsvägar ska ej bli blockerade.

Angående stadigvarande vistelse utomhus kan detta accepteras under förutsättning att det finns skyddsbarriär mellan Väg 156 och avsett område. Skyddsbarriär kan utgöras av befintlig vegetation och vall. Detta motiveras med att det framförallt är olyckor som avger hög värmestrålning som står för individriskbidraget från Väg 156. Med en skyddsbarriär reduceras den omedelbara konsekvensen från olyckor med hög infallande värmestrålning mot personer som befinner sig utomhus.

Då aktuell vägsträcka utgör sekundär transportled för farligt gods bedömer Prevecon att åtgärder på fasad och fönster endast behöver beaktas i samband med framtida ändrings- och ombyggnadsarbeten inom byggnaderna.

För avstånd över 36 meter från Väg 156 är den aktuella individrisken på nivåer under ALARP-områdets undre gräns. Från detta avstånd betraktas risken som acceptabel och vidare åtgärder erfordras ej.

INNEHÅLL

Sammanfattning	3
1 Inledning	8
1.1 Uppdragsbeskrivning	8
1.2 Syfte	8
1.3 Bakgrund till uppdraget	8
1.4 Avgränsningar	8
1.5 Målgrupp	8
1.6 Begrepp och definitioner	9
2 Lagar och riktlinjer	10
2.1 Skyddsavstånd transportled för farligt gods	10
2.2 Övriga lagar och riktlinjer	14
2.3 Jämförelse med studerat område	14
3 Transport av farlig gods	16
3.1 Allmänt om konsekvenser till följd av vådautsläpp	16
3.1.1 Klass 2 – Gaser	17
3.1.2 Klass 3 – Brandfarliga vätskor	18
4 Arbetsmetod	19
4.1 Övergripande om metod för riskhanteringsprocessen	19
4.2 Arbetsmetod för denna analys	20
4.3 Val av acceptanskriterier	21
5 Förutsättningar	24
5.1 Områdesbeskrivning	24
5.2 Trafikinformation Väg 156	26
5.3 Väderförhållanden	26
5.4 Befolkningstäthet	27
6 Riskidentifiering	29
6.1 Farligt godsolycka	29
6.2 Dimensionerande olyckshändelser	29
7 Bedömning av sannolikheter och frekvenser	31
7.1 Väg 156	31
8 Konsekvensberäkningar	32
9 Riskmått	34
9.1 Individrisk	34
9.2 Samhällsrisk	36

10	Känslighetsanalys	37
11	Riskvärdering	40
12	Rekommenderade riskreducerande åtgärder	41
13	Värdering av osäkerheter	43
14	Slutsatser	45
15	Referenser	46
	Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar	48
	Bilaga B – Konsekvensberäkningar	54
	Bilaga C – Beräkning av individrisk	58
	Bilaga D – Beräkning av samhällsrisk	59

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 8 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS	Uppdragsnummer 20180580	
	DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN	Handläggare Andreas Stagnebo	
	RISKBEDÖMNING	Datum 2020-04-17	Revidering

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAGSBESKRIVNING

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Kungsfors Köpcenter AB utfört en riskbedömning avseende ändrad användning av mark till Centrumändamål inom del av Skene 72:1 m.fl.

1.2 SYFTE

Riskbedömningen har utförts för att redovisa och värdera risker avseende transport av farligt gods på väg. I riskbedömningen ges förslag på riskreducerande åtgärder om sådana krävs med hänsyn till den risknivå som föreligger.

1.3 BAKGRUND TILL UPPDRAGET

I samband med förslag till ny detaljplan för del av Skene 72:1 m.fl. föreslås bland annat bostadsbebyggelse samt ändrad användning av mark till centrumändamål. Fastigheten gränsar i väster till Väg 156.

Då väg 156 utgör sekundärled för transporter av farligt gods och avstånd mellan vägen och berörd fastighet understiger 150 meter ska en riskbedömning genomföras.

1.4 AVGRÄNSNINGAR

Uppdraget avser att studera de risker som innefattar olyckor med farligt gods som genereras av Väg 156. Risker i form av påkörningsrisker omfattas endast kortfattat.

Endast konsekvenser där människor omkommer hanteras i riskanalysen. Övriga risker som kan påverka personers hälsa, exempelvis buller, vibrationer etc. har exkluderats. Därtill omfattas ej olyckshändelser där långvarig exponering krävs för att ge upphov till negativa konsekvenser.

1.5 MÅLGRUPP

Målgruppen för denna rapport är företräddelsevis beställare, Kungsfors Köpcenter AB. Rapporten är framtagen under förutsättning att läsaren besitter vissa grundkunskaper om riskbedömning.

1.6 BEGREPP OCH DEFINITIONER

I detta avsnitt beskrivs begrepp och definitioner. Begrepp som berör de olika arbetsmomenten i denna rapport, t.ex. riskanalys och riskbedömning, hanteras i avsnitt 4.

Risk

Risk kan definieras som en sammanvägning av sannolikheten för att en händelse ska inträffa samt de negativa konsekvenser händelsen kan leda till [1].

Individrisk

Individrisk är ett riskmått där sannolikheten för att en viss individ omkommer under en tidsperiod, ofta ett år, beskrivs. 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 [1]. I denna rapport är det den platsspecifika risken som beräknas.

Samhällsrisk

Samhällsrisk är ett riskmått som inkluderar risker för alla personer som utsätts för en risk, och är i hög grad beroende av persontätheten. Syftet med samhällsrisk är att beskriva hur riskbilden ser ut inom ett större område d.v.s. beskriva hur sannolikt det är med olyckor där konsekvensen blir att många omkommer [1]. Samhällsrisk anges i frekvens (antal händelser per år) och konsekvens (antal omkomna). Samhällsrisk kan uttryckas med hjälp av FN-diagram.

Acceptanskriterier

Acceptanskriterier används för att bedöma om risken är acceptabel eller ej. Det finns både kvalitativa och kvantitativa kriterier för både individrisk och samhällsrisk [1]. I riskbedömningar används dock allt som oftast kvantitativa kriterier för att kunna jämföra risknivåer och åtgärdsförslag.

Farligt godsolycka

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

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

Riskavstånd

Avstånd från riskkällan till område där människor ej bedöms påverkas av risken.

2 LAGAR OCH RIKTLINJER

Nedan beskrivs övergripande de lagar och riktlinjer som normalt tillämpas vid riskhantering vid farligt gods vid planärenden.

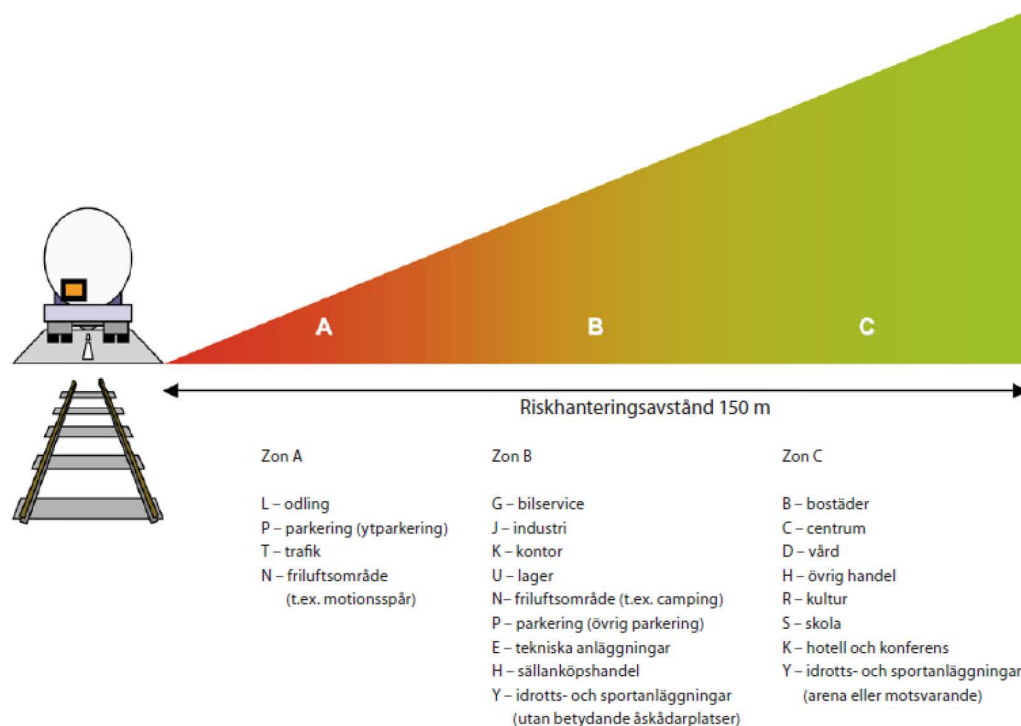
Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) med tillhörande förordning reglerar de krav som ställs vid planläggning av mark och vatten och om byggande. Plan- och bygglagen (PBL) ställer inga direkta krav på att en riskbedömning ska genomföras, dock ställs krav på att en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människor i dagens samhälle och för kommande generationer ska främjas, vilket i praktiken medför att en riskbedömning måste göras vid planläggning. Även miljöbalken (SFS 1998:808) berör en hållbar utveckling för människors hälsa.

2.1 SKYDDSAVSTÅND TRANSPORTLED FÖR FARLIGT GODS

Utöver lagar ger landets Länsstyrelser ut riktlinjer för att mer detaljerat beskriva hur och när riskanalyser och riskbedömningar bör genomföras. Vanligtvis används de rekommendationer som Länsstyrelserna i Stockholms län, Skåne län och Västra Götalands län har upprättat. Avsteg från rekommendationerna gällande skyddsavstånd kan allt som oftast göras med en utförlig riskanalys som grund. Det bör dock poängteras att Länsstyrelsen i Stockholms län har givit ut nya riktlinjer, se längre ner i detta avsnitt, där länsstyrelsen ger indikationer på vilka skyddsavstånd och riskreducerande åtgärder som minst är nödvändiga oberoende av rådande risknivå utmed transportleder för farligt gods.

Riskpolicy i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län

Policyn grundar sig på plan- och bygglagen (SFS 2010:900) samt miljöbalken (SFS 1998:808) och berör hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas för detaljplaner i närheten av transportleder för farligt gods. Inom 150 meters avstånd från transportleder för farligt gods bör riskhanteringsprocessen beaktas [2]. Därtill har Länsstyrelserna tagit fram förslag på markanvändning inom detta avstånd, se Figur 1.



Figur 1. Zonindelning enligt Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands läns [2].

Västra Götalands län

Göteborgs stad har tagit fram en översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn transporter av farligt gods [3]. Översiktsplanen har i praktiken kommit att bli vägledande rekommendationer för Västra Götalands län. Rekommenderade skyddsavstånd ges i Tabell 1.

Tabell 1. Rekommenderade skyddsavstånd från väg enligt Göteborgs stad.

Riskkälla	Typ av bebyggelse	Avstånd
Vägar med transport av farligt gods	Byggnadsfritt	0-30 m
	Vissa verksamheter där personer endast vistas tillfälligt, t.ex. parkeringsdäck	30-50 m
	Tät kontorsbebyggelse	50 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	100 m
	Personintensiva verksamheter	75 m

Skåne län

Skåne län har tagit fram tre olika vägledningar som utgör riktlinjer för riskhantering inom aktuellt område. Två av vägledningarna baseras på kvantitativa riskanalyser

medan en av vägledningarna i mångt och mycket följer de skyddsavstånd som rekommenderas i riktlinjen [4]. Skyddsavstånden återges i Tabell 2.

