

## **KV. BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN**

# **RISKBEDÖMNING DETALJPLANUTREDNING**

Datum: 2016-09-20  
Reviderad: ---

Uppdragsansvarig: Johan Borgman

Kungsgatan 48<sup>B</sup>  
411 15 Göteborg

Västerlånggatan 27  
111 29 Stockholm

Åsboholmsgatan 6  
504 51 Borås

Bäckgatan 10<sup>C</sup>  
432 44 Varberg

Tegelbruksvägen 9  
451 50 Uddevalla

Telefon vxl: 010-703 70 00

[www.prevecon.se](http://www.prevecon.se)

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 2 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
	Datum 2016-09-20	Revidering

### Projektinformation

<b>Uppdragsnummer:</b>	20160095
<b>Uppdragsnamn:</b>	Riskutredning, Kv. Bävern 4 och 5
<b>Kommun:</b>	Tyresö
<b>Uppdragsgivare:</b>	Aros Bostad IV AB
<b>Uppdragsgivarens ref:</b>	Elisabet Forsell

### Organisation - Prevecon Brand & Riskkonsult AB

<b>Uppdragsansvarig/ handläggare:</b>	..... Johan Borgman – Brandingenjör Telefon: 010-703 70 36
<b>Internkontroll:</b>	..... Adam Lindström – Civ. ing. Riskhantering/Brandingenjör Telefon: 010-703 70 32

### Dokumenthistorik

Version	Datum	Anmärkning	Handläggare	Internkontroll
0	2016-09-20		JB	AL

## SAMMANFATTNING

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Aros Bostad IV AB (Aros) utfört en riskbedömning för fastigheterna Bävern 4 och 5 i samband med pågående planprocess för området. I direkt anslutning till fastigheterna ligger Tyresövägen. Denna är betecknad som en sekundär led i det nationella vägnätet för farligt gods fram till korsningen innan de aktuella fastigheterna. Direkt i anslutning till de aktuella fastigheterna är Tyresövägen inte betecknad som rekommenderad väg för farligt gods.

På andra sidan Tyresövägen (sett från de aktuella fastigheterna) ligger en drivmedelsstation (OKQ8).

Analysen redovisar risken i form av platspecifik individrisk. Risken har jämförts och värderats utifrån acceptanskriterier. Riskvärderingen visar att individrisknivån för fastigheterna Bävern 4 och 5 hamnar lägre än ALARP-området. Detta innebär att risken ligger på en tolerabel nivå utan att riskreducerande åtgärder vidtas. Dock är det i planbeskrivning till gällande detaljplan angivet några förutsättningar som även fortsatt gäller för aktuella fastigheter:

- byggnader ska placeras minst 20 m från Tyresövägen
- entréer ska placeras så att de vetter bort från Tyresövägen
- markyta 0-20 meter från kanten av Tyresövägen ska utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Utöver förutsättningarna ovan bedöms inga riskreducerande åtgärder krävas.

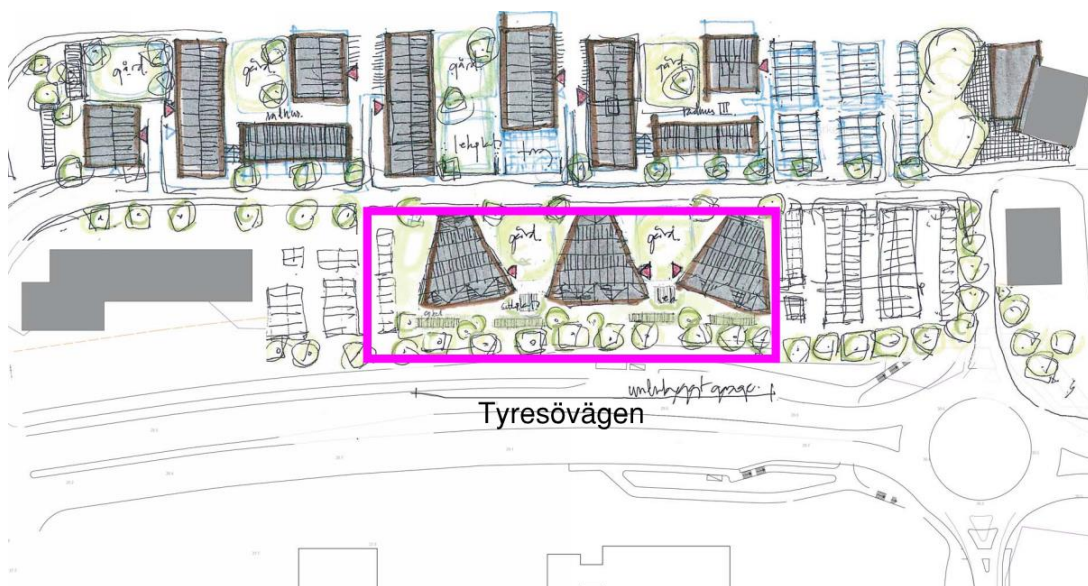
## INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>5</b>
1.1	Uppdragsbeskrivning	5
1.2	Syfte	5
1.3	Bakgrund	6
1.4	Avgränsningar	7
1.5	Målgrupp	7
1.6	Begrepp och definitioner	8
<b>2</b>	<b>Lagar och riktlinjer</b>	<b>9</b>
2.1	Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods	9
2.2	Skyddsavstånd drivmedelsstation	12
<b>3</b>	<b>Transport av farligt gods</b>	<b>14</b>
3.1	Allmänt om konsekvenser till följd av vådautsläpp	14
3.1.1	Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	15
3.1.2	Klass 2 – Gaser	15
3.1.3	Klass 3 – Brandfarliga vätskor	16
3.1.4	Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	16
<b>4</b>	<b>Arbetsmetod</b>	<b>17</b>
4.1	Övergripande om metod för riskhanteringsprocessen	17
4.2	Arbetsmetod för denna analys	18
4.3	Val av acceptanskriterier	19
<b>5</b>	<b>Förutsättningar</b>	<b>21</b>
5.1	Områdesbeskrivning	21
5.2	Trafikinformation	22
5.2.1	Trafikflöde av farligt gods	22
5.3	Väderförhållanden	24
<b>6</b>	<b>Riskidentifiering</b>	<b>25</b>
6.1	Drivmedelsstation	25
6.2	Farligt godsolycka Tyresövägen	25
6.2.1	Dimensionerande olyckshändelser	25
<b>7</b>	<b>Bedömning av sannolikheter och frekvenser</b>	<b>27</b>
7.1	Farligt godsolycka Tyresövägen	27
<b>8</b>	<b>Konsekvensberäkningar</b>	<b>28</b>
8.1	Transport av farligt gods Tyresövägen	28
<b>9</b>	<b>Riskmått</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>Riskvärdering</b>	<b>31</b>
<b>11</b>	<b>Känslighetsanalys</b>	<b>32</b>
<b>12</b>	<b>Värdering av osäkerheter</b>	<b>34</b>
<b>13</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>37</b>
<b>14</b>	<b>Referenser</b>	<b>38</b>
	<b>Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar</b>	<b>40</b>
	<b>Bilaga B – Konsekvensberäkningar</b>	<b>45</b>
	<b>Bilaga C – Beräkning av individrisk</b>	<b>49</b>

## 1 INLEDNING

### 1.1 UPPDRAGSBESKRIVNING

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Aros Bostad IV AB utfört en riskbedömning då en planprocess pågår och nybyggnation av bostadshus planeras på fastigheterna Bävern 4 och 5 i Tyresö.



