

Riskbedömning detaljplan Malmsheden

Katrineholm – Katrineholms kommun

Structor

DOKUMENTINFORMATION

Beställare:	Structor Miljöpartner AB	
Kontaktperson	Johan Rodéhn	
Uppdragsnamn:	Riskbedömning detaljplan Malmsheden	
Uppdragsnummer:	1002-118	
Uppdragsledare:	Magnus Cederlund	
Handläggare:	Malin Hallberg	
Kvalitetsgranskare:	Joel Omran	
Status	Slutgiltig handling	
Version 0.1	2024-03-27	Granskningshandling
Version 1.0	2024-04-11	Slutgiltig handling

SAMMANFATTNING

Structor Riskbyrå har fått i uppdrag av Structor Miljöpartner AB att genomföra en riskbedömning för detaljplan Malmsheden, Katrineholms kommun. Området är placerat öster om väg 52 i höjd med trafikplats Finntorp.

Syftet med uppdraget är att utarbeta ett underlag till bedömningen om lämplig markanvändning enligt de krav som ställs i Plan- och bygglagen, med beaktande av olycksrisker med påverkan på människors hälsa och säkerhet. Målet är att analysera olycksrisker kopplade till transporter av farligt gods och eventuella verksamheter i närområdet, samt utifrån analysens resultat ge förslag på riskhanteringsstrategier och riskreducerande åtgärder.

Riskbedömningen baseras på kvantitativa analyser vilka beaktar riskmättet individrisk. Individrisk är sannolikheten (ofta presenterad som frekvensen per år) för att en person som ständigt befinner sig på en specifik plats omkommer.

Då planområdet planeras för mindre störande verksamhet, exempelvis lager eller handel i mindre skala, anses antalet personer som vistas kontinuerlig på platsen vara begränsat.

Genomförd individriskberäkning för väg 52, vilken passerar planområdet, visar att risknivån inom tio meter från väggkant är på en sådan nivå att åtgärder behöver övervägas. På avstånd längre än tio meter från väg 52 är beräknad individrisknivå att beakta som acceptabel. Inga ytterligare riskreducerande åtgärder bedöms behöva vidtas för byggnader som uppförs inom planområdet. Däremot kan det finnas andra hänsynsavstånd till exempel till Trafikverkets anläggning som överskrider tio meter som behöver tas hänsyn till.

Sammanfattningsvis visar riskbedömningen att planerad markanvändning inom detaljplan Malmsheden är att beakta som lämplig avseende olycksrisk.

INNEHÅLL

1. Inledning.....	2
1.1. Syfte och mål.....	2
1.2. Avgränsningar	2
1.3. Underlagsmaterial	2
1.4. Disposition	2
2. Områdesbeskrivning.....	3
2.1. Planområde och planerad markanvändning.	3
2.2. Omgivning	5
3. Omfattning av riskhantering	8
3.1. Kravbild.....	8
3.2. Metod och genomförande	9
4. Riskidentifiering	13
4.1. Riskkällor inom planområdet	13
4.2. Transporter med farligt gods	13
4.3. Verksamheter	14
5. Riskanalys & riskvärdering	15
5.1. Transporter av farligt gods	15
5.2. Individrisk.....	15
5.3. Osäkerheter och känslighetsanalys	16
6. Åtgärder.....	17
6.1. Riskreducerande åtgärder.....	17
6.2. Lämpliga riskreducerande åtgärder baserat på aktuell riskbild.....	17
7. Slutsats.....	18
Referenser.....	19
Bilaga A Olycksscenarier	20
Bilaga B Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods – indata och metod	21
Händelsetråd	21
Farligt gods.....	22
Bilaga C Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods	29
Referenslista Bilaga A-C.....	31

1. INLEDNING

Structor Riskbyrån har fått i uppdrag av Structor Miljöpartner AB att genomföra en riskbedömning för detaljplan Malmsheden, Katrineholm kommun. Området är placerat öster om väg 52 i höjd med trafikplats Finntorp.

1.1. Syfte och mål

Syftet med uppdraget är att utarbeta ett underlag till bedömningen om lämplig markanvändning enligt de krav som ställs i Plan- och bygglagen, med beaktande av olycksrisker med påverkan på människors hälsa och säkerhet.

Målet är att analysera olycksrisker kopplade till transporter av farligt gods och eventuella verksamheter i närområdet, samt utifrån analysens resultat ge förslag på riskhanteringsstrategier och riskreducerande åtgärder.

1.2. Avgränsningar

Uppdraget är avgränsat till att behandla tekniska olycksrisker med en direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Hänsyn tas inte till attentat eller händelser som genomförs med uppsåt.

1.3. Underlagsmaterial

Följande underlagsmaterial har funnits tillgängligt vid genomförandet av denna riskbedömning:

- Malms-Heden utkast plankarta, Katrineholms kommun, 2024-02-19
- Startmöte, 2024-03-06

Övriga underlagsmaterial som använts vid riskbedömningen refereras till löpande i texten.