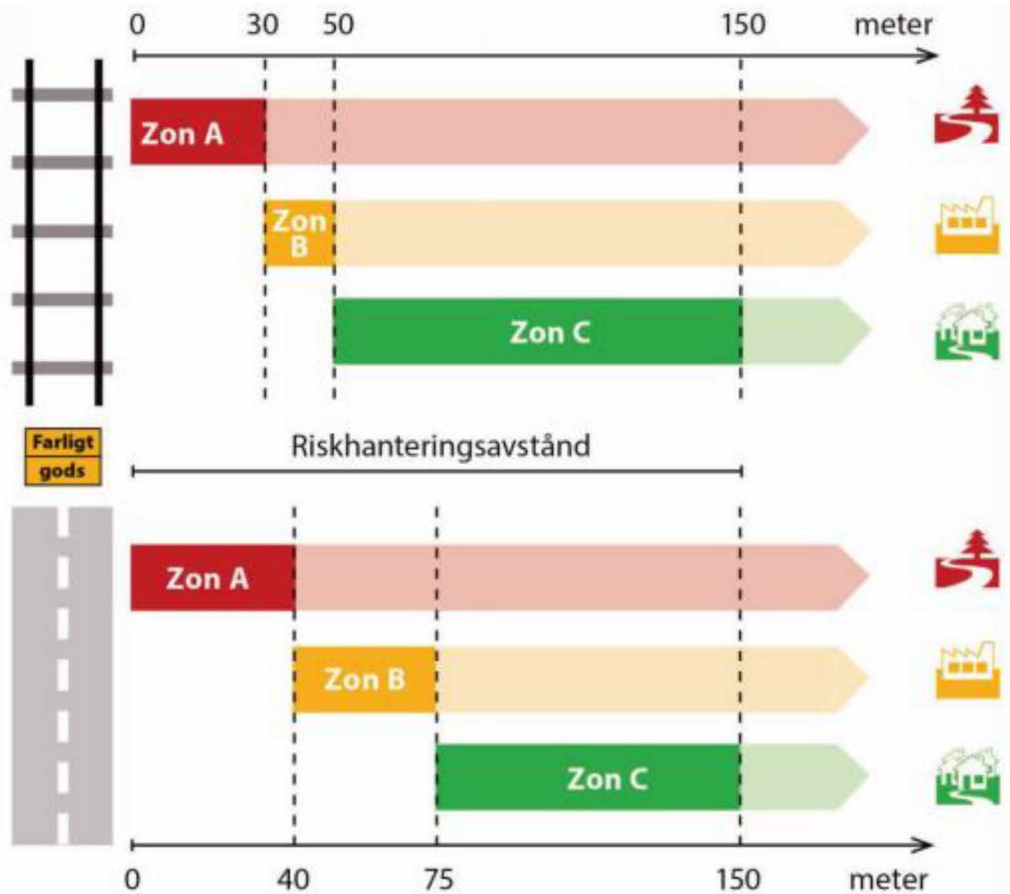
Tabell 2. Rekommenderade skyddsavstånd enligt Skåne län.

Riskkälla	Typ av bebyggelse	Avstånd
Transport av farligt gods	Byggnadsfritt	0-30 m
	Industri, lager samt bilservice	30 m
	Bostäder (småhusbebyggelse), centrum, kontor (dock ej hotell) samt idrott-s och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats).	70 m
	Vård, skola, bostäder (tät flerbostadsbebyggelse) samt kontor (inklusive hotell och konferens).	150 m

Stockholms län

Länsstyrelsen i Stockholm län har gett ut riktlinjer för riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer [5]. Riktlinjerna anger rekommenderade skyddsavstånd mellan riskkällor och olika typer av bebyggelse. Skyddsavstånden skiljer sig endast marginellt från de riktlinjer som Skåne län [4] och Västra Götalands län [3] har gett ut.

Länsstyrelsen i Stockholm har även gett ut riktlinjer för planläggning intill vägar där det transporteras farligt gods [6]. Riktlinjerna tydliggör hur Länsstyrelsen i Stockholms län bedömer risker vid granskning av detalj- och översiktsplaner och är en uppdatering gällande skyddsavstånd och riskreducerande åtgärder. Rekommenderad markanvändning och skyddsavstånd återges i Figur 2.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad)	E – tekniska anläggningar	B – bostäder
L – odling och djurhållning	G – drivmedelsförsörjning (bemannad)	C – centrum
P – parkering (ytparkering)	J – industri	D – vård
T – trafik	K – kontor	H – detaljhandel
	N – friluftsliv och camping	O – tillfällig vistelse
	P – parkering (övrig parkering)	R – besöksanläggningar
	Z – verksamheter	S – skola

Figur 2. Rekommenderad markanvändning och skyddsavstånden enligt Länsstyrelsen i Stockholms län [6].

Länsstyrelsen anser att skyddsavstånd är att föredra framför andra riskreducerande åtgärder och vid korta avstånd läggs större vikt vid eventuella konsekvenser av en olycka med farligt gods än sannolikheten att en sådan olycka inträffar. Rekommendationen för drivmedelsförsörjning i zon A gäller endast för vägar.

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 14 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

Intill primära leder för farlig gods rekommenderar Länsstyrelsen att ett bebyggelsefritt område på minst 25 meter från vägen upprättas. Inom 30 meter anges ett antal riskreducerande åtgärder för olika verksamheter:

För markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K) gäller att:

- glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.

För markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K), drivmedelsförsörjning (G), Industri (J) och verksamheter (Z) gäller att:

- fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI 30.
- friskluftsintag ska riktas bort från vägen.
- det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt.

För sekundära transportleder anger Länsstyrelsen att det är svårare att ge en generell vägledning eftersom riskbilden kan variera mellan olika vägar med hänsyn till vilka konsekvenser och sannolikheter som kan förväntas. Markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K) ska för de flesta sekundära leder uppföras med 25 meter till vägen. Det kan dock vara möjligt att bygga närmare en sekundär led men sannolikt ej mindre än 15-20 meter.

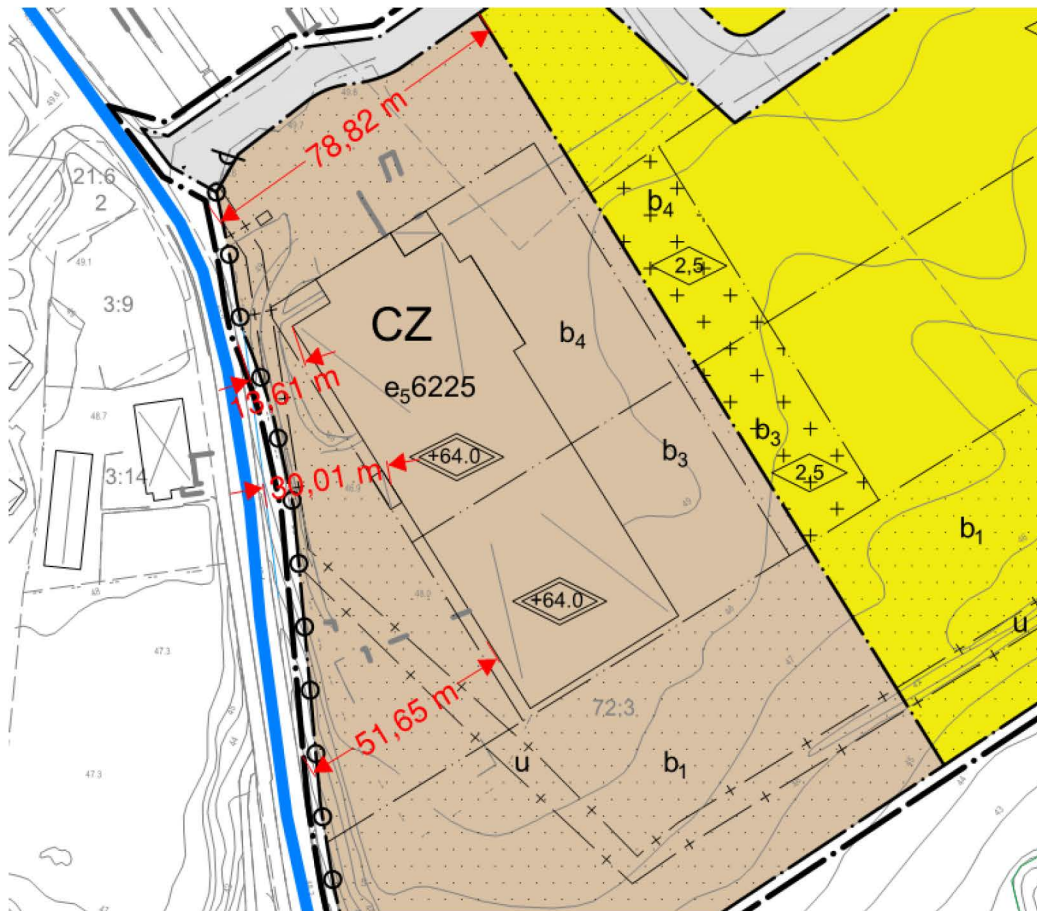
Länsstyrelsen anger dessutom att riskutredningar ska utreda eventuellt behov av riskreducerande åtgärder utöver de krav som länsstyrelsen anger.

2.2 ÖVRIGA LAGAR OCH RIKTLINJER

Förutom ovanstående lagar, riktlinjer och rekommendationer förekommer ett antal lagar och föreskrifter som kan vara relevanta för markanvändning och planärenden med hänsyn till människors säkerhet och hälsa. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ger till exempel ut föreskrifter angående hantering och förvaring av brandfarliga varor.

2.3 JÄMFÖRELSE MED STUDERAT OMRÅDE

I underlaget som Prevecon erhållit (plankarta) uppgår kortaste avstånd mellan väg 156 och befintlig byggnad till ca 13 meter. Avstånd till föreslagen bostadsbebyggelse uppgår till ca 78 meter. Avstånd framgår i Figur 3 nedan. Enligt de rekommendationer som Länsstyrelserna har upprättat krävs således att risknivån utreds.



Figur 3 Del av plankarta med avstånd mellan väg och befintlig samt planlagd bebyggelse.

3 TRANSPORT AV FARLIG GODS

Farligt gods delas in i nio olika klasser beroende på vilka egenskaper ämnet har. De olika klasserna och exempel på ämnen redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Indelning av farligt gods i olika klasser.

Klass	Ämne	Exempel
1	Explosiva ämnen och föremål.	Sprängämnen, tändmedel, ammunition.
2	Brännbara gaser och giftiga gaser.	Gasol, vätgas, klor, ammoniak.
3	Brandfarliga vätskor.	Bensin, dieselolja, eldningsolja.
4	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, fasta okänsliggjorda explosiva ämnen, självantändande ämnen och Ämnen som utvecklar brandfarliga gaser vid kontakt med vatten.	Metallpulver, karbid, fosfor.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider.	Natriumklorat, väteperoxid.
6	Giftiga ämnen och smittförande ämnen.	Arsenik, bly, kvicksilver, cyanid.
7	Radioaktiva ämnen.	
8	Frätande ämnen.	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid.
9	Övriga farliga ämnen och föremål.	Asbest, gödningsämnen.

3.1 ALLMÄNT OM KONSEKVENSER TILL FÖLJD AV VÅDAUTSLÄPP

Vid en farligt godsolycka är det främst ämnen i 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.

Enligt ovanstående resonemang redovisas nedan vilka konsekvenser för människor som olyckor med farligt gods i klass 2 och 3 kan leda till.

3.1.1 KLASS 2 – GASER

För att transportera och förvara gas med så liten volym som möjligt kan gasen trycksättas 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.

Brännbara gaser

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.
- Om utsläppet inte antänds direkt kan gasolen bilda ett brännbart gasmoln som kan antändas i ett senare skede. Gasmolnets storlek beror på läckagestorlek och vindhastigheten samt om utsläppet sker i gasfas, nära vätskeytan eller i vätskefas. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan i tanken, vilket innebär att utsläppet både innehåller vätska och gas. I analysen antas att utsläppet sker nära vätskeytan.

- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). En BLEVE kan uppstå om en behållare med gasol utsätts för brand. Trycket inne i 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.

