

Detaljerad riskanalys

Skarpnäck – Drevern 1 m.fl.

Underlag för detaljplanearbete

2021-04-07

Dokumenttyp: Detaljerad riskanalys
Uppdragsnamn: Skarpnäck – Drevern 1 m.fl.
Stockholms stad
Uppdragsnummer: 501194
Datum: 2021-04-07
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Pierre Wahlqvist
Handläggare: Pierre Wahlqvist
Tel: 08-588 188 37
E-post: pierre.wahlqvist@bsl.se
Uppdragsgivare: Genova Bostad Projektutveckling AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2021-03-11	PWT	LSS	Detaljerad analys med kvantifiering av individrisk och samhällsrisk.
2021-04-07	PWT		Revidering efter synpunkt från SBK.

Sammanfattning

Genova Bostad Projektutveckling har påbörjat ett planarbete för Drevern 1 m.fl. i Skarpnäck i Stockholms kommun. Detaljplanen omfattar fyra befintliga fastigheter och planarbetet har startats för att möjliggöra annan användning av området som exempelvis bostäder, förskola, äldreboende och handel.

I anslutning till planområdet går Tyresövägen som är en primär transportled för farligt gods. Brandskyddslaget har tidigare upprättat en inledande riskanalys. I denna har följande olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på Tyresövägen bedömts vara av sådan omfattning att en mer detaljerad analys anses nödvändig:

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

Utifrån resultatet av den inledande analysen görs denna detaljerade analys. 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 eller nära dess nedre gräns. Samhällsriskerna hamnar inom 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:

- Balkonger och terrasser förläggs till fasader som inte vetter mot Tyresövägen.
- 20 meter från Tyresövägen lämnas bebyggelsefritt.
- Bostäder placeras minst 25 meter från Tyresövägen.
- Obebyggda ytor inom 30 meter från vägkant ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Byggnader inom 75 meter från vägkanten utan framförliggande byggnad ska utformas så att utrymning är möjligt bort från vägen. Ordinarie entré till byggnaden bör veta bort från vägen.
- Fasader inom 30 meter från vägkanten ska utföras i obrännbart material eller i brandteknisk klass EI 30. Fönster i dessa fasader utförs i EW 30. Möjlighet finns att ha dessa fönster öppningsbara utan nyckel eller annat verktyg.
- Friskluftsintag inom 75 meter från vägkanten ska riktas bort från vägen.

Det föreslås att åtgärder ovan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Utöver åtgärderna ovan som kan regleras i den aktuella detaljplanen krävs även att ett avrinningsskydd som hindrar brandfarlig vätska att rinna från Tyresövägen in i planområdet. Sådant skydd placeras i vägkant, exempelvis med förhöjd kantsten, vall eller liknande.

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

SAMMANFATTNING.....	3
1. INLEDNING.....	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte.....	5
1.3 Omfattning.....	5
1.4 Internkontroll.....	5
1.5 Underlag.....	5
1.6 Lagstiftning.....	6
2. OMRÅDESBESKRIVNING.....	7
2.1 Omgivande planer.....	8
2.2 Planerad bebyggelse.....	8
3. RISKINVENTERING.....	10
3.1 Allmänt.....	10
3.2 Inventering av riskkällor.....	10
3.3 Tyresövägen (väg 229).....	12
4. RESULTAT INLEDANDE ANALYS.....	15
5. DETALJERAD ANALYS.....	15
5.1 Metodik.....	15
5.2 Resultat riskberäkningar.....	17
5.3 Värdering av risk.....	19
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER.....	20
6.1 Allmänt.....	20
6.2 Allmänna åtgärder.....	20
6.3 Byggnadstekniska åtgärder.....	22
6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning.....	24
7. HANTERING AV OSÄKERHETER.....	26
7.1 Känslighetsanalys.....	26
8. SLUTSATSER.....	29
9. REFERENSER.....	30
BILAGA A – FREKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR	

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Ett planarbete har påbörjats för Drevern 1 m.fl. i Stockholms kommun. Målet är att ta fram en ny detaljplan som möjliggör bostäder, förskola, äldreboende och handel.

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

En inledande riskanalys 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.

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:

- Strukturplan och grov exploateringskalkyl. Drevern 1 m.fl., Skarpnäck. Urban minds, 2020-12-08
- Elevationsstudie med våningshöjder. Drevern 1 m.fl., Skarpnäck. Urban minds, 2020-09-24
- Strukturplan, gatusektioner och angöring. Drevern 1 m.fl., Skarpnäck. Urban minds, 2020-12-14

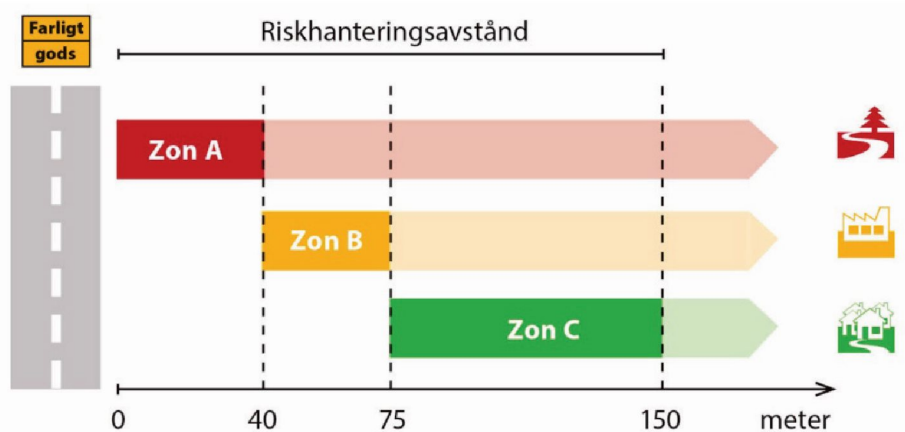
1.6 Lagstiftning

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 L (obemannad) P Odling och djurhållning T Parkering (ytparkering) Trafik	E Tekniska anläggningar G Drivmedelsförsörjning (bemannad) J Industri K Kontor N Friluftsliv och camping P Parkering (övrig parkering) Z Verksamheter	B Bostäder C Centrum D Vård H Detaljhandel O Tillfällig vistelse R Besöksanläggningar 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.

1.6.2 Andra myndigheter och tidigare ställningstaganden

2016 gjorde Boverket ett ställningstagande avseende detaljplanen för kvarteret Middagen m.m., Sollentuna kommun /3/. I ställningstagandet menar Boverket att det i kommunens fysiska planering är viktigt att beakta det rekommenderade vägnätet för farligt gods både för att skydda boendes och övrigas hälsa i samband med planläggning av nya områden. Vägnätet är även viktigt att beakta för att möjliggöra att transporter av farligt gods även fortsättningsvis kan tillfredsställa det behov kommunen har av farligt gods idag och inom överskådlig framtid. I ställningstagandet tydliggör Boverket att myndigheten inte delar Länsstyrelsens uppfattning om att ett skyddsavstånd av 25 meter mellan transportled för farligt gods och bostäder alltid bör hållas oberoende av den aktuella risknivån och andra säkerhetsaspekter. Boverket menar att det är den platsspecifika risken som ska beaktas när ett områdes lämplighet för en viss markanvändning ska bedömas, inte nödvändigtvis ett specifikt avstånd.

2. Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet ligger i Skarpnäck i Stockholm och omfattar Drevern 1 m.fl. Planområdet inramas av Gamla Tyresövägen i öster, bostadsområde i väster och Tyresövägen 229 i söder. Se figur 2.1.



Figur 2.1. Översikt över aktuella fastigheter som utgör planområdet.

Planområdet upptas idag huvudsakligen av en yta för parkering, en byggnad innehållande handel och fritidsgård. På Drevern 2 finns idag en fastighetsskötarfirma. Området är beläget betydligt lägre än Tyresövägen.

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 på 3 st öppna kvarter (Kv 2, 3 och 4). Mellan den planerade bebyggelsen kommer delvis Gråhundsvägen passera Kv3 och den bergknalle som finns mellan Kv3 och Tyresövägen kommer bevaras som Eko- och dagvattenfunktion.

Följande funktioner/användning planeras inom respektive kvarter:

Kv2 – Till största del kommer kvartetet utgöras av bostäder, med handel i de nedre planen (bort från Tyresövägen) samt ett parkeringshus mot Tyresövägen. Idag är tanken att handel främst ska utgöras av en större matvarubutik. Kvarteret planeras till generellt 6 våningar med en högdal på 15 våningar mot Gamla Tyresövägen, en uppskjutande sida mot Tyresövägen om 7 våningar samt parkeringshus närmst Tyresövägen i 5 plan. I markplan planeras en större matvarubutik.

Avstånd till Tyresövägen är som minst 20 meter för parkeringshuset och strax över 25 meter för bostäderna.

Kv3 – I kvarteret planeras främst bostäder i 5–7 våningar samt en förskola om med tillhörande förskolegård. Husen närmst Tyresövägen planeras i 7 våningar med lägre hus bakom. Förskolan planeras i området längst bort från Tyresövägen.

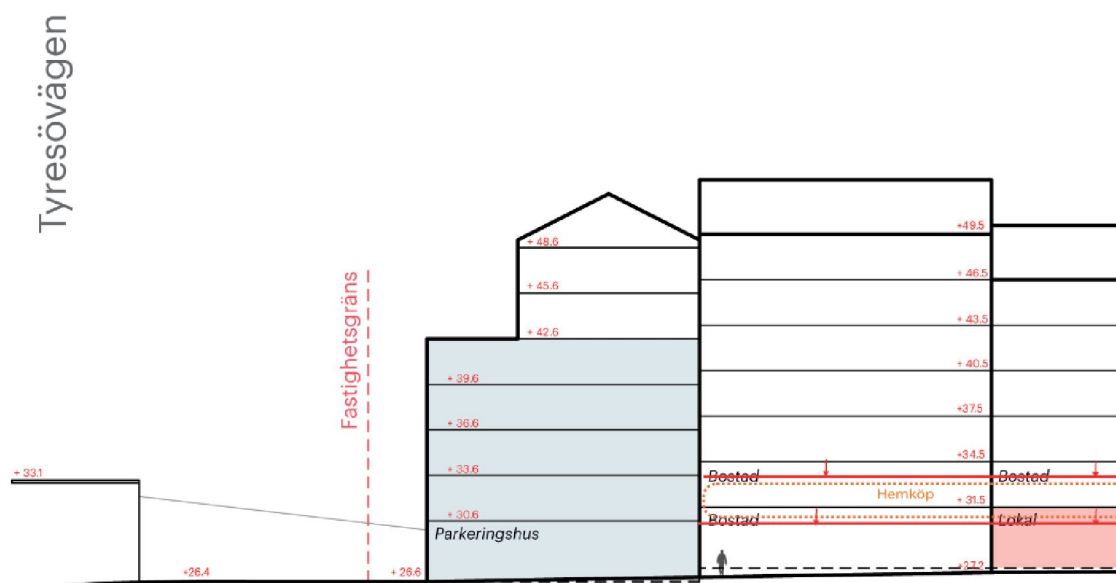
Kv4 – I kvartet planeras främst bostäder och äldreboende, samt mindre yta för handel i markplan. Byggnaderna planeras till 4–6 våningar. Äldreboendets placering inom kvarteret är inte bestämt men avstånd till Tyresövägen överstiger 115 meter.

Figur 2.2 nedan redovisar den planerade bebyggelsen med Tyresövägen i bildens nederkant.



Figur 2.2. Planerad bebyggelse inom området.

Tyresövägen ligger högre än planområdet och det parkeringshus som planeras inom Kv2 kommer att fungera som en barriär/skärm för stora delar av kvarteret. Kv3 erhåller ett längre skyddsavstånd och ett delvis skyddat läge bakom den bergknalle med träd som finns i anslutning till Tyresövägen i höjd med planområdet. Figur 2.3 nedan visar en genomskärning av den planerade bebyggelsen i Kv2 i förhållande till den högre belägna vägen till vänster.



Figur 2.3. Planerad bebyggelse inom området. Avstånd från Tyresövägen till parkeringshuset är 20 meter.

3. Riskinventering

Riskinventeringen redovisas här i huvudsak som bakgrund och utgår från den riskinventering som gjordes i den inledande analysen /1/. Inventeringen är dock uppdaterad med avstånd till planerad bebyggelse.

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 /4/ 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
Tyresövägen (väg 229)	20 meter till parkeringshus 25 meter till bostäder inom Kv2 30 meter till bostäder inom Kv3 73 meter till planerad förskola i Kv3 Över 115 meter till äldreboende i Kv4	Primär transportled för farligt gods.
Tyresövägens påfartsramp	15 m (till ramp)	Rampen är inte en transportled för farligt gods och transporter av farligt gods på rampen begränsas till enstaka verksamheter inom industriområdet och då i form av styckegods /5/. <u>Rampen utgör därmed inte någon riskkälla och studeras inte vidare.</u>
Gamla Tyresövägen	5 m	Vägen är inte en transportled för farligt gods och transporter av farligt gods på begränsas till enstaka verksamheter inom industriområdet och då i form av styckegods /3/. <u>Vägen utgör därmed inte någon riskkälla och studeras inte vidare.</u>

3.3 Tyresövägen (väg 229)

Uppdragsnamn: Skarpnäck – Drevern 1 m.fl. Datum: 2021-04-07 Uppdragsnummer 501194 Sida: 12 av 30

Tyresövägen är vid det aktuella planområdet uppdelad i separata körfält med två filer i östlig riktning och två filer plus påfartsramp i västlig riktning. Närmast planområdet ansluter påfartsrampen från Flygledargatan. Hastigheten på rampen och vägen är skyltad till 70 km/h.

Enligt Trafikverkets räkningar och prognos för vägen något öster om det aktuella området är ÅDT på vägen 42600 fordon, med 12 % tung trafik. Prognosen för 2040 är 57000 fordon med 12 % tung trafik. Det finns även planer på att höja hastigheten på vägen till 80 km/h. /6/ Räkningarna och prognosen är applicerbar även på den studerade sträckan då inga avfarter finns däremellan.

Tyresövägen och rampen är belägna högre än planområdet men är försett med vägräcke enligt figur 3.3 utmed hela sträckan, även delvis mellan påfartsramp och körbanan. De båda körriktningarna är också separerade med räcken vilket ses till vänster i figur 3.3. Risk för avakning från vägbanan föreligger således inte.



