

**HEMMESTATORP 1:1  
VÄRMDÖ KOMMUN**

**RISK PM  
TRANSPORT AV FARLIGT  
GODS**

**FRAMTAGANDE AV DETALJPLAN**

Datum: 2020-12-09

Uppdragsansvarig: Dan Sylvén Cornelius - Civilingenjör  
Handläggare: Andreas Stagnebo - Civilingenjör/brandingenjör

Åsboholmsgatan 6  
504 51 Borås

Kungsgatan 48B  
411 15 Göteborg

Västerlånggatan 27  
111 29 Stockholm

Kålgårdsbergsgatan 10  
451 30 Uddevalla

Kungsgatan 20  
302 45 Halmstad

Telefon vxl: 010-703 70 00

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

## Projektinformation

<b>Uppdragsnummer:</b>	20200002-01
<b>Uppdragsnamn:</b>	Hemmestatorp 1:1
<b>Kommun:</b>	Värmdö
<b>Uppdragsgivare:</b>	Serafim Fastigheter AB
<b>Uppdragsgivarens ref:</b>	Rickard Jacobsson

## Organisation - Prevecon Brand & Riskkonsult AB

<b>Uppdragsansvarig:</b>	..... Dan Sylvén Cornelius - Civilingenjör Telefon: 010-703 70 16
<b>Handläggare:</b>	..... Andreas Stagnebo - Civilingenjör/brandingenjör Telefon: 010-703 70 27
<b>Internkontroll:</b>	..... Adam Lindström - Civilingenjör/brandingenjör Telefon: 010-703 70 32

## Dokumenthistorik

A	2020-12-09		AS	AL
<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Anmärkning</b>	<b>Handläggare</b>	<b>Internkontroll</b>

## SAMMANFATTNING

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Serafim Fastigheter AB upprättat detta Risk-PM i samband med planarbetet för ny bebyggelse inom fastigheten Hemmestatorp 1:1 i Värmdö kommun.

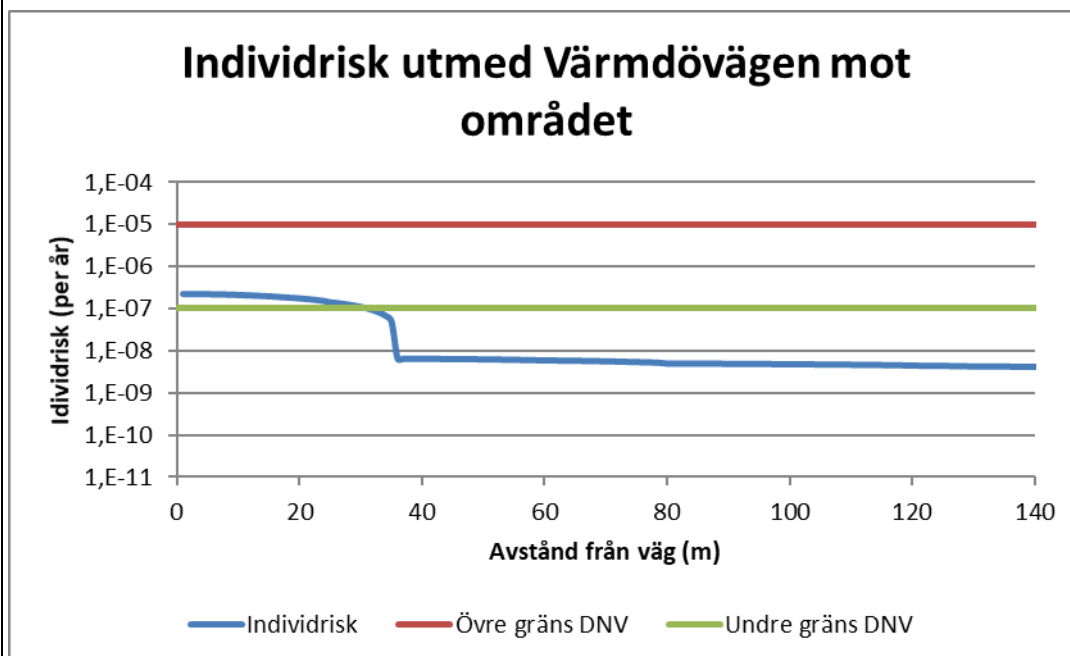
Inom fastigheten planeras radhusbebyggelse med 25 bostäder i anslutning till Värmdövägen som utgör sekundär led för transporter av farligt gods, som föranleder att en riskbedömning ska genomföras.

En befintlig riskanalys har upprättats för grannfastigheten Torsby 1:177 av Geosigma, daterad 2016-03-25. Med hänsyn till att rådande förutsättningar bedömts likvärdiga dåvarande förutsättningar har ett Risk-PM upprättats som tar hänsyn till sannolikheter som beräknats i befintlig riskanalys. Kvalitativa resonemang har förts avseende konsekvenserna mot området.

En revidering av detta PM Risk har genomförts till följd av att Värmdö kommun efterfrågat beräkningar med hänsyn till trafikflöden för år 2040. Då Prevecon inte genomfört beräkningar för fastigheten tidigare genomförts har Prevecon således genomfört egna beräkningar för trafiksituationen år 2040.

Nya eller ändrade stycken är markerade med vänster kansträck.

I figur s.1 nedan presenteras individrisken mot området där bebyggelsen planeras.

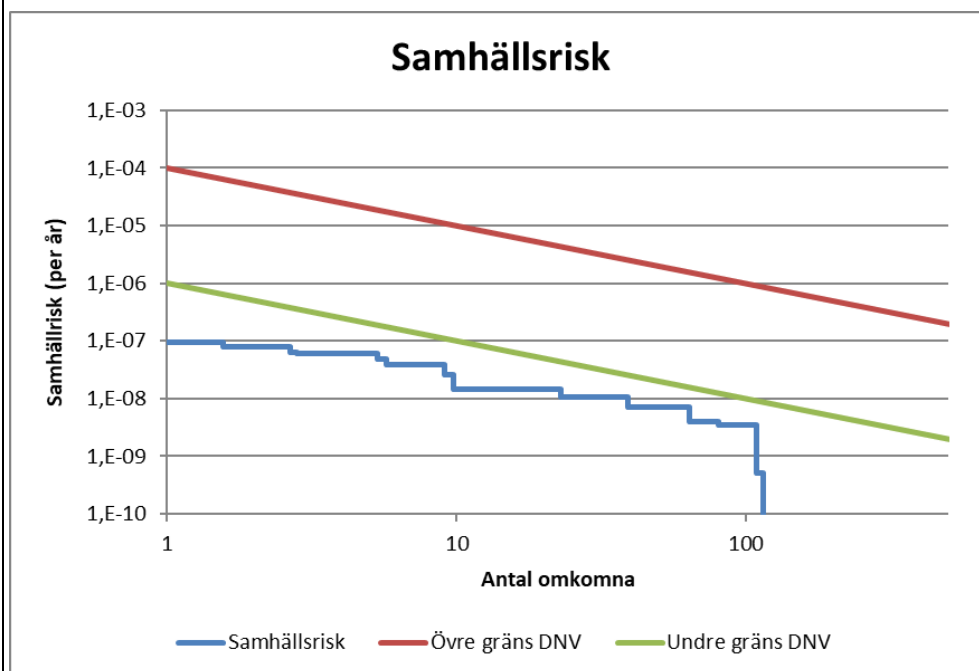


Figur s.1 Beräknad individrisk utmed Värmdövägen mot det studerade området.

Det framgår att risken som högst ligger strax ovan ALARP-områdets undre gräns för att vid cirka 30 meter sjunka till nivåer som kan betraktas som acceptabla. Där risken

ligger inom ALARP-området ska rimliga åtgärder vidtas för att hålla risken så låg som praktiskt möjligt.

I figur s.2 nedan redovisas samhällsriskerna för området.



Figur s.2 Beräknad samhällsrisk utmed Värmdövägen.

I diagrammet är det tydligt att samhällsriskerna ligger på nivåer under den undre gränsen för ALARP-området. Samhällsriskerna får således betraktas som acceptabel.

Med hänsyn till de beräknade risknivåerna där individrisken delvis ligger inom ALARP-området bedömer Prevecon att bebyggelsen kan accepteras under förutsättning att riskreducerande åtgärder vidtas. Dessa återges kortfattat nedan.

#### 0 – 20 meter

- Bebyggelsefritt område, mindre bostadsförråd som uppfyller brandteknisk klass EI 30, byggt med obrännbart material, kan accepteras på uppfart. Kravet omfattar väggar samt tak.
- Området bör utformas så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras. GC-väg accepteras.
- En mot marken tätslutande mur eller ett plank i icke brännbart material ska uppföras mellan vägen och planområdet. Utformning av mur eller plank beskrivs i kapitel 5.
- Parkering på uppfart kan accepteras.

#### 20 – 30 meter

- Fasader ska utföras så de uppfyller brandteknisk klass EI 30 samt i obrännbart material.

- Fönster som vetter mot Värmdövägen ska utföras i brandteknisk klass EI 30. Öppningsbara fönster kan accepteras.
- Bostäder bör ej utformas balkonger som vetter mot Värmdövägen. Om balkonger förses med strålningskydd motsvarande brandteknisk klass EW 30 på den sida som vetter mot Värmdövägen kan balkonger accepteras.

