

# Riskutredning - Farligt gods

Harberget Kristinehamn

**Uppdrag** Riskanalys farligt gods Harberget, Kristinehamn  
**Uppdragsnummer** 30055694-600  
**Kund** Fortifikationsverket  
**Datum** 2023-08-29  
**Upprättad av** Fanny Selin och Oskar Zubac  
**Kontrollerad av** Olle Andersson  
**Uppdragsansvarig** Anders Öreberg

**Dokumentreferens** \\sweco.se\se\mma01\projekt\23800\30055694\_äta\_underlag\_för\_dp\_harberget\_kristinehamn\600\_riskanalys\_farligt\_gods\07\_arbetsmaterial\230829\_riskutredning\_farligt\_gods\_harberget\_kristinehamn.docx

# Innehållsförteckning

1.	Inledning .....	1
1.1	Syfte och mål.....	1
1.2	Omfattning .....	1
1.3	Avgränsningar .....	1
1.4	Kvalitetsplan .....	2
2.	Metod och arbetsgång.....	3
2.1	Begrepp och definitioner .....	3
2.2	Metod för riskidentifiering .....	5
2.3	Metod för riskuppskattning .....	6
2.4	Metod för riskvärdering.....	6
2.5	Valda riskkriterier .....	9
2.6	Hantering av osäkerheter .....	10
3.	Verksamhets- och områdesbeskrivning .....	11
3.1	Verksamhetsbeskrivning .....	11
3.2	Områdesbeskrivning.....	11
4.	Riskidentifiering .....	14
4.1	E18 .....	14
4.2	Beskrivning av ADR-klasser och risker .....	15
5.	Riskuppskattning och värdering .....	17
5.1	Uppskattning av frekvenser.....	17
5.2	Individrisk.....	17
5.3	Samhällsrisk .....	19
5.4	Samlad bedömning av riskuppskattning och riskvärdering .....	20
6.	Riskreducerande åtgärder .....	21
7.	Slutsats.....	22
8.	Referenser.....	23

## Bilaga - Beräkningar

A - Förutsättningar

B - Sannolikhetsbedömningar

C - Konsekvensbedömningar

D - Samhällsrisk

# 1. Inledning

Försvarmakten är under tillväxt. Enligt regeringsbeslut 17 december 2020 ska Försvarmakten inrätta ett antal nya regementen, vilka Fortifikationsverket har till uppgift att planera för och anlägga. Ett av de nya regementena är Bergslagens artilleriregemente A 9 i Kristinehamn. Den beslutade placeringen av regementet är på Harberget i sydöstra Kristinehamn. Fortifikationsverket har med stöd av Sweco 2022-2023 genomfört en fördjupad inplaceringsstudie, vilket utgör grund för en ny detaljplan.

Denna utredning redogör riskbilden för området med hänsyn till olycksrisker förknippade med transport av farligt gods på närliggande väg, Europaväg 18 (E18) och utgör ett av underlagen till detaljplanen.

Riskutredningen är upprättad av Civilingenjör Fanny Selin och Civilingenjör Oskar Zubac samt kvalitetssäkrad av Brandingenjör Olle Andersson.

## 1.1 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att beakta riskhanteringsprocessen för fastigheten med närhet till väg med transport av farligt gods för att möjliggöra föreslagen byggnation enligt Plan- och bygglagen (2010:900).

Målet är att genom riskutredningen presentera riskbilden för området baserat på de beaktade riskkällorna. Utifrån detta är målet att bedöma huruvida den aktuella risknivån kan anses acceptabel eller inte, samt att vid behov presentera riskreducerande åtgärder som erfordras för att erhålla en acceptabel risknivå.

## 1.2 Omfattning

Denna riskutredning omfattar följande delmoment:

- Områdes- och verksamhetsbeskrivning
- Riskidentifiering
- Riskuppskattning och värdering
- Vid behov föreslås riskreducerande åtgärder

De resultat som presenteras i riskutredningen gäller endast under de förutsättningar som specificeras i rapporten. Vid ändrade förutsättningar, till exempel om andra riskkällor tillkommer nära området, kan denna riskutredning behöva revideras.

## 1.3 Avgränsningar

Riskutredningen är begränsad till utredning av risker förknippade med närliggande transporter med farligt gods på väg, och dess inverkan på den aktuella fastigheten. Andra eventuella riskkällor som skulle kunna påverka den totala riskbilden för området ingår inte i denna riskutredning.

De risker som beaktats är plötsliga olyckor som kan leda till utsläpp av farligt gods, och som kan innebära livshotande konsekvenser för tredje person. I denna riskutredning beaktas inte egendomsskador, naturskador, extraordinära händelser eller långtgående dominoeffekter. Övriga hälsorisker, som exempelvis buller, utreds inte i denna riskutredning.

## 1.4 Kvalitetsplan

SWECO Brand- och Riskteknik är certifierade enligt 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 arbetsgång

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

### 2.1 Begrepp och definitioner

I en riskutredning används vanligen ett flertal olika begrepp för att beskriva olika olyckshändelser och delar av utredningen. Nedan förtydligas de begrepp som använts i denna riskutredning.

*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, exempelvis i form av antal omkomna.

*Riskutredning* avser både genomförande av *riskanalys* och *riskvärdering*.

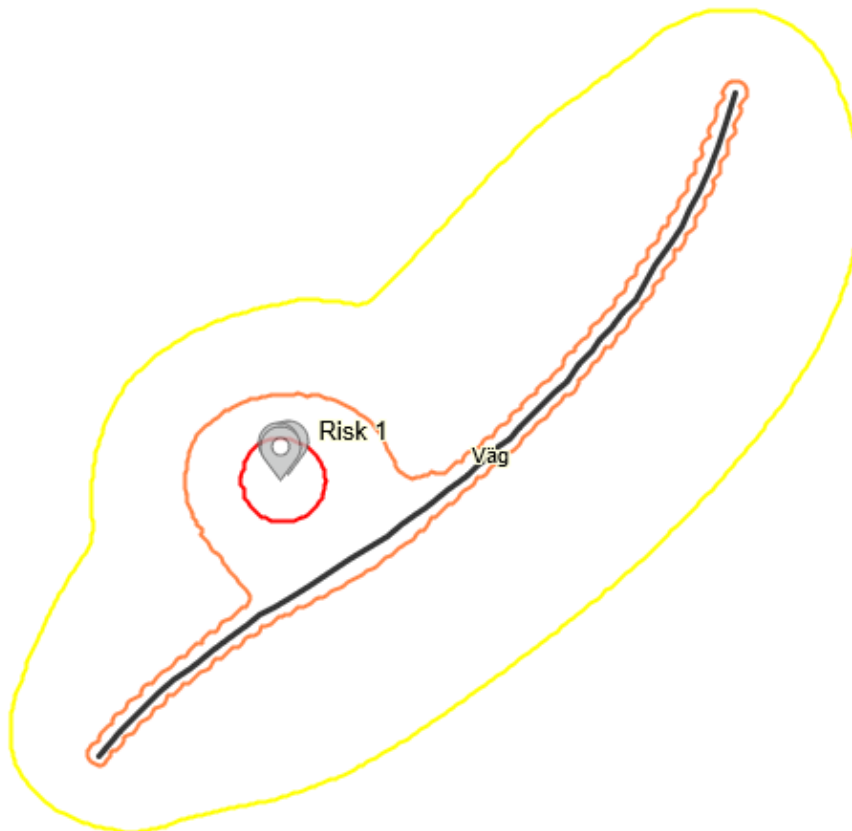
*Riskanalysen* är den del av riskutredningen där tänkbara olycksscenarier och oönskade händelser identifieras. Sannolikhet och konsekvens för de identifierade scenarierna bestäms i en riskuppskattning för att sedan kunna värdera huruvida risken är acceptabel eller ej.

Allmänheten benämns i denna riskutredning som *Tredje person*. Tredje person är den som bor, arbetar eller av annan anledning befinner sig i närheten av risken och kan utsättas för den utan att vara medveten om eller förberedd på risken.

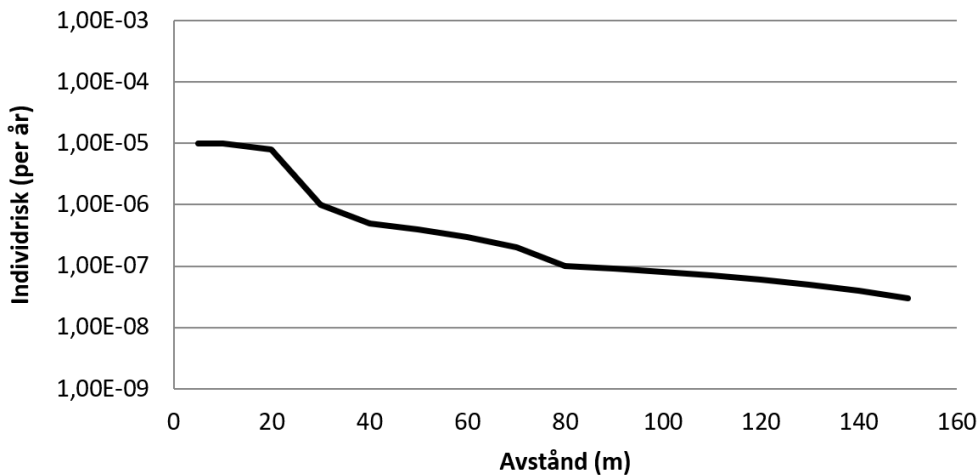
I denna riskutredning har en *kvantitativ riskanalys* genomförts, vilket innebär att sannolikhet för och konsekvens av varje identifierad olyckshändelse/skadehändelse beskrivs med absoluta värden. Sannolikhet och konsekvens har sedan sammanvägts och risken illustreras med riskmått individrisk och samhällsrisk.

*Riskvärdering* avser den fas i riskutredningen där uppskattade risker bedöms acceptabla eller ej. I denna del av utredningen kan det även bli aktuellt att föreslå och verifiera riskreducerande åtgärder eller kvalitativt beskriva vilka effekter sådana åtgärder medför ur riskhänseende.

*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 plats dygnet runt under ett års tid. Måttet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått då man utifrån måttet kan avgöra om enskilda individer utsätts för en oacceptabelt hög risknivå. Individrisk kommer i denna riskutredning presenteras i form *individriskkontur* som beskriver risken på olika avstånd från riskkällan samt *individriskkurva*. Exempel på individriskkontur illustreras i Figur 1 och exempel på individriskkurva presenteras i Figur 2 nedan.