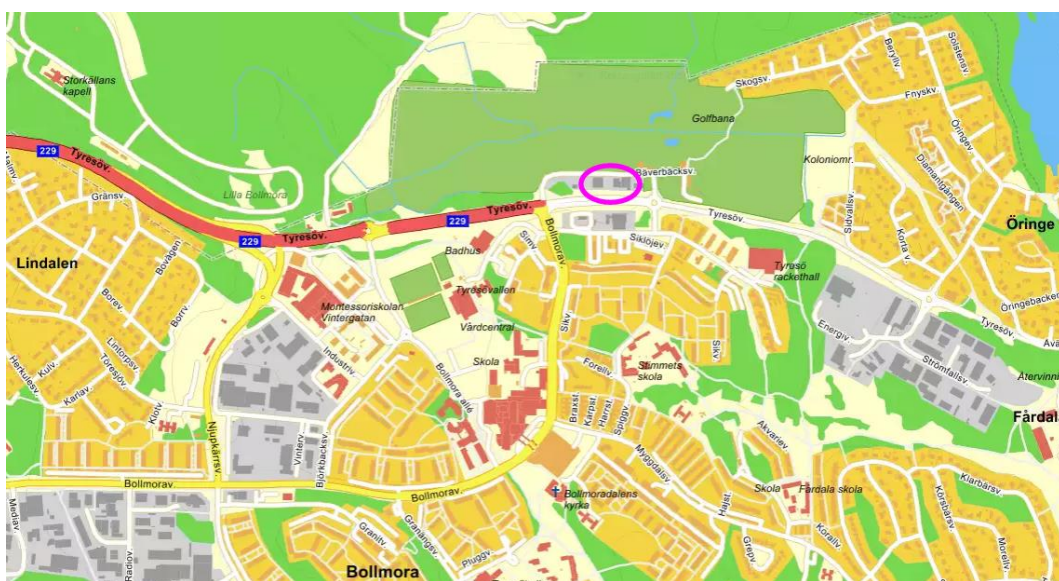
Figur 1 – Skiss av planerad bebyggelse. Aktuella fastigheter markerade med lila rektangel.

### 1.2 SYFTE

Riskbedömningen har utförts för att redovisa och värdera risker avseende transport av farligt gods i närheten av fastigheterna Bävern 4 och 5. Riskbedömningen utreder hur nära Tyresövägen bostadsbebyggelse på fastigheterna kan placeras samt vilka eventuella riskreducerande åtgärder detta kräver.

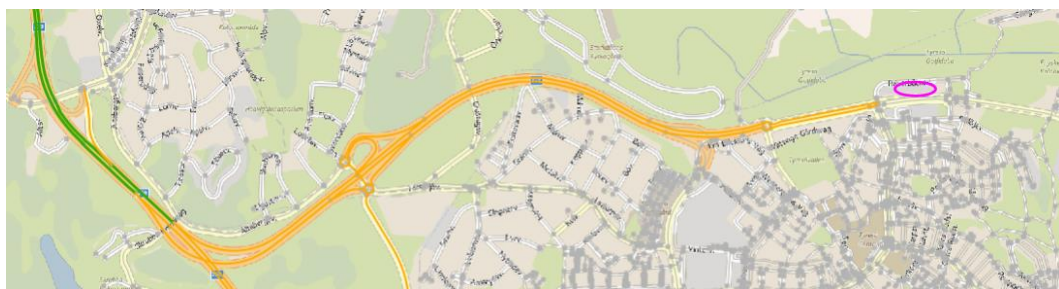
### 1.3 BAKGRUND

Fastigheterna Bävern 4 och 5 är belägna norr om Tyresövägen och söder om Tyresö golfbana, se Figur 2. Länsväg 229 leder fram till korsning med Bäverbäcksvägen/Bollmoravägen, strax väster om aktuella fastigheter, och fortsätter sedan som onummerad kommunal väg vidare österut.



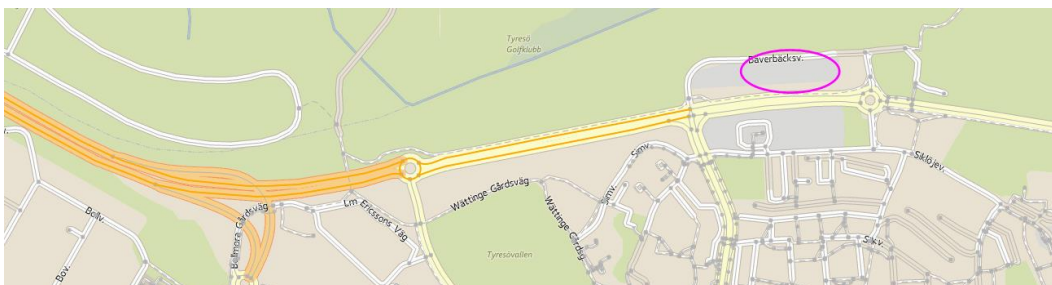
**Figur 2** - Fastigheternas läge markerat i rosa. (bild från Eniros karttjänst)

Väg 229 är primärled för transport av farligt god fram till trafikplats Skrubba och övergår där till att bli sekundärled, se Figur 3.



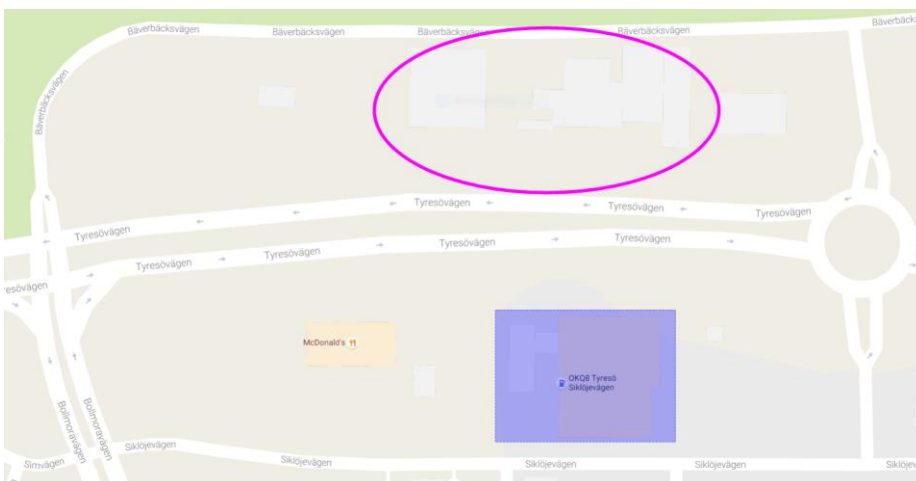
**Figur 3** – Berörda fastigheter markerade i rosa. Primärled för transport av farligt gods markerad i grönt, sekundärled i orange. (bild från Trafikverkets vägdatabas)

Där länsväg 229 slutar och övergår till den onummerade vägen "Tyresövägen" upphör också vägen att vara sekundärled för farligt gods, se Figur 4.



**Figur 4** – Berörda fastigheter markerade i rosa. Sekundärled för transport av farligt gods markerad i orange. (bild från Trafikverkets vägdatas)

På andra sidan Tyresövägen (sett från aktuella fastigheter) finns en drivmedelsstation (OKQ8), se Figur 5.



**Figur 5** – OKQ8 markerad i blått. Berörda fastigheter markerade i rosa. (bild från Googles karttjänst)

## 1.4 AVGRÄNSNINGAR

Uppdraget avser enbart att studera de risker som innefattar farligt godsolyckor genererade av vägtransporter i området samt närhet till drivmedelsstation.

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 företrädevis beställaren och Tyresö kommun. 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 momenten i den generella riskhanteringsprocessen, t.ex. riskanalys och riskbedömning, hanteras i ett separat avsnitt.

