

2017-06-27

# RISKUTREDNING FÖR PLANOMRÅDE

RANKHUSOMRÅDET, UPPLANDS-BRO  
VERSION 5

## PROJEKTINFORMATION

**Projektamn:** Rankhusområdet, Upplands-Bro - riskutredning

**Kommun:** Upplands-Bro

**Ärende:** Riskutredning för planområde omfattande del av "Rankhusområdet" i Upplands-Bro

**Uppdragsgivare:** Knut Jönson Byggadministration AB

**Kontaktperson:** Tom Ågstrand  
tom.agstrand@kjbab.se  
070-532 80 51

**Uppdragsansvarig:** Erol Ceylan (EC)  
erol.ceylan@briab.se  
08 - 406 66 33

**Handläggare:** Version 4-5: Erol Ceylan (EC)  
Version 3: Ebba Rundbom (ER)  
Version 2: Erol Ceylan (EC)  
Version 1: Magnus Nordgren (MN)

**Kontroll:** Olle Wulff (OW)  
Jens Bengtsson (JB)

Datum	Version	Kontroll
2017-06-27	Version 5: Nya skisser och mer nyanserade beräkningar utifrån dessa	Egenkontroll: EC
2017-06-16	Version 4: Uppdatering utifrån nya underlag/skisser och nya riktlinjer från länsstyrelsen	Egenkontroll: EC
2016-09-23	Version 3: Uppdatering av riskutredning	Kvalitetskontroll: JB
2016-04-25	Version 2: Uppdatering av skisser (grundkarta för etapp 1)	Egenkontroll: EC
2015-11-30	Version 1	Egenkontroll: MN Kvalitetskontroll: OW

## SAMMANFATTNING

Briab Brand & Riskingenjörerna har utrett den riskbild som är förknippad med exploatering av en del av ett större planområde benämnt Rankhusområdet i Upplands-Bro. Utredningen har gjorts utifrån plan- och bygglagens (2010:900) krav på att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet, och risken för olyckor.

Planområdet är beläget strax nordost om Kungsängen i Upplands-Bro kommun, sydost om Brunna, nordväst om Ryssgraven och nordost om E18. Området är i dagsläget till största del obebyggt. I aktuellt skede planeras för ca 2 900 bostäder, skola, handel och sporthall i den del som ligger närmast E18. Nya byggnader planeras som närmast ca 50 meter från E18 (närmaste väggkant).

Utredningen visar att planerad markanvändning, med nya byggnader som närmast ca 50 meter från närmaste väggkant (E18), är acceptabel.

Rekommenderad markanvändning återges i Tabell 1.

**Tabell 1. Rekommenderad markanvändning intill E18.**

Avstånd från väggkant [m]	Rekommenderad markanvändning	Zonindelning <sup>1</sup>
0 – 50	<ul style="list-style-type: none"><li>• G – drivmedelsförsörjning (obemannad)</li><li>• L – odling och djurhållning</li><li>• P – parkering (ytparkering)</li><li>• T – trafik</li></ul>	A
50 –	Som ovan samt: <ul style="list-style-type: none"><li>• E – tekniska anläggningar</li><li>• G – drivmedelsförsörjning (bemannad)</li><li>• J – industri</li><li>• K – kontor</li><li>• N – friluftsliv och camping</li><li>• P – parkering (övrig parkering)</li><li>• Z – verksamheter</li><li>• B – bostäder</li><li>• H – detaljhandel</li><li>• O – tillfällig vistelse</li><li>• R – besöksanläggningar</li><li>• S – skola</li></ul>	B och C

Upprättad riskutredningen ska ses som ett underlag för det fortsatta planarbetet och föreslagna åtgärder bör utgöra underlag till planbestämmelser.

<sup>1</sup> Se avsnitt 2.2.2 för zonindelningens innebörd

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>2</b>
<b>1 INLEDNING</b> .....	<b>4</b>
1.1 Syfte och mål.....	4
1.2 Omfattning och avgränsningar .....	4
1.3 Underlag.....	4
1.4 Kvalitetssäkring .....	4
<b>2 RISKHÄNSYN VID FYSISK PLANERING</b> .....	<b>5</b>
2.1 Risk .....	5
2.2 Styrande dokument .....	5
2.2.1 Plan- och bygglagen .....	5
2.2.2 Rekommendationer och riktlinjer.....	5
2.3 Metodik för riskhantering.....	6
2.4 Acceptanskriterier.....	7
2.5 Nyttjad metod.....	8
<b>3 PLANOMRÅDETS FÖRUTSÄTTNINGAR</b> .....	<b>9</b>
3.1 Befolkningstäthet.....	12
<b>4 RISKIDENTIFIERING OCH ÖVERSIKTLIG BEDÖMNING</b> .....	<b>13</b>
4.1 Farliga verksamheter och miljöfarliga verksamheter .....	13
4.1.1 Bensinstation .....	13
4.1.2 Fresenius Kabi, Brunna PC (Seveso, lägre kravnivån) .....	13
4.1.3 Övriga verksamheter .....	13
4.2 Transportleder för farligt gods .....	14
E18, avfart från E18 och Granhammarsvägen.....	14
<b>5 FÖRDJUPAD ANALYS</b> .....	<b>18</b>
5.1 Farligt gods-olyckor.....	18
5.1.1 Olycksfrekvenser.....	18
5.1.2 Farligt gods-olycka på E18.....	18
5.1.3 Konsekvenser.....	19
<b>6 RESULTAT</b> .....	<b>20</b>
<b>7 RISKVÄRDERING</b> .....	<b>21</b>
7.1 Individrisk .....	21
7.2 Samhällsrisk .....	21
7.3 Åtgärdsförslag .....	21
7.4 Verifiering av åtgärdsförslag .....	22
<b>8 KÄNSLIGHETS- OCH OSÄKERHETSANALYS</b> .....	<b>23</b>
<b>9 SLUTSATS</b> .....	<b>24</b>
<b>10 LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	<b>25</b>
<b>BILAGA 1 – FREKVENSBERÄKNING FARLIGT GODS</b> .....	<b>27</b>
<b>BILAGA 2 – KONSEKVENSBERÄKNING FARLIGT GODS</b> .....	<b>33</b>
<b>BILAGA 3 – RISKBERÄKNING FARLIGT GODS</b> .....	<b>37</b>

# 1 INLEDNING

Briab Brand & Riskingenjörerna har på uppdrag av Knut Jönson Byggadministration AB att utreda den riskbild som är förknippad med exploatering av en del av ett större planområde benämnt Rankhusområdet i Upplands-Bro. Utredningen görs utifrån plan- och bygglagens (2010:900) krav på att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet, och risken för olyckor.

## 1.1 Syfte och mål

Syftet med riskutredningen är att bedöma riskbilden som är förknippad med planerad markanvändning inom planområdet. Målet med utredningen är att ta fram ett underlag för aktuell detaljplaneprocess.

## 1.2 Omfattning och avgränsningar

Denna riskutredning omfattar endast sådana skadehändelser för personer som kan komma att inträffa till följd av en plötslig olycka kopplat till farliga verksamheter eller transporter av farligt gods inom eller i anslutning till planområdet. Olyckor där långvarig exponering krävs för skadliga konsekvenser, eventuella skador på egendom och miljö eller uppsåtliga risker är exkluderade i utredningen.

Den geografiska avgränsningen utgörs av aktuellt planområde med omgivning. Referensåret för påverkansområdet är valt till år 2030 i enlighet med Upplands-Bro kommuns översiktsplan.

I denna riskutredning presenteras, vid behov, endast sådana riskreducerande åtgärder som påverkar markanvändning eller funktion.

## 1.3 Underlag

Underlag för riskutredningen utgörs huvudsakligen av:

Handling	Datum	Upprättad av
Rankhus, Sektioner, 2017-06-07	2017-06-07	Topia
Rankhus Etapp 1, Strukturplan, 2017.05.19	2017-05-19	-
Behovsbedömning: Detaljplan för Rankhus etapp 1 i Upplands-Bro kommun och Stockholms län	2015-10-27	Upplands-Bro kommun

## 1.4 Kvalitetssäkring

Intern granskning har utförts av en från uppdraget fristående person enligt Briabs processbaserade kvalitetssystem, vilket är certifierat enligt ISO 9001.

## 2 RISKHÄNSYN VID FYSISK PLANERING

I detta avsnitt förklaras begrepp och styrande dokument kopplat till riskhänsyn vid fysisk planering.

### 2.1 Risk

Begreppet risk kan tolkas på olika sätt. I säkerhetstekniska sammanhang tolkas risk som en händelses sannolikhet multiplicerat med omfattningen av dess konsekvens, vilka kan vara kvalitativt eller kvantitativt bestämda. Ofta kvantifieras risk med två olika riskmått, individ- respektive samhällsrisk.

Med **individrisk**, eller platsspecifik risk, avses risken för en enskild individ att omkomma av en specifik händelse under ett år på en specifik plats. Individrisken är oberoende av hur många människor som vistas inom ett specifikt område och används för att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabelt höga risknivåer (Räddningsverket, 1997).

**Samhällsrisk**en, eller kollektivrisken, visar den ackumulerade sannolikheten för det minsta antal människor som omkommer till följd av konsekvenser av oönskade händelser. Samhällsrisk presenteras ofta i ett s.k. F/N-diagram. Till skillnad från individrisk tar samhällsrisk hänsyn till den befolkningssituation som råder inom undersökt område (Räddningsverket, 1997).

### 2.2 Styrande dokument

Relaterat till riskhantering finns ett flertal styrande dokument som ska beaktas vid planläggning.

#### 2.2.1 Plan- och bygglagen

I plan- och bygglagens (SFS 2010:900) första paragraf definieras att vid planläggning av mark och vatten och byggande, ska hänsyn tas till den enskilda människans frihet. En samhällsutveckling ska främjas med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden samt en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människorna i dagens samhälle och för kommande generationer. I lagen förutsetts att frågor om skydd mot olyckor kopplat till föreslagna markändringar ska vara slutligt avgjorda vid planläggning.

#### 2.2.2 Rekommendationer och riktlinjer

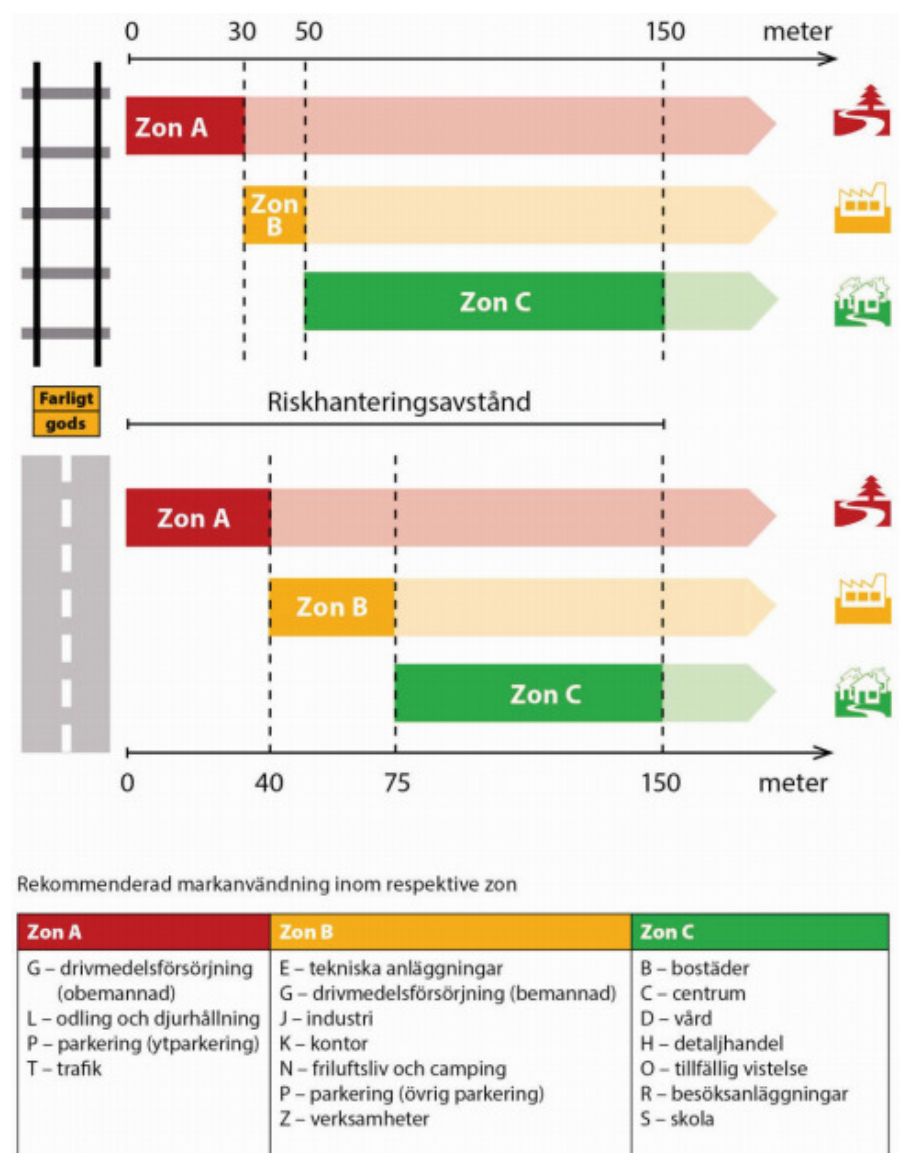
För att tydliggöra vilken mark som, med hänsyn till människors hälsa och säkert och risken för olyckor, är lämpad för ändamålet har flera länsstyrelser i Sverige presenterat vägledning och riktlinjer för riskhänsyn vid fysisk planering.