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 /7, 8 och 9/. Främst identifieras 7 st bensinstationer, bussdepån och värmeverket som betydande målpunkter. Utöver dessa finns enstaka verksamheter som kan förväntas motta farligt gods.

Detta stämmer överens med den övergripande bild som Södertörns brandförsvär har av Tyresö kommun /10/. 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 tanktransporter 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 /11/ 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 förutsägbara 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 12/. 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
Drivmedelsstation	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.
Bussdepå	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 i avsnitt 2.4 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 /13/. 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 mycket eller tillkommande transporter av farligt gods.

4. Resultat inledande analys

Av de identifierade riskerna som studeras i den inledande riskanalysen /1/ 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)

I den inledande analysen föreslogs även ett antal säkerhetshöjande åtgärder som underlag för den fortsatta planeringen av området. Av dessa utgör följande en förutsättning för den detaljerade analysen:

- ett avrinningsskydd som hindrar en brandfarlig vätska att rinna från vägen in i planområdet ska säkerställas. Sådant skydd ska placeras i vägkant, exempelvis med förhöjd kantsten, vall eller liknande.

5. Detaljerad analys

5.1 Metodik

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen /1/ 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.

En förutsättning för den detaljerade analysen och beräkningarna av risk är att ett avrinningsskydd säkerställs enligt avsnitt 4.

Beräkningarna redovisas i bilagorna A och B.

5.1.1 Sammanvägning av risk

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

5.1.2 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.

5.1.3 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 (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 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^2 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.

5.1.4 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 /14/* används. I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, se *Tabell 5.1*.

Tabell 5.1. 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 /14/ 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 rekreatiomsområden 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 /14/ 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.

5.1.5 Hantering av osäkerheter

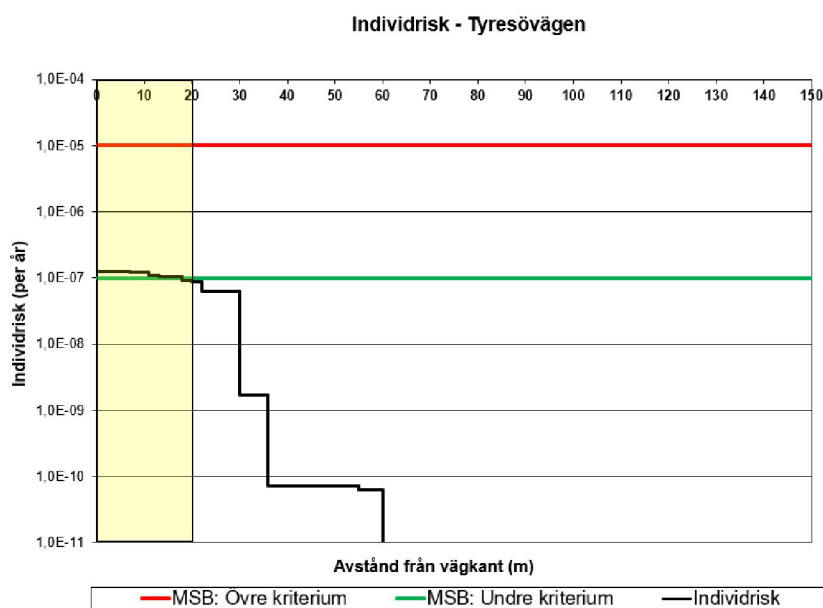
Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varierar på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

Känslighetsanalysen redovisas i avsnitt 7.

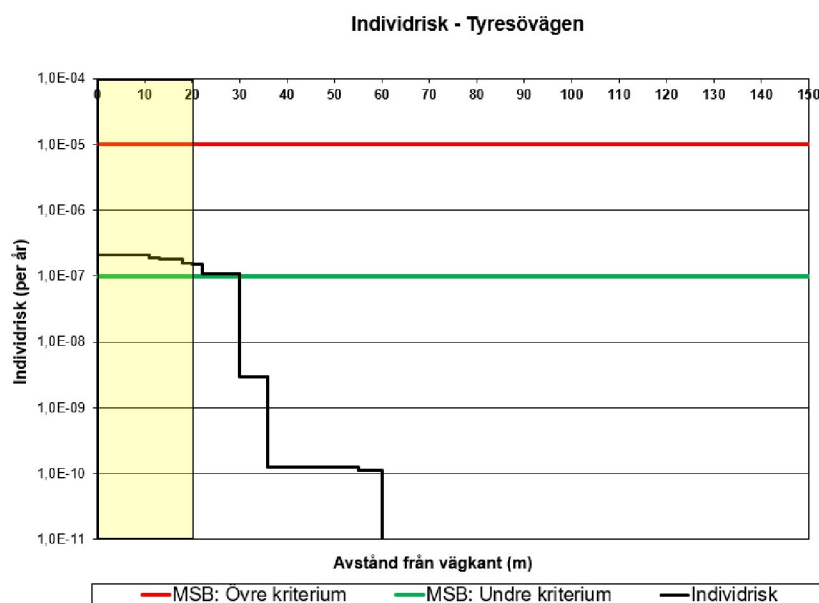
5.2 Resultat riskberäkningar

5.2.1 Individrisk

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Tyresövägen. Individrisken utomhus presenteras dels för nuläget (se Figur 5.1), dels för prognosåret 2040 (se Figur 5.2). Avstånden i diagrammen utgår från närmaste vägkant på Tyresövägen.



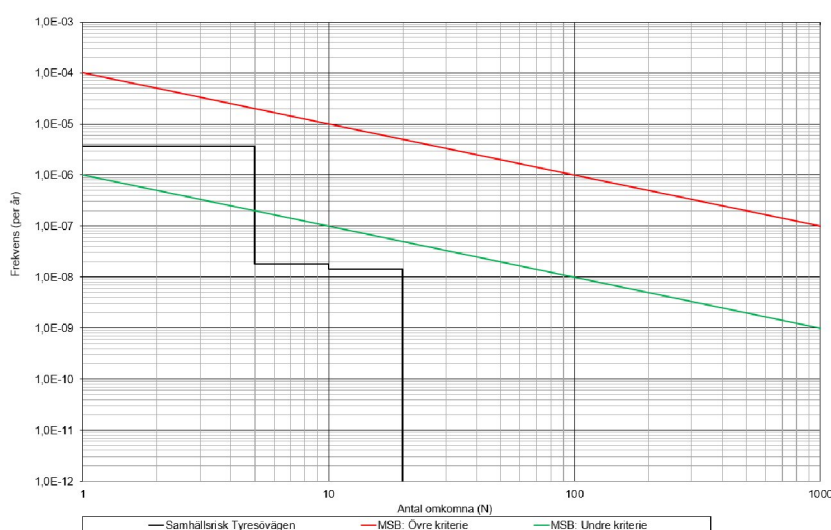
Figur 5.1. Individrisk i nuläge utmed Tyresövägen. Markering visar kortaste avstånd till planerad bebyggelse (parkeringshus). (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.2. Individrisk prognos år 2040 utmed Tyresövägen. Markering visar kortaste avstånd till bebyggelse (parkeringshuset). (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.2.2 Samhällsrisk

I Figur 5.3 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 gjorts för en framtida trafiksituation år 2040.



