

## Detaljerad riskanalys

Skärgårdsskogen.

Underlag för detaljplanearbete

2022-05-03

**Dokumenttyp:** Detaljerad riskanalys  
**Uppdragsnamn:** Skärgårdsskogen.  
Del av Skarpnäcksgård 1:1  
**Uppdragsnummer:** 504212  
**Datum:** 2022-05-03  
**Status:** Underlag för detaljplanearbete  
**Uppdragsledare:** Pierre Wahlqvist  
**Handläggare:** Pierre Wahlqvist  
Tel: 08-588 188 37  
E-post: pierre.wahlqvist@bsl.se  
**Uppdragsgivare:** Heba Fastighets AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2022-05-03	PWT	RKL	Detaljerad analys med kvantifiering av individrisk och samhällsrisk.

## Sammanfattning

Ett detaljplanearbete har påbörjats för Skärgårdsskogen som är en del av Skarpnäcks Gård 1:1. Detaljplanen omfattar flera olika kvarter med olika byggherrar. Planarbetet avser att möjliggöra bostäder och förskolor.

I anslutning till planområdet går Tyresövägen som är en primär transportled för farligt gods. I planområdets närhet finns även Svenska Kraftnäts kraftledning.

Avstånd till kraftledningen uppfyller det som rekommenderas av Svenska Kraftnät varför det är olycksrisker på Tyresövägen som medför att en mer detaljerad analys anses nödvändig med avseende på dessa scenarier:

- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

Den detaljerade riskanalysen genomförs för olycka vid transport av farligt gods på Tyresövägen och omfattar beräkning av frekvens och konsekvens för respektive scenario (olycka med brandfarlig vätska och olycka med brandfarlig gas). Resultatet har sammanställts i form av individrisk- och samhällsrisk. Genomförda beräkningar visar att individrisken vid avstånd där bebyggelse planeras är acceptabel och hamnar under ALARP. Samhällsriskerna hamnar bitvis inom det lägre ALARP-området, vilket innebär att åtgärder som kan sänka risknivån ska undersökas.

För ny bebyggelse inom planområdet rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas. De redovisade åtgärderna avser utformning och bebyggelseförslag som redovisas i denna analys. Skulle utformningen väsentligen ändras behöver riskanalysen ses över. Nedan avses avstånd från närmaste vägkant på Tyresövägen och bebyggelse inom planområdet:

- Obebyggda områden inom 75 meter från vägen utan framförliggande bebyggelse utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Byggnaderna närmst vägen utan framförliggande bebyggelse utformas så att utrymning från lokaler med mer än tillfällig vistelse är möjlig bort från vägen. Detta kan exempelvis säkerställas med genomgående trapphus om entréer planeras mot Tyresövägen. Kravet är aktuellt inom 75 meter från vägen.
- Förskolegårdar placeras i skyddade lägen bakom andra byggnader eller på 75 meters avstånd från Tyresövägen.
- Friskluftsintag placeras i skyddat läge bakom byggnad eller på tak riktad bort från vägen. Kravet är aktuellt inom 75 meter från vägen och för byggnader som är exponerade mot vägen utan bebyggelse framför.
- Balkonger och terrasser förläggs till fasader som inte vetter mot Tyresövägen.
- Fasader inom 40 meter från Tyresövägen utförs i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30 och som förhindrar vidare brandspridning in i byggnaden under minst 30 minuter. Kravet gäller inte fönster.

Det föreslås att åtgärder ovan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Utöver kraven ovan ska avstånd till kraftledning enligt beräkningar från Svenska Kraftnät uppfyllas.

Om åtgärderna som redovisats ovan genomförs är det Brandskyddslagets bedömning att det studerade planförslaget är lämpligt med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risker för olyckor.

## Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte .....	5
1.3 Omfattning.....	5
1.4 Internkontroll.....	5
1.5 Underlag .....	5
1.6 Lagstiftning .....	5
<b>2. OMRÅDESBESKRIVNING</b> .....	<b>7</b>
2.1 Omgivande planer .....	7
2.2 Planerad bebyggelse.....	7
<b>3. RISKINVENTERING OCH INLEDANDE ANALYS</b> .....	<b>9</b>
3.1 Allmänt.....	9
3.2 Inventering av riskkällor .....	9
3.3 Tyresövägen (väg 229).....	10
3.4 Kraftledning .....	13
3.5 Resultat riskinventering och inledande analys.....	13
<b>4. DETALJERAD ANALYS</b> .....	<b>13</b>
4.1 Metodik.....	13
4.2 Resultat riskberäkningar .....	16
4.3 Värdering av risk .....	17
<b>5. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER</b> .....	<b>18</b>
5.1 Allmänt.....	18
5.2 Allmänna åtgärder .....	18
5.3 Byggnadstekniska åtgärder.....	19
5.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning.....	21
<b>6. HANTERING AV OSÄKERHETER</b> .....	<b>23</b>
6.1 Känslighetsanalys.....	23
<b>7. SLUTSATSER</b> .....	<b>26</b>
<b>8. REFERENSER</b> .....	<b>27</b>
<b>BILAGA A – FREKVENSBERÄKNINGAR</b>	
<b>BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR</b>	

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Ett planarbete har påbörjats för Skärgårdsskogen som är en del av Skarpnäcks Gård 1:1. Målet är att ta fram en ny detaljplan som möjliggör bostäder och två förskolor.

I närheten till området ligger ett industriområde, Tyresövägen och en större kraftledning. Närheten till dessa riskkällor ställer krav på att riskerna analyseras i planprocessen.

Ett inledande PM med riskbedömning inför detaljplanearbete har upprättats av Brandskyddslaget /1/. I denna konstateras att det finns ett antal olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på Tyresövägen som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet. Med anledning av detta har Brandskyddslaget nu fått i uppdrag att genomföra en detaljerad (kvantitativ) riskanalys. Riskanalysen innehåller även den kraftledning som går i området.

Övriga riskkällor bedöms ha en liten påverkan på risknivån och har kunnat avskrivas i samband med den inledande riskanalysen.

### 1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka förutsättningarna för detaljplanearbetet genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

### 1.3 Omfattning

Analysen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på vägen omfattas inte av analysen.

### 1.4 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Initialer i kolumnen för internkontroll på sidan 2 bekräftar kontrollen.

### 1.5 Underlag

Underlag för den detaljerade riskanalysen utgörs av följande handlingar:

- Inledande riskbedömning inför detaljplanearbete Skärgårdsskogen. Brandskyddslaget, 2021-05-21
- 2022\_03\_31\_Skärgårdsskogen\_samtliga kvarter

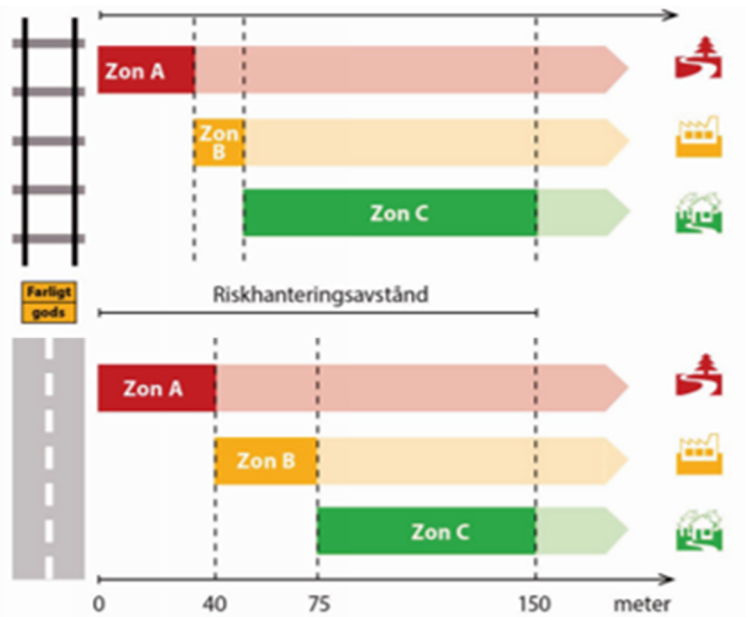
### 1.6 Lagstiftning

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

## 1.6.1 Rekommendationer från Länsstyrelsen i Stockholm

Länsstyrelsen i Stockholms Län har tagit fram riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse /2/. Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen riktlinjer för skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1.



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 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /2/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant.

Länsstyrelsen anger i sina riktlinjer generellt att skyddsavstånd är att föredra framför andra skyddsåtgärder. Vid korta avstånd lägger Länsstyrelsen större vikt vid konsekvensen av en olycka än frekvensen av olyckan.

För ny bebyggelse inom redovisade skyddsavstånd behöver en riskutredning göras som undersöker om planförslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs.

Intill primära transportleder för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 25 meter. Åtgärder ska åtminstone vidtas inom 30 meter från vägen.

Rekommendationen är även, vid sekundära transportleder, att 25 meter ska lämnas bebyggelsefritt. Avsteg kan dock vara möjligt i särskilda fall. Det gäller i så fall de fall där det går få transporter och/eller de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd.

## 2. Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet ligger i Skarpnäck i Stockholm och omfattar del av Skarpnäcksgård 1:1. Se figur 2.1.



Figur 2.1. Översikt över området som utgör planområdet (inringat) och omgivningen.

Idag är området obebyggt och ett större exploateringsarbete pågår där den aktuella fastigheten utgör en del av den totala exploateringen. Området är beläget i nivå med Tyresövägen med en bevuxen kulle mellan Tyresövägen och Flygfältsgatan.

### 2.1 Omgivande planer

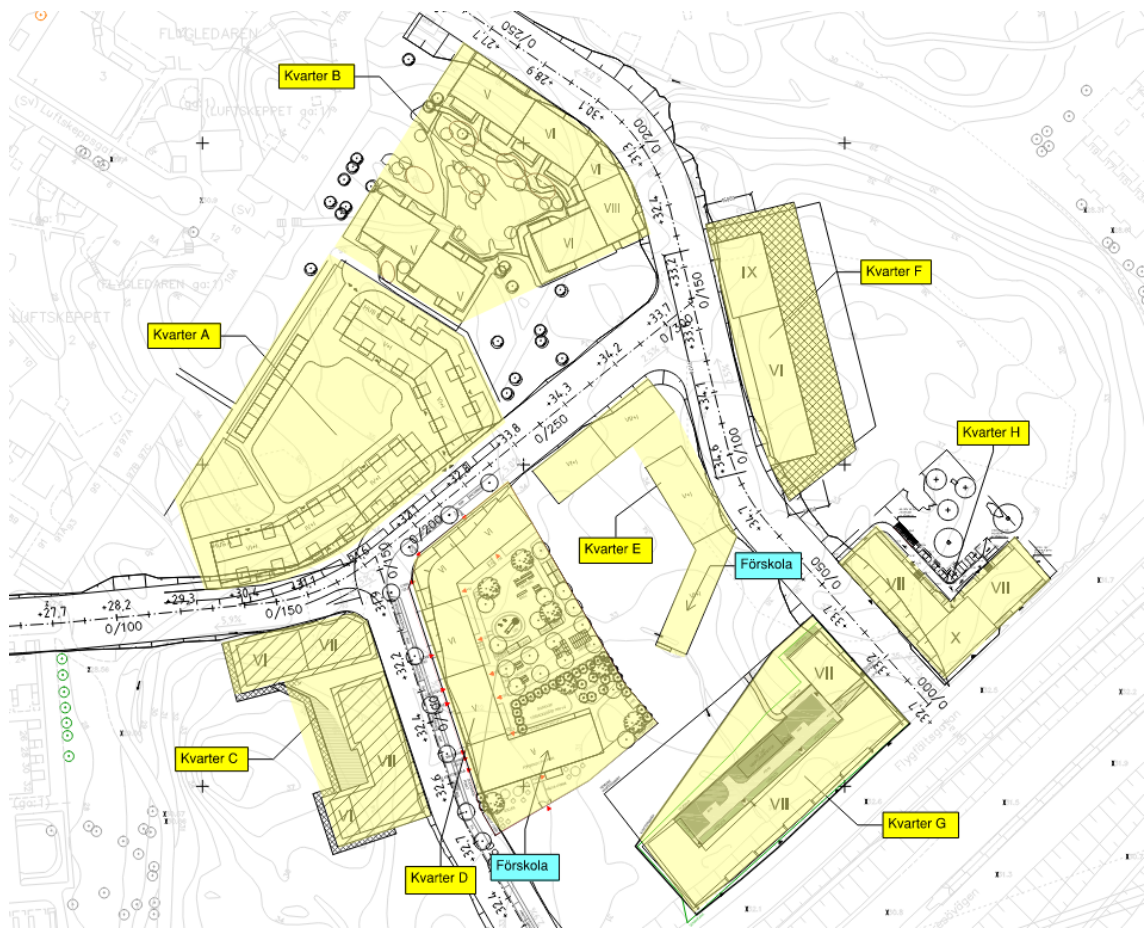
Planområdet ingår i programområdet för Bagarmossen och Skarpnäck. Programmet omfattar förtätning av området med bland annat 3 500 nya bostäder. Inom programområdet pågår arbete med ytterligare detaljplaner som omfattar ny bostadsbebyggelse samt en detaljplan som omfattar en ny förskola.