Länsstyrelsen i Stockholms län har gett ut rekommendationerna *Riktlinjer för riskanalys som beslutsunderlag* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003) och *Riskanalyser i detaljplanprocessen* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003b). Dessa är generella rekommendationer beträffande krav på innehåll i riskanalyser i planprocessen.

Utöver de allmänna rekommendationerna har Länsstyrelsen i Stockholms län publicerat mer specifika rekommendationer rörande bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000). I dessa anges att ny bebyggelse inte bör medges så nära farligt gods-leder att transporterna med farligt gods till slut omöjliggörs. Det framgår även att en riskanalys ska göras om bebyggelse planeras inom **100 meter från bensinstationer** och om risk föreligger.

I *Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods* (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, 2006) anges att riskerna alltid ska bedömas vid fysisk planering inom **150 meter från transportled för farligt gods**.

I de senast utgivna riktlinjerna från år 2016, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016), rekommenderas att markanvändning intill transportleder för farligt gods generellt bör planeras med de i Figur 1 angivna skyddsavstånden (zon A, B och C).

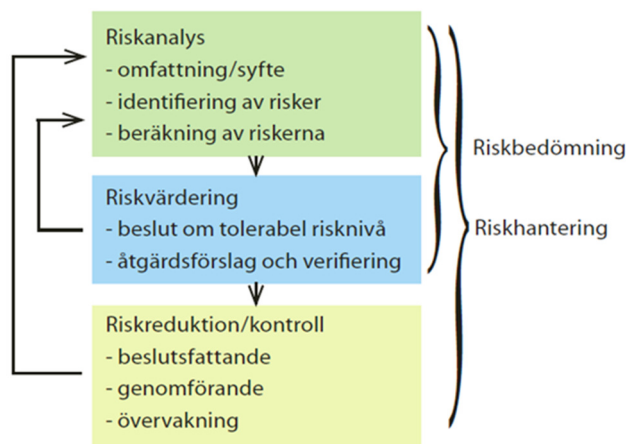


**Figur 1. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods (väg och järnväg) och olika typer av markanvändning. Avstånden mäts från närmaste vägkant respektive närmaste spårmit. Källa: (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016).**

## 2.3 Metodik för riskhantering

Riskhantering utgör ett systematiskt och kontinuerligt arbete för att kontrollera eller minska olycksrisker. Hanteringen kan delas in i tre delar: riskanalys, riskvärdering och riskreduktion. Dessa behandlar allt från identifiering av riskkällor och potentiella olyckshändelser till beslut om och

genomförande av riskreducerande åtgärder samt uppföljning av att besluten ger avsedd påverkan på riskbilden. Schematiskt kan processen beskrivas enligt Figur 2.



Figur 2. Metodik för riskhantering (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, 2006).

## 2.4 Acceptanskriterier

För risker förknippade med säkerhet för liv och hälsa bedöms risknivåerna övergripande utifrån de fyra principer som utarbetats av Räddningsverket, nuvarande MSB (Räddningsverket, 1997):

- **Rimlighetsprincipen** - Risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ska alltid åtgärdas (oavsett risknivå).
- **Proportionalitetsprincipen** - En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen** - Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer** - Om risker realiserats bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

För individrisk och samhällsrisk har DNV (Det Norske Veritas) på uppdrag av Räddningsverket definierat kvantitativa acceptanskriterier (Räddningsverket, 1997). Länsstyrelsen i Stockholms län har bedömt att dessa kriterier har fördelarna att de är framtagna med avseende på svenska förhållanden, att de har ett tydligt markerat ALARP<sup>2</sup>-område och att de är konstruerade för användning både intill fasta verksamheter och farligt gods-leder (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003b).

Följande kriterier för individrisk har föreslagits av DNV:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är  $10^{-5}$  per år.
- Övre gräns för område där risker kan anses små är  $10^{-7}$  per år.

Följande kriterier för samhällsrisk har föreslagits av DNV:

<sup>2</sup> As Low As Reasonably Practicable (= risker kan tolereras om alla rimliga riskreducerande åtgärder är vidtagna.)



- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är  $10^{-4}$  per år för  $N=1$  och  $10^{-6}$  per år för  $N=100$ , där  $N$  är antalet omkomna.
- Övre gräns för område där risker kan anses små är  $10^{-6}$  per år för  $N=1$  och  $10^{-8}$  per år för  $N=100$ , där  $N$  är antalet omkomna.

Mellan den övre och undre individ- respektive samhällsriskgränsen finns det område som benämns ALARP.

Proportionalitetsprincipen, fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer uppfylls i och med jämförelsen med de probabilistiska värderingskriterierna för individ- och samhällsrisk (Räddningsverket, 1997). Rimlighetsprincipen kan uppfyllas genom exempelvis så kallad kostnad-nytta-analys (Räddningsverket, 1997).

## 2.5 Nyttjad metod

Utifrån ovan presenterad metodik för riskhantering redogörs nedan för arbetsgången i aktuell riskutredning.

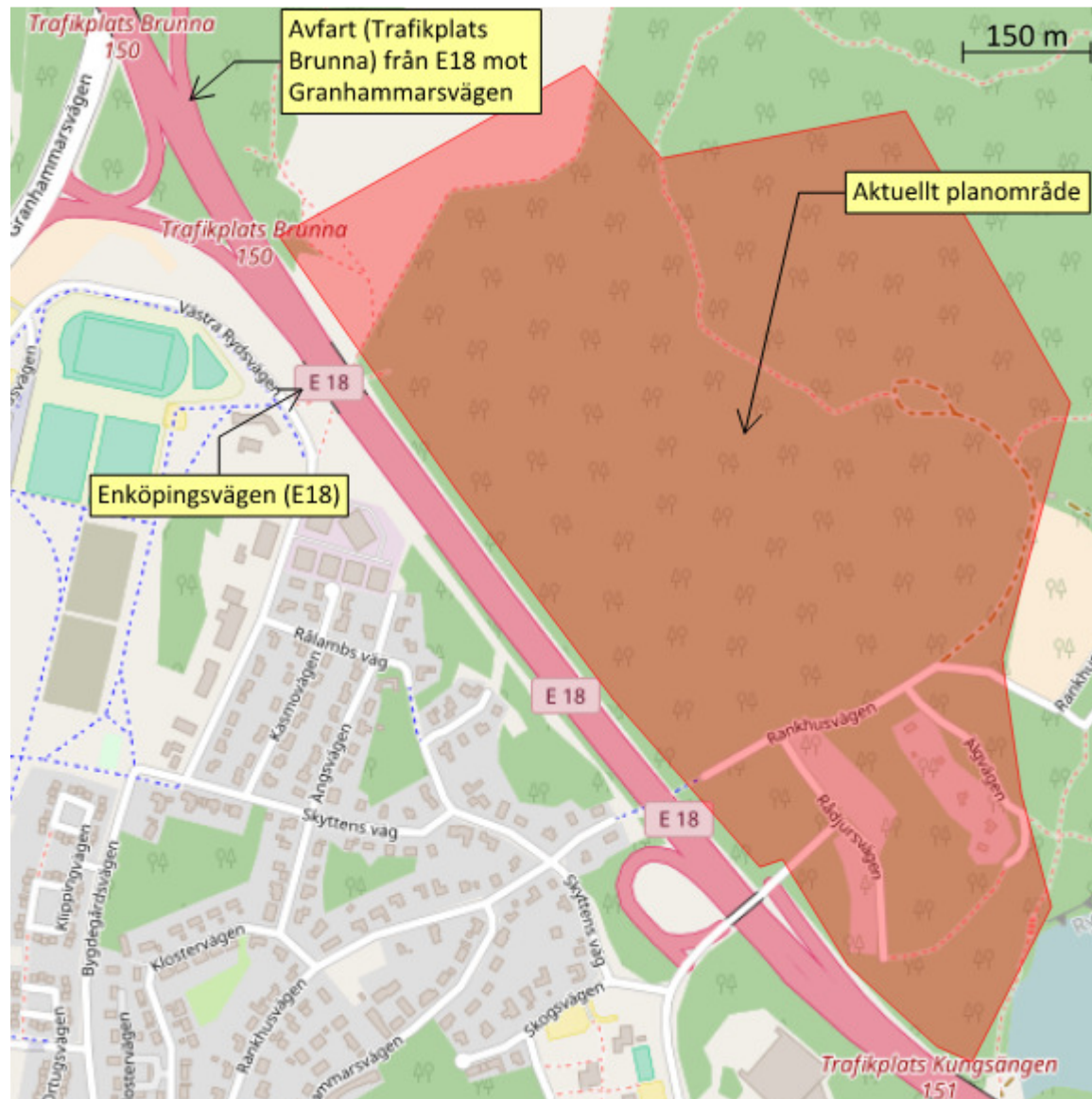
**1. Riskidentifiering.** För att ta reda på vilka riskkällor som kan vara relevanta för området studeras området (med omgivning) inom ramen för utredningens avgränsningar. I riskidentifieringen görs en första översiktlig bedömning för att sälla ut vilka riskkällor som erfordrar fördjupad analys.

**2. Fördjupad analys.** De olyckshändelser som är svårbedömda och väntas ge upphov till förändrad risknivå för området analyseras mer ingående via separata analyser. Händelsernas frekvenser och konsekvenser studeras via logiska argument och/eller via kvantitativa, probabilistiska metoder för att uppskatta risknivån.

**3. Riskvärdering.** Uppskattade risknivåer ställs samman och en riskvärdering genomförs. Eventuella riskreducerande åtgärder med koppling till markanvändning och funktion identifieras och därefter verifieras att de ger avsedd effekt på risknivån, d.v.s. att den sjunker till en acceptabel nivå. Riskreducerande åtgärder kan exempelvis vara att rekommendera mindre känslig verksamhet, verksamhet där människor inte uppehåller sig längre stunder, skyddsavstånd eller tekniska lösningar och funktionskrav.

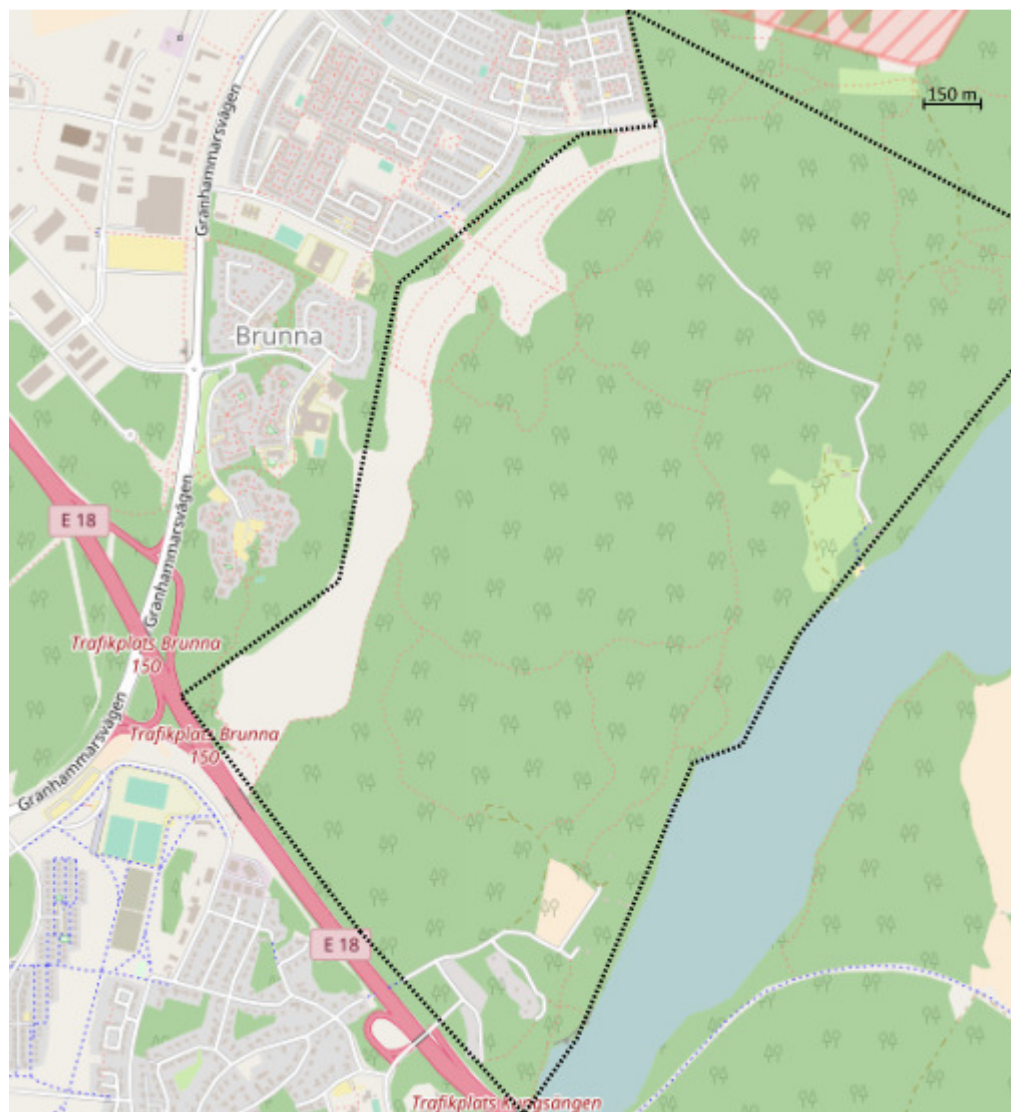
### 3 PLANOMRÅDETS FÖRUTSÄTTNINGAR

Planområdet är beläget strax nordost om Kungsängen i Upplands-Bro kommun, sydost om Brunna, nordväst om Ryssgraven och nordost om E18, se Figur 3.