**Hela området**

- Samtliga bostäder inom området ska ha möjlighet att utrymma i riktning bort från Värmdövägen (söderut) och ta sig bort från området.
- Placering av luftintag till bostäder ska vara placerade i riktning bort från Värmdövägen.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Inledning.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Bakgrund.....</b>	<b>8</b>
2.1 Avgränsningar .....	8
2.2 Områdesbeskrivning .....	8
2.3 Begrepp och definitioner .....	11
<b>3 Riskbedömning enligt befintlig analys.....</b>	<b>12</b>
3.1 Jämförelse med nuvarande förutsättningar .....	16
3.2 Konsekvenser vid olyckor .....	17
<b>4 Riskanalys Prevecon.....</b>	<b>19</b>
4.1 Trafikinformation .....	19
4.2 Befolkningstäthet .....	21
4.3 Väderförhållanden .....	21
4.4 Beräkningsresultat .....	22
4.5 Osäkerheter/Känslighetsanalys .....	23
4.6 Riskvärdering .....	26
<b>5 Riskreducerande åtgärder .....</b>	<b>27</b>
<b>6 Slutsats .....</b>	<b>29</b>
<b>7 Referenser.....</b>	<b>30</b>
<b>Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar .....</b>	<b>31</b>
<b>Bilaga B – Konsekvensberäkningar.....</b>	<b>38</b>
<b>Bilaga C – Beräkning av individrisk.....</b>	<b>45</b>
<b>Bilaga D – Beräkning av samhällsrisik .....</b>	<b>47</b>

## 1 INLEDNING

Detta risk-PM är upprättat av civilingenjör/brandingenjör Andreas Stagnebo, Prevecon Brand & Riskkonsult AB, på uppdrag av Serafim Fastigheter AB.


Syftet med detta PM är att belysa eventuella åtgärder som bedöms skäliga att genomföra då bostäder planeras att byggas inom fastigheten Hemmestatorp 1:1 i Värmdö kommun. Fastigheten är i dagsläget obebyggd och består av skogsmark. I anslutning till fastigheten finns två befintliga villor som ej omfattas av detta PM.

Då Värmdöleden utgör sekundär led för transporter av farligt gods ska riskbedömning med hänsyn till transporter av farligt gods genomföras.

Underlag för detta risk-PM utgörs av:

- Torsby 1:177, Värmdö kommun – Riskanalys med avseende på transport av farligt gods, upprättad av Geosigma AB, daterad 2016-03-25 med revidering 2016-04-06.
- Situationsplan över planerad bebyggelse, erhållen av Serafim Fastigheter AB.
- Start-PM för detaljplan Hemmestatorp 1:1, upprättad av Värmdö kommun.

Revidering av detta PM Risk har genomförts efter att Värmdö kommun begärt att komplettering av riskbedömningen. Specifikt efterfrågas hur prognosticerade trafikflöden för år 2040 påverkar riskbilden för området. Det efterfrågas även specifikationer för hur mur/plank mellan Värmdövägen och bebyggelsen ska utformas.

 Borås - Göteborg - Halmstad Stockholm - Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version <b>RevA</b>	Sida <b>8 / 47</b>
	Uppdragsnamn <b>HEMMESTATORP 1:1, VÄRMDÖ</b>	Uppdragsnummer <b>20200002</b>	
	<b>RISK-PM</b>	Handläggare <b>Andreas Stagnebo</b>	
		Datum <b>2020-12-09</b>	Revidering

## 2 BAKGRUND

Värmdö kommun upprättar för närvarande en ny detaljplan för fastighet Hemmestatorp 1:1 för bostadsbebyggelse på ett område som idag saknar gällande detaljplan. Föreslagen detaljplan innefattar 25 nya bostäder i radhusform och projektet betraktas som en del av pågående förtätning i enlighet med Värmdö kommuns översiktsplan. Fastigheten gränsar i väster till Torsby 1:177 där detaljplan vann laga kraft 2017.

I samband med planarbetet för Torsby 1:177 upprättades en riskanalys med avseende på transport av farligt gods. Då förutsättningarna för fastigheterna är identiska och detaljplan för Torsby 1:177 avser samma typ av bebyggelse bedöms riskanalysens resultat vara tillämpligt på aktuell fastighet.

### 2.1 AVGRÄNSNINGAR

Detta riskutlåtande beaktar sannolikheter enligt tidigare beräkning av Geosigma i riskanalys upprättad 2016-03-25. Kvalitativa resonemang görs avseende konsekvenser mot området.

| Vid beräkningar och riskbedömning tas ingen hänsyn till miljömässiga risker.

### 2.2 OMRÅDESBESKRIVNING

Hemmestatorp 1:1 utgörs i dagsläget av huvudsakligen obebyggd mark. Inom området finns en äldre gårdsbildning och friliggande bostadshus och till dessa byggnader går en äldre byväg. Vegetationen utförs av lövträd och till viss del av jordbruksmark. Söder om området ligger Hemmestaträsket. Området ligger i nära anslutning till befintlig kollektivtrafik samt med närhet till naturmark.

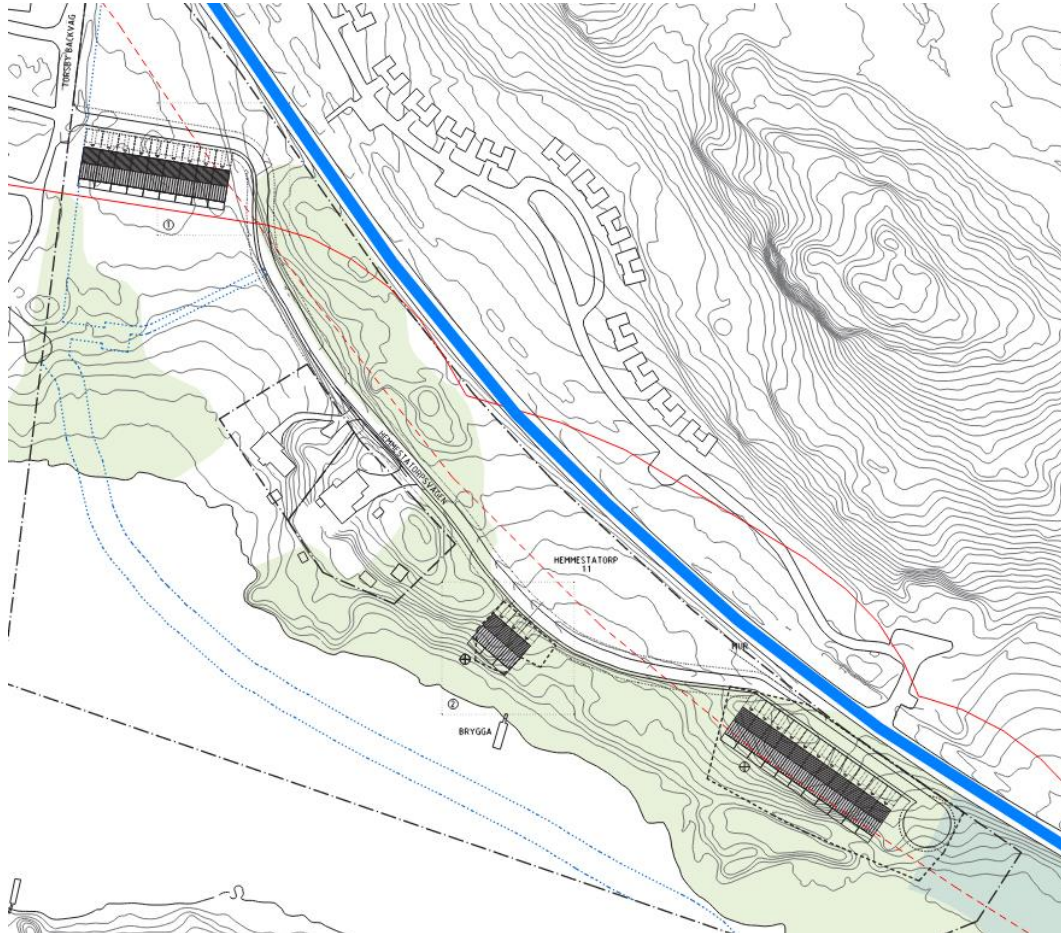
Den del av Värmdövägen som passerar förbi Hemmestatorp 1:1 består av landsväg med mötestrafik och ett körfält i vardera riktningen. Hastigheten är begränsad till 50 km/h. I närområdet finns inga mottagare eller distributörer av farligt gods, utöver enstaka mindre jordbruksverksamheter.





Figur 1 Närområdet kring Hemmestatorp 1:1. Flygfoto hämtat från google maps.

Den bebyggelse som föreslås utgörs av radhusbebyggelse i två plan. Totalt föreslås 23 bostäder, fördelade på tre huskroppar. I Figur 2 nedan redovisas bebyggelsens placering. Kortaste avstånd mellan Värmdövägen och planerad bebyggelse uppgår till cirka 20 meter.



Figur 2 Planerad bebyggelse. Värmdövägen är markerad med tjock blå linje.

## 2.3 BEGREPP OCH DEFINITIONER

### Risk

Risk kan definieras som en sammanvägning av sannolikhet för att en händelse ska inträffa samt de negativa konsekvenser händelsen kan leda till. För att erhålla en riskbild i den upprättade riskanalysen beräknades och redovisades risken med två olika riskmått: individrisk och samhällsrisk.

### Individrisk

Individrisk är ett riskmått där sannolikheten för att en viss individ omkommer under en tidsperiod, ofta ett år, beskrivs. I upprättad riskanalys har den platsspecifika individrisken beräknats, vilket innebär risken att omkomma för en hypotetisk person som antas befinna sig kontinuerligt på en specifik plats.

### 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.

Den beräknade individrisken och samhällsriskerna vägs sedan mot acceptanskriterier för att bedöma om risken är acceptabel eller ej. Acceptanskriterier redovisas ofta i form av två fasta värden; ett högre och ett lägre. Området mellan dessa värden kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practible). Om individrisken eller samhällsriskerna hamnar inom detta område bör rimliga åtgärder vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt.

### 3 RISKBEDÖMNING ENLIGT BEFINTLIG ANALYS

Nedan återges den riskbild som beräknades i tidigare upprättad riskanalys.