Inga omgivande planprojekt innebär påverkan på risknivån i området genom att tillföra nya riskkällor.

### 2.2 Planerad bebyggelse

Inom det studerade planområdet planeras för ny bebyggelse i form av flerbostadshus uppdelat i flera kvarter och huskroppar. I vissa av kvarteren planeras det för förskolor.

Figur 2.2 och tabell 2.1 nedan redovisar den planerade bebyggelsen inom området.



Figur 2.2. Planerad bebyggelse inom området. Tyresövägen är nere till höger i figuren.

Tabell 2.1. Planerad exploatering inom respektive kvarter.

Del av planområdet	Innehåll	Avstånd från bebyggelsen till Tyresövägen
Kvarter A	Bostäder, 6-7 våningar BTA 9700	190 meter
Kvarter B	Bostäder, 5-8 våningar BTA 9900	200 meter
Kvarter C	Bostäder, 6-7 våningar BTA 8600	105 meter
Kvarter D	Bostäder, 7 våningar BTA 11300 Förskola i två plan, BTA 860	90 meter
Kvarter E	Bostäder, 5-8 våningar BTA 8000 Förskola i bottenvåning, BTA 800	100 meter
Kvarter F	Bostäder, 6-9 våningar	110 meter



	BTA 6600	
Kvarter G	Bostäder, 7 våningar BTA 11300	34 meter
Kvarter H	Bostäder, 7-10 våningar BTA 7500	35 meter

### 3. Riskinventering och inledande analys

#### 3.1 Allmänt

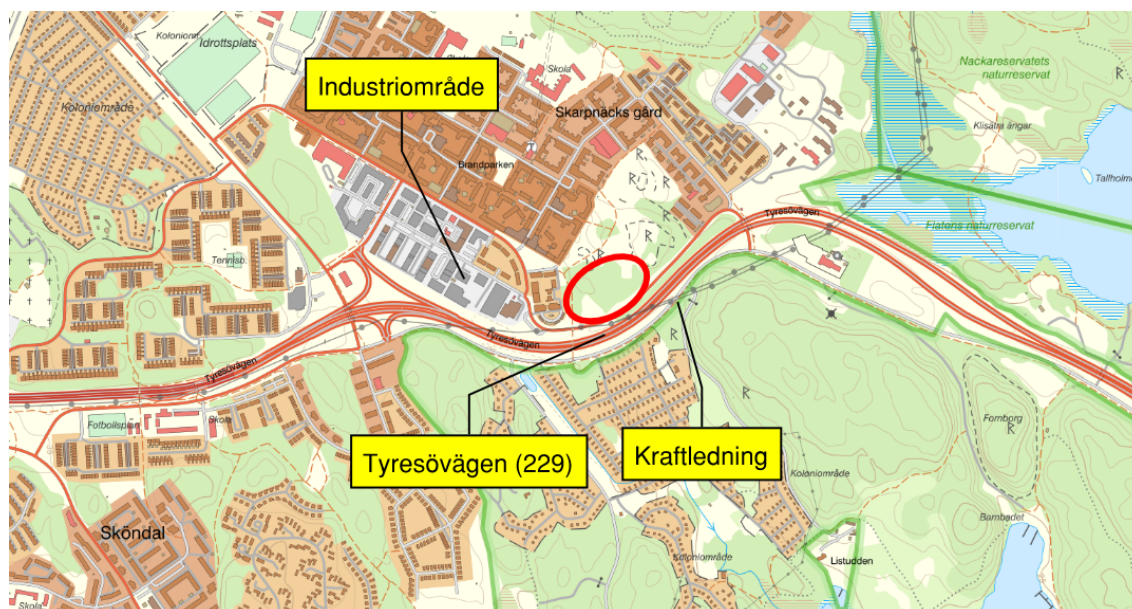
Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods, kraftledningar m m) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Inventeringen fokuserar på de riskkällor som ligger på ett sådant avstånd att Länsstyrelsens riktlinjer anger att de ska beaktas, om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet eller om svenska kraftnäts policy om avstånd /3/ underskrids.

För de aktuella riskkällorna görs en beskrivning av verksamheten samt en inventering av hantering och/eller transport av farliga ämnen. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

#### 3.2 Inventering av riskkällor

Resultatet av riskinventeringen redovisas i figur 3.1 och tabell 3.1.



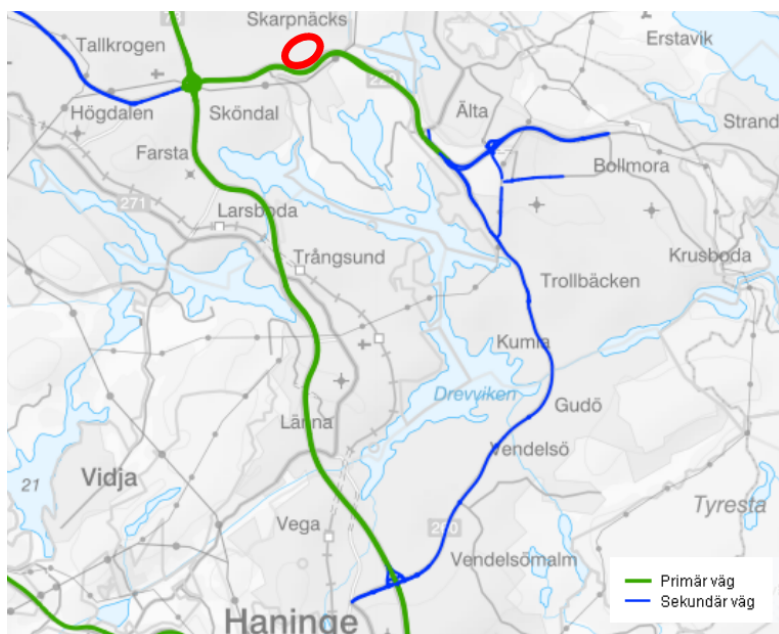
Figur 3.1. Planområde inringat tillsammans med identifierade möjliga riskkällor.

Tabell 3.1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet.

Riskkälla	Avstånd till bebyggelse inom planområdet (m)	Kommentar
<b>Tyresövägen (väg 229)</b>	34 meter till närmsta byggnad 90 meter till planerad förskola	Primär transportled för farligt gods.
<b>Industriområde på andra sidan Gamla Tyresövägen</b>	170 m	Främst identifieras verksamheter som hanterar brandfarliga varor. Avståndet till verksamheterna är tillräckligt stort för att det ska ses som betryggande. <u>Industriområdet studeras inte vidare som riskkälla.</u>
<b>Kraftledning</b>	30 m	220 kV ledning som passerar Tyresövägen.

### 3.3 Tyresövägen (väg 229)

Tyresövägen (väg 229) passerar i anslutning till planområdet. Vägen är klassad som en primär transportled för farligt gods från Nynäsvägen till uppdelningen av väg 260/229 efter Flaten. Från uppdelningen är vägen ut mot Tyresö klassad som en sekundär transportled för farligt gods och ner mot trafikplats Handen är väg 260 klassad som en sekundär transportled för farligt gods. Figur 3.2 visar de rekommenderade transportlederna för farligt gods i närområdet enligt Trafikverkets databas NVDB. Dragningen av Tyresövägen är sådan att endast transporter med mål- eller startpunkt ut mot Tyresö kan förväntas och inga genomfartstransporter kan antas gå förbi planområdet. Den aktuella delen av Tyresövägen stämmer därmed på det som i /2/ beskrivs som sekundära transportvägar; "... vägar avsedda för lokala transporter till och från de primära transportvägarna".



Figur 3.2. Transportleder för farligt gods. Aktuellt område inringat.

Tyresövägen är vid det aktuella planområdet uppdelad i separata körfält med två filer i vardera riktning. Hastigheten på vägen är skyltad till 90 km/h.

Enligt Trafikverkets räkningar och prognos för Tyresövägen (mellan tpl Gubbängen och tpl Skarpnäck) är ÅDT på vägen 42600 fordon, med 12 % tung trafik. Prognosen för 2040 är 57000 fordon med 12 % tung trafik. /4/ Räkningarna och prognosen bedöms vara applicerbara även för den studerade sträckan även om viss trafik kan förväntas svänga av vid tpl Skarpnäck.

Tyresövägen är utmed det studerade området beläget ungefär i nivå med planområdet. Utmed vägen mot planområdet finns en bevuxen vall, som uppskattas vara ungefär 1-2 meter hög. Körfälten är separerade med räcken. Risk för avåkning från vägbanan föreligger således inte. Se figur 3.3 för bild från vägen tagen på körfältet närmst planområdet i riktning mot tpl Skarpnäck.



Figur 3.3. Foto från den aktuella vägsträckan i höjd med planområdet.

### 3.3.1 Transport av farligt gods

Enligt ovan är Tyresövägen klassad som primär transportled för farligt gods men genomfartstransporter kan inte förväntas ske på vägen utan det är bara transporter med farligt gods som har målpunkter ute i Tyresö som går på vägen.

Tidigare inventering har gjorts av möjliga målpunkter ute i Tyresö och industriområden som ligger där /5, 6 och 7/. Främst identifieras 7 st bensinstationer, bussdepån och värmeverket som betydande målpunkter. Utöver dessa finns enstaka verksamheter som kan förväntas vara målpunkter för farligt gods.

Detta stämmer överens med den övergripande bild som Södertörns brandförsvär har av Tyresö kommun /8/. Det finns inga Seveso-verksamheter, farliga verksamheter enligt LSO 2:4 eller större industrier som genererar transporter. En genomgång har gjorts av de industriområden som finns anslutna till Tyresövägen, inga betydande målpunkter för farligt gods kunde identifieras utöver de som påvisats enligt ovan. De målpunkter som fick tank-transporter av gasol i den tidigare inventeringen /7/ har i denna inventering bytt verksamhetsplats då de inte finns kvar på adresserna eller inom Tyresö. Det bedöms därför inte förekomma tanktransporter av gas i på vägen.

Tidigare planarbeten utmed Tyresövägen har innehållit detaljerade kartläggningar om transporterade volymer till samma målpunkter som redovisas ovan /5 och 7/. Inga tillkommande målpunkter har identifierats. Den totala volymen drivmedel som levereras i Sverige är ungefär konstant /9/ där mängderna eldningsolja starkt minskar, mängden bensin minskar något och mängden diesel (inklusive förnybar diesel) ökar. Antalet transporter är direkt kopplat till förbrukning/försäljning vid respektive målpunkt och varierar över året men kan förväntas vara konstant över tid. Flertalet av bensinstationerna säljer även gasol varför transporter av brandfarliga gaser förutsätts på vägen. Den brandfarliga gasen transporteras i flaskor.

Genomförd inventering av målpunkter och förväntade transporter av farligt gods är i linje med underlag till tidigare planarbeten utmed vägen, detaljplanerna Solvärmen 1, Sköndal 2:1 och Bollmoragården /5, 7 och 10/. Det uppskattas förekomma ungefär 3 passager per dag med brandfarliga vätskor och enstaka transporter med brandfarlig gas, ungefär 2 per vecka. De identifierade transporterna av farligt gods sammanställs tillsammans med en uppskattning av frekvensen för respektive transportslag i tabell 3.2 nedan.

Tabell 3.2. Uppskattat antal transporter av farligt gods förbi planområdet.