Figur 3. Planområdet med omgivning. I kartan finns även avfarten mot Granhammarsvägen utpekad.

Området är i dagsläget till största del obebyggt, se Figur 4.



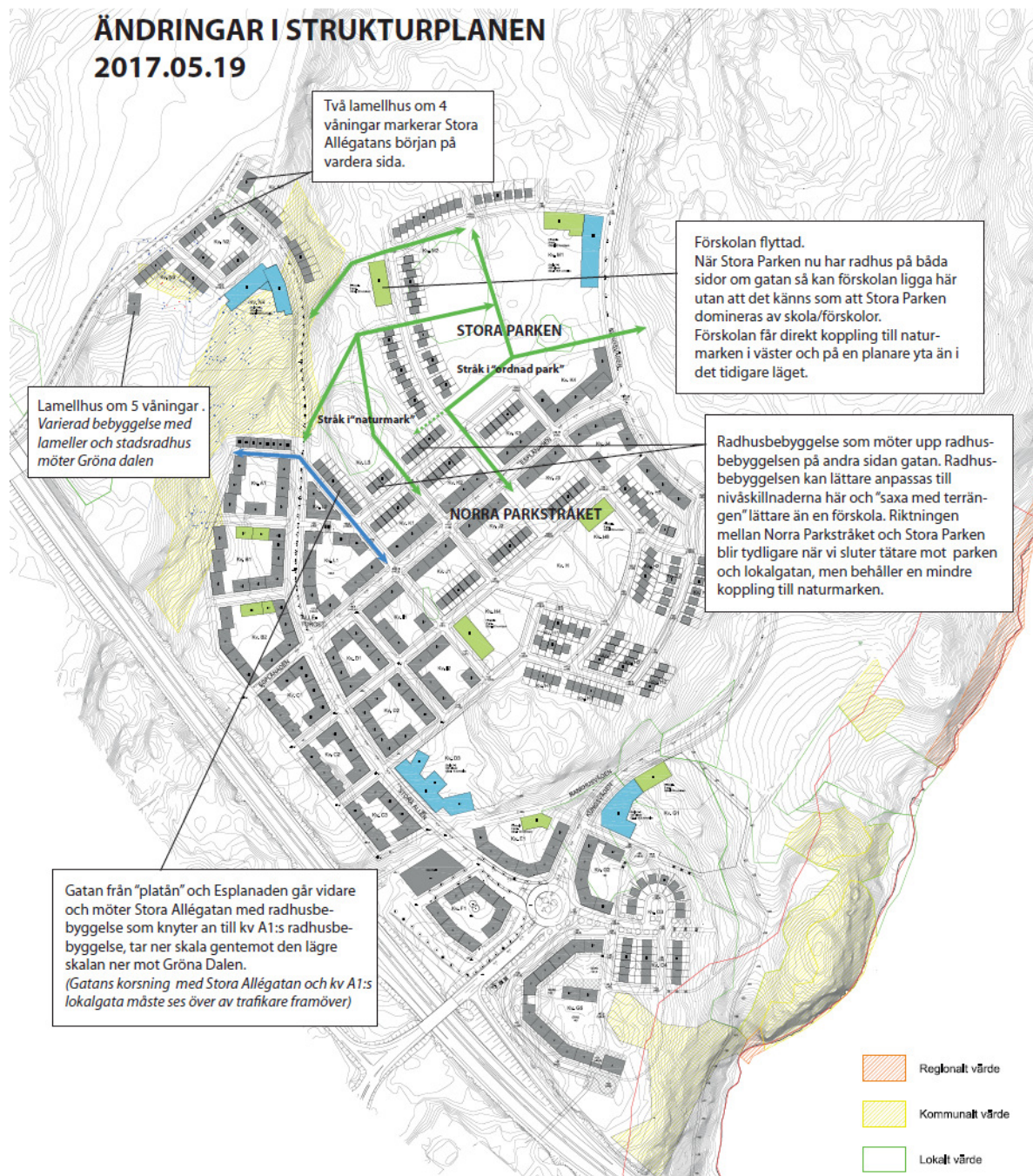
© OpenStreetMaps bidragsgivare

**Figur 4. Hela Rankhusområdet, Upplands-Bro. Området avgränsas av svarta streckade linjer.**

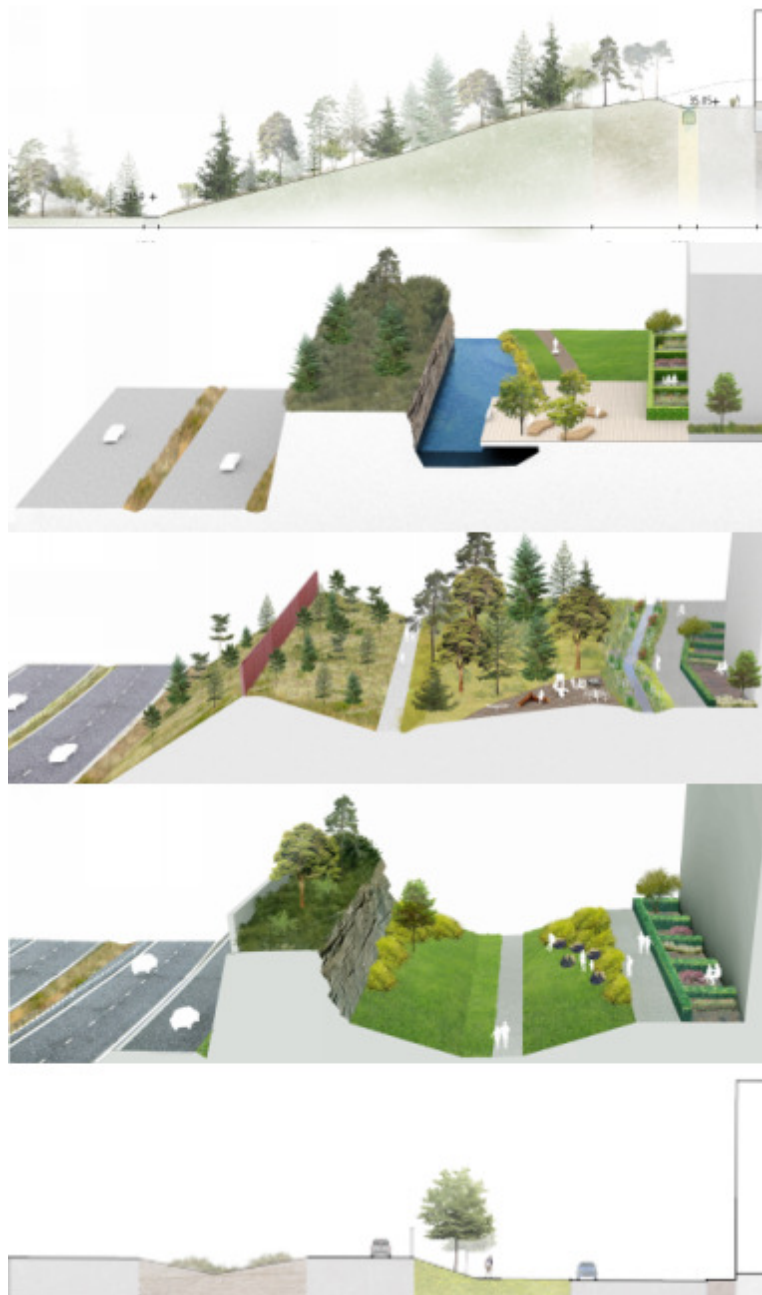
I aktuellt skede planeras för ca 2 900 bostäder, skola, handel och sporthall i den del som ligger närmast E18, se Figur 3. Nya byggnader planeras som närmast ca 50 meter från E18 (närmaste väggkant) och inom detta avstånd finns, med undantag för någon enstaka villa, inga befintliga byggnader på någon sida av E18.

I Figur 5 redovisas strukturplanen för den planerade bebyggelsen. I Figur 6 redovisas sektioner för planområdet där det framgår hur befintligt berg utgör en barriär mellan bebyggelsen och motorvägen (E18). I södra delen av planområdet är bergets höjd något lägre i vissa avsnitt och bullerplank planeras där.





Figur 5. Strukturplan, 2017-05-19.



**Figur 6. Sektioner av planområdet, från norra (översta bilden) till södra delarna (nedersta bilden) av området. Till vänster i sektionerna syns E18. (Topia, 2017).**

### 3.1 Befolkningstäthet

Som tidigare nämnts planeras för ca 2 900 bostäder inom aktuell del av Rankhusområdet vilket kan medföra nästan 8000 boende (Upplands-Bro kommun, 2009) på en ca 0,8 km<sup>2</sup> stor yta. Detta innebär en hög befolkningstäthet på ca 10 000 personer per km<sup>2</sup>. På längre sikt bedöms ytterligare ca 2 100 bostäder kunna uppföras inom övriga delar av Rankhusområdet. Dessa delar omfattar dock större ytor än det nu aktuella vilket medför en lägre befolkningstäthet än 10 000 personer per km<sup>2</sup> för dessa ytor. Kommunens genomsnittliga befolkningstäthet uppmättes år 2010 till 2344 personer per km<sup>2</sup> (SCB, 2010). Befolkningstillväxten i kommunen var mellan år 2005 och år 2010 ca 1,8 % per år vilket, givet liknande tillväxt fram till år 2030, kan innebära en befolkningstäthet på upp till nästan 3400 personer per km<sup>2</sup> år 2030. I det fortsatta antas att befolkningstätheten uppgår till 10 000 personer per km<sup>2</sup> år inom hela Rankhusområdet och 3400 personer per km<sup>2</sup> på andra sidan E18.



## 4 RISKIDENTIFIERING OCH ÖVERSIKTLIG BEDÖMNING

I detta avsnitt identifieras och bedöms riskkällor som kan ge upphov till olyckshändelser som påverkar planområdet.

### 4.1 Farliga verksamheter och miljöfarliga verksamheter

#### 4.1.1 Bensinstation

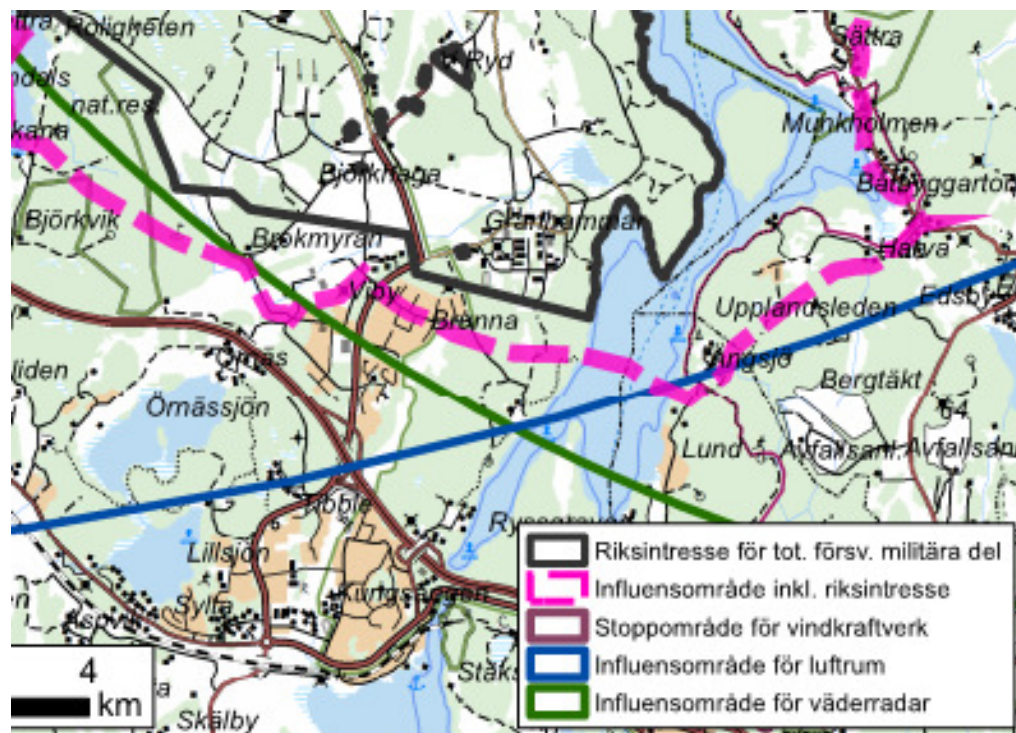
Närmaste bensinstation är belägen över 1 km från planområdets gräns (Länsstyrelsen Stockholms Län, 2017). Det föreliggande avståndet innebär att bensinstationen kan avskrivas ur riskhänseende.

#### 4.1.2 Fresenius Kabi, Brunna PC (Seveso, lägre kravnivån)

Närmaste tillståndspliktiga miljöfarliga verksamhet tillika Seveso-anläggning är Fresenius Kabi, beläget ca 2 km från planområdets gräns (Länsstyrelsen Stockholms Län, 2017). Inom anläggningen hanteras stora mängder brandfarliga lösningsmedel (främst etanol och aceton), vilket ger ett riskavstånd på ca 400 meter enligt verksamheten (Fresenius Kabi, 2015). På grund av det stora avståndet mellan planområdet och anläggningen bedöms den inte bidra till planområdets risknivå.