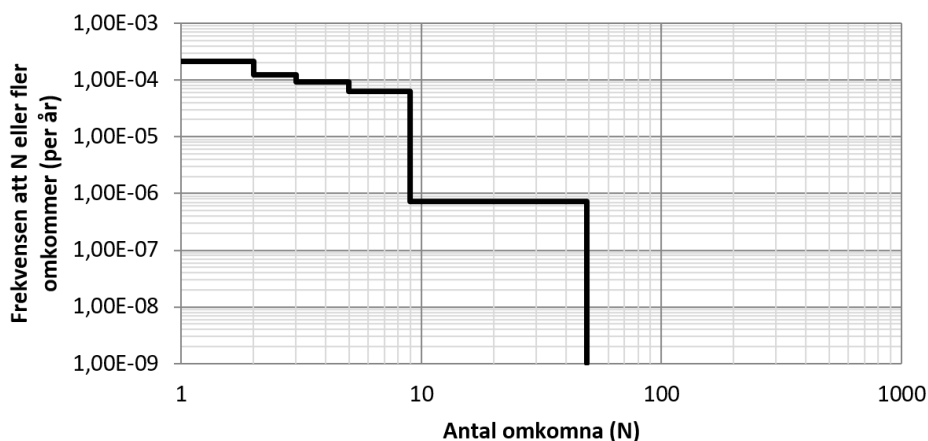


Figur 1. Exempel på individriskkonturer. Riskbidraget i exemplet utgörs av en industrianläggning och en transportled för farligt gods.



Figur 2. Exempel på en individriskkurva, individrisken representeras av den svarta linjen. Y-axeln anger risken att omkomma per år och X-axeln avståndet från riskkällan.

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. Samhällsrisk 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 i Figur 3.



Figur 3. Exempel på en samhällsriskkurva redovisad i ett F/N-diagram. Y-axeln anger frekvensen per år för en olycka och X-axeln anger antalet individer som omkommer.

## 2.2 Metod för riskidentifiering

Underlag om de risker som identifierats har hämtats från statistik, relevant facklitteratur, myndigheter, tidigare erfarenheter och riskutredningar. Utifrån detta underlag har dimensionerande olycksscenarier arbetats fram.

## 2.3 Metod för riskuppskattning

Riskuppskattningen är en del av riskanalysen och syftar till att bestämma storleken på riskerna. Riskernas storlek är beroende av sannolikheten för, och konsekvensen av en olycka/händelse. Riskscenariernas frekvenser och möjliga händelseförlopp har bedömts utifrån relevant facklitteratur (framför allt rapporten *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* (Hedenström & Lange, 1997)), tidigare erfarenheter och riskanalyser samt logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts.

Mjukvarorna EFFECTS (Gexcon, 2022) och RISKCURVES (Gexcon, 2022), framtagna av Gexcon har använts för att kvantitativt beräkna storleken på risken genom att beräkna individrisken och samhällsrisken i anläggningens närområde. *Coloured Books* utgör basen för mjukvarorna och består av fyra böcker: *Yellow Book*, *Green Book*, *Purple Book* och *Red Book*. De flesta modeller i mjukvaran utgår från *Coloured Books*, men modellerna har vidareutvecklats efter att *Coloured Books* senast uppdaterades, år 2005, för att ta hänsyn till den senaste forskningen och vetenskapliga data (Gexcon, 2022).

*Yellow Book* (VROM, 2005) beskriver möjliga riskscenarier och fysikaliska fenomen vid ett utsläpp av farliga ämnen och *Green Book* (Committee for the Prevention of Disasters, 1989) beskriver metoder för att bedöma hur sådana fenomen kan påverka människor i omgivningen. Mjukvarorna använder främst dessa två böcker för att modellera utsläppsscenarioer och deras konsekvenser. *Purple Book* (VROM, 2005) beskriver hur man ska genomföra en kvalitativ riskanalys med riskmått för individrisk och samhällsrisk och presenterar generiska felfrekvenser för komponenter som används vid hantering av farliga ämnen. Denna bok används således av mjukvaran för att beräkna risknivåer (Gexcon, 2022).

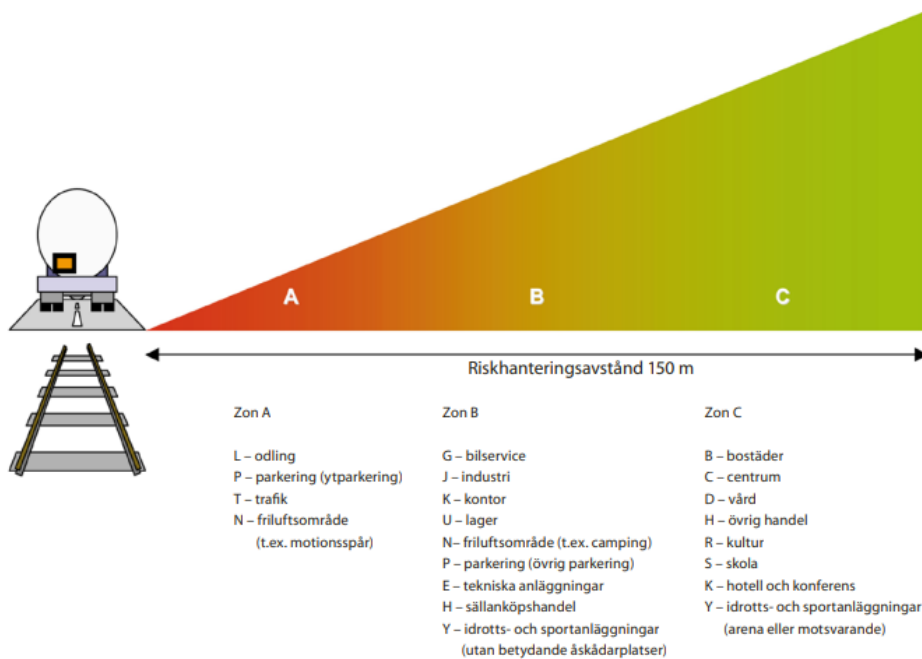
## 2.4 Metod för riskvärdering

I respektive underkapitel nedan presenteras de rapporter och publikationer som legat till grund för riskvärderingen som genomförts i denna riskutredning. Publikationerna används i denna utredning som ett bedömningsstöd.

### 2.4.1 Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län – Riskhantering i detaljplaneprocessen

I riskpolicyn *Riskhantering i detaljplaneprocessen* (Länsstyrelserna Skåne län, Stockholm län och Västra Götalands län, 2006) presenteras en vägledning i hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas i samband med planprocessen, se Figur 4.



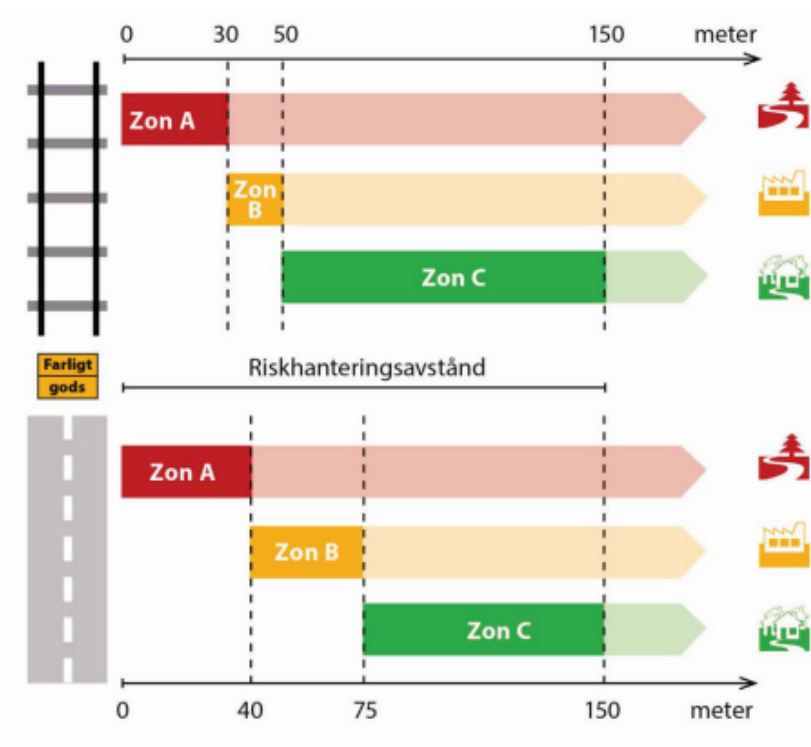


Figur 4. Vägledning för riskhanteringsavstånd, zonerna representerar möjlig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods enligt Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län (2006).

## 2.4.2 Länsstyrelsen Stockholm – Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods

I riktlinjen (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000) presenteras rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning, se Figur 5. Avstånden kan användas för vägledning kring hantering av riskfrågor relaterat till farligt gods i planprocessen.

Farligt gods får även transporteras på vägar som inte utgör rekommenderade transportleder. Oavsett om transportleden är rekommenderad eller inte anger Länsstyrelsen att riskerna ska beaktas om det är sannolikt att farligt gods kommer transporteras i närheten av det aktuella planområdet.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 5. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning enligt Länsstyrelsen Stockholm (2000).

### 2.4.3 Räddningsverkets rapport – Värdering av risk

Följande vägledande principer för värdering av risk presenteras i *Värdering av risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997):

- **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: Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsande konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

Räddningsverket föreslår i rapporten *Värdering av risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997) även acceptanskriterier lämpade för värdering av risker presenterade med riskmåten individrisk och samhällsrisk.

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall, vilket vanligen kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). Risker som överstiger ALARP-området är för stora och åtgärder måste vidtas för att reducera risknivån. För risker inom ALARP-området ska risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. Risker understigande ALARP-området bedöms som acceptabla, men där risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ändå ska reduceras.

## 2.5 Valda riskkriterier

I denna riskutredning har riskerna värderats mot kriterier som presenteras i *Värdering av risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997). Således har acceptanskriterierna för individrisk respektive samhällsrisk som föreslås i ovan nämnda publikationer, även kända som DNV-kriterierna, valts att användas.

### 2.5.1 Individrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av individrisk har generellt använts för byggnader inom området som utgör bostäder eller liknande:

- Övre gräns för ALARP-området är  $10^{-5}$  per år oberoende avstånd från riskkällan.
- Undre gräns för ALARP-området är  $10^{-7}$  per år oberoende avstånd från riskkällan.

I *Värdering av risk* (1997) där ovan presenterade kriterier föreslås hänvisas det också till att särskild hänsyn ska tas till bland annat individers vistelsetid vid tillämpning av kriterierna. Utifrån detta har det för de områden som enbart utgör arbetsplats använts högre acceptanskriterier eftersom de som utsätts för risken endast vistas där under en begränsad tid. Utifrån detta har det konservativt valts att för byggnader som enbart utgör arbetsplats accepteras en dubbelt så hög individrisk enligt nedan:

- Övre gräns för ALARP-området är  $2 \cdot 10^{-5}$  per år oberoende avstånd från riskkällan.
- Undre gräns för ALARP-området är  $2 \cdot 10^{-7}$  per år oberoende avstånd från riskkällan.

## 2.5.2 Samhällsrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av samhällsrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området är  $10^{-4}$  per år för  $N = 1$ , med en lutning på FN-kurvar på -1.
- Undre gräns för ALARP-området är  $10^{-6}$  per år för  $N = 1$ , med en lutning på FN-kurvar på -1.

## 2.6 Hantering av osäkerheter

Risکانالyser av den typ som redovisas i denna rapport 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 föreligger. Anledningen till detta är att säkerställa att risken inte underskattas eftersom konsekvensen av en underskattad risk medför större sannolikhet att människor omkommer medan en något överskattad risk medför att kostnaden för åtgärder riskerar att bli högre.