#### Riskanalys med avseende på transport av farligt gods, Geosigma

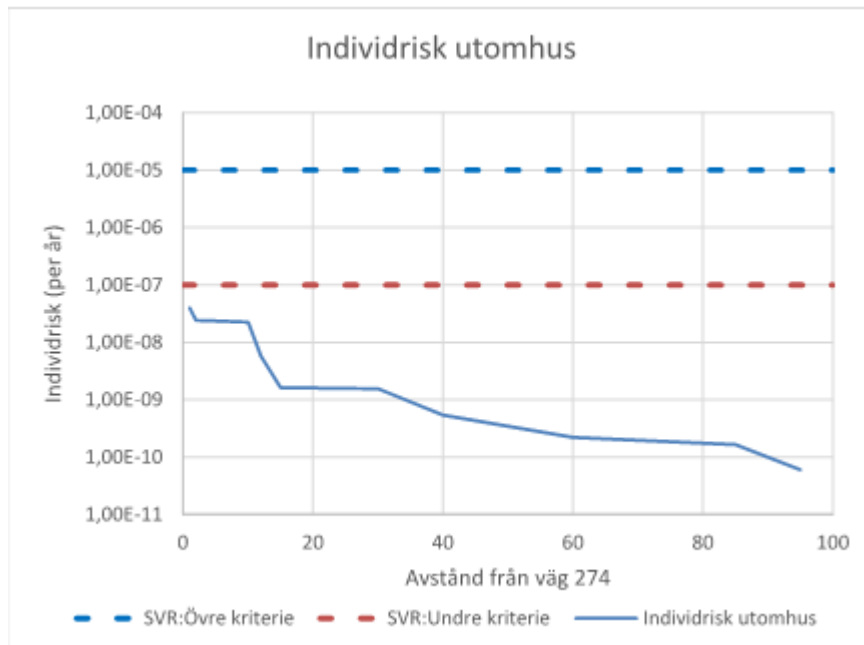
Riskanalysen som upprättades 2016-04-06 utgår från uppmätta trafikflöden på Värmdöleden förbi fastigheterna som då uppgick till 3970 fordon per dygn, varav 8 % är tunga fordon. Därefter nyttjas nationell statistik från SIKA/SCB som uppger att ca 3,6 % av godstransporterna i landet utgör transporter med farligt gods. Enligt denna statistik uppgår antalet transporter med farligt gods vid aktuell vägsträcka till ca 12 fordon per dygn (4231 per år). Från den nationella statistiken kan även erhållas fördelningen av transporterat ämne per ADR-S klass.

Den nationella statistiken från SIKA/SCB har även jämförts med statistik från MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap), tidigare Räddningsverket. År 2006 genomfördes en kartläggning av transporter med farligt gods på Sveriges vägnät där ungefärliga intervall av transporterad klass framgår längs Värmdöleden. För att inte överrepresentera risken har trafikflödet med transporter av farligt gods utgått från lokal statistik presenterad enligt MSBs mätningar.

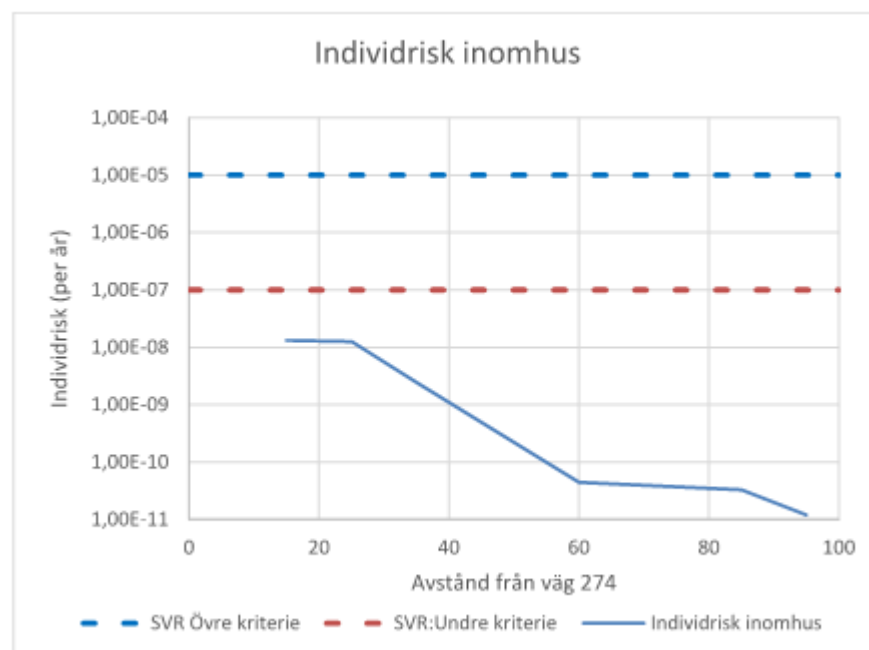
Hänsyn har också tagits för att vägen utgör omdirigeringsled för Essingeleden vars bidrag till trafikflödet vid omledning av trafik har beaktats i separat riskanalys, upprättad av Brandskyddslaget 2012.

Lokala trafikflöden har sammanvägts med tillkommande trafikflöden vid omledning av trafik från Essingeleden. Detta resulterade i slutsatsen att det företräddandevs är transporter med brandfarliga vätskor som transporteras förbi området (87,3 %). Därefter är det gaser som är näst vanligast. Av övriga ämnestyper uppgår antalet transporter endast till ett fåtal per år.

Den beräknade individrisken redovisas nedan för personer som vistas utvändigt och invändigt.



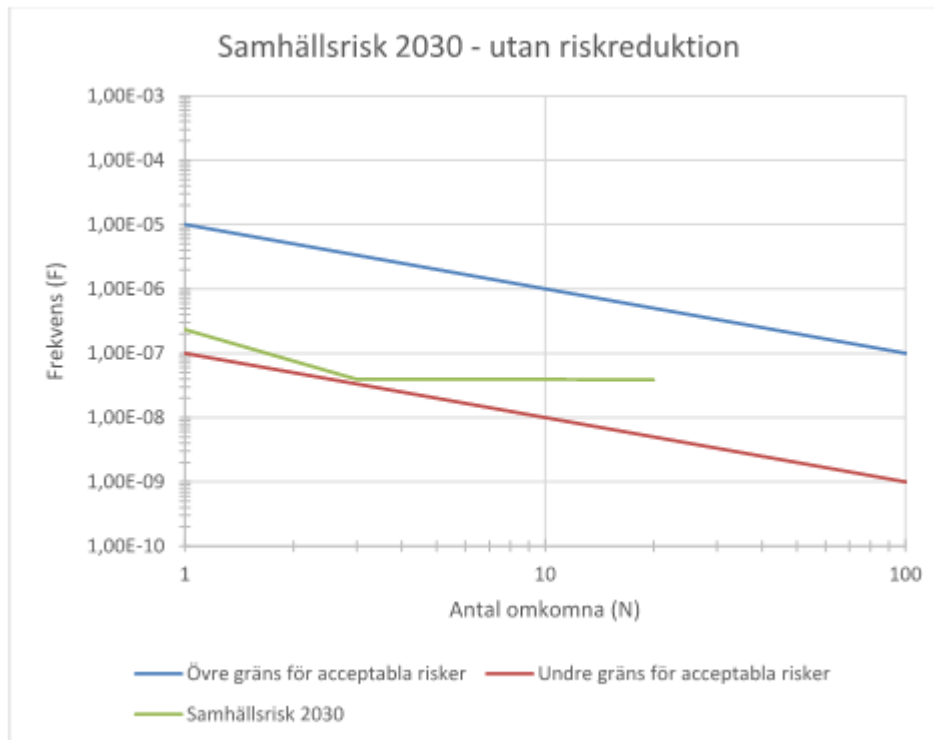
Figur 3 Individrisk på olika avstånd från Värmdövägen för personer som vistas utomhus.



Figur 4 Individrisk på olika avstånd från Värmdövägen för personer som vistas inomhus.

Som kan avläsas i figur 3 och 4 är beräknad individrisk lägre än det undre acceptanskriteriet för ALARP-området. Det innebär att individrisken kan betraktas som låg även inom Hemmestatorp 1:1.

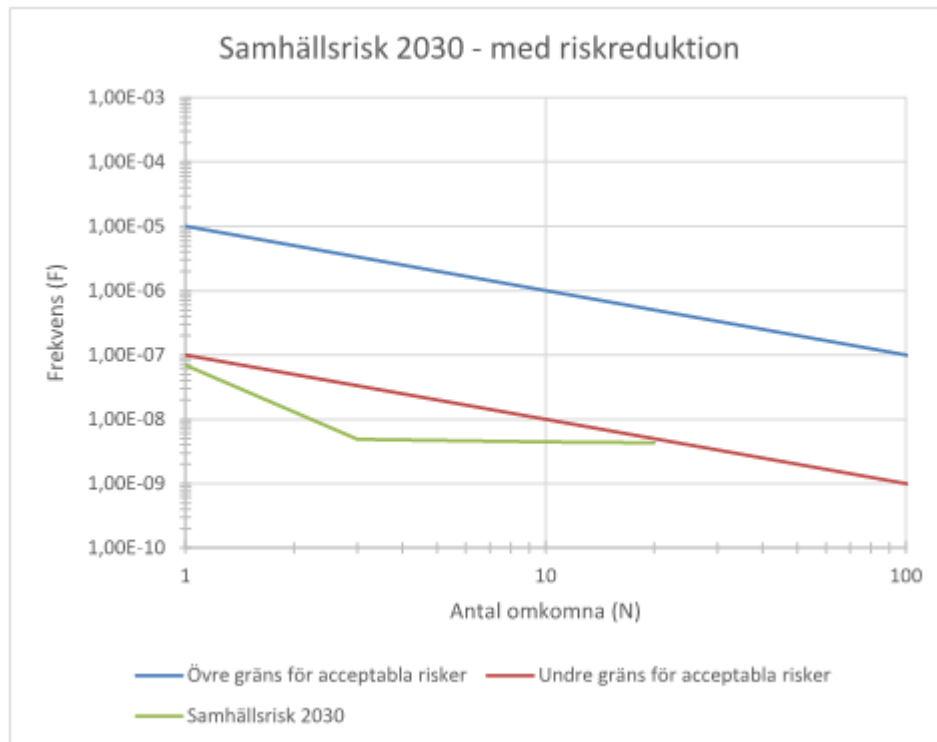
Nedan redovisas samhällsrisk, beräknad för prognosticerat trafikflöde 2030.