#### 4.1.3 Övriga verksamheter

Inga övriga farliga verksamheter eller tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter har identifierats inom eller i planområdets omgivning. Norr om Rankhusområdet ligger ett militärt övningsområde som är klassat som riksintresse, se Figur 7. Med anledning av de stora avstånd som föreligger mellan aktuellt planområde och övningsområdet bedöms övningsområdet kunna avskrivas som riskkälla och aktuellt planområde förväntas heller inte påverka riksintresset.



Figur 7. Försvarsmaktens övningsområde är utpekad som riksintresse. Bildkälla: (Försvarsmakten, 2015).

## 4.2 Transportleder för farligt gods

### E18, avfart från E18 och Granhammarsvägen

Strax sydväst om planområdet passerar E18 som utgör en primär transportled för farligt gods. Riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län (2016) gör gällande att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planläggning inom 150 meter från en transportled för farligt gods (se avsnitt 2.2.2). En primär transportled för farligt gods är rekommenderad att användas för genomfartstrafik, varför där kan gå farligt gods-transporter i alla klasser<sup>3</sup>.

Med farligt gods avses varor eller ämnen som har sådana egenskaper att de kan vara skadliga för människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av en genomgripande regelsamling som tagits fram i internationell samverkan. Regelsamlingen fastställer vem som får transportera farligt gods, hur transportererna ska ske, var dessa transporter får färdas och hur godset ska vara emballerat samt vilka krav som ställs på fordon för transport av farligt gods (MSB, 2006).

En kortfattad beskrivning av de olika farligt gods-klasserna och vilka potentiella konsekvenser de kan ge upphov till vid olyckor ges i Tabell 2.

**Tabell 2. Kategorisering, beskrivning och konsekvensbeskrivning av farligt gods-klasser.**

Kategori	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning
Klass 1, Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier med mera.	Stor mängd <u>massexplosiva</u> (1.1) ämnen kan ge stora konsekvensområden.
Klass 2, Komprimerade eller kondenserade gaser	Inerta gaser, oxiderande gaser, brännbara gaser (gasol etc.) och icke brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Giftigt gasmoln, jetflamma, fördröjd antändning av gasmoln, BLEVE ( <i>Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion</i> ). Kan ge stora konsekvensområden.
Klass 3, Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja etc.	Brand, giftig rök. Medelstora konsekvensområden.
Klass 4, Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till olyckans närområde.
Klass 5, Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Ammoniumnitrat, natriumklorat, väteperoxider etc.	Självantändning, explosionsartade brandförlopp.

<sup>3</sup> Transporter med farligt gods delas in i 9 olika klasser för ämnen med liknande risker vid transport på väg. Klassificeringen benämns ofta ADR-klasser efter ett europeiskt regelverk för transport av farligt gods på landsväg.

Kategori	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning
Klass 6, Giftiga och smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till olyckans närområde.
Klass 7, Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat.	Utsläpp. Transporteras i små mängder. Konsekvenserna begränsas till olyckans närområde.
Klass 8, Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid.	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till olyckans närområde.
Klass 9, Övriga farliga ämnen och fasta föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till olyckans närområde.

Den primära transportleden för farligt gods (E18) ansluter via en avfart (Trafikplats Brunna) till Granhammarsvägen (sekundär transportled för farligt gods). Avståndet mellan avfarten och planområdet samt Granhammarsvägen och planområdet överstiger dock med god marginal 150 meter och eventuella olyckor som sker på dessa bedöms inte bidra till planområdets risknivå varför de kan avskrivas som riskkällor.

### Transporter på E18

För att uppskatta med vilken frekvens farligt gods-transporter kan förväntas vara inblandade i trafikolyckor på E18 behöver trafikmängderna på vägen studeras. Trafikmängder som uppmätts de senaste åren presenteras i Tabell 3. I tabellen uppskattas också trafikmängder för år 2030 med hjälp av trafikuppräkningsstal från Trafikverket (2015b).

**Tabell 3. Årsdygnstrafik (ÅDT) förbi planområdet. Källa: (Trafikverket, 2015)**

Väg	ÅDT 2015 (varav lastbilar)	Uppskattad ÅDT 2030 (varav lastbilar)	Uppskattad ÅDT 2030 för farligt gods-transporter <sup>4</sup>
E18	41580 (4450)	57380 (6141)	184

### Mängden farligt gods på E18

Antalet transporter i respektive ADR-klass kan komma att förändras i framtiden, vid exempelvis tillkomst eller nedläggning av verksamheter, och vid politiska beslut eller andra förändringar i samhället. För att uppskatta hur stor andel av varje ADR-klass som transporteras på vägen används statistik från en kartläggning av farligt godstransporter från MSB (MSB, 2006). Fördelningen mellan klasserna framgår i Tabell 4.

<sup>4</sup> År 2015 uppmättes att 1,4 % av antalet lastbilstransporter i Sverige var farligt gods-transporter (Trafikanalys, 2016). Det antas att denna andel är lika stor år 2030.



**Tabell 4. Statistik över transporter av farligt gods i september 2006 fördelat på respektive ADR-klass (MSB, 2006) och uppskattning av antalet transporter längs E18.**

<b>ADR-klass</b>	<b>Andel [-]</b>	<b>Antal transporter på E18 [1000-tal]</b>
Klass 1, Explosiva ämnen och föremål	0,08 %	0.15
Klass 2, Tryckkondenserade eller komprimerade gaser	27,04 %	Totalt 49,75, fördelat enligt: 3,76 45,94 0,052
➤ Klass 2.1, Brandfarliga gaser	2,04 %	
➤ Klass 2.2, Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	24,97 %	
➤ Klass 2.3, Giftiga gaser	0,03 %	
Klass 3, Brandfarliga vätskor	18,84 %	34,66
Klass 4, Brandfarliga fasta ämnen		
➤ Klass 4.1, Brandfarliga/självreaktiva fasta ämnen	0,31 %	0,56
➤ Klass 4.2, Självantändande ämnen	-	-
➤ Klass 4.3, Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	-	-
Klass 5, Oxiderande ämnen och organiska peroxider		
➤ Klass 5.1, Oxiderande ämnen	0,56 %	1,02
➤ Klass 5.2, Organiska peroxider	0,01 %	-
Klass 6, Giftiga och smittförande ämnen		
➤ Klass 6.1, Giftiga ämnen	0,10 %	0,19
➤ Klass 6.2, Smittförande ämnen	0,48 %	0,88
Klass 7, Radioaktiva ämnen	0,06 %	0,10
Klass 8, Frätande ämnen	39,49 %	72,66
Klass 9, Övriga farliga ämnen och fasta föremål	13,05 %	24,01
<b>Totalt</b>	<b>100 %</b>	<b>184</b>

### **Översiktlig bedömning**

Farligt gods-transporter på E18 sker i sådan omfattning att de bedöms kunna påverka planområdets risknivå. För att kunna kvantifiera och värdera denna risknivå och ge förslag på eventuella riskreducerande åtgärder behöver en fördjupad analys göras. Vissa klasser av farligt gods förväntas, intill aktuellt planområde, inte ge mer än lokal påverkan i händelse av en olycka och bedöms därför inte kräva någon fördjupad analys. De klasser som endast bedöms ge lokal påverkan är, som framgår av konsekvens-beskrivningen i Tabell 2, klass 2.2 (icke brandfarliga/icke giftiga gaser), 4 (brandfarliga fasta ämnen), 6 (giftiga/smittförande ämnen), 7 (radioaktiva ämnen), 8 (frätande ämnen) och 9 (övriga farliga ämnen).

De som erfordrar fördjupad analys är, sett till påverkan på omgivningens risknivå, olyckor med farligt gods-klass 1 (explosiva ämnen), 2.1 (brandfarliga gaser), 2.3 (giftiga gaser), 3 (brandfarlig vätska) och 5 (oxiderande ämnen och organiska peroxider). Olyckor med dessa klasser kan ge upphov till

konsekvenser som explosioner, fördröjd antändning av gasmoln, jetflamnor, BLEVE, utsläpp av giftig gas samt pölbränder. Olycksscenarierna sammanfattas i Tabell 5 där varje scenario ges en egen beteckning.

**Tabell 5. Olycksscenarier på E18 som underkastas fördjupad analys.**

<b>Scenario</b>	<b>Beskrivning</b>
S(1)	Olycka med farligt gods-transport med klass 1, explosiva ämnen, som leder till explosion.
S(2.1a)	Olycka med farligt gods-transport med klass 2.1, brandfarlig gas, som genom fördröjd antändning leder till gasmolnsbrand.
S(2.1b)	Olycka med farligt gods-transport med klass 2.1, brandfarlig gas, som leder till jetflamma.
S(2.1c)	Olycka med farligt gods-transport med klass 2.1, brandfarlig gas, som leder till BLEVE.
S(2.3)	Olycka med farligt gods-transport med klass 2.3, giftiga gaser, som leder till spridning av giftig gas till omgivningen. Antaget ämne är svaveldioxid.
S(3)	Olycka med farligt gods-transport med klass 3, brandfarlig vätska, som leder till pölbrand.
S(5)	Olycka med farligt gods-transport med klass 5, oxiderande ämnen och organiska peroxider, vilket leder till en kraftig brand.

## 5 FÖRDJUPAD ANALYS

Riskidentifieringen och den översiktliga bedömningen visar att det finns behov av att göra fördjupade analyser av områdets risknivå med anledning av potentiella farligt gods-olyckor på E18. Grundlig information kring beräkningsförfarande och bakgrundsfakta återfinns i bilagorna.

### 5.1 Farligt gods-olyckor

I analysen har ingen uppdelning gjorts mellan farligt gods-olycka i olika körfält med anledning av att det är svårt att förutsäga hur ett fordon hamnar vid ett olyckstillfälle. Det antas av denna anledning att samtliga olycksfordon hamnar i den vägkant i respektive körbana (norr-/södergående) som ligger närmast aktuellt planområde. Eventuella utsläpp antas spridas obehindrat mot planområdet. Avståndsangivelser för konsekvensområden och förslag på markanvändning utgår från den vägkant på E18 som ligger närmast planområdet. I den fördjupade analysen har det antagits att fördelningen av transporter utefter farligt gods-klass kommer att se likadan ut år 2030 som idag.

#### 5.1.1 Olycksfrekvenser

Utgångspunkten vid olycksfrekvensberäkningarna är de trafikdata som presenterats i avsnitt 4.2. Beräkningarna sker med en metod beskriven i Räddningsverket (1996) och grundar sig på händelseförlopp beskrivna i Bilaga 1. I detta fall har specifika olycksdata för E18 mellan Kungsängen och Brunna (Transportstyrelsen, 2016) använts för att ta fram värdet på parametern "olyckskvot" i modellen. En förfinad uppdelning har gjorts rörande olycksscenariernas omfattning (t.ex. litet, medelstort och stort läckage). Vad som avses med litet, medelstort och stort framgår i Bilaga 1 och 2.

#### 5.1.2 Farligt gods-olycka på E18

Beräknad olycksfrekvens för de i Tabell 5 definierade scenarierna presenteras i Tabell 6.

**Tabell 6. Olycksfrekvens för farligt gods-olycka på E18 intill planområdet.**

Scenario	Frekvens [olyckor/år] efter olyckans omfattning		
	Liten	Medelstor	Stor
S(1)	$2.33 \times 10^{-08}$	$3.98 \times 10^{-09}$	$1.37 \times 10^{-10}$
S(2.1a)	$5.11 \times 10^{-07}$	$2.21 \times 10^{-07}$	$2.19 \times 10^{-07}$
S(2.1b)	$1.01 \times 10^{-07}$	$5.05 \times 10^{-08}$	$5.41 \times 10^{-08}$
S(2.1c)	$1.02 \times 10^{-09}$	$5.11 \times 10^{-10}$	$5.47 \times 10^{-10}$
S(2.3)	$1.50 \times 10^{-08}$	$5.01 \times 10^{-09}$	$4.02 \times 10^{-09}$
S(3)	$3.74 \times 10^{-06}$	$3.74 \times 10^{-06}$	$8.73 \times 10^{-06}$
S(5)	-	-	$1.28 \times 10^{-07}$
<b>Summa</b>		<b><math>1.76 \times 10^{-05}</math></b>	

Olycksfrekvensen för farligt gods-olyckor på E18 är, som framgår i Tabell 6,  $1,76 \times 10^{-05}$  eller "en gång på ca 57 000 år".

### 5.1.3 Konsekvenser

#### **Konsekvensavstånd**

Beräknade konsekvensavstånd, det vill säga det vinkelräta avstånd från väggkant till en punkt på planområdet där en person kan omkomma, redovisas i Tabell 7 för respektive olycksscenario.

**Tabell 7. Beräknade konsekvensavstånd från väggkant till punkt där en person kan omkomma. Innebörden av olyckans omfattning (liten, medelstor, stor) redogörs för i Bilaga 1 och 2.**

Scenario	Konsekvensavstånd [m] efter olyckans omfattning		
	Liten	Medelstor	Stor
S(1)	14	30	79
S(2.1a)	11	15	73
S(2.1b)	10	10	33
S(2.1c)	168	168	168
S(2.3)	11	34	171
S(3)	14	21	30
S(5)	-	-	30

Ungefär hälften av trafiken går på motsatt körbana på E18 och avståndet mellan körbanornas vägkanter (närmast planområdet) är ca 14 meter (Trafikverket, 2015). Detta tas hänsyn till i beräkningarna.