3.1.2 KLASS 3 – BRANDFARLIGA VÄTSKOR

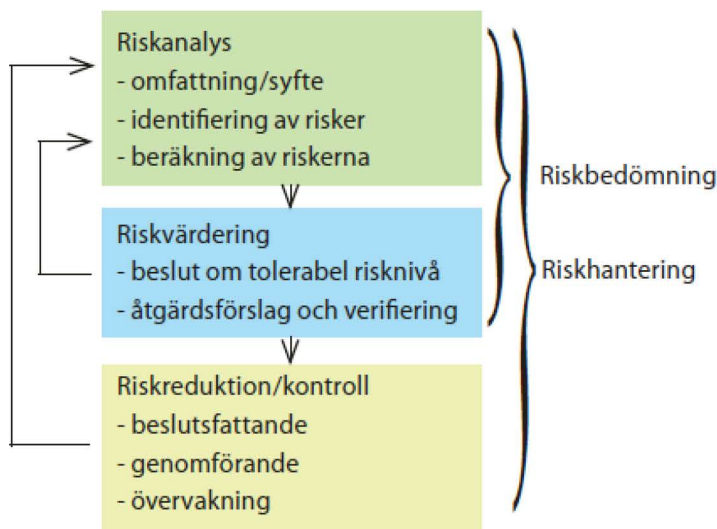
Vid ett utsläpp av en brandfarlig vätska bildas det en pöl som kan antändas. Värmestrålningen från pölbranden kan orsaka konsekvenser på människor som befinner sig i närhet av branden. Värmestrålningen beror på pölens area. För att förebygga personskador till följd av pölbrand bör hinder finnas som hindrar 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.

4 ARBETSMETOD

Mot den uppdragsbeskrivning som redovisas i avsnitt 1.3 ges i detta avsnitt övergripande information om riskhanteringsprocessen som följs av arbetsmetoden för denna rapport. Arbetsmetoden tas även fram utifrån de lagar och riktlinjer som anges i avsnitt 2.

4.1 ÖVERGRIPANDE OM METOD FÖR RISKHANTERINGSPROCESSEN

Riskhantering är en kontinuerlig process där återkoppling sker mellan processens ingående delar. Från det att risker identifieras ska beslut om eventuella riskreducerande åtgärder fattas. Processen är i mångt och mycket ett iterativt tillvägagångssätt för att rimliga åtgärder ska vidtas. Processen och delas in i tre delar enligt Figur 4.



Figur 4. Riskhanteringsprocessen tre delar [2].

Den första delen består av en **riskanalys** där analysens omfattning och syfte beskrivs. Utifrån det kan en riskinventering göras där risker för det aktuella området identifieras. När risker har identifierats beräknas risken genom att sannolikhet/frekvens och konsekvens sammanvägs. Därefter tar del två vid.

Riskvärdering innebär att den beräknade risken i riskanalysen jämförs med acceptanskriterier för att avgöra om risken är acceptabel eller ej. Om risken ej är acceptabel tas förslag på riskreducerande åtgärder fram. Tillsammans utgör riskanalys och riskvärdering en **riskbedömning** som utgör beslutsunderlag till den tredje delen av riskhanteringsprocessen; **riskreduktion/kontroll**. Denna del omfattar beslutsfattande, genomförande av eventuella åtgärder samt kontroll och återkoppling gentemot riskanalysens syfte [2].

4.2 ARBETSMETOD FÖR DENNA ANALYS

Utifrån det som beskrivits i avsnitt 4.1 består denna riskbedömning av följande arbetsmoment:

Förutsättningar

För att utföra en kvantitativ riskanalys krävs följande information:

- Områdesorientering, exempelvis topografi, byggnader, natur, geografisk placering, etc.
- Inventering av antalet tågtransporter samt transporterade mängder farligt gods. Om inventering ej ger tillräckligt underlag kompletteras transportstatistiken med riskvärdering.
- 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.

Riskidentifiering

En riskinventering genomförs där oönskade händelser som kan påverka personer i aktuellt område identifieras. Identifieringen mynnar ut i val av dimensionerande olycksscenarioer med hänsyn till de riskkällor som finns inom aktuellt område.

Bedömning av sannolikheter och frekvenser

Beräkning av sannolikheter och frekvenser för de dimensionerande olycksscenarioerna som medför negativ påverkan på personer i området. Olycksfrekvenser för vägtrafik är hämtas bland annat från rapporter utgivna av Väg- och transportforskningsinstitutet [7] sam Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) [8].

Bedömning av konsekvenser

För respektive dimensionerande olycksscenarioer utförs konsekvensberäkningar med handberäkningar samt med hjälp av datorprogrammen Gasol, utvecklat vid Lunds Universitet för Räddningsverket, och BfK – Beräkningsmodell för Kemikalieexponering, utvecklat vid försvarets forskningsinstitut. Konsekvensberäkningarna renderar i riskavstånd.

Riskberäkningar

Sannolikheter och frekvenser vägs samman med konsekvensberäkningarna och ger ett riskmått (t.ex. individrisk och samhällsrisk). I denna analys beräknas både individrisk och samhällsrisk.

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 21 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS	Uppdragsnummer 20180580	
	DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN	Handläggare Andreas Stagnebo	
	RISKBEDÖMNING	Datum 2020-04-17	Revidering

Känslighetsanalys

I känslighetsanalysen varierar indata för att ta reda på hur robust resultatet är i förhållande till förändrade förutsättningar, t.ex. kan mängden transporterat gods regleras för framtida ökning/minskning, vilket då leder till en annorlunda risknivå än då grundindatan används.

Riskvärdering

De framräknade riskmåttin inom området jämförs mot kriterier för att översätta numeriska värden till värdebedömningar, de så kallade acceptanskriterierna, för att bedöma om risken inom området är acceptabel eller ej.

Riskreducerande åtgärder

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

Värdering av osäkerheter

Vid framtagandet av riskanalyser är det oundvikligt att all information inte är platsspecifik, att konsekvenser är svåra att uppskatta (skillnad mellan att skadas eller omkomma som exempel), d.v.s. antaganden måste göras. I detta avsnitt värderas därmed de osäkerheter som uppstår då antaganden görs samt begränsningar i beräkningar.

4.3 VAL AV ACCEPTANSKRITERIER

Acceptanskriterier används för att kontrollera om den beräknade risken är acceptabel eller ej. I Sverige finns det inga uttalande acceptanskriterier som bör tillämpas vid riskanalyser. Däremot finns det ett antal praxis. Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) har tagit fram fyra övergripande principer för att bedöma risker [1]:

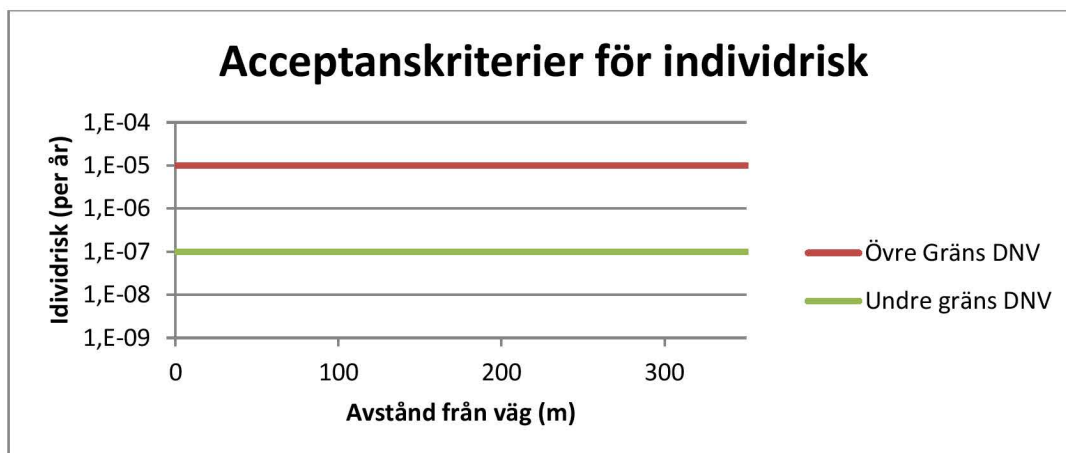
- **Rimlighetsprincipen:** Risken som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ska alltid åtgärdas.
- **Proportionalitetsprincipen:** De totala risker som en verksamhet medför bör vara proportionerliga med exempelvis de produkter och tjänster som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga resurser än i form av katastrofer.

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 22 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

I flera länder översätts acceptanskriterier till ett numeriskt värde; en övre nivå där riskerna ej kan anses vara acceptabla och en undre nivå där riskerna kan anses vara acceptabla. I Sverige finns inga fastställda numeriska värden men vanligen används de kriterier som tagits fram av DNV (Det Norske Veritas) [1]. För individrisken gäller följande för beräkning längs med en vägsträcka om 1 km:

- Risknivåer högre än 1×10^{-5} per år accepteras normalt ej.
- Risknivåer under 1×10^{-7} per år anses så låga att ytterligare riskreducerande åtgärder inte behöver värderas.
- Vid risknivåer mellan dessa gränser ska riskreducerande åtgärder värderas ur ett kostnads-/nyttaperspektiv. Rimliga åtgärder bör vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. Detta område kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable).

I Figur 5 visualiseras acceptanskriterierna risknivåer för individrisk.



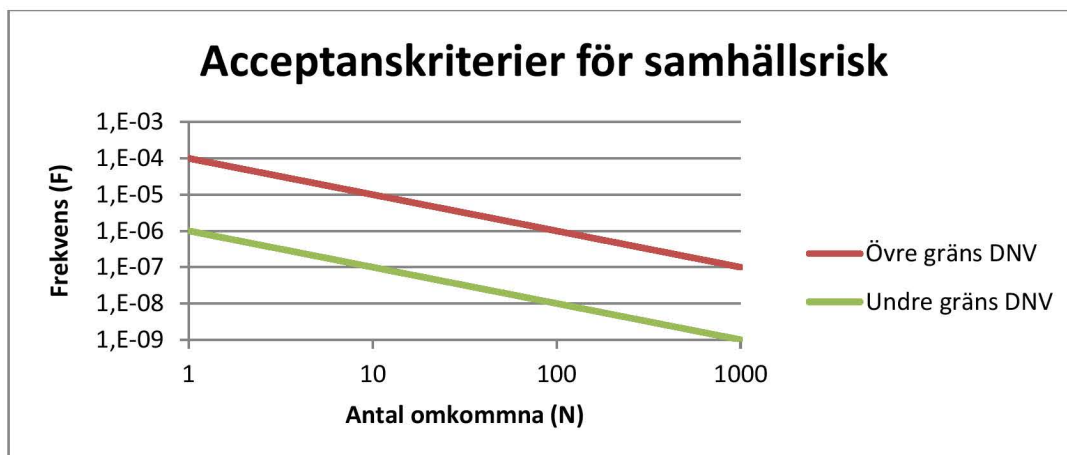
Figur 5. Visualisering av acceptanskriterier för individrisk.

Acceptanskriterierna i Figur 5 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.
- Kriterier 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.

Acceptanskriterier finns även för samhällsrisk. Vanligen används, även för samhällsrisk, de kriterier som tagits fram av DNV (Det Norske Veritas) [1] och samhällsriskens presenteras i en FN-kurva, se Figur 6.

- Övre gräns enligt DNV:
 $F=1 \times 10^{-4}$ per år för $N=1$. Det innebär att frekvensen för att en person ska omkomma är 1×10^{-4} per år, det vill säga ett dödsfall på 10000 år.
- Undre gräns enligt DNV:
 $F=1 \times 10^{-6}$ per år för $N=1$. Det innebär att frekvensen för att en person ska omkomma är 1×10^{-6} per år, det vill säga ett dödsfall på 1000000 år.
- Lutning på FN-kurvan ska vara -1.
- Vid risknivåer mellan övre och undre gränsen ska riskreducerande åtgärder värderas ur ett kostnads-/nyttaperspektiv. Rimliga åtgärder bör vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. Detta område kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practible).