### 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 populationstätheten. Syftet med samhällsrisk är att beskriva hur riskbilden ser ut inom ett större område d.v.s. beskriver 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

### 2.1 SKYDDSAVSTÅND TILL TRANSPORTLEDER FÖR FARLIGT GODS

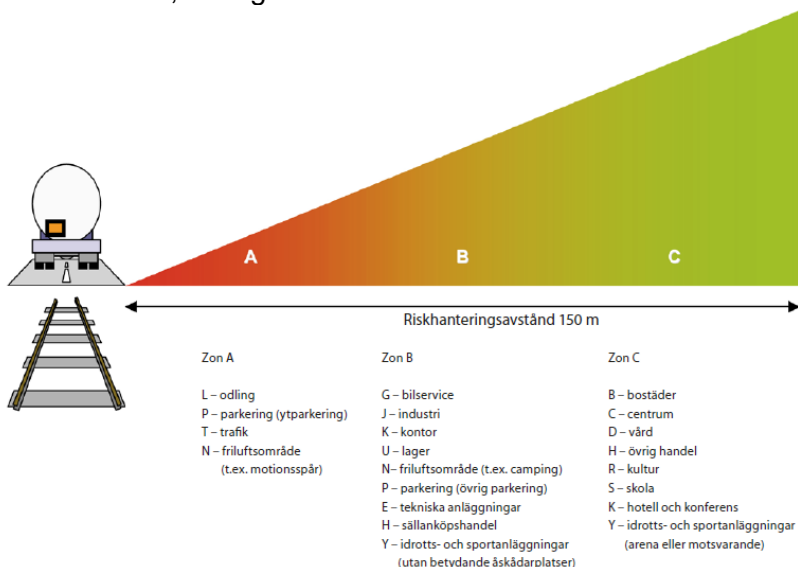
Nedan beskrivs övergripande de lagar och riktlinjer som normalt tillämpas vid riskhantering vid farligt gods vid planärenden.

Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) 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 (SFS 2010:900), vilket i praktiken medför att en riskbedömning måste göras vid planläggning. Även miljöbalken (SFS 1998:808) berör en hållbar utveckling för människors hälsa.

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 Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län har upprättat. Avsteg från rekommendationerna, t.ex. skyddsavstånd, kan dock göras med en utförlig riskanalys som grund.

#### 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 6.



Figur 6 – Zonindelning enligt Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län /2/.

### Stockholms län

Länsstyrelsen i Stockholm län har gett ut riktlinjer för riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt drivmedelsstationer /3/. Riktlinjerna anger rekommenderade skyddsavstånd mellan riskkällor och olika typer av bebyggelse. Avstånden återges i Tabell 1.

Tabell 1. Rekommenderade skyddsavstånd enligt Stockholms län /3/.

Riskkälla	Typ av bebyggelse	Avstånd
Vägar med transport av farligt gods	Byggnadsfritt	0-25 m
	Tät kontorsbebyggelse	40 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	75 m
	Personintensiva verksamheter	75 m
Järnvägar	Byggnadsfritt	0-25 m
	Tät kontorsbyggelse	25 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
	Personintensiva verksamheter	50 m
Bensinstationer	Tät kontorsbebyggelse	25 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
	Personintensiva verksamheter	50 m
	Bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus	100 m

### Västra Götalands län

Göteborgs stad har tagit fram en översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn transporter av farligt gods /4/. Översiktsplanen har i praktiken kommit att bli vägledande rekommendationer för Västra Götalands län. Rekommenderade skyddsavstånd ges i Tabell 2.

Tabell 2. Rekommenderade skyddsavstånd enligt Göteborgs stad /4/.

Risikkälla	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
Järnvägar	Byggnadsfritt	0-30 m
	Tät kontorsbebyggelse	30 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	80 m

### Skåne län

Skåne län har tagit fram tre olika vägledningarna 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 /5/. Skyddsavstånden återges i Tabell 3.

Tabell 3. Rekommenderade skyddsavstånd enligt Skåne län /5/.

Risikkälla	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

### 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.

### Detaljplan för aktuellt område

I planbeskrivningen för gällande detaljplan för aktuellt område /19/ kan bostadsbebyggelse uppföras 20 meter från Tyresövägens vägbana, förutsatt att hastighetsbegränsningen är 50 km/h. Bebyggelsen bör utformas så att entréer och utrymningsvägar från byggnaderna placeras så att de vetter bort från Tyresövägen. Marktytor mellan byggnad och Tyresövägen bör utformas så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras.

## 2.2 SKYDDSAVSTÅND DRIVMEDELSSTATION

Det finns ett antal lag, föreskrifter och riktlinjer för hur drivmedelsstationer ska uppföras. Nedan, i Tabell 4, redovisas endast de skyddsavstånd från riskkällor som Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) anger i sin handbok för hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer /6/.

Tabell 4. Skyddsavstånd till riskkällor på drivmedelsstation /6/.

Objekt	Påfyllnings- anslutning till cistern	Mätar- skåp	Pejl- förskruvning	Cistern- avluftningens mynning
Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats) verksamheter och objekt med stor brandbelastning, verkstad eller annan lokal där gnistbildande verksamhet eller öppen eld förekommer.	25 m	18 m	6 m	12 m
Stationsbyggnad.	12 m	6 m	3 m	6 m
Minst en utrymningsväg från stationsbyggnad.	18 m	9 m	6 m	12 m

Objekt	Påfyllnings- anslutning till cistern	Mätar- skåp	Pejl- förskruvning	Cistern- avluftningens mynning
Byggnader där människor vanligen inte vistas (t.ex. fristående förråd, garage) eller objekt med låg brandbelastning.	9 m	3 m	3 m	3 m
Förrådsbyggnad med stor brandbelastning.	12 m	3 m	3 m	6 m
Cistern ovan mark för brandfarlig vätska.	3 m	3 m	-	-
Starkt trafikerad väg eller gata	3 m	3 m	3 m	3 m
Parkeringsplatser.	6 m	3 m	3 m	6 m
Miljöstation.	12 m	12 m	3 m	12 m

Avstånden i Tabell 4 gäller för drivmedel men flampunkt 30 °C eller lägre, vilket omfattar bensin och E85. Diesel har dock en flampunkt över 55°C vilket innebär att vätskan ej är lika lättantändlig som bensin och att den behöver värmas upp innan den antänder. Sannolikheten att diesel ska antända är därmed låg i förhållande till bensin.

Avstånden i Tabell 4 uppfylls för aktuella fastigheter.

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 14 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	Handläggare Johan Borgman
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Datum 2016-09-20	Revidering

### 3 TRANSPORT AV FARLIGT 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 5.

Tabell 5. Indelning av farlig gods i olika klasser.

Klass	Ämne	Exempel
1	Explosiva ämnen och föremål.	Sprängämnen, tändmedel, ammunition.
2	Brandfarliga 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.

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 15 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	Handläggare Johan Borgman
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Datum 2016-09-20	Revidering

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 1, 2, 3 och 5 kan leda till.

### 3.1.1 **KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNET OCH FÖREMÅL**

För explosiva varor är det främst undergruppen 1.1, massexplosiva varor, som kan orsaka skador på människor. En olycka med 15-25 ton massexplosiva ämnen kan orsaka så höga tryck att byggnader 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 dö som en direkt följd av tryckökningen.

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.

### 3.1.2 **KLASS 2 – GASER**

För att transportera och förvara gas med så liten volym som möjligt kan man trycksätta gasen 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 brandfarlig eller giftig gas.

#### **Brandfarliga gaser**

Brandfarliga gaser är till exempel gasol, acetylen, vätgas och metan. Det ämne som representerar brandfarlig 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 brandfarligt 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.

### **Giftiga gaser**

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.

#### **3.1.3 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.

#### **3.1.4 KLASS 5 – OXIDERANDE ÄMNER OCH ORGANISKA PEROXIDER**

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.



## 4 ARBETSMETOD

Nedan ges övergripande information om riskhanteringsprocessen som följs av arbetsmetoden för denna rapport.


### 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 7.



Figur 7. Riskhanteringsprocessens 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/.

 Göteborg – Stockholm Borås – Varberg – Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version	Sida 18 / 50
	Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
	<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
		Datum 2016-09-20	Revidering

## 4.2 ARBETSMETOD FÖR DENNA ANALYS

Utifrån det som beskrivits i avsnitt 3.1 består denna riskbedömning av följande arbetsmoment:

### Förutsättningar

För att utföra en kvantitativ riskanalys krävs att följande information:

- Områdesorientering, exempelvis topografi, byggnader, natur, geografisk placering, etc.
- Inventering av trafikflöden samt transporterade mängder farligt gods. Om inventering ej ger tillräckligt underlag kompletteras transportstatistiken med riksvärden.
- 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 planområdet identifieras. Identifieringen mynnar ut i val av dimensionerande olycksscenarioer med hänsyn till transport av farlig gods.

### 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 hämtade bland annat från rapporter utgivna av Väg- och transportforskningsinstitutet /7/ samt 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 endast individrisken.