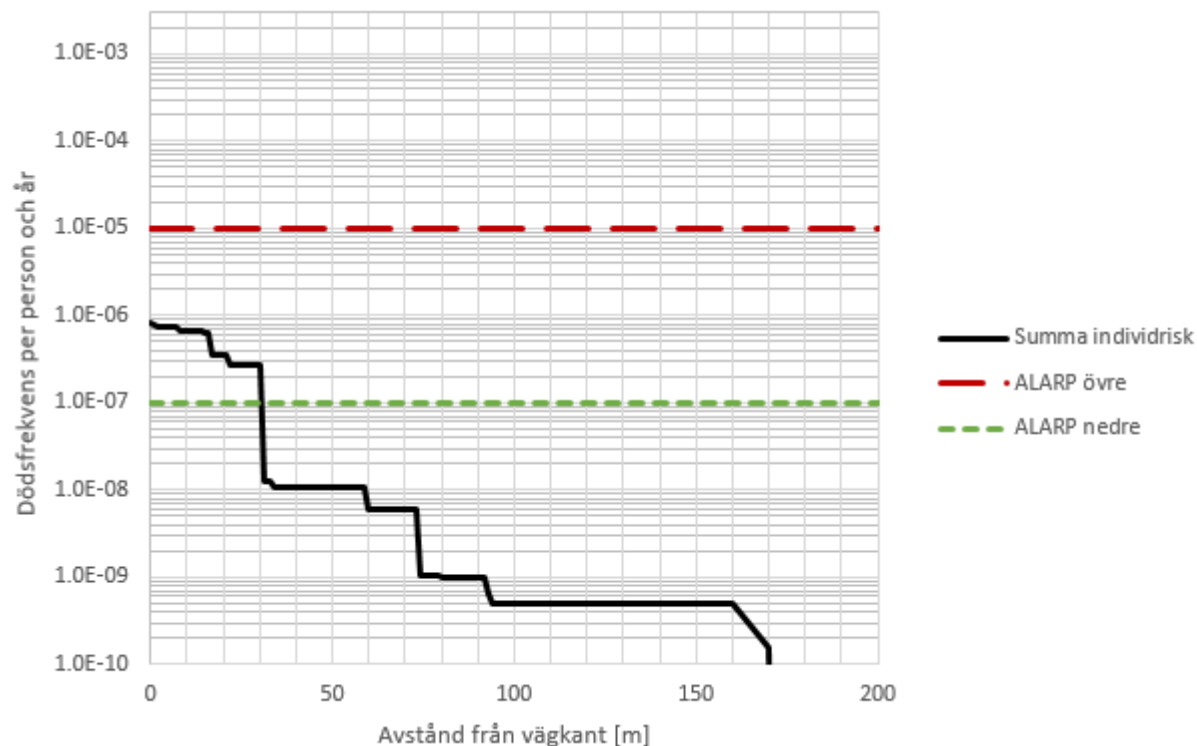
Konsekvensavstånd har beräknats med en handberäkningsmodell för scenario S(1) och med spridningsprogrammet *ALOHA* för övriga scenarier. Ingångsdata återfinns i Bilaga 2. I bilagan finns även en beskrivning av *ALOHA*.

#### **Antal omkomna**

För att beräkna samhällsriskerna har antalet omkomna inom och omkring planområdet beräknats för varje olycksscenario längs en 1 km lång vägsträcka förbi planområdet. Beräkningsförfarandet för antalet omkomna presenteras i Bilaga 3.

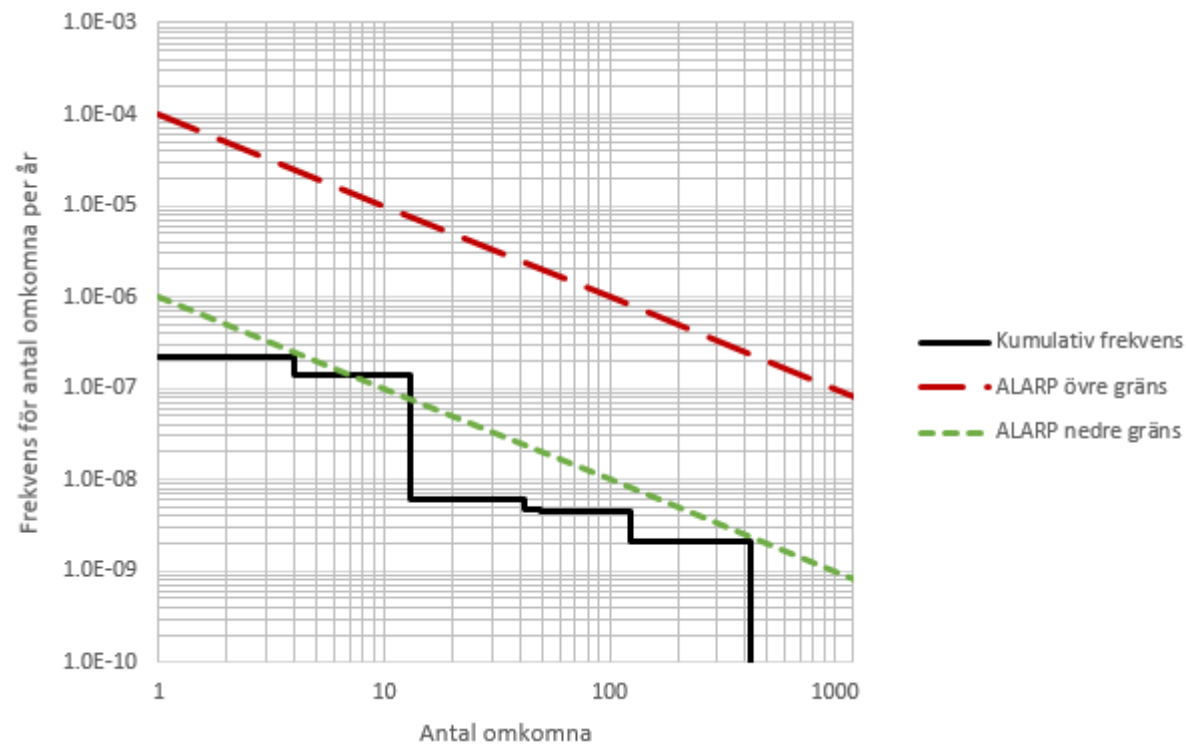
## 6 RESULTAT

Individrisken intill E18 presenteras i Figur 8.



Figur 8. Individrisk intill E18.

Samhällsrisken för planområdet med omgivning presenteras i Figur 9.



Figur 9. Beräknad samhällsrisk för planområdet med omgivning.

## 7 RISKVÄRDERING

I detta avsnitt värderas de beräknade risknivåerna.

### 7.1 Individrisk

Enligt genomförda beräkningar ligger individrisken inom ALARP-området mellan 0 – 30 meter från närmaste väggkant på E18 (se Figur 8). Detta innebär att rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas om ny bebyggelse planeras inom 30 meter. Riskreducerande åtgärder kan exempelvis vara att rekommendera mindre känslig verksamhet, verksamhet där människor inte uppehåller sig längre stunder, skyddsavstånd eller tekniska lösningar.

Längre bort än 30 meter från närmaste väggkant (E18) sjunker individrisken under ALARP-området vilket är en acceptabel risknivå utan att skyddsåtgärder behöver vidtas. I aktuellt planförslag planeras nya byggnader som närmast ca 50 meter från väggkant.

### 7.2 Samhällsrisk

Beräknad samhällsrisk hamnar till största del under ALARP-området (se Figur 9) men för ett fåtal omkomna strax ovanför den nedre gränsen. Det olycksscenario som medför detta är ett stort utsläpp av brandfarlig gas med en fördröjd antändning, S(2.1a). I genomförda spridningsberäkningar för scenariot har det av beräkningstekniska skäl antagits att E18 och planområde inte avskiljs av någon väsentlig barriär. I det planförslag som nu är aktuellt utgör det befintliga berget en sådan barriär mellan bebyggelsen och E18. I södra delen av planområdet är bergets höjd något lägre i vissa avsnitt men där planeras istället ett bullerplank. Den gas som sprids i scenario S(2.1a) är propan, en tung gas. Barriären, som är omkring 5-10 meter hög, kommer att verka som ett fysiskt skydd mot spridningen av propan mot planområdet varför den samhällsrisk som har beräknats sannolikt överskattar riskbidraget från detta scenario. I avsnitt 8 undersöks det närmare vilken effekt detta kan ha på resultatet. Mot bakgrund av detta bedöms inga särskilda riskreducerande åtgärder behövas utan samhällsrisken bedöms som acceptabel.

### 7.3 Åtgärdsförslag

I aktuellt planförslag planeras nya byggnader som närmast ca 50 meter från väggkant (E18) vilket även har antagits i genomförda samhällsriskberäkningar. Givet detta skyddsavstånd är både individ- och samhällsrisk acceptabla, se Figur 8 och Figur 9. Rekommenderad markanvändning presenteras i Tabell 8.

Tabell 8. Rekommenderad markanvändning intill E18.

Avstånd från väggkant [m]	Rekommenderad markanvändning	Zonindelning <sup>5</sup>
0 – 50	<ul style="list-style-type: none"><li>• G – drivmedelsförsörjning (obemannad)</li><li>• L – odling och djurhållning</li><li>• P – parkering (ytparkering)</li><li>• T – trafik</li></ul>	A

<sup>5</sup> Se avsnitt 2.2.2 för zonindelningens innebörd

Avstånd från vägkant [m]	Rekommenderad markanvändning	Zonindelning <sup>5</sup>
50 –	Som ovan samt: <ul style="list-style-type: none"><li>• E – tekniska anläggningar</li><li>• G – drivmedelsförsörjning (bemannad)</li><li>• J – industri</li><li>• K – kontor</li><li>• N – friluftsliv och camping</li><li>• P – parkering (övrig parkering)</li><li>• Z – verksamheter</li><li>• B – bostäder</li><li>• H – detaljhandel</li><li>• O – tillfällig vistelse</li><li>• R – besöksanläggningar</li><li>• S – skola</li></ul>	B och C

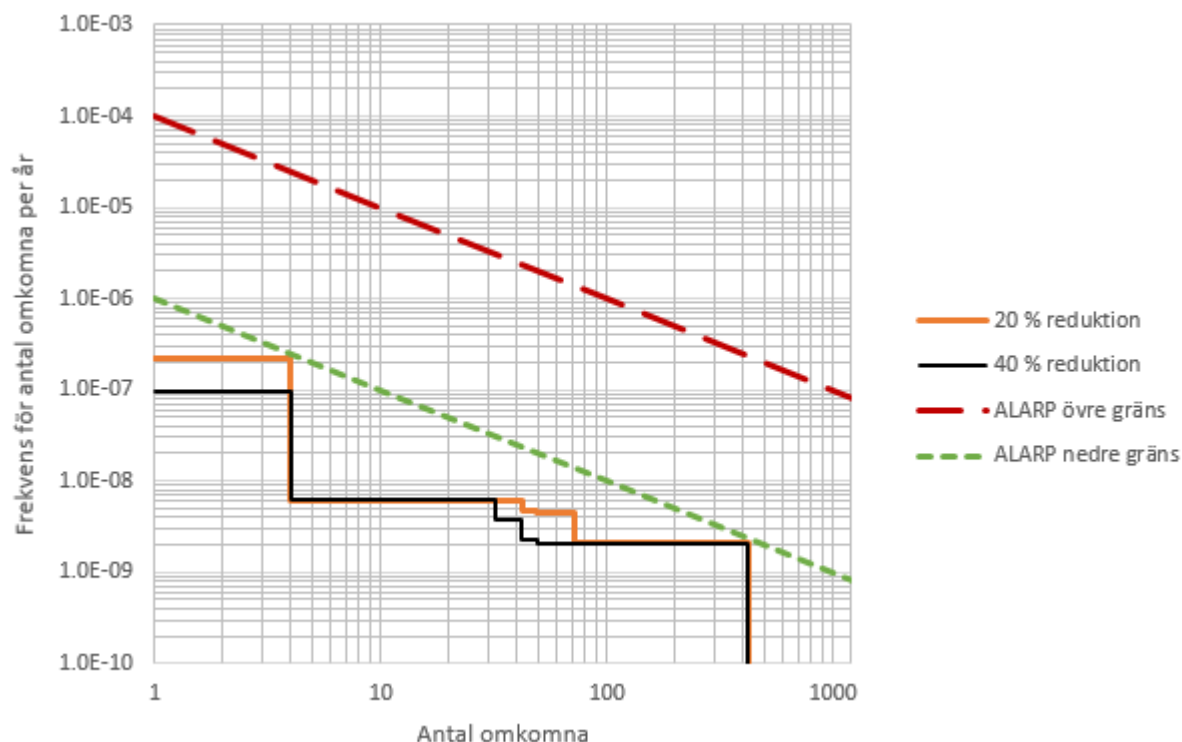
## 7.4 Verifiering av åtgärdsförslag

Åtgärdsförslagets effekt är att byggnader med stadigvarande vistelse uppförs minst 50 meter från vägkant vilket medför att individ- och samhällsrisk blir acceptabla.

## 8 KÄNSLIGHETS- OCH OSÄKERHETSANALYS

I riskutredningar finns alltid ett antal osäkra parametrar. I avsnitt 7.2 identifierades att den barriär som berg och bullerplank utgör mellan E18 och planområdet kommer att verka som ett fysiskt skydd mot spridningen av tung gas mot planområdet och att beräknade konsekvensavstånd därför sannolikt överskattar samhällsrisikbidraget från dessa scenarier.