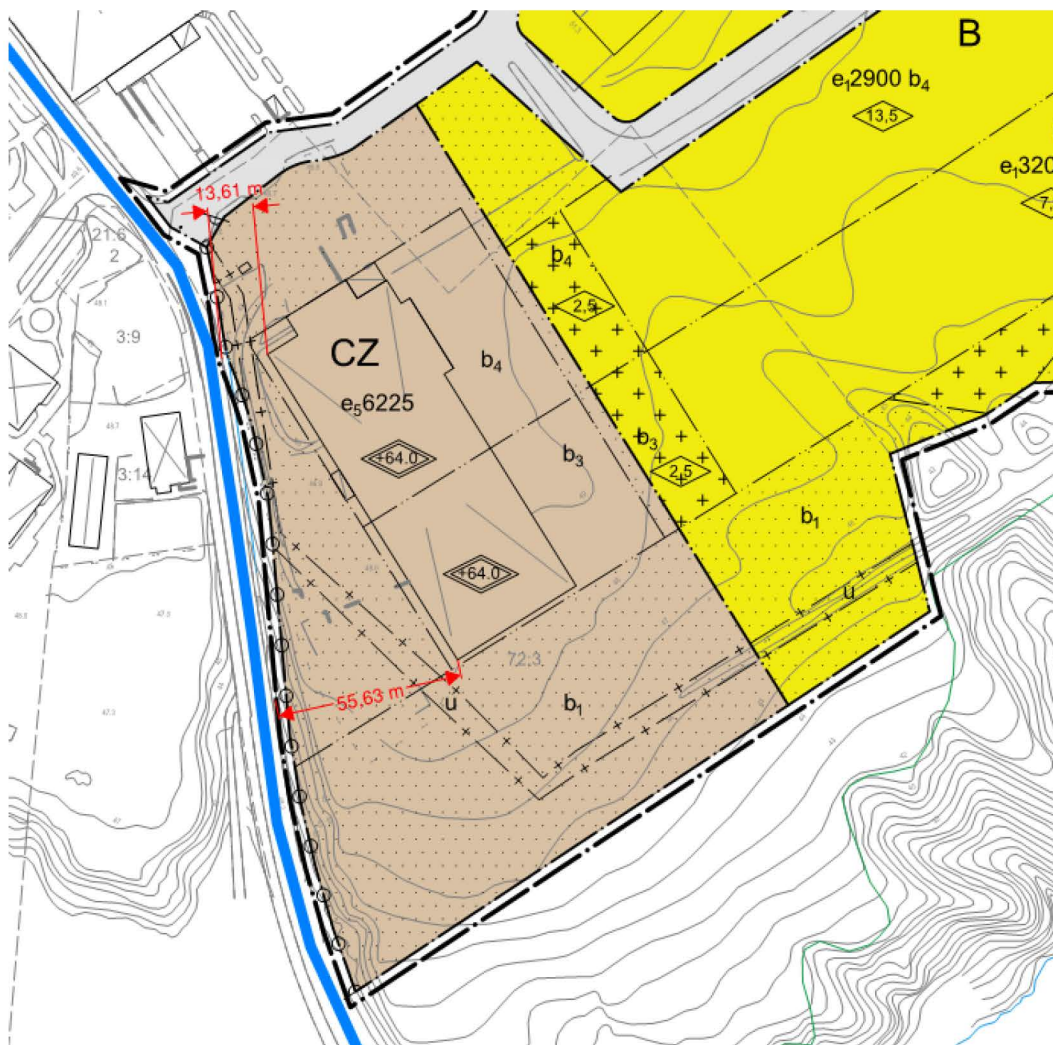


Figur 6. Visualisering av acceptanskriterier för samhällsrisk.

5 FÖRUTSÄTTNINGAR

5.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Planområdet är beläget öster om väg 156, se Figur 7. Väg 156 är markerad med blå linje.



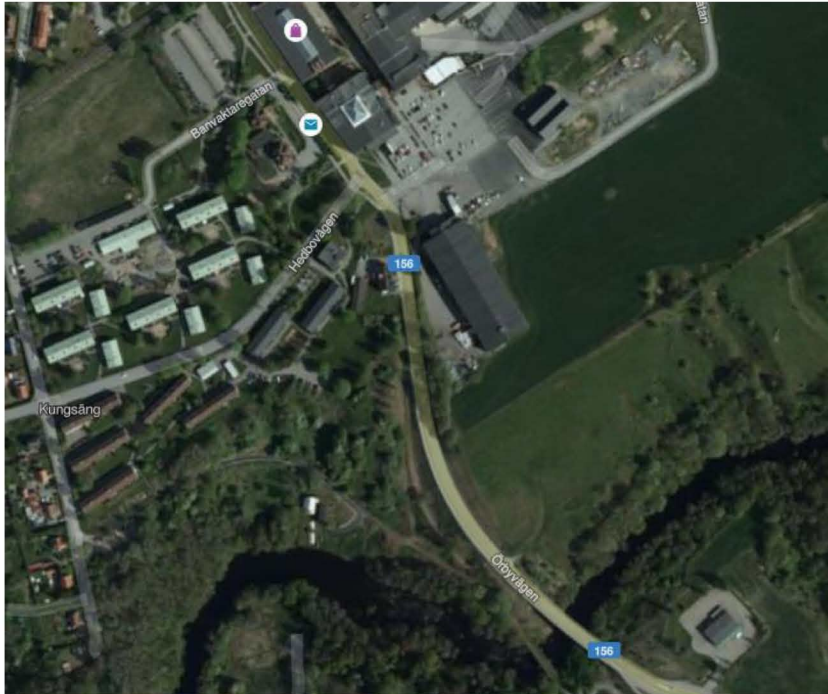
Figur 7 Del av planområdet. Väg 156 är markerad med blå linje.

I byggnaderna närmst Väg 156 bedrivs för närvarande mindre industriverksamheter.

Riskenivån kommer att beräknas utmed 500 meter längs väg 156. Från korsningen med Industrigatan i norr och 500 meter söderut. Beräkningarna genomförs dock för en sträcka om 1 km. Detta bidrar till att bibehålla ett konservativt förhållningssätt.

Inom den studerade sträckan förekommer två T-korsningar och en utfart från Kungsfors Köpcenters parkering.

Planområdet är för närvarande till största delen obebyggt, vilket framgår i Figur 8 nedan. Väster om Väg 156 finns bebyggelse i form av flerbostadshus med upp till tre våningar. Norr om planområdet ligger Kungsfors Köpcentrum och söderut avtar bebyggelsen.



Figur 8 Satellitbild över planområdet och dess omgivning (hitta.se/kartan).

Längs planområdet sluttar vägen i riktning söderut. Befintlig vegetation med lövträd och vall avgränsar delar av planområdet från vägen. Detta framgår på bild i Figur 9 nedan.



Figur 9 Foto i riktning söderut längs Väg 156. Till vänster i bild syns del av planområdet med befintlig byggnad (google.maps Streetview).

5.2 TRAFIKINFORMATION VÄG 156

Förbi aktuell sträcka har Väg 156 två körfält (ett i vardera riktningen). Hastigheten är begränsad till 50 km/h längs större delen av området förutom 200 meter söder där hastigheten begränsas till 70 km/h. I beräkningen har dock 70 km/h använts, för att bibehålla ett konservativt förhållningssätt.

Enligt Nationella vägdatabasen (NVDB) uppgår ÅDT (årsmedeldygnstrafik) till ca 7 800 fordon per dygn, varav 6 % utgörs av tung trafik [9].

Enligt tidigare riskanalyser för området kring Skene 72:1, upprättade av GF Konsult 2004-09-07 [10] och Prevecon 2012-12-03 [11] består större delen av transporter med farligt gods av petroleumprodukter samt en mindre mängd brännbara gaser.

I riskanalys upprättad av Prevecon ansattes antalet transporter med farligt gods till ca 25 transporter per dygn. Enligt dåvarande uppgifter från Marks Kommun samt Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund varierade antalet transporter per dygn mellan 20 – 30 transporter. Enligt trafikmätningar utförda av Trafikverket framgår att ÅDT för samtliga fordon och andelen tung trafik legat på relativt oförändrade nivåer från 2013 till 2017 [12]. Med hänsyn till detta bedöms mängden transporter med farligt gods vara på samma nivå som angavs till Prevecon 2012. För att behålla ett konservativt förhållningssätt ansätts dock antalet transporter med farligt gods till 30 transporter per dygn.

Av ovanstående antas att 90 % av transportererna utgörs av brännbara vätskor och resterande utgörs av brännbara gaser. Detta utgör ett konservativt antagande då det framgår i statistik från MSB att även andra typer av farligt gods, med mildare konsekvenser, transporteras längs Väg 156 [8].

Fördelningen mellan ADR-S klassade transporter per dygn anges i Tabell 4 nedan.

Tabell 4 Farligt gods på Väg 156 fördelat per ADR-S klass.

ADR-S klass	Andel
1	-
2.1	10 %
2.3	-
3	90 %
5	-
Övriga	-

5.3 VÄDERFÖRHÅLLANDEN

Vind och väderförhållanden har en stor betydelse framförallt vid spridning av gaser.

Enligt Helmersson [7] är det brukligt att vikta ihop vädertyperna neutral och stabil då de ger olika spridningsförhållanden och konsekvenser. Följande väderdata har antagits enligt Helmersson:

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 27 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

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

Enligt statistik från Statens meteorologiska institut (SMHI) var genomsnittlig vindhastighet 4,3 m/s vid Landvetter Flygplats mätstation mellan åren 1977 och december 2019 [13], vilket stämmer någorlunda överens med Helmerssons värden (4,4 m/s). Att vindhastigheterna överensstämmer får ses som en tillfällighet men påvisar att Helmerssons antagande är tillämpbara. Det ska dock observeras att vindhastigheten vid enstaka tillfällen kan överskrida ansatt vindhastighet. Att dimensionera riskreducerande åtgärder efter sådana omständigheter ger dock inte ett kostnadseffektivt tillvägagångssätt. Att nyttja Helmerssons vindhastighet ger således ett konservativt angreppssätt gällande vindhastigheten.

I samma statistik från SMHI åskådliggörs även vindriktning mellan åren 1977 och december 2019. För studerat område delas vindriktningen upp i två zoner. En zon med vindriktning 0° - 180° och en med övriga vindriktningar. Vindriktning 180° - 360° blåser således mot studerat område, vilket sker i ca 54,7 % av fallen.

5.4 BEFOLKNINGSTÄTHET

Befolkningstätheten är avgörande för att beräkna hur många personer som utsätts för en eventuell olycka och fastställa samhällsrisk. Enligt Statistiska centralbyrån (SCB) var befolkningstätheten i Kinna tätort (som Skene är en del av) år 2019 780 personer/km² [14]. Inom aktuellt område råder för närvarande låg grad bebyggelse varför det är sannolikt att befolkningstätheten är lägre än den angiven av SCB ovan.

I tidigare genomförda riskanalyser av Prevecon för Mölndals kommun [15] har tre persontätheter angivits som tillämpbara för olika områdestyper:

- 1 000 personer/km² i områden nära vägkant.
- 2 500 personer/km² som generell siffra för stad.
- 4 100 personer/km² som representativt för tätort.

Området närmst Väg 156 kommer utgöras av centrumändamål samt för mindre industriverksamheter. För aktuellt område bedöms därmed befolkningstätheten kunna representeras av persontätheten för stad enligt ovan, 2 500 personer/km². Detta för att ta hänsyn till eventuella toppar av persontätheter vid centrumhandel.

Bortom detta område planläggs för flerbostadshus. Även i detta område bedöms 2 500 personer/km² kunna vara representativt för området då det rör sig om bebyggelse i en tätort med mindre befolkningstäthet, vilket framgår enligt statistik från SCB ovan.

Eftersom det studerade området består av både bostadsområden samt industri/affärsområden kommer ovanstående befolkningstäthet variera över dygnet. I området med bostäder gäller den angivna persontätheten nattetid då boende förväntas vara hemma. Hur många personer som befinner sig i bostadsområdet på dagtid är svårt att uppskatta. För bostadsområden anger dock holländska riktlinjer att

70 % av befolkningstätheten nattetid kan antas råda dagtid [16]. I de holländska riktlinjerna anges även att 93 % av befolkningen kan antas befinna sig inomhus under dagtid och 99 % är inomhus på natten. För att bibehålla ett konservativt förhållningssätt antas dock att 10 % befinner sig utomhus och 90 % inomhus, oavsett tid på dygnet.

I området med industri- och centrumverksamhet kommer ovanstående persontäthet vara aktuell på dagtid då verksamhet väntas bedrivas. Nattetid befinner sig färre personer på området. För att ta hänsyn till att vissa verksamheter arbetar med nattskift samt att vissa centrumverksamheter har öppet kvällstid antas att 20 % av angiven persontäthet råder nattetid. Vidare antas att 90 % av befolkningen befinner sig inomhus och 10 % utomhus.

Dagtid antas råda mellan 7:00 – 19:00.

Det antas att förutsättningarna ovan gäller på båda sidor om Väg 156, trots att avståndet till befintlig bostadsbebyggelse är längre än avståndet till den planerade bebyggelsen. Detta för att bibehålla ett konservativt tillvägagångssätt.