Målpunkt	Farligt gods klass	Frekvens (per år)	Kommentar
<b>Drivmedelsstation</b>	Brandfarlig vätska	1095	Frekvens från /7/
	Brandfarlig gas (lös behållare)	104	Uppskattat ifrån att 2 av de 7 stationerna säljer gasol med ungefärlig leverans en gång per vecka utslaget över året.
<b>Bussdepå</b>	Brandfarlig vätska	52	Frekvens från /10/

#### Framtid

Tyresövägen är en primär transportled för farligt gods varför situationen på vägen (med avseende på farligt gods) kan förändras. Inga förändringar av framtida transportsituationen har identifierats. Tidigare planerades en biogasanläggning i Skarpnäck som kunde medfört transporter av brandfarlig gas på vägen, men sådan anläggning är inte längre aktuell. Genomgången av Tyresös översiktsplan som redovisas nedan identifierar inte heller några planer som kan förväntas generera transporter av farlig gods, tvärtom ska flera områden omvandlas till bostäder eller icke störande verksamhet.

För att inte underskatta antalet transporter av farligt gods på vägen i en framtida situation 2040 räknas antalet transporter upp i likhet med den generella trafikökningen enligt /7/, dvs en ökning med ungefär 34 %.

## Översiktsplan Tyresö 2035

För att få en uppfattning av hur kommunen ser på utvecklingen av Tyresö och möjliga nya riskkällor som kan generera transporter av farligt gods förbi planområdet, och som därför kan behöva beaktas, studeras kommunens översiktsplan /11/. I översiktsplanen tydliggör kommunen den planerade utvecklingen till år 2035. I översiktsplanen framgår bland annat följande utveckling av företagsområden/industriområden:

- Trollbäckens företagsområde, området runt Trollbäckens IP och Gudö verksamhetsområde planeras för bostäder och icke störande verksamheter.
- Bollmora företagsområde omvandlas till blandområde med verksamheter av icke-störande karaktär.
- Södra Lindalens företagsområde ska renodlas för att ge möjligheter till fler verksamheter och arbetstillfällen.

Utöver dessa industriområden där utvecklingen planeras mot verksamheter som inte kan förväntas generera transporter av farligt gods finns även Pettersboda industriområde. Området nämns inte i översiktsplanen men en inventering av området visar på att området i stort inte bedöms generera eller ge upphov för tillkommande transporter av farligt gods.

### 3.4 Kraftledning

Kraftledningen som går utmed Tyresövägen utgörs av 220 kV-ledningar som förbinder Högdalen och Nacka.

Svenska kraftnät har i ett yttrande (2016/396) genomfört magnetfältberäkningar för fastigheten Skarpnäck Gård 1:1 /12/. I yttrandet läses att den magnetfältspolicy som tillämpas innebär att planerade byggnader bör placeras så att magnetfältvärdet 0,4 mikrotesla ej överskrids. Beräkningarna visar att det medför att 30 meter ska hållas till den norra ledningen mellan stolpe ST0014 och ST0015, 30 meter ska hållas till stolpe ST0015 samt 35 meter norr om stolpe ST0018.

Då dessa avstånd ska uppfyllas studeras inte kraftledningen närmare som riskkälla. Det ska dock säkerställas att avstånden behålls genom planprocessen.

### 3.5 Resultat riskinventering och inledande analys

Av de identifierade riskerna som studeras ovan har följande olycksrisker bedömts vara av sådan omfattning att en mer detaljerad analys anses nödvändig:

Olycka vid transport av farligt gods på Tyresövägen:

- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)

## 4. Detaljerad analys

### 4.1 Metodik

De identifierade olyckshändelserna som ovan bedöms kunna inträffa samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en fördjupad, kvantitativ, riskanalys.

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper.

Beräkningarna redovisas i bilagorna A och B.

## 4.1.1 Sammanvägning av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas i form av individrisk och samhällsrisk.

## 4.1.2 Individrisk

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar den kumulerade frekvensen (per år) för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som den sammanlagda frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde > 100 meter.

Individrisken beräknas för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framförliggande bebyggelse (vare sig befintlig eller planerad) och andra avskärmande barriärer.

## 4.1.3 Samhällsrisk

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvenser plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år ( $\text{år}^{-1}$ ) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

Samhällsrisk beräknas för aktuellt utförandealternativ med planerad bebyggelse och markanvändning inom planområdet. Nollalternativet beaktas inte i samhällsriskberäkningarna, eftersom området idag är obebyggt och det även utan beräkningar kan konstateras att aktuellt utförandealternativ, som innebär en markant förtätning av bebyggelse samt ökning av personantal inom planområdet, kommer ha en stor påverkan på samhällsrisk.

Acceptanskriterierna för samhällsrisk avser 1 km<sup>2</sup> med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km väg. Samhällsrisk beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse. Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade planområdet samt omgivande bebyggelse.

Konsekvenserna kommer att beräknas för planerat utförandealternativ med planerad bebyggelse och markanvändning inom det studerade området.

## 4.1.4 Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier. Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning.

För riskvärdering av bebyggelse intill farligt gods-leder rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att riskkriterierna i publikationen *Värdering av risk /13/* används. I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, se *Tabell 4.1*.

Tabell 4.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en väg-/järnvägssträcka på 1 km
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	$10^{-5}$	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	$10^{-7}$	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Acceptanskriterierna i tabell 5.1 omfattar en lägre och en övre gräns. Risker som hamnar under den lägre gränsen är acceptabla och innebär normalt inga krav på åtgärder. Risker som hamnar över den övre gränsen är oacceptabla och ska reduceras genom åtgärder eller restriktioner.

Området mellan den lägre och den övre gränsen benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Inom detta område anses riskerna vara så stora att de noga måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver därför begreppet *tolerabel risk* beaktas:

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter och markanvändning. Detta gäller framförallt avseende individrisk. Individrisken beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt Värdering av risk /13/ bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

Istället för att korrigera individrisken för olika individer enligt beskrivningen ovan så utgår riskanalysen från att risknivåer inom den nedre halvan av ALARP kan accepteras för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter utan behov av säkerhetshöjande åtgärder eftersom den faktiska individrisken för personer inom dessa verksamheter är betydligt lägre än den beräknade. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, kan accepteras en risknivå som hamnar över den övre gränsen i angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt Värdering av risk /13/ så bör en rimlig utgångspunkt vara att risker som ligger inom den övre delen av ALARP-området, d.v.s. nära gränsen för "oacceptabla risker" endast tolereras om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall då motiveras.

#### 4.1.5 Hantering av osäkerheter

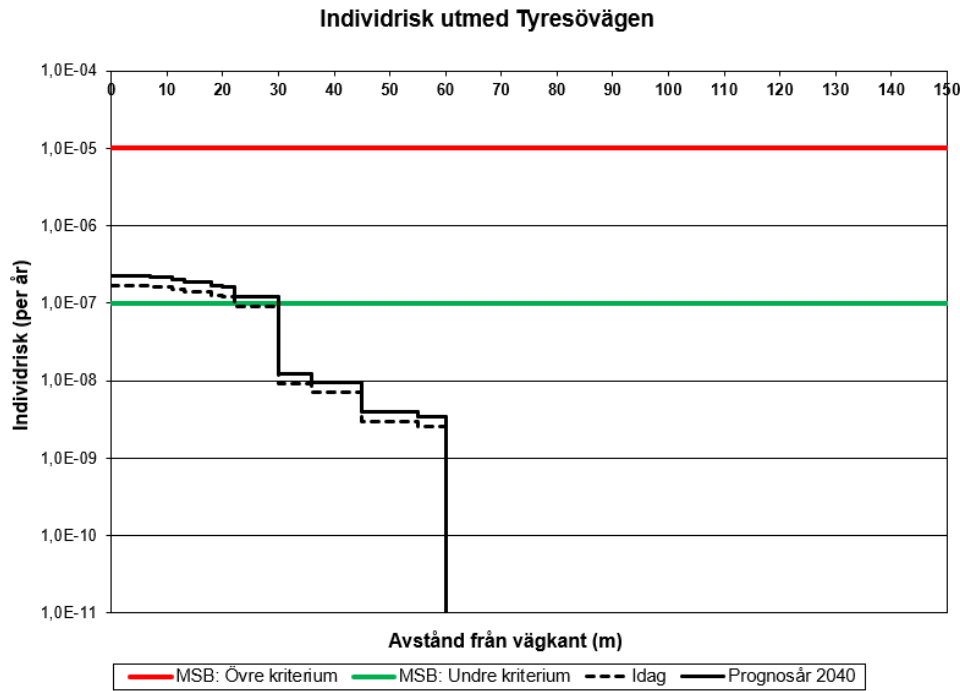
Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varierar på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

Känslighetsanalysen redovisas i avsnitt 7.

## 4.2 Resultat riskberäkningar

### 4.2.1 Individrisk

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Tyresövägen. Individrisken utomhus presenteras dels för nuläget och dels för prognosåret 2040 (se Figur 4.1). Avstånden i diagrammen utgår från närmaste väggkant på Tyresövägen.

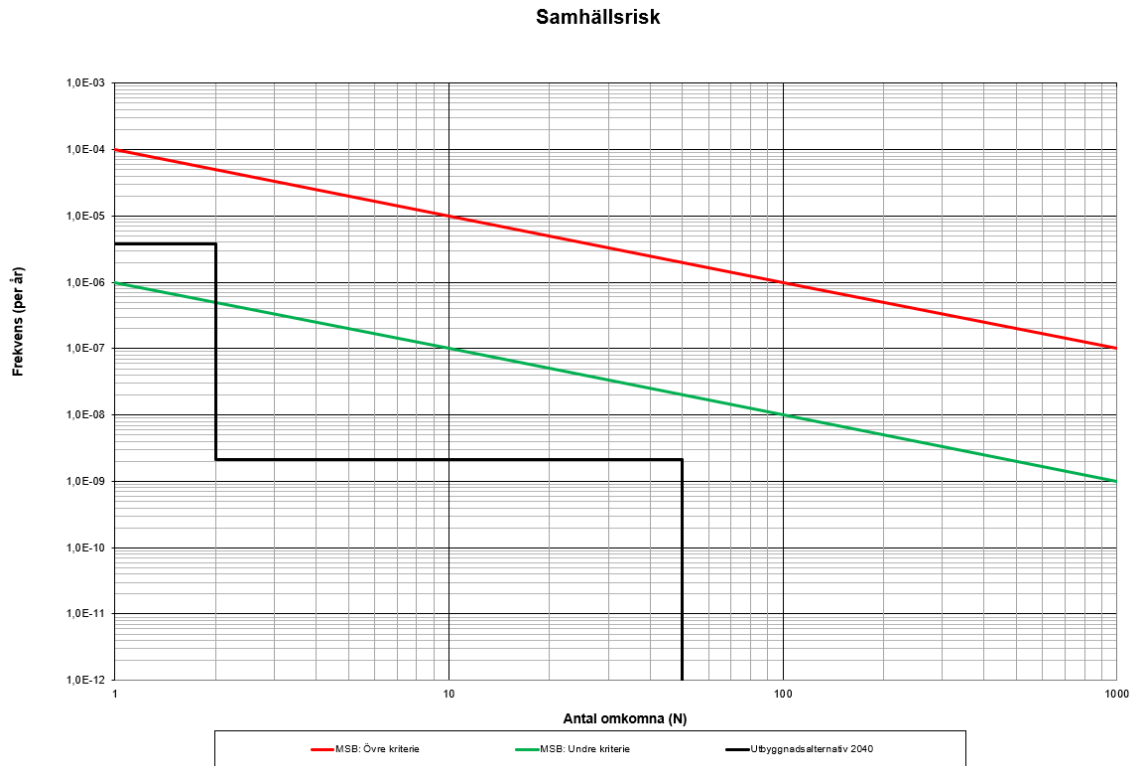


Figur 4.1. Individrisk i nuläge utmed Tyresövägen. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

### 4.2.2 Samhällsrisk

I Figur 4.2 redovisas den beräknade samhällsrisk inom det studerade området, dvs. aktuellt planområde och kringliggande bebyggelse. Samhällsrisk presenteras med planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet. Beräkningarna har gjort för en framtida trafiksituation år 2040.