I en ny studie på barriärers inverkan på tung gas-spridning har det framkommit att barriärer som är omkring sex meter höga kan förkorta konsekvensavstånden med ca 40-60 procent (Busini & Rota, 2014). I studien undersöktes större utsläpp av tryckkondenserad gas än i aktuell utredning men under snarlika väderförhållanden som har antagits för aktuellt planområde. I det följande utförs, mot bakgrund av denna studie, en känslighetsanalys där beräknade konsekvensavstånden vid utsläpp av tung gas, scenario S(2.1a) och S(2.3), reduceras med 20 och 40 procent. Resultatet presenteras i Figur 10.



**Figur 10. Samhällsrisik vid 20 respektive 40 procent kortare konsekvensavstånd från spridning av tung gas på grund av barriär mellan E18 och planområde.**

Samhällsrisiken sjunker i sin helhet under ALARP-området redan vid 20 % kortare konsekvensavstånd från tung gas-spridning vilket antyder att grundberäkningarna sannolikt överskattar samhällsrisiken och att den faktiska samhällsrisiken ligger under ALARP-området.



## 9 SLUTSATS

Syftet med denna riskutredningen har varit att bedöma riskbilden som är förknippad med planerad markanvändning inom planområdet.

Utredningen visar att planerad markanvändning, med nya byggnader som närmast ca 50 meter från närmaste vägkant (E18), är acceptabel.

Rekommenderad markanvändning återges i Tabell 9.

**Tabell 9. Rekommenderad markanvändning intill E18.**

Avstånd från vägkant [m]	Rekommenderad markanvändning	Zonindelning <sup>6</sup>
0 – 50	<ul style="list-style-type: none"><li>• G – drivmedelsförsörjning (obemannad)</li><li>• L – odling och djurhållning</li><li>• P – parkering (ytparkering)</li><li>• T – trafik</li></ul>	A
50 –	Som ovan samt: <ul style="list-style-type: none"><li>• E – tekniska anläggningar</li><li>• G – drivmedelsförsörjning (bemannad)</li><li>• J – industri</li><li>• K – kontor</li><li>• N – friluftsliv och camping</li><li>• P – parkering (övrig parkering)</li><li>• Z – verksamheter</li><li>• B – bostäder</li><li>• H – detaljhandel</li><li>• O – tillfällig vistelse</li><li>• R – besöksanläggningar</li><li>• S – skola</li></ul>	B och C

Upprättad riskutredningen ska ses som ett underlag för det fortsatta planarbetet och föreslagna åtgärder bör utgöra underlag till planbestämmelser.

<sup>6</sup> Se avsnitt 2.2.2 för zonindelningens innebörd

## 10 LITTERATURFÖRTECKNING

- Alonso, F. (2006). Characteristic overpressure–impulse–distance curves for the detonation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 19 (2006), ss. 724–728.
- Brandteknik, Lunds tekniska högskola. (2005). *Brandskyddshandboken, rapport 3134*. Lund.
- Busini, & Rota. (2014). *Influence of the shape of mitigation barriers on heavy gas dispersion*. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 29, 2014, Pages 13-21.
- Center for Chemical Process Safety. (2000). *Guidelines for Chemical Process Quantative Risk Analysis*. New York: American Institute of Chemical Engineers.
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor*. Stockholm: Försvarets Forskningsanstalt.
- Fréden, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Rapport 2001:15*. Stockholm: Banverket.
- Fresenius Kabi. (den 13 November 2015). Hämtat från Information om farlig verksamhet: <http://www.fresenius-kabi.se/Fresenius-Kabi/Vara-produktionsanlaggningar/Produktion-Sverige/Fabrik-Brunna/Information-om-farlig-verksamhet/>
- Försvarsmakten. (2015). *Kungsängens övnings- och skjutfält samt Rosersbergs övningsfält - omgivningspåverkan*.
- HMSO. (1991). *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Londo: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer. Samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*. Stockholm.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2003). *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2003b). *Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?* Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* .
- Länsstyrelsen Stockholms Län. (2017). *WebbGIS planeringsunderlag*. Hämtat från <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>
- Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligtgods*.
- MSB. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter, September 2006*.
- MSB. (09 2006). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskap - MSB*. Hämtat från Transport av farligt gods på väg och järnväg: [https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/farligt\\_goods/rapporter/Kart%C3%A4ggning%20av%20farligt%20godstransporter%20September%202006%20m%20bilagor.pdf](https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/farligt_goods/rapporter/Kart%C3%A4ggning%20av%20farligt%20godstransporter%20September%202006%20m%20bilagor.pdf) den 20 november 2012

- Nilsson, G. (1994). *Vägtransporter med farligt gods - Farligt gods i vägtrafikolyckor*. VTI rapport.
- NOAA. (2013). *ALOHA Areal Locations of Hazardous Technical Documentation*:  
[http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA\\_Tech\\_Doc.pdf](http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA_Tech_Doc.pdf). Seattle, WA:  
DEPARTMENT OF COMMERCE • National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) .
- OGP. (2010). *International Association of Oil & Gas Producers*. Hämtat från Vulnerability of humans:  
<http://www.ogp.org.uk/pubs/434-14.pdf>
- Purdue University. (2009). *Department of Chemistry*. Hämtat från Poison gases:  
<http://www.chem.purdue.edu/chemsafety/chem/poisongases.htm>
- Purdy, G. (1993). *Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, vol 3, p. 229-259.
- Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - riskbedömning vid transport- Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg och järnväg*. Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Statens Räddningsverk.
- Räddningsverket. (1998). *Farligt gods på vägnätet - underlag för samhällsplanering*. Karlstad: Räddningsverket.
- SCB. (2010). *Tätorter 2010*. Hämtat från Sveriges officiella statistik, sid 19:  
[http://www.scb.se/Statistik/MI/MI0810/2010A01/MI0810\\_2010A01\\_SM\\_MI38SM1101.pdf](http://www.scb.se/Statistik/MI/MI0810/2010A01/MI0810_2010A01_SM_MI38SM1101.pdf)
- SFS 2010:900. (2010). *Plan- och bygglag (SFS 2010:900)*.
- SMHI. (2014). *Normal årsmedeltemperatur*. Hämtat från  
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.3973>
- SMHI Öppna data. (den 06 November 2015). Hämtat från Vindriktning och vindhastighet, timvärde:  
<http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore>
- Topia. (2017). *Rankhus, Sektioner, 170607*.
- Trafikanalys. (2016). *Lastbilstrafik 2015 Statistik 2016:27*.
- Trafikverket. (2015). *Vägtrafikflödeskartan*. Hämtat från <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>
- Trafikverket. (2015b). *Trafikuppräkningsstal för EVA 2010-2030-2050*. Hämtat från  
[http://www.trafikverket.se/contentassets/161d304666da4bbdb659117ed2a2a29a/trafikupprakningstal\\_eva\\_150401.pdf](http://www.trafikverket.se/contentassets/161d304666da4bbdb659117ed2a2a29a/trafikupprakningstal_eva_150401.pdf)
- Transportstyrelsen. (2016). *Olycksstatistik från Strada*.
- Upplands-Bro kommun. (2009). *Detaljplaneprogram för Rankhusområdet*.
- VROM. (2005). *Guidelines for storage of organic peroxides. Publication series on Dangerous Substances*. Holland: Ministerier van VROM.

## BILAGA 1 – FREKVENSBERÄKNING FARLIGT GODS

De beräkningsmetoder och indata som används för att beräkna olycksfrekvenser på farligt gods-lederna presenteras i denna bilaga. En olycka med en farligt gods-transport kan leda till olika följdhändelser såsom punktering, läckage, antändning etc. Sannolikheten för dessa följdhändelser behöver uppskattas för att kunna uttala sig om hur olyckan bidrar till planområdets risknivå.

### Olycksfrekvens

Det som avses med farligt gods-olycka i detta fall är att en trafikolycka inträffar och att ett fordon som transporterar farligt gods är inblandat och att åverkan sker på dess last.

För att uppskatta en olycksfrekvens nyttjas en modell som tagits fram av Räddningsverket (1996), nuvarande MSB. Modellen är en indexmodell som grundar sig på bland annat hastighetsbegränsning, vägtyp och antalet filer. Förutsättningarna i aktuell utredning gäller de för E18 (110 km/h) förbi planområdet.

Trafikarbetet som utförs på vägen beräknas via:

$$\text{ÅDT (se avsnitt 4.2)} \times 365 \text{ (dygn)} \times 1 \text{ (km)} = \text{antal miljoner fordonskilometer per år.}$$

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = \text{Olyckskvot} \times \text{Totalt trafikarbete} \times 10^{-6}$$

Utifrån modellens beräkningsmatris (Räddningsverket, 1996) kan olyckskvoten, andelen singelolyckor och index för farligt gods-olycka bestämmas.

För att ta fram en lämplig olyckskvot har platsspecifik statistik för E18 från STRADA använts (Transportstyrelsen, 2016). På aktuell sträcka av E18 (1,5 km) har 35 olyckor med motorfordon rapporterats mellan åren 2003 och 2016. Detta ger en olyckskvot som är 0,13 olyckor per fordonskilometer, vilket är lägre än schablonvärdet för den aktuella vägtypen.

Andelen fordon skyltade med farligt gods beräknas med:

$$X = \frac{\text{ÅDT farligt gods}}{\text{ÅDT totalt}}$$

Antal fordon med farligt gods som är inblandade i trafikolyckor per år beräknas med sambandet:

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

där:

O = Antalet förväntade trafikolyckor på aktuell vägsträcka

Y = Andelen singelolyckor

X = Andelen fordon skyltade som farligt gods

Slutligen kan antalet farligt gods-olyckor beräknas med sambandet:

$$\text{Index farligt gods-olycka} \times \text{Antal fordon med farligt gods inblandade i trafikolyckor per år}$$

### Fördelning mellan olika farligt gods-klasser

Olycksfrekvensen antas vara oberoende av vilken typ av farligt gods som transporteras och därför proportionell mot transportarbetet för den farligt gods-klassen.

### Frekvenser för utsläpp och antändning

I detta avsnitt presenteras med vilka frekvenser som farligt gods-olyckor leder till konsekvenser som utsläpp och/eller spridning och antändning.

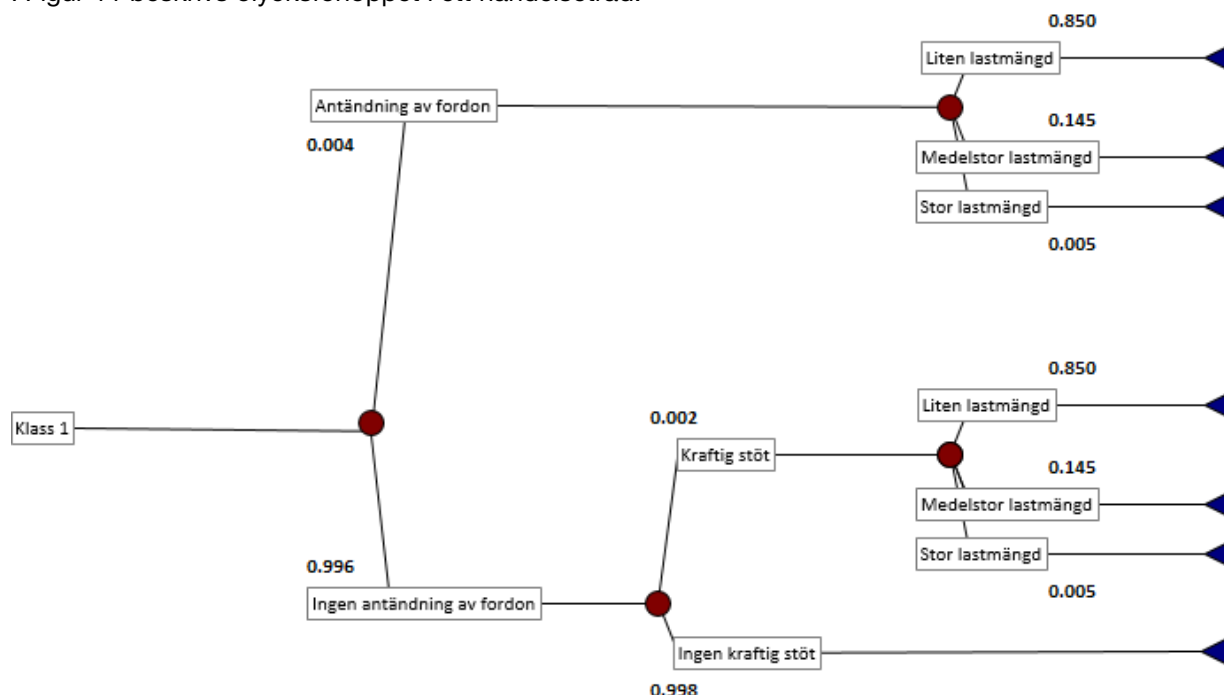
### Explosiva ämnen och föremål (klass 1)

Andelen explosiva ämnen som transporteras är låg men konsekvenserna av explosioner kan bli omfattande. Antändning av explosiva ämnen som transporteras kan i huvudsak ske på två sätt: yttre krafter eller via en tändkälla. Sannolikheten för att brand ska uppstå vid en farligt gods-olycka har uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Antagandet görs att en sådan brand alltid leder till en explosion av lasten även om tid finns att släcka branden i tidigt skede. Sannolikheten att ämnet omedelbart detonerar till följd av krafterna från en kollision har uppskattats till mindre än 0,2 % (HMSO, 1991). Fördelningen över hur vanligt förekommande olika lastmängder är framgår i Tabell 10.