Figur 5.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Tyresövägen. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

5.3 Värdering av risk

Med avseende på **individrisk** bedöms risker vid bebyggelsen förknippade med trafiken på Tyresövägen hamna i de undre delarna av ALARP på gränsen till acceptabla, både i ett nuläge och för prognosåret 2040. Det ska dock observeras att individriskerna som redovisats i avsnitt 5.1 och 5.2 avser oskyddade personer utomhus. I realiteten kommer människor inomhus erhålla ett skydd av byggnaden. De redovisade individriskerna beaktar inte heller det faktum att planområdet är beläget lägre än Tyresövägen men enligt avsnitt 5.1 då tillkommande avrinningskydd utgör en förutsättning som hindrar spridning av vätskor. Att planområdet ligger lägre bedöms med den förutsättningen vara jämförbart med om planområdet hade leget i samma nivå. Med avseende på beräknade individrisker anses risknivån vara på gränsen till acceptabel för planerad bebyggelse och inga åtgärder eller väldigt begränsade åtgärder bedöms därför vara relevanta med hänsyn till risker förknippade med Tyresövägen.

Med avseende på **samhällsrisk** bedöms risker förknippade med transporter av farligt gods på Tyresövägen hamna i mitten av ALARP för upp till 5 omkomna och därefter under ALARP. Detta beror på att de transporter av farligt gods som går på vägen medför relativt begränsade konsekvenser samtidigt som antalet transporter inte är försumbart och parametrar kopplade till vägutformningen gör en trafikolycka relativt sannolika. Utformningen av området där merparten av bostäderna inom Kv2 erhåller ett relativt skyddat läge bakom parkeringshuset samt att Kv3 erhåller visst skydd av bergsknallen som finns invid Tyresövägen medför att skadeutfallet i bostäder blir relativt begränsat givet de studerade olycksscenarierna. Beräkningarna visar att det är olyckor som medför olika bränder som resulterar i att samhällsriskerna hamnar inom ALARP. Åtgärder för att sänka risknivån är därför relevanta att beakta utifrån de olycksscenario som studerats.

Resonemang om behov samt förslag på åtgärder redovisas i avsnitt 6.

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

Enligt den detaljerade analysen bedöms risknivån för det aktuella planområdet vara så hög att 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.

Det avrinningsskydd som lyfts i avsnitt 4 och 5 utgör exempel på sådan åtgärd och ska hindra att brandfarlig vätska rinner mot planområdet.

6.2 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 6.4 redovisas sedan en sammanställning av vilka restriktioner och åtgärder som rekommenderas för det aktuella projektet.

6.2.1 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 25 meter, vilket innebär att länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd för bostäder på 75 meter inte uppfylls. Det rekommenderade bebyggelsefria avståndet på 25 meter till Tyresövägen uppfylls inte heller med aktuellt förslag i och med parkeringshuset vid Kv2. Enligt avsnitt 1.6.2 anges dock att den platsspecifika riskbilden ska beaktas framför schablonmässiga avstånd. 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. Enligt avsnitt 1.6.1 kan det vara möjligt att bygga närmare än 25 meter från en sekundär transportled för farligt gods om det går få transporter och/eller där de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd. Bedömningen är att Tyresövägen uppfyller dessa kriterier eftersom det enbart rör sig om ett begränsat antal transporter med brännbara vätskor och brännbara gaser i lösa behållare. Skadepåverkan från olyckor med dessa ämnen kan också 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.

Vidare kommer bostäder inom Kv2 till stor del erhålla ett skyddat läge då parkeringshuset kommer fungera som en barriär som minskar effekterna från de studerade olycksscenarierna. I parkeringshuset förväntas inte människor vistas stadigvarande varför personantalet där är mycket lägre än om motsvarande yta varit bostäder, kontor eller liknande.

Förskolelokaler placeras som närmast cirka 73 meter från Tyresövägen vilket innebär att länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (75 meter) i princip uppfylls. Förskolebebyggelse är även placerad i ett skyddat läge bakom annan bebyggelse i kvarteret. 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.

Det planerade äldreboendet är placerat mer än 115 meter från vägen vilket uppfyller skyddsavstånden enligt avsnitt 1.6.1.

Den handel som planeras inom Kv2 planeras till gatuplan och under gården. Den är således inte exponerad för de olycksscenarier som är aktuella på Tyresövägen.

Det bedöms därmed inte vara motiverat med utökade skyddsavstånd eller byggnadstekniska åtgärder för andra verksamheter än parkeringshuset och bostäder som inte uppfyller skyddsavståndet på 75 meter.

Under förutsättning att skydd mot avrinning från Tyresövägen mot planområdet tillkommer och konsekvensreducerande åtgärder vidtas i exponerad fasad bedöms det möjligt att placera byggnader med icke stadigvarande vistelse så som parkeringsgarage på ett kortare avstånd än 25 meter från vägen.

Jämförande exempel för placering av bebyggelse med icke stadigvarande inom 25 meter är Larsboda 2:3 m.fl., Dp 2011-15589-54 som vann laga kraft 2019-05-02. Planen innehåller parkeringsgarage som ligger 20 meter från Nynäsvägen (primär transportled med genomfartstrafik). Risker kopplat till farligt gods på Nynäsvägen är högre då fler transporter går på vägen och genomfartstrafik förekommer på Nynäsvägen.

6.2.2 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.

6.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.6.1 underskrids. Den planerade bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen en förhöjd risknivå inom de aktuella områdena. 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.

6.3.1 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 utrymmande inte överstiger 2,5 kW/m² vid ett brandscenario med brännbara gaser eller brandfarliga vätskor. Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se avsnitt 6.3.

För att säkerställa att utrymning kan ske på tillfredställande sätt vid en olycka på Tyresövägen bör detta säkerställas i planen, se vidare avsnitt 6.4.

6.3.2 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 framförallt 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 strålningspåverkan och risk för brandspridning som medför en samhällsrisk 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 framförallt bebyggelse eller avskärmning) utföras i obrännbart material alternativt med konstruktioner som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30. Fönster bör utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Åtgärdsförslaget gäller för ny bebyggelse inom 30 meter från Tyresövägen enligt beräkningar i bilaga B.

Det är tillåtet att utföra aktuella fönster öppningsbara. Bedömningen utgår från en sammanvägning av risknivån samt att sannolikheten uppskattas vara låg för att fönster är öppna under längre tid. Det ska observeras att krav på brandklassade fönster enligt BBR generellt innebär att fönstren endast får vara öppningsbara med verktyg, nyckel eller liknande för att möjliggöra underhåll och rengöring. Det är därför väsentligt att det framgår i detaljplan eller i planbeskrivning att aktuella fönster tillåts vara öppningsbara även utan verktyg, nyckel eller liknande. Om detta inte framgår finns risk för att det i byggprocessen uppstår problem om krav på brandklassade fönster formuleras utifrån krav i BBR.

För att säkerställa att utrymning kan ske på tillfredställande sätt vid en olycka på Tyresövägen bör detta säkerställas i planen, se vidare avsnitt 6.3.

6.3.3 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 nödavgängning. 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 och aktuell bebyggelse.

6.4 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.

