

---

## RISKANALYS

---

### Risikanalys enligt Sevesolagstiftningen, ny LBG-anläggning i Götene

UPPDRAGSNUMMER: 15 00 61 10



VERSION 4.0, 2021-01-15

**JOHAN BJÖRCK, CIVILINGENJÖR I RISKHANTERING**

1 (73)

## DOKUMENTINFORMATION

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>UPPDRAGSBENÄMNING:</b>            | <b>Risikanalys enligt Sevesolagstiftningen, ny LBG-anläggning i Götene</b>                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>UPPDRAGSNUMMER:</b>               | 15 00 61 10                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>BESTÄLLARE</b>                    | Emma Gunnarsson<br>Gasum AB<br>Mobil: 013 991 96 73<br>E-post: <a href="mailto:emma.gunnarsson@gasum.se">emma.gunnarsson@gasum.se</a>                                                                                                                                                           |
| <b>UPPDRAGSANSVARIG:</b>             | Liselott Roth<br>SWECO<br>Mobil: 073 201 87 83<br>E-post: <a href="mailto:liselott.roth@sweco.se">liselott.roth@sweco.se</a><br><br>Alexander Lauge Pedersen<br>SWECO<br>Mobil: 076 127 73 24<br>E-post: <a href="mailto:alexander.laugepedersen@sweco.se">alexander.laugepedersen@sweco.se</a> |
| <b>HANDLÄGGARE:</b>                  | Johan Björck<br>Civilingenjör i riskhantering<br>Mobil: 070 962 65 49<br>E-post: <a href="mailto:johan.bjorck@sweco.se">johan.bjorck@sweco.se</a>                                                                                                                                               |
| <b>KVALITETSGRANSKNING UTFÖRD AV</b> | Markus Glenting<br>Brandingenjör<br>Mobil: 072 450 79 82<br>E-post: <a href="mailto:m.glenting@sweco.se">m.glenting@sweco.se</a>                                                                                                                                                                |

| Rev. | Handlingsstatus     | Datum      | Upprättad av handläggare | Kvalitetsgranskad av     |
|------|---------------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| ---  | Granskningshandling | 2020-07-03 | Johan Björck             | Markus Glenting          |
|      | 2.0                 | 2020-09-16 | Johan Björck             | Markus Glenting          |
|      | 3.0                 | 2020-11-02 | Johan Björck             | Markus Glenting          |
|      | 4.0                 | 2021-01-15 | Johan Björck             | Alexander Lauge Pedersen |

---

## SAMMANFATTNING

---

Denna riskanalys är upprättad av Johan Björck, civilingenjör i riskhantering, på uppdrag av Gasum. Intern kvalitetsgranskning av rapporten har utförts av Markus Glenting, brandingenjör, och Alexander Lauge Pedersen, civilingenjör inom teknisk fysik.

Syftet med denna riskanalys är att beakta Sevesolagstiftningen samt riskpåverkan på tredje man vid Gasums nya LBG-anläggning i Götene.

Målet är att genom en riskanalys uppfylla de krav som ställs på en Sevesoanläggning av lägre nivå, säkerställa att tredje man inte utsätts för en oacceptabel risknivå, och säkerställa att verksamheten har möjlighet att hantera en eventuell olycka inom verksamheten.

Både individ- och samhällsrisknivån genererad av transporter med LBG ligger i sin helhet inom acceptabla nivåer.

Individrisker genererad av hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet ligger inom oacceptabla risknivåer för de närmsta 44 metrarna intill verksamhetsområdet. Mellan närmsta 44 till 328 metrarna intill verksamhetsområdet ligger individrisknivån inom den undre halvan av ALARP-området, och där bortom inom acceptabla risknivåer. Det personfria avståndet vid verksamhetsområdet har uppskattats åtminstone vara 350 meter. Därmed har inte samhällsrisker, genererad av hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet, redovisats eftersom ingen av de beaktade olycksscenarierna sträcker sig utanför det personfria avståndet.

Risknivån som Gasums verksamhet påverkar omgivningen med är inom ALARP-området mellan 44 till 328 meter från placeringen av LBG-tanken. Inom ALARP-området ska alla rimliga riskreducerande åtgärder vidtas för att minimera risknivån. I aktuellt fall anses detta vara uppfyllt genom att LBG-anläggningen utförs i enlighet med LPGA 2020 [1] (Anvisningar – anläggningar för flytande metan), vilken återger krav enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler (MSBFS 2020:1). Risknivån kan därmed anses vara acceptabel i enlighet med acceptanskriterierna redovisade i denna riskanalys. Detta oberoende av var LBG-anläggningen placeras inom verksamhetsområdet och inga ytterligare riskreducerande åtgärder har ansetts erforderliga. Bedömningen gäller för både transporter och hanteringen med LBG, likväl för scenarierna med vegetationsbränder.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|          |                                                                   |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                                                  | <b>6</b>  |
| 1.1      | Syfte och mål                                                     | 6         |
| 1.2      | Omfattning                                                        | 6         |
| 1.3      | Avgränsning                                                       | 6         |
| 1.4      | Kvalitetsplan                                                     | 7         |
| <b>2</b> | <b>Metod och begrepp</b>                                          | <b>8</b>  |
| 2.1      | Begrepp och definitioner väsentliga för riskanalysen              | 8         |
| 2.2      | Metod för riskidentifiering                                       | 10        |
| 2.3      | Metod för riskuppskattning                                        | 10        |
| 2.4      | Metod för riskvärdering                                           | 10        |
| 2.5      | Valda acceptanskriterier                                          | 10        |
| 2.6      | Hantering av osäkerheter                                          | 11        |
| <b>3</b> | <b>Områdes- och verksamhetsbeskrivning</b>                        | <b>12</b> |
| 3.1      | Områdesbeskrivning                                                | 12        |
| 3.2      | Verksamhetsbeskrivning                                            | 14        |
| <b>4</b> | <b>Sevesokravnivå samt faktabeskrivning över hanterade ämnen</b>  | <b>21</b> |
| 4.1      | Sevesoberäkning angående Gasums nya verksamhet                    | 21        |
| 4.2      | Hanterade farliga ämnen inom Gasums nya verksamhet                | 22        |
| <b>5</b> | <b>Riskidentifiering</b>                                          | <b>25</b> |
| 5.1      | Identifierade riskkällor                                          | 25        |
| 5.2      | Möjliga dominoeffekter mellan de olika identifierade riskkällorna | 29        |
| 5.3      | Sammanställning av identifierade olycksscenarier                  | 29        |
| <b>6</b> | <b>Riskuppskattning och värdering</b>                             | <b>31</b> |
| 6.1      | Individrisk                                                       | 31        |
| 6.2      | Samhällsrisk                                                      | 33        |
| 6.3      | Vegetationsbränder                                                | 34        |
| 6.4      | Samlad bedömning av riskuppskattningen och värderingen            | 35        |
| <b>7</b> | <b>Rekommenderade riskreducerande åtgärder</b>                    | <b>36</b> |
| <b>8</b> | <b>Slutsats</b>                                                   | <b>37</b> |

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|           |                                                                            |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>9</b>  | <b>Referenser</b>                                                          | <b>38</b> |
| <b>10</b> | <b>Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar</b>                                  | <b>41</b> |
| 10.1      | Olycka vid transport med LBG                                               | 41        |
| 10.2      | Olycka vid hantering med LBG                                               | 43        |
| 10.3      | Sannolikhet för en BLEVE                                                   | 45        |
| 10.4      | Händelseförlopp givet olycka med LBG                                       | 47        |
| <b>11</b> | <b>Bilaga B – Konsekvensbedömningar</b>                                    | <b>51</b> |
| 11.1      | Indata till konsekvensberäkningarna i ALOHA samt resultat                  | 51        |
| 11.2      | Beräkning av antalet individer som omkommer vid de olika olycksscenarierna | 71        |
| 11.3      | Konsekvensberäkning för brandfarliga vätskor – farligt gods-klass 3        | 72        |

# 1 Inledning

Denna riskanalys är upprättad av Johan Björck, civilingenjör i riskhantering, på uppdrag av Gasum. Intern kvalitetsgranskning av rapporten har utförts av Markus Glenting, brandingenjör.

## 1.1 Syfte och mål

Syftet med denna riskanalys är att beakta Sevesolagstiftningen samt riskpåverkan på tredje man vid Gasums nya LBG-anläggning i Götene.

Målet är att genom en riskanalys uppfylla de krav som ställs på en Sevesoanläggning av lägre nivå, säkerställa att tredje man inte utsätts för en oacceptabel risknivå, och säkerställa att verksamheten har möjlighet att hantera en eventuell olycka inom verksamheten.

## 1.2 Omfattning

Denna riskanalys omfattar följande delmoment:

- Områdes- och verksamhetsbeskrivning, inkluderande angränsande anläggningar.
- Beaktande av Sevesonivå.
- Riskidentifiering, inkluderande möjliga dominoeffekter mellan de olika identifierade riskkällorna.
- Riskuppskattning och värdering.
- Vid behov förslag på riskreducerande åtgärder.

De resultat som presenteras i denna riskanalys gäller endast under de förutsättningar som specificeras. Vid ändrade förutsättningar (till exempel om någon verksamhet förändras, ökade lagringsvolym, ökad produktion, etcetera) kan denna riskanalys behöva revideras. Vid eventuella revideringar kan nya, möjligen mer omfattande, riskreducerande åtgärder bli aktuella.

## 1.3 Avgränsning

Riskanalysen är begränsad till de beaktade riskkällorna redovisade i denna riskanalys, vilka redovisas i kapitel 5 Riskidentifiering. Andra eventuella riskkällor som möjligen skulle kunna påverka den totala riskbilden för det aktuella området ingår således inte i denna riskanalys.

De risker som beaktats i denna riskanalys är plötsliga inträffade olyckor som kan leda till allvarliga kemikalieolyckor enligt Sevesolagstiftningen. Övriga risker har hanterats genom att, parallellt med denna riskanalys, arbeta fram en beredskapsplan [2], ett handlingsprogram [3], samt en släckvattenutredning [4]. I denna riskanalys beaktas inte egendomsskador eller naturskador. Övriga hälsorisker, så som exempelvis buller eller utsläpp av avgaser från närliggande trafikleder, ingår heller inte i denna riskanalys.

Arbetsmiljörisker omfattas ej av denna riskanalys, utan bör istället omfattas av verksamhetens systematiska arbete med arbetsmiljön för de som arbetar inom verksamheten.

Vid arbetet med denna riskanalys var anläggningens exakta utformning ännu ej fastställd. Detta har medfört att anläggningens utformning ej har beaktats i detalj vid arbetet med bland annat riskuppskattningen och värderingen. Detta har medfört att risknivån har blivit något överskattad eftersom individrisknivån genererad av hanteringen med LBG inom Gasums nya verksamhet istället har utgått från verksamhetsområdets yttre gränser istället för en specifik eventuell olycksplats inom verksamhetsområdet. Dock medför detta att så länge Gasum begränsar anläggningen till det beaktade verksamhetsområdet i denna riskanalys så står det dem fritt att utforma själva anläggningen utan att resultaten redovisade i denna riskanalys kommer att påverkas. Detta dock givet att eventuella riskreducerande åtgärder redovisade i denna riskanalys beaktas.

#### 1.4 Kvalitetsplan

SWECO Brand- och Riskteknik är certifierade enligt bland annat ISO 9001, där rutiner finns för fortlöpande gransknings- och kontrollarbete. Kvalitetskontroll har för denna dokumentation gjorts i form av egenkontroll och intern kvalitetsgranskning.

## 2 Metod och begrepp

Nedan redovisas begrepp och definitioner av begrepp som har använts i denna riskanalys samt en beskrivning av den metod som har använts för respektive delmoment i denna riskanalys.

### 2.1 Begrepp och definitioner väsentliga för riskanalysen

I en riskanalys används vanligen ett flertal olika begrepp för att beskriva olika olycksscenarier och de olika delarna av en riskanalys. Nedan förtydligas de begrepp som har använts i denna riskanalys.

*Liquid biogas (LBG)* betyder flytande biogas. Biogasen kondenseras till en vätska genom att kyla ner biogasen till -162 °C. Flytande biogas har samma miljöfördelar som biogas i gasform men flytande biogas upptar en volym som är flera hundra gånger så liten jämfört med biogas i gasfas.

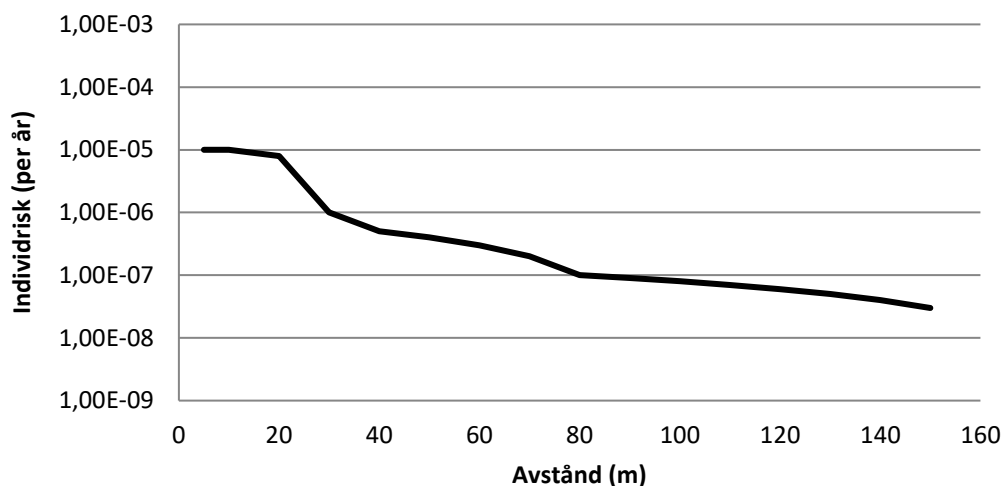
*Boiling liquid expanding vapor explosion (BLEVE)* utgör en explosion som uppstår till följd av att en tank med en trycksatt vätska rämna. Detta till följd av att vätskan har värmts upp till dess kokpunkt och där efter ökat trycket inuti tanken. För att en BLEVE ska kunna uppstå krävs att ingen fungerande säkerhetsventil finns samt att tanken är intakt under uppvärmningen. Vid en BLEVE uppstår både en tryckvåg och om vätskan/gasen antänds kan ett omfattande eldklot uppstå med konsekvenser inom ett omfattande område.

*ALARP* står för As Low As Reasonably Practicable och utgör ett bedömningskriterium för risknivåer som hamnar mellan acceptanskriteriet för acceptabla risknivåer och acceptanskriteriet för oacceptabla risknivåer. Risknivåer som hamnar inom ALARP-området ska reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart.

*Risk* definieras som en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka eller skadehändelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att olyckan inträffar och konsekvensen beskriver hur omfattande skador som uppstår kan bli, vanligtvis i form av antal döda.

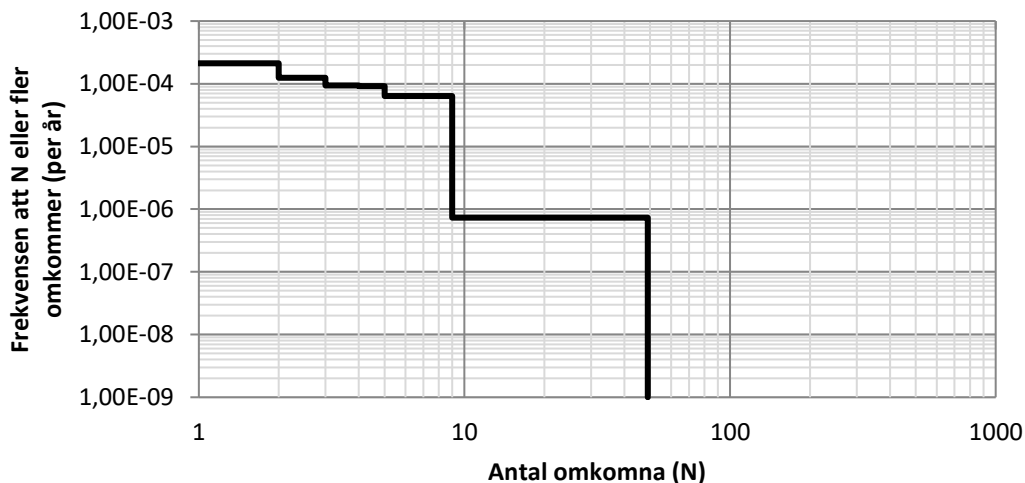
I denna riskanalys har en kvantitativ riskanalys genomförts, vilket innebär att sannolikhet för och konsekvens av varje identifierad olyckshändelse/skadehändelse beskrivs med absoluta värden. Sannolikhet och konsekvens har sedan sammanvägts och risken beskrivs med riskmått individrisk och samhällsrisk.

*Individrisk* är ett riskmått som beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en riskkälla. Riskmålet tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan och förutsätter att en person står på samma ställe dygnet runt under ett års tid. Målet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått då man utifrån måttet kan avgöra om enskilda individer utsätts för alldeles för hög risk. Individrisken kommer i denna riskanalys presenteras i form av individriskkurvor där risken beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan, se exemplet nedan i Figur 1.



Figur 1. Exempel på individriskkurva, individrisken representeras av den svarta linjen.

**Samhällsrisk** är ett riskmått som beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika befolkningstätheten samt dygnsvariationer i befolkningstätheten. Samhällsrisken presenteras i ett F/N-diagram. I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer till följd av en olycka i anslutning till riskkällan. Se ett exempel på F/N – diagram nedan i Figur 2.



Figur 2. Exempel på F/N-diagram. I detta exempel är den allvarligaste konsekvensen att 50 personer omkommer, med en sannolikhet på  $< 10^{-6}$ . Y-axeln anger frekvensen per år för en olycka och X-axeln antalet individer som omkommer.

I denna riskanalys har riskerna värderats mot kriterierna som redovisas i rapporten *Värdering av risk* [5].

## 2.2 Metod för riskidentifiering

Underlag angående de risker som har identifierats baseras främst på verksamhetsbeskrivningar för de aktuella verksamheterna. Risker har även hämtats från statistik, relevant facklitteratur, myndigheter, platsspecifika utredningar för området/närområdet, tidigare erfarenheter och riskanalyser. Utifrån detta underlag har sedan dimensionerande olycksscenarier arbetats fram och möjliga dominoeffekter identifierats.

## 2.3 Metod för riskuppskattning

Riskuppskattningen är en del av riskanalysen och syftar till att bedöma storleken på riskerna. Riskernas storlek är beroende av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka/händelse. Nedan beskrivs därför hur sannolikheter och konsekvenser har bedömts samt hur dessa har sammanvägts för att avgöra riskernas storlek.

Sannolikheten för olika händelseförlopp och skadehändelser har bedömts mot bakgrund av uppgifter i facklitteratur, tidigare genomförda riskanalyser, och logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts.

Konsekvenserna av de aktuella olycksscenarierna/skadehändelserna har bedömts mot bakgrund av litteraturstudier vilket omfattar bland annat simuleringar i programvaran ALOHA v.5.4.2 [6].

## 2.4 Metod för riskvärdering

Följande vägledande principer för värdering av risk presenteras i *Värdering av risk* [7]:

- *Rimlighetsprincipen*: En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.
- *Proportionalitetsprincipen*: De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.
- *Fördelningsprincipen*: Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.
- *Principen om undvikande av katastrofer*: Risker bör hellre realiseras i olyckor med begränsande konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser snarare än i katastrofer.

## 2.5 Valda acceptanskriterier

Acceptanskriterierna enligt *Värdering av risk* [5] har bedömts utgöra praxis vid denna typ av riskanalys och har därmed tillämpats vid värderingen av resultatet vid beräkning av individ- och samhällsrisknivåerna i denna riskanalys. Andra acceptanskriterier finns dock,

så som exempelvis de kriterier som Intresseföreningen för processsäkerhet har utgivit [8], men eftersom de inte har ansetts utgöra praxis har de inte använts i denna riskanalys.

#### Individrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av individrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området (där risker under vissa förutsättningar kan tolereras) har varit  $10^{-5}$  per år oberoende avstånd.
- Undre gräns för ALARP-området (där risker kan anses som små och där med accepteras) har varit  $10^{-7}$  per år oberoende avstånd.

#### Samhällsrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av samhällsrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området (där risker under vissa förutsättningar kan tolereras) har varit  $10^{-4}$  per år för  $N = 1$ , med en lutning på FN-kurvar på -1.
- Undre gräns för ALARP-området (där risker kan anses som små och där med accepteras) har varit  $10^{-6}$  per år för  $N = 1$ , med en lutning på FN-kurvar på -1.

Om risken understiger den undre gränsen av ALARP-området (undre acceptanskriteriet) bedöms risknivån som acceptabel.

Om risken överstiger den undre gränsen av ALARP-området (undre acceptanskriteriet) bedöms risknivån som acceptabel om det inte har funnits några rimliga åtgärder som har kunnat vidtagits för att minska risken. Med rimliga åtgärder menas åtgärder som är ekonomiskt och praktiskt försvarbara ur ett riskreducerande hänseende.

Om risken överstiger den övre gränsen av ALARP-området (övre acceptanskriteriet) bedöms risknivån som ej acceptabel och riskreducerande åtgärder måste vidtas så att risken understiger denna nivå. Därefter genomförs samma bedömning som för risknivåerna beskrivna i de två föregående styckena här ovan.