### 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.

### 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.

### 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.

### 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.

## 4.3 VAL AV ACCEPTANSKRITERIER

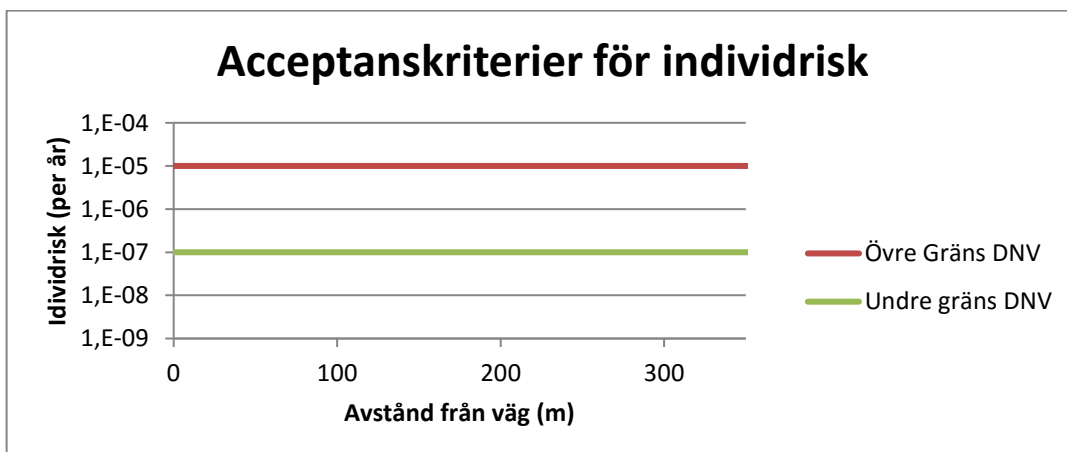
Acceptanskriterier används för att kontrollera om den beräknade risken är acceptabel eller ej. I Sverige finns det inga uttalande acceptanskriterier som bör tillämpas vid riskanalyser. Däremot finns det ett antal praxis. Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) har tagit fram fyra övergripande principer för att bedöma risker /8/:

- **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.

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  $1 \times 10^{-5}$  per år accepteras normalt ej.
- Risknivåer under  $1 \times 10^{-7}$  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 8 visualiseras acceptanskriteriernas risknivåer för individrisk.



**Figur 8 – Visualisering av acceptanskriterier för individrisk.**

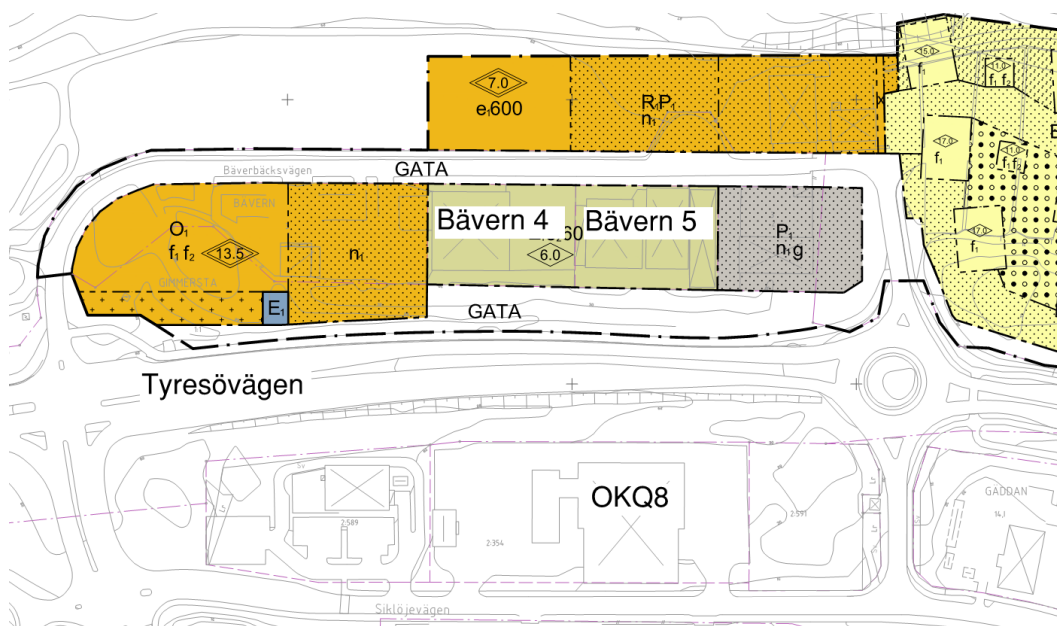
Acceptanskriterierna i figur 3 kan tillämpas vid följande förutsättningar:

- 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.

## 5 FÖRUTSÄTTNINGAR

### 5.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Fastigheterna Bävern 4 och 5 ligger söder om Tyresö golfbana och norr om Tyresövägen och OKQ8-macken på Siklöjevägen, se Figur 9.



Figur 9 – Fastigheterna Bävern 4 och 5 markerade.

Mellan Tyresövägen och aktuella fastigheter ligger en cykelväg, vilken är avskild från Tyresövägen med vägräcke, se Figur 10



Figur 10 – Tyresövägen förbi aktuella fastigheter sett mot öst. Aktuella fastigheter till vänster om vägen och OKQ8-macken till höger.

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 22 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	Handläggare Johan Borgman
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Datum 2016-09-20	Revidering

Tyresövägen ligger ungefär i nivå med aktuella fastigheter. Vägräcke finns mellan vägen och cykelbanan. Mötande trafik separeras med en refug.

Hastighetsbegränsningen på Tyresövägen, vid aktuella fastigheter, är 50 km/h.

## 5.2 TRAFIKINFORMATION

Enligt trafikmätningar på Tyresövägen 2013 passerade 15 726 fordon per vardagsmedeldygn under mätperioden /13/. Tung trafik utgjorde ca 10 % av den totala trafiken /13/.

I analysen har trafiken per dygn för vardagar använts som ett genomsnitt för trafiken hela året. Ingen reduktion har gjorts för helgdagar, då trafikintensiteten är betydligt lägre.

### 5.2.1 TRAFIKFLÖDE AV FARLIGT GODS

Tyresövägen är en rekommenderad sekundär transportled för farligt gods fram till korsningen med Bollmoravägen, ca 100 m väster om de aktuella fastigheterna. Klassningen som sekundärled beror sannolikt på transporter av motorbränsle och brandfarligt gas till drivmedelsstationen OKQ8 på Siklöjevägen 3.

Eftersom Tyresövägen enbart är klassad som sekundär transportled för farligt gods samt att klassningen slutar strax innan aktuella fastigheter förekommer sannolikt inga genomfartstransporter på aktuell del av vägen.

Möjliga mottagare av farligt gods öster om de aktuella fastigheterna är två industriområden, varav ett mindre. I de två industriområdena finns bland annat verksamheter som byggvaruhandel, billackering, bussgarage och återvinningscentral /14/. Det rör sig om enstaka verksamheter som ger upphov till transporter med farligt gods på aktuell del av Tyresövägen. Det rör sig då troligen om styckegods, dvs. mindre förpackningar av oljor, spolarvätska, lacknafta, gasolflaskor etc. Det finns inga större industrier som hanterar farligt gods i Tyresö /15/.

Enligt en tidigare kartläggning får drivmedelsstationen leveranser av drivmedel (bensin, diesel och E85) två gånger i veckan och leveranser av gasol en gång per vecka /16/. Bussgaraget får leverans av diesel två gånger per vecka och etanol 2-3 gånger per vecka /17/. Vid återvinningscentralen samlas bland annat farligt avfall in, men det rör sig då om småförpackningar av lim, färg, lack, lösningsmedel etc.

Mängderna i kartläggningen /16/ summeras till 8 transporter med farligt gods per vecka. Planbeskrivningen till gällande detaljplan /19/ anger att det 1996 skedde 9-13 transporter med farligt gods per vecka.