- Balkonger och terrasser förläggs till fasader som inte vetter mot Tyresövägen.
- 20 meter från Tyresövägen lämnas bebyggelsefritt.
- Bostäder placeras minst 25 meter från Tyresövägen.
- Obebyggda ytor inom 30 meter från vägkant ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Byggnader inom 75 meter från vägkanten utan framförliggande byggnad ska utformas så att utrymning är möjligt bort från vägen. Ordinarie entré till byggnaden bör veta bort från vägen.
- Fasader inom 30 meter från vägkanten ska utföras i obrännbart material eller i brandteknisk klass EI 30. Fönster i dessa fasader utförs i EW 30. Möjlighet finns att ha dessa fönster öppningsbara utan nyckel eller annat verktyg.
- Friskluftsintag inom 75 meter från vägkanten ska riktas bort från vägen.

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.

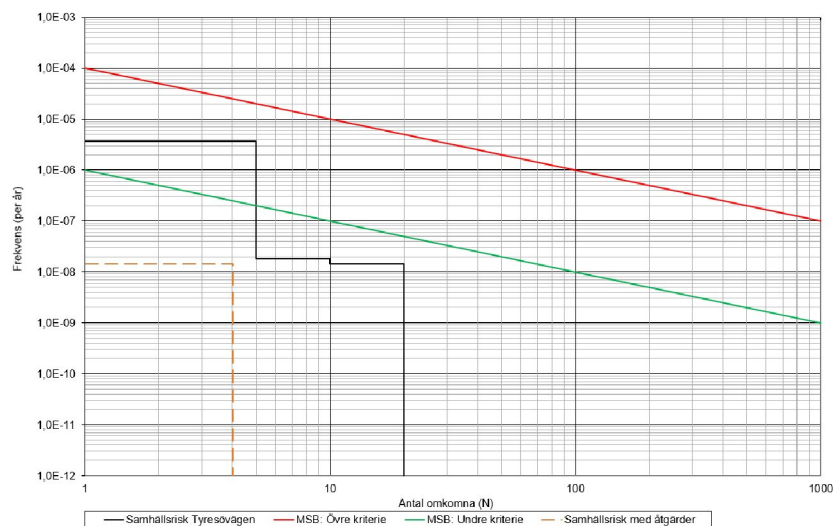
Utöver åtgärderna ovan som kan regleras i den aktuella detaljplanen krävs även att ett avrinningsskydd som hindrar brandfarlig vätska att rinna från Tyresövägen in i planområdet säkerställs. Sådant skydd placeras i vägkant, exempelvis med förhöjd kantsten, vall eller liknande.

6.4.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

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

- Hindra brandfarlig vätska att rinna från Tyresövägen till 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 brandskyddstekniska åtgärder.
- 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 samhällsrisk för området beaktat de föreslagna åtgärderna redovisas i figur 6.1 nedan.



Figur 5.1. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån enligt figur 5.3 tillsammans med F/N-kurva för samhällsrisk beaktat effekten av de åtgärder som föreslås.

7. 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 olycksscenarioer
- 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.

7.1 Känslighetsanalys

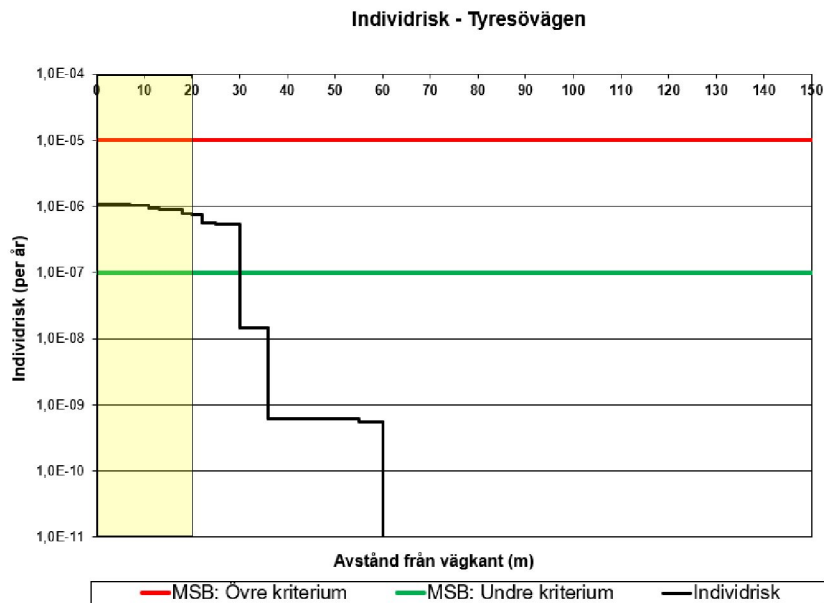
Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på individrisk och samhällsrisk.

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.

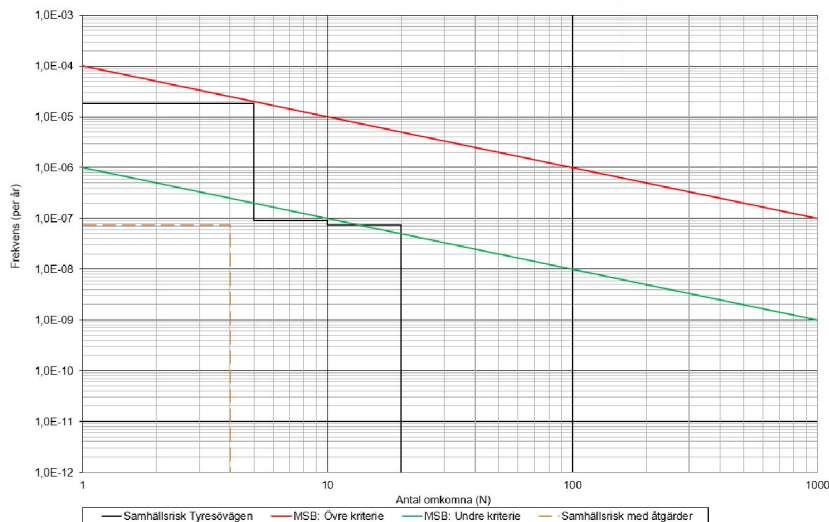
7.1.1 Förändrat transportantal av farligt gods

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 samhällsrisk högt ALARP men aldrig på en oacceptabel nivå. De åtgärder som föreslås i avsnitt 6 kommer reducera antalet omkomna till nivåer under ALARP. Det beror på att det är människor inomhus som förväntas omkomma på grund av strålning från olika typer av bränder och åtgärderna som föreslås reducerar den infallande strålningen och säkerställer att människor kan ta sig ut och bort från vägen på ett säkert sätt.



Figur 5.1. Individrisk utmed Tyresövägen beaktat att transporter av farligt gods femfaldigas.