## 2.6 Hantering av osäkerheter

Riskanalyser av den typ som redovisas i denna riskanalys är generellt behäftade med stora osäkerheter. Dessa osäkerheter tillskrivs främst indata, underlagsmaterial, beräkningsmodeller, expertbedömningar och statistiska underlag.

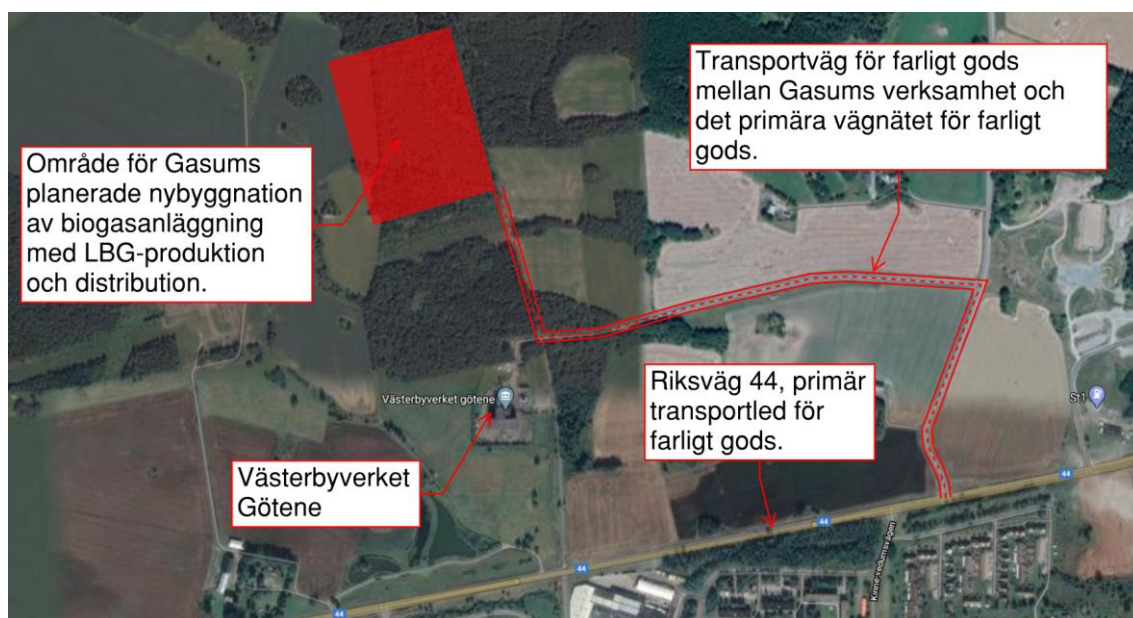
Generellt har osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas när osäkerheter föreläggat. Anledningen till detta är att säkerställa att risknivån ej underskattas. En underskattad risknivå kan innebära att den bedömda sannolikheten och/eller konsekvensen av en händelse i verkligheten innebär en större påfrestning på sin omgivning än vad som skattats i modellen. Detta betyder att de riskreducerande åtgärder som presenterats riskerar att vara underdimensionerade för att skydda individer mot ett eventuellt olycksscenario och därmed att fler individer kan utsättas för en oacceptabel risknivå.

### 3 Områdes- och verksamhetsbeskrivning

I detta kapitel beskrivs det aktuella området och verksamheten för den aktuella anläggningen samt för intilliggande anläggningar. Närliggande bebyggelse samt geografiska förhållanden beskrivs även i kapitlet.

#### 3.1 Områdesbeskrivning

Gasums nya verksamhet kommer vara belägen i Götene i närheten av Västerbyverket Götene (cirka 350 meter bort<sup>1</sup> [9] [10]) och Riksväg 44 (cirka 710 meter bort [9]), vilken utgör en primär transportled för farligt gods [11]. I övrigt utgörs närområdet kring Gasums nya verksamhet av mestadels obebyggd skog- och åkermark med några enstaka gårdar. Öster om Gasums nya verksamhet går även ett promenadstråk längs med en gammal banvall. I Figur 3 redovisas en illustration över närområdet där även några orienteringspunkter framgår.



Figur 3. Illustration över området för Gasums planerade nybyggnation av biogasanläggning med LBG-produktion och distribution, samt med några orienteringspunkter.

Transportväg för farligt gods mellan Gasums verksamhet och det primära vägnätet för farligt gods utgörs till viss del av Riksväg 2727 (cirka 930 meter bort [9]), vilket utgör en sekundär transportled för farligt gods. I närheten av Gasums nya verksamhet går även en luftburen högspänningsledning (åtminstone 50 meter bort [10]).

<sup>1</sup> 350 meter motsvarar det kortaste avståndet mellan verksamheterna. LBG-tankerna inom Gasums nya verksamhet kan dock komma att ligga ännu längre bort.

## Persontäthet i närområdet

Persontätheten i området är av stor betydelse för att bedöma samhällsriskerna. Närområdet omkring Gasums nya verksamhet utgörs av mestadels obebyggd skog- och åkermark. Närmsta bebyggelse ligger över 500 meter bort [9] och utgörs av en gård, se Figur 3 under avsnitt 3.1 Områdesbeskrivning. Konservativt uppskattas avståndet mellan Västerbyverket Götene och Gasums nya verksamhet åtminstone uppgå till 350 meter [9] [10].

De beaktade persontätheterna och de personfria avstånden som har använts i beräkningarna för olycksscenarioer inom verksamhetsområdet och vid en eventuell trafikolycka redovisas nedan i de följande underrubrikerna i detta avsnitt. Anledningen att olika persontätheter och personfria avstånd har beaktats i beräkningarna beror på att vid en eventuell trafikolycka så riskerar olyckan att ske förhållandevis mycket närmre tredje man jämfört med om olyckan sker inom verksamhetsområdet.

### *Beaktad persontäthet vid en eventuell olycka vid en transport*

Vid en eventuell olycka vid en transport har bedömningen varit att transporten kommer gå längs med den markerade vägen i Figur 3 under avsnitt 3.1 Områdesbeskrivning. Denna markerade väg utgörs till en del av Riksväg 2727, som är en sekundär transportled för farligt gods. Den markerade vägen förbinder Gasums verksamhet med Riksväg 44, vilket utgör en del av det primära vägnätet för transporter med farligt gods.

Antalet individer som har bedömts eventuellt kunna påverkas vid en eventuell olycka vid en transport har bedömts som högst kunna bli ifall olyckan sker i svängen vid Västerbyverket, i jämförelse med att olyckan sker vid en bostadsgård. [9]. Antalet som bedöms omkomma vid en olycka har då begränsats till samtliga individer inom Västerbyverket. Enligt samtal med Västerbyverket framgår att det finns 6 anställda som jobbar skift. Dock förekommer det externa entreprenörer, men antalet inom verket övergår inte 10 individer under en genomsnittsdag [12]. Detta har ansetts rimligt eftersom avståndet till närmsta byggnad (bortsett från verket och Gasums anläggning) är åtminstone 450 meter [9] samt att området i övrigt ligger utanför tätorten inom ett mestadels obebyggd skog- och åkermarks område. Eftersom området är obebyggt och ligger utanför tätorten har persontätheten inte räknats upp i beräkningarna.

Det personfria avståndet vid en eventuell olycka vid en transport har utifrån kartstudier bedömts uppgå till åtminstone 100 meter. Avståndet utgör det kortaste avståndet mellan svängen vid Västerbyverket, längs med den markerade vägen i Figur 3 under avsnitt 3.1 Områdesbeskrivning, och Västerbyverket. Detta avstånd om 100 meter utgör även det kortaste avståndet mellan den markerade vägen i Figur 3 under avsnitt 3.1 Områdesbeskrivning och närmsta byggnad. Den aktuella transportleden har heller inga trottoarer och utifrån kartstudierna framgår inte heller något som föranleder att anta att individer skulle uppehålla sig i närheten av transportleden. [9] [13] Individer längs banvallen öster om verksamhetsområdet kan dock förekomma, med dessa har inte inkluderats vid bedömningen av risknivån. Detta eftersom bedömningen har varit att dessa individer enbart uppehåller sig längs promenadstråket tillfälligt och därmed inte utgör stadigvarande vistelse.

Se vidare i Bilaga B – Konsekvensbedömningar, avsnitt 11.2.

#### *Beaktad persontäthet vid en eventuell olycka inom verksamhetsområdet*

Vid en eventuell olycka inom Gasums nya verksamhet har varje olycksscenarios konsekvensområde beaktas på karta, givet att konsekvensområdet sträcker sig utanför det personfria avståndet. Detta har ansetts vara konservativt eftersom närområdet utgörs av obebyggd skog- och åkermark. [9] Promenadstråket öster om verksamhetsområdet har inte beaktats vid bedömningen av persontätheten. Detta eftersom bedömningen har varit att individer som uppehåller sig längs promenadstråket enbart uppehåller sig där tillfälligt (det vill säga utgör ej stadigvarande vistelse).

Det personfria avståndet vid en eventuell olycka inom Gasums nya verksamhet har utifrån kartstudier bedömts vara åtminstone 350 meter. Detta har baserats på att närmsta bebyggelse ligger över 500 meter bort, samt att avståndet mellan Västerbyverket Götene och Gasums nya verksamhet åtminstone uppgå till 350 meter. [9] [10]

Se vidare i Bilaga B – Konsekvensbedömningar, avsnitt 11.2.

### 3.2 Verksamhetsbeskrivning

Nedan beskrivs den aktuella verksamheten samt angränsande verksamheter.

Gasums nya verksamhet

Nedan i Figur 4 framgår en illustration över Gasums nya tilltänkta anläggning.



Figur 4. Illustration över Gasums nya verksamhet.

### *Verksamhetens omfattning*

Verksamheten omfattar nybyggnation av en biogasanläggning för produktion av biogödsel och flytande biogas (LBG). Biogödsel avses att återföras till jordbruksmarker inom anläggningens upptagningsområde. LBG används som fordonsbränsle och inom industrin. Planerad verksamhet kommer uppskattningsvis att producera 9 500 ton LBG per år, motsvarande ca 130 GWh, men då utvecklingen går snabbt framåt kan mängden flytande biogas komma att öka. Dock bedöms verksamhetskod 40.15, som begränsas uppåt av 20 megawatt tillförd bränsleeffekt, kunna innehållas. All förvaring och utlastning av LBG kommer ske i enlighet med LNGA.

För produktionen används substrat bestående huvudsakligen av stallgödsel, spannmålsavrens, ensilage och stärk samt restprodukter från verksamheter och hushåll, exempelvis källsorterat biologiskt nedbrytbart material från mejerier, livsmedels- och fodertillverkning, butiker och biologiskt nedbrytbart material från hushåll och liknande. Sammansättningen är varierande över tid och bidrar också till varierande biogasproduktion.

### *Lokalisering*

Anläggningen planeras att uppföras på del av fastigheten Fullösa 3:11 och del av Götene 2:2, norr om Västerbyverket, ca 700 meter norr om Götene tätort (Figur 5). Fastigheterna ägs av privatpersoner. Närmaste bostadshus är Åsen dryga 500 meter från verksamheten. Till närmsta bostadsområde i tätorten är det 1000 meter.



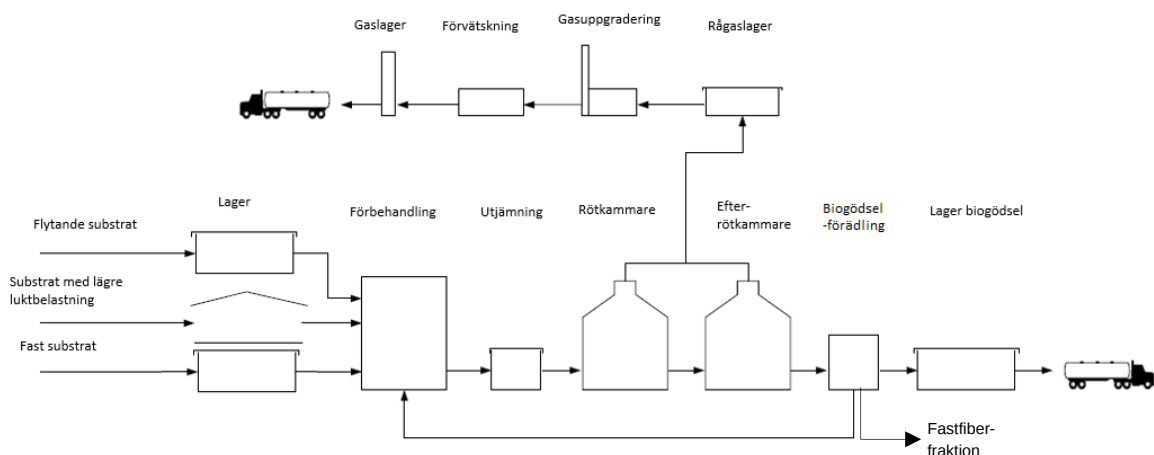
Figur 5. Lokalisering av verksamheten

### Verksamhetens utformning

Verksamheten utformas för att ta emot och bereda i huvudsak tre strömmar. En ström består av pumpbara material i form av flytgödsel och andra pumpbara biologiskt nedbrytbara material och restprodukter, en ström består av fasta material från spannmål och en ström av fastgödsel. Det biologiskt nedbrytbara materialet inkommer till anläggningen med lastväxlare och släp eller tankbil och släp för flytande fraktioner.

Mottagning och fortsatt beredning av det biologiskt nedbrytbara materialet och restprodukter sker i slutna utrymmen. Undantaget är icke luktande sekunda spannmål, avrens med mera, som lagras i utomhuslager med tak.

Efter mottagning och genom förbehandlingen behandlas sedan alla material i en gemensam ström till slutlig biogödsel som transporteras till jordbruket. Biogasen bildas i rötkammare och transporteras vidare för gasuppträdning och förvätskning till fordonsgasutlastning. Se generell illustration av processen nedan, Figur 6.



Figur 6. Översiktlig bild av planerad verksamhet

### Processbeskrivning

Utifrån den planerade substratuppsättningen är mottagningen uppdelad för fast och flytande substrat bestående av fasta och flytande biologiskt nedbrytbara restprodukter och biologiskt nedbrytbart material där det flytande släpps i mottagningshallen och leds till ett lager, Figur 6. Hallen har plats för lastbilar med släp, ca 35 - 40 ton. Hallen är stängd vid lastning och lossning, försedd med undertryck och har spolmöjligheter för tvätt av tank och spill. Vattnet samlas upp och recirkuleras till processen.

Sekunda spannmål och avrens tas emot i ett utomhuslager försett med tak.

Fastgödsel samt fasta biologiskt nedbrytbara restprodukter och biologiskt nedbrytbart material tas emot i en separat mottagningshall utformad för tippning från container samt med blandningstankar för förbehandling av fasta material och spädning med de blöta fraktionerna. Hallen är försedd med portar och har ett undertryck. I hallen produceras den slurry som ska rötas i biogasanläggningen. Slurryn pumpas vidare till utjämningstanken.

Utjämningstankens syfte är att säkerställa kontinuerlig matning av rötningsprocessen och substratet pumpas från tanken till röt-kammarna.

Vid tillförsel av värme och med rätt bakteriekultur bildas biogas i röt-kammaren där mikroorganismerna bryter ner det biologiskt nedbrytbara materialet i frånvaro av syre. Biogasen samlas upp i ett gassystem och leds vidare till en gasuppgraderingsanläggning där biogasen förädlas till fordonsgas. Den uppgraderade gasen förvätskas därefter och transporteras med lastbil till tankstationer och industrikunder primärt i närområdet och regionen, men även för marknaden i stort.

Substratet hygieniseras i syfte att avdöda eventuella patogener, till exempel salmonella om det skulle förekomma i gödsel. Värmen från hygieniseringen återvinns i processen genom värmeväxling så att det inkommande substratet förvärms med det utgående flödet. Hygienisering av biomassan kan ske före eller efter rötning i röt-kammaren.

Vidare pumpas biomassan till en efterrötkammare med gasklocka där stabilisering och sista utrötning sker. Detta för att avstanna rötningsprocessen och därefter pumpa biomassan till biogödselförädling och täckta biogödselbrunnar. Flytande biogödsel lastas i utlastningshallen (samma som mottagningshall av flytande substrat) och transporteras därefter till satellitlager hos lantbrukare för att efter lagring användas som växtnäringsämne på åkermark. Efterbehandling av biogödsel kan komma att ske i syfte att återföra biomassa till processen, effektivisera transporter och vidareförädla produkten för olika marknadssegment. En andel av biogödseln kan komma att användas inom ekologisk produktion, där avsikten finns att produkten skall vara KRAV-godkänd. Övrig biogödsel kommer kunna nyttjas inom konventionell odling.

Den producerade biogasen renas i uppgraderingen. Uppgradering av biogas kan göras med några olika tekniker, liksom förvätskningen, men syftet är detsamma. Biogasen, som består av cirka 60% metan och resterande delar i huvudsak koldioxid och kväve, renas till minst 96% metan. Reningen sker genom att gasen tvättas i ett scrubbertorn, antingen med rent vatten som absorbent eller med tillsats av organiska lösningsmedel; genom membranseparation eller genom rening med aktivt kol.

Förvätskningen är ett ytterligare steg som mer och mer integreras med uppgraderingen. Teknikutvecklingen går fort framåt och de viktigaste argumenten är att komprimera volymen för att kunna transportera gasen längre från produktionsanläggningen samt att kunna tanka en större volym och få längre räckvidd för tunga fordon som drivs med fordonsgas.

#### *Vatten, avlopp och energiförsörjning*

Biogasanläggningen behöver vatten till processen, spolning och rengöring samt för sanitärt behov.

Uppskattningsvis förbrukar verksamheten cirka 15 000 m<sup>3</sup> renvatten per år. Vattenförsörjning planeras att ske genom kommunalt vatten och avlopp.

Spolvatten för rengöring av golvytor och hårdgjorda ytor där gödsel och andra substrat hanteras samt tvättvatten från spolning av insida tank på lastbil samlas upp och recirkuleras till processen. Även kondensvatten recirkuleras. Detta gör att vattenbehovet kan hållas nere, avloppsvatten minimeras samt att näringsämnena tas omhand i möjligaste mån.

Mindre förorenat dagvatten från till exempel takavrinning används vid behov som spädvatten i processen i syfte att hushålla med resurser och minimera dricksvattenbehovet.

Sanitärt avloppsvatten leds till det kommunala reningsverket.

Värmeförsörjning kan företrädesvis ske genom leverans från värmeverket, alternativt kan försörjning ske genom en egen mindre biobränslepanna. Uppskattat värmebehov är 5 500 MWh/år och elbehov uppgår till ca 9 600 MWh/år. De stora elförbrukarna är uppgradering och förvätskningen.

### Kemikalieförbrukning

Den största förbrukningen av kemikalier sker i processen där till exempel järnklorid eller liknande används för att begränsa svavelinnehållet i biogasen samt även tillsats av spårämnesprodukter eller andra tillsatser för optimering av den biologiska processen.

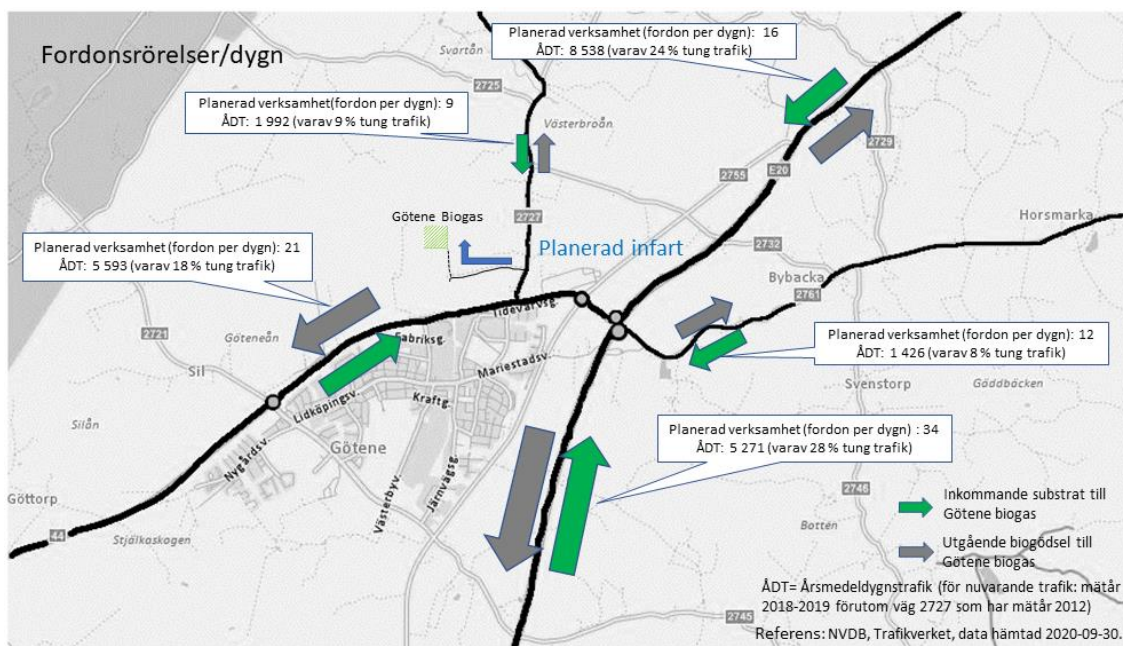
Utöver detta utgörs kemikalieanvändningen inom verksamheten i huvudsak av tvättvätskor och rengöringsmedel för eventuell sanering samt aktivt kol, absorbenter i gasreningen (teknikberoende), smörjolja med mera.