Befolkningstätheten vid det studerade området summeras i Tabell 5 där avståndet gäller från väg.

Tabell 5. Antagen befolkningstäthet, på båda sidor om Väg 156..

Område	Del av dygn	Befolkningstäthet (pers./km ²)	Andel utomhus (%)	Andel inomhus (%)
0 – 100 meter	Dag	2 500	10	90
	Natt	500	10	90
100 meter –	Dag	1 750	10	90
	Natt	2 500	10	90

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 29 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS	Uppdragsnummer 20180580	
	DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN	Handläggare Andreas Stagnebo	
	RISKBEDÖMNING	Datum 2020-04-17	Revidering

6 RISKIDENTIFIERING

6.1 FARLIGT GODSOLYCKA

Då det inte är specificerat vilka ämnen som transporteras på vägen (mer än vilka ADR-S klasser), kommer klasserna att representeras av följande ämnen.

- **Brännbar gas** (klass 2.1) representeras av gasol.
- **Brännbar vätska** (klass 3) representeras av bensin.

Samtliga transporter av brännbar vätska (bensin och diesel) representeras av bensintransporter.

6.2 DIMENSIONERANDE OLYCKSHÄNDELSER

Brandfarlig gas (klass 2.1) - Gasol

Gasol antas transporteras i tankvagnar. Sluthändelserna som kan påverka aktuellt planområde vid en olycka redovisas i Tabell 6. Händelsetråd för farligt godsolycka med gasol redovisas i bilaga A.

Tabell 6. Dimensionerande olyckshändelse med brandfarlig gas.

Scenario	Händelse
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 gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
G6	Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
G7	Medelstort utsläpp, jetflamma uppstår.
G8	Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
G9	Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
G10	Litet utsläpp, jetflamma uppstår.
G11	Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.

G12

Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.

Brandfarlig vätska (klass 3) - Bensin

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

Sluthändelserna som kan påverka planområdet vid en olycka redovisas i Tabell 7. Händelsesträd för farligt godsolycka med bensin redovisas i bilaga A.

Tabell 7. Dimensionerande olyckshändelse med brännbar vätska.

Scenario	Händelse
B1	Mycket stort utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 400 m ²
B2	Stort kontinuerligt utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 200 m ² .
B3	Medelstort kontinuerligt utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 100 m ² .
B4	Litet kontinuerligt utsläpp. Pölbrandens area 50 m ² .

7 BEDÖMNING AV SANNOLIKHETER OCH FREKVENSER

7.1 VÄG 156

Frekvensen för en olycka med farligt gods på väg 156 beräknas enligt metod från Räddningsverket [8]. Beräkningarna redovisas i bilaga A.

Förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka är $1,37 \cdot 10^{-3}$.

Frekvensen för en olycka med farligt gods för respektive studerad klass av farligt gods redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Beräknad frekvens för respektive studerad klass av farligt gods.

Klass	Frekvens (olycka per år)
2.1	$1,37 \cdot 10^{-4}$
3	$1,23 \cdot 10^{-3}$

Sannolikheten för respektive identifierat scenario i avsnitt 6.2 bestäms genom händelseträdsanalys som redovisas i bilaga A. Därefter multipliceras sannolikheten med frekvensen i tabell 14 för att erhålla en frekvens för respektive scenario.

Respektive scenario delas sedan upp med hänsyn till vindriktning.

8 KONSEKVENSBERÄKNINGAR

Gasol

Scenario G1, G2 och G3 har beräknats enligt Helmersson [7]. Resterande scenarier har beräknats med programvaran Gasol. Se bilaga B för indata och slutresultat. Riskavstånden anger, för jetflammar och brinnande gasmoln, avståndet till 3:e gradens brännskada. För övriga fall är riskavståndet det avstånd där strålningen är 5 kW/m². Inom riskavståndet antas 100 procent omkomma som befinner sig utomhus. Inomhus antas alla överleva då byggnader ger skydd mot strålning. Utanför riskavståndet överlever samtliga.

Tabell 9. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brännbar gas (gasol).

Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
G1	131	360
G2	59	360
G3	40	360
G4	128	30
G5	23	30
G6	28	30
G7	73	25
G8	20	30
G9	22	30
G10	37	20
G11	19	30
G12	19	30

Bensin

Beräkningar har utförts med metoder i FOA-handboken [17]. Riskavståndet är det avstånd där personer antas omkomma direkt. Kritisk strålningsnivå antas vara 15 kW/m² då detta, enligt Boverket [18], är den strålningsnivå (mot byggnader) som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad. Denna strålningsnivå orsakar dessutom outhärdlig smärta efter mycket kort exponering. Inom riskavståndet antas samtliga omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga. Riskavstånden beräknas från pölens centrum. I Tabell 10 sammanställs resultatet för bensinolycka där samma riskavstånd gäller för en olycka på väg och järnväg.

Tabell 10. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brännbar vätska (bensin).

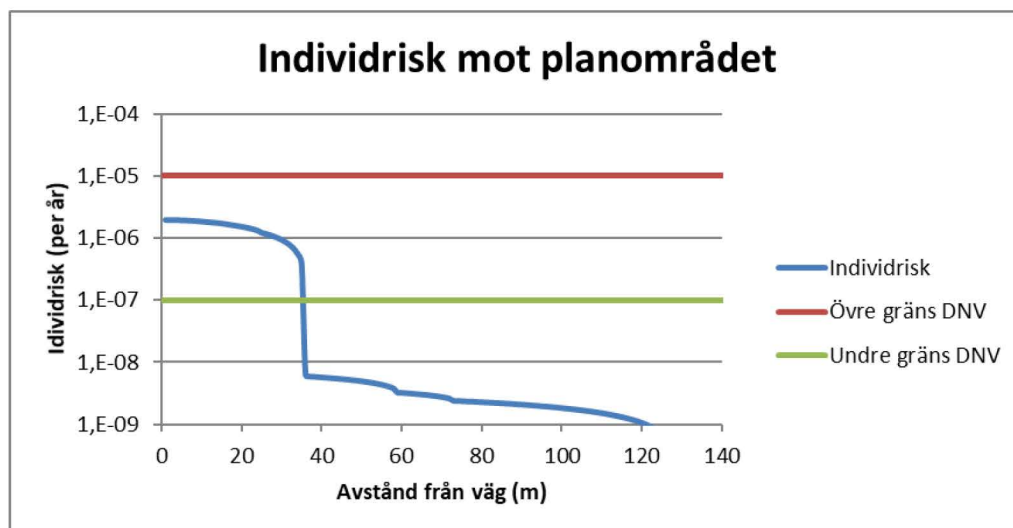
Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
B1	36	360
B2	25	360
B3	17	360
B4	11	360

9 RISKMÅTT

I detta avsnitt redovisas individrisken följt av samhällsrisken. För beräkningssteg hänvisas till bilaga C och D.

9.1 INDIVIDRISK

I Figur 10 nedan åskådliggörs individrisken mot planområdet.



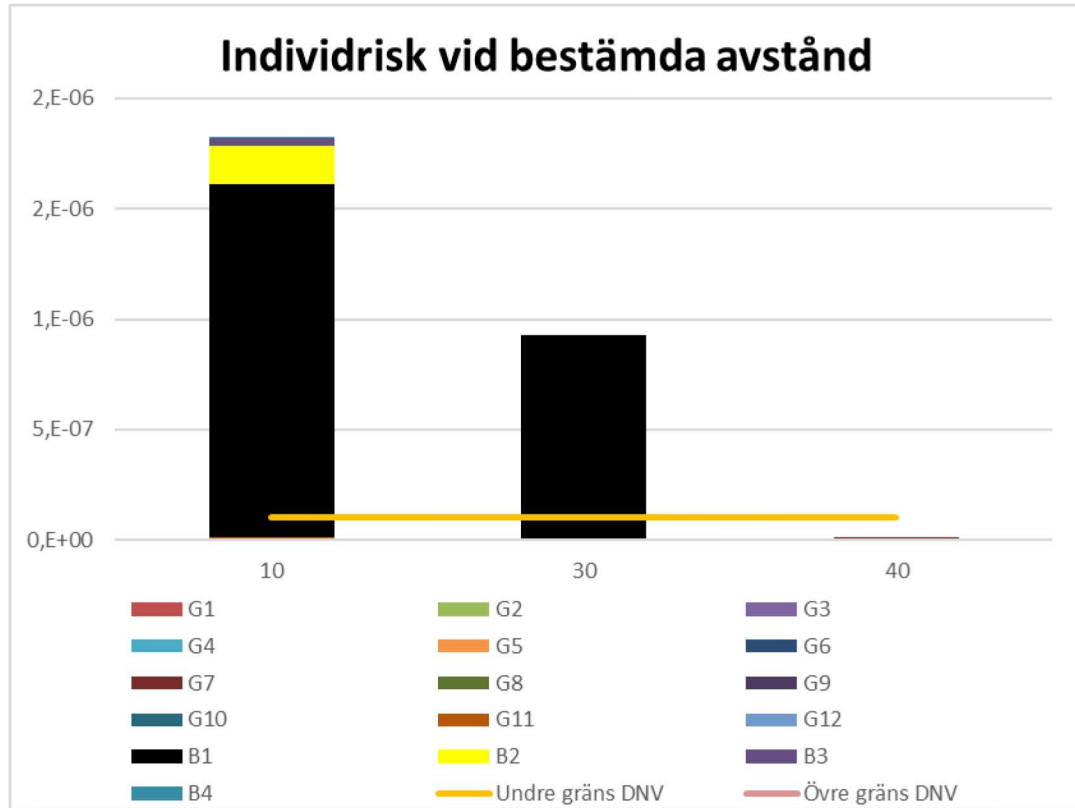
Figur 10 Individrisken mot planområde.

Individrisken hamnar inledningsvis i mitten av ALARP-området men avtar kraftigt efter 20 meter för att sedan sjunka nedanför den undre gränsen för accepterad risk vid 36 meter.

Anledningen till den kraftiga nedgången av individrisk efter 36 meter beror på att riskavstånden för olyckor med brännbara vätskor har ett längsta riskavstånd om 36 meter.

Inom ALARP-området bör rimliga åtgärder vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. För nivåer på individrisken under ALARP-området får risken bedömas som acceptabel.

Respektive scenarios bidrag till den totala individrisken åskådliggörs i Figur 11 vid 10, 30 och 40 meter från vägen.



Figur 11 Individrisk mot planområdet vid bestämda avstånd för farligt godsolycka på väg, uppdelat per olycksscenario.

I diagrammet åskådliggörs tydligt att riskbidraget från Scenario B1 är överlägset störst mot planområdet. Genom att fokusera på att minimera konsekvensen från scenarier med brännbara vätskor bör risknivån sjunka mest. I diagrammet framgår även att risknivån sjunker avsevärt redan vid 30 meter från vägen för att sedan var försumbart, vid 40 meter.

9.2 SAMHÄLLSRISK

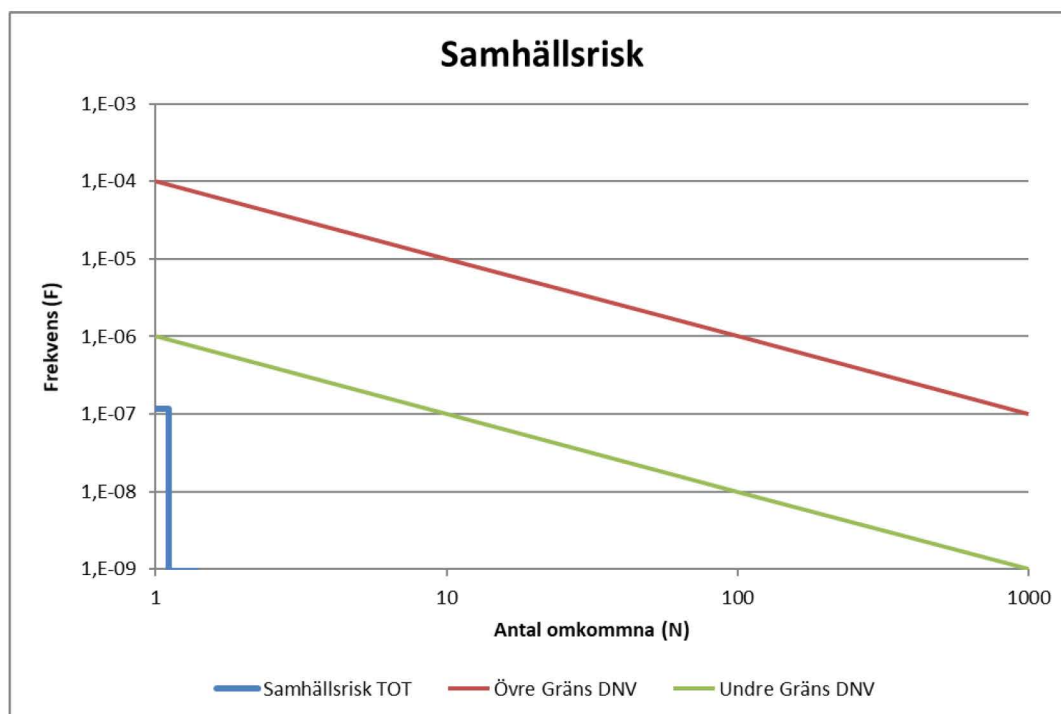
Samhällsrisk beräknas för området utmed 1 kilometer av vägen.