Nedan presenteras några av de konservativa antaganden avseende sannolikheter samt konsekvenser som gjorts i rapporten.

- Beräkningarna för brandfarlig gas har utförts för kondenserad gas, vilket har bedömts vara konservativt eftersom de förväntade konsekvenserna är högre för kondenserade gaser jämfört med komprimerade gaser.
- Utbredningen av en jetflamma antas alltid vara vinkelrät ( $90^\circ$ ) från transportleden och längs med markplanet. Detta innebär att området som utsätts för jetflamman alltid är det största möjliga.
- Utsläpp av giftig gas har antagits ske med svaveldioxid vilket utgör en mycket giftig gas. Att samtliga transporter med giftig gas utgörs av denna gas har bedömts vara ett konservativt antagande.
- Det antas att samtliga brandfarliga vätskor som transporteras på vägen utgörs av Hexan, som har både högre förbränningshastighet och energivärde jämfört med exempelvis bensin. En stor del av den transporterade mängden av brandfarliga vätskor i Sverige utgörs av betydligt mindre brandfarliga vätskor så som exempelvis diesel och andra oljor. Detta har därför bedömts vara ett konservativt antagande.

För samtliga konservativa antaganden se *Bilaga – Beräkningar*.

I denna riskutredning anses det inte vara nödvändigt att genomföra en känslighetsanalys eftersom samtliga indata har valts konservativt.

## 3. Verksamhets- och områdesbeskrivning

I detta kapitel beskrivs fastigheten, närområdet och den planerade anläggningen.

### 3.1 Verksamhetsbeskrivning

Bergslagens artilleriregemente A 9, kommer att producera och utveckla artillerikompanier, brigadartilleri- och divisionsartilleribataljoner. Utvecklingen kan möjligen, i slutet av perioden, leda till ytterligare system för långräckviddig förmåga typ raketartilleri.

Förutom A 9 kommer även andra delar ur Försvarmakten att utöva verksamhet. Dessa är:

- Örebro-Värmlandsgruppen (ÖVG) som under ledning av Västra Militärregionen (MRV) utbildar, utvecklar och vidmakthåller 19. och 20. hemvärnsbataljonen samt stödjer frivilligorganisationerna inom Örebro och Värmlands län.
- Försvarmaktens Tele och Informationssystem (FMTIS) genomför stöd inom ramen för informationssystem.
- Försvarmaktens Tekniska skola (FMTS) genomför materielunderhåll och tekniskt systemstöd från en Markverkstad av den större dimensionen.

I garnisonen kommer även andra statliga myndigheter såsom Fortifikationsverket (FortV) samt Försvarets Materielverk (FMV) utöva verksamhet.

Regementet kommer att bestå av cirka 260 anställda (officerare, anställda soldater (GSS/K) och civila). Inom verksamheten kommer det att utbildas minst 200 värnpliktiga. Utöver detta tillkommer cirka 25 anställda vid ÖVG, samt cirka 100 anställda vid FMTIS, Markverkstad, FMV och FortV.

Om beslut tas beträffande ambitionsökningar i ett senare skede (efter 2030-2035) mot en utökad artilleriplattform kommer troligen garnisonen att bestå av mellan 600-1000 anställda (officerare, GSS/K och civila), minst 750 värnpliktiga samt över tid ha kapacitet att förlägga 100 soldater i gästförläggning. Riskutredningen utgår konservativt från detta personantal för att ta höjd för om beslutet tas.

### 3.2 Områdesbeskrivning

Området Harberget ligger öster om Kristinehamn tätort. Väster om området går Väg 26 och norr om området går E18. Detaljplanen kommer att innehålla olika områden, bland annat ett kasernområde och ett motorområde, se Figur 6.



Figur 6. Översiktlig layout över området.

Delar av området kommer att ligga inom 150 meter från E18 som utgör rekommenderad primär väg för transport av farligt gods. 150 meter utgör det avstånd inom vilket risker från farligt gods på transportleder behöver utredas och hanteras i enlighet med riktlinjer framtagna av olika länsstyrelser i Sverige, se avsnitt 2.4. Avståndet överstiger 150 meter till andra transportleder för farligt gods (exempelvis Väg 26) och dessa inkluderas därför inte i vidare analys.

Andra riskkällor i närområdet utgörs av Vassgårdas bergtäckt som utgör en verksamhet som hanterar explosiva ämnen, oxiderande ämnen och brandfarliga ämnen. Bergstäckten omfattas till följd av sin hantering av farliga ämnen av Seveso-lagstiftningen. Avståndet från området Harberget till bergtäckten överstiger 2 kilometer. Utifrån detta avstånd och verksamhetens anmälan enligt Sevesolagstiftningen (SWEROCK, 2016) bedöms en olycka på Vassgårdas bergtäckt inte påverka Harberget. Riskerna utreds inte vidare i denna rapport.

Cirka 250 meter från området i västlig riktning ligger en drivmedelstation (Q star) som hanterar de brandfarliga vätskorna bensin och diesel. I rapport från Länsstyrelsen i Stockholm, *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000), beskrivs det att risksituation och olägenheter för

människor ska analyseras inom 100 meter från en drivmedelsstation med medelstor försäljningsvolym. Eftersom avståndet överstiger 100 meter bedöms risker från drivmedelstationen inte relevanta att beakta vidare.

Byggnader inom 1 km<sup>2</sup> från området används som bostäder eller försäljning/butik. Det finns även ett sågverk och ett plasttillverkningsföretag.

För ytterligare uppgifter kring befolkning i närområdet som använts vid beräkningar av samhällsrisk se *Bilaga - Beräkningar*.

## 4. Riskidentifiering

I riskidentifieringen kartläggs vilka typer av olycksscenarier eller oönskade händelser som kan inträffa. Riskidentifieringen bygger på de identifierade riskkällor som finns i aktuellt planområdes närområde.

### 4.1 E18

Europaväg 18 utgör en rekommenderad transportled för farligt gods och ligger intill områdets norra delar. Rekommenderade transportleder för farligt gods delas upp i två olika typer, primära samt sekundära trafikleder (Trafikverket A, 2023).

- **Primära** transportleder är vägar som i första hand bör användas för genomfartstrafik med farligt gods.
- **Sekundära** transportleder är vägar som bör användas för lokala transporter mellan det primära vägnätet och mottagaren och leverantören

E18 är utpekad som en primär transportled för farligt gods och det bedöms kunna inträffa olyckor med farligt gods på vägen som kan påverka anläggningen. Enligt riskpolicyn *Riskhantering i detaljplaneprocessen* (Länstyrelserna Skåne län, Stockholm län och Västra Götalands län, 2006) ska bebyggelse inom 150 meter från väg avsedd för farligt gods utredas med avseende på riskerna. Området och planerade byggnader inom området är placerade inom 150 meter från E18 vilket innebär att vidare riskanalys behöver genomföras.

Vägen utgör en motortrafikled och hastighetsbegränsningen förbi området är 100 km/h. Trafikmängderna på vägen har erhållits från Trafikverkets nationella vägdatabas, NVDB (Trafikverket A, 2023), och presenteras i Tabell 1. För att ta hänsyn till trafikutvecklingen och ökande befolkningens mängd har Trafikverkets kalkylverktyg EVA använts (2023). Med hjälp av EVA har den prognosticerade årsmedeldygnstrafiken för år 2043 beräknats. Årsmedeldygnstrafiken på aktuell del av E18 ökar i samband med föreslagen etablering med cirka 600 transporter dagligen enligt Trafikutredningsrapporten som upprättats av Sweco. Denna tillkommande trafik bedöms inkluderas i den uppräknade dygnstrafikmängden. Resultatet av ÅDT uppräknad till år 2043 har använts i riskanalysen och redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Trafikmängder E18.

Årsmedeldygnstrafik (ÅDT)	Uppmätt år 2019 (Trafikverket A, 2023)	Uppräknat till år 2043 (Trafikverket B, 2023)
Tung trafik (lastbilar)	2060	3298
Samtliga fordon	13060	15910



Av den tunga trafiken i Sverige utgörs cirka 3-5 % av farligt gods-transporter (Trafikanalys, 2012). I denna rapport har det konservativt antagits att 5 % av den tunga trafiken förbi området är farligt gods-transporter.

I Tabell 2 presenteras ett medelvärde av farligt godsfördelning som baseras på nationell statistik för antalet körda kilometer med farligt gods, framtagen av trafikanalys lastbilstrafik år 2021 (Trafikanalys, 2021).

Tabell 2. Fördelning av de olika ADR-klasserna baserat på det nationella snittet 2021 för antalet körda kilometer med farligt gods.

ADR-klass	Fördelning
1 Explosiva ämnen och föremål	0,48 %
2.1 Brandfarliga gaser	6,99 %
2.3 Giftiga gaser	0,05 %
3 Brandfarliga vätskor	46,92 %
4 Brandfarliga fasta ämnen	0,15 %
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,12 %
6.1 Giftiga ämnen	5,43 %
6.2 Smittsamma ämnen	0,84 %
7 Radioaktiva ämnen	0,15 %
8 Frätande ämnen	8,76 %
9 Övriga farliga ämnen	2,34 %

## 4.2 Beskrivning av ADR-klasser och risker

I Tabell 3 presenteras klassindelningen över farliga ämnen samt vad de olika ämnena kan ge upphov till för konsekvenser. Att döma av tabellen är det främst farligt gods i ADR-klasserna 1, 2, 3 och 5 som förväntas leda till dödliga konsekvenser för tredje person bortom vägens direkta närområde. Risker förknippad med transport av dessa varor kommer därför att utredas närmare. Detaljerade indata till beräkningarna finns i *Bilaga – Beräkningar*. Övriga kategorier transporteras ej på vägen, eller bedöms vid ett utsläpp endast påverka vägens absoluta närområde, varför dessa inte utreds närmare.

Tabell 3. Klassindelning över farliga ämnen samt vad de skulle kunna ge upphov till för konsekvenser.

ADR-klass	Skadehändelse				Exempel på konsekvens av olycka
	Explosion	Brand	Förgiftning	Övrigt	
1	Explosiva ämnen och föremål	X			Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor.
2	Gaser	X	X	X	<i>Brännbara gaser</i> Värmestrålning genom jetflamma, BLEVE, brännbart gasmoln eller gasmolnsexplosion som kan påverka människor och egendom. <i>Giftiga gaser</i> Toxiska effekter genom giftiga gasmoln som kan påverka miljö och människor.
3	Brandfarliga vätskor	X	X	X	Värmestrålning genom pölbrand som kan påverka människor och egendom. Även gasmolnsbränder kan vid vissa väderförhållanden skada människor.
4	Brandfarliga fasta ämnen		X		Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom lokalt med korta konsekvensavstånd.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	X	X		Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom. Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen som exempelvis organiska material (oljor eller drivmedel). Reaktionen mellan ämnena kan leda till brand och/eller explosion med tryck- och värmestrålningsskador som följd.
6	Giftiga ämnen			X	Toxiska effekter på miljö och människa.
7	Radioaktiva ämnen		X	X	Strålskada på miljö, människa och egendom.
8	Frätande ämnen			X	Frätskador på egendom och människor.
9	Övriga farliga ämnen och föremål			X	Konsekvenser är generellt begränsade till vägens direkta närområde.