1.4. Disposition

Riskbedömningen har lagts upp enligt följande:

- Kapitel 1 omfattar bakgrund och introduktion till uppdraget.
- Kapitel 2 ger en beskrivning av området och dess omgivning. Detta ger en bild av kommande markanvändning samt fungerar som underlag till riskidentifieringen.
- Kapitel 3 beskriver kravbild, uppdragets omfattning av riskhantering samt vilket metodval som gjorts.
- Kapitel 4–6 omfattar en riskidentifiering, riskanalys och värdering av beräknade risknivåer samt en osäkerhetshantering av dessa. Vid behov anges förslag på åtgärder.
- Kapitel 7 redovisar slutsatser och fortsatt arbete.

2. OMRÅDESBESKRIVNING

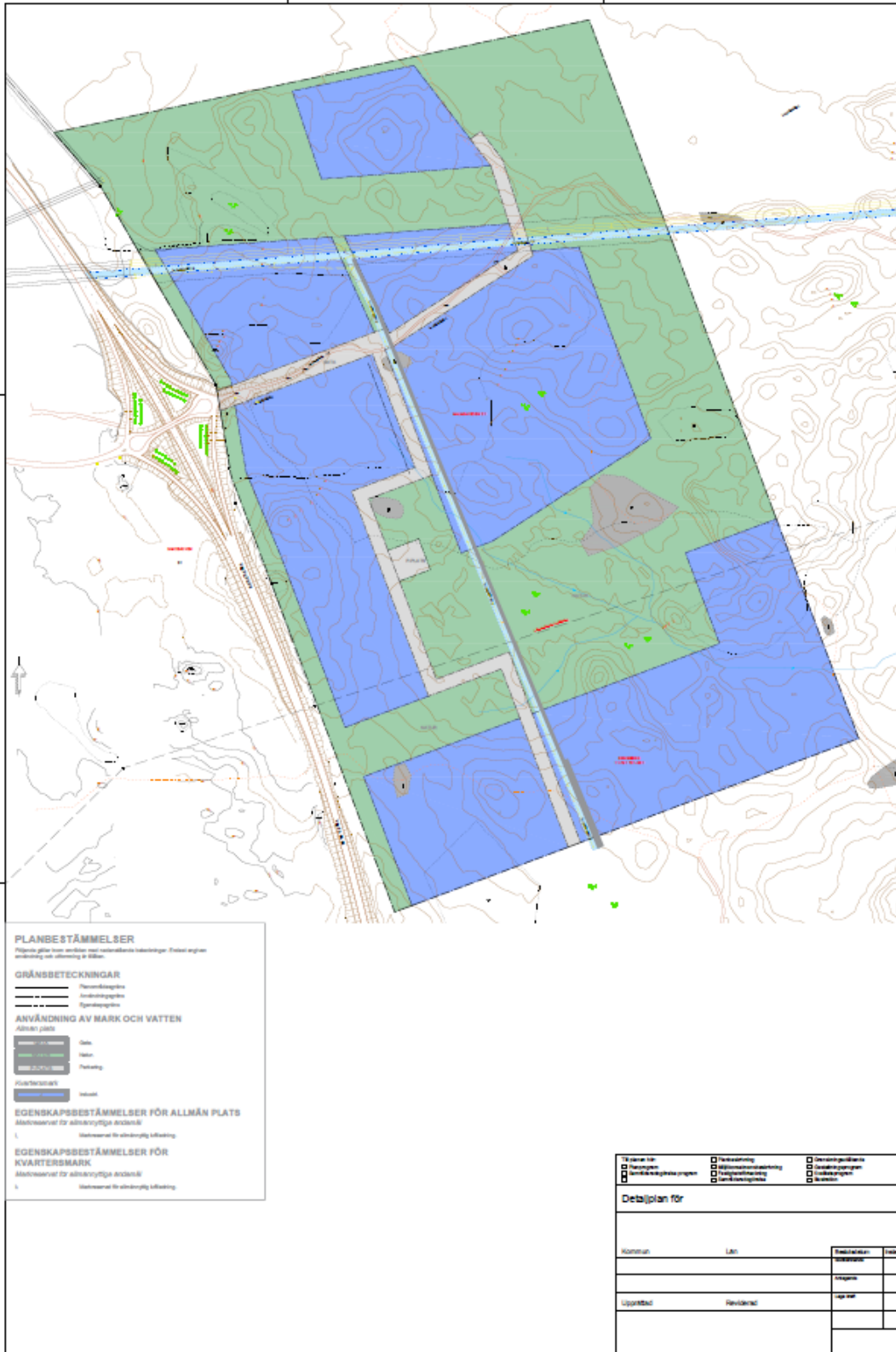
I detta kapitel beskrivs området för detaljplan Malmsheden, samt dess närmaste omgivning.

2.1. Planområde och planerad markanvändning.

Detaljplaneområdet Malmsheden i Katrineholms kommun innefattar ett område öster om väg 52, se Figur 2. Planförslaget ska möjliggöra för mindre störande verksamhet, alternativt handel i mindre skala. Planområdet är cirka 900 000 m² stort. Inom planförslaget ligger förslag på ny dragning av en befintlig vandringsled, Sörmlandsleden.



Figur 1. Översikt över det aktuella planområdet med planområdet markerat i blått i Lantmäteriets grundkarta.