Figur 4.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisken för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Tyresövägen med trafiken år 2040. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

### 4.3 Värdering av risk

Med avseende på **individrisk** bedöms risker vid bebyggelsen förknippade med trafiken på Tyresövägen hamna under ALARP på avstånd där bebyggelsen planeras, både i ett nuläge och för prognosåret 2040. Beräkningarna av individrisk beaktar inte den beväxna vall som finns mellan Tyresövägen och planområdet. Med avseende på beräknade individrisker anses risknivån vara acceptabel för planerad bebyggelse och inga åtgärder eller väldigt begränsade åtgärder bedöms därför vara relevanta med hänsyn till risker förknippade med Tyresövägen. Dock ska det säkerställas att området mellan väg och bebyggelse inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus då risknivån där är inom ALARP.

Med avseende på **samhällsrisk** bedöms risker förknippade med transporter av farligt gods på Tyresövägen hamna kring den undre gränsen för ALARP med en mindre del inom ALARP. På grund av de transporttyper som förväntas på vägen och det avstånd som studerat förslag medför är olyckor med stora konsekvenser (många omkomna) inte att förvänta. Det studerade planförslaget medför att kvarter G och H ligger inom konsekvensområdet för vissa olycksscenarioer men att de samtidigt kommer fungera som en avskärmande barriär mot övriga området. Beräkningarna visar att det är olyckor som medför större pölbränder som resulterar i att samhällsrisken vid enstaka omkomna hamnar inom ALARP. Åtgärder för att sänka risknivån är därför relevanta att beakta utifrån de olycksscenarioer som studerats.

Resonemang om behov samt förslag på åtgärder redovisas i avsnitt 5.

## **5. Säkerhetshöjande åtgärder**

### **5.1 Allmänt**

Enligt den detaljerade analysen är risknivån för det aktuella planområdet delvis inom ALARP varför riskreducerande åtgärder ska undersökas vid exploatering. Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras då acceptansnivån är beroende av markanvändningen samt avstånd till riskkällor. Dessutom behöver bedömningen av åtgärder beakta vilket bidrag till risknivån som respektive olycksrisk innebär.

### **5.2 Allmänna åtgärder**

Med utgångspunkt från ovanstående resonemang så redovisas i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den fördjupade riskanalysen.

Respektive avsnitt inleds med en generell beskrivning av restriktioner och åtgärder. I kursiv text redovisas en specifik bedömning för det aktuella området. I avsnitt 5.4 redovisas sedan en sammanställning av vilka restriktioner och åtgärder som rekommenderas för det aktuella projektet.

#### **5.2.1 Planering och placering av verksamheter samt markanvändning**

##### **Riktlinjer**

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se avsnitt 1.6.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark kan detta dock vara svårt.

Normalt innebär uppfyllande av Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas.

Vid bebyggelse som inte uppfyller de rekommenderade skyddsavstånden kommer kompletterande byggnadstekniska åtgärder generellt behöva vidtas. Omfattningen av åtgärderna är beroende av hur mycket skyddsavstånden underskrids samt vilka olycksrisker som behöver beaktas. Syftet med åtgärderna är att reducera det "nettotillskott" av oönskade händelser som avsteget medför i förhållande till om riktlinjerna skulle följas, se vidare avsnitt 6.2.2.

##### **Bedömning utifrån studerat förslag**

*Enligt kvartersindelningen uppgår kortaste avstånd mellan Tyresövägen och planerad bostadsbebyggelse till cirka 34 meter, vilket innebär att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd för bostäder på 75 meter inte uppfylls. Detta gäller kvarter G och H. Tyresövägen är klassad som en primär transportled för farligt gods men ur flera aspekter kan den jämföras med en sekundär transportled, främst då ingen genomfartstrafik för farligt gods kan förväntas och den aktuella delen av vägen kan inte ses vara en del av huvudvägnätet för just sådan genomfart. Inventeringen visar att det på Tyresövägen går ett begränsat antal transporter med brännbara vätskor och brännbara gaser i lösa behållare. Skadepåverkan från olyckor med dessa ämnen kan på ett bra sätt hanteras med hjälp av byggnadstekniska åtgärder då den främsta konsekvensen är strålning mot omgivningen. Avsteg från rekommendationerna i avsnitt 1.6.1 och tänkt bebyggelseplacering bedöms kunna accepteras beaktat den platsspecifika riskbilden men säkerhetshöjande åtgärder behöver vidtas, se nedan.*

*Förskolelokaler placeras som närmast cirka 90 meter från Tyresövägen vilket innebär att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (75 meter) uppfylls. Studerade olycksscenarier är kopplade till brandfarlig vätska och gas vilket innebär att bakomliggande bebyggelse och innergårdar inte bedöms påverkas vid en olycka. Med hänsyn till detta bedöms placeringen vara acceptabel ur riskhänseende.*

## 5.2.2 Utformning av obebyggda ytor

### Riktlinjer

Utformningen av obebyggda områden i anslutning till riskkällor bör göras med hänsyn tagen till den förhöjda risknivån. Detta gäller främst för områden mellan ny bebyggelse och riskkällan. Detta område bör inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

### Bedömning utifrån studerat förslag

*Obebyggda ytor mellan ny bebyggelse och Tyresövägen ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Med stadigvarande vistelse avses exempelvis lekplatser, utegym, uteservering m.m. Markparkering samt gång- och cykelvägar är ytor som inte bedöms ge upphov till stadigvarande vistelse och som därför kan placeras i området. Då det i planområdets västra del är långt mellan väg och bebyggelse föreslås att begränsningarna gäller inom 75 meter från vägen där skydd av framförliggande bebyggelse saknas. Detta för att förskolorna som planeras inom området inte ska lockas till platser nära vägen (även utanför förskolegårdar).*

## 5.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.6.1 underskrivs för kvarter G och H. Den planerade bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen en risknivå inom de lägre delarna av ALARP. För att acceptera avstegen avseende skyddsavstånd samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder.

På grund av det exponerade läget mot Tyresövägen bedöms det inte lämpligt att planera balkonger eller terrasser som exponeras mot vägen. Balkonger eller terrasser förläggs lämpligen till skyddade sidor av en byggnad som inte vetter mot Tyresövägen.

### 5.3.1 Utrymning

#### Riktlinjer

Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till riskkällan behöver utformas med beaktande av möjliga externa olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på Tyresövägen.

#### Bedömning utifrån studerat förslag

*Ovanstående innebär att ny bebyggelse inom planområdet som vetter direkt mot Tyresövägen (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse eller avskärmning) och som inte uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från järnvägen.*

Det rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av "normal" entré för att på så sätt ta hänsyn till personers benägenhet att utrymma samma väg som de kom in. Om huvudentréer skulle planeras mot riskkällan så är det viktigt att utrymningsvägarna bort från riskkällan är lätta att identifiera och nyttja. Trapphus som mynnar mot vägen bör exempelvis utföras genomgående så utrymning möjliggörs även bort från vägen.

För bebyggelse som inte vetter direkt mot riskkällan bedöms ovanstående åtgärd ha en begränsad effekt eftersom framförliggande bebyggelse har en avskärmande effekt som ökar möjligheten att utrymma bakomliggande byggnader.

Utrymning via fönster med räddningstjänstens stegutrustning uppfyller inte syftet med ovanstående åtgärdsförslag. Vidare bör det beaktas att om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till enbart utrymningsvägar, som utgörs av trapphus som vetter mot riskkällan, så behöver fasaden mot riskkällan utformas så att strålningsnivån på utrymnande inte överstiger 2,5 kW/m<sup>2</sup> vid ett brandscenario med brännbara gaser eller brandfarliga vätskor. Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se avsnitt 5.4.

För att säkerställa att utrymning kan ske på tillfredställande sätt vid en olycka på Tyresövägen bör detta säkerställas i planen, se vidare avsnitt 5.4.

### 5.3.2 Skydd mot brandspridning

#### Riktlinjer

För att minska sannolikheten för att en brand (olycka med brännbar gas, brandfarlig vätska m.m.) sprider sig in i byggnader nära riskkällan innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter för att säkerställa utrymningen. Hur omfattande kraven behöver vara för att erhålla skydd mot brandspridning är beroende av avståndet mellan byggnad och riskkälla. Nivåskillnader och framförliggande bebyggelse och barriärer behöver också beaktas.

Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

#### Bedömning utifrån studerat planförslag

Enligt den fördjupade riskbedömningen är det främst olyckor som medför risk för brandspridning som medför en samhällsrisk delvis i ALARP.

För att ytterligare begränsa risken för brandspridning in i byggnader rekommenderas att för ny bebyggelse ska fasader som vetter direkt mot Tyresövägen (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse eller avskärmning) utföras i obrännbart material alternativt med konstruktioner som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30. Då avståndet till vägen är stort och befintlig vall kommer ge konsekvensreducerande effekter gäller kravet inte fönster. Åtgärdsförslaget gäller för fasader inom 40 meter från Tyresövägen.

För att säkerställa skydd mot brandspridning vid en olycka på Tyresövägen bör detta säkerställas i planen, se vidare avsnitt 5.4.

## 5.3.3 Skydd mot spridning av gaser

### Riktlinjer

Beroende på gastyp går det att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta ventilationstekniska åtgärder för att begränsa risken för spridning av brandgaser samt brännbara och giftiga gaser in i byggnader. De åtgärder som ofta föreslås innebär att friskluftsintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på den närliggande riskkällan, t.ex. bort från riskkällan alternativt på tak. Om ventilationssystemet utförs mekaniskt så kan det dessutom utformas så att det på ett enkelt sätt kan stängas av, genom exempelvis central nödavstängning. Frånluftssystem med tilluft via uteluftsventil kan utföras med möjlighet att manuellt stänga ventilen.

Åtgärden innebär normalt en låg kostnad men möjligheten till att stänga av systemet kan vara svår att genomföra och följa upp. Den kan inte helt regleras som en planbestämmelse.

### Bedömning utifrån studerat planförslag

*Eftersom åtgärden är relativt enkel att genomföra bör krav ställas på att friskluftsintag inom 75 meter från Tyresövägen placeras på skyddad sida eller riktas bort från vägen. Krav på central avstämningmöjlighet bedöms inte relevant beaktat det studerade förslaget.*

## 5.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid bebyggelse och förändrad markanvändning inom det aktuella planområdet rekommenderas att restriktioner och byggnadstekniska åtgärder nedan vidtas. De redovisade åtgärderna avser utformning och bebyggelseförslag som redovisas i denna analys. Skulle utformningen väsentligen ändras behöver riskanalysen ses över.

- Obebyggda områden inom 75 meter från vägen utan framförliggande bebyggelse utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Förskolegårdar placeras i skyddade lägen bakom andra byggnader eller 75 meter från vägen.

Följande åtgärder rekommenderas för kvarter G och H, övriga kvarter är belägna med tillräckliga skyddsavstånd från vägen.

- Byggnaderna närmst vägen utan framförliggande bebyggelse utformas så att utrymning från lokaler med mer än tillfällig vistelse är möjlig bort från vägen. Detta kan exempelvis säkerställas med genomgående trapphus om entréer planeras mot Tyresövägen.
- Friskluftsintag placeras i skyddat läge bakom byggnad eller på tak riktad bort från vägen.
- Balkonger och terrasser förläggs till fasader som inte vetter mot Tyresövägen.
- Fasader inom 40 meter från Tyresövägen utförs i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30 och som förhindrar vidare brandspridning in i byggnaden under minst 30 minuter. Kravet gäller inte fönster.