Figur 5 Samhällsrisk för området i anslutning till Värmdövägen.

I figur 5 ovan framgår att den beräknade samhällsrisk ligger i den nedre gränsen av ALARP-området, vilket innebär att rimliga åtgärder bör vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. De riskreducerande åtgärder som rekommenderas i befintlig riskanalys är att en tät vall och dike anordnas vid Värmdövägen, vilket väntas reducera konsekvensen av brand i brandfarliga vätskor.

Samhällsrisk har beräknats igen efter införandet av riskreducerande åtgärder och redovisas nedan.



Figur 6 Samhällsrisk för området i anslutning till Värmdövägen, efter riskreducerande åtgärder vidtagits.

Resultatet i figur 6 visar att efter att vall och dike anordnats mellan väg och fastigheterna reduceras risknivån så att samhällsrisken ständigt befinner sig under ALARP-områdets nedre gräns. Med vidtagna åtgärder kan samhällsrisken således betraktas som låg.

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version <b>RevA</b>	Sida <b>16 / 47</b>
Uppdragsnamn <b>HEMMESTATORP 1:1, VÄRMDÖ</b>	Uppdragsnummer <b>20200002</b>	
<b>RISK-PM</b>	Handläggare <b>Andreas Stagnebo</b>	
	Datum <b>2020-12-09</b>	Revidering

### 3.1 JÄMFÖRELSE MED NUVARANDE FÖRUTSÄTTNINGAR

Skillnaden mellan förutsättningarna som rådde då riskanalysen med datum 2016-03-25 togs fram och nuvarande förutsättningar antas vara av försumbara. Det har sedan 2016 inte tillkommit mottagare eller distributörer av farligt gods inom området. Värmdövägen är fortfarande en sekundärled för transport av farligt gods samt omledningsväg för Essingeleden. Om ökning av antalet transporter med farligt gods har skett bedöms detta vara till följd av ökad trafik på Essingeleden, snarare än ökade transporter på Värmdövägen och med hänsyn till att omledning av Essingeleden väntas ske endast några timmar per år bedöms denna ökning bli liten i sammanhanget.

I riskanalysen från 2016-03-25 konstateras att det framförallt är transporter med brandfarlig vätska som transporteras längs aktuell sträcka (87,3 %) samt mindre mängder av övriga klasser av farligt gods. Att det fortsatt är brandfarlig vätska som står för merparten av transportererna bedöms vara rimligt med hänsyn till att slutmottagare av farligt gods framförallt är mindre jordbruk och småbåtshamnar.

Vid riskanalysen har hänsyn tagits till ökning av antalet transporter med farligt gods genom att beräkna samhällsriskerna för år 2030. Beräkningen visade då att samhällsriskerna hamnar inom ALARP-området men i anslutning till den undre gränsen för acceptabla riskerna.

En skillnad mellan nuvarande förutsättningar och dåvarande förutsättningar är att bebyggelsen i området ökat något och med den även persontätheten. Den typ av bebyggelse som tillkommit samt är planerad på Hemmestatorp 1:1 utgörs framförallt av enbostadshus i form av par- och radhus. Bostädernas bidrag till persontätheten bedöms inte medföra att någon påfallande ökning av antalet personer i området.

Aktuell bebyggelse avses också placeras närmre Värmdövägen än bebyggelsen på Torsby 1:177. Detta bedöms medföra att samhällsriskerna ökar något jämfört med den beräknade för Torsby 1:177. Samhällsriskerna bedöms dock fortsatt vara inom ALARP-området innan riskreducerande åtgärder vidtas vilket medför att risken kan accepteras under förutsättning att åtgärder vidtas för att hålla risken så låg som praktiskt är möjlig.



### 3.2 KONSEKVENSER VID OLYCKOR

Då det framförallt sker transporter med farligt gods i klass 3, dvs. brandfarliga vätskor, redovisas riskavstånd för olyckor med brandfarlig vätska i detta avsnitt. De riskavstånd som redovisas nedan är enligt de scenarier som Prevecon Brand & Riskkonsult AB arbetat fram. Mindre skillnader kan förekomma mellan nedan beskrivna scenarier och scenarier enligt Geosigma i riskanalys 2016-03-25.

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.

Sluhändelserna som kan påverka planområdet vid en olycka redovisas i tabell 1 nedan. Händelseträäd för farligt godsolycka med bensin redovisas i bilaga A.

Tabell 1. Dimensionerande olyckshändelse med brännbar 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> .

Nedan redovisas konsekvenserna av en olycka med utsläpp av brännbar vätska som representeras av bensin. Beräkningar har utförts med metoder i FOA-handboken [1].

- Riskavståndet är det avstånd där personer antas omkomma direkt. Kritisk strålningsnivå antas vara 15 kW/m<sup>2</sup> då detta, enligt Boverket [2], 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 2 sammanställs resultatet för fyra olika utsläppsmängder.

Tabell 2. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brännbar 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

Som kan avläsas ovan är längsta riskavståndet 36 meter för olyckor med brandfarlig vätska.

## 4 RISKANALYS PREVECON

Prevecon har, på efterfrågan av Värmdö kommun, genomfört en beräkning av risken för området för år 2040. I detta kapitel redogörs för indata som nyttjats för beräkningen samt vilka osäkerheter som föreligger. Sist i kapitlet presenteras beräkningsresultaten tillsammans med en riskvärdering. Samtliga beräkningsark är bilagda till rapporten i Bilaga A - D.

Beräkningarna genomförs endast för den situation som råder år 2040.

Arbetsmetodiken följer vedertagna metoder för riskanalys och konsekvensberäkningar enligt Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap).

### 4.1 TRAFIKINFORMATION

För att kunna beräkna risken för år 2040 behöver nu tillgänglig trafikinformation räknas upp enligt framtagna prognoser. Trafikprognos för aktuell delsträcka av Värmdövägen anger att ÅDT bedöms öka med 50 % till år 2040, från 3 960 fordon per dygn till 5 940 fordon per dygn.

För att kunna bedöma mängden och fördelningen farligt gods som transporteras på sträckan görs likvärdiga antaganden som i riskanalys för Torsby 1:177, upprättad av Geosigma [3]. Att tillämpa nationell statistik leder till en överskattning av risken med hänsyn till att Värmdövägen endast utgör sekundär led för farligt gods. Det är således lämpligt att justera den nationella statistiken utifrån den kartläggning som Räddningsverket genomfört av transporter för farligt gods [4]. I Räddningsverkets kartläggning framgår att det endast är farligt gods i ämnesklasser 2.1 och 3 som transporteras på Värmdövägen. Antalet transporter per år har i Geosigas analys justerats enligt de mängder som Räddningsverket kartlagt.

Hänsyn måste även tas till att Värmdövägen utgör omledningsväg för Essingeleden. I Geosigas analys hänvisas till tidigare riskanalys utförd av Brandskyddslaget som utrett hur ofta tung trafik från Essingeleden kan väntas ledas om via Värmdövägen. I Tabell 3 nedan presenteras antalet transporter per ADR-S klass för Värmdövägen normalt samt tillkommande transporter vid omledning av Essingeleden.

Tabell 3 Transporter av farligt gods normalt samt vid omledning från Essingeleden.

ADR-S klass	Transporter per år, Normalt	Transporter per år vid omledning av Essingeleden
1	0	2
2	129	15
3	1185	170
4	0	2
5	0	1
6	0	1
7	0	1
8	0	17
9	0	30

I ADR-S klass 2 omfattas underklasserna 2.1 – brandfarlig gas, 2.2 – inerta gaser samt 2.3 – giftiga gaser. Enligt Räddningsverkets kartläggning av transporter av farligt gods förekommer normalt ingen transport av klass 2.3 på den aktuella sträckan [4]. Samtliga transporter på Värmdövägen vid normalläge antas utgöras av underklass 2.1 – brandfarlig gas. Av de tillkommande transportererna i klass 2 antas att hälften utgör klass 2.1 och resterande utgör klass 2.3.

Antalet transporter summeras för att erhålla förväntad ÅDT farligt gods på Värmdövägen i nuläget. Därefter ökas antalet transporter i samtliga ämneskategorier med 50 %, motsvarande den prognosticerade ökningen av ÅDT för Värmdövägen. Förväntat antal transporter farligt gods för nuläget samt för år 2040 anges i Tabell 4 nedan. Endast klass 1, 2, 3 och 5 anges då övriga ämnesklasser inte medför konsekvenser mer än i det direkta närområdet där olyckan sker.

Tabell 4 Transporter med farligt gods per år för nuläge respektive år 2040.

ADR-S klass	Transporter per år, nuläge	Transporter per år 2040
1	2	3
2.1	136,5	205
2.3	7,5	11,5
3	1365	2048
5	1	2
Övriga	51	77

## 4.2 BEFOLKNINGSTÄTHET

För att bestämma befolkningstätheten har statistik från Statistiska centralbyrån använts [5]. Närmsta tätort är Gustavsberg, vilken är den tätort med högst persontäthet i Värmdö kommun med 1 692 personer/km<sup>2</sup> år 2019. Området vid den aktuella fastigheten ligger utanför tätortens centrala delar varför det är rimligt att anta att befolkningstätheten är lägre än vad statistiken anger. För att bibehålla ett konservativt tillvägagångssätt kommer dock befolkningstätheten ansättas till 1 692 personer/km<sup>2</sup> i nuläget. År 2040 är det rimligt att anta att viss förtätning har skett inom området varför persontätheten sannolikt ökat till dess. För att ta hänsyn till detta ökas persontätheten med 50 % till 2 538 personer/km<sup>2</sup>.