Figur 2. Förslag till plankarta för planområdet. (Katrineholms kommun)

2.2. Omgivning

Planområdet ligger öster om väg 52 i anslutning till trafikplats Finntorp, cirka tre km öster om centrala Katrineholm. Norr, söder och öster om planområdet är det främst naturområden med skogs- och åkermark, med enstaka bostadsbyggnader. Närmsta bostadsområde är Laggarhult med bebyggelse i form av fristående villor, cirka 700 meter väster om planområdet. Kortfattat är området runt planområdet obebyggt med mycket grönområde. Kraftledningar passerar genom och invid planområdet, 145 kV respektive 24 kV. Södra/västra stambanan passerar cirka 350 meter norr om planområdet.

Längs med planområdets västra sida passerar väg 52 som är en primär rekommenderad transportled för farligt gods.

Planområdet är topografiskt sett placerad i samma nivå eller något högre än väg 52. Det är även diken utmed väg 52.

Planområdet ligger vid en trafikplats där av- och påfartsramp i norrgående riktning ligger placerad mellan väg 52 och planområdet. Mindre mängder farligt gods antas gå på av- och påfartsramp, detta baserat på att Österleden som trafikplats Finntorp ansluter till ej är klassificerad som rekommenderad transportled för farligt gods samt att vägtrafikflödet är begränsat jämfört med väg 52. Riskbidraget från dessa mindre mängder farligt gods antas vara försumbart jämfört med riskbidraget från transporter av farligt gods på väg 52.

Det finns utmed delar av sträckningen mellan planområdet och väg 52 idag vägräcken som till viss del reducerar risken för att avvikande fordon kan ta sig in mot planområdet. Då vägräcket ej finns längst med hela sträckan, se Figur 3 - Figur 5, så kvantifieras detta ej i riskberäkningarna vilket anses vara konservativt. Vägräcken finns mellan körbanorna på väg 52 vilket försvårar att ett fordon i södergående riktning kan avvika mot planområdet, vilket ej kvantifierats i riskberäkningarna vilket anses vara konservativt.



Figur 3. Avfart vid planområdet.¹



Figur 4. Påfart vid planområdet.¹



Figur 5. Vy över planområdet längs med väg 52, söder om trafikplats Finntorp.¹

3. OMFATTNING AV RISKHANTERING

3.1. Kravbild

Att beakta olycksrisker i de avvägningar som görs vid fysisk planering bottnar i krav i Plan- och bygglagen² och Miljöbalken³. Kraven innebär att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor, översvämning och erosion.

3.1.1. Miljöbalken

Miljöbalken syftar till att skydda människors hälsa och miljön. Begreppet miljö har i miljöbalken en vid betydelse och inkluderar förutom skyddsvärdet naturmiljö bland annat skyddsvärdena kulturmiljö, egendom och den fysiska miljön i övrigt.

Inga specifika avstånd som behöver upprätthållas mellan en riskkälla och skyddsvärden anges i Miljöbalken eller tillhörande förordningar och föreskrifter. Dock behöver olycksrisker analyseras, värderas och beskrivas. Detta omfattar bland annat beskrivning av en olyckas potentiella påverkan på identifierade skyddsvärden.

3.1.2. Plan- och bygglagen

Plan- och bygglagen anger krav på att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor, översvämning och erosion. Bebyggelse och byggnadsverk ska också utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till bland annat skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

3.1.3. Krav på riskhantering intill transporterleder för farligt gods

Länsstyrelsen i Södermanlands Län har tagit fram egna riktlinjer för byggnation intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods⁴. De föreslår att inom riskhanteringsavståndet från väg och järnväg, 150 meter från väggkant eller järnvägens spårmitt, där det transporteras farligt gods bör riskbedömning alltid göras. Samtidigt bör ett bebyggelsefritt avstånd om 30 meter från närmaste spårmitt respektive väggkant upprättas. Rekommenderade skyddsavstånd till transportled för farligt gods redovisas i Figur 6.

Riskbedömningen med hänsyn till transporter av farligt gods avser att uppfylla de krav på riskhantering som Länsstyrelsen Södermanlands län ställer i sin vägledning⁴. Länsstyrelsen rekommenderar ett riskhanteringsavstånd på 150 meter, vilket delas in i tre zoner med olika skyddsbehov, se Figur 6. Inom den mittersta zonen på ett avstånd på 30–70 meter rekommenderas drivmedelsförsörjning, mindre industri och sällanköps-handel. Vidare rekommenderas på 70–150 meters avstånd mindre bostäder, kontor och detaljhandel. Utanför de rekommenderade avståndet på 150 meter bedöms i princip alla typer av markanvändning vara lämplig. Om planområdet inte följer de rekommenderade skyddsavstånden behöver behovet av skyddsåtgärder bedömas genom en riskanalys.