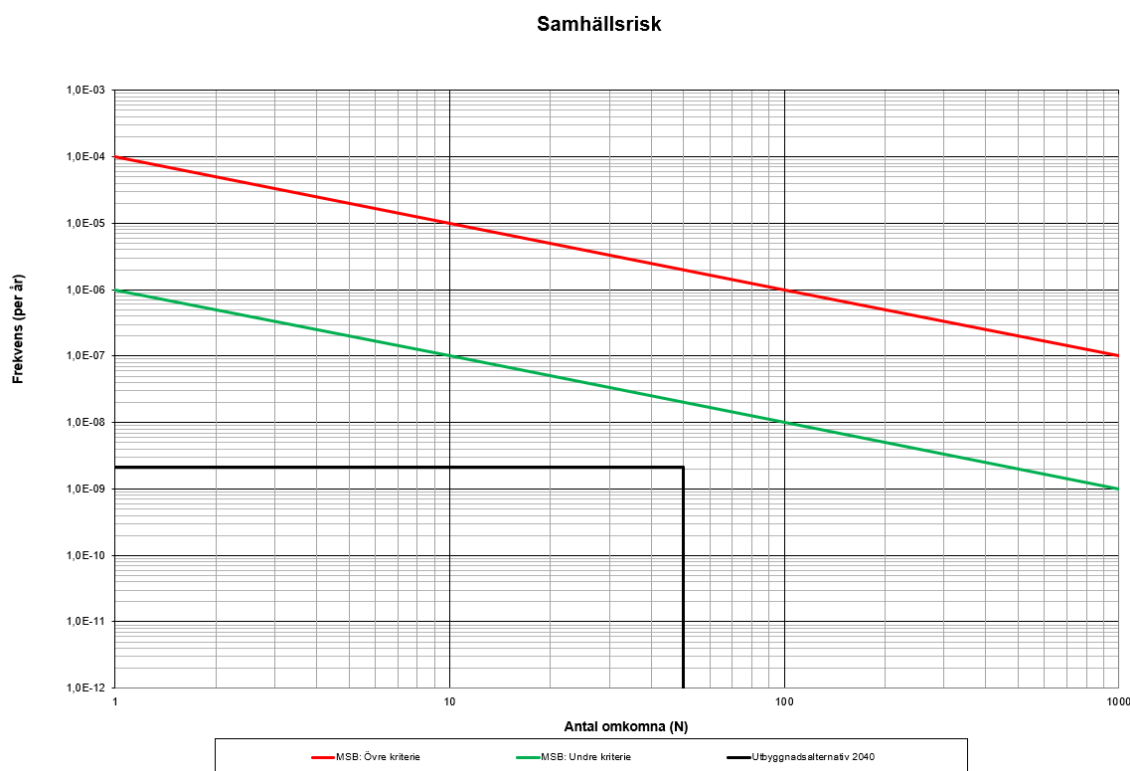
Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

#### 5.4.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet:

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av eventuella gasutsläpp genom skyddsavstånd i kombination med ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändig brand genom skyddsavstånd och åtgärder i fasader som riskerar att påverkas vid extern brand (gas och vätska).
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Tyresövägen genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från vägen.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt. En kvantifiering av samhällsriskerna för området beaktat de föreslagna åtgärderna redovisas i figur 5.1 nedan.



Figur 5.1. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån år 2040 beaktat effekten av de åtgärder som föreslås.

## 6. Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder
- Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet
- Val av olycksscenarier
- Uppskattat personantal

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används överlag konservativa uppskattningar, både i frekvens- och konsekvensberäkningarna. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden tillsammans med utförd känslighetsanalys innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

### 6.1 Känslighetsanalys

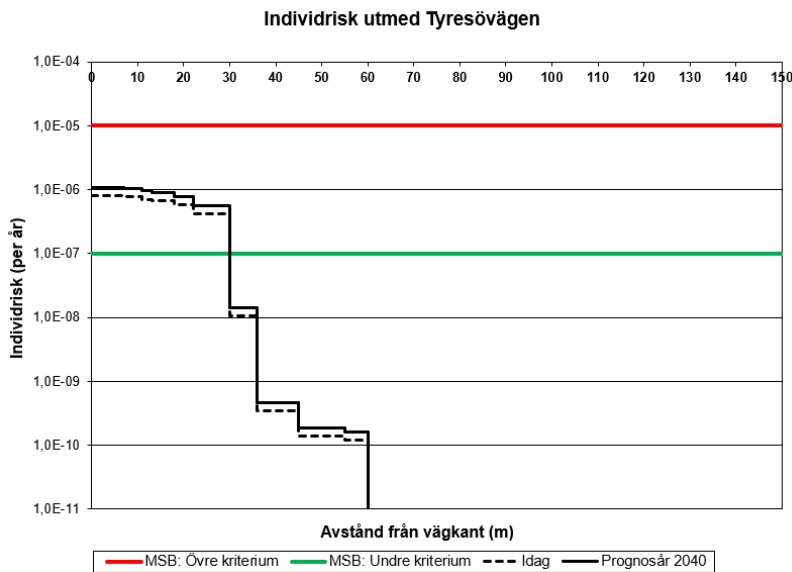
Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på individrisk och samhällsrisk.

Känslighetsanalysen beaktar i följande avsnitt både ett kraftig höjning av antalet farligt gods transporter samt en förändring av transporterna av brännbar gas så att transporter som beaktas är tanktransporter istället för flasktransporter med gasol, för att ta höjd för ett framtidsscenario som innehåller sådan transporter.

### 6.1.1 Förändrat transportantal av farligt gods

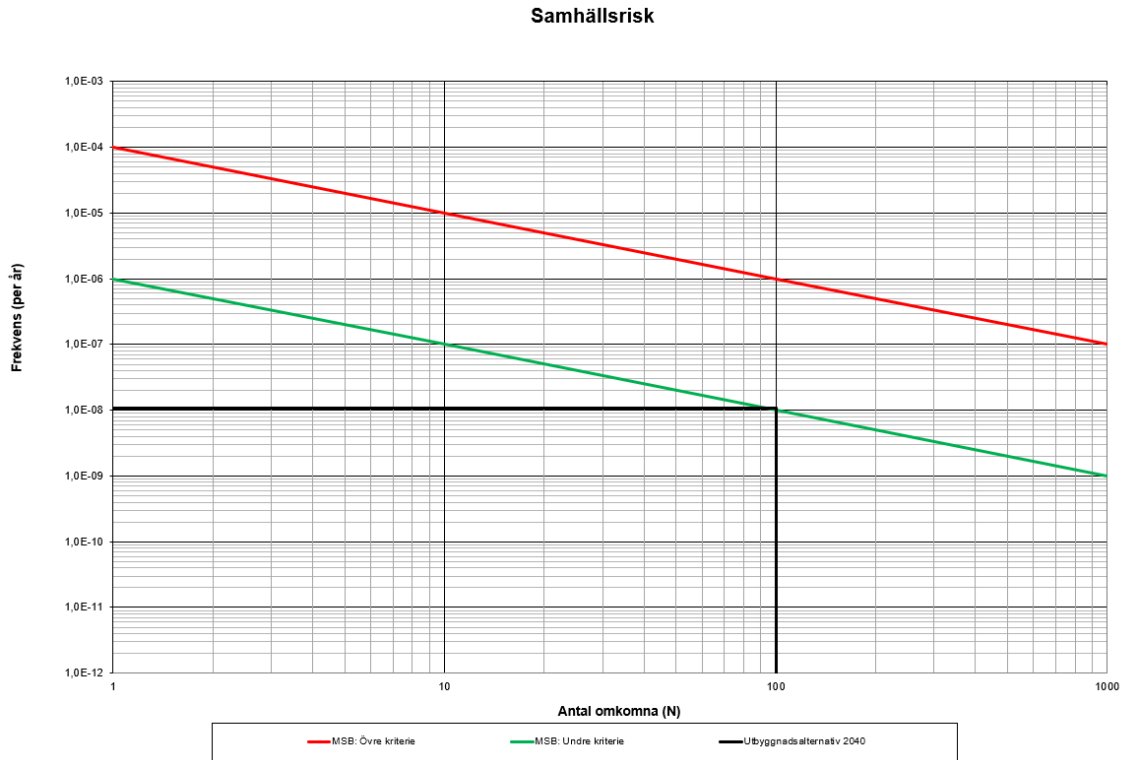
En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på Tyresövägen. Det uppskattade antalet farligt godstransporter på Tyresövägen har därför antagits öka med en faktor 5 i förhållande till prognosåret 2040. Det innebär ett totalt antal transporter på 23 st per dygn och jämfört med 4,6 transporter per dag för prognosåret.

Denna del av känslighetsanalysen visar att individrisknivån hamnar i ALARP även vid en kraftig ökning av antalet farligt godstransporter på Tyresövägen. Detta gäller både för oskyddade personer utomhus inom planområdet och personer som vistas inomhus inom planområdet. Känslighetsanalysen visar att även vid en mycket kraftig ökning av antalet farligt godstransporter så är samhällsriskerna aldrig på en hög nivå. De åtgärder som föreslås i avsnitt 5 kommer reducera antalet omkomna till nivåer under ALARP. Det beror på att det är människor inomhus som förväntas omkomma på grund av olika typer av bränder och åtgärderna som föreslås reducerar konsekvenserna och risker kring brandspridning. Åtgärderna säkerställer även att människor kan ta sig ut och bort från vägen på ett säkert sätt.



Figur 6.1. Individrisk utmed Tyresövägen beaktat att transporter av farligt gods femfaldigas.



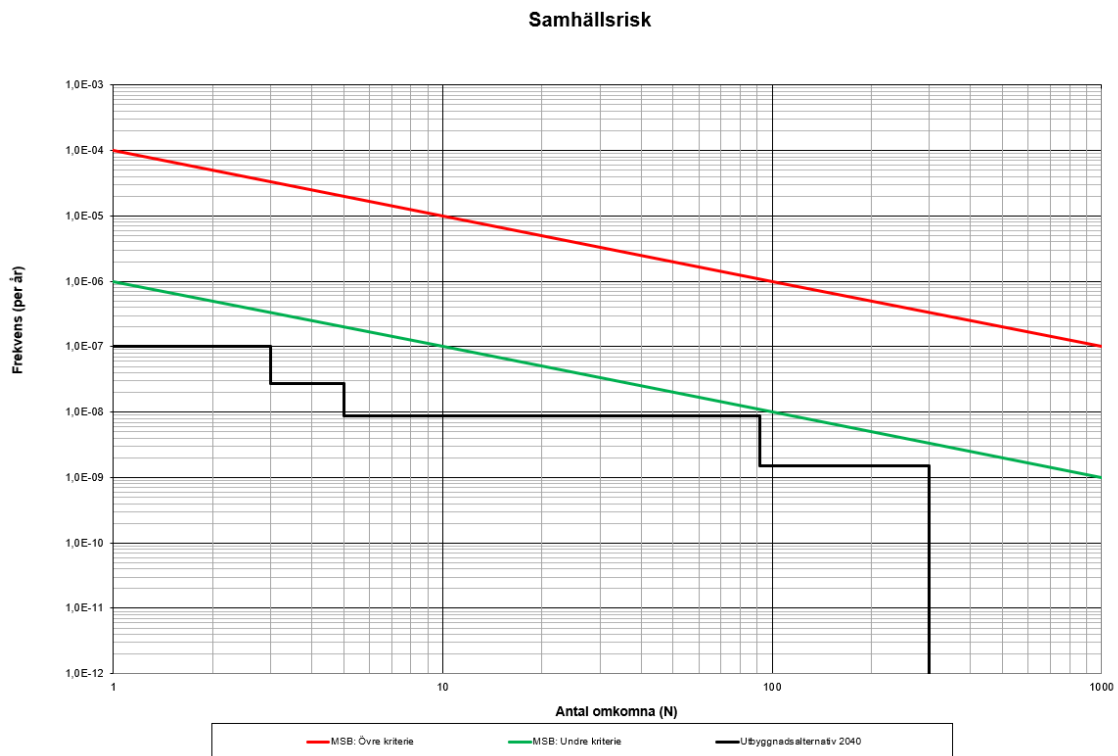


Figur 6.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisken om antalet transporter femfaldigas.

### 6.1.2 Förändrade transporter av brännbar gas

Då ingen av bensinstationerna som identifierats i riskinventeringen idag tillhandahåller fordonsgas har beräkningarna i avsnitt 4 baserats på transporter av gasol i flaskor. Som en del i känslighetsanalysen studeras därför vad utfallet blir om samma transporter istället utgörs av tanktransporter för att täcka scenariot att någon av bensinstationerna vill starta en större försäljning av gas eller att någon annan verksamhet börjar använda gas på sådant sätt att tanktransporter Tyresövägen är aktuellt. Frekvenser och konsekvenser för tankbilstransporter redovisas därför i bilaga A och B.

Denna del av känslighetsanalysen omfattar samhällsrisken som påverkas ganska mycket i de delar som innebär ett större antal omkomna. Detta beror främst på att en tanktransport med brännbar gas innebär större konsekvenser än en transport med många flaskor och den större volymen gas som kan komma ut samtidigt vid läckage. Exempelvis blir jetflammar längre, gasbränder större (med större strålningspåverkan mot omgivningen) och exploderande gasflaskor byts i kvantifieringen mot BLEVE. Beaktat de skyddshöjande åtgärderna som föreslås i avsnitt 5 kommer dock goda reducerande effekter erhållas då riskerna främst är kopplade till strålningspåverkan och brandspridning. Åtgärderna som föreslås innehåller dock inte åtgärder kopplat till scenariot BLEVE eller tryckpåverkan varför antalet omkomna där inte justeras vid beaktande av åtgärderna. Samhällsrisken vid beaktande av åtgärderna som föreslås är på en acceptabel nivå.