Antalet personer varierar sannolikt under dagen. Högst persontäthet antas råda nattetid då samtliga personer väntas vara hemma. Under dagtid antas att persontätheten reduceras till 70 %, 1 777 personer/km<sup>2</sup>. Dagtid väntas även att 10 % befinner sig utomhus. Nattetid antas att endast 1 % befinner sig utomhus.

## 4.3 VÄDERFÖRHÅLLANDEN

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

Enligt Helmersson [6] 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.

Enligt statistik från Statens meteorologiska institut (SMHI) var genomsnittlig vindhastighet 4,1 m/s vid mätstationen Skarpö A mellan åren 1976 och 2015 [7]. Detta avviker något från Helmerssons värde (4,4 m/s) men Helmerssons antaganden antas vara tillämpbara trots detta. Det ska dock konstateras att vindhastigheter över 5 m/s förekommer i tidsperioden. 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 statistiken från SMHI erhålls även vindriktningen under studerad tidsperiod. För studerat område delas vindriktningen upp i zoner för att undersöka vindriktningens påverkan på individrisken.

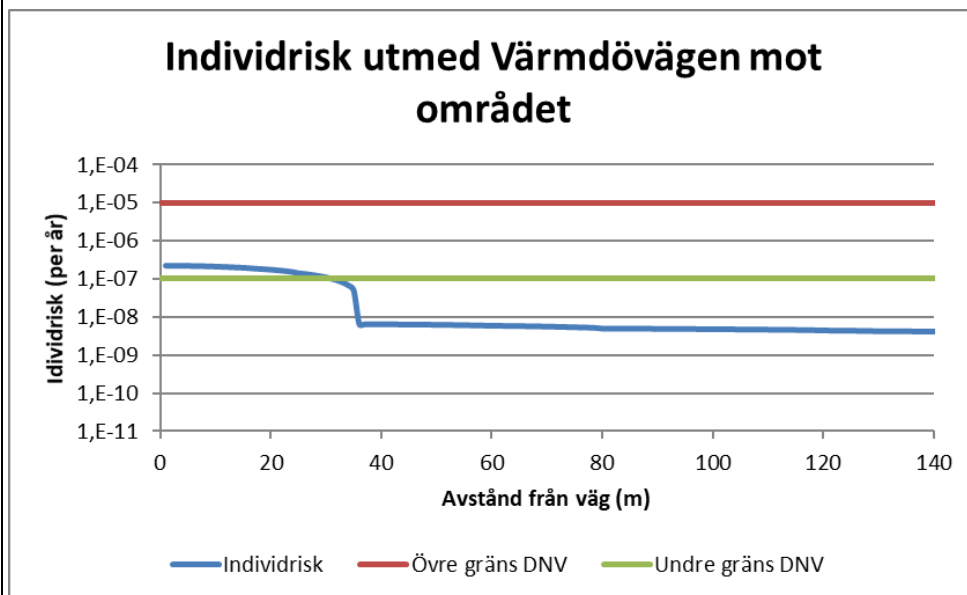
Området där bebyggelse planeras utgörs av en zon med vindriktningarna 135° – 315°, övriga vindriktningar är således vända bort från området.

#### 4.4 BERÄKNINGSRESULTAT

I detta avsnitt presenteras beräkningsresultat i form av individ och samhällsrisk. För beräkningssteg hänvisas till bilaga A-D.

##### Individrisk

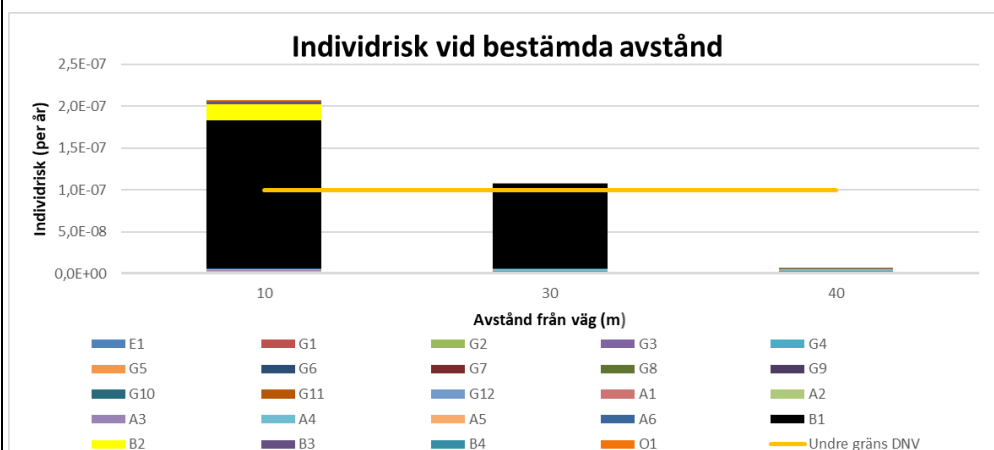
I Figur 7 nedan presenteras individrisken mot området där bebyggelsen planeras.



Figur 7 Individrisk mot planerad bebyggelse.

Individrisken ligger inom 0 – 30 meter strax över den undre gränsen för accepterad risknivå. Efter 30 meter sjunker individrisken till nivåer som får betraktas som acceptabla.

I Figur 8 nedan presenteras individrisken vid olika avstånd från Värmdövägen uppdelat per scenario.

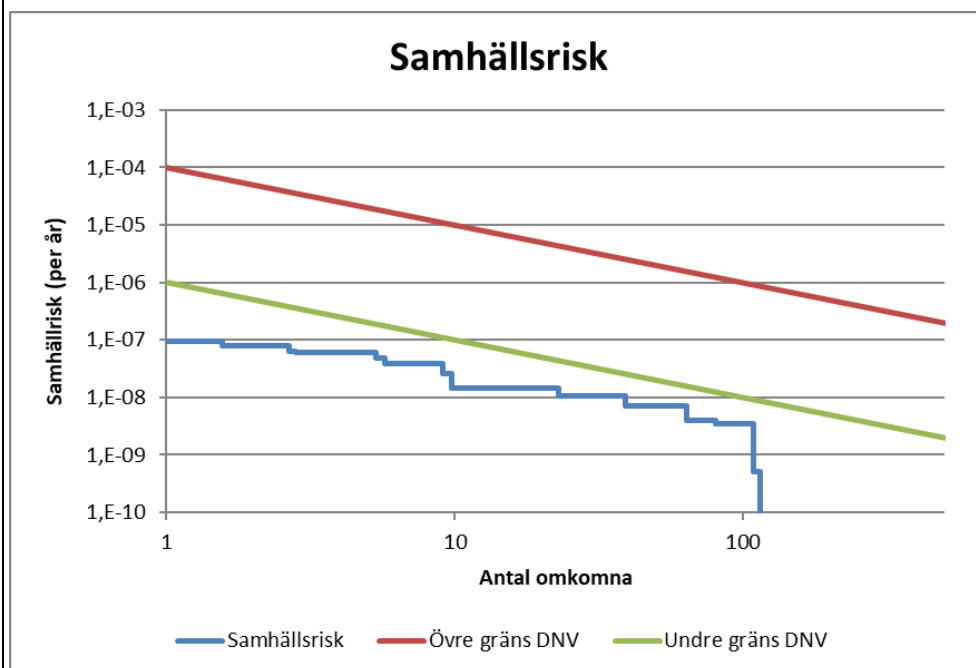


Figur 8 Individrisk vid bestämda avstånd från Värmdövägen, uppdelat per scenario.

Det framgår att det framförallt är scenario B1, mycket stor pölbrand, som bidrar till att individrisken hamnar inom ALARP-området.

### Samhällsrisk

I Figur 9 nedan presenteras samhällsriskerna för området runt Värmdövägen.



Figur 9 Samhällsriskerna mot området från Värmdövägen.

Den beräknade samhällsriskerna ligger i sin helhet under ALARP-områdets undre gräns. Detta innebär att samhällsriskerna i området kan betraktas som acceptabel.

## 4.5 OSÄKERHETER/KÄNSLIGHETSANALYS

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 flera antaganden gjorts och huvuddelen av dessa antaganden 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 grundar sig på statistik erhållen från Trafikverket samt tidigare riskanalyser för området. För andelen farligt gods har nationell statistik från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap) tillämpats. Individrisken och samhällsriskerna är beräknade med trafikintensitet för år 2040.

Dokumenttyp <b>Rapport</b>	Version <b>RevA</b>	Sida <b>24 / 47</b>
Uppdragsnamn <b>HEMMESTATORP 1:1, VÄRMDÖ</b>	Uppdragsnummer <b>20200002</b>	
<b>RISK-PM</b>	Handläggare <b>Andreas Stagnebo</b>	
	Datum <b>2020-12-09</b>	Revidering

Fördelningen av olika ADR-S klasser är erhållen statistik från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap) och justerats för att ta hänsyn till lokala förutsättningar. Den statistik som finns tillgänglig 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 [6]. Frekvensen för olycka med farligt godsfordon inblandat är beräknad enligt modell från Räddningsverket [8] och Trafikverket [9]. 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. [1] 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 värmestrålning 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, om man befinner sig utomhus. 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 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 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.

### Skillnad i beräkningsresultat

Trots att det finns en etablerad praxis för beräkningsmetodik är det inte ovanligt att beräkningsresultaten skiljer sig något mellan olika riskanalyser. Anledningen till detta är att det under arbetets gång uppstår flera osäkerheter där olika antaganden kan ge stora variationer i resultatet. Där osäkerheter uppstått har Prevecon gjort konservativa antaganden för att undvika att risken underskattas. Att spekulera i vilka antaganden som leder till att resultaten i olika riskbedömningar blir olika är inte rimligt. Samtliga antaganden och bedömningar som Prevecon gjort redogörs för och motiveras i riskbedömningen för att möjliggöra för andra att bedöma tillförlitligheten i Prevecons riskbedömning.