HVO eller motsvarande används till interna fordon.

### Transporter

Den planerade verksamheten uppskattas använda ca 400 000 ton råvaror som transporteras till anläggningen per år. Utgående transporter av biogödsel omfattar ca ungefär samma volym som inkommande. Volymerna varierar över tid beroende på tillgång av substrat. Producerad LBG transporteras även den från anläggningen.

Transporterna samordnas så att ett tömt fordon, efter tvätt insida tank, lastar biogödsel. Detta motsvarar då i medel ca 6 transportrörelser i timmen varje arbetsdag och varierar med säsong. Transportrörelserna kan vara både fler och färre över årstider och tiden på dygnet. Översiktligt presenteras årsdygnsmedeltrafik [14] kring Götene i Figur 7. Verksamhetens bidrag illustreras med pilar i storlek som förhåller sig till varandra. I förhållande till övrig trafik är verksamhetens bidrag mycket litet, under 1%.



Figur 7. Trafikflöden i Götene och bidrag från verksamheten.

### Transporter med farligt gods genererad av Gasums nya verksamhet

Gasums nya verksamhet kommer ge upphov till transporter med farligt gods. I Tabell 1 nedan redovisas en uppskattning av antalet transporter med farligt gods, samt fördelningen mellan de olika farligt gods-klasserna, som verksamheten har bedömts ge upphov till. Uppskattningen baseras på uppgifter från Gasum angående den nya verksamhetens behov av transporter med farligt gods. [15]

Tabell 1. Uppskattat behov av transport med farligt gods. [15]

| Ämne              | Farligt gods-klass        | Underlag         | Uppskattat antal transporter med farligt gods (antal transporter per år) | Fördelningen mellan de olika farligt gods-klasserna |
|-------------------|---------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| LBG               | 2.1<br>(Brandfarlig gas)  | 9 500 ton per år | 317 <sup>2</sup>                                                         | $\frac{317}{343} \approx 92,4 \%$                   |
| Järnklorid        | 8<br>(Frätande ämnen)     | 750 ton per år   | 25 <sup>3</sup>                                                          | $\frac{25}{343} \approx 7,3 \%$                     |
| Amin              | 3<br>(Brandfarlig vätska) | 845 liter per år | 1 <sup>4</sup>                                                           | $\frac{1}{343} \approx 0,3 \%$                      |
| <b>Summering:</b> |                           |                  | 317 + 25 + 1 = 310                                                       |                                                     |

### Västerbyverket Götene

Till Västerbyverket i Götene är cirka 600 kunder anslutna för fjärrvärme via ett ledningsnät som omfattar cirka 30 km ledning. Utöver detta produceras även ånga som levereras till Arla och Semper. Västerbyverket består av en flispanna samt två oljepannor. Oljepannorna förses med eldningsolja från en 550 m<sup>3</sup> stor tank [12]. Flisen om eldas i flispannan består av en blandning mellan stamvedsflis, grenar, samt toppar. Verket har även en rökgaskondensator där värme återvinns från rökgaserna. [16]

<sup>2</sup> Baserat på att var tankbil rymmer 30 till 35 ton LBG erhålls  $\frac{9\,500}{30} \approx 316,67$  transporter med LBG per år. [15]

<sup>3</sup> Baserat på att en tankbil med järnklorid rymmer lika mycket som en tankbil med LBG erhålls  $\frac{750}{30} = 25$  transporter med järnklorid per år. [15]

<sup>4</sup> Baserat på den begränsade volymen.

## 4 Sevesokravnivå samt faktabeskrivning över hanterade ämnen

I detta kapitel redovisas och beskrivs de olika hanterade ämnena som omfattas av Sevesodirektivet och som kommer att hanteras inom Gasums nya verksamhet. Även vilken Sevesokravnivå Gasums nya verksamhet kommer tillhöra baserat på verksamhetens hanterade mängder och ämnen framgår ur kapitlet.

### 4.1 Sevesoberäkning angående Gasums nya verksamhet

I Tabell 2 nedan redovisas vilka ämnen samt dess maximala lagrade mängd som Gasums nya verksamhet kommer hantera och lagra som omfattas av Sevesodirektivet. Detta baseras på en tidigare genomförd Seveso-beräkning [17] där känslighetsanalysen med en ökning om 50 % av respektive ämnes maximala lagrade mängd har valts<sup>5</sup>.

Tabell 2. Redovisning angående ämnen som omfattas av Sevesodirektivet inom Gasums verksamhet.

| Ämne                                            | Högre kravnivå (ton) | Lägre kravnivå (ton) | Maximalt lagrad mängd (ton)                                               |
|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Flytande biogas, LBG (Liquid Biogas)            | 200                  | 50                   | 102                                                                       |
| Biogas                                          | 50                   | 10                   | 13,5                                                                      |
| HVO (Hydrogenated vegetable oil) <sup>6</sup>   | 25 000               | 2 500                | 2,6                                                                       |
| <b>Summering angående Sevesokravnivå lägre:</b> |                      |                      | $\frac{102}{50} + \frac{13,5}{10} + \frac{2,6}{2\,500} \approx 3,4 > 1$   |
| <b>Summering angående Sevesokravnivå högre:</b> |                      |                      | $\frac{102}{200} + \frac{13,5}{50} + \frac{2,6}{25\,000} \approx 0,8 < 1$ |

Vid summeringen angående Sevesokravnivå framgår att Gasums nya verksamhet hamnar inom den lägre Sevesonivån. Detta eftersom resultatet är högre än ett (1) vid beaktande av de lägre kravnivåerna, men samtidigt lägre än ett (1) vid beaktande av de högre kravnivåerna. [18]

<sup>5</sup> En högre maximal lagringsmängd har valts för att skapa marginaler till att kunna öka den lagrade mängden utan att behöva uppdatera denna riskanalys.

<sup>6</sup> Sen den tidigare genomförda Seveso-beräkningen [17] har diesel bytts ut mot HVO.

## 4.2 Hanterade farliga ämnen inom Gasums nya verksamhet

Nedan redovisas fysikaliska och kemiska egenskaper samt riskerna för respektive farligt ämne som ingår i bedömningen angående vilken Seveso-nivå Gasums nya verksamhet hamna inom, se föregående avsnitt.

### Flytande biogas, LBG (Liquid Biogas)

De fysikaliska och kemiska egenskaperna samt riskerna med flytande biogas, LBG, beskrivs här nedan.

Tabell 3. Fysikaliska och kemiska egenskaper för LBG. [19]

| Fysikalisk eller kemisk egenskap | Värde                           |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Fysikaliskt tillstånd            | Gas; kyld vätska                |
| Färg                             | Färglös                         |
| Doft                             | Luktfri                         |
| Kokpunkt                         | - 162 °C                        |
| Temperatur för självantändning   | + 580 °C                        |
| Brännbarhetsområde               | från 4,4 till 16,5 volymprocent |

LBG är biogas som under låga temperaturer och förhöjt tryck övergår från gasfas till vätskefas. Detta medför att LBG kommer bete sig annorlunda vid en olycka jämfört med biogas i gasfas. Vid en eventuell olycka med LBG kommer LBGn att rinna ut och skapa en pöl. Då LBG är i gasfas vid normaltemperatur kommer eventuellt utspillt LBG att förångas, och ta upp värme från marken vid förångningen. Den förångade biogasen kommer initialt vara kall och därmed bete sig som en så kallad tung gas och sprida sig via marken. När temperaturen ökar i gasmolnet, genom att ta upp värme från omgivningen och genom eventuellt infallande solljus, så kommer gasen övergå till att bete sig som en så kallad lätt gas som då blir lättare än luft och sprider sig istället upp från marken och späds ut.

## Biogas

De fysikaliska och kemiska egenskaperna samt riskerna med biogas beskrivs här nedan.

Tabell 4. Fysikaliska och kemiska egenskaper för biogas. [20]

| Fysikalisk eller kemisk egenskap | Värde                               |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Fysikaliskt tillstånd            | Gas                                 |
| Färg                             | Färglös                             |
| Doft                             | Luktfri. Luktämne kan vara tillsatt |
| Kokpunkt                         | - 162 °C                            |
| Temperatur för självantändning   | + 540 °C                            |
| Brännbarhetsområde               | från 4,4 till 16,5 volymprocent     |

Biogas är en extremt brandfarlig gas som ofta hålls under tryck som även kan skapa en explosiv atmosfär vid blandning med luft som kan explodera vid antändning. Biogas är vid normala förhållanden ett stabilt ämne där det inte förekommer några farliga reaktioner. Först vid upphettning/antändning kan farliga reaktioner uppstå. [21]

## HVO

De fysikaliska och kemiska egenskaperna samt riskerna med HVO motsvaras av värdena och riskerna förknippade med diesel och beskrivs här nedan.

Tabell 5. Fysikaliska och kemiska egenskaper för HVO. [22]

| Fysikalisk eller kemisk egenskap | Värde                        |
|----------------------------------|------------------------------|
| Fysikaliskt tillstånd            | Vätska                       |
| Färg                             | Färglös-gulaktig             |
| Doft                             | Karaktäristisk               |
| Kokpunkt                         | från 180°C till 400°C        |
| Temperatur för självantändning   | 220°C                        |
| Brännbarhetsområde               | från 0,6 till 7 volymprocent |

HVO (hydrogenated vegetable oil) utgör en variant av biodiesel vilken är identiskt, eller väldigt likt, med vanlig diesel. Detta medför att HVO kan ersätta diesel som drivmedel och riskerna förknippade med diesel har beaktats vid identifieringen av riskerna med HVO.

HVO utgör en brandfarlig vätska där risk för återantändning efter släckt brand föreligger. Dock är HVO förhållandevis svårantändligt på grund av dess förhållandevis höga flampunkt (från 23°C till 60°C [22]). Ångor kan skapa en risk för explosion och är i många fall tyngre än luft, vilket medför att ånga kan ansamlas i lågt belägna utrymmen. Om HVO förvaras i en sluten behållare kan behållaren explodera vid upphettning. Läckage som når mark, grundvatten, eller vattendrag kan förorsaka miljöskada. [22]

## 5 Riskidentifiering

I riskidentifieringen kartläggs vilka typer av olycksscenarier eller oönskade händelser som beaktas i riskanalysen. Riskidentifieringen har främst baserats på områdes- och verksamhetsbeskrivningarna, inklusive de beaktade farliga ämnena, se kapitel 3 Områdes- och verksamhetsbeskrivning och kapitel 4 Sevesokravnivå samt faktabeskrivning över hanterade ämnen.

### 5.1 Identifierade riskkällor

I detta avsnitt redovisas de identifierade riskkällorna som har beaktats i denna riskanalys.

#### Gasums nya verksamhet

De identifierade olycksscenarierna inom Gasums nya verksamhet är främst förknippade med hanteringen och transporten av LBG.

LBG är biogas som under låga temperaturer och/eller förhöjt tryck övergår från gasfas till vätskefas. Detta medför att LBG kommer bete sig annorlunda vid en olycka jämfört med biogas i gasfas. Vid en eventuell olycka med LBG kommer en pöl eller ett moln med LBG uppstå. Detta beroende på om utsläppet sker vid ett förhöjt tryck eller inte.

I och med att LBG är i gasfas vid normaltemperatur kommer eventuell utspilld LBG att ta upp värme från omgivningen och förångas. Den förångade biogasen kommer initialt vara kall och därmed bete sig som en så kallad tung gas och sprida sig via marken. Allt eftersom temperaturen ökar i gasmolnet, genom att ta upp värme från omgivningen och genom eventuellt infallande solljus, så kommer gasen övergå till att allt mer bete sig som en så kallad lätt gas som då blir lättare än luft och sprider sig istället upp från marken och späds ut.

Beteendet hos LBG, beskrivet ovan, medför att det vid en eventuell olycka med LBG finns risk för pölbrand vid direkt antändning eller en gasmolnsbrand vid en fördröjd antändning (som förhållandevis snabbt kommer att brinna tillbaka och övergå till en pölbrand) om utsläppet inte sker vid ett förhöjt tryck. Om utsläppet däremot sker vid ett förhöjt tryck kommer LBG att tryckas ut och sprida sig som en plym med massa små droppar. Vid en eventuell antändning finns det därför risk att en jetflamma kan uppstå.

Vidare råder det osäkerhet kring om en BLEVE kan inträffa. BLEVE har dock rapporterats till följd av olycka med LNG (Liquefied Natural Gas, eller på svenska flytande naturgas) [23]. I denna riskanalys har därför den konservativa bedömningen gjorts att en BLEVE inte kan uteslutas.

En BLEVE har bedömts kunna uppstå i hela tankar och till följd av en pölbrand alternativt en jetflamma. Detta eftersom eventuellt utspilld LBG kan skapa en eventuell pölbrand, alternativt att ett trycksatt utsläpp av LBG kan skapa en jetflamma, som i sin tur kan orsaka en BLEVE av LBG-tanken. Sannolikheten för detta är dock mycket låg. LBG-tanken kommer vara dubbelmantlad, vakuumisolerad, försedd med en tryckregleringsventil som löser ut vid 7 bar, samt även försedd med fyra säkerhetsventiler (två som löser ut vid 8 bar och ytterligare två som löser ut vid 10 bar) [24].

Se vidare i Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar och Bilaga B – Konsekvensbedömningar för beräkningar

*Olycksscenarier vid transporter med farligt gods genererat av Gasums nya verksamhet*

Transport av LBG utgör transport med farligt gods av klass 2.1, vilket utgörs av brandfarliga gaser. Bedömningen har varit att en BLEVE utgör ett möjligt olycksscenario vid transport med LBG eftersom det kan förekomma transporter med två tankar per lastbil innehållande LBG. Enligt föregående avsnitt utgör både pöl- och gasmolnsbrand möjliga olycksscenarier vid transport. Dock har bedömningen varit att trycket i en LBG-tank vid transport inte kommer vara förhöjt och därmed inte kunna resultera i en jetflamma.

Transport av järnklorid utgör transport med farligt gods klass 8, vilket utgörs av frätande ämnen. Dessa ämnen kan resultera i häftiga reaktioner vid kontakt med metall, vatten eller brandfarliga ämnen med brand, strålningspåverkan, och brandspridning som följd. Konsekvenserna av ett utsläpp har dock bedömts vara begränsade till utsläppsplatsens omedelbara närområde. Därför har bedömningen varit att konsekvenserna av en eventuell olycka med farligt gods klass 8 inte kan generera dödliga konsekvenser på tredje man och har därmed inte beaktats vidare i denna riskanalys. Åtgärder som begränsar vistelse i närområdet till transportleden, skyddar mot spridning av vätskor, och begränsad konsekvenserna vid bränder skyddar även mot konsekvenserna som kan orsakas av denna farligt gods-klass.

Transport av Amin och HVO utgör transport av farligt gods klass 3, brandfarlig vätska. Eventuella olyckor vid transport av denna farligt gods-klass kan riskera att resultera i en pölbrand samt vid ett stort utsläpp även i en gasmolnsbrand. Konsekvensområdet till följd av en eventuell olycka vid transport med farligt gods av klass 3 är begränsat till maximalt cirka 58 meter. Baserat på det långa personfria avståndet i närområdet omkring Gasums verksamhetsområde samt transportleden mellan primära transportvägnätet för farligt gods, se avsnitt 3.1, har bedömningen varit att konsekvenserna av en eventuell olycka med farligt gods klass 3 inte kan generera dödliga konsekvenser på tredje man och har därmed inte beaktats vidare i denna riskanalys, se avsnitt 11.3 i Bilaga B – Konsekvensbedömningar.

Se vidare i Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar och Bilaga B – Konsekvensbedömningar för beräkningar.

**Västerbyverket Götene**

Västerbyverket i Götene ligger cirka 350 meter bort från Gasums nya verksamhet och producerar fjärrvärme och ånga. Verket består av en flispanna samt två oljepannor. De olycksscenarier som har bedömts kunna generera en så pass omfattande konsekvens så att Gasums verksamhet skulle kunna påverkas utgörs av omfattande brand i flis- eller oljelager.

Enligt SÄIFS 2000:2<sup>7</sup> rekommenderas ett avstånd om 50 meter mellan skyddsobjekt och brandfarlig vätska i cistern eller lös behållare. Detta gäller för mellan skyddsobjekt i form av bland annat verksamheter med farligt gods och brandfarlig vätska av klass 3 med volym över 100 m<sup>3</sup>. [25]

Utifrån detta, samt att det finns ytterligare en marginal på  $350 - 50 = 300$  meter, har bedömningen varit att det finns tid för att vid en eventuell olycka inom Västerbyverket vidta åtgärder för att förhindra att en dominoeffekt uppstår som i sin tur skulle generera en följdolycka inom Gasums verksamhet.

Även om inga åtgärder skulle vidtagas har bedömningen varit att en eventuell omfattande brand inom Västerbyverket inte rimligen kan generera en pöl- eller gasmolnsbrand alternativt en jetflamma inom Gasums verksamhet. Detta baserat på ovanstående angående avståndet mellan verksamheterna, samt att det finns en marginal på 300 meter utöver rekommenderat säkerhetsskyddsavstånd. Men dessutom på att LBG-tanken kommer vara dubbelmantlad, vakuumisolerad, försedd med en tryckregleringsventil som löser ut vid 7 bar, samt även försedd med fyra säkerhetsventiler (två som löser ut vid 8 bar och ytterligare två som löser ut vid 10 bar) [24].

Västerbyverket Götene har, baserat på ovanstående, därmed inte inkluderats i beräkningarna angående risknivån genererad av Gasums nya verksamhet. Inga dominoeffekter mellan Västerbyverket och Gasums verksamhet har heller bedömts föreligga. Givet detta beaktas inte Västerbyverket vidare i denna riskanalys.

#### Riksväg 44

Cirka 710 meter bort [9] från Gasums nya verksamhet går Riksväg 44. Denna Riksväg utgör en primär transportled för farligt gods. All transport av farligt gods inom Sverige ska ske på de primära transportlederna för farligt gods. Transporter med farligt gods mellan transportens start- och slutpunkt till de primära transportlederna tillåts dock, men dessa transporter ska i största möjligaste mån ske på de sekundära transportlederna.

Detta medför att det kan förekomma transporter med farligt gods av alla klasser på Riksväg 44. Västra Götalands läns riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods [26] omfattar de 150 metrarna närmast transportleden för farligt gods. Utifrån detta, samt att det finns ytterligare en marginal på  $710 - 150 = 560$  meter, har bedömningen varit att en eventuell olycka på Riksväg 44 inte rimligen kan generera en dominoeffekt för en följdolycka inom Gasums nya verksamhet.

Riksväg 44 har, baserat på ovanstående, därmed inte inkluderats i beräkningarna angående risknivån genererad av Gasums nya verksamhet. Inga dominoeffekter mellan Riksväg 44 och Gasums verksamhet har heller bedömts förändliga. Givet detta beaktas inte Riksväg 44 vidare i denna riskanalys.

<sup>7</sup> Med ändringar i SÄIFS 2000:5.

## Riksväg 2727

Cirka 930 meter bort [9] från Gasums nya verksamhet går Riksväg 2727. Denna Riksväg utgör en sekundär transportled för farligt gods. All transport med farligt gods inom Sverige ska ske på de primära transportlederna för farligt gods. Transporter med farligt gods mellan transportens start- och slutpunkt till de primära transportlederna tillåts dock, men dessa transporter ska i största möjligaste mån ske på de sekundära transportlederna.

Detta medför att de transporter som kommer förekomma på Riksväg 2727 endast kommer utgöras av transporter som går mellan transportens start- eller slutpunkt till de primära transportlederna. Det vill säga transporter mellan Hällekis samt andra orter och verksamheter längs med Riksväg 2727 till Riksväg 44. Detta eftersom Riksväg 44 utgör den enda primära transportleden för farligt gods som ansluter till Riksväg 2727 [27].

Västra Götalands läns riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods [26] omfattar de 150 metrarna närmast transportleden för farligt gods. Utifrån detta, samt att det finns ytterligare en marginal på  $930 - 150 = 780$  meter, har bedömningen varit att en eventuell olycka på Riksväg 2727 inte rimligen kan generera en dominoeffekt för en följdolycka inom Gasums nya verksamhet.

Riksväg 2727 har, baserat på ovanstående, därmed inte inkluderats i beräkningarna angående risknivån genererad av Gasums nya verksamhet. Inga dominoeffekter mellan Riksväg 2727 och Gasums verksamhet har heller bedömts föreligga. Givet detta beaktas inte Riksväg 2727 vidare i denna riskanalys.