## 5. Riskuppskattning och värdering

För de dimensionerande olycksscenarierna har en kvantitativ riskuppskattning genomförts för att undersöka riskbilden i området med hjälp av beräkningar i mjukvaran RISKCURVES. Risknivån presenteras i form av individrisk och samhällsrisk. I detta avsnitt redovisas resultatet av beräkningarna. Relevanta indata, tillvägagångsätt och antaganden som har gjorts vid beräkningar presenteras i *Bilaga – Beräkningar*.

### 5.1 Uppskattning av frekvenser

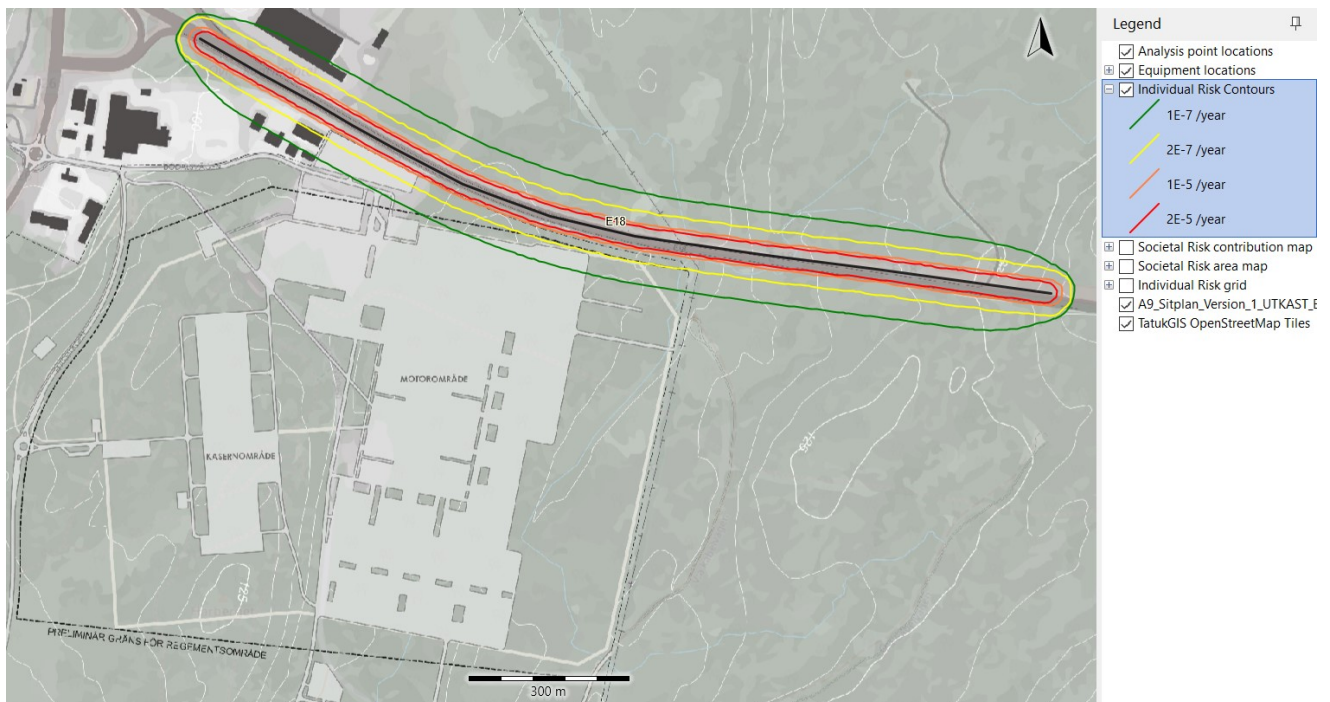
För beräkning av individ- och samhällsrisk behöver frekvenser för olyckor analyseras och tas fram. Riskscenariernas frekvenser och möjliga händelseförlopp har bedömts utifrån relevant facklitteratur (rapporten *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* (Hedenström & Lange, 1997) för transporter av farligt gods), tidigare erfarenheter och riskanalyser samt logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts. Samtliga frekvenser som anges är per år.

För detaljerad beskrivning av metodiken för riskuppskattning se avsnitt 2.3. För detaljerade sannolikhetsbedömningar, konsekvensbedömningar och antaganden som gjorts se *Bilaga – Beräkningar*.

### 5.2 Individrisk

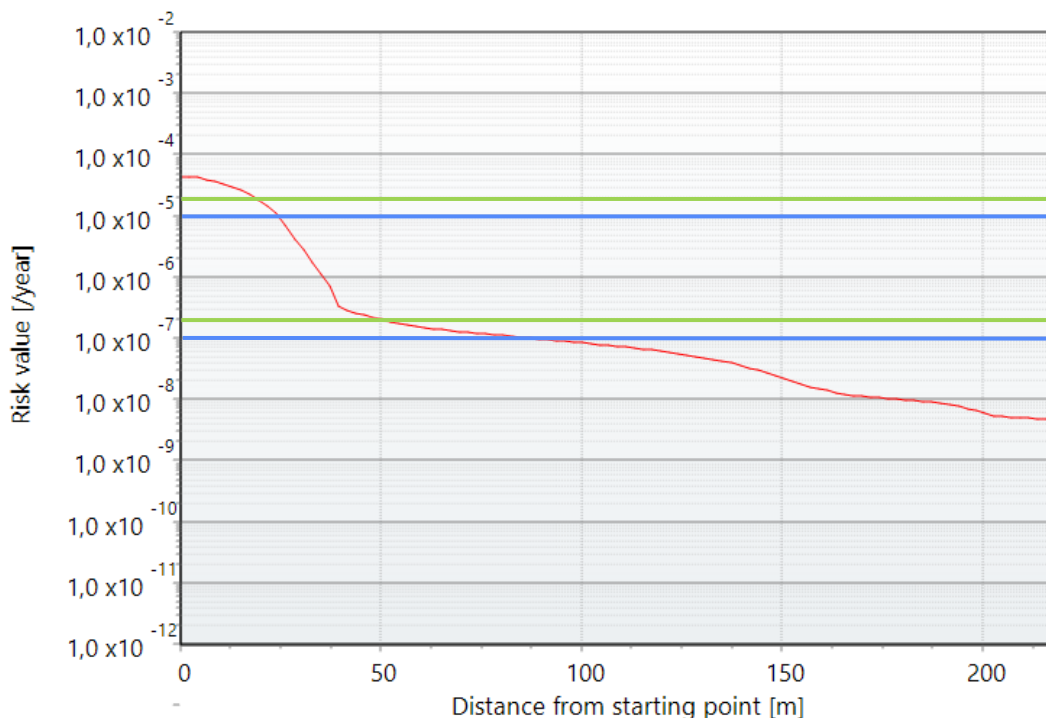
Den totala frekvensen för en farligt gods-olycka på den aktuella vägen har beräknats till  $8,68 \cdot 10^{-3}$  per km och år, vilket motsvarar cirka en olycka på 115 år, se Bilaga - Beräkningar.

I figurerna nedan presenteras den beräknade individrisken intill E18. Figur 7 illustrerar individriskkonturer runt den aktuella vägen. Den gula konturen utgör nedre gränsen och den röda konturen övre gränsen för ALARP-området för lokaler som enbart utgör arbetsplats, individrisk  $2 \cdot 10^{-7}$  respektive  $2 \cdot 10^{-5}$ . Den gröna konturen utgör nedre gränsen och den orangea konturen övre gränsen för ALARP-området för byggnader inom området som utgör bostäder eller liknande, individrisk  $1 \cdot 10^{-7}$  respektive  $1 \cdot 10^{-5}$ .



Figur 7. Individriskkonturer för vägens närområde. Röd kontur närmst vägen anger individrisken  $2 \cdot 10^{-5}$ , orange kontur anger individrisken  $1 \cdot 10^{-5}$  gul kontur anger individrisken  $2 \cdot 10^{-7}$  och grön kontur anger individrisken  $1 \cdot 10^{-7}$ . Skärmlapp från mjukvaran RISKCURVES.

Figur 8 nedan illustrerar en individriskkurva som presenterar individrisken vid vinkelrätt avstånd från vägen.

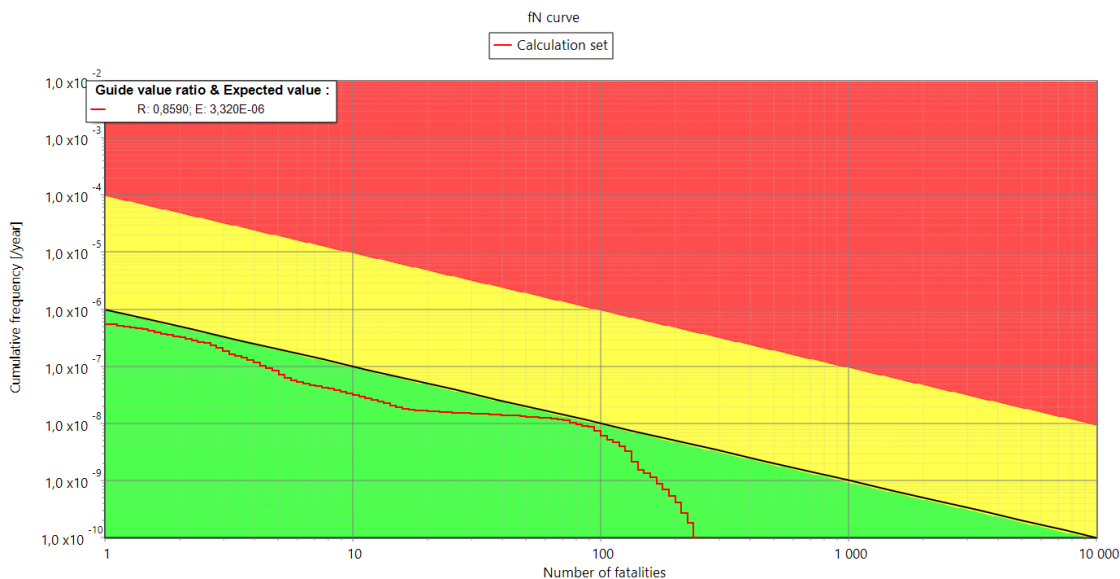


Figur 8. Individriskkurva. Gröna vågräta linjer visar ALARP-området för byggnader inom området som enbart utgör arbetsplats och blå vågräta linjer visar ALARP-området för byggnader inom området som utgör bostäder eller liknande).

Individriskkonturerna och individriskkurvan visar att individrisken är över ALARP-området vid avstånd som understiger 20 meter från vägen och individrisken är inom ALARP-området vid avstånd 20 - 50 meter från vägen för arbetsplatser. För lokaler som utgör bostäder eller liknande är individrisken över ALARP-området vid avstånd som understiger 25 meter från vägen och individrisken är inom ALARP-området vid avstånd 25 - 90 meter från vägen. Vid avstånd som överstiger 50 respektive 90 meter är risknivåerna acceptabla utan riskreducerande åtgärder.