Befolkningstätheten återges i avsnitt 5.5. Uppskattad fördelning av antalet omkomna utomhus respektive inomhus återges i Tabell 11.

Tabell 11. Uppskattad fördelning av omkomna utomhus respektive inomhus.

Scenario	Andel omkomna utomhus (%)	Andel omkomna inomhus (%)
Gasol	100	5
Bensin	100	1

Samhällsrisk redovisas i ett F/N-diagram i Figur 12 nedan.



Figur 12 Samhällsrisk för området.

Samhällsrisk hamnar i sin helhet nedanför den undre gränsen för ALARP-området. Detta innebär således att samhällsrisk i området kan betraktas som acceptabel.

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 37 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

10 KÄNSLIGHETSANALYS

För att visa på robusthet i beräkningarna varieras indata för att undersöka effekten på slutresultatet.

Variabler som kan varieras i en känslighetsanalys är till exempel olika sannolikheter för farligt godsolycka, hålstorlekar, väder samt transporterade mängder farligt gods på farligt godsleden. I känslighetsanalysen studeras ökad mängd farligt godstransporter på samt förändrad befolkningstäthet. Individrisken och samhällsrisken beräknas på samma sätt som tidigare. Följande indata nyttjas för känslighetsanalysen:

Trafikinformation Väg 156

Trafikinformationen för Väg 156 har erhållits dels från trafikverket dels från tidigare genomförda riskanalyser för området. I underlaget framgår att trafikmängden varit relativt konstant sen 2013 varför likvärdig mängd transporter ansatts som vid tidigare analyser. För att ta hänsyn till framtida tillväxt inom området ökas trafikmängden med 2 % under 20 år. Detta resulterar i en ökning av ÅDT till 11 590 fordon per dygn. Mängden transporter med farligt gods ökar på samma sätt, med 2 % årligen.

Utöver ovanstående har en högre hastighet använts vid beräkningen än vad hastighetsbegränsningen är på denna vägsträcka. Den högre hastigheten har använts då beräkningsmodellen inte tar hänsyn till flera hastigheter inom en studerad vägsträcka och den högre hastigheten har därmed valts för att konservativt beräkna risken.

Befolkningstäthet

Befolkningstätheten ökas med 50 % i respektive område enligt nedan. Andelen ute och inne antas vara den samma som nu gällande. Befolkningstätheten sätts till 3 750 personer/km².

ADR-S klass

Vid konsekvensberäkningarna har ett antal konservativa antaganden gjorts om vilket ämne som transporteras. Samtliga transporter av klass 3, brandfarlig vätska, har antagits utgöra bensin. Det är sannolikt att även diesel och annan typ av olja transporteras i stora mängder som vid en olycka skulle medföra mildare konsekvenser än bensin.

Generellt

Hålstorleken har stor betydelse för resultatet. I analysen har tre storlekar på gasoltankar använts:

- Litet (diameter 4 cm).
- Medelstort (diameter 8 cm)
- Stort (diameter 14 cm).

För gasol finns har även ett momentant utsläppsscenario studerats. Gasol transporteras i tjockväggiga tankar vilket innebär att sannolikheten för ett haveri är mycket litet. Hålstorlekarna på tjockväggiga tankar är ofta mindre än för tunnväggiga

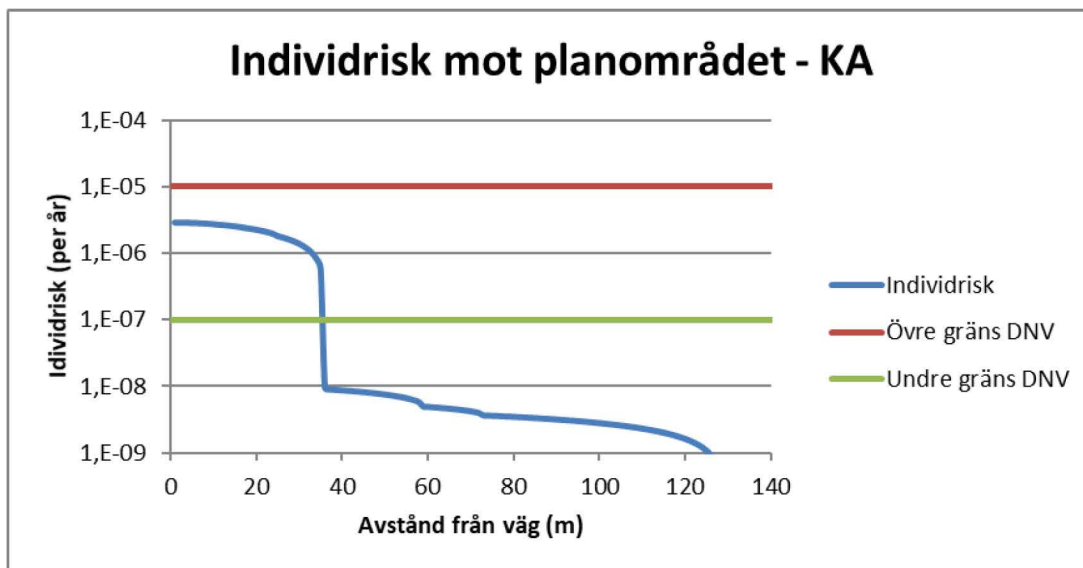
tankar, och de hålstorlekar som har använts i analysen bedöms vara konservativa för tjockväggiga tankar.

För bensinutsläpp har fyra olika pölstorlekar antagits (50, 100, 200 samt 400 m²). För haveri, där innehållet i tanken kommer ut momentant har en pölstorlek på 400 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 den statistik som gäller för Göteborg, uppmätt av SMHI.

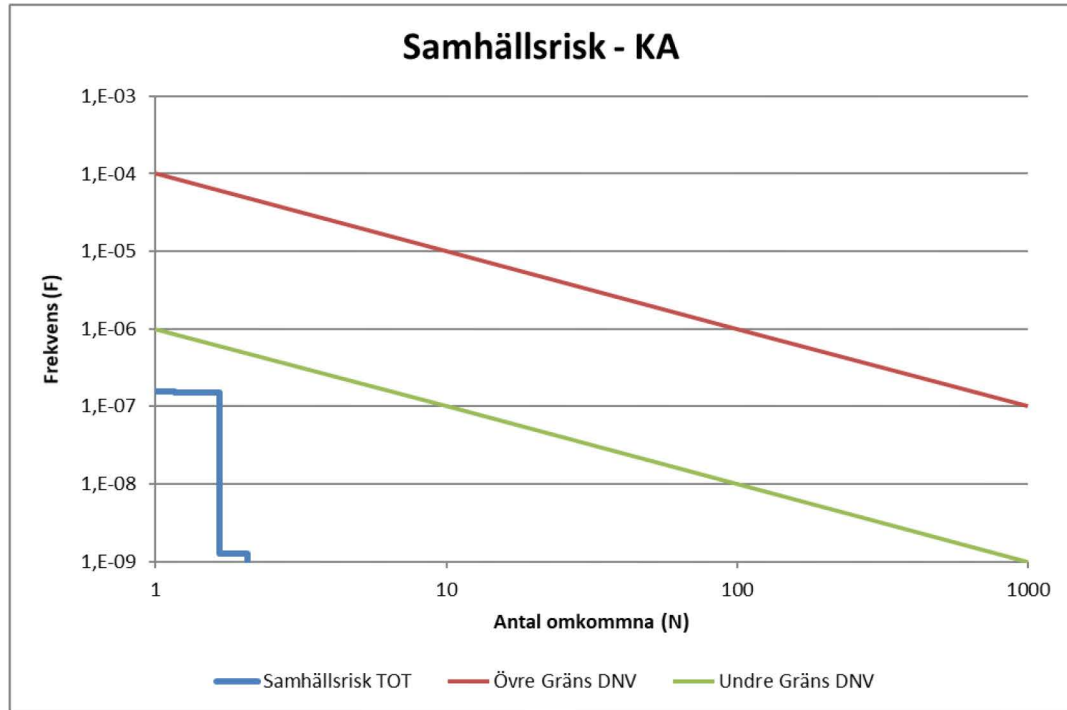
De sannolikheter som har angetts i händelseträden för farligt godsolycka (se bilagor) är de sannolikheter som är vedertagna och konservativt antagna att använda när det gäller transporter av farligt gods på väg i Sverige. Därmed bedöms ingen känslighetsanalys av dessa värden vara nödvändig.

Individrisken beräknas med ovanstående justeringar och återges i Figur 13. Individrisken ökar något, men är fortfarande inom ALARP-området för att sedan sjunka nedanför det under acceptanskriteriet för individrisk vid 36 meter.



Figur 13 Individrisknivå i känslighetsanalysen.

Även samhällsriskens ökar (vilket är att förvänta) men ligger fortfarande nedanför ALARP-området, se Figur 14.



Figur 14 Samhällsrisknivå i känslighetsanalysen.

11 RISKVÄRDERING

Enligt beräknade riskmått i avsnitt 9 hamnar individrisknivån delvis inom ALARP-området men framförallt under ALARP-området. För områden med risknivåer inom ALARP-området, ca 36 meter från vägen, bör rimliga åtgärder vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. För övriga områden får risknivåerna betraktas som acceptabla.

För hela området är den resulterande samhällsrisk lägre än det undre acceptanskriteriet för ALARP-området. Detta innebär att samhällsrisk kan betraktas som acceptabel för hela området.

Förbi det aktuella planområdet är det olyckor med brännbara vätskor som medför störst konsekvenser. Genom att vidta åtgärder som fokuserar på att minska konsekvenserna av dessa olycksscenarier bör således risknivån sjunka.

Hela planområdet bedöms kunna användas enligt det planförslag som finns, förutsatt att riskreducerande åtgärder som anges i avsnitt 12 beaktas.

Även när mycket konservativa indata väljs vid känslighetsanalysen sker inga större öknings av individ- och samhällsrisk. Detta innebär att även om befolkningstätheten samt mängden transporter av farligt gods ökar kommer risken fortsatt vara inom ALARP-området 30 meter från vägen. Detta visar på en robusthet i riskvärderingen och de bedömningar som gjorts inom riskanalysen.

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 41 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

12 REKOMMENDERADE RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Då risknivåerna som beräknats med hänsyn till transport av farligt gods på Väg 156 i området närmst vägen ligger inom ALARP-området bedömer Prevecon att nedanstående konsekvensreducerande åtgärder ska vidtas. Avstånd anges från närmsta vägbana.

0-15 meter från Väg 156

- Bebyggelsefritt område.
- Personalparkering kan accepteras.

Ovanstående åtgärd med bebyggelsefritt område uppfyller rekommendationer om skyddsavstånd som ges från Länsstyrelsen i Stockholm. Avstånd till befintlig bebyggelse uppgår till 13 meter och bedöms kunna bibehållas och användas för planerad användning.