## 4.6 RISKVÄRDERING

Enligt beräknade riskmått i avsnittet ovan hamnar individrisken inom ALARP-områdets undre del 0 – 30 m från Värmdövägen för att sedan sjunka till acceptabla nivåer. Samhällsrisken ligger dock i sin helhet inom acceptabla nivåer för området längs vägen.

För risknivåer inom ALARP-området ska rimliga åtgärder vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. Det är därmed rimligt att bedöma att risken kan betraktas som acceptabel för området under förutsättning att ett antal riskreducerande åtgärder vidtas.

Länsstyrelsen Stockholm har givit ut riktlinjer för planläggning intill vägar där farligt gods transporteras. I dessa riktlinjer anges ett antal rekommenderade åtgärder för bebyggelse intill farligt godsleder. För Värmdövägen som utgör sekundär led för farligt gods anges framförallt skyddsavstånd minst 20 meter som skyddsåtgärd.

Utöver skyddsavstånd bör riskreducerande åtgärder vidtas som direkt kan reducera konsekvensen för de olyckor som kan inträffa längs vägen.

Med hänsyn till att beräknade risknivåer hamnar inom ALARP-området eller lägre bedömer Prevecon att planerad bebyggelse är acceptabel under förutsättning att riskreducerande åtgärder vidtas.

## 5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

I riskanalysen av Geosigma föreslås ett antal riskreducerande åtgärder för fastigheten Torsby 1:177. Åtgärdsförslagen syftar framförallt på att begränsa konsekvenser från olyckor med brandfarlig vätska. Riskreducerande åtgärder för bebyggelsen på fastigheten Hemmestatorp 1:1 redovisas nedan. Åtgärderna utgår dels från det som rekommenderats för fastigheten Torsby 1:177, dels från den riskvärdering som Prevecon genomfört. Avstånden som anges mäts från Värmdövägen.

### 0 – 20 meter

- Bebyggelsefritt område, mindre bostadsförråd som uppfyller brandteknisk klass EI 30, byggt med obrännbart material, kan accepteras på uppfart. Kravet omfattar väggar samt tak.
- Området bör utformas så att stadigvarande vistelse ej uppmuntras. GC-väg accepteras.
- En mot marken tätslutande mur eller ett plank i icke brännbart material ska uppföras mellan vägen och planområdet. Utformning av mur eller plank beskrivs i slutet av detta kapitel.
- ~~Ett dike ska anordnas mellan vall och Värmdövägen.~~
- Parkering på uppfart kan accepteras.

Ovanstående åtgärder syftar framförallt till att reducera konsekvensen för olyckor med brandfarliga vätskor. ~~Diket har möjlighet att samla upp eventuellt utsläpp av brandfarlig vätska och vällen utgör strålningskärm mellan eventuell pölbrand och planområdet. Vidare medför kombinationen av dike och vall att risken för att för att fordon ska köra in i området minskar.~~ Mur/plank har möjlighet att hindra spill med brandfarlig vätska att rinna mot bebyggelsen samt agerar strålningskärm vid brand på vägen.

Mindre bostadsförråd kan accepteras i detta område till följd av den låga individrisken samt då förråd inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

### 20 – 30 meter

- Fasader ska utföras så de uppfyller brandteknisk klass EI 30 samt i obrännbart material.
- Fönster som vetter mot Värmdövägen ska utföras i brandteknisk klass EI 30. Öppningsbara fönster kan accepteras.
- Bostäder bör ej utformas med balkonger som vetter mot Värmdövägen. Om balkonger förses med strålningskydd motsvarande brandteknisk klass EW 30 på den sida som vetter mot Värmdövägen kan balkonger accepteras.

Ovanstående åtgärder syftar till att minska risken för att bostäder i området ska påverkas av en brand vid olycka med brandfarlig vätska. Öppningsbara fönster kan accepteras då Värmdövägen utgör sekundärled för transporter av farligt gods. Enligt Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer för planläggning intill vägar där det transporteras farligt gods [10] rekommenderas normalt 25 meter bebyggelsefritt från väg. Enligt riktlinjerna anges också att i vissa fall kan det vara möjligt att bygga närmre, dock ej

mindre än 20 meter från väg. Med hänsyn till beräknade risknivåer och de åtgärder som föreslås bedöms bebyggelse kunna accepteras 20 meter från Värmdövägen.

#### Hela området

- Samtliga bostäder inom området ska ha möjlighet att utrymma i riktning bort från Värmdövägen (söderut) och ta sig bort från området.
- Placering av luftintag till bostäder ska vara placerade i riktning bort från Värmdövägen.

Ovanstående åtgärder syftar till att begränsa konsekvenserna för personer som utrymmer från bostäder genom att kunna utrymma i riktning bort från eventuell riskkälla på Värmdövägen. Vidare bidrar placeringen av luftintag till att minska risken för att giftiga gaser ska ta sig in i bostäderna.

Riskreducerande åtgärder som föreslagits ovan stämmer väl överens med åtgärdsförslagen som anges i riskanalysen som Geosigma tagit fram. Skillnaden mellan åtgärdsförslagen är att de specificerats för aktuellt planområde.

#### Utformning av mur/plank

Mur eller plank utformas med syfte att kunna utgöra skyddsbarriär mellan Värmdövägen och den närliggande bebyggelsen. Mur eller plank ska utformas tätslutande mot mark för att hindra brännbar vätska från att rinna mot bebyggelsen. Materialet som används bör vara obrännbart så att barriären kan upprätthålla sin integritet vid en olycka som innebär utsläpp av till exempel bensin som antänds och leder till en pölbrand (motsvarande olycksscenario B1-B4).

Mur/plank ska utformas med en höjd som är tillräcklig för att kunna begränsa den infallande strålningen mot bebyggelsen. Enligt en vägledningsrapport upprättad av Boverket och Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) [11] anges att en mur eller plank bör vara minst 2 meter hög för att kunna bidra med riskreduktion. Barriären ska därmed utformas så att den är minst 2 meter högre än vägbanans nivå.

För att utgöra en effektiv skyddsbarriär bör mur/plank placeras så nära Värmdövägen som möjligt. Barriär får dock inte placeras inom vägområdet utan Trafikverkets tillstånd. Det är Trafikverket som beslutar om närmsta möjliga placering av mur/plank i samråd med kommunen innan detaljplan antas.

Mur/plank ska även utformas så att den inte uppmuntrar till klättring, balansgång eller annan lek för barn.

## **6 SLUTSATS**

Prevecon ser inget hinder att fastigheten bebyggs som planerat förutsatt att ovanstående riskreducerande åtgärder vidtas.

## 7 REFERENSER

- [1] Fischer, S. m.fl., "Vådautsläpp av brandfarliga gaser och vätskor. 3:e rev. upplagan," Försvarets forskningsanstalt, Tuma/Umeå, 1998.
- [2] "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.
- [3] Geosigma AB, "Torsby 1:177, Värmdö kommun - Riskanalys med avseende på transport av farligt gods," 2016.
- [4] Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter - September 2006".
- [5] Statistiska Centralbyrån, "Statistiska tätorter 2018; befolkning, landareal, befolkningstäthet," 2019.
- [6] Helmersson, L., "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. Rapport 387:4," Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping, 1994.
- [7] Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI, maj 2019. [Online]. Available: <http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/?parameter=3#>.
- [8] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg," Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [9] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, 2001.
- [10] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, fakta 2016:4," 2016.
- [11] Boverket; Räddningsverket, "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport," Räddningsverket, 2006.
- [12] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods - antagandehandling. Huvudhandling samt bilagor 1-5," 1997.
- [13] B. Karlsson och J. Quintiere, "Enclosure fire dynamics," CRC Press, Florida USA, 199.

## 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:

$$O = ((Y * X) + (1 - Y) * (2X - X^2))$$

O = Antal förväntade olyckor

Y = Andel singelolyckor på aktuell vägdel

X = Andel transporter med farligt gods

I tabell A.1.1 och A.1.2 nedan redovisas indata och beräkningen av förväntat antal farligt godsolyckor på väg med trafikförutsättningar för år 2040 som grund.

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

#### 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)	5 835
Trafikarbete ( $c = a * b * 365 * 10^{-6}$ )	2,129775
Antal förväntade olyckor ( $O = k * c$ )	2,55573
Antal farligt godstransporter per dygn (n)	6,4
Andel transporter med farligt gods av ÅDT ( $X = n / b$ )	0,001096829
Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor/år ( $D = (O * ((Y * X) + (1 - Y) * (2X - X^2)))$ )	0,005183307
Förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka med längden a ( $F = D * i$ )	$1,55 * 10^{-4}$
Förväntat antal år mellan olyckor med farligt godsolycka (1/F)	6431

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.