0 - 30 meter	30 - 70 meter	70 - 150 meter	över 150 meter
E- Tekniska anläggningar <small>Ska ej orsaka skada vid avakning eller urspänning</small> L- Odling & djurhållning <small>Ej byggnader</small> N- Friluftsliv & camping <small>Ex. motionsspår</small> P- Parkering <small>Ej parkeringshus</small> T- Trafik	E- Tekniska anläggningar G- Drivmedelsförsäljning J- Industri vk 1 P- Parkering Z- Verksamheter vk 1	B- Bostäder <small>Enfamiljsbostäder vk 3A</small> C- Centrum H- Detaljhandel vk 2B K- Kontor vk1 R- Besöksanläggningar <small>Utan omfattande åskådarplats</small> Z- Verksamheter	B- Bostäder D- Vård K- Kontor O- Tillfällig vistelse R- Besöksanläggningar S- Skola

Beteckningar i enlighet med Boverkets allmänna råd om planbestämmelser BFS 2014:5, DPB 1
 Verksamhetsklasser (vk) enligt kapitel 5, Boverkets byggregler BFS 2011:6

Figur 6. Rekommenderade avstånd till transportled för farligt gods⁴

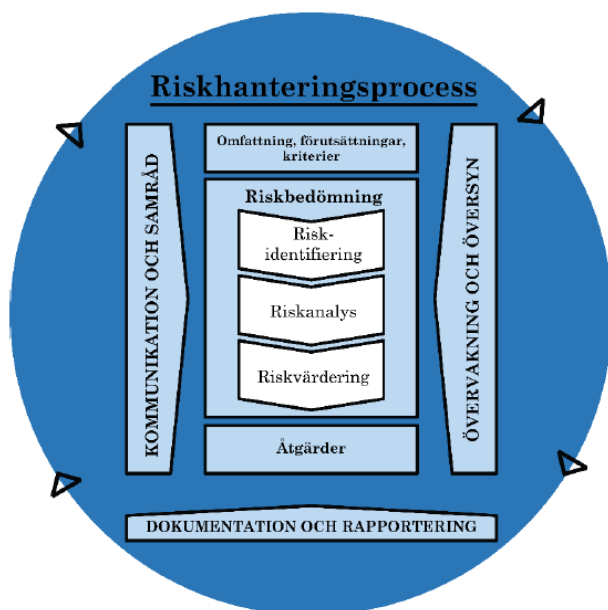
3.1.4. Elsäkerhet

Elsäkerhetsverkets författningssamlingar ⁵, ⁶ är de lagar och regler som styr elsäkerheten. Dessa författningssamlingar är ramföreskrifter och sätter ramar och minimumkrav för hur starkströmsanläggningar ska vara utförda för att säkerställa att människor och egendom inte skadas, samt hur anläggningsägaren ska utöva tillsyn över sina elanläggningar så att de fortsätter att vara säkra. Den som äger anläggningen kan ställa högre krav än de som anges i föreskrifterna.

Enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2022:1 är det restriktioner för områden under och i närheten av luftledningar, bland annat får elektrifierade byggnader inte placeras under en kraftledning samt det ska vara betryggande avstånd till upplag av brännbart material och områden med explosionsrisk.

3.2. Metod och genomförande

För att skapa ett beslutsunderlag avseende hantering av olycksrisker genomförs i detta uppdrag en riskbedömning enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000⁷, se Figur 7. Åtgärder (det sista steget i processen) kräver ett aktivt beslutsfattande. Detta ligger på kommunen genom fastställande av planen och dess planbestämmelser samt genom bygglov. Åtgärder kan även vidtas utanför detaljplanerna, vilket möjliggörs av att olycksriskfrågorna beaktas i ett tidigt skede av respektive process.



Figur 7. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000. Denna rapport hanterar de delar som benämns "Riskbedömning". Förslag ges också på riskreducerande åtgärder.

3.2.1. Riskidentifiering

Riskidentifieringen omfattar en genomgång av potentiella riskkällor inom planområdet och i planområdets omgivning. Identifieringen görs med utgångspunkt i faktiska avstånd respektive rekommenderade skyddsavstånd mellan de olika riskkällorna och planområdet. Nedan-stående riskkällor beaktas i riskidentifieringen:

- Transportinfrastruktur

Den transportinfrastruktur som behandlas utgörs primärt av rekommenderade transportleder för farligt gods. Rekommenderade transportleder för farligt gods inom 150 m från planområdet beaktas.

- Riskfyllda verksamheter

En inventering av verksamheter som hanterar ämnen som är klassade som farliga ämnen i ADR-S^a och CLP-förordningen^b i närheten av det aktuella planområdet genomförs. Med hjälp av Länsstyrelsen i Stockholms⁸ WebGIS (täcker större delar av Sverige) görs en inventering om det finns miljöfarliga verksamheter i närområdet. Möjliga Seveso-verksamheter^c kontrolleras med lokala räddningstjänster och kommunens underlag. Om

^a ADR är ett Europa-gemensamt regelverk för transport av farligt gods på väg. Svenska versionen heter ADR-S och ges ut av MSB.

^b CLP är en Europa-gemensam förordning som innehåller regler som gäller för klassificering, märkning och förpackning av produkter som innehåller farliga ämnen. Vars syfte är att arbetstagare och konsumenterna ska ges information om kemiska produkters farliga egenskaper.

^c Verksamheter som hanterar farliga ämnen i sådan mängd att de omfattas av lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor. Denna lag kallas även Sevesolagen.

en verksamhet är en Sevesoverksamhet blir den automatiskt en farlig verksamhet enligt LSO 2:4^a.