0-36 meter

- Fasad mot Väg 156 utförs med obrännbara material alternativt med brandteknisk klass EI 30.
- Fönster i fasad mot Väg 156 utförs med brandteknisk klass EW 30. Fönster mer än 36 meter från väg erfordrar ej brandteknisk klass.
- Utrymning ska kunna ske i riktning från Väg 156.
- Stadigvarande vistelse utomhus accepteras i viss mån, se nedan.
- Entréer för besökande endast på sidan vänd bort från Väg 156.
- Parkering för besökande endast på sidan vänd bort från Väg 156.

Med ovanstående åtgärder begränsas konsekvensen av värmestrålning på byggnad. Åtgärderna rekommenderas utifrån figurer i avsnitt 9 där det framgår att olyckor med brandfarlig vätska medför störst påverkan på området. Dessutom ska utrymmande personer ej mötas av hög värmestrålning och utrymningsvägar ska ej bli blockerade.

Angående stadigvarande vistelse utomhus kan detta accepteras under förutsättning att det finns skyddsbarriär mellan Väg 156 och avsett område. Skyddsbarriär kan utgöras av befintlig vegetation och vall. Detta motiveras med att det framförallt är olyckor som avger hög värmestrålning som står för individriskbidraget från Väg 156. Med en skyddsbarriär reduceras den omedelbara konsekvensen från olyckor med hög infallande värmestrålning mot personer som befinner sig utomhus.

Då aktuell vägsträcka utgör sekundär transportled för farligt gods bedömer Prevecon att åtgärder på fasad och fönster endast behöver beaktas i samband med framtida ändrings- och ombyggnadsarbeten inom byggnaderna.

För avstånd över 36 meter från Väg 156 är den aktuella individrisken på nivåer under ALARP-områdets undre gräns. Från detta avstånd betraktas risken som acceptabel och vidare åtgärder erfordras ej.



Borås - Göteborg - Halmstad
Stockholm - Uddevalla

Tel vxl: 010-703 70 00
www.prevecon.se

Dokumenttyp

Rapport

Uppdragsnamn

KUNGSFORS RISKANALYS

DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN

RISKBEDÖMNING

Version

0

Sida

42 / 59

Uppdragsnummer

20180580

Handläggare

Andreas Stagnebo

Datum

2020-04-17

Revidering

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 43 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

13 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 och transporter med farligt gods på transportlederna

Trafikintensiteten och antalet transporter med farlig gods grundar sig på statistik från Trafikverket samt tidigare riskanalyser för området. Individrisken och samhällsrisken är beräknad med trafikintensitet för nuläget. Trafikintensiteten och antalet transporter med farligt gods har ökats i känslighetsanalysen och täcker således in osäkerheter över tiden.

Fördelningen av olika ADR-S klasser är erhållen från tidigare riskanalyser för området samt statistik från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap). Den statistik som finns att tillgång bedöms vara tillförlitlig.

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.

Bensin representerar brännbara vätskor. Bensin är mer brandfarligt än till exempel diesel och eldningsolja, som transporteras i stora volymer, och anses därmed ge ett konservativt resultat.

Händelseförlopp vid gasolutsläpp – fördröjd antändning

Vid gasutsläpp och fördröjd antändning kan olika händelseförlopp inträffa. I analysen antas ett gasmoln bildas som driver iväg med vinden och antänds en bit bort från utsläppsplatsen. Detta scenario kan vara 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.

Väderdata såsom stabilitetsklass, temperatur, vindriktning och vindhastighet.

I beräkningarna har konservativa antaganden avseende väderdata antagits, och där det har funnits tillgänglig statistik har denna nyttjats.

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 [7]. Frekvensen för olycka med farligt godsfordon inblandat är beräknad enligt modell från Räddningsverket [8] och

Trafikverket [19]. 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. [17] 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 har gjorts i rapporten då riskavstånd beräknats för varje sluthändelse. 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 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 15 kW/m² eller högre. För gasol har 5 kW/m² 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 och brinnande gasmoln 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 valda acceptanskriterier 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 många faktorer, exempelvis ålder, fysisk hälsa, vilka kläder personen har på sig etc. Det finns heller inga kriterier för värdering av skadade.

14 SLUTSATSER

Den beräknade samhällsriskén resulterar i risknivåer som ligger under det lägre acceptanskriteriet för ALARP-området. Detta innebär att samhällsriskén får betraktas som acceptabel för området.

Individriskén hamnar inledningsvis inom mitten av ALARP-området men sjunker därefter snabbt till nivåer under ALARP-områdets lägre gräns. Detta innebär att för områden där individriskén hamnar inom ALARP-området ska rimliga riskreducerande åtgärder vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt.

Det är alltid nödvändigt att avgränsa arbetet och då tillgänglig indata inte alltid är så detaljerad som är önskvärt (t.ex. befolkningstäthet), krävs vissa förenklingar i riskbedömningen. Förenklingar medför alltid en viss grad av osäkerheter i resultatet. Där bedömningar har gjorts eller där tillgången på tillräckligt detaljerad indata varit bristfällig har konservativa värden använts för att risken inte ska underskattas.

För att studera hur resultatet av riskanalysen påverkas om transporterade mängder farligt gods och persontätheten förändras har en känslighetsanalys utförts där dessa parametrar har ökats.

Känslighetsanalysen visar att risken förändras till det sämre men att denna ökning endast är marginell då samhällsrisk och individrisk fortsatt hamnar delvis inom respektive under ALARP-området.

Med hänsyn till den totala risknivån från Väg 156 bedömer Prevecon att föreslagen markanvändning enligt planförslaget kan accepteras med hänsyn till de åtgärder som föreslagits i avsnitt 12. Vid framtagande av åtgärder har hänsyn tagits till den totala riskbilden samt vilka olycksscenarioer som bidrar mest.

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 46 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

15 REFERENSER

- [1] Davidsson, G. m.fl., "Värdering av risk, rapport P21-182/97," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [2] Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [3] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods - antagandehandling. Huvudhandling samt bilagor 1-5," 1997.
- [4] Länsstyrelsen i Skåne län, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods," 2007.
- [5] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," 2000.
- [6] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, fakta 2016:6," 2016.
- [7] Helmersson, L., "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg. Rapport 387:4," Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping, 1994.
- [8] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg," Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [9] Trafikverket, "Nationella Vägdatan (NVDB)," [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 27 03 2020].
- [10] GF Konsult, "Riskbedömning - Detaljplan för Skene 72:2 m fl, Kungsfors," 2004.
- [11] Prevecon Brand & Riskkonsult AB, "Riskbedömning inför ändring av verksamhet - Skene 72:1, Marks kommun," Göteborg, 2012.
- [12] Trafikverket, "Vägtrafikflödeskartan," [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinforation>. [Använd 27 03 2020].
- [13] Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI, maj 2019. [Online]. Available: <http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/?parameter=3#>.
- [14] Statistiska Centralbyrån, "Statistiska tätorter 2018; befolkning, landareal, befolkningstäthet," 24 Mars 2020. [Online]. Available: www.scb.se/MIO810. [Använd 1 April 2020].
- [15] Prevecon Brand & Riskkonsult AB, "Max Lackarebäcksmotet - Riskbedömning Transport av farligt gods," Göteborg, 2019.
- [16] Committee for the Prevention of Disasters (CPR), "Guidelines for quantitative risk assessment - "The purple book", 2005.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 47 / 59
Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS	Uppdragsnummer 20180580	
DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN	Handläggare Andreas Stagnebo	
RISKBEDÖMNING	Datum 2020-04-17	Revidering

- [17] Fischer, S. m.fl., "Våda utsläpp av brandfarliga gaser och vätskor. 3:e rev. upplagan," Försvarets forskningsanstalt, Tuma/Umeå, 1998.
- [18] "Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd - BFS 2011:27 med ändringar t.o.m. BFS 2013:12 (BBRAD 3)," Boverket, juni 2013.
- [19] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, 2001.
- [20] B. Karlsson och J. Quintiere, "Enclosure fire dynamics," CRC Press, Florida USA, 199.

Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar

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

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

Väg

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

I tabell A.1.1 nedan redovisas indata och beräkningen av förväntat antal farligt godsolyckor på väg med dagens trafikförutsättningar som grund.

Tabell A.1.1. Beräkning av farligt godsolycka på väg.

Beräkning av farligt godsolycka på väg	
Bebyggelsemiljö	Tätort
Vägtyp	Gata/Väg
Hastighet, km/h	70
Längd, km (a)	1
Olyckskvot (k)	0,65
Andel singelolyckor (Y)	0,25
Index för farligt godsolycka (i)	0,11
ÅDT (Genomsnittligt antal fordon per dygn) (b)	7800
Trafikarbete ($c = a \cdot b \cdot 365 \cdot 10^{-6}$)	2,847
Antal förväntade olyckor ($O = k \cdot c$)	1,85055
Antal farligt godstransporter per dygn (n)	30,0
Andel transporter med farligt gods av ÅDT ($X = n/b$)	0,003846154
Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor/år ($D = (O((Y \cdot X) + (1 - Y)(2X - X_2)))$)	0,012435094
Förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka med längden a ($F = D \cdot i$)	$1,37 \cdot 10^{-3}$
Förväntat antal år mellan olyckor med farligt godsolycka ($1/F$)	731

Indatan i tabell A.1.1 varierar för känslighetsanalysen.

Utifrån fördelningen mellan olika ADR-klasser beräknas frekvensen för farligt godsolycka för respektive klass, se tabell A.1.2.

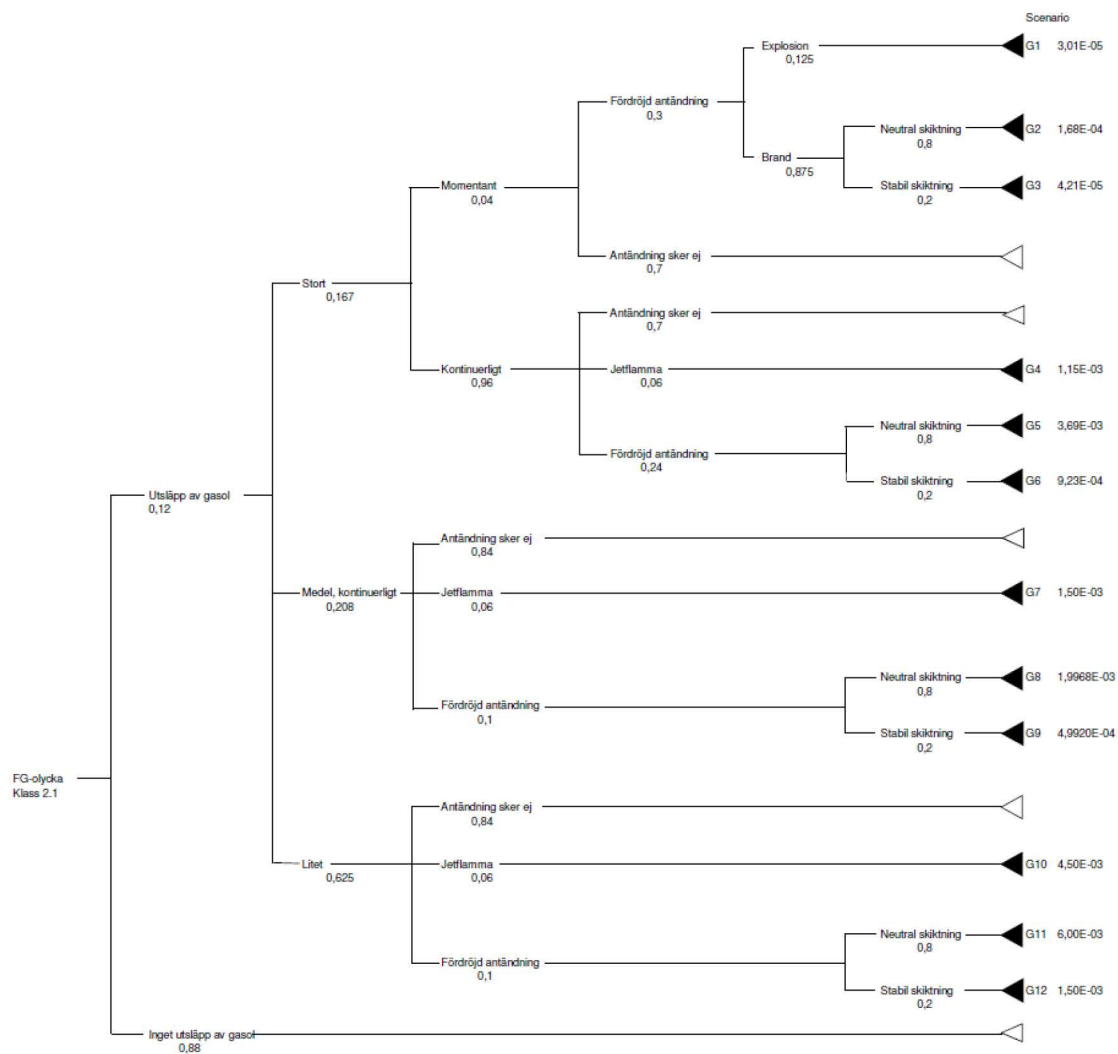
Tabell A.1.2. Frekvens för olycka för respektive klass i grundfallet.