Den fortsatta analysen kommer att utgå från genomförd kartläggning /16/ av transporter till lokala verksamheter avseende fördelning för de olika farligt godskategorierna. De enda bulktransporterna som identifierats är de som går till OKQ8 på Siklöjevägen och bussdepån i Petterboda industriområde, se sammanställning i

Tabell 6. Avseende antal transporter utgår den vidare analysen från den högre mängden angiven i planbeskrivningen till gällande detaljplan, dvs. 13 transporter per vecka /19/.

Tabell 6. Andelen av olika klasser av farligt gods.

Klass	Ämne	Antal leveranser (per år)	Andel i procent
1	Explosiva ämnen och föremål.	-	-
2.1	Brandfarliga gaser	84	12,5
2.3	Giftiga gaser	-	-
3	Brandfarliga vätskor.	592	87,5
4	Brandfarliga fasta ämnen etc.	-	-
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider.	-	-
6	Giftiga ämnen och smittförande ämnen.	-	-
7	Radioaktiva ämnen.	-	-
8	Frätande ämnen.	-	-
9	Övriga farliga ämnen och föremål.	-	-

Då Tyresövägen är sekundärled fram till korsningen med Bollmoravägen kör sannolikt leveranser till OKQ8 via korsningen med Bollmoravägen till Siklöjevägen och in på drivmedelsstationens område. Detta är också kortaste vägen till drivmedelstationen för transporter som kommer väster ifrån på Tyresövägen. Dessa transporter passerar då inte de aktuella fastigheterna på Tyresövägen. I den vidare analysen antas dock transporter passera på Tyresövägen framför aktuella fastigheter för att sedan svänga till drivmedelstationen i rondellen efter de aktuella fastigheterna. Detta är ett konservativt antagande och undviker att analysen påverkas av osäkerhet kring chaufförernas vägval.

Leveranser till verksamheterna (dvs. fullastade) sker på den bortre körbanan (sett från de aktuella fastigheterna), vilket innebär ytterligare 10 m avstånd till de aktuella fastigheterna. Detta avstånd tillgodoräknas dock inte i den fortsatta analysen, utan riskavstånd räknas från vägbanans norra kant.

### 5.3 VÄDERFÖRHÅLLANDEN

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

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:

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

Närmsta mätstationer för vindförhållanden i Tyresö är Tullinge och Stockholm. Enligt statistik från Statens meteorologiska institut var genomsnittlig vindhastighet 3,1 m/s respektive 3,4 m/s mellan åren 1991-2004 /9/, vilket stämmer bra överens med Helmerssons värden. 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.



## 6 RISKIDENTIFIERING

Nedan beskrivs de riskkällor som finns i anslutning till de aktuella fastigheterna Bävern 4 och 5 i Tyresö.

### 6.1 DRIVMEDELSSTATION

Drivmedelstation och hantering av brandfarliga ämnen utgör en riskkälla för aktuella fastigheter. Skyddsavstånd till olika funktioner/riskkällor inom drivmedelsstation återges i avsnitt 2.2. Då samtliga skyddsavstånd uppfylls anses denna risk vara hanterad.

### 6.2 FARLIGT GODSOLYCKA TYRESÖVÄGEN

En farligt godsolycka på Tyresövägen kan inträffa genom antingen kollision eller singelolycka. Då aktuell del av Tyresövägen är rekommenderar sekundärled för transport av farligt gods fram till strax innan aktuella fastigheter antas att ingen genomfartstrafik med farligt gods sker. Endast lokala leveranser antas passera på Tyresövägen vid aktuella fastigheter. Därför förväntas enbart drivmedel och gasol passera aktuella fastigheter. Dessa ämnen är klassificerade som klass 2.1 (brandfarlig gas) och klass 3 (brandfarlig vätska). Klasserna kommer att representeras av följande ämnen:

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

#### 6.2.1 DIMENSIONERANDE OLYCKSHÄNDELSER

##### **Brandfarlig gas (klass 2.1) - Gasol**

Gasol transporteras till drivmedelsstationen, OKQ8. Detta ske i form av lastbilstransporter med gasflaskor för försäljning till konsument. I denna analys antas dock gasol transporteras i tankbilar utan släp, som ett konservativt val för att resultatet inte ska blir beroende av förpackningstyp.

En tankbil rymmer cirka 25 ton tryckkondenserad gasol. Sluhändelserna som kan påverka planområdet vid en olycka redovisas i Tabell 7. Händelsetråd för farligt godsolycka med gasol redovisas i bilaga A.

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 26 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
	Datum 2016-09-20	Revidering

Tabell 7. Dimensionerande olyckshändelse med brandfarlig gas.

Scenario	Händelse
<b>G1</b>	Stort momentant utsläpp, explosion.
<b>G2</b>	Stort momentant utsläpp, fördröjd antändning, neutral skiktning, brand.
<b>G3</b>	Stort momentant utsläpp, fördröjd antändning, stabil skiktning, brand.
<b>G4</b>	Stort kontinuerligt utsläpp, jetflamma uppstår.
<b>G5</b>	Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
<b>G6</b>	Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
<b>G7</b>	Medelstort utsläpp, jetflamma uppstår.
<b>G8</b>	Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
<b>G9</b>	Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
<b>G10</b>	Litet utsläpp, jetflamma uppstår.
<b>G11</b>	Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
<b>G12</b>	Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, 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.

Sluthändelserna som kan påverka planområdet vid en olycka redovisas i Tabell 8. Händelseträdet för farligt godsolycka med bensin redovisas i bilaga A.

Tabell 8. Dimensionerande olyckshändelse med brandfarlig vätska.

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

## 7 BEDÖMNING AV SANNOLIKHETER OCH FREKVENSER

### 7.1 FARLIGT GODSOLYCKA TYRESÖVÄGEN

Frekvensen för en olycka med farligt gods på Tyresövägen beräknas enligt metod från Räddningsverket /8/. Beräkningarna redovisas i bilaga A.

Förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka är  $4,51 \times 10^{-5}$  vilket motsvarar att förväntat antal år mellan olyckor med farligt gods är ca 22 152 år.

Frekvensen för en olycka med farligt gods för respektive studerad klass av farligt gods redovisas i Tabell 9.

Tabell 9. Beräknad frekvens för respektive studerad klass av farligt gods.

Klass	Frekvens (olycka per år)
2.1	$5,61 \times 10^{-6}$
3	$3,95 \times 10^{-5}$

Frekvensen för respektive identifierat scenario i avsnitt 6.2.1 bestäms genom händelseträdsanalys som redovisas i bilaga A.

## 8 KONSEKVENSBERÄKNINGAR

### 8.1 TRANSPORT AV FARLIGT GODS TYRESÖVÄGEN

#### 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/m<sup>2</sup>. Inom riskavståndet antas 100 % omkomma som befinner sig utomhus. Inomhus antas alla överleva då byggnader ger skydd mot strålning. Utanför riskavståndet överlever samtliga. I Tabell 10 sammanställs resultatet för gasololycka på väg.

Tabell 10. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brandfarlig 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

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 29 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
	Datum 2016-09-20	Revidering

### Bensin

Beräkningar har utförts med hjälp av Fischer m.fl. /10/. Riskavståndet är det avstånd där personer antas omkomma direkt. Kritisk strålningsnivå antas vara 15 kW/m<sup>2</sup> då detta enligt Boverket /11/ är den strålningsnivå (mot byggnader) som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad samt att denna strålningsnivå orsakar outhärdlig smärta efter mycket kort exponering. Inom riskavståndet antas 100 % omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga. Riskavstånden beräknas från pölens centrum. I Tabell 11 sammanställs resultatet för bensinolycka.