**Tabell 10. Lastmängder för farligt gods-transporter (klass 1).**

Lastmängd [kg]	Andel [-]	Kommentar
16000	0,5 %	Uppskattning utifrån statistik över genomfartstransporter (MSB, 2006). Mycket hög lastmängd, anses utgöra ett värsta scenario.
150-1500	14,5 %	-
<150 kg	85 %	Huvuddelen av transporterarna bedöms vara <150 kg.

I Figur 11 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.



**Figur 11. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 1.**

## Tryckkondenserade gaser (klass 2)

Ämnen i klass 2 transporteras främst som tryckkondenserade gaser och behållarnas väggar har större tjocklek för att klara de påfrestningar som de utsätts för under normala förhållanden. Det har påvisats att sannolikheten att punktera sådana behållare är 1/30 av sannolikheten för tunnväggiga behållare avsedda för transporter av farligt gods (Räddningsverket, 1996). Omfattningen av ett läckage beror på hålstorleken. Hålstorlekarna som bedöms kunna uppstå presenteras i Tabell 11.

**Tabell 11. Hålstorlekar och sannolikhet att de uppkommer. I Räddningsverket (1996) anges massflödet för litet, medelstort och stort utsläpp från gasoltank. Med kännedom om massflöde och ämne har de hålstorlekar som ger upphov till litet, medelstort och stort utsläpp kunnat bestämmas.**

Hålstorlek [cm <sup>2</sup> ]	Sannolikhet
0,1	62,5 %
0,8	20,8 %
16,4	16,7 %

## Olycka med brännbara gaser

För brännbara gaser (antag propan) bedöms ett utsläpp kunna resultera i fyra scenarier:

- Ingen antändning
- Fördröjd antändning av gasmoln
- Jetflamma
- BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion)

Om den trycksatta gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och sedan antänds. Om gasen antänds omedelbart efter läckage uppstår en jetflamma. Sannolikheten för antändning givet läckage uppskattas utifrån data i (Purdy, 1993) och presenteras i Tabell 12.

**Tabell 12. Sannolikhet för antändning givet en viss utsläppsmängd.**

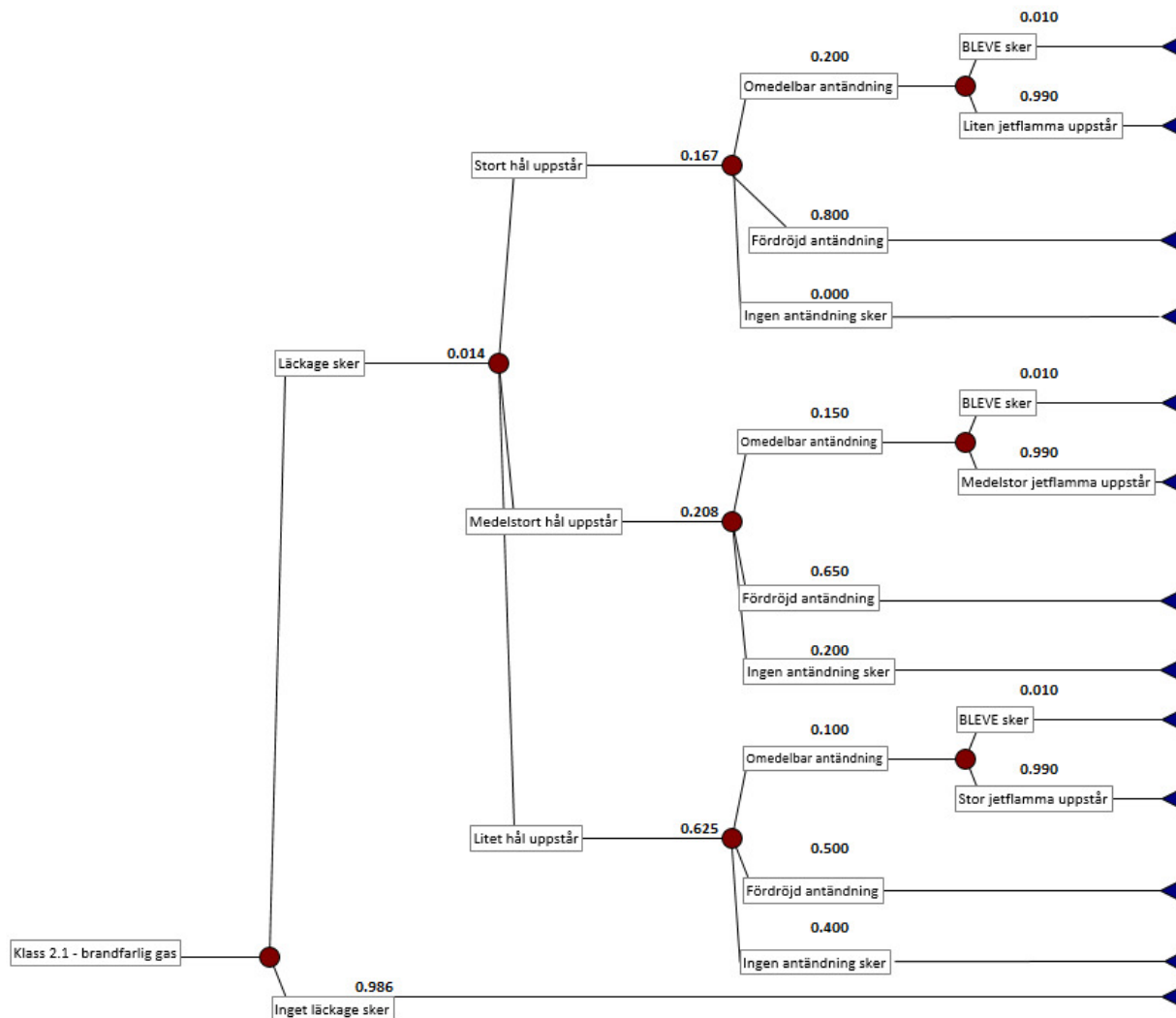
Scenario	Sannolikhet för antändning	Kommentar
Fördröjd antändning av gasmoln	50 % vid utsläpp < 1500 kg (litet utsläpp) 65 % vid utsläpp = 1500 kg (medelstort utsläpp) <sup>7</sup> 80 % vid utsläpp > 1500 kg (stort utsläpp)	-
Jetflamma	10 % vid utsläpp < 1500 kg (litet utsläpp) 15 % vid utsläpp = 1500 kg (medelstort utsläpp) <sup>7</sup> 20 % vid utsläpp > 1500 kg (stort utsläpp)	-

BLEVE är mycket ovanligt och kan endast inträffa om gasbehållarnas säkerhetsventil saknas eller är otillräcklig och gasbehållaren utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid. Eftersom

<sup>7</sup> Sannolikheten uppskattas med linjär interpolation mellan sannolikheterna vid litet (< 1500kg) och stort (> 1500 kg) utsläpp.

sannolikheten för BLEVE är väldigt liten och svårkalkylerad men konsekvensen kan bli mycket stor så ansätts sannolikheten till 1 %.

I Figur 12 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.

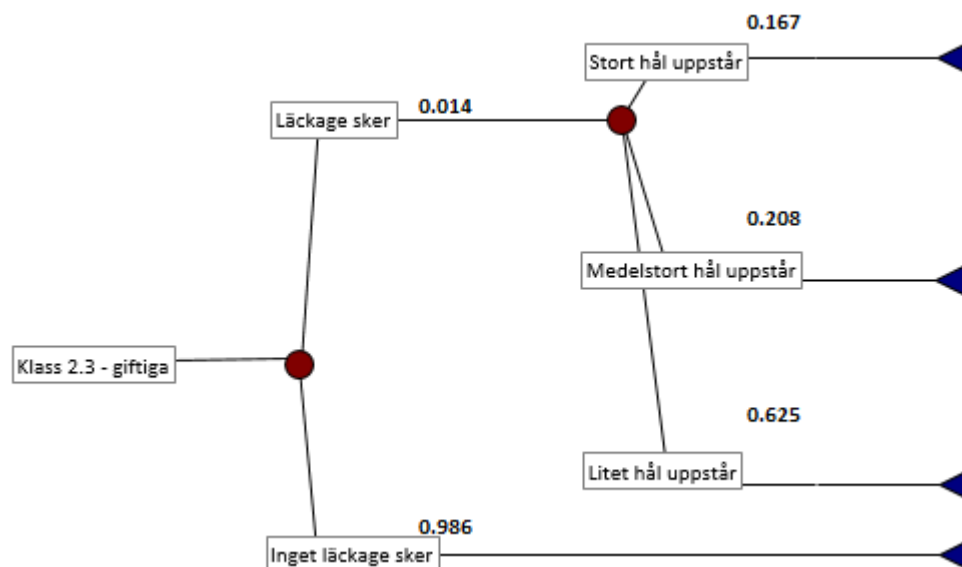


Figur 12. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 2.1.

### Olycka med giftiga gaser

Giftiga gaser-utsläpp ger störst konsekvens åt det håll som vinden blåser. Spridningen gynnas av ökad vindstyrka. Vindriktningen antas ligga mot aktuellt planområde. Det farliga gods som anses representativt (för transport på väg) är den giftiga gasen svaveldioxid.

I Figur 13 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.



Figur 13. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 2.3.

### Brandfarliga vätskor (klass 3)

För att en olycka med klass 3 ska leda till större konsekvenser måste både läckage och antändning av den brandfarliga vätskan ske. I huvudsak transporteras bensin och diesel i denna klass. Eftersom diesel, till följd av dess låga flampunkt, inte lika enkelt antänds så anses bensin som representativt i klassen. Sannolikheten för att en olycka med farligt gods-transport inblandad leder till läckage har bedömts vara 42 % för den aktuella vägtypen och hastigheten (Räddningsverket, 1996). Vidare har sannolikheten för antändning givet läckage uppskattats till 3,3 % (HMSO, 1991).

Sannolikheten för att brand ska uppstå vid en farligt gods-olycka har som tidigare nämnts uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Det antas att hälften av dessa bränder sprider sig till lasten. I händelse av att en brand sprider sig till lasten antas att branden blir stor. En stor pöl bedöms utgöras av en pöl med arean 400 m<sup>2</sup> (värsta tänkbara scenario). Pölens storlek är en uppskattning baserad på topografin intill vägen och att en full tank töms. Det finns mjukgjorda ytor och diken intill vägen vilket bidrar till minskad pölstorlek i jämförelse med enbart hårdgjorda ytor (Räddningsverket, 1998). Intill E18 är en stor del av planområdet beläget på en högre plushöjd (ovanpå berg).

En medelstor pöl bedöms motsvara en 200 m<sup>2</sup> stor pöl och en liten pöl 50 m<sup>2</sup>.

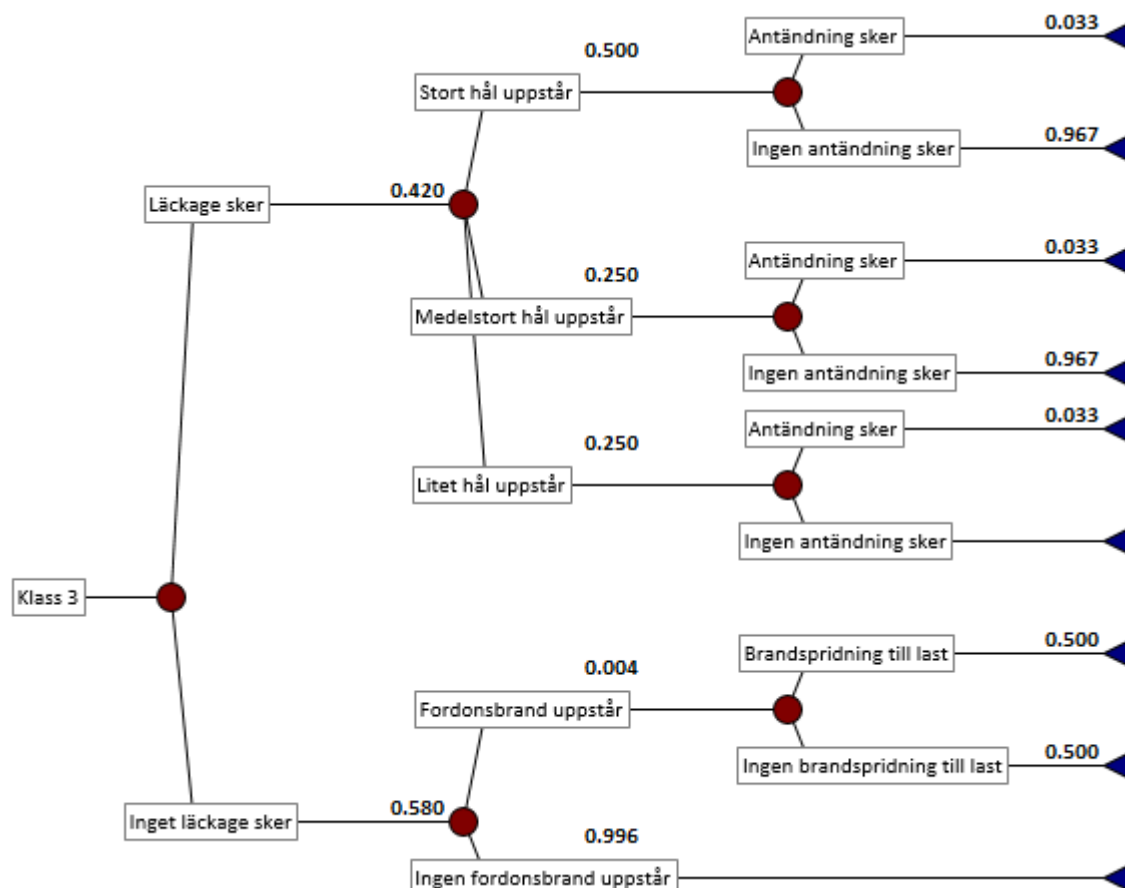
Storleksfördelningen för en pöl givet läckage presenteras i Tabell 13.