## Luftburna högspänningsledningar

Åtminstone 50 meter bort [10] från Gasums nya verksamhet går två luftburna högspänningsledningar, en på 130 kV respektive 40 kV. Enligt Elsäkerhetsverkets författningssamling (ELSÄK-FS 2008:1 [28]) framgår att det minsta horisontella avståndet mellan fasledare med en nominell spänning på över 55 kV till närmsta byggnadsdel ska vara minst 10 meter [28]. Vidare framgår även att avståndet mellan ett riskområde med brandfarlig vara, med hänsyn till risken för elektrostatisk uppladdning, ska minst vara 30 meter till spänningsförande ledare med en konstruktionsspänning om 145 till 170 kV<sup>8</sup> [28]. Avståndet mellan de luftburna högspänningsledningarna och Gasums verksamhet är åtminstone 50 meter.

De luftburna högspänningsledningarna har, baserat på ovanstående, därmed inte inkluderats i beräkningarna angående risknivån genererad av Gasums nya verksamhet. Inga dominoeffekter mellan de luftburna högspänningsledningarna och Gasums verksamhet har heller bedömts föreligga. Givet detta beaktas inte de luftburna högspänningsledningarna vidare i denna riskanalys.

<sup>8</sup> Avståndet till ett förråd med explosiv vara ska för samma ledning vara minst 100 meter. Dock är inte detta aktuellt för Gasums nya verksamhet [28].

## Vegetationsbrand i närområdet

Närområdet kring Gasums nya verksamhet kommer utgöras av mestadels obebyggd skog- och åkermark. Detta medför att det kommer föreligga en risk för att en vegetationsbrand kan uppstå och sprida sig till Gasums verksamhet. Likaså att en brand inom Gasums verksamhet kan komma att sprida sig till den omkringliggande vegetationen.

En fullskalig vegetationsbrand har bedömts utgöra ett olycksscenario med en mycket låg sannolikhet fast med en eventuellt omfattande materiell konsekvens. Detta medför att om denna risk enbart beaktas i beräkningarna angående risknivån för tredje man kommer risken för vegetationsbrand troligen att underskattas. Detta eftersom det skyddsvärda i beräkningarna är tredje man och risknivån baseras antingen på antalet omkomna vid respektive olycksscenario alternativt risken för en individ att omkomma.

Olycksscenarier med vegetationsbränder och dess dominoeffekter involverande Gasums verksamhet har därför beaktats separat kvalitativt i denna riskanalys.

### 5.2 Möjliga dominoeffekter mellan de olika identifierade riskkällorna

De möjliga dominoeffekter som har identifierats, mellan de olika identifierade riskkällorna som har bedömts kunna generera en följdolycka, utgörs av vegetationsbränder. Antingen att en vegetationsbrand sprider sig till Gasums verksamhet alternativt att en eventuell olycka inom Gasums verksamhet genererar en brand som sprider sig vidare till den omkringliggande vegetationen.

Olycksscenarier med vegetationsbränder och dess dominoeffekter involverande Gasums verksamhet har beaktats separat kvalitativt i denna riskanalys, se föregående avsnitt.

### 5.3 Sammanställning av identifierade olycksscenarier

Baserat på de identifierade riskkällorna redovisade i detta kapitel har följande olycksscenarier beaktats kvantitativt vidare i denna riskanalys:

- Pölbrand till följd av hanteringen av LBG inom Gasums verksamhet. Kan uppstå vid ett eventuellt läckage från antingen ett rör, slang, eller tank.
- Gasmolnsbrand till följd av hanteringen av LBG inom Gasums verksamhet. Kan uppstå vid ett eventuellt läckage från antingen ett rör, slang, eller tank.
- Jetflamma till följd av hanteringen av LBG inom Gasums verksamhet. Kan uppstå vid ett eventuellt läckage från ett rör med förhöjt tryck.
- BLEVE av LBG-tank till följd av hanteringen av LBG inom Gasums verksamhet.
- Pölbrand vid transport av LBG.
- Gasmolnsbrand vid transport av LBG.
- BLEVE vid transport av LBG.

Utöver ovanstående har även olycksscenarier med vegetationsbränder och dess dominoeffekter involverande Gasums verksamhet beaktats separat kvalitativt i denna riskanalys.

## 6 Riskuppskattning och värdering

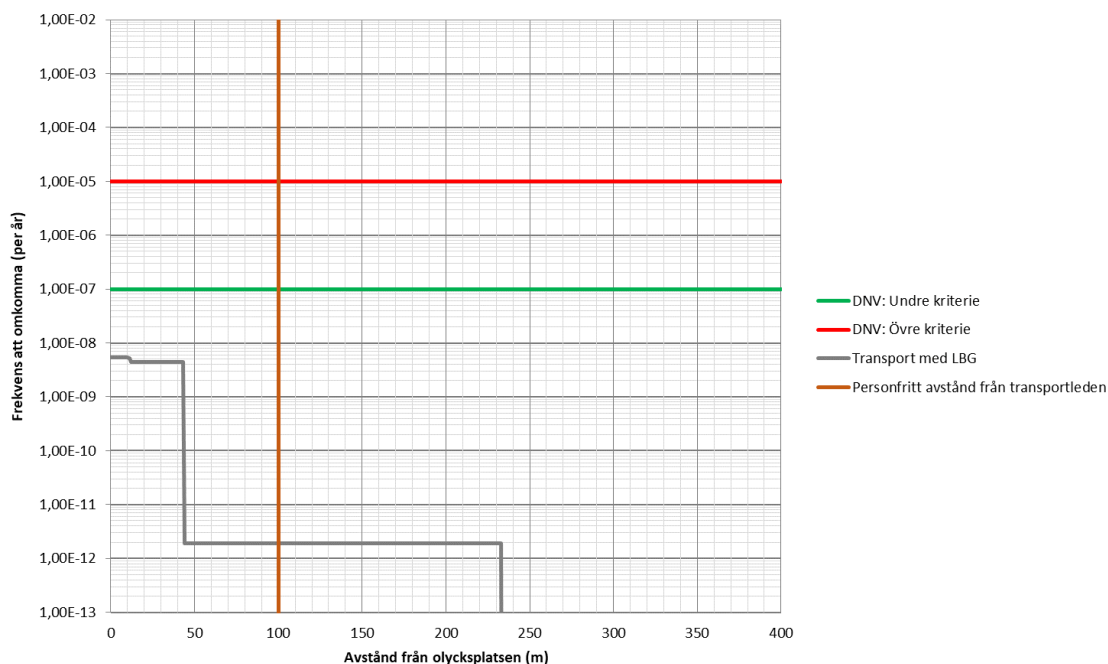
Nedan redogörs resultaten för de sannolikhets- och konsekvensberäkningar samt de kvalitativa bedömningarna som gjorts i denna riskanalys.

I Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar och Bilaga B – Konsekvensbedömningar redovisas tillvägagångssätt för beräkningar och antaganden som har antagits. De framräknade frekvenserna för olyckor och konsekvenserna har använts för att vidare beräkna individrisk och samhällsrisk i en Excel-baserad beräkningsmodell.

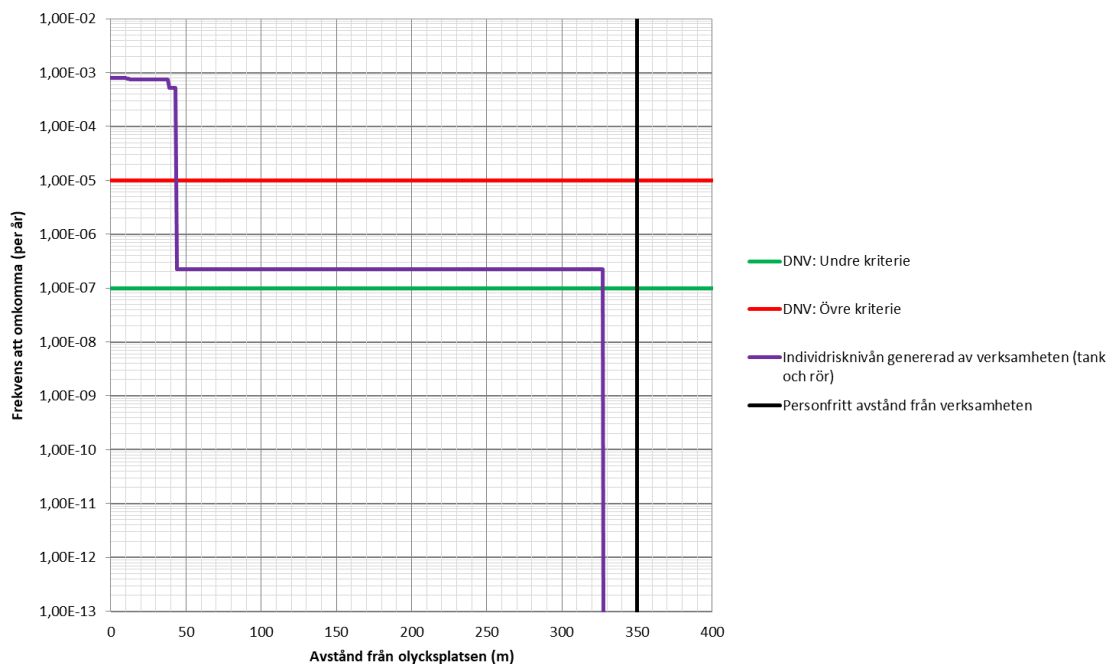
Värderingskriterierna som har används för att bedöma huruvida risknivåerna är acceptabla eller ej redovisas i avsnitt 2.5 för individ- och samhällsrisk.

### 6.1 Individrisk

Individrisken genererad av transporter och hanteringen av LBG redovisas separat i diagramformat samt som en illustration över kartkonturer för den sammanvägda risknivån här nedan, se Figur 8 till och med Figur 10 här nedan.



Figur 8. Individrisken genererad enbart av transporter med LBG.

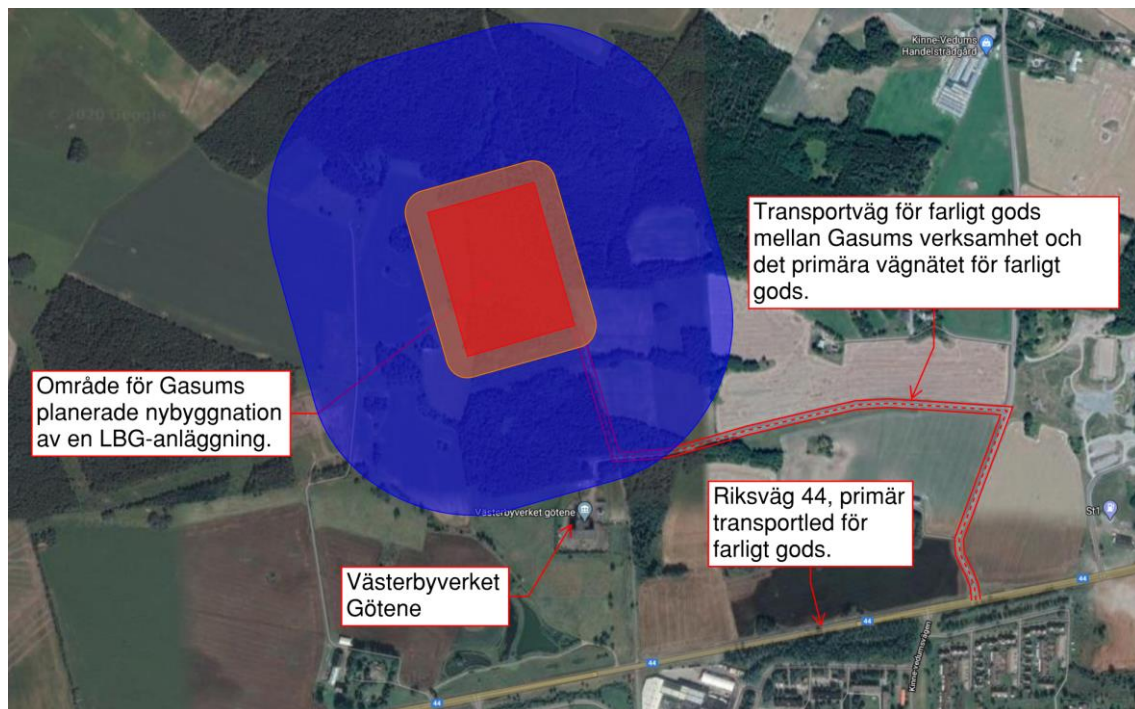


Figur 9. Individrisken genererad enbart av verksamheten med LBG.

Individrisken kopplad till transporter av LBG ligger helt inom acceptabla nivåer. Individrisken kopplad till hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet ligger dock inom oacceptabla risknivåer för de närmsta 44 metrarna intill verksamhetsområdet. Mellan närmsta 44 till 328 metrarna intill verksamhetsområdet ligger individrisknivån inom den undre halvan av ALARP-området, och där bortom inom acceptabla risknivåer.

Risknivåerna för transporter och hanteringen av LBG har redovisats separat eftersom eventuella trafikolyckor riskerar att inträffa förhållandevis närmre tredje man jämfört med eventuella olyckor inom verksamhetsområdet. För att illustrera den sammanvägda risknivån av både transport och hanteringen av LBG har därför den sammanlagda individrisknivån illustrerats som kartkonturer över närområdet kring Gasums nya verksamhetsområde samt längs med transportleden mellan verksamhetsområdet och Riksväg 44 i Figur 10 nedan.

Individer inom promenadstråket längs banvallen öster om verksamhetsområdet har inte inkluderats vid bedömningen av risknivån. Detta eftersom bedömningen har varit att dessa individer enbart uppehåller sig längs promenadstråket tillfälligt och därmed inte utgör stadigvarande vistelse.

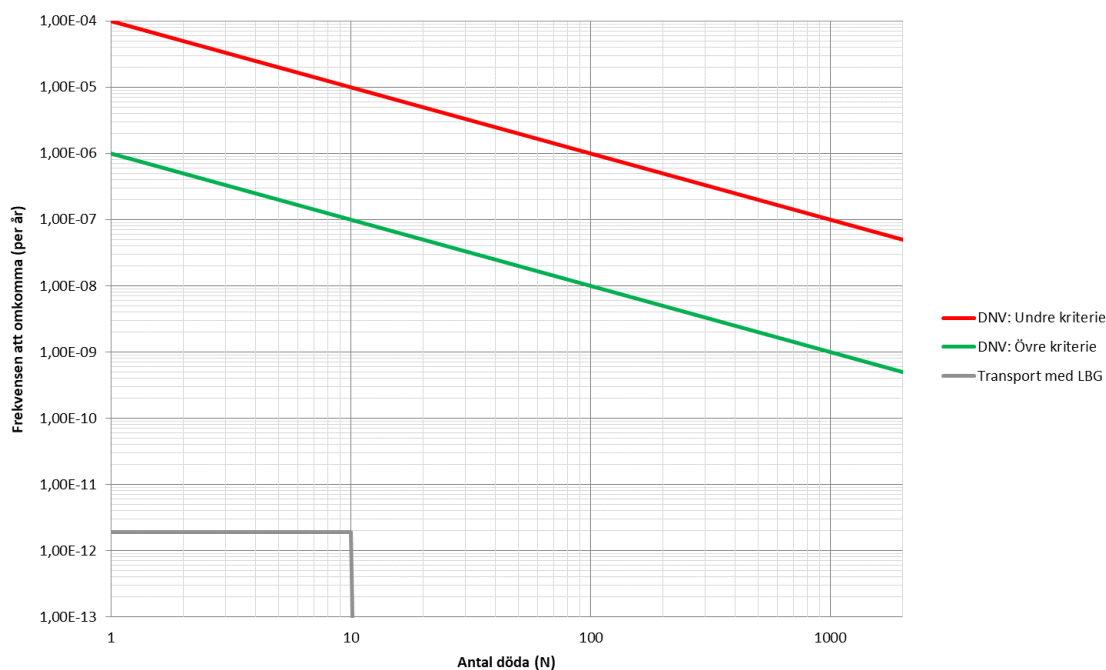


Figur 10. Illustration över kartkonturer för den sammanlagda individrisknivån genererad av transport och hanteringen av LBG. Individrisken är definierad som sannolikheten att en person vistas 24-7-365 på en och samma plats ska omkomma till följd av en olycka. I risksammanhang tillämpas individriskmålet för de flesta byggnader. I detta fall förekommer ingen extern bebyggelse i närområdet. Personer som vistas tillfälligt i närområdet till ett riskobjekt, t ex passerar på banvallen, kommer att endast utsättas för en liten risk men sannolikheten att en olycka med allvarliga konsekvenser ska inträffa är så gott som försumbar. Område markerat med orange illustrerar område med oacceptabel individrisknivå och område markerat med blått illustrerar område med en individrisknivå inom ALARP-området. Utanför dessa markerade områden är den sammanlagda individrisknivån inom acceptabla nivåer. Verksamhetsområdet är markerat med rött.

För områden där individrisknivåerna genererad av både hanteringen av LBG inom Gasums nya verksamhet samt för transporterna med LBG överlappar varandra har de olika individrisknivåerna adderats samman. Individriskbidraget genererat av LBG-transporterna har dock varit så förhållandevis marginella (i förhållande till individrisknivån genererad av hanteringen av LBG inom Gasums nya verksamhet) att gränsvärdena för ALARP-området ej har påverkats. Det vill säga, gränsen för oacceptabla individrisknivåer för den sammanlagda individrisknivån går vid 44 meter från verksamheten samt att ALARP-området sträcker sig mellan 44 meter till 328 meter från verksamhetsområdet.

## 6.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk genererad av transporterna och hanteringen av LBG redovisas separat och illustreras i Figur 11 nedan.



Figur 11. Samhällsrisk genererad av transporter med LBG.

Samhällsrisk genererad av transporter med LBG ligger helt inom acceptabla nivåer. Samhällsrisk genererad av hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet har inte redovisats som ett diagram eftersom ingen av de beaktade olycksscenarierna sträcker sig utanför det personfria avståndet. Detta kan utläsas ur individriskdiagrammet för individrisk genererad av hanteringen av LBG inom Gasums nya verksamhetsområde som redovisas i Figur 9 i föregående avsnitt. Där framgår att de olycksscenario som har det längsta konsekvensavståndet har ett konsekvensavstånd om 328 meter samt att det personfria avståndet kring Gasums nya verksamhet uppgår till åtminstone 350 meter.

Detta medför även att den sammanlagda samhällsrisknivån genererad av både hanteringen av LBG inom Gasums nya verksamhet samt för transporter med LBG är densamma som enbart samhällsrisk genererad av transporten av LBG. Detta eftersom samhällsrisk genererad av hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet är beräknat till noll.

### 6.3 Vegetationsbränder

Vegetationsbränder har bedömts utgöra en möjlig dominoeffekt, antingen att en vegetationsbrand sprider sig till Gasums verksamhet alternativt att en eventuell olycka inom Gasums verksamhet genererar en brand som sprider sig vidare till den omkringliggande vegetationen.

Sannolikheten för en vegetationsbrand i närområdet har inte bedömts vara högre jämfört med sannolikheten generellt i Sverige. Dock i och med LBG-hanteringen inom Gasums verksamhet riskerar konsekvenserna bli förhållandevis större.

Baserat på detta har det ansetts rimligt att undersöka möjliga riskreducerande åtgärder för att reducera risken för en dominoeffekt till följd av, alternativt resulterande i en, vegetationsbrand.

#### 6.4 Samlad bedömning av riskuppskattningen och värderingen

Nedan följer den samlade bedömningen av risknivån. Bedömningen har delats upp i tre delar, en för transporter av LBG, en för hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet, samt en för dominoeffekter involverande vegetationsbränder.

##### Transporter med LBG

Både individ- och samhällsrisknivån ligger i sin helhet inom acceptabla nivåer. Detta medför att risken har bedömts vara acceptabel utan vidare riskreducerande åtgärder.

##### Hantering av LBG inom verksamhetsområdet

Individrisken ligger inom oacceptabla risknivåer för de närmsta 44 metrarna intill verksamhetsområdet. Mellan närmsta 44 till 328 metrarna intill verksamhetsområdet ligger individrisknivån inom den undre halvan av ALARP-området, och där bortom inom acceptabla risknivåer. Det personfria avståndet vid verksamhetsområdet har uppskattats åtminstone vara 350 meter, se avsnitt 3.1.

Ovan har medfört att den oacceptabla risknivån inom de närmsta 44 metrarna intill verksamhetsområdet inte har bedömts nödvändig att beakta vidare angående riskreducerande åtgärder. Dock för att säkerställa att Gasums nya verksamhet kan utformas fritt inom det beaktade verksamhetsområdet i denna riskanalys har möjliga riskreducerande åtgärder likväl beaktats vidare. Detta angående risknivån inom den undre halvan av ALARP-området för de närmsta 44 till 328 metrarna intill verksamhetsområdet kopplat till hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet.

##### Vegetationsbränder

Till följd av att konsekvenserna riskerar att bli förhållandevis större vid en vegetationsbrand har bedömningen varit att det har ansetts rimligt att undersöka möjliga riskreducerande åtgärder för att reducera risken för en dominoeffekt till följd av, alternativt resulterande i en, vegetationsbrand.

## 7 Rekommenderade riskreducerande åtgärder

Riskenivån som Gasums verksamhet påverkar omgivningen med är inom ALARP-området mellan 44 till 328 meter från placeringen av LBG-tankens. Inom ALARP-området ska alla rimliga riskreducerande åtgärder vidtas för att minimera riskenivån. I aktuellt fall anses detta vara uppfyllt genom att LBG-anläggningen utförs i enlighet med *LNGA 2020* [1] (Anvisningar – anläggningar för flytande metan), vilken återger krav enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler (MSBFS 2020:1). Risknivån kan därmed anses vara acceptabel i enlighet med acceptanskriterierna redovisade i avsnitt 2.5. Detta oberoende av var LBG-anläggningen placeras inom verksamhetsområdet och inga ytterligare riskreducerande åtgärder har ansetts erforderliga. Bedömningen gäller för både transporterna och hanteringen med LBG, likväl för scenarierna med vegetationsbränder.