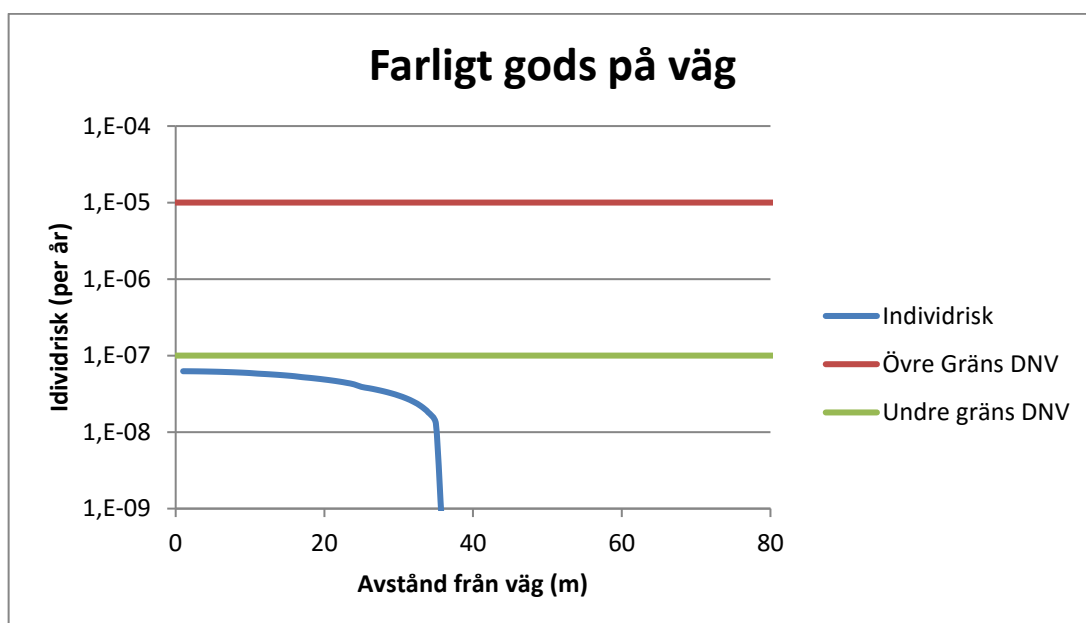
Tabell 11. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brandfarlig vätska (bensin).

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

## 9 RISKMÅTT

För de aktuella fastigheterna, Bävern 4 och 5, beräknas individrisk.

Individriskbidraget för Tyresövägen som riskkälla beräknas som en funktion av avståndet från vägen, se Figur 11. Resultatet av individriskberäkningarna redovisas i diagrammet nedan. Beräkningarna av individriskerna återfinns i bilaga C.



Figur 11 – Individrisken som en funktion av avståndet från ytterkanten av Tyresövägen.

## 10 RISKVÄRDERING

Vid en jämförelse av den beräknade individrisken och de valda acceptanskriterierna, se Figur 11 i avsnitt 9, kan det utläsas att individrisken hamnar under ALARP-området (se avsnitt 4.3 för beskrivning). Detta innebär att riskreducerande åtgärder inte anses proportionerligt med avseende på kostnad/nyttoperspektivet. Det korta avståndet till Tyresövägen medför inte en hög individrisk för fastigheterna Bävern 4 och 5, då antalet transporter med farligt gods är litet.

## 11 KÄNSLIGHETSANALYS

För att visa på robusthet i beräkningarna brukar normalt olika indata varieras 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.

Hålstorleken har stor betydelse för resultatet. I analysen har använts tre storlekar på hål för gasoltankar; litet (diameter 4 cm), medelstort (diameter 8 cm) och stort (diameter 14 cm). För gasol finns även ett momentant utsläpps-scenariot. 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 respektive 400 m<sup>2</sup>. För haveri, där innehållet i tanken kommer ut momentant har en pölstorlek på 400 m<sup>2</sup> 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.

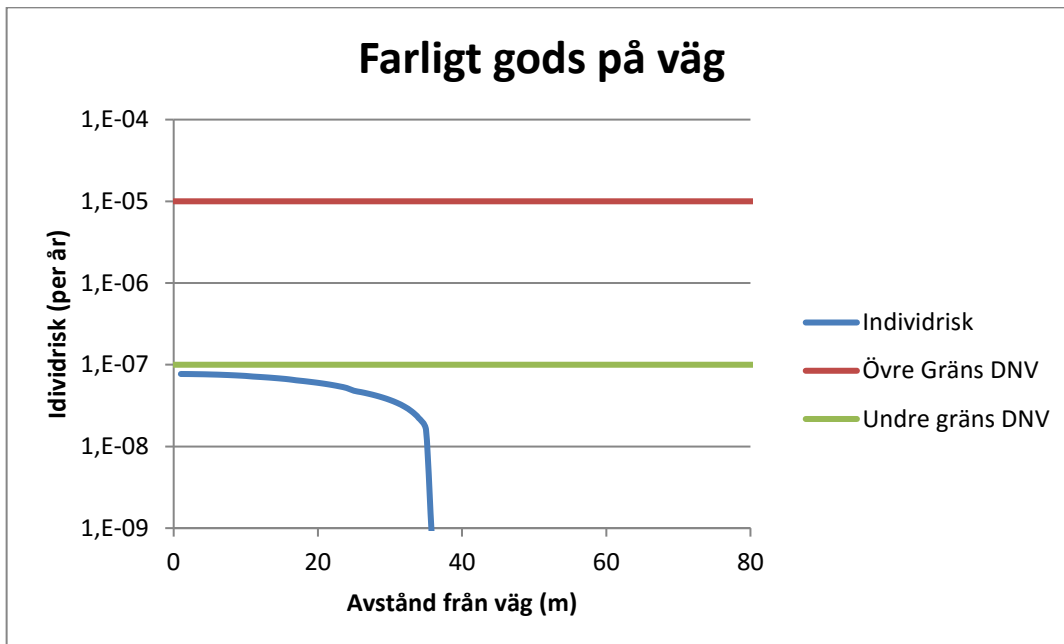
Väderförhållanden anses inte behöva analyseras vidare i känslighetsanalysen då det i beräkningarna ansatts att det ständigt blåser mot det studerade området.

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 mängd farligt godstransporter. Enligt prognoser för år 2030 kommer trafiken på Tyresövägen att öka från 15726 fordon per dygn till 19 400 /21/, dvs. en ökning på ca 23 %. Ökningen av antalet transporter med farligt gods antas vara proportionerlig med ökningen av total trafik. Beräkningarna genomförs på samma sätt som tidigare och förväntat antal farligt godsolyckor per år med den ökade trafikmängden på aktuell vägsträcka blir då  $5,57 \times 10^{-5}$  år 2030.

Individrisken beräknas på samma sätt som tidigare och åskådliggörs i Figur 12.





**Figur 12 – Individrisken som en funktion av avståndet från Tyresövägen, med hänsyn till trafikuppräkningsstal för år 2030.**

Den framräknade individrisken med förväntad trafikmängd 2030 hamnar även den under ALARP-området. Detta innebär att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas.

I känslighetsanalysen liksom i grundanalysen så har ingen hänsyn tagits till några fysiska hinder varför individrisken längre bort från vägen i praktiken blir väsentligt lägre (p.g.a. denna del av området ligger i skydd av byggnaderna närmast vägen).

## 12 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 Tyresövägen uppmättes 2012, 2013 och 2015. I känslighetsanalysen har trafikintensiteten ökat för att ta hänsyn till framtida förändringar.

### Transporter med farligt gods på transportlederna

Antalet transporter med farligt gods på Tyresövägen är hämtad från planbeskrivning till gällande detaljplan. Det antalet bedöms konservativt då det överstiger senare kartläggningar i området. Antalet transporter har även ökat i känslighetsanalysen för att ta hänsyn till framtida förändringar. Fördelningen mellan vilken typ av ämne (vilken ADR-klass) som transporteras har hämtats från tidigare kartläggningar och bedömningar utifrån de mottagare av transporter av farligt gods som finns i området.

### 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 brandfarliga gaser.

Bensin representerar brandfarliga vätskor. Bensin är mer brandfarligt än till exempel diesel och E85 som transporteras i stora volymer på vägar i Sverige.

### 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. 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 /7/. Frekvensen för olycka med farligt godsfordon inblandat är beräknad enligt modell från Räddningsverket /8/. 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. /10/ 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/m<sup>2</sup> eller högre. För brand med gasol har 5 kW/m<sup>2</sup> 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 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.