Figur 6.3. F/N-kurva som redovisar samhällsriskenivån då transporter med gasol i flaskor byts mot fordonsgas transporter i tankbil.

Utifrån genomförd känslighetsanalys bedöms det dock inte vara rimligt att ställa ytterligare krav på säkerhetshöjande åtgärder. Resultatet av riskanalysen bedöms som robust även vid markanta förändringar i transporter av farligt gods på Tyresövägen.

## 7. Slutsatser

Genomförd riskanalys visar att antalet transporter med farligt gods på Tyresövägen är relativt begränsat och transporterna omfattar endast brännbara gaser i flaskor och brännbara vätskor till bensinstationer och en bussdepå.

Beräkningar av riskenivån visar på en låg/acceptabel individrisk på avstånd där bebyggelse planeras men att samhällsrisken för området kräver att säkerhetshöjande åtgärder vidtas.

Föreslagna säkerhetshöjande åtgärder enligt avsnitt 5 säkerställer att människor inom planområdet inte utsätts för oacceptabla risker även om antalet transporter av farligt gods utökas stort eller om brännbar gas transporteras i tankbil.

Baserat på genomförd analys är bedömningen att planerad bebyggelse kan placeras utifrån studerat förslag med hänsyn till identifierade risker, förutsatt att säkerhetshöjande åtgärder i enlighet med denna analys genomförs.

## 8. Referenser

---

- /1/ Inledande riskbedömning inför detaljplanearbete Skärgårdsskogen. Brandskyddslaget, 2021-05-21
- /2/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /3/ Samhällsplanering vid Svenska Kraftnäts stamanläggningar. Svenska Kraftnät, 2018
- /4/ Vägplan V229 Norra Sköndal. Plan- och miljöbeskrivning. 2020-10-05. TRV 2019/58132
- /5/ Byte av riskreducerande åtgärder i detaljplan för del av Solvärmen 1 (WSP Brand & Risk, 2017-02-10) och
- /6/ Remissutlåtande, Storstockholms brandförsvär. Samråd angående förslag till detaljplan för fastigheten Solvärmen 1, i stadsdelen Skarpnäck, Stockholms län. 2009-08-28
- /7/ Riskanalys Sköndal 2:1 – avseende transporter av farligt gods samt närhet till kraftledning. Brandskyddslaget, 2012
- /8/ Telefonkontakt 2020-04-22. Övergripande samtal med brandingenjör om möjliga målpunkter, inga detaljerade uppgifter om transporter och inga betydande målpunkter förutom bensinstationer. Inget känt om tillkommande verksamheter etc. som kan behöva nyttja Tyresövägen för transport av farligt gods.
- /9/ <https://spbi.se/statistik/volymer/>
- /10/ Riskanalys Kv Bollmoragården 4, Tyresö kommun. Utgåva 3. Brandkonsulten AB, 2012-11-02
- /11/ Tyresö 2035, översiktsplan för Tyresö kommun, antagen 2017-05-18
- /12/ Magnetfältsberäkningar för fastigheten Skarpnäcks Gård 1:1 i Stockholms kommun. Svenska kraftnät, 2016-03-18
- /13/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

## Bilaga A - Frekvensberäkningar

Uppdragsnamn			
Skärgårdsskogen			
Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum	
Heba Fastighets AB	504212	2022-05-03	
Handläggare	Handläggare	Internkontroll	
Pierre Wahlqvist	PWT 220503	RKL 220503	

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande Tyresövägen:

- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)

Frekvensberäkningarna har utförts utifrån trafiksiffror för ett nuläge och ett prognosår 2040.

### 1.1 Metodik

Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /1/.

#### 1.1.1 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation:

$$\text{Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor} = O_{FaGo} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$$

där

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon)

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen

O = Antal förväntade fordonsolyckor = Olyckskvot x Totalt trafikarbete x  $10^{-6}$ , där  
Totalt trafikarbete = 365 dygn x Årsmedelgygnstrafik x Aktuell vägsträcka

#### 1.1.2 Fordonsbrand

En fordonsbrand kan antingen uppstå till följd av en trafikolycka eller till följd av fordonsfel. Det statistiska underlag som ska användas för beräkning av frekvensen för fordonsbrand går dock inte att dela upp avseende dessa två scenarier. Detta beror på underlaget utgör antalet fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor och huruvida trafikolyckan startade som en fordonsbrand eller om branden uppkom till följd av trafikolyckan går ej att urskilja.

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /2/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /3/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personsador inte utgör samtliga olyckor som kan leda till fordonsbrand.

## 2. Inventering av farligt godsleder

### 2.1 Tyresövägen

Tabell A.1. Förutsättningar för Tyresövägen – Indata till frekvensberäkningar.

Faktor	Nuläge	Prognosår 2040
Vägsträcka (km):	1	1
Bebyggelsemiljö:	Landsbygd	Landsbygd
Hastighetsbegränsning (km/h):	90	90
Gatu-/Vägartyp:	Motorväg	Motorväg
Årsmedeldygnstrafik (per dygn):	42 600	57 000
Andel tung trafik (%):	12	12
Farligt godsled:	Primär	Primär
Antal farligt godstransporter (per dygn):	3,4	4,6
X = Andel farligt godstransporter av totalt antal fordon (%):	0,008	0,008
O = Olyckskvot (trafikolycka per 10 <sup>6</sup> fkm):	0,32	0,32
Y = Andel singelolyckor (%):	50	50
Index för farligt godsolycka = Sannolikhet för utsläpp givet olycka (%):	34	34

I tabell 3.2 i huvudrapporten redovisas fördelningen mellan respektive farligt godsclasser på den studerade vägsträckan.

/2/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/3/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

### 3. Resultat frekvensberäkningar – trafikolycka med farligt gods

#### 3.1 Sammanställning

Nedan anges antal förväntade trafikolyckor per år tillsammans med sannolikheten för olycka med farligt gods samt frekvens för olycka innefattande de studerade farligt godsklasserna. Sannolikheten för respektive klass motsvaras av fördelningen mellan klasserna som redovisas i huvudrapporten.

Tabell A.2. Beräknade olycksfrekvenser per år på studerad vägsträcka.

Skadescenario	Nuläge	2040
O = Antal förväntade trafikolyckor per år	5,0	6,7
O <sub>Fago</sub> = Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor	6E-04	8,05E-04
2.1 Brännbara gaser	5,0E-05	6,7E-05
3. Brandfarliga vätskor	5,5E-04	7,4E-04

#### 3.2 Klass 2. Brännbara gaser

Gaser (klass 2) delas in i tre undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3).

Samtliga transporter med gas på Tyresövägen är enligt huvudrapporten brännbara och transporteras i lösa behållare, gasflaskor. I känslighetsanalysen studeras även transport av brännbara gaser i tankbil varför även förutsättningar för det redovisas nedan.

Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 34 % både i nuläget och prognosåret 2040. (Index för farligt godsolyckor, se tabell A.1). Sannolikheten antas vara oberoende av antalet flaskor per transport. Den mest kritiska punkten på en gasflaska för utsläpp bedöms vara ventilen som vid en olycka kan slås av. Reglerna för transporter av farligt gods ställer dock krav på att flaskans ventil ska skyddas, antingen genom konstruktionen eller genom skyddskåpa, skyddskrage eller liknande varför risken för en avslagen ventil är låg. Då gasol förvaras under tryck ställs krav på konstruktionen. Flaskornas egentyngd innebär att sannolikheten för att det ska gå håll på själva flaskan bedöms vara mycket låg. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av gas som transportera under tryck kan justeras med faktorn 1/30 /1/ utifrån tåligheten hos behållarna. Detta görs i beräkningarna för tankbilar, för att inte underskatta riskerna med gasflaskor justeras sannolikheten för utsläpp av gas med faktorn 1/3 baserat på reglerna som gäller för dessa transporter och utformning av gasflakor (ex. lastsäkring, skydd av ventil, flaskornas hållfasthet, att gasolflaskor är utrustade med tryckavlastning).

Utsläppsmängden vid flasktransporter beror på antalet flaskor som skadas så allvarligt vid olyckan att dess respektive ventil slås av. Det antas att maximalt 5 flaskor skadas tillräckligt allvarligt, vilket utgör scenariot stort utsläpp. Sannolikhetsfördelningen för utsläpp från en flaska och 5 flaskor bedöms vara 75 % respektive 25 %.

## 3.2.1 Brännbara gaser

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.
- *Exploderande gasflaskor*: Motsvarande explosion då gasflaskor utsätts för en utbredd brand.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp vid trafikolycka med **tankbil** finns fördelingsstatistik /4/:

	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	50 %	65 %	80 %
• ingen antändning:	40 %	20 %	0 %

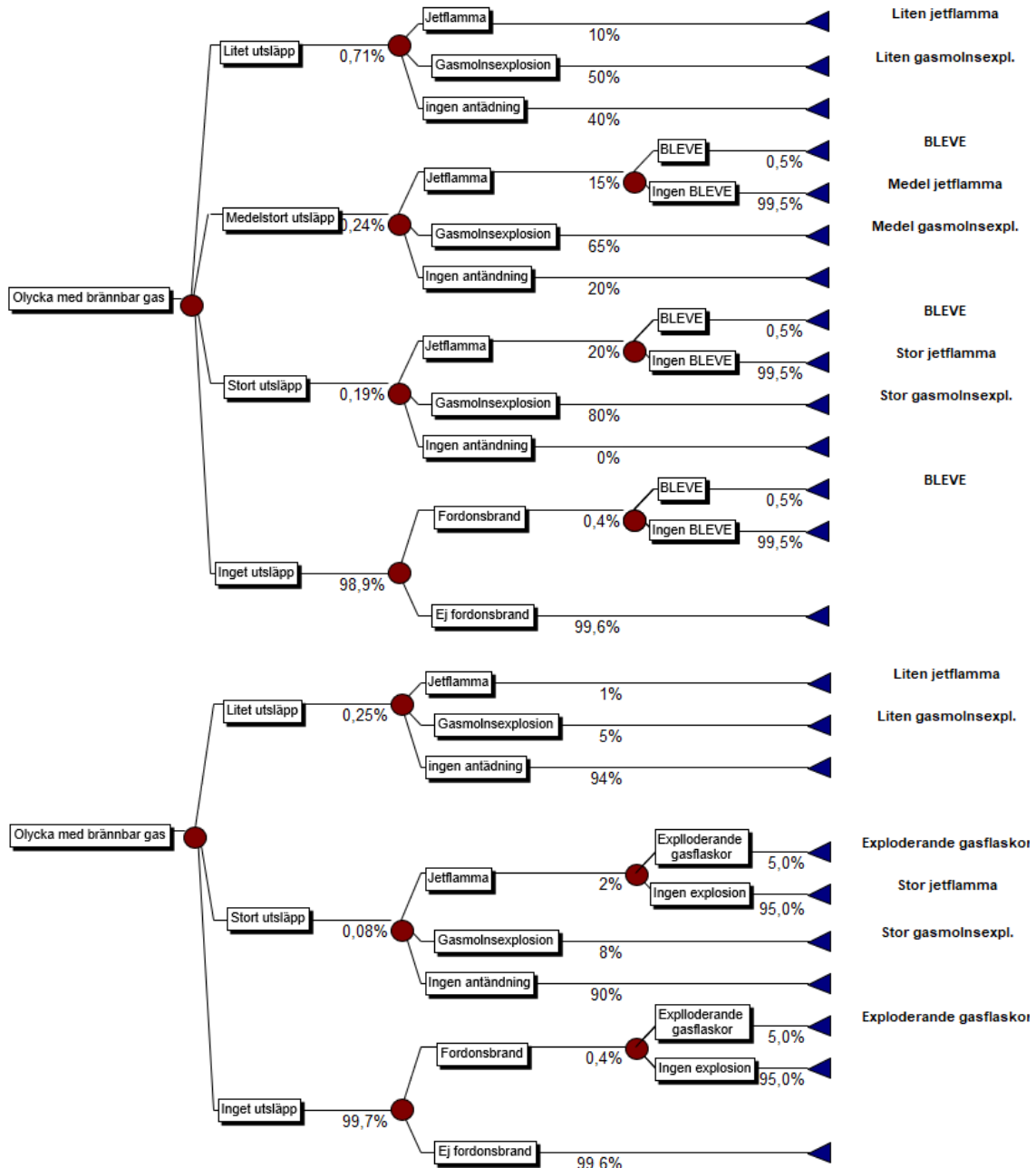
En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario. Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning vid olyckor med gasflaskor. För gasflaskor uppskattas sannolikheten för antändning baserat på fördelingsstatistiken för tankbil /4/, men hänsyn tas till de begränsade utsläppsmängderna. Vid utsläpp från **gasflaskor** uppskattas sannolikheten för antändning mycket grovt vara 10 % av sannolikheten för utsläpp från tankbil:

	Litet	Stort
• omedelbar antändning (jetflamma):	1 %	2 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	5 %	8 %
• ingen antändning:	94 %	90 %

/4/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

Sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon är enligt tidigare ca 0,4 %. Vid transport av gasflaskor antas mycket grovt att sannolikheten för att en fordonsbrand blir så utbredd att den sprids till lasten och hettar upp en eller flera gasflaskor så mycket att de exploderar är 5 %. Uppskattningsvis exploderar ett stort antal av flaskorna i lasten, men sannolikheten för att flera flaskor exploderar samtidigt bedöms vara mycket låg. Explosionslasten blir därmed också låg.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser (överst tankbil och underst gasflaskor).