### 5.3 Samhällsrisk

Samhällsrisk för området med hänsyn till nyetablering av regementet redovisas i form av en FN-kurva, se Figur 9 nedan. Samhällsrisk har beräknats med avseende på personer inom den planerade etableringen av regementet samt andra verksamheter/bostäder som ligger inom cirka 1 km<sup>2</sup> från E18 där vägen löper längs med det planerade regementsområdet. För detaljerade indata till beräkning av samhällsrisk se *Bilaga – Beräkningar*, avsnitt 0.



Figur 9. FN-kurva som visar samhällsrisken i området intill E18 med hänsyn till regementets etablering. Grönt område understiger ALARP, gult område utgör ALARP och rött område överstiger ALARP. Skärmdump från mjukvaran RISKCURVES.

Det gula området illustrerar ALARP-området. Grönt område innebär acceptabla risker utan riskreducerande åtgärder, rött område innebär att riskreducerande åtgärder måste implementeras. Av figuren framgår att samhällsrisken befinner sig på acceptabla risknivåer, under den nedre ALARP-gränsen.

## 5.4 Samlad bedömning av riskuppskattning och riskvärdering

Den beräknade samhällsrisken bedöms ligga inom acceptabla risknivåer även efter etablering av regementet på Harberget.

Utifrån den beräknade individrisken får inte byggnader som ska nyttjas som bostäder eller liknande uppföras inom 25 meter från vägen. Byggnader som enbart ska nyttjas som arbetsplatser får inte uppföras inom 20 meter från vägen. Ytparkering där personer enbart vistas tillfälligt får etableras närmre vägen utan begränsning på avstånd i enlighet med riktlinjer för etablering intill farligt gods leder från länsstyrelser (Länsstyrelserna Skåne län, Stockholm län och Västra Götalands län, 2006) (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000).

Utifrån den beräknade individrisken intill E18 bedöms riskerna vara acceptabla med avseende på arbetsplatser om avståndet till E18 överstiger 50 meter samt att riskerna bedöms vara acceptabla med avseende på byggnader som utgör bostad eller liknande om avståndet till E18 överstiger 90 meter.

Ekonomiskt och praktiskt genomförbara riskreducerande åtgärder ska implementeras för byggnader som utgör arbetsplatser om dessa placeras 20 - 50 meter från E18. För byggnader som utgör bostad eller liknande ska ekonomiskt och praktiskt genomförbara riskreducerande åtgärder implementeras om dessa placeras 25 - 90 meter från E18.

## 6. Riskreducerande åtgärder

Ekonomiskt och praktiskt genomförbara riskreducerande åtgärder ska implementeras för byggnader som kommer nyttjas som arbetsplatser om dessa placeras 20 - 50 meter från E18. För byggnader som kommer nyttjas som bostad eller liknande ska ekonomiskt och praktiskt genomförbara riskreducerande åtgärder implementeras om dessa placeras 25 - 90 meter från E18.

Rekommenderade riskreducerande åtgärder för byggnader inom ovan angivna avstånd med avseende på anläggningens närhet till primär väg för farligt gods (E18):

- Ventilationsintag placeras på tak eller sida bort från E18
- Byggnader ska ha utrymningsväg som vetter bort från E18.

## 7. Slutsats

Byggnader som ska nyttjas som bostäder eller liknande får inte uppföras inom 25 meter från vägen. Byggnader som enbart ska nyttjas som arbetsplatser får inte uppföras inom 20 meter från vägen. Ytparkering där personer enbart vistas tillfälligt får etableras närmre vägen utan begränsning på avstånd.

Ekonomiskt och praktiskt genomförbara riskreducerande åtgärder ska implementeras för byggnader som utgör arbetsplatser om dessa placeras 20 - 50 meter från E18. För byggnader som utgör bostad eller liknande ska ekonomiskt och praktiskt genomförbara riskreducerande åtgärder implementeras om dessa placeras 25 - 90 meter från E18.

Rekommenderade riskreducerande åtgärder för byggnader inom ovan angivna avstånd:

- Ventilationsintag placeras på tak eller sida bort från E18
- Byggnader ska ha utrymningsväg som vetter bort från E18

Förutsatt att ovan presenterade avstånd säkerställs samt att presenterade riskreducerande åtgärder implementeras bedömer Sweco Brand- och Riskteknik att risknivåerna är acceptabla.



## 8. Referenser

- Committee for the Prevention of Disasters. (1989). *Methods for the determination of possible damage - 'Green book'*. Voorburg: The Director-General of Labour.
- Davidsson, G., Mett, L., & Lindgren, M. (1997). *Värdering av risk: FoU rapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- Gexcon. (2022). *EFFECTS version 12.0.1*.
- Gexcon. (2022). *RISKCURVES version 12.0.1*.
- Gexcon. (den 19 januari 2022). *What are the Coloured Books?* Hämtat från <https://www.gexcon.com/blog/what-are-the-coloured-books/> den 05 september 2022
- Hedenström, R., & Lange, T. (1997). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport*. Karlstad: Räddningsverket.
- Hedström, K. (2015). *ADR-S 2015*.
- Helmersson, L. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4)*. Banverket.
- Linderstad, H., & Ander, H. (1997). *Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn - Transporter av farligt gods*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länstyrelserna Skåne län, Stockholm län och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen*.
- Purdy, G. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail p. 234*.
- SCB. (den 18 04 2023). *Vanligast för barn att bo i småhus*. Hämtat från [scb.se: https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/](https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/)
- SMHI. (den 30 05 2023). *Ladda ner meteorologiska observationer*. Hämtat från [smhi.se: https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=airtemperatureInstant,stations=core](https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=airtemperatureInstant,stations=core) den 05 oktober 2022
- SWEROCK. (2016). *Kristinehamn.se*. Hämtat från Krisberedskap: <https://www.kristinehamn.se/contentassets/7762f90ecf034e8e926738de0d74ab55/anmalan-seveso-vassgarda.pdf>
- Trafikanalys. (2012). *Godstransporter i Sverige Rapport 2012:7*. Stockholm: Trafikanalys.
- Trafikanalys. (den 27 03 2021). *Lastbilstrafik 2021 Statistik 2022:16*. Trafikanalys. Hämtat från [trafa.se: https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/lastbilstrafik/2021/lastbilstrafik-2021.xlsx](https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/lastbilstrafik/2021/lastbilstrafik-2021.xlsx)
- Trafikverket A. (den 29 05 2023). *Trafikverket.se*. Hämtat från NVDB på webb: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>

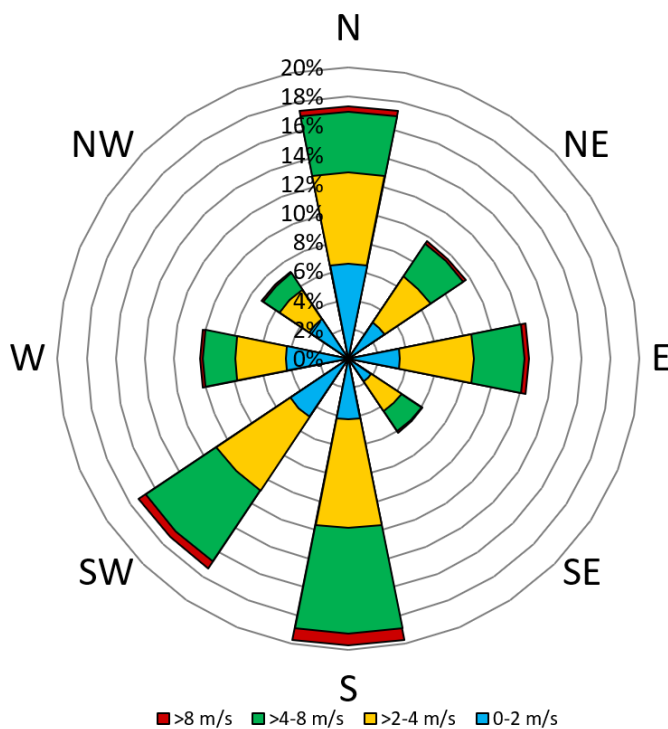
- Trafikverket B. (den 29 05 2023). *Trafikverket.se*. Hämtat från Effekter vid väganalyser (EVA): <https://bransch.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/EVA/>
- VROM. (2005). *Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment "Purple bok" (CPR 18E)*.
- VROM. (2005). *Yellow book- Methods for the calculation of Physical Effects (CPR 14E), Third edition Second revised*.

## Bilaga – Beräkningar

I denna bilaga presenteras tillvägagångssätt, mest relevanta indata och antaganden samt relevanta resultat för de beräkningar som genomförts i riskutredningen. Vid förfrågan kan bilagan kompletteras med fullständiga rapporter från mjukvaran *RISKCURVES* (Gexcon, 2022) med detaljerade indata och fullständiga beräkningar och resultat. Samtliga frekvenser som anges i denna handling är per år.

### A. Förutsättningar - Väder och vind

Vindriktning och vindens hastighet är betydande vid beräkning av konsekvenser vid utsläpp av farligt gods. Vinddata har inhämtats från närmaste aktiva representativa SMHI-vädermätstation, vid Karlstad flygplats, och presenteras i Figur 10 nedan som en vindros (SMHI, 2023).

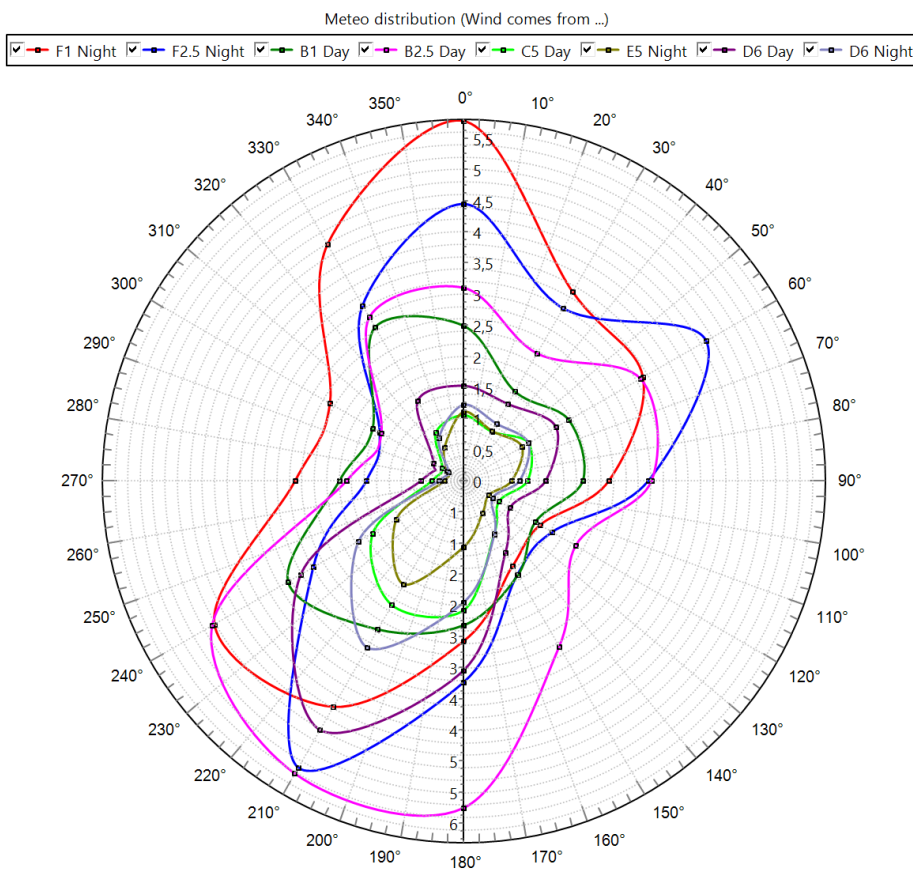


Figur 10. Vindros framtagen med vinddata från mätstation vid Karlstad flygplats (SMHI, 2023).