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 37 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
	Datum 2016-09-20	Revidering

## 13 SLUTSATSER

Riskvärderingen visar att individrisknivån hamnar under ALARP-området för bebyggelse på fastigheterna Bävern 4 och 5, Tyresö. Detta innebär att risken ligger på en tolerabel.


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 bristfällig 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. 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.

Prevecon bedömer att föreslagen verksamhet och bebyggelse på fastigheterna Bävern 4 och 5 är möjlig. Detta förutsatt att bebyggelse följer riktlinjerna i nu gällande detaljplan. Detta innebär att:

- byggnaderna ska placeras minst 20 m från Tyresövägen
- entréer ska placeras så att de vetter bort från Tyresövägen
- markyta 0-20 meter från kanten av Tyresövägen ska utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Utöver riktlinjerna ovan bedöms inga riskreducerande åtgärder krävas.

 Göteborg – Stockholm Borås – Varberg – Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version	Sida 38 / 50
	Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
	<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
		Datum 2016-09-20	Revidering

## 14 REFERENSER

- /1/ Davidsson, G. m.fl. (1997). *Värdering av risk*. Rapport P21-182/97, Räddningsverket, Karlstad.
- /2/ Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- /3/ Länsstyrelsen i Stockholm län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*.
- /4/ Stadsbyggnadskontoret i Göteborg. (1997). *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods – antagandehandling*. Huvudhandling samt bilagor 1-5.
- /5/ Länsstyrelsen i Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*.
- /6/ Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB. (2015). *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*.
- /7/ Helmersson, L. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*. Rapport 387:4. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- /8/ Räddningsverket. (1996) *Farligt gods – Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*. Räddningsverket, Karlstad.
- /9/ Alexandersson, H. (2006). *Vindstatistik för Sverige 1961-2004*. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI, Norrköping.
- /10/ Fischer, S. m.fl. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga gaser och vätskor*. 3:e rev. upplagan. Försvarets forskningsanstalt. Tumba/Umeå.
- /11/ 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.
- /12/ Karlsson, B., Quintiere J. G. (1999). *Enclosure fire dynamics*. CRC Press, Florida USA.
- /13/ Vectura (2013), *Trafikmätning på Tyresövägen våren 2013 - Totaltrafik och riktningsuppdelad, Trafikmätning: 2013-05-22 - 2013-06-05*.

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 39 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
	Datum 2016-09-20	Revidering

- /14/ Brandskyddslaget (2015), *Riskanalys, Tyresövallen – ishall.*
- /15/ Tyresö kommun (2011), *Bostäder vid Bollmora Allé – Planbeskrivning samrådshandling.*
- /16/ Brandkonsulten (2012), *Kv. Bollmoragården 4, Tyresö kommun – Riskanalys utgåva 5.*
- /17/ Brandkonsulten (2013), *Bussen 5, Kaatach lekland, översiktlig riskbedömning, utgåva 2.*
- /18/ Tyresö kommun (2015), *Detaljplan för hotell och bostäder vid Bäverbäcken, Fastigheterna Bävern 3-5 samt del av fastigheterna Bävern 2 och Gimmersta 1:1.*
- /19/ Tyresö kommun (2015), *Planbeskrivning tillhörande detaljplan för "Detaljplan för hotell och bostäder vid Bäverbäcken".*
- /20/ Brandkonsulten (2008), *Bäverbäcksvägen Tyresö kommun, Nybyggnad bostadsområde, Översiktlig riskanalys, Utgåva 1.*
- /21/ Trivector (2012), *Tyresövägen – Åtgärdsförslag. Rapport 2012:70, Version 1.0.*

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version	Sida 40 / 50
Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
	Datum 2016-09-20	Revidering

## BILAGA A – FREKVENNS- 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.

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	50
Längd, km (a)	1
Olyckskvot (k)	1,2
Andel singelolyckor (Y)	0,15
Index för farligt godsolycka (i)	0,03
ÅDT (Genomsnittligt antal fordon per dygn) (b)	15726
Trafikarbete ( $c = a \cdot b \cdot 365 \cdot 10^{-6}$ )	5,74
Antal förväntade olyckor ( $O = k \cdot c$ )	6,89
Antal farligt godstransporter per dygn (n)	1,86
Andel transporter med farligt gods av ÅDT ( $X = n/b$ )	$1,18 \times 10^{-4}$
Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor/år ( $D = O((Y \cdot X) + (1 - Y)(2X - X^2))$ )	0,0015
<b>Förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka med längden a (<math>F = D \cdot i</math>)</b>	<b><math>4,51 \times 10^{-5}</math></b>
Förväntat antal år mellan olyckor med farligt godsolycka (1/F)	22152



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

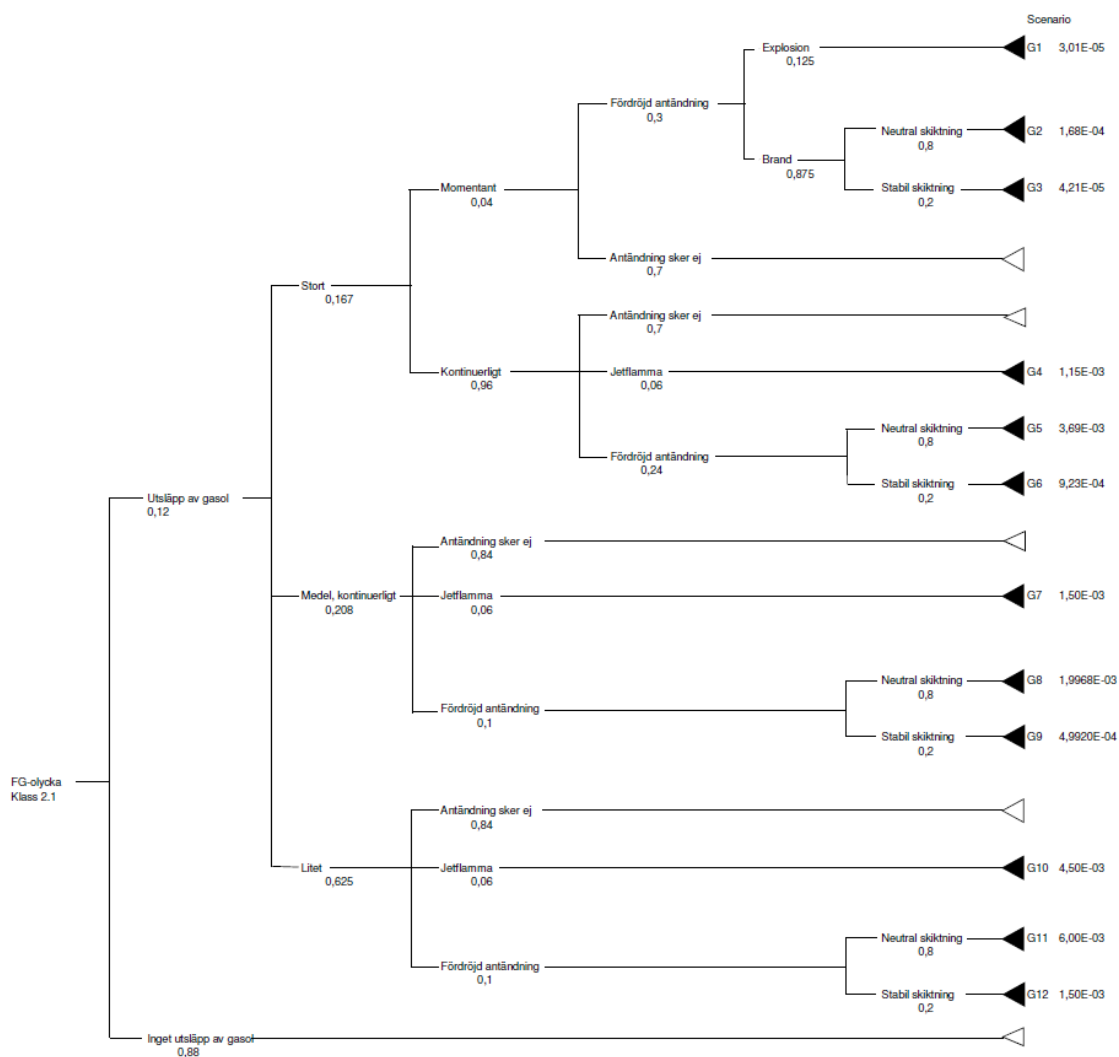
Tabell A.1.2. Frekvens för olycka för respektive klass.