3.2.2. Riskanalys och riskvärdering

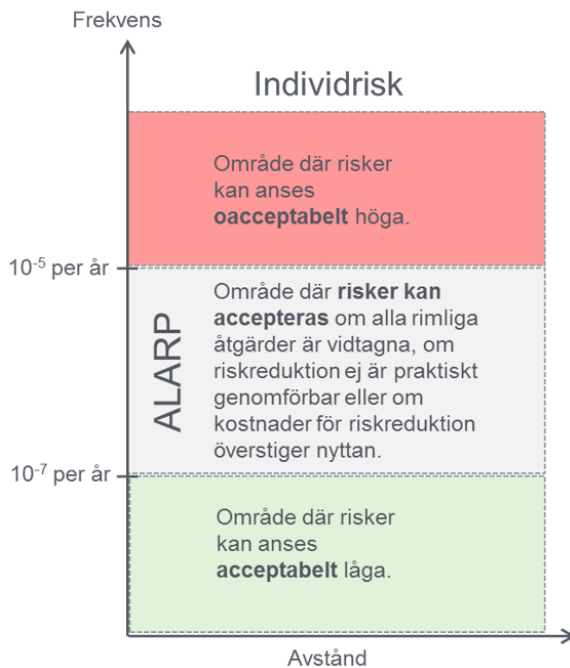
För att värdera riskerna har utgångspunkten varit att göra en kvantitativ analys som beaktar riskmättet individrisk. Bedömningen har omfattat riskpåverkan på människa.

Riskmättet samhällsrisk beaktas inte i denna utredning. Samhällsrisk utgörs av sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer till följd av en olycka. Samhällsriskmättet tar hänsyn till befolkningstäthet och studeras över ett område som normalt är en kvadratkilometer stort.

Få personer bor och vistas regelbundet runt planområdet Malmsheden. Området närmast väg 52 består främst av skogs- och åkermark. Planområdet planeras inte heller för något personintensiv verksamhet. På grund av detta anses samhällsrisk bli låg, och kommer ej att analyseras vidare i utredningen.

- Individrisk är sannolikheten (ofta presenterad som frekvensen per år) för att en person som ständigt befinner sig på en specifik plats omkommer. Individrisken är platsspecifik och tar ingen hänsyn till hur många personer som kan påverkas av skadehändelsen. Syftet med riskmättet är att tillse att enskilda individer inte utsätts för icke-tolerabla risker.

^a Lag om skydd mot olyckor (LSO).



Figur 8. Riskvärderingskriterier anpassade utifrån Värdering av risk⁹. ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable) definieras på samma sätt för individ- som samhällsrisk.

För riskvärderingens jämförelse med riskkriterier har de nivåer och principer som föreslås av DNV⁹ använts, se Figur 8. Dessa är tillämpbara för riskmättet individrisk.

3.2.3. Identifiering av riskreducerande åtgärder

Som ett avslutande steg kommer resonemang föras kring riskreducerande åtgärder, baserat på risknivåer och vilken typ av påverkan som kan komma att uppstå i de olika delområdena.

Som utgångspunkt för identifiering av lämpliga riskreducerande åtgärder används bland annat rapporterna *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*¹⁰ och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*¹¹.

4. RISKIDENTIFIERING

Nedan presteras identifierade riskkällor som kan komma att påverka planområdet.

4.1. Riskkällor inom planområdet

Befintliga luftkablar med spänning 145 kV respektive 24 kV är lokaliserade inom planområdet och i direkt anslutning till. Enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2022:1 finns restriktioner för områden under och i närheten av luftledningar, till exempel ska det vara betryggande avstånd från upplag med brännbart material och områden med explosionsrisk till luftledningar. Detta kan medföra restriktioner för de verksamheter som etableras vid dessa kraftledningar inom planområdet. Risken analyseras inte vidare.

4.2. Transporter med farligt gods

Västra stambanan passerar planområdet med ett avstånd på cirka 350 meter och bedöms därför ej påverka planområdet.

Väg 52 passerar väster om planområdet. Väg 52 är en rekommenderad primärled för farligt gods. Vägen är en motortrafikled med tre körfält fördelade på två plus ett körfält, med vägräcken mellan körriktningarna. Hastighetsbegränsningen är 100 km/h förbi planområdet.

Antagen fördelning mellan farligt gods klasserna på väg 52 redovisas i Tabell 1 nedan och baseras på det nationella snittet för Sverige för åren 2015 - 2022¹².

Tabell 1. Fördelning för farligt gods på väg enligt det nationella snittet (genomsnitt för åren 2015 – 2022).

ADR-klass	Beskrivning	Andel av transporterna
1	Explosiva ämnen och föremål	0,70 %
2.1	Brandfarliga gaser	7,20 %
2.3	Giftiga gaser	0,05 %
3	Brandfarliga vätskor	43,51 %
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0,21 %
4.2	Självantände ämnen	0,95 %
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid vattenkontakt	1,57 %
5.1	Oxiderande ämnen	3,33 %
5.2	Organiska peroxider	0,01 %
6.1	Giftiga ämnen	4,60 %
6.2	Smittförande ämnen	0,66 %

ADR-klass	Beskrivning	Andel av transporter
7	Radioaktiva ämnen	0,11 %
8	Frätande ämnen	11,49 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	2,39 %

Trafikmängderna på väg 52 inklusive på- och avfartsramper på trafikplats Finntorp för 2022 samt uppräknade till 2040 har erhållits från Trafikverkets vägtrafikflödeskarta¹³, resultatet visas i Tabell 2 nedan. I tabellen ses uppmätta flöden för år 2022 och uppräknade flöden till år 2040 med hjälp av Trafikverkets trafikuppräkningsal¹⁴. Riskkällan analyseras vidare.