Utifrån denna vinddata har en fördelning av väderklasser innehållandes stabilitetsklass samt vindhastighet tagits fram och ansatts i *RISKCURVES*. Stabilitetsklass bestäms av vindhastighet samt inkommande solstrålning

(dagtid) respektive molntäcke (nattetid). Genom att konservativt anta att den inkommande solstrålningen alltid är låg dagtid och molntäcket alltid är litet nattetid erhålls stabilare väderklasser vilket är ogynnsamt då stabilare väder innebär att ett utsläppt gasmoln sprider sig längre ifrån utsläppspunkten.

I figuren nedan presenteras en vindros med vindriktning, väderklasser och vindhastighet som den redovisas i mjukvaran RISKCURVES. 0 grader utgör nordlig vindriktning. De olika fördelningarna representerar väderklasser där bokstaven står för stabilitetsklass A-F (A är instabilt och F är mycket stabilt) och siffran betecknar vindhastigheten.



Figur 11. Vindros som använts vid beräkningar. 0 grader utgör nordlig vindriktning, bokstaven står för stabilitetsklass A-F, där A är instabilt och F är mycket stabilt, och siffran betecknar vindhastigheten.

## B. Sannolikhetsbedömningar – Risker med transport av farligt gods

För att kunna uppskatta risknivån för transporter av farligt gods på väg måste en bedömning av sannolikhet för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods göras.

För transport med farligt gods görs denna bedömning mot bakgrund av olycksfrekvensmodell från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) (Hedenström & Lange, 1997). Med hjälp av denna modell uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods.

### B1. Olycka med farligt gods på väg

Olyckor på den aktuella vägsträckan med omedelbara dödliga konsekvenser på tredje person har enbart bedömts kunna uppstå ifall en eventuell olycka på den aktuella vägsträckan involverar en transport med farligt gods.

Nedanstående beräkningsmetodik har använts för att uppskatta sannolikheten för en farlig godsolycka (Hedenström & Lange, 1997).

*Ekvation 1. Beräkning av sannolikhet för farligt godsolycka.*

$$P_{olycka} = N * W_{ADR} Q * 10 - 6 * s * 365 * ((Y * X) + (1 - Y)(2X - X^2)) * I_{FG}$$

där

$P_{olycka}$	=	Frekvensen för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods
$N$	=	ADT (årsdygnsmedeltrafik)
$W_{ADR}$	=	Andel för den specifika klassen farligt gods
$Q$	=	Olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)
$s$	=	Sträcka där olycka kan påverka planområdet (km)
$X$	=	Andelen fordon skyltade med farligt gods
$Y$	=	Andelen singelolyckor
365	=	Antal dagar på ett år
$I_{FG}$	=	Index för farligt gods olycka

I Tabell 4 presenteras indata i ovanstående ekvation för E18.

Tabell 4. Indata för sannolikhetsfördelningar.

Indata	Värde	Kommentar
N	15910	Årsdygnsmedeltrafik uppräknad till år 2043, se avsnitt 4.1.
$W_{ADR}$	-	Andel för respektive farligt godsklass, se Tabell 5.
Q	0,28	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 100 km/h på landsbygd av vägtyp motortrafikled.
s	1,00	Har ansatts till 1,00 eftersom vi är intresserade av olycka per kilometer och år.
X	167	Baserat på att cirka 21 % av fordonen på aktuell väg utgörs av tung trafik (Trafikverket A, 2023). 5 % av den tunga trafiken antas transportera farligt gods (Trafikanalys, 2012).
Y	0,50	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 100 km/h på landsbygd av vägtyp motortrafikled.
$I_{FG}$	0,34	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 100 km/h på landsbygd av vägtyp motortrafikled.

I Tabell 5 presenteras ett medelvärde av farligt gods fördelning som baseras på nationell statistik framtagen av trafikanalys lastbilstrafik avseende år 2021 (Trafikanalys, 2021).

Tabell 5. Fördelning av de olika ADR-klasserna baserat på det nationella snittet 2021 för antalet körda kilometer med farligt gods.

ADR-klass	Fördelning
1 Explosiva ämnen och föremål	0,48 %
2.1 Brandfarliga gaser	6,99 %
2.3 Giftiga gaser	0,05 %
3 Brandfarliga vätskor	46,92 %
4 Brandfarliga fasta ämnen	0,15 %
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,12 %
6.1 Giftiga ämnen	5,43 %
6.2 Smittsamma ämnen	0,84 %
7 Radioaktiva ämnen	0,15 %
8 Frätande ämnen	8,76 %
9 Övriga farliga ämnen	2,34 %

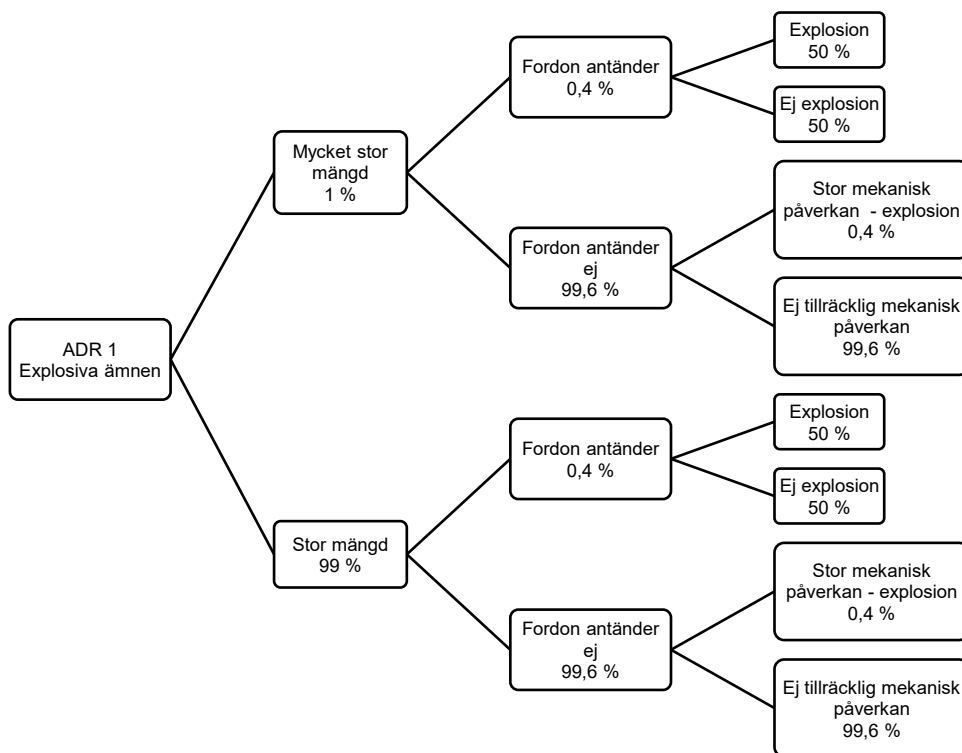
Med ekvation 1 och indata som presenteras ovan har den totala frekvensen för en farligt gods olycka på den aktuella vägen beräknats till  $8,68 \cdot 10^{-3}$  per km och år, vilket motsvarar cirka en olycka på 116 år. Frekvensen är förhållandevis hög vid jämförelse av andra farligt godsleder vilket beror på att det är stor andel tung trafik som framförs på vägen. Av den tunga trafiken har 5 % antagits utgöra farligt gods.

## B2. Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – ADR-klass 1

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader. Generellt klarar människor en tryckvåg mycket bättre än en byggnad eller konstruktion. Människor kan dock skadas allvarligt av nedfallande eller kollapsande byggnadsdelar.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd, 10-110 meter (Linderstad & Ander, 1997). Massexplosiva varor är explosivämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning inkluderas därför endast transporter med massexplosiva varor.

Händelseträdet i Figur 12 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med explosiva varor på väg.



Figur 12. Händelseträd för ADR-klass 1 - Explosiva varor för scenarier vid vägtrafikolycka.

På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster då strikta samlastningsregler gäller för explosivämnen. I denna utredning bedöms 1 % av alla transporter på väg med explosivämnen vara lastade med maximalt tillåten last (16 ton) och alla övriga transporter vara lastade med max 1000 kg.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand i fordonet uppstå och sprida sig till explosivämnet. Alternativt behöver de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara tillräckligt stora och därigenom

utlösa en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten. För vägtrafikolycka bedöms den vara cirka 0,4 %. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert då denna typ av statistik inte funnits tillgänglig under riskutredningen. Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändigt brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosivämnen att brinna upp i stället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna bedöms konservativt till 50 %.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Vidare är moderna lastbilar konstruerade med deformationszoner, vilka tar upp energi vid kollision och minskar påfrestningarna på lasten. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. En konservativ bedömning är att det är lika sannolikt med tillräckligt stor mekanisk påverkan vid en trafikolycka som det är att det uppstår en brand vid en trafikolycka med tung trafik, alltså 0,4 % för en vägtrafikolycka.

### B3. Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan, om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara lättantändligt då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller gatljus skulle kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår. Människor förväntas därmed inte skadas allvarligt förrän läckaget antänder. I denna riskutredning undersöks endast strålningspåverkan och de toxiska effekterna.

Givet en olycka där det farliga ämnet transporteras under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 gånger lägre än för vanliga tankar på grund av de krav på tjocklek med mera som gäller för dessa tankar (Hedenström & Lange, 1997).

Skulle ett läckage uppstå är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. I denna riskutredning bedöms utsläppscenarier i Tabell 6 nedan vara representativa.



Tabell 6. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av brandfarlig gas (Hedenström & Lange, 1997).