Figur A.1. Händelsetråd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

Överst: Transporter med tankbil

Underst: Transporter av gasflaskor.



Beräkningarna ger frekvenser (per år) enligt tabell A.1 för respektive scenario.

Tabell A.1. Frekvenser per år för studerade scenarion kopplat till brännbar gas

Olycka med klass 2.1 (tankbil)	Nuläge	2040
Liten jetflamma	2,5E-08	3,4E-08
Liten gasmolnexplosion	1,3E-07	1,7E-07
Medelstor jetflamma	1,3E-08	1,7E-08
Medelstor gasmolnexplosion	5,5E-08	7,4E-08
Stor jetflamma	1,4E-08	1,8E-08
Stor gasmolnexplosion	5,4E-08	7,3E-08
BLEVE		
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	1,3E-10	1,8E-10
- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	9,9E-10	1,3E-09
- Totalt	1,1E-09	1,5E-09
Olycka med klass 2.1 (gasflaskor)		
Liten jetflamma	1,2E-09	1,7E-09
Liten gasmolnexplosion	6,2E-09	8,4E-09
Stor jetflamma	7,6E-10	1,0E-09
Stor gasmolnexplosion	3,2E-09	4,3E-09
Exploderande gasflaskor		
p.g.a. jetflamma	4,0E-11	5,4E-11
p.g.a. fordonsbrand	1,0E-08	1,3E-08

### 3.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

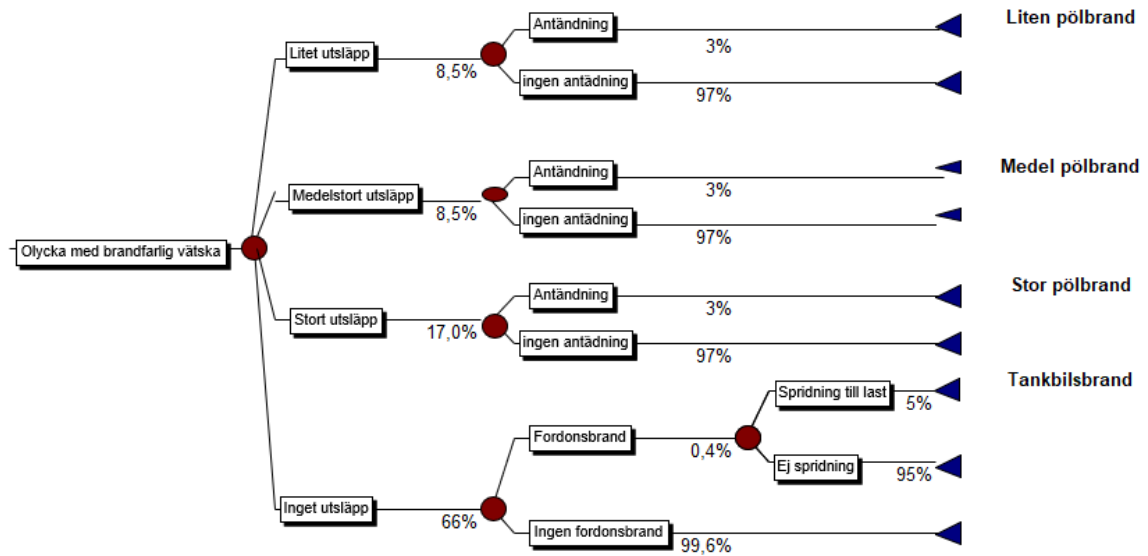
De brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bensinstationer och bussdepån. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga väsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 34 % i nuläget och prognosåret 2040. (Index för farligt godsolyckor, se tabell A.1). Det uppskattas att en stor andel av transportererna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /1/.

Sannolikheten för att klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /1, 4/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt tidigare uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR-S /4/ anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska.



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Beräkningarna ger frekvenser (per år) enligt tabell A.2 för respektive scenario.

Tabell A.2. Frekvenser per år för studerade scenariot kopplat till brandfarlig vätska

Olycka med klass 3	Nuläge	2040
Liten pölbrand	1,4E-06	1,9E-06
Medelstor pölbrand	1,4E-06	1,9E-06
Stor pölbrand	2,8E-06	3,8E-06
Tankbilsbrand	7,3E-08	9,7E-08

## Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn			
Skärgårdsskogen			
Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum	
Heba Fastighets AB	504212	2022-05-02	
Handläggare	Egenkontroll	Internkontroll	
Pierre Wahlqvist	PWT 220502	RKL	220502

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande Tyresövägen:

- Olycka med farligt gods
  - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
  - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk*. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område (avsnitt 2) respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk (avsnitt 3).

## 2. Beräkning av skadeavstånd

### 2.1 Klass 2.1 Brännbara Gaser

#### 2.1.1 Metodik

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

1. *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
2. *Gasmolnsexlosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
3. *Exploderande gasflaskor*: Explosion då gasflaskor utsätts för en utbredd brand.

I känslighetsanalysen studeras även olyckor som involverar tankbil med brännbar gas, då ersätts exploderande gasflaska med BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion* som kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid).

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts dels för en lastbil med gasflaskor (total mängd ca 20 ton tryckkondenserad gas fördelat i flaskor om 10-45 kg per flaska) och dels för tankbil om ca 25 ton tryckkondenserad gas. Det antas att samtliga transporter med gasflaskor innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.1 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B.1. Indata till Gasol för simulering av skadeområden.

Faktor	Tankbil	Gasolflaska
Lagringstemperatur	15°C	15°C
Lagringstryck	7 bar övertryck vid 15°C	7 bar övertryck vid 15°C
Tankdiameter	2,0 m	0,3 m
Tanklängd	18 m	0,5 m
Tankfyllnadsgrad	80 %	80 %
Tankens tomma vikt	50 000 kg	10 kg
Designtryck	15 bar övertryck	10 bar övertryck
Bristningstryck	4 x designtrycket	4 x designtrycket
Luftryck	760 mmHg	760 mmHg
Väder	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
Omgivning	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion för gasolflaskor har simulerats för följande utsläppsstorlekar /1/:

	Tankbil	Gasflaskor
• Litet utsläpp:	0,09 kg/s	3,3 kg/s (avslagen flaskventil på en flaska)
• Medelstort utsläpp:	0,9 kg/s	
• Stort utsläpp:	17,8 kg/s	16,5 kg/s (avslagen flaskventil på 5 flaskor)

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

## 2.1.2 Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

**Utomhus:** I tabell B.2 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /2/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 25 %.

**Inomhus:** Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Det uppskattas grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt spridd brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5-10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område där värmestrålningen kan leda till 2:a gradens brännskada omkommer.

## 2.1.3 Resultat

I tabell B.2 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Vid tät bebyggelsestruktur eller höga avskärmande barriärer så reduceras spridningen av gaser och den infallande strålningen mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna. I tabell B.2 redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse. Avstånd angivna som bredd avser längsmed riskkälla och avstånd som anges som längd avser vinkelrätt från riskkällan.

Tabell B.2. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse ca 75 % reduktion	
		bredd	längd	bredd	längd
Liten jetflamma, tankbil	5 % inomhus	6	5	6	< 5
	50 % utomhus	6	5	6	< 5
Liten gasmolnsexplosion, tankbil	5 % inomhus	2	5	2	< 5
	50 % utomhus	2	5	2	< 5
Medelstor jetflamma, tankbil	5 % inomhus	15	15	15	5
	50 % utomhus	15	15	15	5
Medelstor gasmolnsexplosion, tankbil	5 % inomhus	50	70	50	20
	50 % utomhus	50	70	50	20
Stor jetflamma, tankbil	5 % inomhus	60	55	60	15
	50 % utomhus	60	55	60	15

Stor gasmolnsexplosion, tankbil	5 % inomhus	215	185	215	45
	50 % utomhus	215	185	215	45
BLEVE	5 % inomhus	440	220	440	55
	50 % utomhus	440	220	440	55
Liten jetflamma, gasflaskor	5 % inomhus	24	24	24	5
	50 % utomhus	24	24	24	5
Liten gasmolnsexplosion, gasflaskor	5 % inomhus	85	45	85	10
	50 % utomhus	85	45	85	10
Stor jetflamma, gasflaskor	5 % inomhus	55	55	55	15
	50 % utomhus	55	55	55	15
Stor gasmolnsexplosion, gasflaskor	5 % inomhus	95	60	95	15
	50 % utomhus	95	60	95	15
Exploderande gasflaskor	5 % inomhus	30	15	30	5
	50 % utomhus	30	15	30	5

## 2.2 Klass 3. Brandfarliga vätskor

### 2.2.1 Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrands scenarier:

- Liten pölbrand: 50 m<sup>2</sup>
- Medelstor pölbrand: 200 m<sup>2</sup>
- Stor pölbrand: 400 m<sup>2</sup>
- Tankbilsbrand ca 300 MW /2/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradi)

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar:

**Brandeffekt (Q)** – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /3/.

**Flamhöjd (H<sub>f</sub>)** – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /4/:  $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

/2/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/3/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/4/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till  $H_f = D / 3$ .

**Utfallande strålning ( $I_0$ )** – Den utfallande strålningen ( $\text{kW/m}^2$ ) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /5/:

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$$

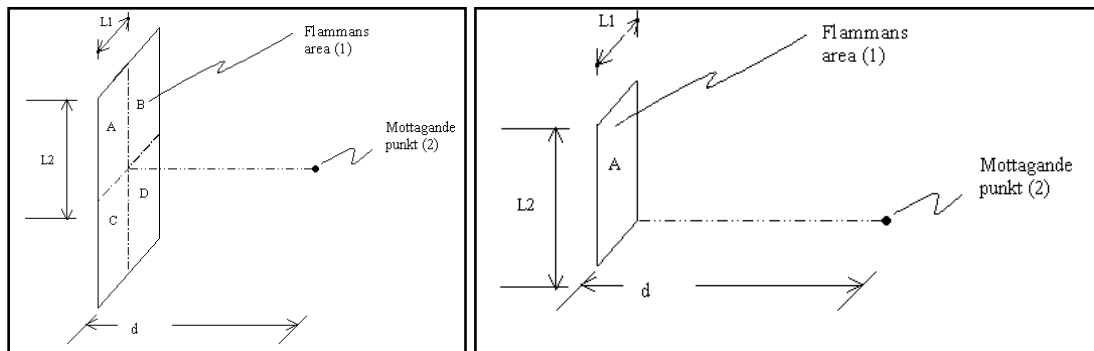
**Synfaktor (F)** – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.1). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /6/:  $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där  $F_{A1,2}$ ,  $F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\Theta_1 = \Theta_2 =$  infallande vinkel (d.v.s. 0) och  $A_1 = L_1 \times L_2$  enligt figur B.1.



Figur B.1. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /7/:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

/5/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/6/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/7/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.1.}$$

**Infallande strålning (I)** – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m<sup>2</sup>) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom:  $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.3).