Tabell 13. Sannolikhet för olika pölstorlekar givet läckage.

Uppskattad pölstorlek [m <sup>2</sup> ]	Sannolikhet (Räddningsverket, 1996)
50	25 %
200	25 %
400	50 %

I Figur 14 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.



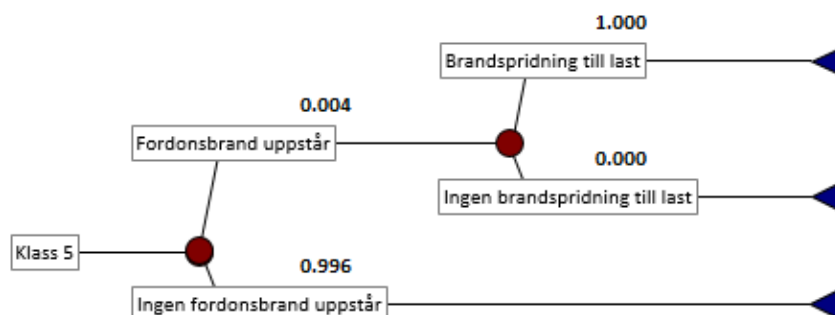


Figur 14. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 3.

### Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

Denna klass utgörs av ämnen som är brandfrämjande och/eller instabila. Ammoniumnitrat är ett vanligt ämne i klass 5 som används som gödningsämne och anses representativt för klass 5 (VROM, 2005). För att en brand ska uppstå givet en olycka i denna klass krävs att farligt gods-olyckan leder till antändning. Sannolikheten för antändning har uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Antändning antas alltid leda till brandspridning till lasten. Detta bör överskatta sannolikheten eftersom det normalt finns tid att påbörja släckningsarbete.

Sannolikhet för att en explosion ska ske anses vara så liten att dess risknivåbidrag kan försummas. Det ska råda mycket speciella förutsättningar för att en sådan olycka ske: blandning med diesel från tank som sprungit läck ska ske och branden ska pågå under en längre tid. Explosion med en sådan blandning analyseras därför inte vidare. I Figur 15 beskrivs brandförloppet i ett händelsetråd.



Figur 15. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 5.

## BILAGA 2 – KONSEKVENSBERÄKNING FARLIGT GODS

För att tydliggöra hur olyckshändelser påverkar människor och omgivning inom aktuellt område presenteras inledningsvis i denna bilaga vad det är som är orsaken till skada. För att ta reda på hur många som kan förväntas omkomma i händelse av att ett olycksscenario realiserar behöver olyckans konsekvensområde beräknas.

Konsekvensområdet för varje scenario representeras i de kommande beräkningarna av en yta som sträcker sig från vägen ut över området. För att beräkna denna yta måste konsekvensavståndet längs med vägen (parallellt) samt från vägen (vinkelrätt) beräknas först.

För att bedöma konsekvenserna från farligt gods-olyckor genomförs spridningsberäkningar i datorprogrammet *ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres)*. Programmet lämpar sig särskilt för beräkning av konsekvenser av läckage från trycksatta tankar och tankar med brandfarliga vätskor (NOAA, 2013).

Beräkningar av övertryck till följd av detonation med explosiva ämnen (klass 1) görs med hjälp av korrelationer framtagna av Alonso et al. (2006) eftersom *ALOHA* saknar stöd för detta.

### Gränsvärden

#### Värmestrålning

Vid brand avges energi från flammorna till omgivningen delvis i form av strålning. I Tabell 14 presenteras kritiska strålningsnivåer och vilka effekter de ger på omgivningen.

**Tabell 14. Effekter vid olika strålningsnivåer (Brandteknik, Lunds tekniska högskola, 2005)**

Strålningsnivå [kW/m <sup>2</sup> ]	Effekt
10	Normalt glas spricker
15	Maximal strålningsnivå för oklassat fönster och för kortvarig exponering vid utrymning enligt nybyggnadsregler
25	100 % dödsfall vid kortvarig exponering
42	Spontan antändning av cellulosamaterial efter ca 5 sekunder

Med stöd i dessa strålningsnivåer ansätts den strålningsnivå då personer förväntas omkomma till 15 kW/m<sup>2</sup>. Detta antas gälla vid en något längre exponering, mer än enbart några sekunder. Lägre strålningsnivå än så ger inga omkomna. Det har ansetts sannolikt att omkomma av även kortvarig exponering om strålningseffekten är uppåt 35 kW/m<sup>2</sup> (OGP, 2010). I samma rapport anges att en strålningseffekt på 25 kW/m<sup>2</sup> troligen ger dödsfall efter en något längre exponering. I aktuell analys antas att 25 kW/m<sup>2</sup> ger 100 % dödsfall vid kortvarig exponering (mindre än 10 s). Sådan exponering är aktuell vid exempelvis BLEVE.

Vid fördröjd antändning av utsläppt gas är exponeringen ännu kortare, någon tiondels sekund (Center for Chemical Process Safety, 2000). Effekten av värmestrålningen på omgivningen är således väsentligt lägre i jämförelse med exempelvis effekten från en pölbrand (Center for Chemical Process Safety, 2000). Det antas i denna konsekvensberäkning att samtliga personer omkommer i områden där blandningen av den brännbara gasen och luften ligger över 60 % av gasens lägre brännbarhetsgräns.

## Giftig gas

Den giftiga gas som kan medföra stora konsekvenser och anses vara sannolik för transport på väg är svaveldioxid (SO<sub>2</sub>). Den koncentration av svaveldioxid som bedöms leda till dödsfall i 50 % av fallen (LC50) är 2520 ppm (Purdue University, 2009). Det antas att samtliga som utsätts för denna koncentration dör medan en lägre koncentration inte ger några dödsfall.

## Explosioner

Vid en explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1) kan människor i området omkomma till följd av det infallande övertrycket. Hälften (LP50) av de som utsätts för ett övertryck på 260 kPa kan förväntas omkomma (FOA, 1998).

## Allmänna indata

I Tabell 15 redovisas allmänna indata som ligger till grund för genomförda beräkningar.

**Tabell 15. Allmänna indata för konsekvensberäkningar i ALOHA.**

Variabel	Ingångsvärde
Atmosfärstryck [Pa]	101325
Densitet på luft [kg/m <sup>3</sup> ]	1,29
Tyngdacceleration, [m/s <sup>2</sup> ]	9,81
Medeltemperatur [°C]	5 (SMHI, 2014) (medeltemperatur)
Medelvind [m/s]	3,2 (SMHI Öppna data, 2015) I ca 60 % av fallen ligger vinden mot planområdet. (SMHI Öppna data, 2015)
Stabilitetsklass	C
Molnighet	Delvis molnigt
Tankvolym för tryckkondenserad gas	Ca 35 m <sup>3</sup>
Tankvolym för vätska under atmosfärstryck	Ca 45 m <sup>3</sup>

## Konsekvensområden

### Explosiva ämnen (klass 1)

Konsekvensområdet vid explosion beräknas för varje lastmängd explosiva ämnen som anges i Tabell 10. Beräkningarna bygger på ett samband mellan mängden explosivt ämne och det övertryck och den impulstäthet som uppstår vid ett visst avstånd från detonationen (Alonso, 2006). Resultatet presenteras i Tabell 16.

**Tabell 16. Avstånd till dödligt övertryck (LP50 = 260 kPa) från detonationens centrum givet olika mängder explosivt ämne.**

Mängd explosivt ämne [kg]	Konsekvensavstånd längs med vägen [m]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot vägen [m]
150 kg	28	14
1500 kg	60	30
16000 kg	158	79

### Brandfarlig gas (klass 2.1)

Konsekvensområdet vid läckage med brandfarlig gas simuleras i *ALOHA* med ämnet propan för samtliga hålstorlekar som angivits i Tabell 11. Vid konsekvensberäkningarna ligger vinden i riktning mot området. Resultaten presenteras i Tabell 17 - Tabell 19.

**Tabell 17. Konsekvensområden för olika hålstorlekar givet fördröjd antändning av gasmoln.**

Hålstorlek [cm <sup>2</sup> ]	Konsekvensavstånd längs med väg [m]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot vägen [m]
0,1	11	11
0,8	15	15
16,4	74	73

**Tabell 18. Konsekvensområden för olika hålstorlekar givet jetflamma.**

Hålstorlek [cm <sup>2</sup> ]	Konsekvensavstånd längs med väg [m]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot vägen [m]
0,1	10	10
0,8	20	10
16,4	58	33

**Tabell 19. Konsekvensområdet för en BLEVE.**

Mängd	Konsekvensavstånd längs med väg [m]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot vägen [m]
Halvfull tank med propan (ca 8 ton)	336	168

### Giftig gas (klass 2.3)

Konsekvensområdet vid läckage med giftig gas simuleras i *ALOHA* med ämnet svaveldioxid för samtliga hålstorlekar som angivits i Tabell 11. Resultaten presenteras i Tabell 20.

**Tabell 20. Konsekvensområden för olika hålstorlekar givet svaveldioxid-läckage.**

<b>Hålstorlek [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>Konsekvensavstånd längs med väg [m]</b>	<b>Konsekvensavstånd vinkelrätt mot vägen [m]</b>
0,1	11	11
0,8	34	34
16,4	130	171

### **Brandfarlig vätska (klass 3)**

Konsekvensområdet vid läckage med brandfarlig vätska simuleras i *ALOHA* med ämnet bensin för samtliga pölstorlekar som angivits i Tabell 13. Resultaten presenteras i Tabell 21.

**Tabell 21. Konsekvensområden för olika pölstorlekar givet läckage.**

<b>Pölstorlek [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Konsekvensavstånd längs med väg [m]</b>	<b>Konsekvensavstånd vinkelrätt mot vägen [m]</b>
50	29	14
200	42	21
400	60	30

### **Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)**

Konsekvensområdet vid brand i en farligt gods-transport med klass 5 antas representeras av det konsekvensområde som uppstår för brandfarlig vätska med största pölstorlek (värsta scenario) enligt Tabell 13. Därför genomförs inga separata konsekvensberäkningar för olyckor i denna klass utan konsekvensområdet kan ses i sista raden i Tabell 21.

## BILAGA 3 – RISKBERÄKNING FARLIGT GODS

De två riskmått som kvantifieras i denna riskutredning är individ- och samhällsrisk. Dessa kan beräknas först efter att olycksfrekvenser och konsekvensavstånd har beräknats. I denna bilaga beskrivs hur individ- och samhällsrisk tas fram.

### Individrisk

Individrisk är en platsspecifik risk som anger med vilken frekvens en enskild individ förväntas omkomma under ett år på en specifik plats. Individrisken betraktas i aktuellt fall i en dimension: vinkelrätt mot en transportleds sträckning och för en fiktiv person som befinner sig utomhus och inomhus. För att förstå hur individrisken beräknas beskrivs här ett exempel på individriskbidraget från transport med brandfarlig vätska till ett visst avstånd från vägen.

Det scenario som betraktas är en olyckshändelse som leder till en stor pölbrand. Längs området förväntas en sådan olycka inträffa med en viss frekvens. En olycka med brandfarlig vätska som leder till en stor brand gör att samtliga som befinner sig inom  $x$  meter från brandens centrum omkommer. Bidraget till risknivån blir för detta scenario (inom  $x$  meter från väggkant) lika med olycksfrekvensen inom konsekvensavståndet längs med vägen, i aktuellt exempel olycksfrekvensen längst ca  $2x$  meter. Eftersom olycksfrekvensen förbi området är beräknad för 1 km justeras denna frekvens till den som gäller för  $2x$  meter (d.v.s. multipliceras med  $2x/1000$ ). Beräkningsgången upprepas sedan för olycka involverande respektive farligt gods-klass och omfattningen av olyckan (t.ex. litet, medelstort, stort läckage). Slutligen summeras individriskbidragen vid avstånden 1, 2, 3, ..., meter o.s.v. från väggkant och förs in i ett individriskdiagram.

### Samhällsrisk

Samhällsrisk anger med vilken frekvens ett visst antal dödsfall förväntas inom planområdet med omgivning per år. Samhällsrisk ökar med bland annat ökad längd på området, större konsekvensområden (ytor) och högre befolkningstäthet. Den samhällsrisk som olyckan i föregående stycke (stor pölbrand) ger upphov till utgörs av ett område som sträcker sig  $x$  meter från väggkant och ca  $2x$  meter längs med vägen. Ytan har arean ( $\pi x^2$ ). Om befolkningstätheten inom området är exempelvis  $y$  personer/km<sup>2</sup> och personerna förväntas vara homogent utspridda inom området kommer antalet personer som omkommer till följd av olyckan att bli:  $\pi x^2 y \times 10^{-6} = z$  personer. Den frekvens med vilken detta inträffar ( $z$  omkomna till följd av olycka med brandfarlig vätska som leder till stor pölbrand) är lika med olycksfrekvensen längs en 1 km lång sträcka. Flera av olyckshändelserna relaterade till farligt gods ger upphov till ett visst antal omkomna. För varje antal omkomna (1, 2, 3, ..., omkomna) summeras med vilken frekvens det antalet omkommer. Slutligen förs detta in i ett så kallat F/N-diagram.