## 8 Slutsats

Både individ- och samhällsrisknivån genererad av transporter med LBG ligger i sin helhet inom acceptabla nivåer.

Individrisken genererad av hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet ligger inom oacceptabla risknivåer för de närmsta 44 metrarna intill verksamhetsområdet. Mellan närmsta 44 till 328 metrarna intill verksamhetsområdet ligger individrisknivån inom den undre halvan av ALARP-området, och där bortom inom acceptabla risknivåer. Det personfria avståndet vid verksamhetsområdet har uppskattats åtminstone vara 350 meter. Därmed har inte samhällsrisk, genererad av hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet, redovisats eftersom ingen av de beaktade olycksscenarierna sträcker sig utanför det personfria avståndet.

Risknivån som Gasums verksamhet påverkar omgivningen med är inom ALARP-området mellan 44 till 328 meter från placeringen av LBG-tanker. Inom ALARP-området ska alla rimliga riskreducerande åtgärder vidtas för att minimera risknivån. I aktuellt fall anses detta vara uppfyllt genom att LBG-anläggningen utförs i enlighet med *LNGA 2020* [1] (Anvisningar – anläggningar för flytande metan), vilken återger krav enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler (MSBFS 2020:1). Risknivån kan därmed anses vara acceptabel i enlighet med acceptanskriterierna redovisade i denna riskanalys. Detta oberoende av var LBG-anläggningen placeras inom verksamhetsområdet och inga ytterligare riskreducerande åtgärder har ansetts erforderliga. Bedömningen gäller för både transporter och hanteringen med LBG, likväl för scenarierna med vegetationsbränder.

## 9 Referenser

- [1] Energigas Sverige, "Anvisningar - anläggningar för flytande metan," Energigas Sverige, Stockholm, 2020.
- [2] SWECO på uppdrag av Gasum AB, "Bilaga B6 Beredskapsplan för Gasum AB, Götene kommun," 2020.
- [3] SWECO på uppdrag av Gasum AB, "Bilaga D Handlingsprogram Seveso lägre kravnivå, Götene Biogasanläggning, Gasum AB," 2020.
- [4] SWECO på uppdrag av Gasum AB, "Bilaga B7 Släckvattenutredning för Gasum AB, Götene kommun," 2020.
- [5] G. Davidsson, L. Mett och M. Lindgren, "Värdering av risk: FoU rapport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [6] Office of Emergency Management & Emergency Response Division, "ALOHA v. 5.4.2".
- [7] G. Davidsson, L. Mett och M. Lindgren, "Värdering av risk: FoU rapport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [8] Intresseföreningen för processsäkerhet (IPS), "Handledning om riskkriterier," Intresseföreningen för processsäkerhet (IPS), 2012.
- [9] Google, "Google Maps," Google, 2020. [Online]. Available: <https://www.google.se/maps/@58.5403481,13.4969924,1161m/data=!3m1!1e3>. [Använd 09 06 2020].
- [10] Gasum, "Arbetsritning över ny verksamhet i Götene," Gasum, Linköping, 2020-05-04.
- [11] Trafikverket, "NVDB på webb," Trafikverket, 2019. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 09 06 2020].
- [12] L. Oltegen, "Information erhållen via telefonsamtal (tel: 0511 38 64 83) angående Västerbyverket," 2020-06-29.
- [13] Google, "Västra Götalandslän - Google Maps," Google, 05 2018. [Online]. Available: <https://www.google.se/maps/@58.5403637,13.5050079,3a,75y,296.85h,90.86t/data=!3m9!1e1!3m7!1s0V-aDTcc5enx6wx6DI0teg!2e0!7i13312!8i6656!9m2!1b1!2i27>. [Använd 09 06 2020].
- [14] <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>.
- [15] "Information erhållen av Gasum AB".

- [16] Götene Vatten & Värme AB, "Götene Vatten & Värme AB - Fjärrvärme - Götene," Götene Vatten & Värme AB, [Online]. Available: <https://www.gotenevatten.se/fjarrvarme-gotene.aspx#>. [Använd 10 06 2020].
- [17] SWECO, "PM Sevesoberäkning Gasum AB," SWECO, Helsingborg, 2019.
- [18] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), "Summeringsregeln - Tillämpning av bilaga till förordning (1999:382) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor," MSB, Karlstad.
- [19] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), "Metan, kyld, flytande - RIB Farliga ämnen," MSB, [Online]. Available: <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=548&q=LBG&p=1>. [Använd 02 06 2020].
- [20] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), "Metan, komprimerad - RIB Farliga ämnen," MSB, [Online]. Available: <https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=392&q=Bio gas&p=1>. [Använd 02 06 2020].
- [21] Göteborg Energi AB, "Säkerhetsblad - Biogas," Göteborg Energi AB, Göteborg, 2012.
- [22] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), "Dieselbränsle eller Dieselolja eller Eldningsolja, lätt eller Gasolja - RIB ...," MSB, [Online]. Available: <https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=8941&q=diesel&p=1>. [Använd 10 06 2020].
- [23] E. Planas, E. Pastor, Casal J. och J. M. Bonilla, "Analysis of the boiling liquid expanding vapor explosion (BLEVE) of a liquefied natural gas road tanker: The zaralico accident," Center for studies on technological risk (CERTC). Department of chemical engineering. Universitat Politècnica de Catalunya., Barcelona.
- [24] "Information erhållen av WÄRTSILÄ".
- [25] Sprängämnesinspektionen (ingår numera i Myndigheten för samhällsskydd och beredskap), "Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:2) om hantering av brandfarliga vätskor med ändringar i SÄIFS 2000:5," Sprängämnesinspektionen (ingår numera i Myndigheten för samhällsskydd och beredskap), 2000.
- [26] Länstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, och Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," Länstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, och Västra Götalands län, 2006.
- [27] Trafikverket, "NVDB på webb," Trafikverket, 2019. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 11 06 2020].

- [28] Elsäkerhetsverket, "Elsäkerhetsverkets författningssamling - Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur elektriska starkströmsanläggningar ska vara utförda," Elsäkerhetsverket, 2008.
- [29] R. Hedenström och T. Lange, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [30] VROM, "Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment "Purple bok" (CPR 18E)," 2005.
- [31] Google, "Västra Götalands län - Google Maps," Google, 05 2018. [Online]. Available:  
<https://www.google.se/maps/@58.5403637,13.5050079,3a,75y,306.86h,77.83t/data=!3m9!1e1!3m7!1s0V-aDTcc5enx6wxfDI0teg!2e0!7i13312!8i6656!9m2!1b1!2i38>. [Använd 16 06 2020].
- [32] Trafikverket, "NVDB på webb," Trafikverket, [Online]. Available:  
<https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 16 06 2020].
- [33] G. Nilsson, "Vägtransporter med farligt gods. Farligt gods i vägtrafikolyckor (VTI rapport Nr 3 387:3)," Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI), 1994.
- [34] R. Hedenström och T. Lange, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [35] SWECO, "LBG-anläggning i Henriksdal - Riskutredning," 2020.
- [36] SWECO, "Riskutredning enligt Sevesolagstiftningen för LBG-anläggning i Henriksdal," 2020.
- [37] WÄRTSILÄ, "Process Description - MR Liquefaction - MRX (Doc Id.: 160 13 75)," WÄRTSILÄ.
- [38] Office of Emergency Management & Emergency Response Division, "ALOHA v. 5.4.2".

## 10 Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar

För att kunna uppskatta risknivån i det aktuella området måste en bedömning av sannolikhet och frekvens för en olycka med efterföljande utsläpp av LBG uppskattas.

Bedömningen angående transporterna med LBG mot bakgrund av två olycksfrekvensmodeller från Räddningsverket<sup>9</sup> [29]. Med hjälp av denna modell uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av LBG.

Bedömningen angående hanteringen av LBG görs mot bakgrund av olycksfrekvenser från *Purple book* [30]. Dessa olycksfrekvenser viktas sedan samman med olika sannolikheter för att en olycka med LBG ska kunna uppstå.

LBG är biogas som under låg temperatur övergår från gasfas till vätskefas. Detta medför att LBG kommer bete sig annorlunda vid en olycka jämfört med biogas i gasfas. Vid en eventuell olycka med LBG kommer LBGn att rinna ut och skapa en pöl med LBG. I och med att biogas är i gasfas vid normaltemperatur kommer LBG att förångas. Där den utspilda LBGn kommer ta upp värme från marken vid förångningen. Den förångade gasen kommer initialt vara kall och därmed bete sig som en så kallad tung gas och sprida sig via marken. Allt eftersom temperaturen ökar i gasmolnet, genom att ta upp värme från omgivningen och genom eventuellt infallande solljus, så kommer gasen gå över till att allt mer bete sig som en så kallad lätt gas som då blir lättare än luft och sprider sig då uppåt från marken.

Olyckor med LBG kan antingen uppstå vid transport eller vid hanteringen inom verksamhetsområdet. De olika scenarierna redovisas under respektive rubrik nedan. Givet en olycka med LBG kommer dock händelsestråden se väldigt snarlika ut varpå dessa redovisas i ett separat följande avsnitt här nedan.

### 10.1 Olycka vid transport med LBG

Nedanstående beräkningsmetodik har använts för att uppskatta sannolikheten för en olycka vid transport med LBG [29].

$$P_{\text{olycka}} = N \cdot W_{\text{ADR}} \cdot Q \cdot 10^{-6} \cdot S \cdot 365 \cdot ((Y \cdot X) + (1 - Y)(2X - X^2)) \cdot I_{\text{FG}} \quad \text{Ekvation 1}$$

där

$P_{\text{olycka}}$  = sannolikheten för en olycka med efterföljande utsläpp av LBG

$N$  = ÅDT (årsdygnsmedeltrafik)

<sup>9</sup> Nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

|           |   |                                                           |
|-----------|---|-----------------------------------------------------------|
| $W_{ADR}$ | = | Andel för den specifika farliga godsklassen <sup>10</sup> |
| $Q$       | = | olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)        |
| $s$       | = | Sträcka (km)                                              |
| $X$       | = | Andelen fordon skyltade med farligt gods                  |
| $Y$       | = | Andelen singelolyckor                                     |
| 365       | = | antal dagar på ett år                                     |
| $I_{FG}$  | = | Index för farligt gods                                    |

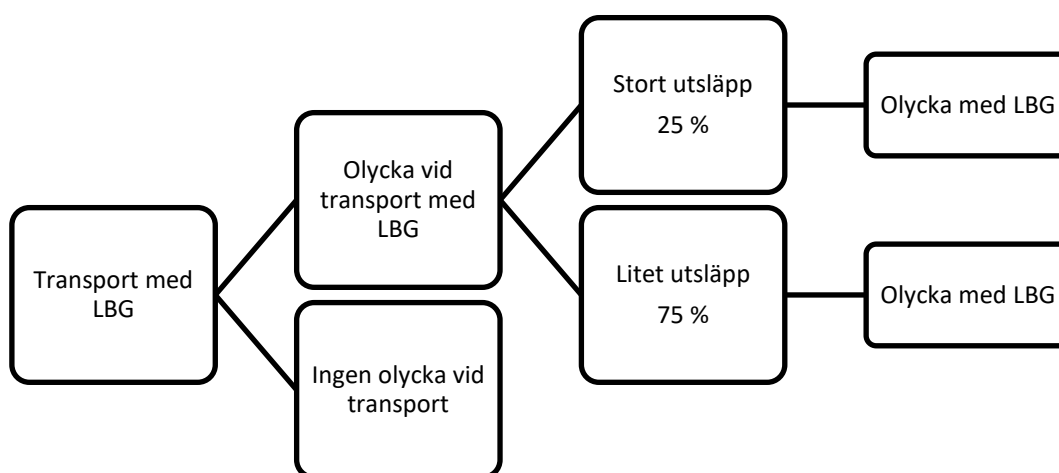
Tabell 6. Indata för sannolikhetsfördelningar

| Indata    | Värde | Kommentar                                                                                                                                            |
|-----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N         | 0,78  | Årsdygnsmedeltrafik, enligt tillhandahåller underlag framgår prognos om att cirka 0,78 transporter per årsdygnsmedel kommer genomföras med LBG. [15] |
| $W_{ADR}$ | 1     | Enbart farligt gods klass 2.1 har beaktats, se avsnitt 5.1 i huvudrapporten.                                                                         |
| $Q$       | 0,8   | Baserat på vägsträcka med hastighetsbegränsning på 70 km/h av vägtyp tvåfältsväg på landsbygd. [31] [32]                                             |
| $s$       | 1     | Baserat på planområdets sträckning längs aktuell vägsträcka, längsta konsekvensavstånd och naturliga barriärer.                                      |
| $X$       | 1     | Enbart farligt gods-transporterna har beaktats i beräkningarna.                                                                                      |
| $Y$       | 0,3   | Baserat på vägsträcka med hastighetsbegränsning på 70 km/h av vägtyp tvåfältsväg på landsbygd. [31] [32]                                             |

<sup>10</sup> Vilket i detta fall uteslutande utgörs av LBG

| Indata   | Värde | Kommentar                                                                                                |
|----------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_{FG}$ | 0,15  | Baserat på vägsträcka med hastighetsbegränsning på 70 km/h av vägtyp tvåfältsväg på landsbygd. [31] [32] |

Sannolikheten för att en olycka vid transport med LBG inom en kilometer från den aktuella anläggningen har beräknats till  $3,8 \cdot 10^{-5}$  per år. Givet en olycka med LBG vid transport har sannolikheten varit 25 % för ett stort utsläpp och 75 % för ett litet utsläpp [33].



Figur 12. Inledande händelseträd för en trafikolycka vid transport med LBG.

Vidare händelseförlopp, givet olycka med LBG vid transport, redovisas i avsnittet 10.4 i denna bilaga.

Givet en olycka med LBG vid en transport är sannolikheten för utsläpp  $0,11/30 = 0,37\%$  för olyckor på väg [34].

## 10.2 Olycka vid hantering med LBG

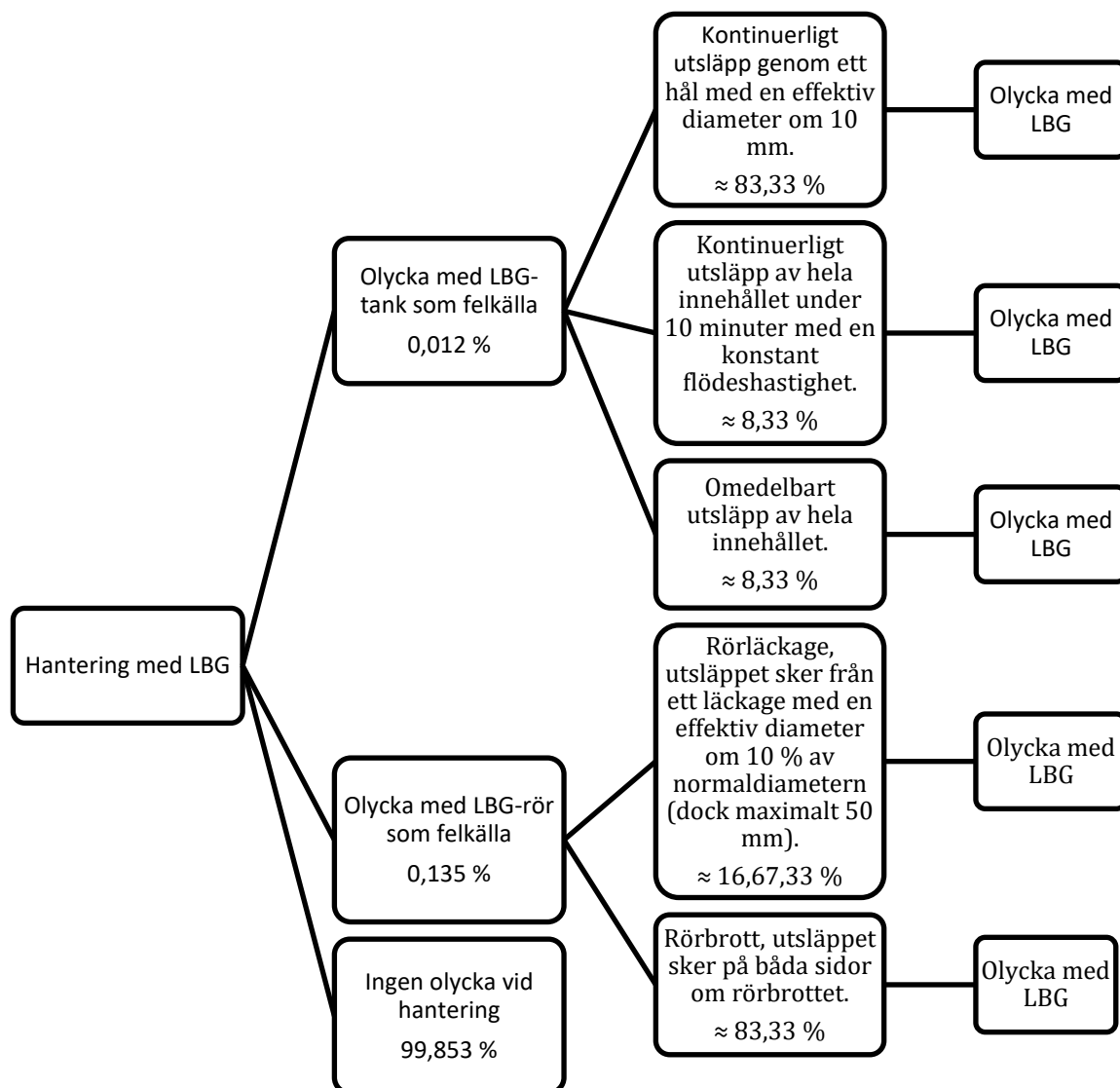
Uppdelningen av olycksscenarierna samt olycksfrekvensen vid hantering av LBG inom verksamheten baseras på riktlinjerna för kvantitativ riskanalys framarbetad av VROM (den så kallade *Purple book*) [30] och framgår ur Tabell 7 nedan.

Tabell 7. Uppdelning av olycksscenarierna till följd av hanteringen av LBG inom verksamheten med tillhörande respektive olycksfrekvens [30].

| Felkälla            | Olycksscenario                                                         | Olycksfrekvens [30]      |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Olycka med LBG-tank | Kontinuerligt utsläpp genom ett hål med en effektiv diameter om 10 mm. | $1 \cdot 10^{-4}$ per år |

| Felkälla            | Olycksscenario                                                                                                         | Olycksfrekvens [30]                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Olycka med LBG-tank | Kontinuerligt utsläpp av hela innehållet under 10 minuter med en konstant flödes hastighet.                            | $5 \cdot 10^{-6}$ per år           |
| Olycka med LBG-tank | Omedelbart utsläpp av hela innehållet.                                                                                 | $5 \cdot 10^{-6}$ per år           |
| Olycka med LBG-rör  | Rörläckage, utsläppet sker från ett läckage med en effektiv diameter om 10 % av normaldiametern (dock maximalt 50 mm). | $1 \cdot 10^{-6}$ per meter och år |
| Olycka med LBG-rör  | Rörbrott, utsläppet sker på båda sidor om rörbrottet.                                                                  | $5 \cdot 10^{-6}$ per meter och år |

Olycksfrekvensen för olycka med LBG-rör beror på både rörens diameter och antal meter rör som verksamheten har. Den aktuella anläggningen har dock vid framtagandet av denna riskanalys inte detaljprojekterats varpå rördiametrar och rörlängder från tidigare liknande projekt har använts [35] [36]. Värdena som har använts vid beräkningarna är att det finns 75 meter rör av två typer som kommer innehålla LBG. Dessa rör har i beräkningarna haft en normaldiameter på antingen 42,4 mm eller 60,3 mm. Enligt *Purple book* tillhör alla rör med en normaldiameter under 75 mm samma olycksfrekvenskategori, vilket även utgör den kategorin med högst olycksfrekvenser för olyckor med rör.



Figur 13. Inledande händelseträd vid hantering av LBG.