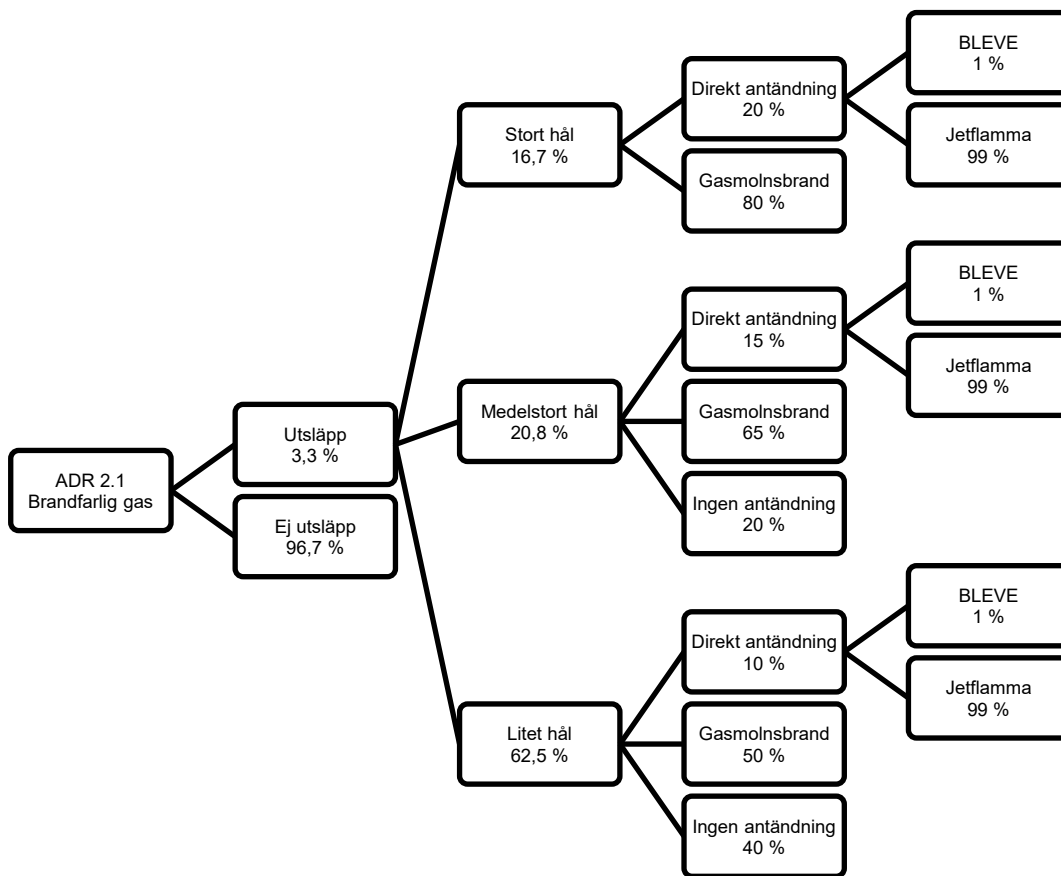
Farligt godsolycka på väg		
Utsläppsbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,625
Medelstort utsläpp	30	0,208
Stort utsläpp	110	0,167

Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker det en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder erhålls stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i Tabell 7 presenteras de antändnings-scenarier som har beräknats.

Tabell 7. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas (Purdy, 1993) för väg.

Utsläpp Väg	Direkt antändning	Ingen antändning	Fördröjd antändning
Litet utsläpp	0,1	0,4	0,5
Medelstort utsläpp	0,15	0,2	0,65
Stort utsläpp	0,2	0	0,8

Händelseträdet i Figur 13 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig gas.



Figur 13. Händelseträäd för ADR-klass 2.1 – Brandfarliga gaser.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Jetflamman kan skada människor och egendom genom värmestrålning från flammen.

Det andra scenariot har låg sannolikhet, men kan inträffa om två tryckkärl transporteras med samma fordon och tryckkärlens säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE och kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för upphettning. Tryckkärlat förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot och tryckpåverkan som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från till exempel tryckkärlat. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlat. En BLEVE antas konservativt utgöra 1 % av samtliga farligt godsolyckor med brandfarlig gas där direkt antändning sker.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om gasmolnet inte antänder direkt efter att utsläpp inträffat. Då kan ett gasmoln driva i väg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå

på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste var väl omblandad med luft så att rätt koncentrationer uppstår. En gasmolnsexplosion bedöms därför ha låg sannolikhet och gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion hanteras därför i denna riskutredning under samma scenario.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för gasmolnet, och även vindhastigheten påverkar spridningen, se vindros för det aktuella området i Figur 10.

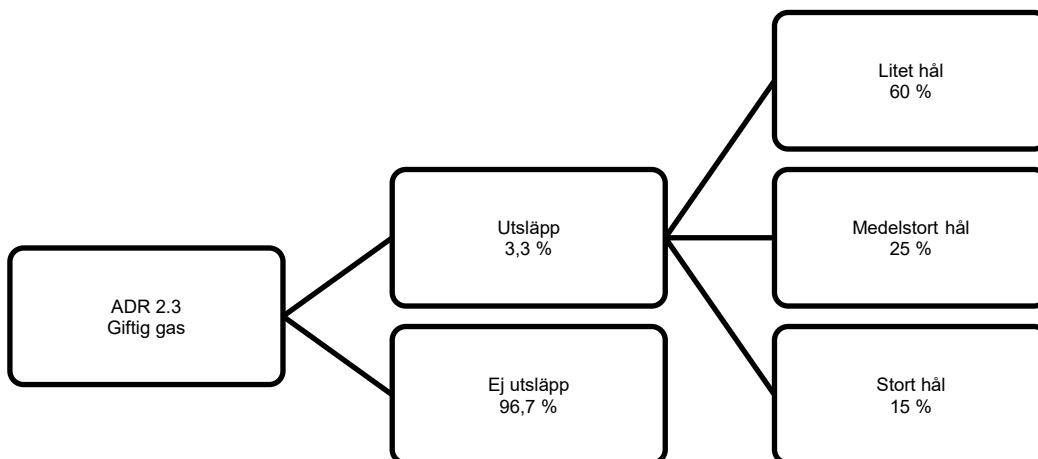
## B4. Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3

Farlig godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

De vanligaste giftiga gaserna med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 40 ton gas. De ovan beskrivna gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska och topografiska förhållanden.

Givet en olycka där det farliga ämnet transporteras under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 gånger lägre än för vanliga tankar på grund av de krav på tjocklek m.m som gäller för dessa tankar (Hedenström & Lange, 1997).

Händelseträdet i Figur 14 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med giftig gas.



Figur 14. Händelseträd för ADR-klass 2.3 – Giftiga gaser.

Utsläppets storlek har antagits på motsvarande sätt som för brandfarlig gas, se Tabell 8 nedan. Givet en farligt godsolycka (trafikolycka och punktering av tryckkärl) med giftig gas bedöms sannolikheten för litet, medelstort och stort utsläpp vara: 0,6; 0,25; 0,15 (Helmersson, 1994).

Tabell 8. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av giftig gas (Hedenström & Lange, 1997).

Farligt godsolycka på väg		
Utsläppsbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,60
Medelstort utsläpp	30	0,25
Stort utsläpp	110	0,15

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för den utsläppta gasen, och även vindhastigheten påverkar spridningen, se vindros för det aktuella området i Figur 10.

## B5. Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensen, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder sannolikt bensen och E85 enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, hexan.

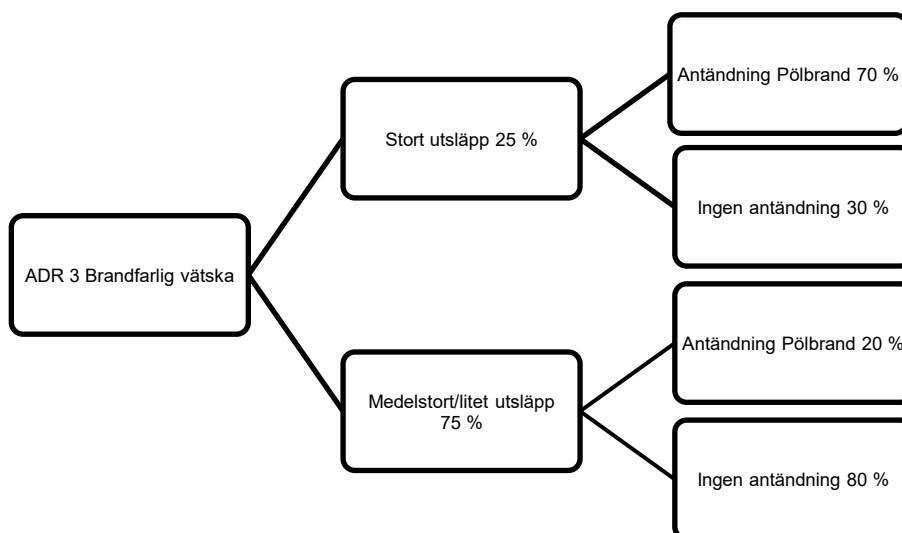
Nedan i Tabell 9 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farlig godsolycka med brandfarlig vätska.

Tabell 9. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka.

Utsläppbeskrivning	Sannolikhet
Medelstort/litet kontinuerligt utsläpp	0,75
Stort utsläpp, allt antas släppas ut momentant	0,25

Sannolikhet för antändning av en pöl med brandfarlig vätska (vilket resulterar i en pölbrand) har ansatts till 0,7 för stort utsläpp och 0,2 för litet/medelstort utsläpp i enlighet med angivna värden för direkt antändning i *Purple Book* (VROM, 2005).

Händelseträdet i Figur 15 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska.



Figur 15. Händelseträd för ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning, resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. Dödliga skador bedöms osannolikt på ett avstånd om mer än 50 m från en pölbrand, men kan ske längre från branden vid olyckliga omständigheter. Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätska är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva i väg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Simuleringar som genomförts i mjukvaran RISKCURVES visar dock att gasmolnsbrand inte är aktuellt vid utsläpp av brandfarlig vätska med aktuella förutsättningar.

## B6. Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5

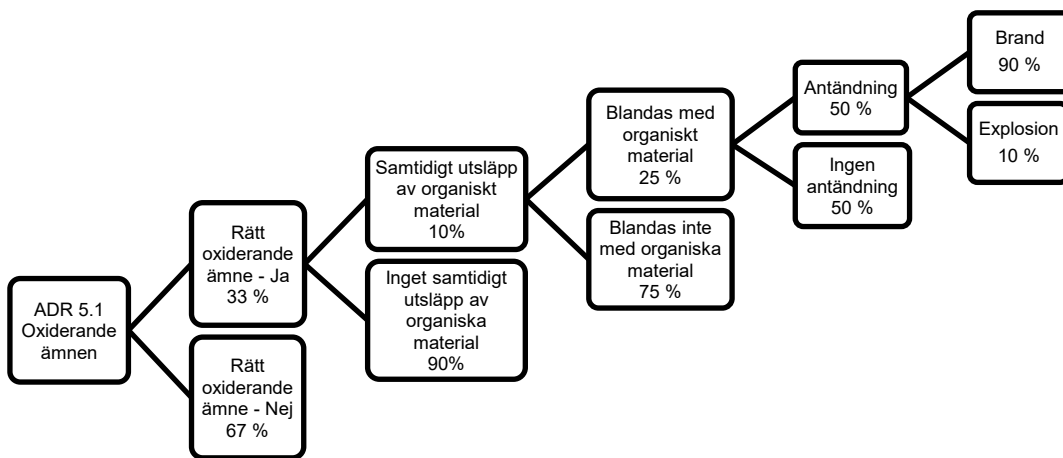
Ett utsläpp av ämnen i ADR-klass 5 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckuppbyggnad som uppstår, dels genom den värmestrålning som uppstår.