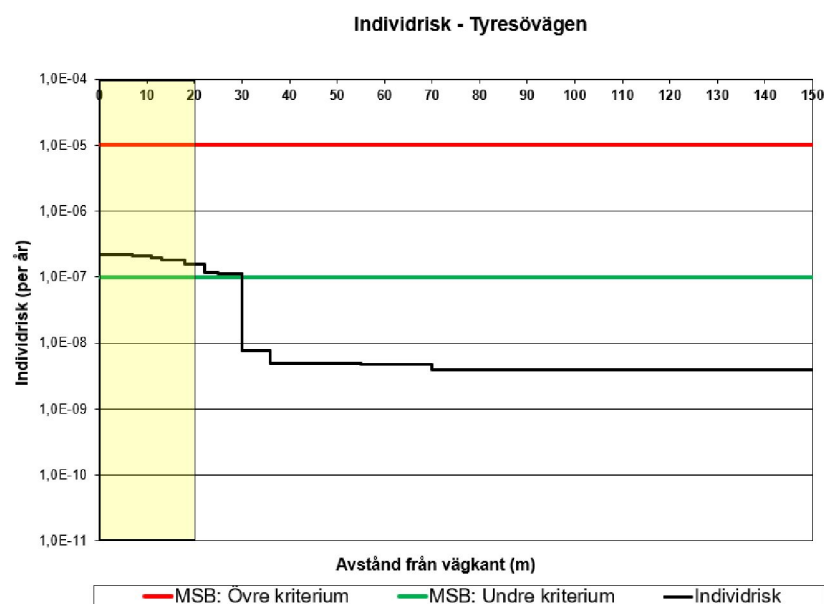


Figur 5.1. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån om antalet transporter femfaldigas. Samhällsrisknivån beaktat de säkerhetshöjande åtgärderna som föreslås redovisas också utifrån den ökningen.

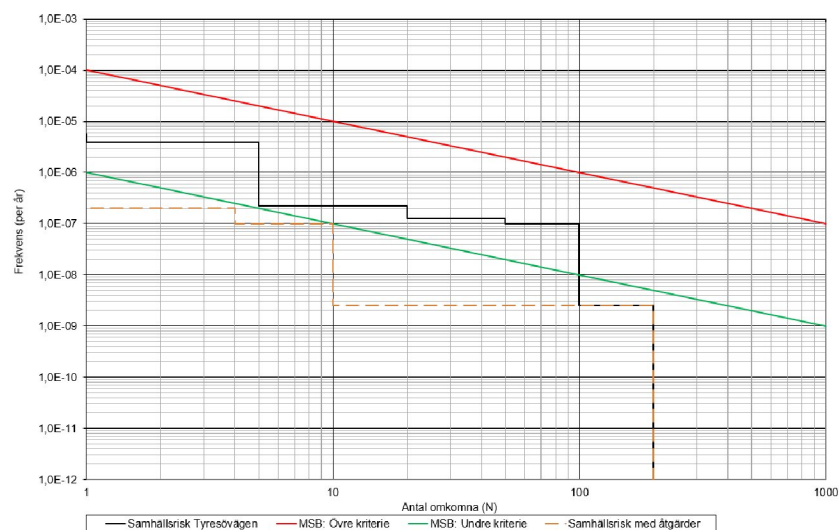
7.1.2 Förändrade transporter av brännbar gas

Då ingen av bensinstationerna som identifierats i riskinventeringen idag tillhandahåller fordonsgas har beräkningarna 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 visar att individrisken förskjuts något uppåt men är ändå nära den undre gränsen för ALARP. Samhällsriskens påverkas ganska mycket i de delar som innebär ett större antal omkomna (över 20 st). 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 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 6 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 varför antalet omkomna där inte justeras vid beaktande av åtgärderna. Samhällsrisknivån vid beaktande av åtgärderna som föreslås är på en acceptabel nivå.



Figur 5.1. Individrisk utmed Tyresövägen då transporter med gasol i flaskor byts mot fordonsgastransporter i tankbil.



Figur 5.1. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån då transporter med gasol i flaskor byts mot fordonsgastransporter i tankbil. Samhällsrisknivån beaktat de säkerhetshöjande åtgärderna som föreslås redovisas också utifrån den förändringen.

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.

8. 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 risknivån visar på en låg/acceptabel individrisk på avstånd där bebyggelse planeras men att samhällsrisk för området kräver att säkerhetshöjande åtgärder vidtas.

Föreslagna säkerhetshöjande åtgärder enligt avsnitt 6 säkerställer att människor inom planområdet inte utsätts för oacceptabla risker även om antalet transporter av farligt gods ökas 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.

9. Referenser

- /1/ Inledande riskanalys. Skarpnäck – Drevern 1 m.fl. Underlag för detaljplanearbete, Brandskyddslaget 2020-06-03
- /2/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /3/ Överklagande av detaljplan avseende kvarteret Middagen, m.m., Sollentuna kommun. Boverkets ställningstagande. Diarienummer 3142/2015. 2016-02-02
- /4/ Samhällsplanering vid Svenska Kraftnäts stamanläggningar. Svenska Kraftnät, 2018
- /5/ Riskanalys Gamla Tyresövägen, Underlag för detaljplanearbete. Brandskyddslaget 2019-11-14
- /6/ Vägplan V229 Norra sköndal. Plan- och miljöbeskrivning. 2020-10-05. TRV 2019/58132
- /7/ Byte av riskreducerande åtgärder i detaljplan för del av Solvärmen 1 (WSP Brand & Risk, 2017-02-10) och
- /8/ Remissutlåtande, Storstockholms brandförsvär. Samråd angående förslag till detaljplan för fastigheten Solvärmen 1, i stadsdelen Skarpnäck, Stockholms län. 2009-08-28
- /9/ Riskanalys Sköndal 2:1 – avseende transporter av farligt gods samt närhet till kraftledning. Brandskyddslaget, 2012
- /10/ 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.
- /11/ <https://spbi.se/statistik/volymer/>
- /12/ Riskanalys Kv Bollmoragården 4, Tyresö kommun. Utgåva 3. Brandkonsulten AB, 2012-11-02
- /13/ Tyresö 2035, översiktsplan för Tyresö kommun, antagen 2017-05-18
- /14/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

Bilaga A - Frekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Skarpnäck – Drevern 1 m.fl.

Uppdragsgivare

Genova Bostad

Uppdragsnummer

501194

Datum

2021-03-11

Handläggare

Pierre Wahlqvist

Handläggare

PWT 210311

Internkontroll

LSS 210310

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:

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 Årsmedeldygnstrafik 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:	Tätort (stad)	Tätort (stad)
Hastighetsbegränsning (km/h):	70	80
Gatu-/Vägartyp:	Motorväg	Motorväg
Årsmedeldygnstrafik (per dygn):	42 600	46 900
Andel tung trafik (%):	12	12
Farligt godsled:	Primär	Primär
Antal farligt godstransporter (per dygn):	3,4	3,8
X = Andel farligt godstransporter av totalt antal fordon (%):	0,008	0,008
O = Olyckskvot (trafikolycka per 10 ⁶ fkm):	0,6	0,5
Y = Andel singelolyckor (%):	30	33
Index för farligt godsolycka = Sannolikhet för utsläpp givet olycka (%):	13	19

I tabell 3.2 i huvudrapporten redovisas fördelningen mellan respektive farligt godsklasser 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	9,3	10,4
O _{Fago} = Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor	1,3E-03	1,4E-03
2.1 Brännbara gaser	1,1E-04	1,2E-04
3. Brandfarliga vätskor	1,2E-03	1,3E-03

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 13 % i nuläget och 19 % år 2040 på grund av den ändrade hastigheten. (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 egentygnd 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 gasflaskor (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 fördelningsstatistik /4/:

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

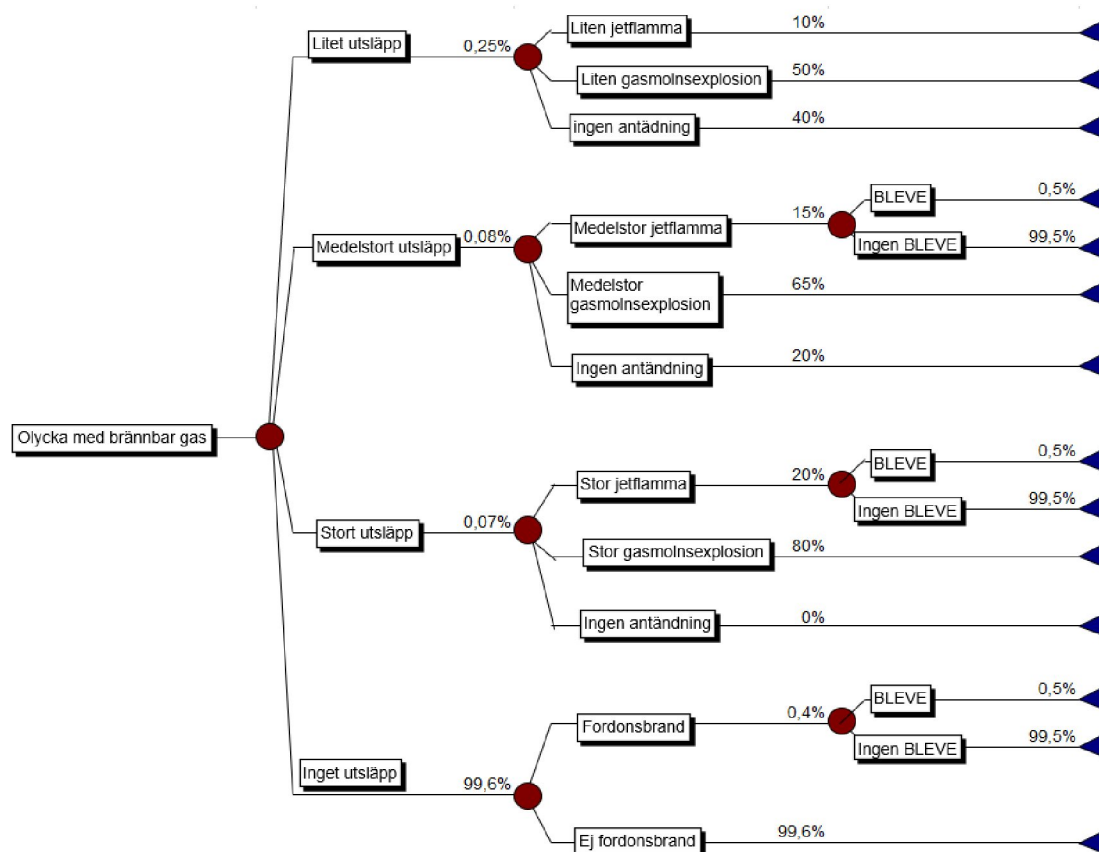
En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under 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 fördelningsstatistiken 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:

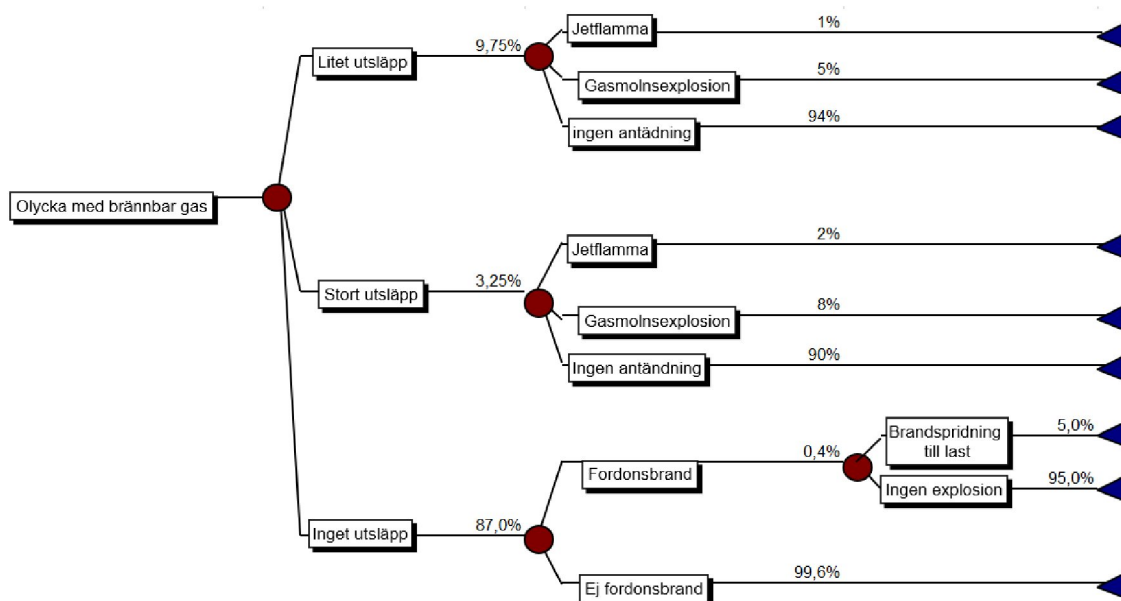
	Litet	Stort
• omedelbar antändning (jetflamma):	1 %	2 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	5 %	8 %
• ingen antändning:	94 %	90 %

/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 händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser.





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

Överst: Transporter med tankbil

Underst: Transporter av gasflaskor.

3.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

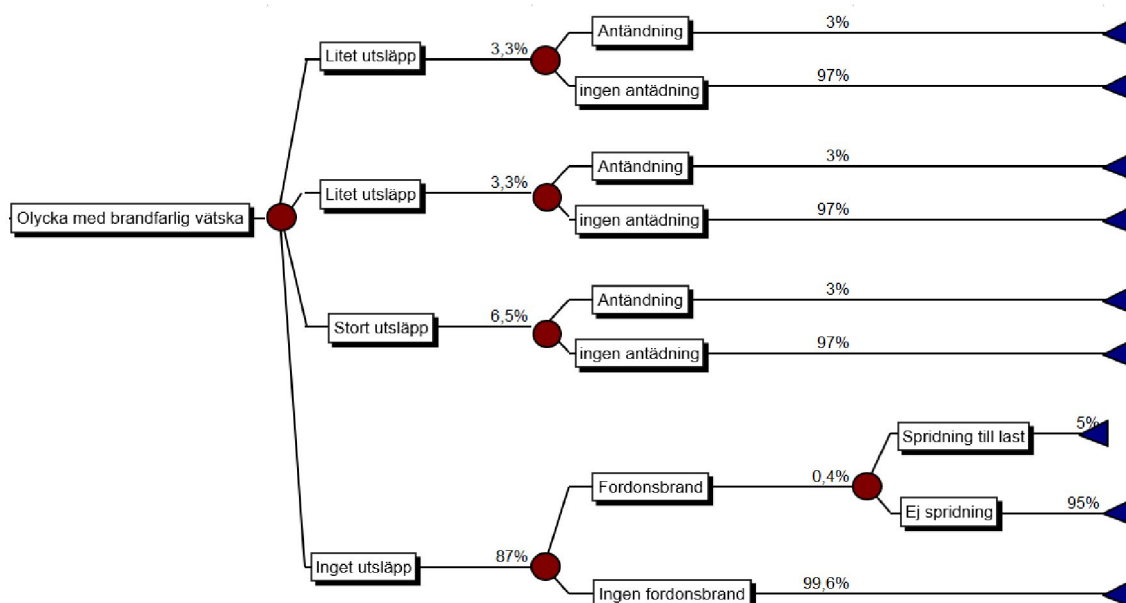
De brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bensinstationer och bussdepån. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt 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 13 % i nuläget och 19 % år 2040 på grund av den ändrade hastigheten. (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 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 händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska.