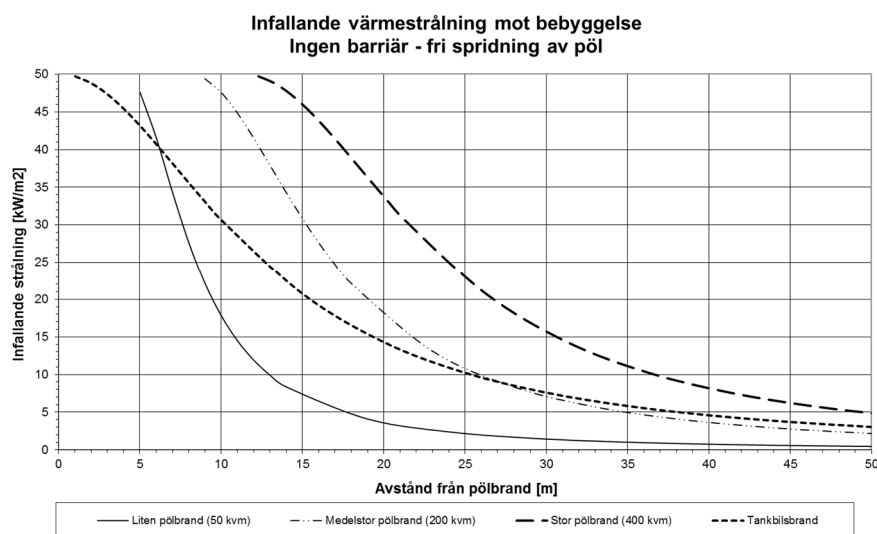
Tabell B.3. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A <sub>F</sub> (m <sup>2</sup> )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D <sub>f</sub> (m)	Flammhöjd H <sub>f</sub> (m)	Utfallande strålning I <sub>0</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.2 (cirkulär brand utan barriär). Strålningen har beräknats på halva flammans höjd.

Enligt tabell B.3 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. Detta beror på att ekvationen beaktar att sotproduktionen ökar vid större pölbränder. Soten och röken döljer själva flammen och absorberar en avsevärd del av strålningen, vilket i sin tur minskar den utfallande värmestrålningen. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.

I figur B.2 beaktas även pölarnas radie (ej för scenariot tankbilsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas. Det avrinningskydd som anges i huvudrapportens avsnitt 4 förutsätts här begränsa pölutbredningen till vägbanan varför resultatet i figuren ska ses som konservativt.



Figur B.2. Infallande strålning som funktion av avståndet från cirkulär pölbrand respektive tankbilsbrand vid fri spridning utan avskärmande barriär.



### 2.2.2 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m<sup>2</sup> om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /8/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> omkommer.

En oskyddad person **utomhus** som upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån uppgifter avseende effekten av olika strålningsnivåer beroende på varaktighet /2, 3/. Outhärdlig smärta kan uppnås vid mycket kortvarig bestrålning (< 5-10 sekunder) med strålningsnivåer över 20 kW/m<sup>2</sup>. Vid bestrålning under 1 minut innebär denna strålningsnivå även mycket hög sannolikhet för andra gradens brännskada. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

10 kW/m<sup>2</sup>: < 5 % sannolikhet att omkomma  
 15-20 kW/m<sup>2</sup>: 50 % sannolikhet att omkomma  
 > 40 kW/m<sup>2</sup>: 100 % sannolikhet att omkomma

### 2.2.3 Resultat

I tabell B.4 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån figur B.7.

*Tabell B.4. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.*

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
		<i>Oskyddad bebyggelse</i>
Liten pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	11
	100 % <i>utomhus</i>	7
	50 % <i>utomhus</i>	11
	5 % <i>utomhus</i>	13
Medelstor pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	22
	100 % <i>utomhus</i>	13
	50 % <i>utomhus</i>	22
	5 % <i>utomhus</i>	25
Stor pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	30
	100 % <i>utomhus</i>	18
	50 % <i>utomhus</i>	30

/8/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

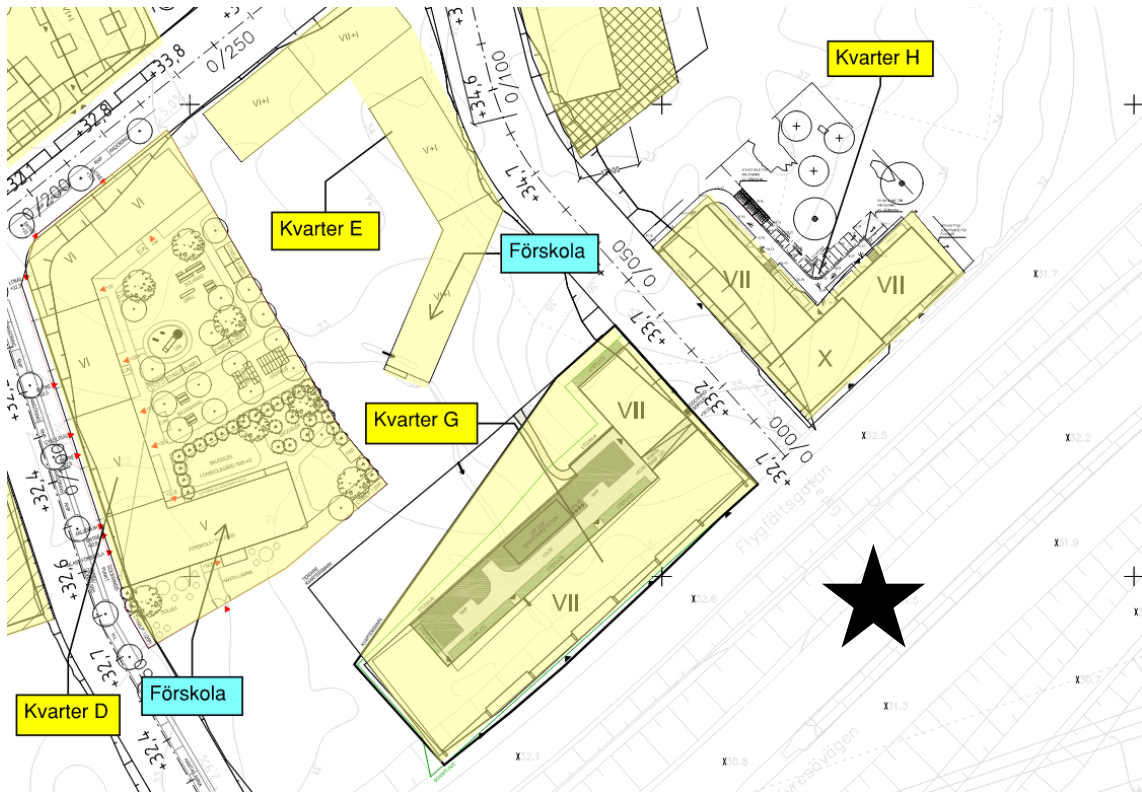
	5 % <u>utomhus</u>	36
Tankbilsbrand	5 % <u>inomhus</u>	20
	100 % <u>utomhus</u>	7
	50 % <u>utomhus</u>	20
	5 % <u>utomhus</u>	25

### 3. Beräkning av antal omkomna

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir för respektive skadescenario kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna:

Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse enligt avsnitt 2.2 i huvudrapporten. Konsekvenserna kommer att beräknas för det planerade utförandealternativet (med planerad ny bebyggelse). Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, men konsekvensberäkningarna kommer avgränsas till att studera respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet, vilket innebär mitt för planområdet, se markering i Figur B.3.

Det område som beaktas i konsekvensberäkningarna motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier (cirka 60 meter enligt tabell B.2), se markering i Figur B.3 där stjärnan markerar tänkt plats för olycka. Avstånd till kvarter G är 34 meter. I känslighetsanalysen tillkommer större skadeområden vid tanktransporter.



Figur B.3. Översiktsskiss över det studerade området med markering för skadeområde och olycksplats.

Personantalet inom planområdet uppskattas till viss del utifrån gällande BBR /9/. I BBR anges rekommenderade dimensionerande persontäthet för ett antal olika verksamheter, t.ex. kontor: 0,1 pers/m<sup>2</sup> nettoarea; butiker och dylikt: 0,5 pers/m<sup>2</sup> nettoarea respektive klassrum: 0,5 pers/m<sup>2</sup> nettoarea.

De värden som redovisas i BBR avser dock dimensioneringen av utrymningssäkerheten, vilket innebär maximal personbelastning. Så höga persontätheter bedöms endast uppstå vid relativt begränsade tillfällen. Avdrag bör dessutom göras för allmänna utrymmen och utrymmen utan stadigvarande vistelse (t.ex. lager, förråd, teknikutrymmen, korridorer och trapphus m.m.). Det är därför mycket konservativt att förutsätta detta som genomsnittliga persontätheter inom aktuell bebyggelse.

För bostäder redovisas inget värde på dimensionerande persontäthet i BBR. Det antas dock grovt 1 person per ca 30 m<sup>2</sup> BOA.

Genomsnittlig persontäthet för ytor som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. parkering) uppskattas grovt till cirka 0,005 personer per m<sup>2</sup>.

Vid uppskattningen av genomsnittlig personbelastning inom planområdet kommer följande persontätheter (och personantal) att användas som underlag vid framräkning av persontätheter per kvm markyta:

- Bostäder: 0,033 personer per kvm BTA
- Förskola: 0,1 personer per kvm BTA

Personantalet inom planområdet förväntas variera relativt mycket under dygnet. Kontor, skola, förskola samt butikslokaler och verksamheter innebär huvudsakligen beläggning dagtid. Bostadsbebyggelse och hotell innebär beläggning dygnet runt, men maximala personantal uppnås huvudsakligen nattetid. Konsekvensberäkningarna utförs dock konservativt för ett scenario där maximalt personantal förväntas inom området, dvs. beläggningen ansätts till 100 %.

Vid olyckstillfället antas 10 % av det totala personantalet befinna sig utomhus i hela planområdet, enstaka personer förväntas befinna sig i området mellan Tyresövägen och bebyggelse.

Skadeområdet som redovisas i grundanalysen påverkar enbart det aktuella planområdet varför endast konsekvenser där beaktas. I känslighetsanalysen tillkommer större skadeområden vid tanktransporter varför omgivningen (villaområde på andra sidan Tyresövägen och bostäder väster om planområdet).

### 3.1 Resultat

I Tabell B.5 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna ovan och i huvudrapporten). Skadescenarier med skadeavstånd som understiger avståndet till bebyggelse och befolkade områden utomhus redovisas ej. I tabellen redovisas även antalen omkomna vid olyckor innefattande tankbilar och det förväntade antalet omkomna vid beaktande av de skyddsåtgärder som föreslås i huvudrapporten.

---

/9/ Boverkets byggregler

Tabell B.5. Beräknade konsekvenser – antal omkomna.

Skadesscenario	Uppskattat antal omkomna			Uppskattat antal omkomna beaktat åtgärder
	Inomhus	Utomhus	Totalt	
<b>Olycka vid transport av farligt gods</b>				
<b>Klass 2.1 Brännbar gas (flasktransport)</b>				
Liten jetflamma	0	0	0	0
Liten gasmolnexplosion	2	0	2	0
Stor jetflamma	8	2	10	5
Stor gasmolnexplosion	45	5	50	50
Exploderande gasflaskor	0	0	0	0
<b>Klass 3 Brandfarlig vätska</b>				
Liten pölbrand	0	0	0	0
Medelstor pölbrand	0	0	0	0
Stor pölbrand	2	0	2	0
Tankbilsbrand	0	0	0	0

I huvudrapportens känslighetsanalys (avsnitt 6.1.2) studeras hur förändrat transportmönster av brandfarlig gas påverkar området genom tanktransporter av brandfarlig gas antas istället för de faktiska flasktransporterna. Vid sammanställning av samhällsriskerna används då de beräknade konsekvenserna i tabell B.6.

Tabell B.5. Beräknade konsekvenser – antal omkomna.

Skadesscenario	Uppskattat antal omkomna beaktat åtgärder
<b>Klass 2.1 Brännbar gas (tanktransport)</b>	
Liten jetflamma	0
Liten gasmolnexplosion	0
Medelstor jetflamma	0
Medelstor gasmolnexplosion	3
Stor jetflamma	5
Stor gasmolnexplosion	92
BLEVE	300