Klass	Frekvens på väg (olycka per år)
2.1	1,37E-04
3	1,23E-03

A.2 – Beräkning av sannolikheter för respektive scenario

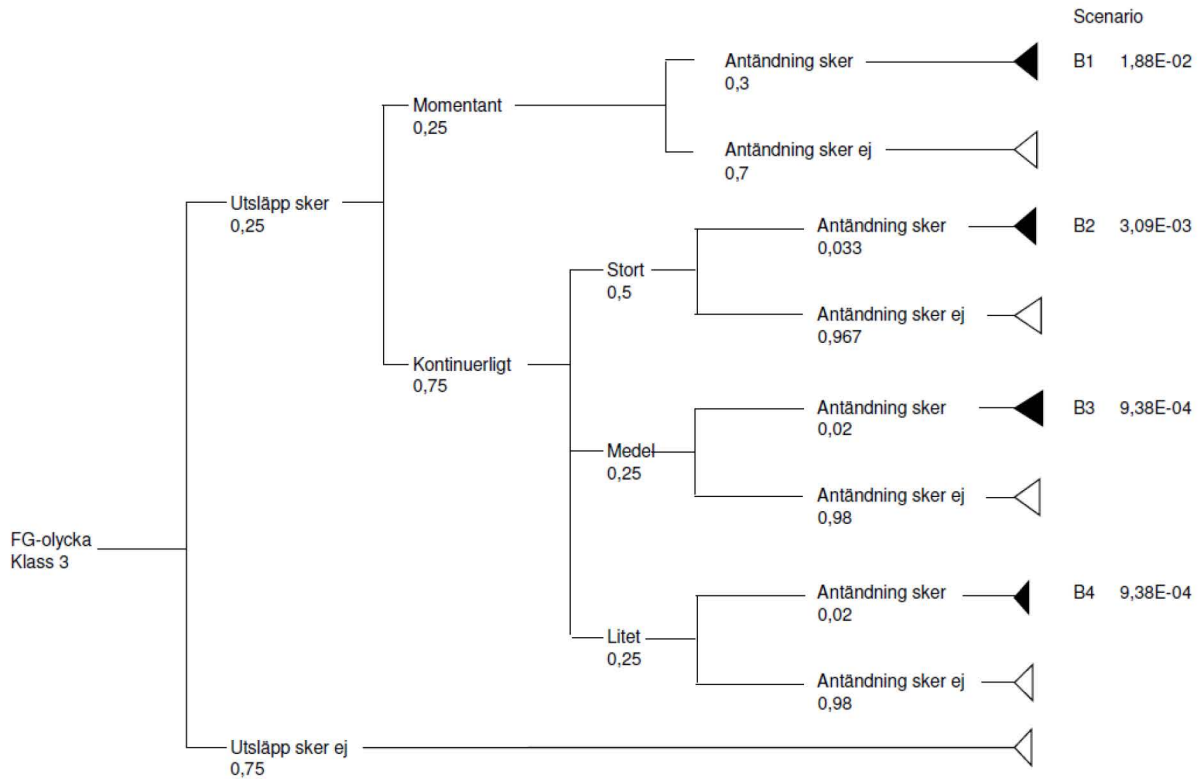
Beräkning av sannolikheten för respektive identifierat scenario med hjälp av händelseträd.

Klass 2.1 - Gasol



Figur A.2.5. Händelseträd över farligt godsolycka med klass 2.1.

Klass 3



Figur A.2.6. Händelseträd över farligt godsolycka med klass 3.

A.3 – Beräkning av frekvenser för respektive scenario

Frekvensen för de identifierade scenarierna beräknas genom:

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

Frekvensen för farligt godsolycka är beräknad utifrån den andel av olika ämnen som transporteras på vägen. I känslighetsanalysen varierar indatan.

Frekvensberäkningar för en farligt godsolycka på vägen kan erhållas av Prevecon på begäran eftersom uppgifterna från Trafikverket är konfidentiella.

Frekvensberäkningar för en farligt godsolycka på vägen redovisas i tabell A.3.1.

Tabell A.3.1. Frekvensberäkning för respektive scenario på väg i grundfallet.

Scenario	P(scenario)	Frekvens (aktuell klass)	Frekvens (per år)
G1	3,01E-05	1,37E-04	4,12E-09
G2	1,68E-04	1,37E-04	2,30E-08
G3	4,21E-06	1,37E-04	5,76E-10
G4	1,15E-03	1,37E-04	1,57E-07
G5	3,69E-04	1,37E-04	5,05E-08
G6	9,23E-04	1,37E-04	1,26E-07
G7	1,50E-03	1,37E-04	2,05E-07
G8	2,00E-03	1,37E-04	2,73E-07
G9	4,99E-04	1,37E-04	6,83E-08
G10	4,50E-03	1,37E-04	6,16E-07
G11	6,00E-03	1,37E-04	8,21E-07
G12	1,50E-03	1,37E-04	2,05E-07
B1	1,88E-02	1,23E-03	2,31E-05
B2	3,09E-03	1,23E-03	3,80E-06
B3	9,38E-04	1,23E-03	1,15E-06
B4	9,38E-04	1,23E-03	1,15E-06

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 54 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS	Uppdragsnummer 20180580	
	DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN	Handläggare Andreas Stagnebo	
	RISKBEDÖMNING	Datum 2020-04-17	Revidering

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

Nedanstående konsekvensberäkningar har genomförts för att beräkna riskavstånd för respektive scenario.

Olycka med brännbar gas (gasol)

G1

Beräkning av konsekvenser av explosion vid momentant utsläpp, se Helmersson [7].

G2

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (neutral skiktning), se Helmersson [7].

G3

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (stabil skiktning), se Helmersson [7].

G4-G12

För att beräkna konsekvenserna har beräkningsprogrammet GASOL använts. Indata som använts presenteras nedan.

Följande indata är samma i samtliga scenarier:

Tankform: Cylindrisk

Tankdiameter: 2,7 m

Tanklängd: 19,5 m

Fyllnadsgrad: 80 %

Tanken innehåller ca 40 ton kondenserad gasol.

Lagringstemperatur: 15,0 °C

Lagringstryck: 7,00 bar

Lufttryck: 760 mmHg

Omgivningstemperatur: 15,0 °C

Relativ fuktighet: 50 %

Utsläppet sker nära vätskeytan

Utströmningskoefficient (Cd): 0,83

Ingen vägg eller dyl. nära utsläppet.

Ingen invallning/ uppsamling.

Molnighet: Dag och klart

Omgivning: Tätortsförhållanden (många träd, häckar och enstaka hus)

Indata som skiljer sig åt för respektive scenario:

Hålets diameter:

140 mm (G4, G5, G6)

80 mm (G7, G8, G9)

40 mm (G10, G11, G12)

Utsläppstyp:

Hål i tank mellan gas- och vätskefas (G4, G7, G10)

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 55 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

Vädertyp:

Neutral (vindhastighet 5 m/s): (G4, G5, G7, G8, G10, G11)

Stabil (vindhastighet 2 m/s): (G6, G9, G12)

Riskavstånden för jetflammar och brinnande gasmoln antas sammanfalla med avståndet till 3:e gradens brännskada. För övriga fall är riskavståndet det avstånd där strålningen är 5 kW/m².

Vid jetflamma och gasmoln blir inte konsekvensområdet cirkulärt. Vid BLEVE blir dock skadeområdet cirkulärt. Vid brinnande gasmoln antas molnet antändas då det fortfarande befinner sig vid utsläppsplatsen (då det bedömts som störst). Skadeområdet blir molnets storlek plus avståndet till 3:e gradens brännskada.

Resultat Gasol**Sluthändelse G1**

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [7]. Riskavstånd 131 m.

Sluthändelse G2

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [7]. Riskavstånd 59 m.

Sluthändelse G3

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [7]. Riskavstånd 40 m.

Sluthändelse G4

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

Riskavstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 127,7 m och områdets bredd är 112 m.

Sluthändelse G5

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 5,0 m långt och 2,9 m brett.

Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 22,1 m långt och 27,1 m brett.

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 56 / 59
	Uppdragsnamn KUNGSFORS RISKANALYS DEL AV SKENE 72:1 M. FL, MARKS KOMMUN RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20180580	
		Handläggare Andreas Stagnebo	
		Datum 2020-04-17	Revidering

Sluthändelse G6

Fördröjd antändning av gasmolnet som t är 5,6 m långt och 3,6 m brett.
Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 27,3 m långt och 37,2 m brett.

Sluthändelse G7

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 och områdets bredd är 64 m.

Sluthändelse G8

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 5,6 m långt och 3,6 m brett.
Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,6 m långt och 21,6 m brett.

Sluthändelse G9

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 3,7 m brett.
Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 22,0 m långt och 29,7 m brett.

Sluthändelse G10

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 och området bredd är 32 m.

Sluthändelse G11

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 2,5 m brett.
Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,0 m långt och 16,5 m brett.

Sluthändelse G12

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 2,9 m brett.
Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,0 m långt och 18,9 m brett.

Olycka med brännbar vätska (bensin)

Nedan redovisas konsekvenserna av olycka med utsläpp av brännbar vätska som representeras av bensin. Fyra stycken olika utsläppsmängder har beräknats, se tabell. Beräkningarna har genomförts enligt beräkningsgång redovisad i handbok (FOA) från Fischer m.fl. [17] och Enclosure fire dynamics [20].

- Riskavståndet är det avstånd där strålningen är 15 kW/m². Inom riskavståndet antas 100 % omkomma direkt eller p.g.a. brandspridning till byggnader. 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.

Tabell B1, Beräkningar med fyra utsläppsmängder.

Scenario	Pölbrand (m ²)	Pöldiameter (m)	Flamhöjd (m)	Avstånd till 15 kW/m ²
B1	400	22,6	24,5	36
B2	200	16	19,3	25
B3	100	11,3	15,2	17
B4	50	8	11,9	11

Bilaga C – Beräkning av individrisk

Då individrisken ska beräknas utmed en sträcka kan nedanstående ekvation användas.

$$IR = f * \frac{\sqrt{r^2 - a^2}}{L} * \frac{x}{360}$$

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.

Individrisken beräknas för respektive scenario och summeras.

I känslighetsanalysen varieras indatan.

Nedan listas samtliga sluthändelser för Väg 156 med dess frekvens, spridningsvinkel och riskavstånd.

Tabell C1. Riskavstånd och frekvenser för samtliga scenarier.

Scenario	Frekvens (per år)	Spridningsvinkel (α)	Riskavstånd (r)
G1	4,12E-09	360	131
G2	2,30E-08	360	59
G3	5,76E-10	360	40
G4	1,57E-07	30	128
G5	5,05E-08	30	23
G6	1,26E-07	30	28
G7	2,05E-07	25	73
G8	2,73E-07	30	20
G9	6,83E-08	30	22
G10	6,16E-07	20	37
G11	8,21E-07	30	19
G12	2,05E-07	30	19
B1	2,31E-05	360	36
B2	3,80E-06	360	25
B3	1,15E-06	360	17
B4	1,15E-06	360	11

Bilaga D – Beräkning av samhällsrisk

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 ekvationen:

$$N = r^2 * \pi * \frac{\alpha}{360} * n$$

N = antalet omkomna

r = riskavståndet i km

α = spridningsvinkeln

n = populationen (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.

I känslighetsanalysen varierar indatan.

Beräkningsark kan erhållas på begäran.