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

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Skarpnäck – Drevern 1 m.fl.

Uppdragsgivare

Genova Bostad

Uppdragsnummer

501194

Datum

2021-03-11

Handläggare

Pierre Wahlqvist

Egenkontroll

PWT 210311

Internkontroll

LSS 210310

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 *individerisk* 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. *Gasmolnsexplosion*: 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 vid jetflamma och gasmoln.

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 gasmolnsexplosion 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 gasmolnsexplosion 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 gasmolnsexplosion 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.6 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 utvändig 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 strålning 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 bensen. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m²
- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /2/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradie)

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_f) – 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 (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 flammzonen 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/:

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

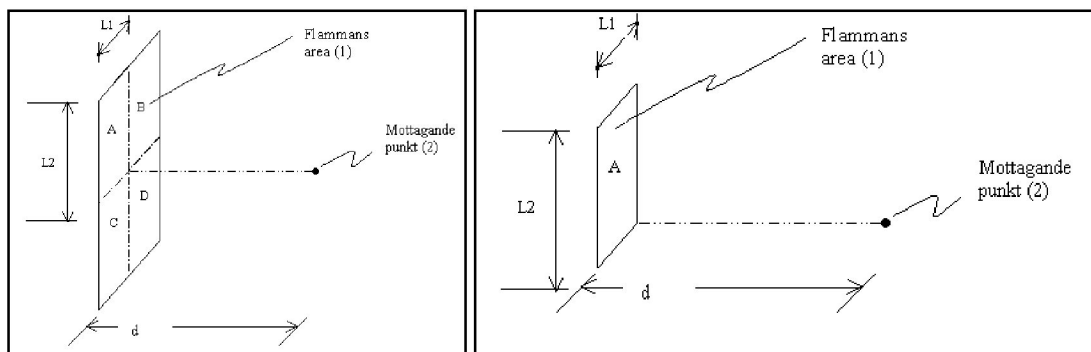
Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.1). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden 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/m²) 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 pölbrands scenarierna (se tabell B.3).

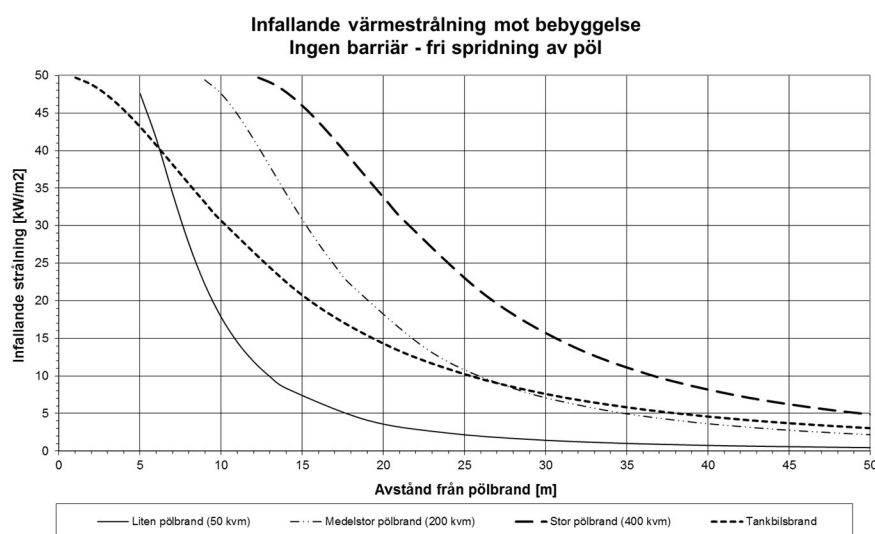
Tabell B.3. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A _F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D _f (m)	Flammhöjd H _f (m)	Utfallande strålning I ₀ (kW/m ²)
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.6 (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/m² för samtliga brandscenarier.

I figur B.2 beaktas även pölarnas radie (ej för scenariot tankbilsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas. Det avrinningsskydd som anges i huvudrapportens avsnitt 4 förutsätts här begränsar 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/m² 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/m² 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/m². 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/m²: < 5 % sannolikhet att omkomma
 15-20 kW/m²: 50 % sannolikhet att omkomma
 > 40 kW/m²: 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 % <u>inomhus</u>	11
	100 % <u>utomhus</u>	7
	50 % <u>utomhus</u>	11
	5 % <u>utomhus</u>	13
Medelstor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	22
	100 % <u>utomhus</u>	13
	50 % <u>utomhus</u>	22
	5 % <u>utomhus</u>	25
Stor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	30
	100 % <u>utomhus</u>	18
	50 % <u>utomhus</u>	30

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

3. Beräkning av antal omkomna

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.

Figur B.3. Översiktsbild 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/m² nettoarea; butiker och dylikt: 0,5 pers/m² nettoarea respektive klassrum: 0,5 pers/m² 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 m² BOA.

Genomsnittlig persontäthet för ytor som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. parkering) uppskattas grovt till cirka 0,005 personer per m².

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
- Butikslokaler och verksamheter: 0,25 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 figur B.3 påverkar enbart det aktuella planområdet varför endast konsekvenser där beaktas. I känslighetsanalysen tillkommer större skadeområden vid tanktransporter varför omgivningen beaktas då.

3.1 Resultat

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

/9/ Boverkets byggregler

Tabell B.5. Beräknade konsekvenser – antal omkomna.

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna			Uppskattat antal omkomna beaktat åtgärder
	Inomhus	Utomhus	Totalt	
Olycka vid transport av farligt gods				
Klass 2.1 Brännbar gas (flasktransport)				
Liten jetflamma	0	0	0	0
Liten gasmolnexplosion	3	0	3	0
Stor jetflamma	8	2	10	
Stor gasmolnexplosion	18	2	20	4
Exploderande gasflaskor	0	0	0	0
Klass 2.1 Brännbar gas (tanktransport)				
Liten jetflamma	0	0	0	0
Liten gasmolnexplosion	0	0	0	0
Medelstor jetflamma	0	0	0	0
Medelstor gasmolnexplosion	18	2	20	4
Stor jetflamma	48	2	50	0
Stor gasmolnexplosion	95	5	100	10
BLEVE	190	10	200	200
Klass 3 Brandfarlig vätska				
Liten pölbrand	0	0	0	0
Medelstor pölbrand	1	0	1	1
Stor pölbrand	5	0	5	0
Tankbilsbrand	0	0	0	0