Tabell 2. Trafikmängder väg 52 och av-/påfartsramp norrgående riktning vid trafikplats Finntorp för nuläge (2022) samt prognosår 2040

ADT	Tunga fordon	Lätta fordon	Samtliga fordon
Väg 52 2022	1 300	3 900	5 200
Väg 52 prognos 2040	1 911	4 836	6 747
Av- och påfartsramper 2022	200	1 400	1 600
Av- och påfartsramper prognos 2040	294	1 736	2 030
Totalt Tpl Finntorp 2022			6 800
Totalt Tpl Finntorp prognos 2040			8 777

4.3. Verksamheter

Området runt planområdet består främst av skogs- och åkermark. Verksamheter har identifierats med hjälp av Länsstyrelsen i Stockholms WebGIS (för miljöfarliga verksamheter) samt Katrineholms kommun. I Katrineholms kommun finns för närvarande två Sevesoverksamheter, SKF Mekan samt Mörtsjöns bergtäkt¹⁵. Dessa är placerade över tre kilometer ifrån planområdet, och anses därmed ej påverka risknivån. Enligt Länsstyrelsens WebGIS finns det miljöfarliga verksamheter i Katrineholm, men samtliga ligger över en kilometer ifrån planområdet, och anses därmed ej påverka risknivån.

Slutsatsen av identifieringen är att inga verksamheter som hanterar större mängder farligt gods enligt Länsstyrelsen i Stockholm eller Katrineholms kommun ligger i närhet av planområdet. Riskerna från verksamheter som hanterar farligt gods anses därmed ej behöva analyseras vidare.

5. RISKANALYS & RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas resultaten av genomförda riskanalys och riskvärdering.

5.1. Transporter av farligt gods

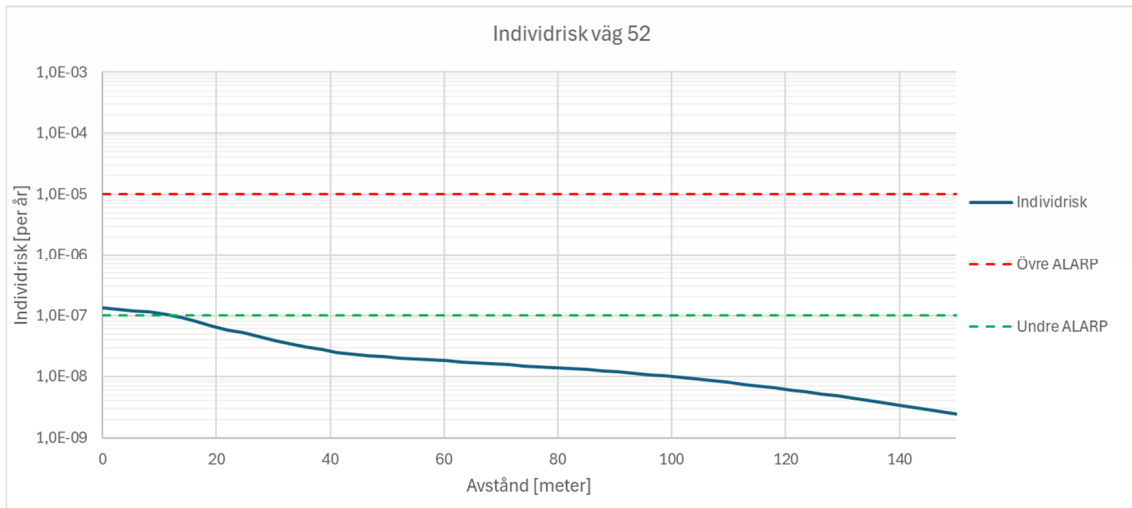
Väg 52 passerar strax väster om planområdet. Fördelningen av farligt gods på väg baseras på det nationella snittet för Sverige. Detaljerade indata till beräkningarna ges i bilaga B och C.

5.2. Individrisk

Den beräknade individrisken längs med väg 52 presenteras i Figur 9 nedan och visualiseras i Figur 10.

Resultatet från individriskberäkningarna visar att individrisken från väg 52 ligger i den nedre delen av ALARP upp till tio meter ut från väggkant för att därefter beaktas som acceptabel. Kortaste avstånd mellan planområdets byggrätt och dikesbotten för väg 52 är 40 meter och därmed kan individrisknivåerna anses vara acceptabla.

Individriskberäkningen visar att brandfarlig vätska är den kategori farligt gods som har störst påverkar riskbilden de första 40 metrarna ut från väggkant. På längre avstånd än 40 meter är det främst brandfarliga gaser samt giftiga gaser som påverkar risknivån.



Figur 9. Beräknad individrisk längs med väg 52.



Figur 10. Visualisering av individrisk för väg 52.

5.3. Osäkerheter och känslighetsanalys

Den genomförda riskanalysen är förknippad med vissa osäkerheter. Dessa osäkerheter behöver beaktas när slutsatser dras och vid beslutsfattande. Analys och slutsatser bygger på prognoser och tillhandahållna uppgifter om verksamheter och transporter av farligt gods.