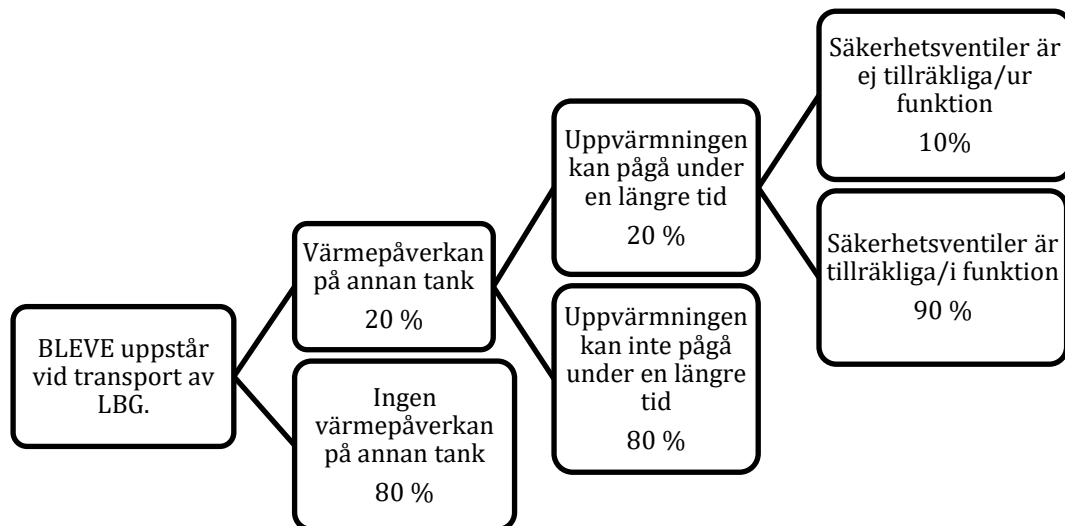
Vidare händelseförlopp, givet olycka med LBG vid hanteringen inom verksamhetsområdet, redovisas i avsnittet 10.4 i denna bilaga.

### 10.3 Sannolikhet för en BLEVE

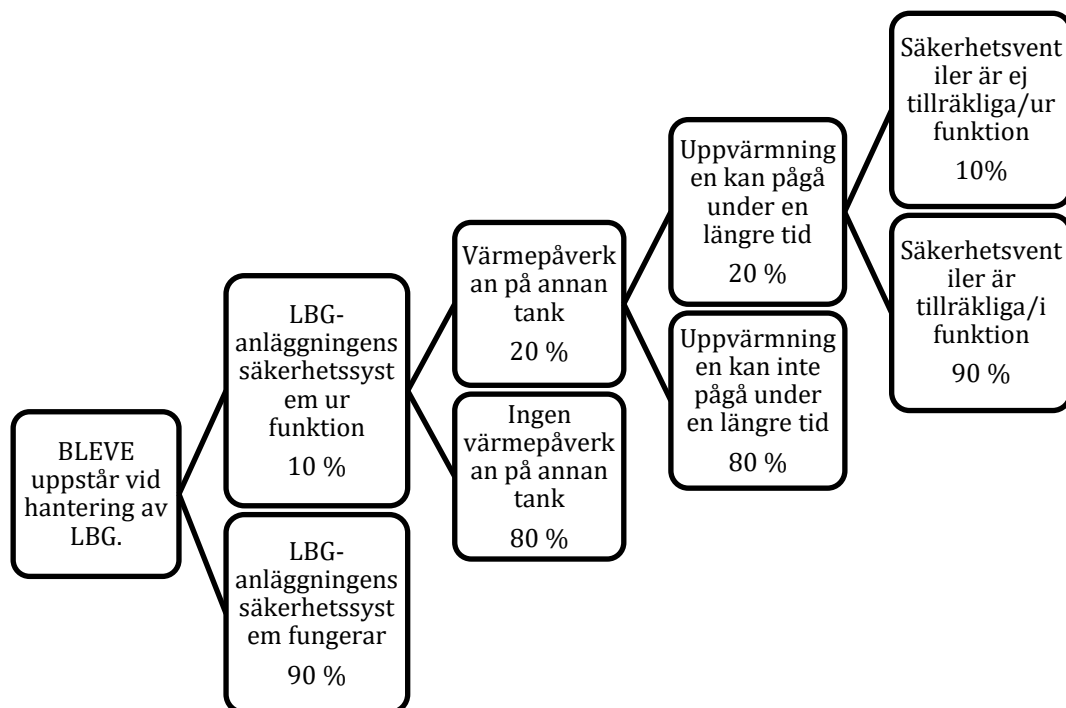
Uppskattningen av sannolikhet för en BLEVE har baserats på att en BLEVE kräver att många olika följd händelser måste ske vart efter varandra för att en BLEVE ska kunna uppstå.

Först måste ett olycksscenario uppstå med ett omfattande läckage som resulterar i att så pass mycket LBG läcker ut så att antingen en pöl med LBG kan skapas kring tanken, alternativt att ett omfattande gasutsläpp uppstår som är riktad mot tanken som förvarar LBG. Denna pöl eller trycksatta gasutsläpp måste sedan fatta eld och ha en sådan mängd LBG att branden kan pågå under en lång tid för att kunna värma upp LBG-tanken trots att LBG-tanken kommer vara dubbelmantlad, vakuumisolerad, försedd med en tryckregleringsventil som löser ut vid 7 bar, samt även försedd med fyra säkerhetsventiler (två som löser ut vid 8 bar och ytterligare två som löser ut vid 10 bar) [24]. Dessutom kommer LBG-anläggningen även ha ett säkerhetssystem som stänger av LBG-anläggningen vid bland annat en brand och/eller gasläcka [37]. Allt detta behöver ske för att olycksscenarioet sedan ska kunna resultera i en BLEVE.

Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå har enligt nedanstående händelseträd uppskattats till 0,4 % vid transporter av LBG och 0,04 % vid hantering av LBG inom verksamhetsområdet.



Figur 14. Händelseträd för bedömning av sannolikheten för att en BLEVE ska kunna uppstå vid en eventuell olycka vid transport av LBG.

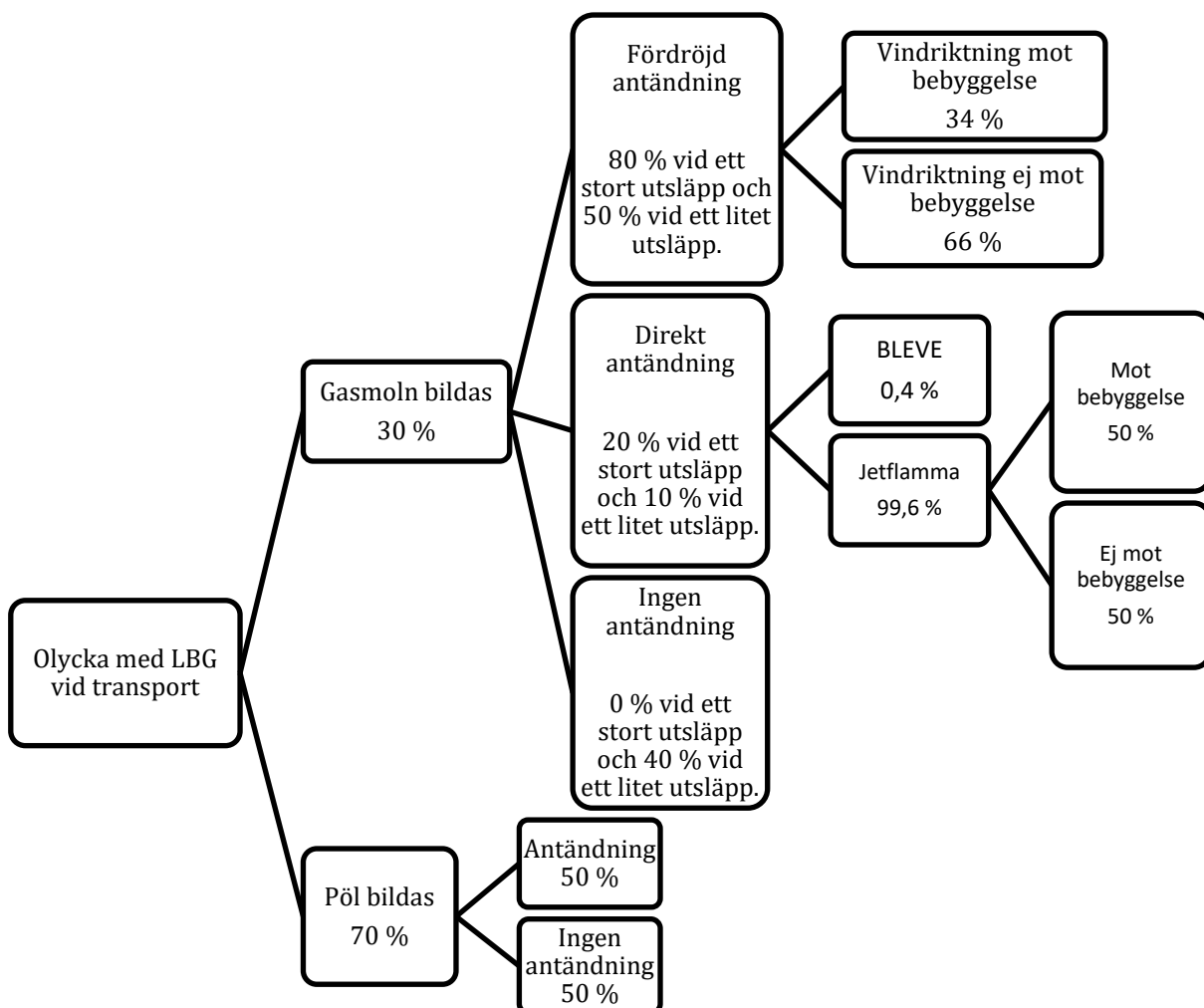


Figur 15. Händelseträd för bedömning av sannolikheten för att en BLEVE ska kunna uppstå vid en eventuell olycka vid hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet.

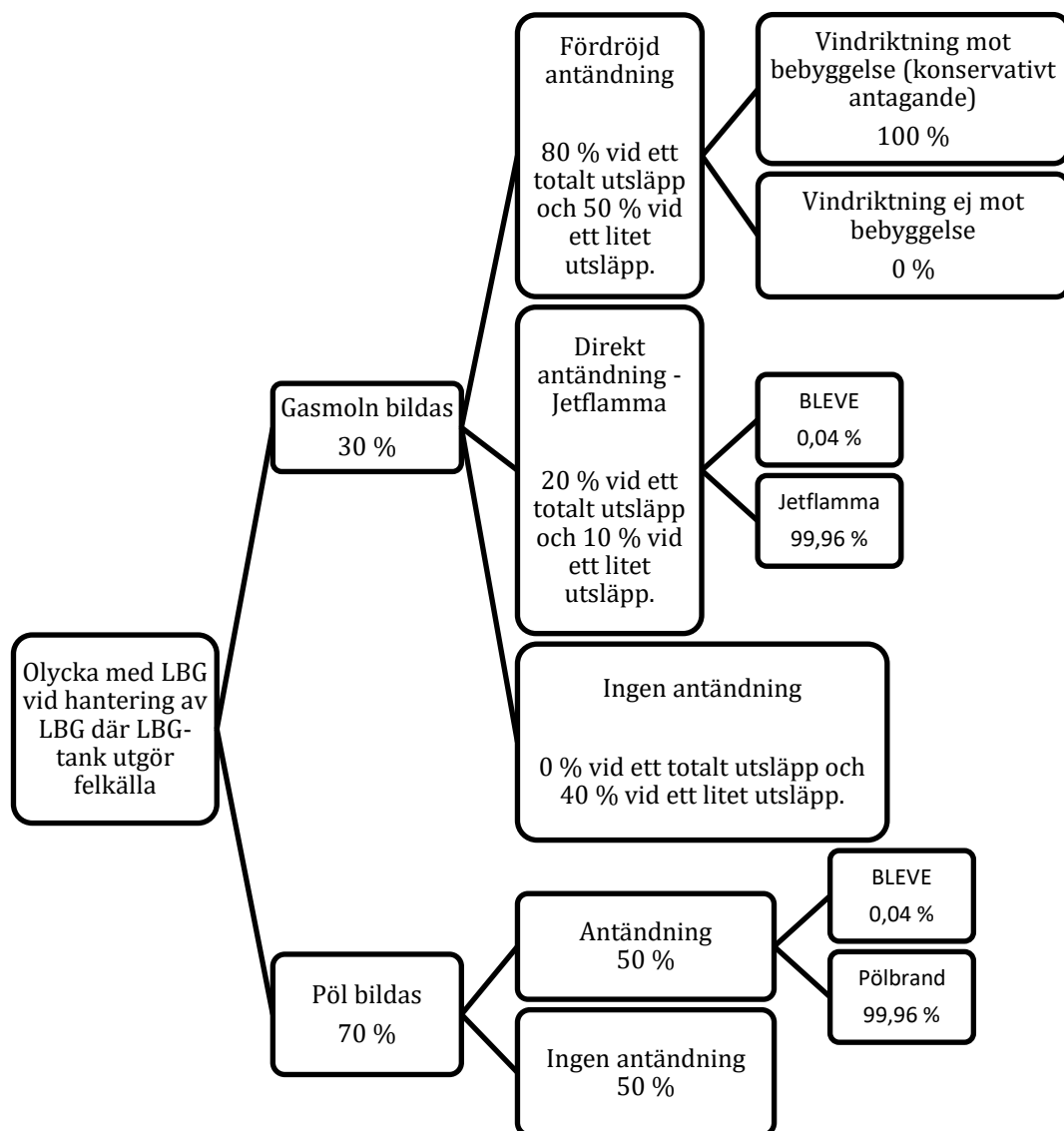
#### 10.4 Händelseförlopp givet olycka med LBG

Beteendet hos LBG medför att det vid en eventuell olycka med LBG finns risk för en pölbrand eller en jetflamma vid direkt antändning eller en gasmolnsbrand vid en fördröjd antändning. En möjlig följdhändelse av dessa olycksscenarier är en BLEVE. En konservativ bedömning utifrån konsekvensberäkningarna, se Bilaga B – Konsekvensbedömningar, har varit att en gasmolnsbrand uppstår i 30 % av olycksscenarierna och pölbrand i de resterande olycksscenarierna.

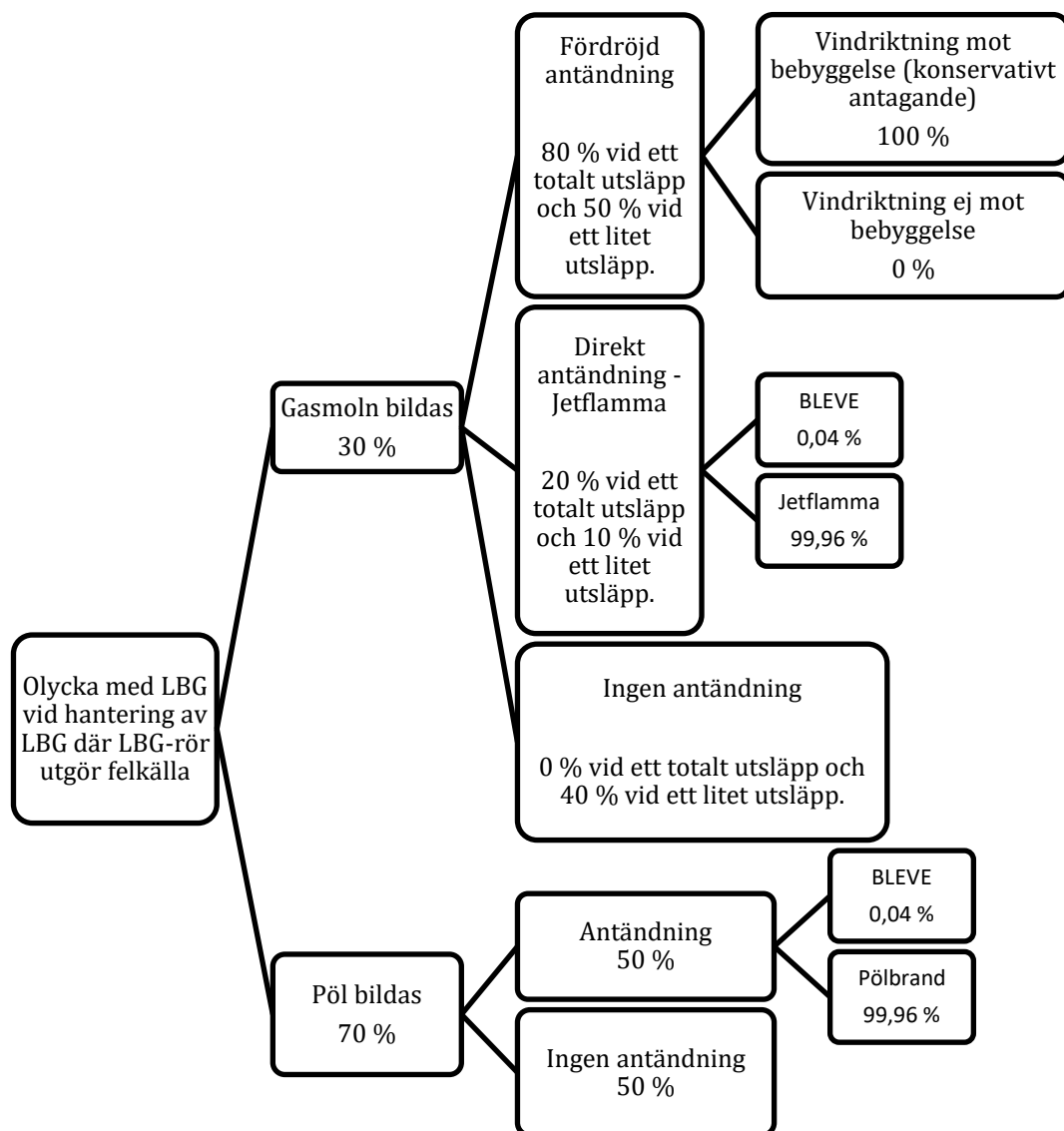
Vid en gasmolnsbrand beror konsekvenserna på vindriktningen vilket har uppskattats ske mot bebyggelse i 34 % för olycksscenarierna vid en transport. Antändning har bedömts ske i 50 % av alla olycksscenarier.



Figur 16. Händelseträd för olycka vid transport av LBG.



Figur 17. Händelseträd för olycka vid hantering av LBG med LBG-tank som felkälla.



Figur 18. Händelseträd för olycka vid hantering av LBG med LBG-rör som felkälla.

Sannolikheten för att en olycka med LBG ska kunna uppstå beror på vad som föranleder olyckan. Olyckan med LBG kan antingen uppstå vid transport av LBG eller vid hanteringen av LBG inom verksamhetsområdet. Detta redovisas i de föregående avsnitten 10.1 samt 10.2 i denna bilaga.

## 11 Bilaga B – Konsekvensbedömningar

För att kunna bestämma individ- och samhällsrisk har konsekvensavstånden vid de olika olycksscenarierna beräknats. Nedan redovisas de skadekriterier och beräkningar som har gjorts.

### 11.1 Indata till konsekvensberäkningarna i ALOHA samt resultat

I detta avsnitt följer dokumentationen från ALOHA [38] av de konsekvensberäkningar som har utförts med tillhörande resultat och indata.

Den aktuella anläggningen har dock vid framtagandet av denna riskanalys inte detaljprojekterats, och där värden har saknats har motsvarande värde från tidigare liknande projekt använts [35] [36].