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid (Hedström, 2015). För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten. Ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. En stor del av de oxiderande ämnen som dock transporteras bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material.

Det antas att klass 5 ämnen transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage antas därför som för klass 3 ämnen, brandfarliga vätskor.

Vid en trafikolycka på väg med oxiderande ämnen antas det samtidigt ske ett utsläpp av organiskt material i 10 % av fallen. Sannolikheten att det oxiderande ämnet sedan kommer i kontakt med det organiska materialet antas till 25 %. Sannolikheten för att blandningen därefter ska antända bedöms vara 50 %. Ofta blandas en stabilisator in i det oxiderande ämnet vilken minskar reaktionsbenägenheten, därför bedöms det sannolikare att det uppstår en brand (90 %) än en explosion (10 %).

Händelseträdet i Figur 16 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med oxiderande ämnen.



Figur 16. Händelseträäd för ADR-klass 5.1 – Oxiderande ämnen.

## C. Konsekvensbedömningar

I följande avsnitt beskrivs skadekriterier för konsekvensbedömningar och de beräknade konsekvensavstånden.

### C1. Skadekriterier

Nedan presenteras skadekriterier för strålning, övertryck samt toxicitet.

#### C1.1 Strålning

För samtliga antändningsfenomen som ger en flamma (gasmolnsbrand, jetflamma och eldklot) ansätts 100 % dödlighet inom flammans utbredning, vilket bedöms vara ett konservativt antagande. För momentana flammor som uppkommer vid gasmolnsbrand och eldklot, har det antagits att personer inte omkommer utanför flammans utbredningsområde.

För scenarier där värmestrålning kan pågå under en längre tid (jetflamma och pölbrand) beräknas dödligheten genom en sårbarhetsmodell i *Green Book* (Committee for the Prevention of Disasters, 1989) som baseras på en probitfunktion, se ekvationen nedan där  $q$  är infallande strålning och  $t$  är tiden för exponering.

*Ekvation 2. Dödlighet till följd av värmestrålning.*

$$Pr = -36,38 + 2,56 \times \ln(q^{4/3} \times t)$$

#### C1.2 Övertryck

Vid en explosion kan människor skadas via direkta tryckskador eller via indirekta skador, som till exempel splitter, nedfallande föremål eller att de kastas omkull av tryckvågen. Generellt hanterar människor en tryckvåg bättre än en byggnad eller konstruktion, där speciellt fönster är känsliga. Detta innebär att personer i eller i närheten av byggnader löper en större risk för att omkomma till följd av övertryck.

För att ta hänsyn till att även indirekta skador (orsakade av splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra föremål) antas dödligheten för personer konservativt vara 100 % vid övertryck som innebär att byggnader kollapsar. För personer som vistas inomhus antas det även att cirka 2,5 % av personer omkommer vid lägre tryckverkan till följd av glassplitter. Övertrycket som likställs med 100 % dödlighet sätts till 30 kPa och övertrycket för 2,5 % dödlighet sätts till 10 kPa i enlighet med angivna värden i *Purple Book* (VROM, 2005).

#### C1.3 Toxicitet

Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen beräknas i mjukvaran genom ämnesspecifika toxiska probitvärden som hämtas från kemikalie-databasen DIPPR. Varje toxiskt ämne har sina egna probitvärden ( $a$ ,  $b$  och  $n$ ) som anger dödligheten vid olika koncentrationer ( $C$ ) och tidsintervall ( $t$ ).

*Ekvation 3. Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen.*

$$Pr = a + b \times \ln(C^n \times t)$$

Dödligheten inomhus antas vara 10 % av dödligheten utomhus då endast en del av de toxiska gaserna kan ta sig in genom ventilation eller öppna fönster.



Vid långvarig exponering kan koncentrationen inomhus öka till samma koncentrationer som utomhus, dock bedöms personer stänga fönster och ventilation efter att VMA utfärdas och därför bedöms 10 % dödlighet inomhus vara ett konservativt antagande.

Personer bedöms inom 30 minuter från att de utsätts för toxiska gaser kunna sätta sig själv i säkerhet genom att gå in och stänga fönster och ventilation. Enligt en förenkling i programvaran bedöms således den maximala tiden som en person utsätts för toxiska gaser vara 30 minuter.

## C2. Konsekvensavstånd

Mjukvaran *RISKCURVES* simulerar konsekvensavstånd baserat på ämnets egenskaper, utsläppsscenario, omgivningens förutsättningar samt vindförhållanden. I detta avsnitt ges en överblick över vilka utsläppsscenarioer som ger korta respektive långa konsekvensavstånd vid transport av farligt gods på väg.

Vid simulering i mjukvaran erhålls för de olika riskfenomenen konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods på väg. I Tabell 10 redovisas det maximala konsekvensavståndet för de olika ADR-klasserna som utretts i denna utredning samt vilket riskfenomen som lett till respektive konsekvensavstånd.

Tabell 10. Maximala konsekvensavstånd vid farligt godsolycka på väg.

ADR-klass	Riskfenomen	Maximalt konsekvensavstånd från E18 (1 % dödlighet utifrån ovan presenterade skadekriterier)
1 Explosiva ämnen och föremål	Explosion	199 meter
2.1 Brandfarliga gaser	BLEVE	269 meter
2.1 Brandfarliga gaser	Gasmolnsbrand (Vapur cloud explosion)	229 meter
2.3 Giftiga gaser	Toxiska effekter	1511 meter
3 Brandfarliga vätskor	Pölbrand	44 meter
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Explosion	114 meter

## D. Samhällsrisk

Samhällsrisk har beräknats med avseende på personer inom den planerade etableringen av regementet samt andra verksamheter/bostäder som ligger inom cirka 1 km<sup>2</sup> från E18 där vägen löper längs med det planerade regementsområdet.

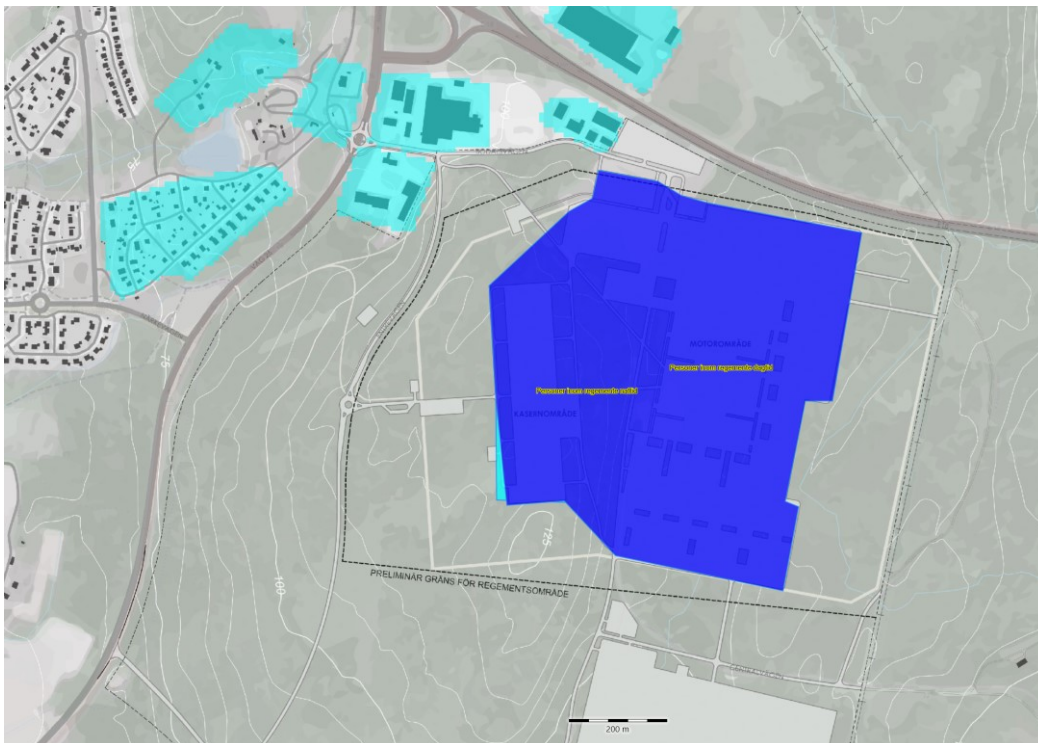
Vid beräkning av samhällsrisk utgör befolkningens mängd en viktig parameter.

Om beslut tas beträffande ambitionsökningar för regementet i ett senare skede (efter 2030-2035) mot en utökad artilleriplattform kommer troligen garnisonen att bestå av mellan 600-1000 anställda (officerare, GSS/K och civila), minst 750 värnpliktiga samt över tid ha kapacitet att förlägga 100 soldater i gästförläggning. Detta innebär ett personantal om cirka 1850 personer. Samtliga personer bedöms inte vistas inom anläggningen hela tiden, dock har det konservativt antagits i beräkningar av samhällsrisk att det alltid finns 1700 personer inom området, alla dygnets timmar och 365 dagar om året. I beräkningar har det antagits att det under dagtid finns 1700 personer jämnt fördelade över hela regementsområdet. Under nattetid har det antagits att det finns 1500 personer inom kasernområdet samt 200 personer jämnt fördelade över hela regementsområdet.

Boende på fastigheter i närområdet samt personer vid närliggande verksamheter har också inkluderats i beräkning av samhällsrisk. För boende har det antagits befinna sig i genomsnitt 4 personer per hushåll nattetid och hälften så många personer dagtid. Enligt Statistiska Centralbyrån (2023) bor i genomsnitt 2,7 personer i Sverige per småhus och detta utgör därför ett konservativt antagande.

Personer inom regementsområdet har i beräkningarna generellt antagits vistas inomhus 50 % av tiden under dagen och 75 % av tiden under natten. I kasernområdet har personer inom regementet antagits vistas inomhus 90 % av tiden under nattetid. Personer i övriga verksamheter och bostäder har antagits vistas inomhus 75 % av tiden under dagen och 95 % av tiden under natten.

En översikt över populationer som inkluderats i beräkningar av samhällsrisk presenteras i Figur 17 nedan (skärmlapp från mjukvaran *RISKCURVES*).



Figur 17. Översikt över populationer som inkluderats vid beräkningar av samhällsrisk.

I Tabell 11 presenteras antalet personer som antagits dagtid respektive nattetid i de populationer som ansatts vid beräkning av samhällsrisk.

Tabell 11. Personantal i respektive population som ansatts vid beräkningar.

Område / Verksamhet / Bostad	Antal personer nattetid	Antal personer dagtid
Bostäder Sörled m.fl.	184	92
Bostäder Herrekvarn	24	12
Rastplats Kvarndammen	0	20
PLB Vindic AB, Färg-In AB m.fl.	0	30
Finnfoam AB	0	50
Husvagnsförsäljare, Burger king och Q star	5	60
Fyndboa m. fl.	0	50
Personer inom regementområde	1700	1700