6. ÅTGÄRDER

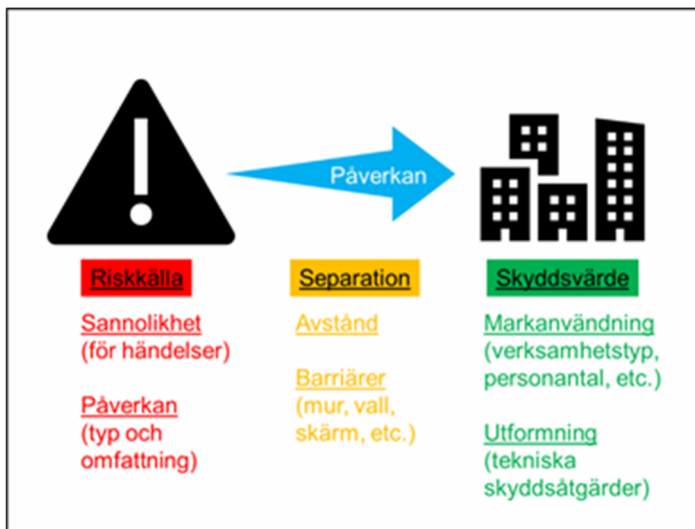
I detta avsnitt förs först ett övergripande resonemang kring riskreducerande åtgärder baserat på de olycksscenarier som bidrar till förhöjda risknivåer därefter föreslås riskreducerande åtgärder.

6.1. Riskreducerande åtgärder

I detta avsnitt presenteras olika riskreducerande åtgärder som kan tillämpas både för att minska frekvensen för en händelse och dessa konsekvenser.

Principiellt sett kan riskreducerande åtgärder antingen vidtas genom att påverka:

- A. Riskkällan
 - A1. Sannolikhet (för händelser)
 - A2. Påverkan (typ och omfattning)
- B. Separation
 - B1. Avstånd (mellan riskkällan och det skyddsvärda)
 - B2. Barriärer (mur, vall, skärm, etc.)
- C. Skyddsvärde
 - C1. Markanvändning (verksamhetstyp, personantal, etc.)
 - C2. Utformning (tekniska skyddsåtgärder)



Figur 11. Åtgärder kan rikta sig mot en riskkälla, ett skyddsvärde eller en separation mellan de två.

6.2. Lämpliga riskreducerande åtgärder baserat på aktuell riskbild

Möjliga riskreducerande åtgärder kan vidtas genom separation eller tekniska skyddsåtgärder.

På avstånd längre än tio meter från väg 52 är beräknad individrisknivå att beakta som acceptabel. Inga ytterligare riskreducerande åtgärder bedöms behöva vidtas för byggnader som uppförs inom planområdet ur ett olycksperspektiv. Däremot kan det finnas andra hänsynsavstånd till exempel till Trafikverkets anläggning som överskrider tio meter som behöver tas hänsyn till.

7. SLUTSATS

Denna riskbedömning har baserats på kvantitativa analyser som beaktar riskmättet individrisk. Individrisk är sannolikheten (ofta presenterad som frekvensen per år) för att en person som ständigt befinner sig på en specifik plats omkommer.

Resultatet av genomförda individriskberäkningar visar att risknivån på avstånd längre än tio meter från väg 52 är på en acceptabel nivå.

Genomförd riskbedömning visar sammanfattningsvis att föreslagen markanvändning inom detaljplan Malmsheden, är att beakta som lämplig ur ett olycksriskperspektiv med avseende på människors hälsa och säkerhet.

REFERENSER

- ¹ Google (2024). Hämtat den 23 januari 2024 från Google maps. <https://www.google.com/maps>
- ² Plan- och Bygglag (2000:900)
- ³ Miljöbalk (1998:808)
- ⁴ Länsstyrelsen Södermanlands län (2015). *Farligt gods. Hur man kan planera med hänsyn till risk för olyckor intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods.*
- ⁵ Elsäkerhetslag (2016:732)
- ⁶ Elsäkerhetsförordning (2017:218)
- ⁷ SIS (2010). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering – Principer och riktlinjer.* Utgåva 1, ICS: 03.100.01;04.050. Stockholm: Swedish Standards Institute (SIS).
- ⁸ Länsstyrelsen Stockholm (2024). Hämtat den 23 januari 2024 från LstAB Länskarta Stockholms län. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/>
- ⁹ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk.* FoU RAPPORT, DNV. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ¹⁰ Boverket & Räddningsverket (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport.* Karlstad: Räddningsverket.
- ¹¹ SKL (2012). *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering.* Stockholm: Sveriges kommuner och landsting, Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad.
- ¹² Trafa (2023). *Lastbilstrafik 2022. Statistik 2023:15. Publiceringsdatum 2023-05-16*
- ¹³ Trafikverket. (2024-01-24). *Vägtrafikflödeskartan, hämtat den 24 januari 2024 från <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>*
- ¹⁴ Trafikverket (2023). *Trafikuppräkningsstal, Ärendenummer TRV 2017/111007, dokumentdatum 2023-04-01.*
- ¹⁵ Södra Sörmlands Räddningstjänst (2024). *Farlig verksamhet & Seveso, hämtat den 12 mars 2024 från <https://www.vsr.nu/information-till-allmanheten/farlig-verksamhet-seveso/>*

Bilaga A Olycksscenarier

I denna bilaga presenteras de olycksscenarier som kan förekomma i olyckor vid transport av farligt gods i Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Allmänna beskrivningar av olycksscenarier för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur^{16,17,18}.