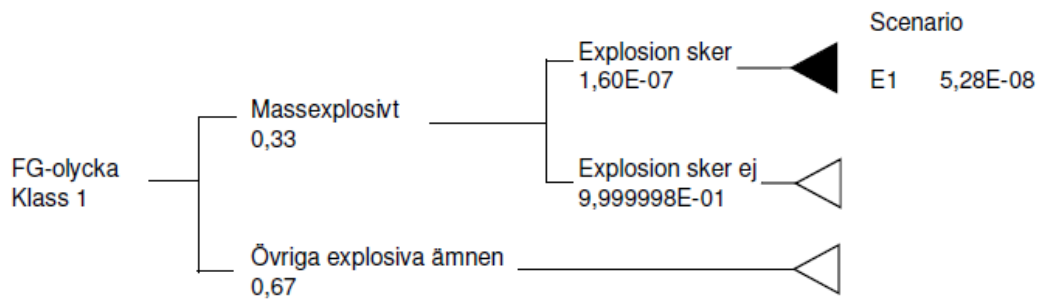
Klass	Frekvens på väg (olycka per år)
1	$2,00 \cdot 10^{-7}$
2.1	$1,29 \cdot 10^{-5}$
2.3	$1,50 \cdot 10^{-6}$
3	$1,35 \cdot 10^{-4}$
5	$1,33 \cdot 10^{-7}$



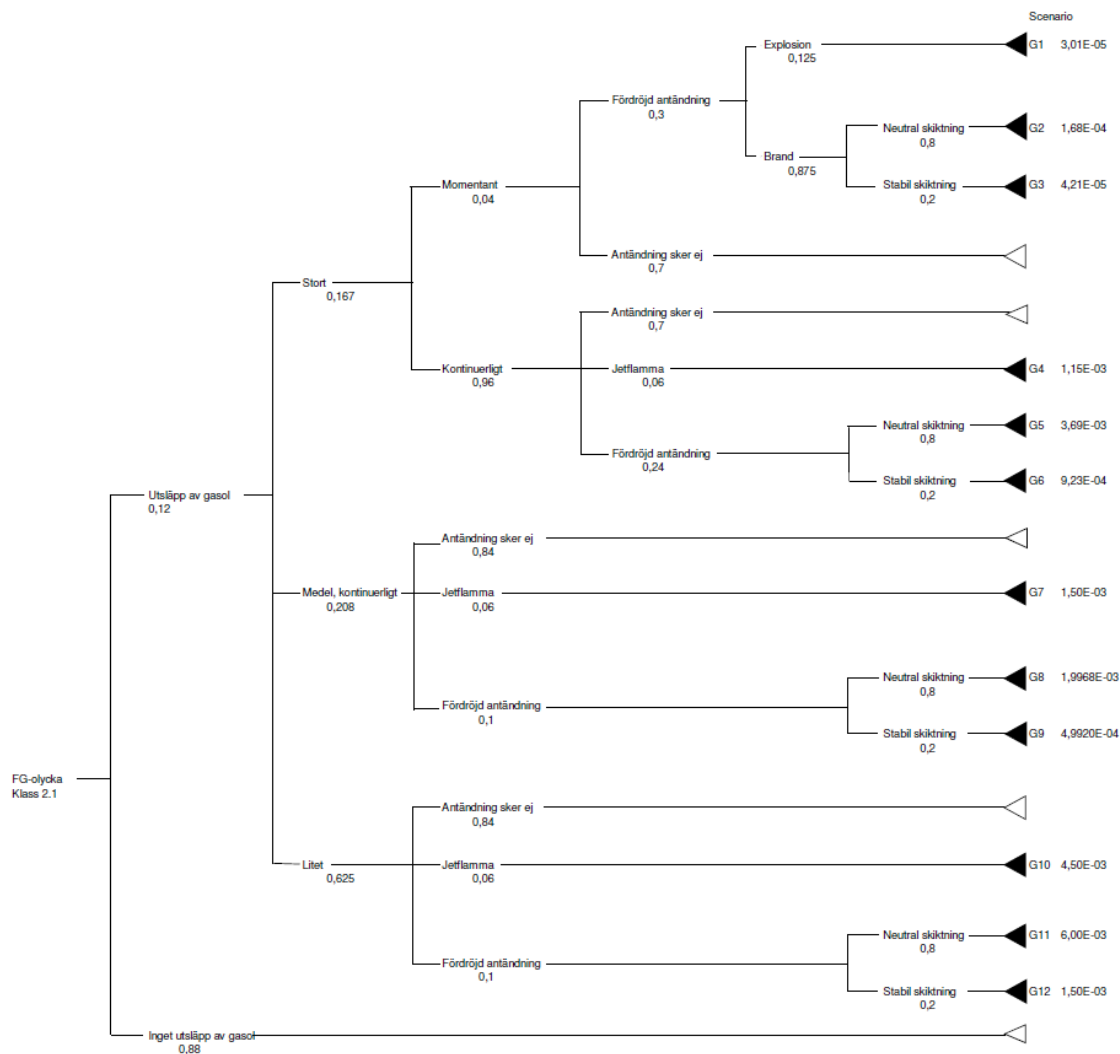
## A.2 – Beräkning av sannolikheter för respektive scenario

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

### Klass 1

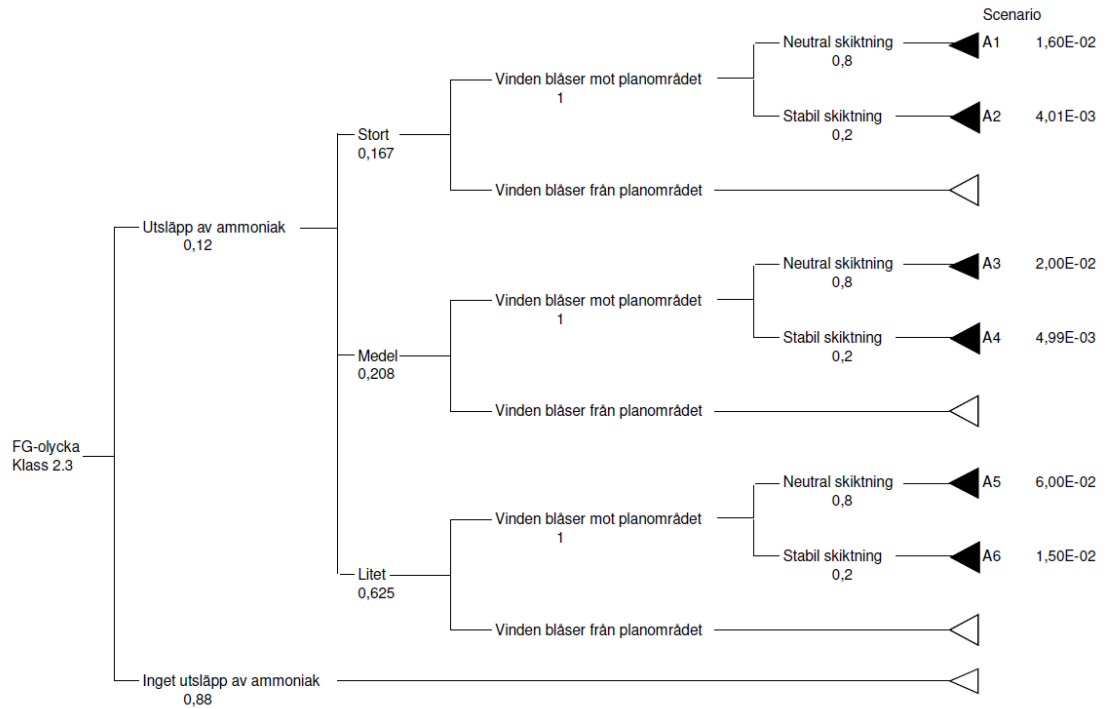


**Klass 2.1 - Gasol**



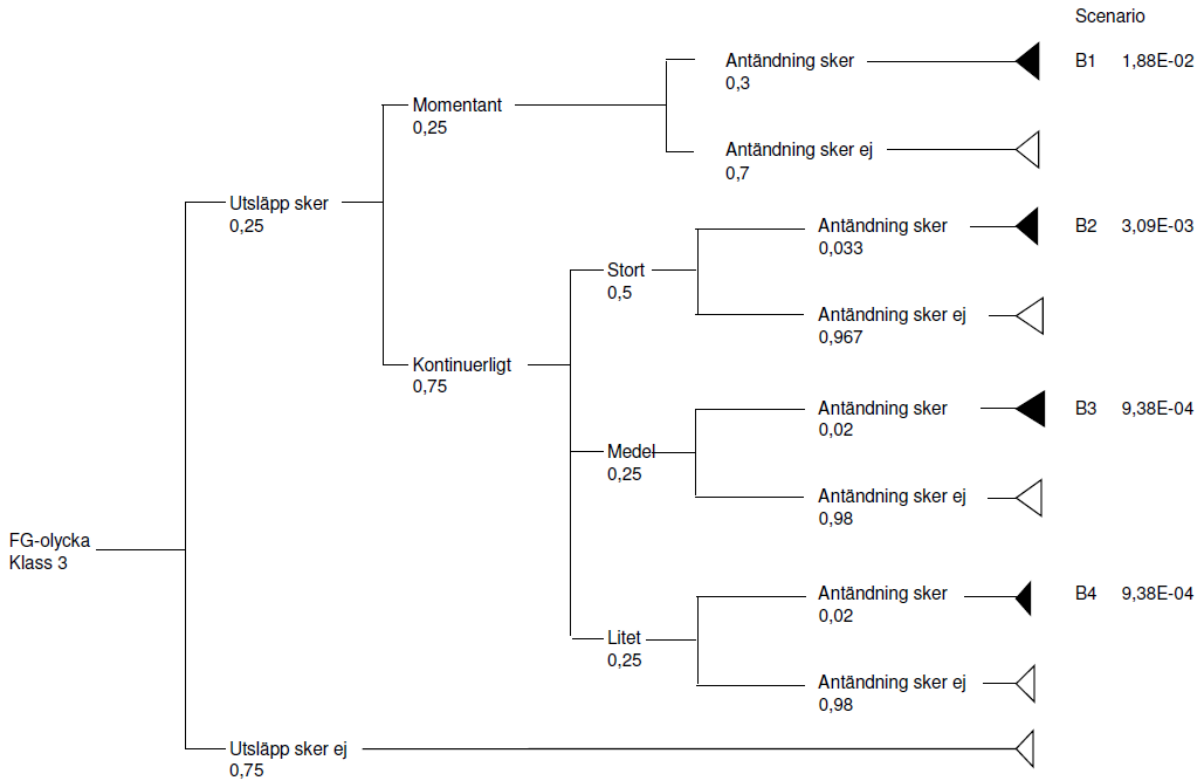
Figur A.2.5. Händelsetråd över farligt godsolycka med klass 2.1.