Pölbrand, inom verksamhet, hela LBG-tanken (samma för rören)

SITE DATA:

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8 Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 15 meters/second from N at 10 meters

Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C Stability Class: D

No Inversion Height Relative Humidity: 50%

#### SOURCE STRENGTH:

Burning Puddle / Pool Fire

Puddle Area: 300 square meters      Puddle Mass: 102 metric tons

Initial Puddle Temperature: -161.6° C

Flame Length: 25 meters      Burn Duration: 58 minutes

Burn Rate: 1,770 kilograms/min

Total Amount Burned: 102,000 kilograms

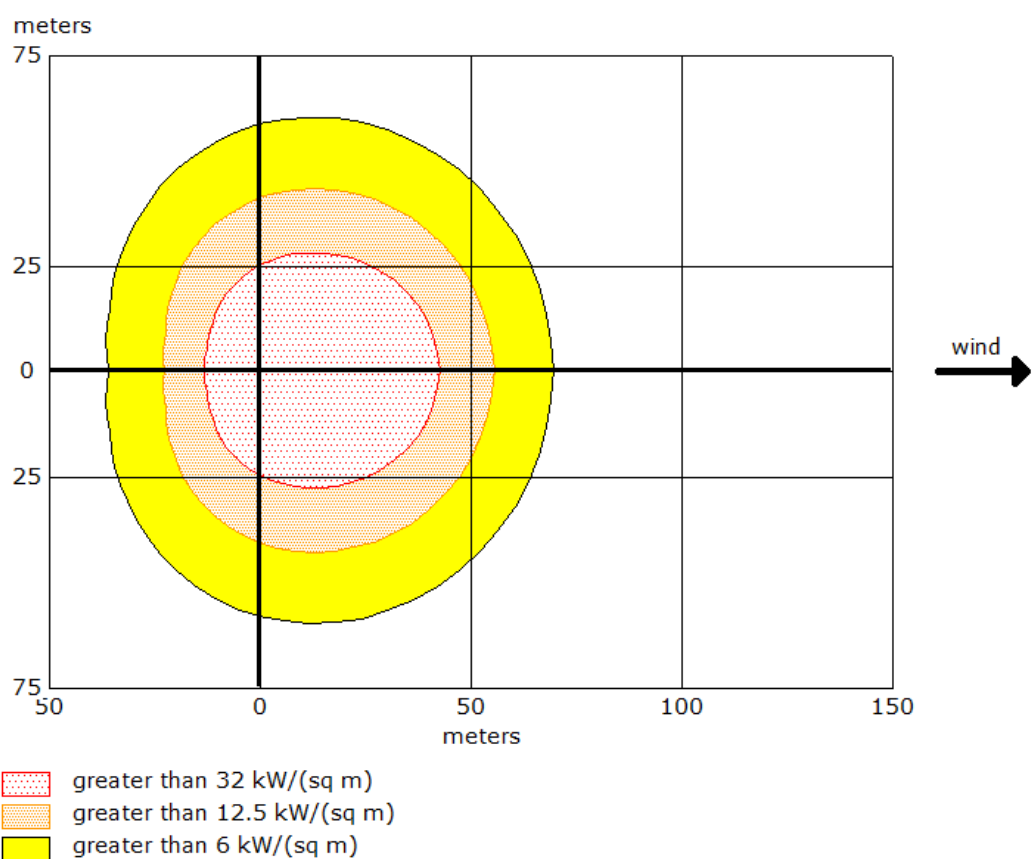
#### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire

Red : 43 meters --- (32 kW/(sq m))

Orange: 56 meters --- (12.5 kW/(sq m))

Yellow: 70 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 19. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

Pölbrand, trafikolycka, hel LBG-transporttank

**SITE DATA:**

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (using computer's clock)

**CHEMICAL DATA:**

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8                      Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm   PAC-2: 230000 ppm   PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm   UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

**ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)**

Wind: 15 meters/second from N at 10 meters

Ground Roughness: open country                      Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C                      Stability Class: D

No Inversion Height                      Relative Humidity: 50%

**SOURCE STRENGTH:**

Burning Puddle / Pool Fire

Puddle Area: 300 square meters                      Puddle Mass: 35 metric tons

Initial Puddle Temperature: -161.6° C

Flame Length: 25 meters                      Burn Duration: 20 minutes

Burn Rate: 1,770 kilograms/min

Total Amount Burned: 35,000 kilograms

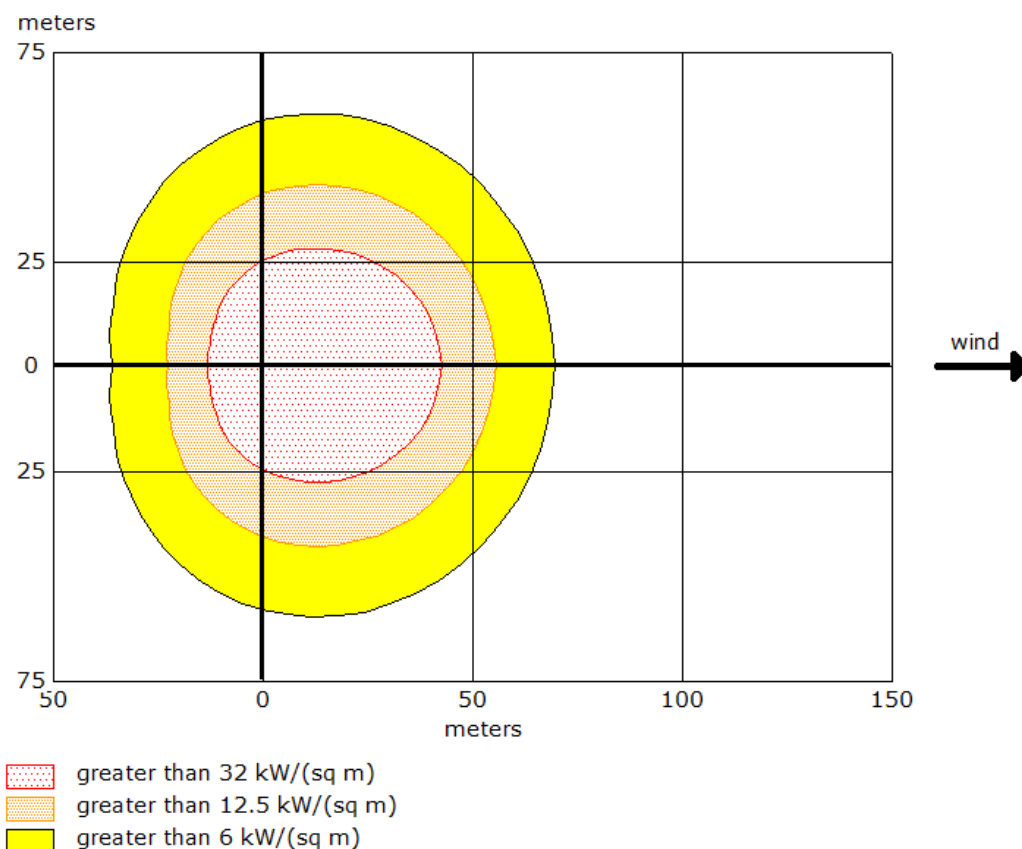
**THREAT ZONE:**

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire

Red : 43 meters --- (32 kW/(sq m))

Orange: 56 meters --- (12.5 kW/(sq m))

Yellow: 70 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 20. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

Gasmolnsbrand, inom verksamheten, hela LBG-tanken

#### SITE DATA:

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (using computer's clock)

#### CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

#### ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 15 meters/second from N at 10 meters

Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C Stability Class: D

No Inversion Height Relative Humidity: 50%

#### SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 3.3 meters Tank Length: 27.7 meters

Tank Volume: 237 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: -161.6° C

Chemical Mass in Tank: 102 tons Tank is 92% full

Circular Opening Diameter: 3 centimeters

Opening is 0.25 meters from tank bottom

Ground Type: Concrete

Ground Temperature: equal to ambient

Max Puddle Diameter: Unknown

Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Average Sustained Release Rate: 242 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 14,039 kilograms

Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.

The puddle spread to a diameter of 4.9 meters.

# THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Gaussian

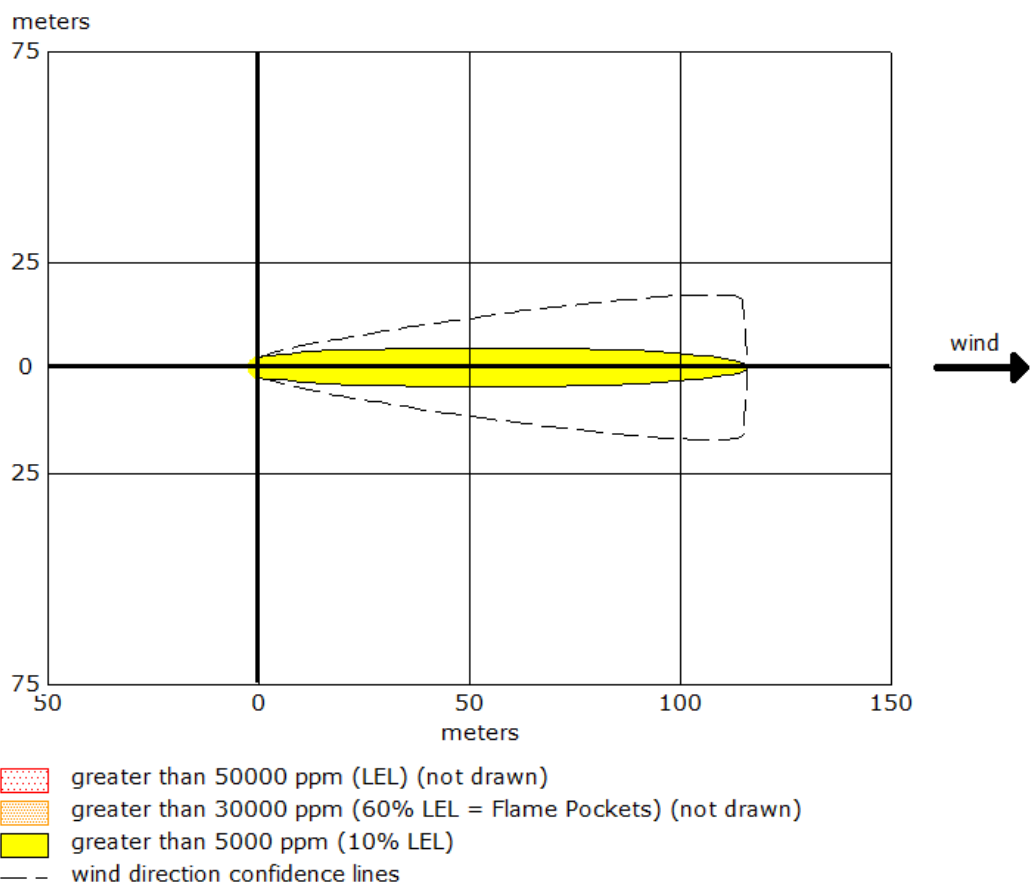
Red : 22 meters --- (50000 ppm = LEL)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 36 meters --- (30000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Yellow: 116 meters --- (5000 ppm = 10% LEL)



Figur 21. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

Gasmolnsbrand, inom verksamheten, från rör

**SITE DATA:**

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (using computer's clock)

**CHEMICAL DATA:**

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

**ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)**

Wind: 15 meters/second from N at 10 meters

Ground Roughness: open country

Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C

Stability Class: D

No Inversion Height

Relative Humidity: 50%

**SOURCE STRENGTH:**

Leak from short pipe or valve in vertical cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 3.3 meters

Tank Length: 27.7 meters

Tank Volume: 237 cubic meters

Tank contains liquid

Internal Temperature: -161.6° C

Chemical Mass in Tank: 102 tons

Tank is 92% full

Circular Opening Diameter: 5.135 centimeters

Opening is 0.25 meters from tank bottom

Ground Type: Concrete

Ground Temperature: equal to ambient

Max Puddle Diameter: Unknown

Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Average Sustained Release Rate: 698 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 37,643 kilograms

Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.

The puddle spread to a diameter of 8.5 meters.

#### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Gaussian

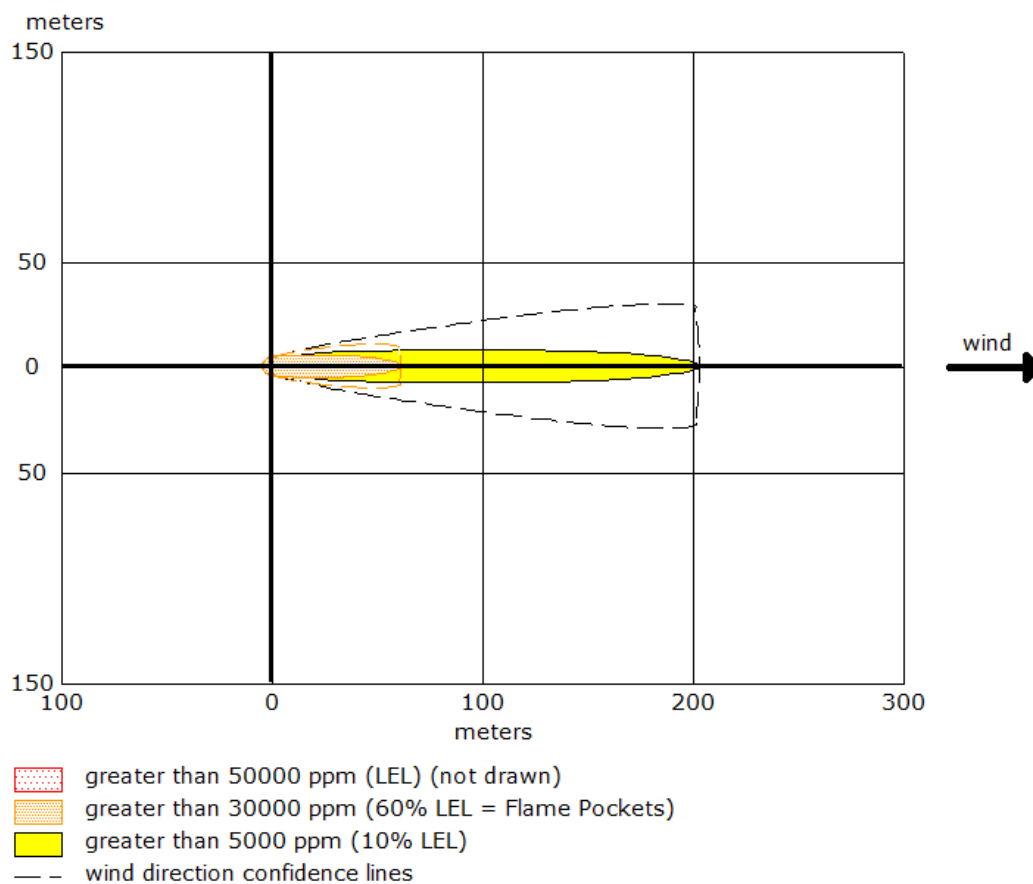
Red : 38 meters --- (50000 ppm = LEL)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness

make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 62 meters --- (30000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 204 meters --- (5000 ppm = 10% LEL)



Figur 22. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

### Gasolnsbrand trafikolycka, hel LBG-transporttank

#### SITE DATA:

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (using computer's clock)

#### CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm  
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

#### ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 15 meters/second from N at 10 meters  
 Ground Roughness: open country      Cloud Cover: 5 tenths  
 Air Temperature: 20° C      Stability Class: D  
 No Inversion Height      Relative Humidity: 50%

#### SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank  
 Flammable chemical escaping from tank (not burning)  
 Tank Diameter: 2.5 meters      Tank Length: 16.5 meters  
 Tank Volume: 81 cubic meters  
 Tank contains liquid      Internal Temperature: -161.6° C  
 Chemical Mass in Tank: 35 tons      Tank is 93% full  
 Circular Opening Diameter: 3 centimeters  
 Opening is 0.25 meters from tank bottom  
 Ground Type: Default soil  
 Ground Temperature: equal to ambient  
 Max Puddle Diameter: Unknown  
 Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  
 Max Average Sustained Release Rate: 66.6 kilograms/min  
 (averaged over a minute or more)  
 Total Amount Released: 3,813 kilograms  
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.  
 The puddle spread to a diameter of 2.6 meters.

#### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Gaussian

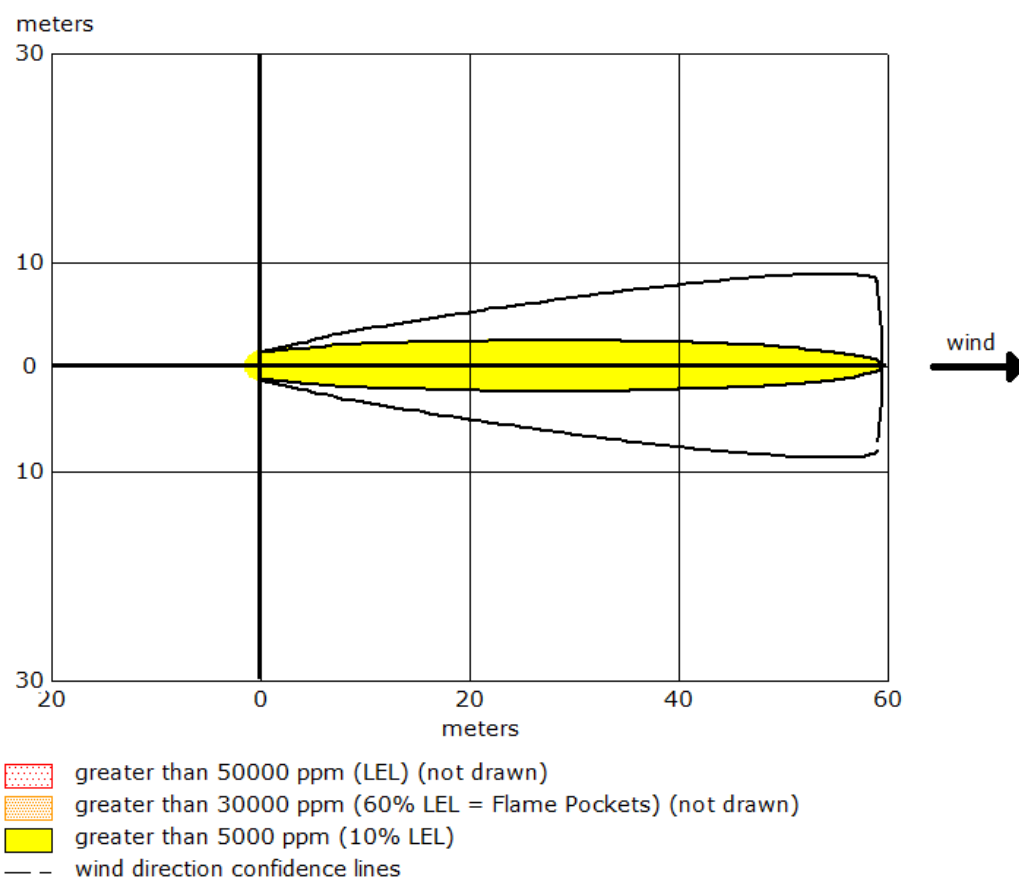
Red : 11 meters --- (50000 ppm = LEL)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 19 meters --- (30000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Yellow: 60 meters --- (5000 ppm = 10% LEL)



Figur 23. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

BLEVE inom verksamheten, hela LBG-tanken

SITE DATA:

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (using computer's clock)

#### CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8                      Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm   PAC-2: 230000 ppm   PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm    UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

#### ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 15 meters/second from N at 10 meters

Ground Roughness: open country              Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C                      Stability Class: D

No Inversion Height                      Relative Humidity: 50%

#### SOURCE STRENGTH:

BLEVE of flammable liquid in vertical cylindrical tank

Tank Diameter: 3.3 meters                      Tank Length: 27.7 meters

Tank Volume: 237 cubic meters

Tank contains liquid

Internal Storage Temperature: -161.6° C

Chemical Mass in Tank: 102 tons              Tank is 92% full

Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%

Fireball Diameter: 262 meters                      Burn Duration: 16 seconds

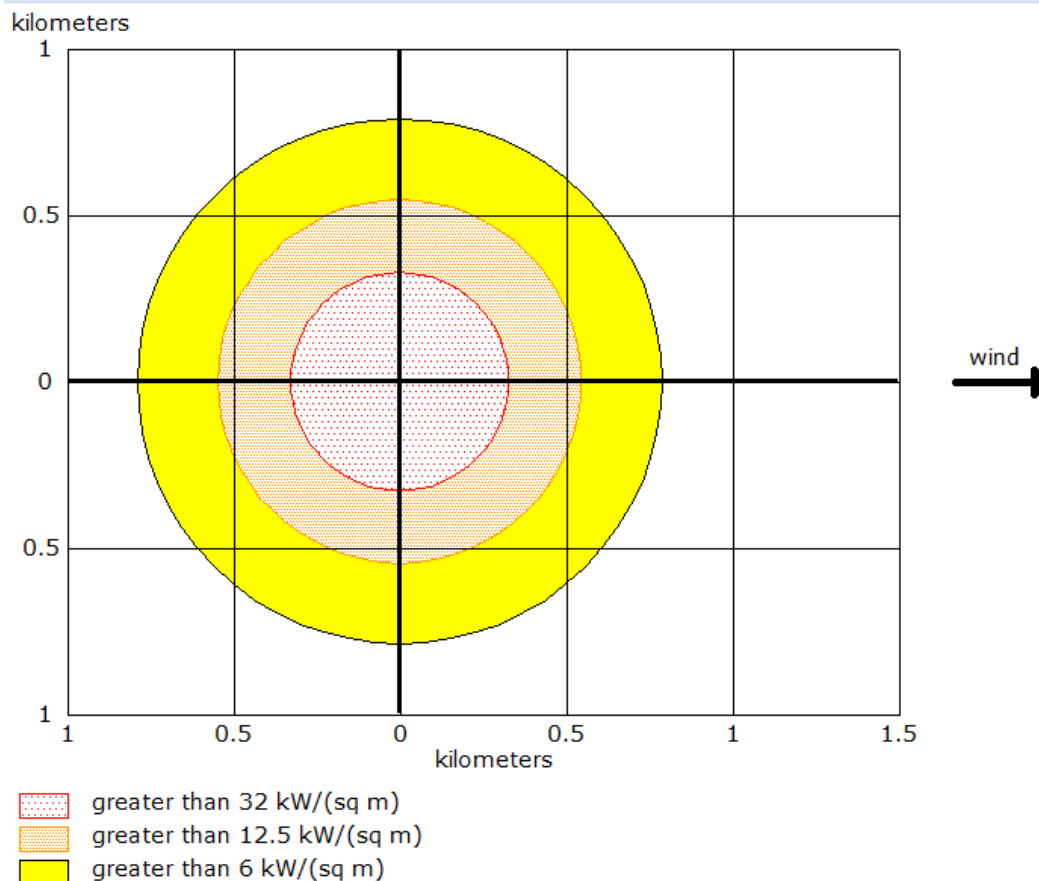
#### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from fireball

Red : 327 meters --- (32 kW/(sq m))

Orange: 545 meters --- (12.5 kW/(sq m))

Yellow: 787 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 24. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

BLEVE trafikolycka, hel LBG-transporttank

SITE DATA:

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm    UEL: 150000 ppm  
 Ambient Boiling Point: -161.6° C  
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm  
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

#### ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

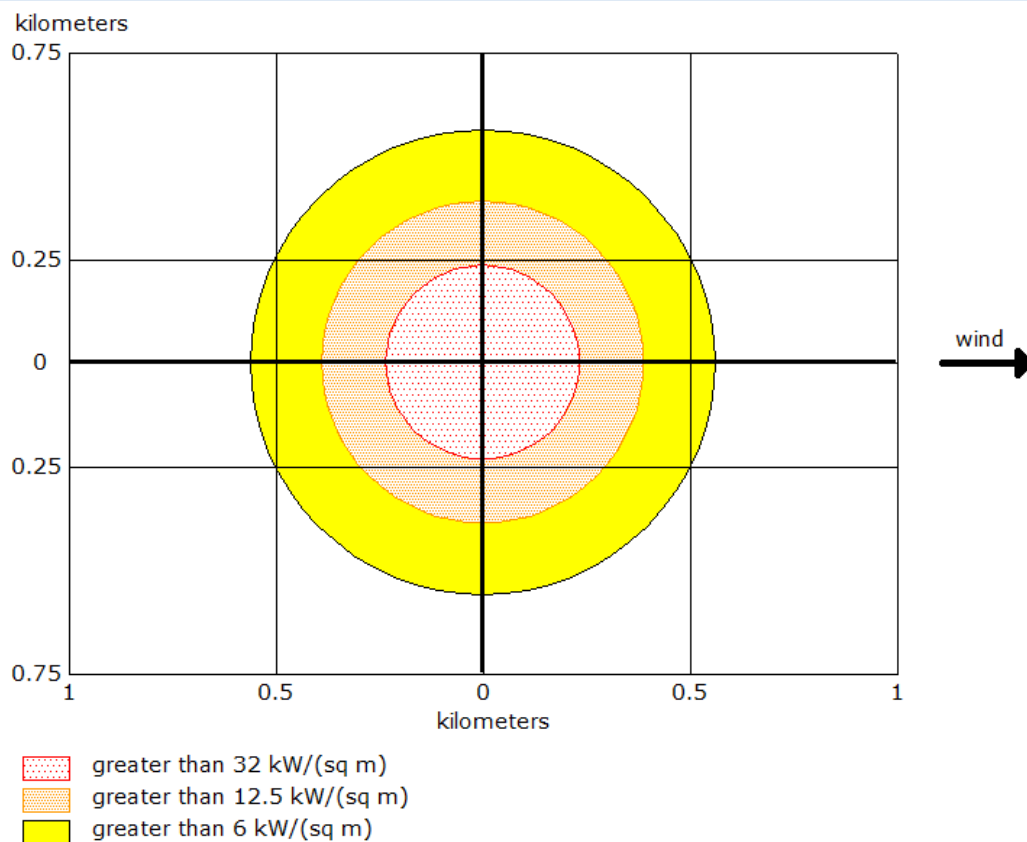
Wind: 15 meters/second from N at 10 meters  
 Ground Roughness: open country      Cloud Cover: 5 tenths  
 Air Temperature: 20° C      Stability Class: D  
 No Inversion Height      Relative Humidity: 50%

#### SOURCE STRENGTH:

BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank  
 Tank Diameter: 2.5 meters      Tank Length: 16.5 meters  
 Tank Volume: 81 cubic meters  
 Tank contains liquid  
 Internal Storage Temperature: -161.6° C  
 Chemical Mass in Tank: 35 tons      Tank is 93% full  
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%  
 Fireball Diameter: 184 meters      Burn Duration: 12 seconds

#### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from fireball  
 Red : 233 meters --- (32 kW/(sq m))  
 Orange: 388 meters --- (12.5 kW/(sq m))  
 Yellow: 560 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 25. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

Jetflamma, inom verksamheten, från rör med förhöjt tryck

#### SITE DATA:

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (using computer's clock)

#### CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm  
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

#### ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

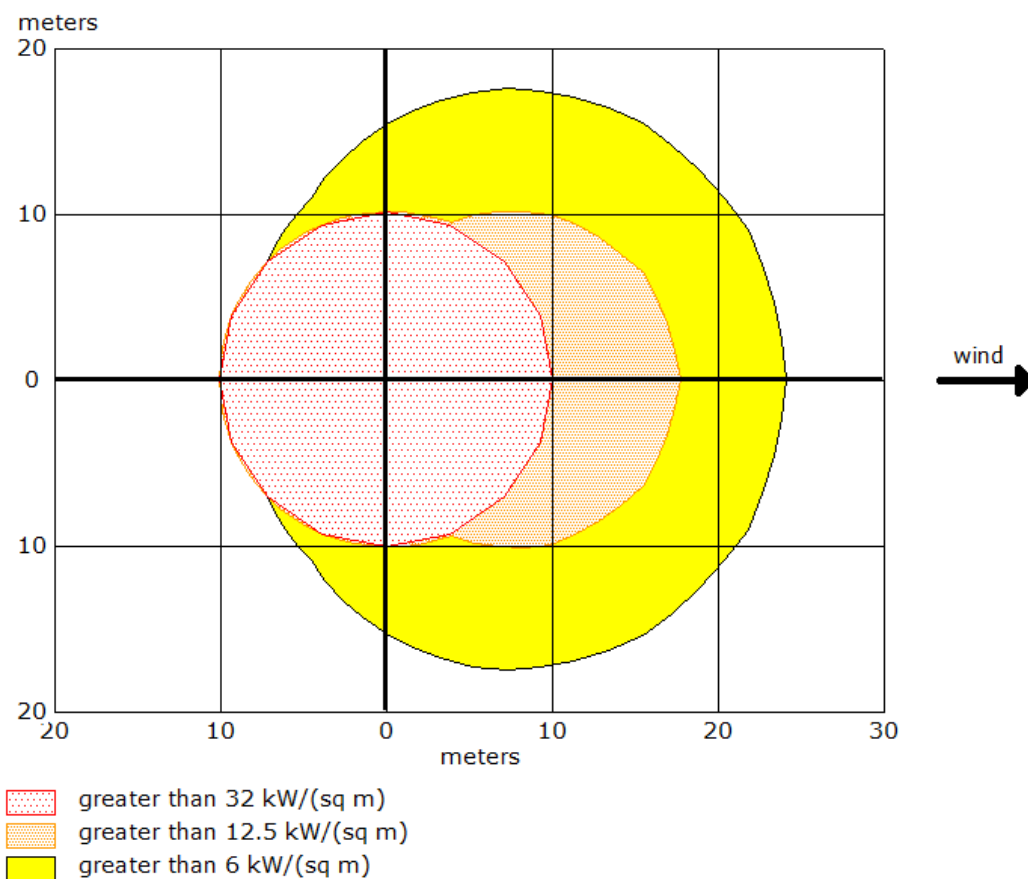
Wind: 15 meters/second from N at 10 meters  
Ground Roughness: open country      Cloud Cover: 5 tenths  
Air Temperature: 20° C      Stability Class: D  
No Inversion Height      Relative Humidity: 50%

#### SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in vertical cylindrical tank  
Flammable chemical is burning as it escapes from tank  
Tank Diameter: 3.3 meters      Tank Length: 27.7 meters  
Tank Volume: 237 cubic meters  
Tank contains liquid      Internal Temperature: -155° C  
Chemical Mass in Tank: 102 tons      Tank is 95% full  
Circular Opening Diameter: 5.135 centimeters  
Opening is 0.25 meters from tank bottom  
Max Flame Length: 17 meters  
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  
Max Burn Rate: 263 kilograms/min  
Total Amount Burned: 15,696 kilograms  
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

#### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire  
Red : 10 meters --- (32 kW/(sq m))  
Orange: 18 meters --- (12.5 kW/(sq m))  
Yellow: 24 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 26. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

Jetflamma, inom verksamheten, hela LBG-tanken

#### SITE DATA:

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (user specified)

#### CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm  
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

#### ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

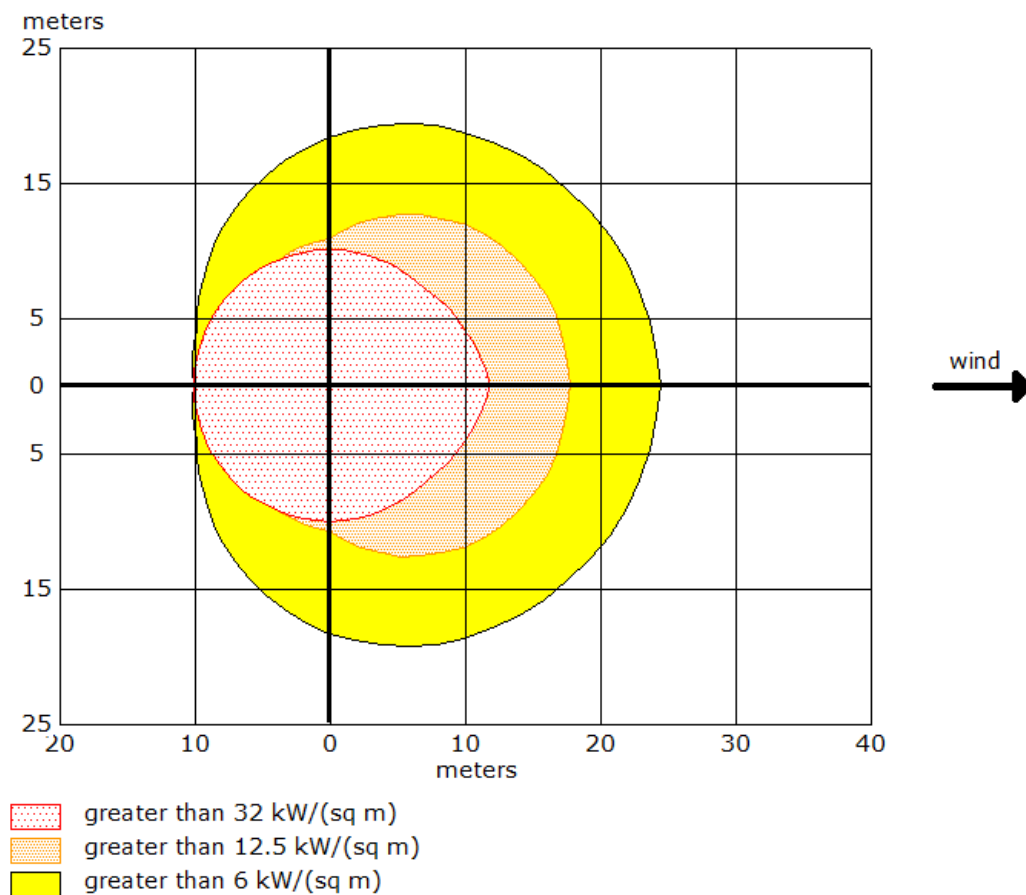
Wind: 15 meters/second from N at 10 meters  
Ground Roughness: open country      Cloud Cover: 5 tenths  
Air Temperature: 20° C      Stability Class: D  
No Inversion Height      Relative Humidity: 50%

#### SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank  
Flammable chemical is burning as it escapes from tank  
Tank Diameter: 3.3 meters      Tank Length: 27.7 meters  
Tank Volume: 237 cubic meters  
Tank contains liquid      Internal Temperature: -155° C  
Chemical Mass in Tank: 102 tons      Tank is 95% full  
Circular Opening Diameter: 3 centimeters  
Opening is 0.25 meters from tank bottom  
Max Flame Length: 13 meters  
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  
Max Burn Rate: 308 kilograms/min  
Total Amount Burned: 17,897 kilograms  
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

#### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire  
Red : 12 meters --- (32 kW/(sq m))  
Orange: 18 meters --- (12.5 kW/(sq m))  
Yellow: 24 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 27. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

#### Jetflamma trafikolycka, hel LBG-transporttank

##### SITE DATA:

Location: GOTENE, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 2.48 (unsheltered single storied)

Time: June 15, 2020 0851 hours ST (user specified)

##### CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.6° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm  
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

#### ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

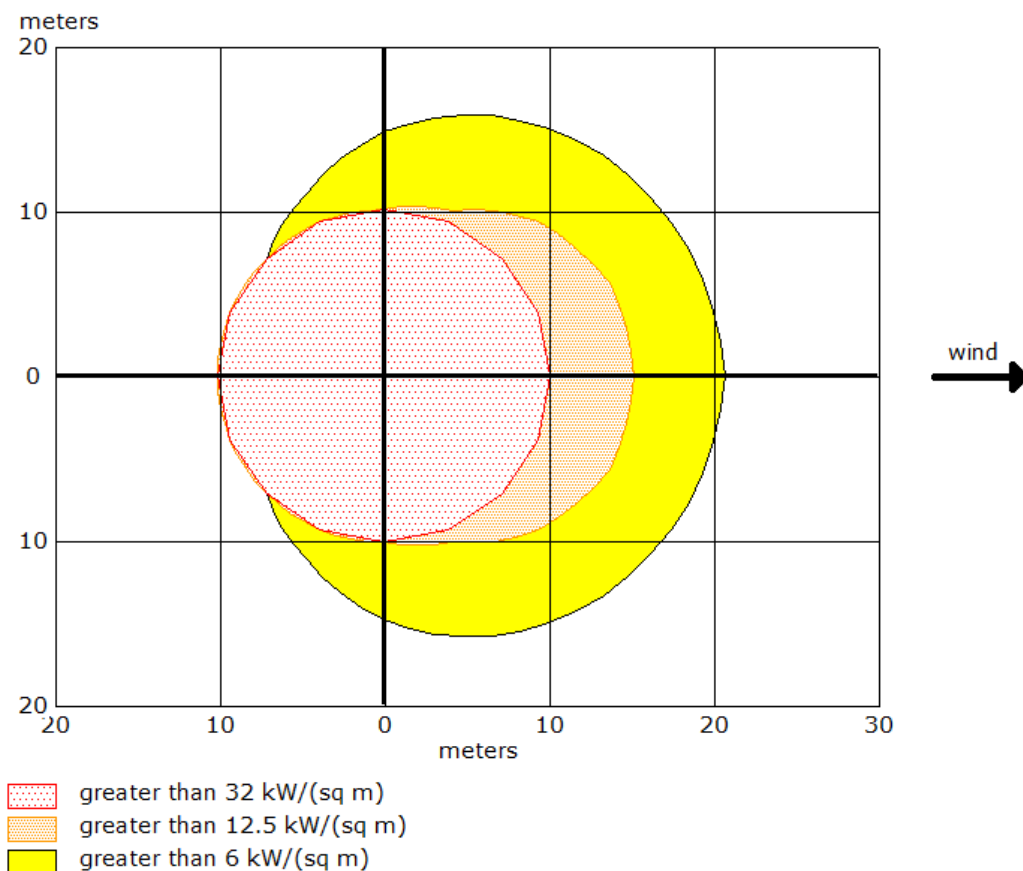
Wind: 15 meters/second from N at 10 meters  
Ground Roughness: open country      Cloud Cover: 5 tenths  
Air Temperature: 20° C      Stability Class: D  
No Inversion Height      Relative Humidity: 50%

#### SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank  
Flammable chemical is burning as it escapes from tank  
Tank Diameter: 2.5 meters      Tank Length: 16.5 meters  
Tank Volume: 81 cubic meters  
Tank contains liquid      Internal Temperature: -155° C  
Chemical Mass in Tank: 35 tons      Tank is 95% full  
Circular Opening Diameter: 3 centimeters  
Opening is 0.25 meters from tank bottom  
Max Flame Length: 12 meters  
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  
Max Burn Rate: 204 kilograms/min  
Total Amount Burned: 11,893 kilograms  
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

#### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire  
Red : 10 meters --- (32 kW/(sq m))  
Orange: 15 meters --- (12.5 kW/(sq m))  
Yellow: 21 meters --- (6 kW/(sq m))



Figur 28. Illustration över utbredningen av de olika threat zones (riskzonerna).

## 11.2 Beräkning av antalet individer som omkommer vid de olika olycksscenarierna

För beräkning av samhällsrisker behöver konsekvensavstånd räknas om till ett uppskattat antal individer som bedöms omkomma vid respektive olycksscenario.

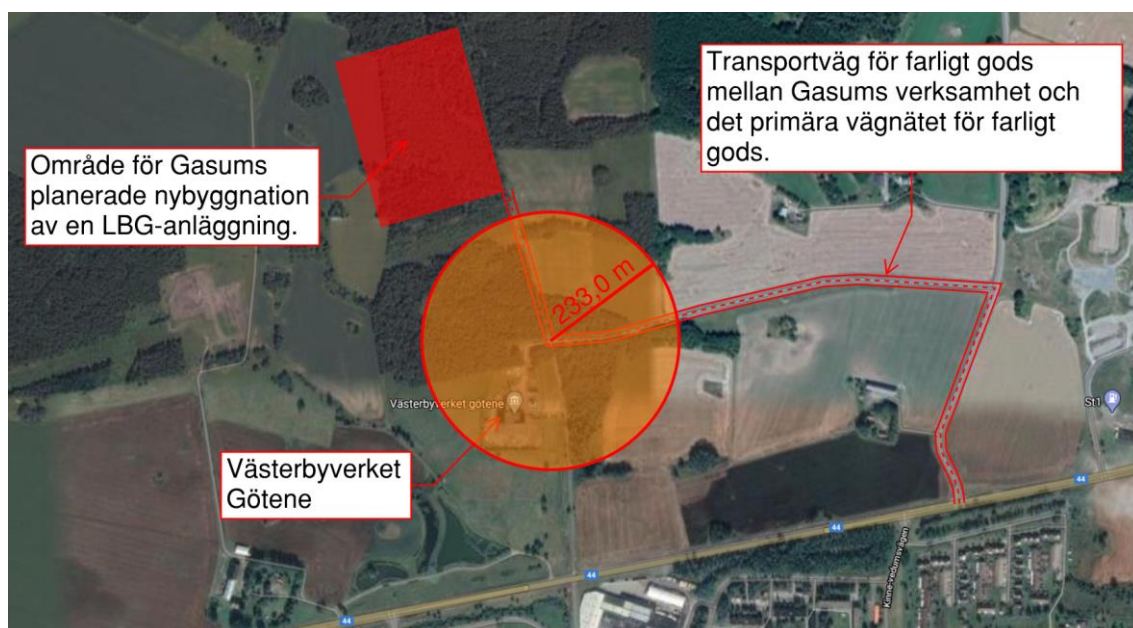
Det enda olycksscenario som har haft ett konsekvensavstånd som har sträckt sig utanför det personfria avståndet har varit en eventuell olycka vid transport med LBG som resulterar i en BLEVE.

Vid en eventuell BLEVE-olycka vid en transport har bedömningen varit att transporten kommer gå längs med den markerade vägen i Figur 29 nedan. Denna markerade väg utgörs till en del av Riksväg 2727, som är en sekundär transportled för farligt gods. Den markerade vägen förbinder Gasums verksamhet med Riksväg 44, vilket utgör en del av det primära vägnätet för transporter med farligt gods.

Antalet individer som har bedömts eventuellt kunna påverkas vid en eventuell olycka vid en transport har bedömts som högst kunna bli ifall olyckan sker i svängen vid Västerbyverket, i jämförelse med att olyckan sker vid en bostadsgård. [9]. Antalet som bedöms omkomma vid en olycka har då begränsats till samtliga individer inom Västerbyverket. Enligt samtal med Västerbyverket framgår att det finns 6 anställda som

jobbar skift. Dock förekommer det externa entreprenörer, men antalet inom verket övergår inte 10 individer under en genomsnittsdag [12]. Detta har ansetts rimligt eftersom avståndet till närmsta byggnad (bortsett från verket och Gasums anläggning) är åtminstone 450 meter [9] samt att området i övrigt ligger utanför tätorten inom ett mestadels obebyggd skog- och åkermarks område. Eftersom området är obebyggt och ligger utanför tätorten har persontätheten inte räknats upp i beräkningarna.

Det personfria avståndet vid en eventuell olycka vid en transport har utifrån kartstudier bedömts uppgå till åtminstone 100 meter. Avståndet utgör det kortaste avståndet mellan svängen vid Västerbyverket, längs med den markerade vägen i Figur 29 nedan, och Västerbyverket. Detta avstånd om 100 meter utgör även det kortaste avståndet mellan den markerade vägen i Figur 29 nedan och närmsta byggnad. Den aktuella transportleden har heller inga trottoarer och utifrån kartstudierna framgår inte heller något som föranleder att anta att individer skulle uppehålla sig i närheten av transportleden. [9] [13] Individer längs banvallen öster om verksamhetsområdet kan dock förekomma, med dessa har inte inkluderats vid bedömningen av risknivå. Detta eftersom bedömningen har varit att dessa individer enbart uppehåller sig längs promenadstråket tillfälligt och därmed inte utgör stadigvarande vistelse.



Figur 29. Konsekvensområde vid en eventuell transportolycka som resulterar i en BLEVE.

### 11.3 Konsekvensberäkning för brandfarliga vätskor – farligt gods-klass 3

Konsekvensberäkningarna har utförts med hjälp av mjukvaran ALOHA [6]. Nedan redovisas scenarier, indata, och resultat.

Följande förutsättningar gäller för beräkningarna:

- Bränsle: Hexan<sup>11</sup>
- Pölarea: 200 och 400 m<sup>2</sup>
- Temperatur: 15 °C
- Vind: 3-6 m/s
- Stabilitetsklass: D

Nedan i Tabell 8 redovisas resultaten av beräkningarna.

Tabell 8. Resultat av konsekvensberäkningar för olycksscenarierna/skadehändelserna vid en eventuell olycka som involverar utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (farligt gods klass 3).

| Scenario           | Konsekvensavstånd |                  |
|--------------------|-------------------|------------------|
|                    | <i>Längd (m)</i>  | <i>Bredd (m)</i> |
| Stor pölbrand      | 58                | -                |
| Medelstor pölbrand | 43                | -                |
| Liten pölbrand     | 32                | -                |

<sup>11</sup> Högre förbränningshastighet och energivärde jämfört med bensin vilket har bedömts utgöra ett konservativt antagande.