Klass	Frekvens (olycka per år)
<b>2.1</b>	3,46 x 10 <sup>-6</sup> (Brandfarlig gas).
<b>3</b>	2,42 x 10 <sup>-5</sup>

## A.2 – Beräkning av sannolikheter för respektive scenario

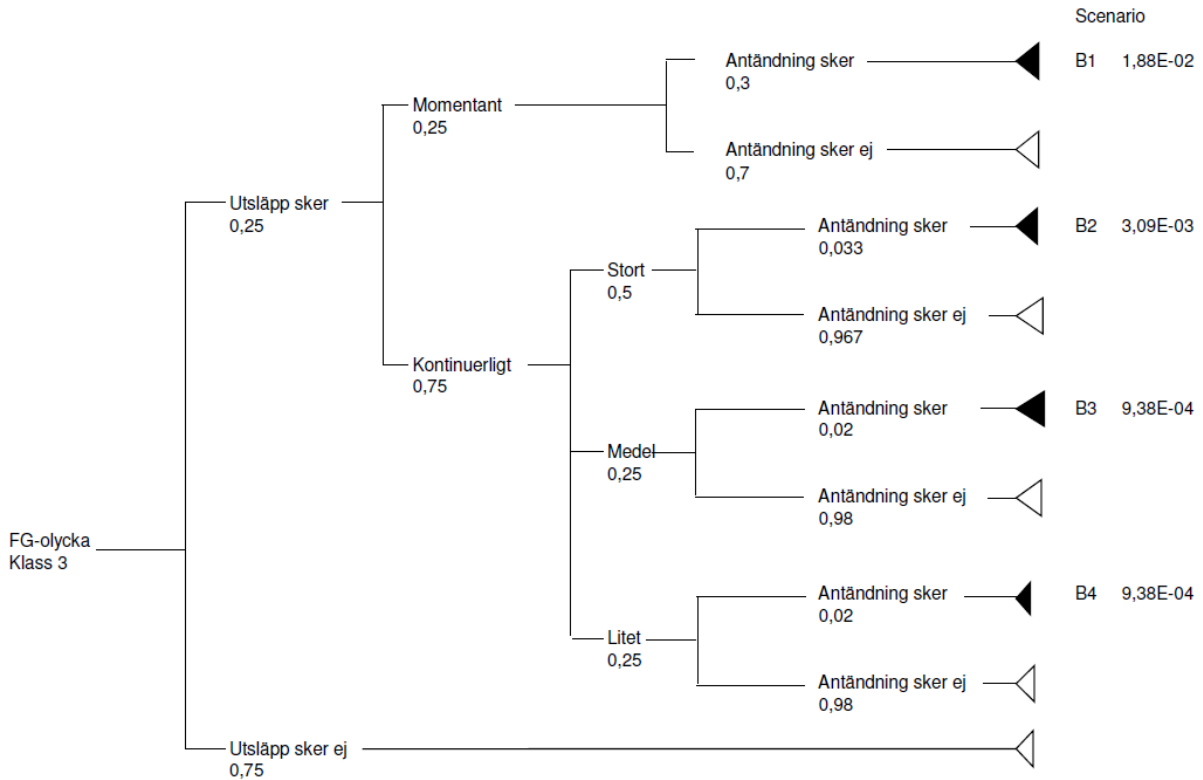
Beräkning av sannolikheten för respektive identifierat scenario med hjälp av händelseträdet.

### Klass 2.1 - Gasol



Figur A.2.2. Händelseträdet över farligt godsolycka med klass 2.1.

### Klass 3



Figur A.2.4. Händelsetråd över farligt godsolycka med klass 3.


### A.3 – Beräkning av frekvenser för respektive scenario

Frekvensen för de identifierade scenarierna beräknas genom:

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

Tabell A.3.1. Frekvensberäkning för respektive scenario.

Scenario	P(scenario)	F(FG-olycka, aktuell klass)	Frekvens (per år)
G1	3,01E-05	5,61E-06	1,69E-10
G2	1,68E-04	5,61E-06	9,42E-10
G3	4,21E-05	5,61E-06	2,36E-10
G4	1,15E-03	5,61E-06	6,45E-09
G5	3,69E-03	5,61E-06	2,07E-08
G6	9,23E-04	5,61E-06	5,18E-09
G7	1,50E-03	5,61E-06	8,41E-09
G8	2,00E-03	5,61E-06	1,12E-08
G9	4,99E-04	5,61E-06	2,80E-09
G10	4,50E-03	5,61E-06	2,52E-08
G11	6,00E-03	5,61E-06	3,37E-08
G12	1,50E-03	5,61E-06	8,41E-09
B1	1,88E-02	3,95E-05	7,43E-07
B2	3,09E-03	3,95E-05	1,22E-07
B3	9,38E-04	3,95E-05	3,71E-08
B4	9,38E-04	3,95E-05	3,71E-08

 Göteborg – Stockholm Borås – Varberg – Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version	Sida 45 / 50
	Uppdragsnamn <b>BÄVERN 4 OCH 5 TYRESÖ KOMMUN</b>	Uppdragsnummer 20160095	
	<b>RISKBEDÖMNING – FARLIGT GODS DETALJPLANUTREDNING</b>	Handläggare Johan Borgman	
		Datum 2016-09-20	Revidering

## BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR

### Olycka med brandfarlig gas (gasol)

#### G1

Beräkning av konsekvenser av explosion vid momentant utsläpp, se Helmersson /9/.

#### G2

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (neutral skiktning), se Helmersson /9/.

#### G3

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (stabil skiktning), se Helmersson /9/.

#### 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  
Luftryck: 760 mmHg  
Omgivningstemperatur: 15,0 °C  
Relativ fuktighet: 50 %

Utsläppet sker nära vätskeytan

Utströmningkoefficient (Cd): 0,83

Ingen vägg eller dyl. nära utsläppet.

Ingen invallning/upsamling.

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)

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/m<sup>2</sup>.

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 /9/. Riskavstånd 131 m.

**Sluthändelse G2**

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson /9/. Riskavstånd 59 m.

**Sluthändelse G3**

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson /9/. 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.

**Sluthändelse G6**

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 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 brandfarlig vätska (bensin)

Nedan redovisas konsekvenserna av olycka med utsläpp av brandfarlig 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. /14/ och Enclosure fire dynamics /17/.

- Riskavståndet är det avstånd där strålningen är 15 kW/m<sup>2</sup>. 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 <sup>2</sup> )	Pöldiameter (m)	Flamhöjd (m)	Avstånd till 15 kW/m <sup>2</sup>
<b>B1</b>	400	22,6	24,5	36
<b>B2</b>	200	16	19,3	25
<b>B3</b>	100	11,3	15,2	17
<b>B4</b>	50	8	11,9	11



## BILAGA C – BERÄKNING AV INDIVIDRISK

Då individrisken ska beräknas utmed en vägsträcka 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.

Individriskbidraget beräknas för respektive scenario och summeras.

Nedan i tabell C1 listas samtliga sluthändelser med dess frekvens, spridningsvinkel och riskavstånd.

Tabell C1. Riskavstånd och frekvenser för samtliga scenarier.

Scenario	Frekvens (per år)	Spridningsvinkel ( $\alpha$ )	Riskavstånd (r)
G1	1,69E-10	360	131
G2	9,42E-10	360	59
G3	2,36E-10	360	40
G4	6,45E-09	30	128
G5	2,07E-08	30	23
G6	5,18E-09	30	28
G7	8,41E-09	25	73
G8	1,12E-08	30	20
G9	2,80E-09	30	22
G10	2,52E-08	20	37
G11	3,37E-08	30	19
G12	8,41E-09	30	19
B1	7,43E-07	360	36
B2	1,22E-07	360	25
B3	3,71E-08	360	17
B4	3,71E-08	360	11