### Klass 2.3 – Ammoniak



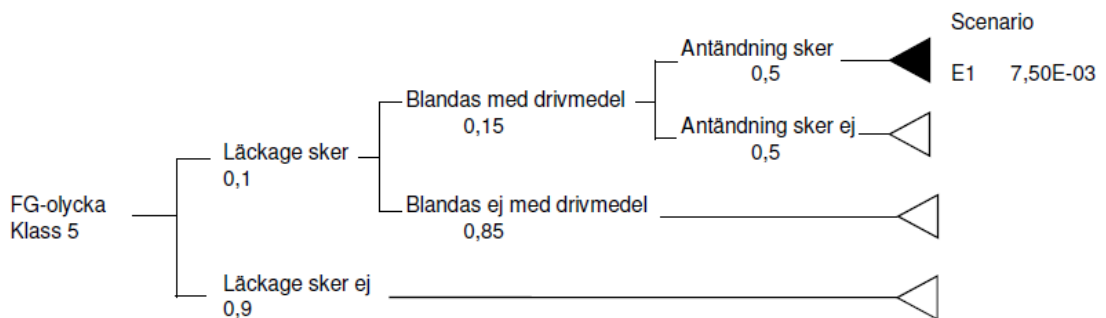
Figur A.2.3. Händelseträ över farligt godsolycka med klass 2.3.

**Klass 3**



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

**Klass 5**



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

Frekvensen för de identifierade scenarierna beräknas genom:

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

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

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

Tabell A.3.1. Frekvensberäkning för respektive scenario på Värmdövägen.

Scenario	P(scenario)	Frekvens (aktuell klass)	Frekvens (per år)
E1	5,28E-08	<b>2,00E-07</b>	<b>1,05E-14</b>
G1	3,01E-05	<b>1,29E-05</b>	<b>3,88E-10</b>
G2	1,68E-04	<b>1,29E-05</b>	<b>2,16E-09</b>
G3	4,21E-06	<b>1,29E-05</b>	<b>5,42E-11</b>
G4	1,15E-03	<b>1,29E-05</b>	<b>1,48E-08</b>
G5	3,69E-04	<b>1,29E-05</b>	<b>4,75E-09</b>
G6	9,23E-04	<b>1,29E-05</b>	<b>1,19E-08</b>
G7	1,50E-03	<b>1,29E-05</b>	<b>1,93E-08</b>
G8	2,00E-03	<b>1,29E-05</b>	<b>2,57E-08</b>
G9	4,99E-04	<b>1,29E-05</b>	<b>6,43E-09</b>
G10	4,50E-03	<b>1,29E-05</b>	<b>5,80E-08</b>
G11	6,00E-03	<b>1,29E-05</b>	<b>7,73E-08</b>
G12	1,50E-03	<b>1,29E-05</b>	<b>1,93E-08</b>
A1	1,60E-02	<b>1,50E-06</b>	<b>2,40E-08</b>
A2	4,01E-03	<b>1,50E-06</b>	<b>6,01E-09</b>
A3	2,00E-02	<b>1,50E-06</b>	<b>3,00E-08</b>
A4	4,99E-03	<b>1,50E-06</b>	<b>7,47E-09</b>
A5	6,00E-02	<b>1,50E-06</b>	<b>8,99E-08</b>
A6	1,50E-02	<b>1,50E-06</b>	<b>2,25E-08</b>
B1	1,88E-02	<b>1,35E-04</b>	<b>2,54E-06</b>
B2	3,09E-03	<b>1,35E-04</b>	<b>4,18E-07</b>
B3	9,38E-04	<b>1,35E-04</b>	<b>1,27E-07</b>
B4	9,38E-04	<b>1,35E-04</b>	<b>1,27E-07</b>
O1	7,50E-03	<b>1,33E-07</b>	<b>9,98E-10</b>

## BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR

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

### Olycka med explosiva ämnen

#### E1

Scenario E1 har kvalitativt skattats utifrån [12] där det antas att en explosion motsvarande 25 ton massexploderande ämne leder till att personer som befinner sig utomhus dör om de befinner sig inom en 60 meters radie (tryck=180kPa) och att inom en 150 m radie raseras väggar i nyare byggnader (tryck=40 kPa). Inom riskavståndet utomhus antas 100 % omkomma och utanför riskavståndet överlever samtliga. Inomhus kommer dock endast personer som befinner sig i anslutning till den raserade väggen att omkomma. Konservativt kommer ett riskavstånd om 120 m användas och inom detta avstånd antas samtliga personer omkomma (både inomhus och utomhus). Spridningsvinkel 360 °.

### Olycka med brännbar gas (gasol)

#### G1

Beräkning av konsekvenser av explosion vid momentant utsläpp, se Helmersson [6].

#### G2

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (neutral skiktning), se Helmersson [6].

#### G3

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (stabil skiktning), se Helmersson [6].

#### 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/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 [6].  
Riskavstånd 131 m.

### Sluthändelse G2

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [6].  
Riskavstånd 59 m.

### Sluthändelse G3

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [6].  
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 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 giftig gas (Ammoniak)

Avstånd till LC50 (8500 ppm) har utgjort riskavståndet för ammoniak. Riskavståndet har utlästs ur de plymer som ges som utdata i BfK.

#### A1

Följande indata är samma i samtliga scenarier:

Emballage: Tankbil med 45 000 kg kemikalie.

Läckage: Punktering på tank eller packningsläckage.

Utsläppets effektiva höjd är 1,0 m över marken.

Omgivning: Bebyggt.

Åtgärder: Inga.

Beräkningar: Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.

Utsläppet: Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.

Ingen pöl bildas.

Indata som skiljer sig åt för respektive scenario:

#### Stor (A1 & A2)

Läckage area: 154 cm<sup>2</sup>

Källstyrka: 235 kg/s

Varaktighet: Det tar 3 minuter tills tanken är tom

#### Medelstor (A3 & A4)

Läckage area: 50 cm<sup>2</sup>

Källstyrka: 76 kg/s

Varaktighet: Det tar 10 minuter tills tanken är tom

#### Litet (AJ5 & AJ6)

Läckage area: 12,5 cm<sup>2</sup>

Källstyrka: 18 kg/s

Varaktighet: Det tar 41 minuter tills tanken är tom

#### Väder:

Neutral skiktning (A1, A3 & A5)

10 °C och 5,0 m/s vindstyrka.

Stabilitetsklass D (D – Neutral skiktning) och 71 W/m<sup>2</sup> solinstrålning.

Stabil skiktning (A2, A4 & A6)

10 °C och 2,0 m/s vindstyrka.

Stabilitetsklass F (F – Stabil skiktning) och 0 W/m<sup>2</sup> solinstrålning.

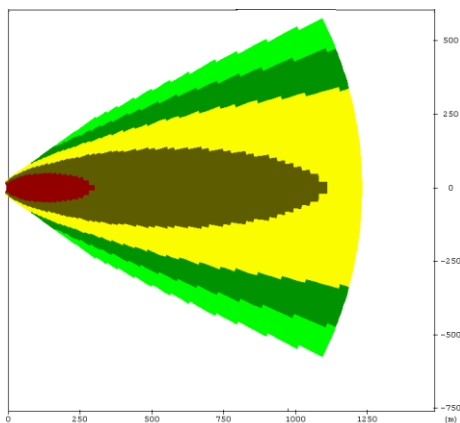
## Resultat Bfk

### A1

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

Riskavstånd: 318 m

Plymvinkel: 40 ° (Erhålls genom att mäta i figur samt adderat till 5 ° p.g.a. svårt att mäta exakt, på detta sätt erhålls en konservativ plymvinkel.)



Beräknat spridningsområde enligt Bfk för scenario A1.

### A2

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

Riskavstånd: 1100 m.

Plymvinkel: 40 °.

### A3

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

Riskavstånd: 172 m.

Plymvinkel: 40 °.

### A4

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

Riskavstånd: 660 m.

Plymvinkel: 40 °.

### A5

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

Riskavstånd: 80 m.

Plymvinkel: 40 °.

### A6

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

Riskavstånd: 330 m.

Plymvinkel: 40 °.

### 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. [1] och Enclosure fire dynamics [13].

- 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

### Oxiderande ämnen

Scenario OX1 har kvalitativt skattats utifrån [12] där det antas att en explosion motsvarande 25 ton massexploderande ämne leder till att personer som befinner sig utomhus dör om de befinner sig inom en 60 meters radie (tryck=180kPa) och att inom en 150 m radie raseras väggar i nyare byggnader (tryck=40 kPa). Inom riskavståndet utomhus antas 100 % omkomma och utanför riskavståndet överlever samtliga. Inomhus kommer dock endast personer som befinner sig i anslutning till den raserade väggen att omkomma. Konservativt kommer ett riskavstånd om 120 m användas och inom detta avstånd antas samtliga personer omkomma (både inomhus och utomhus). Spridningsvinkel 360 °.

## 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.

Nedan listas samtliga sluthändelser med frekvens, spridningsvinkel och riskavstånd.

Tabell C.1.1 Riskavstånd och frekvenser för samtliga scenarier på Värmdövägen.

Scenario	Frekvens (per år)	Spridningsvinkel (α)	Riskavstånd ( r )
E1	1,05E-14	360	120
G1	3,88E-10	360	131
G2	2,16E-09	360	59
G3	5,42E-11	360	40
G4	1,48E-08	30	128
G5	4,75E-09	30	22,5
G6	1,19E-08	30	27,5
G7	1,93E-08	25	73
G8	2,57E-08	30	20
G9	6,43E-09	30	22
G10	5,80E-08	20	37
G11	7,73E-08	30	19
G12	1,93E-08	30	19
A1	2,40E-08	40	318
A2	6,01E-09	40	1100
A3	3,00E-08	40	172
A4	7,47E-09	40	660
A5	8,99E-08	40	80
A6	2,25E-08	40	330
B1	2,54E-06	360	36

B2	<b>4,18E-07</b>	360	25
B3	<b>1,27E-07</b>	360	17
B4	<b>1,27E-07</b>	360	11
O1	<b>9,98E-10</b>	360	120

## BILAGA D – BERÄKNING AV SAMHÄLLSRISK

Vid beräkningen av samhällsriskerna 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

$\alpha$  = spridningsvinkeln

n = populationen (inv/km<sup>2</sup>)

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 samhällsriskerna överskattas.

I känslighetsanalysen varierar indatan.

Beräkningsark kan erhållas på begäran.