ADR/RID-S klass	Beskrivning
1 - Explosiva ämnen och föremål	Explosioner till följd av olyckor med RID-S klass 1 påverkar omgivningen genom tryckpåverkan, värmestrålning och splitter. Vid stora mängder explosiva varor kan skador från tryckvågen uppstå på flera hundratals meter, och splitterskador på uppemot en kilometer.
2 – Gaser	Olycksförloppen vid olyckor med gaser varierar beroende på vilken typ av gas som är inblandad.
2.1 - Brandfarliga gaser	Olyckor med brandfarliga gaser inkluderar olika brandförlopp som kan påverka omgivningen genom värmestrålning eller tryckpåverkan. Vid ett läckage som antänds omgående uppstår en jetflamma som orsakar värmestrålning mot omgivningen. Om ingen antändning sker kan den utsläppta gasen bilda ett brännbart gasmoln som förflyttar sig med vinden och vid senare antändning orsakar en gasmolnsexplosion. Gasmolnsexplosionen orsakar värmestrålning och under vissa mycket specifika förhållanden även tryckvågor mot omgivningen. I sällsynta fall kan även en typ av explosion som kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) uppstå. Dessa tre scenarier kan medföra påverkan på några hundratals meter om den brandfarliga gasen transporteras i stora mängder i tank.
2.2 – Icke giftig, icke brandfarlig gas	Den påverkan på omgivningen som kan uppstå vid olyckor med denna riskgrupp är främst kopplad att kraftig uppvärmning kan leda till kärlsprängning samt omkringflygande kärldelar eller splitter.
2.3 – Giftiga gaser	En olycka med giftig gas kan leda till påverkan på omgivningen om ett läckage leder till att ett giftigt gasmoln kan sprida sig från olycksplatsen. Spridningen av den giftiga gasen beror bland annat på läckagestorlek och väderförhållanden. Påverkan på människor kan uppkomma på flera hundratals meter.
3 – Brandfarliga vätskor	Olycksförlopp med brandfarliga vätskor innebär typiskt att ämnet vid läckage strömmar ur tanken och breder ut sig på marken och formar en pöl. Pölens utbredning beror på underlagets utformning (lutning, diken, porositet med mera). Om det sker en antändning uppstår en pölbrand, som påverkar omgivningen inom ett par tiotals meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.
4 – Brandfarliga fasta ämnen	Olyckor som involverar brandfarligafasta ämnen kan påverka omgivningen inom något tiotal meter främst genom värmestrålning och giftiga brandgaser.
5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Oxiderande ämnen är brandfrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen samt i vissa fall leda till explosioner. Organiska peroxider är mycket reaktiva och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Påverkan på omgivningen kan alltså uppstå genom värmestrålning vid bränder eller tryckpåverkan och splitter vid explosioner. Påverkan på människor kan sträcka sig upp till femtio meter från olyckan.
6 – Giftiga och smittfarliga ämnen	Giftiga substanser som troligen kan orsaka allvarlig ohälsa eller död, eller smittfarligt ämne, bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet.
7 – Radioaktiva ämnen	Ämnen som genom sitt sönderfall producerar alfa-, beta- eller gammastrålning transporteras inte på sådant sätt så att de kan medföra akut påverkan på människor vid ett tidsbegränsat olycksscenario. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.
8 – Frätande ämnen	Ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet
9 – Övriga farliga ämnen	Ett vanligt exempel på RID-S klass 9 är asbest. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.

Bilaga B Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods – indata och metod

Frekvens för olycka väg

Tabell 4. Beräkningsunderlag för frekvensen av olyckor involverat farligt gods på väg

	Väg 52
Vägsträcka	1000 meter
ÅDT (år 2040)	8 777
Antal farligt gods transporter per dag	22
Olyckskvot (antal olyckor per år)	0,28
Andel singelolyckor	0,5
Index för farligt gods-olycka	0,34
Förväntade antalet farligt gods-olyckor per år	$5,36 \cdot 10^{-4}$

Fördelning farligt gods

För mängderna farligt gods som transporteras på vägen förbi planområdet har det nationella snittet för Sverige använts.

Tabell 5. Fördelning för farligt gods på väg enligt det nationella snittet (genomsnitt för åren 2015 – 2022)

ADR-klass	Beskrivning	Andel av transporterarna
1	Explosiva ämnen och föremål	0,70 %
2.1	Brandfarliga gaser	7,20 %
2.3	Giftiga gaser	0,05 %
3	Brandfarliga vätskor	43,51 %
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0,21 %
4.2	Självantände ämnen	0,95 %
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid vattenkontakt	1,57 %
5.1	Oxiderande ämnen	3,33 %
5.2	Organiska peroxider	0,01 %
6.1	Giftiga ämnen	4,60 %
6.2	Smittförande ämnen	0,66 %
7	Radioaktiva ämnen	0,11 %
8	Frätande ämnen	11,49 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	2,39 %

Händelseträäd

För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik. I följande avsnitt presenteras händelseträäd för de olika händelser och klasser av farligt gods som förekommer.

Farligt gods

För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträds metodik. I följande avsnitt presenteras (i förekommande fall) händelseträd för de olika klasserna av farligt gods som förekommer.

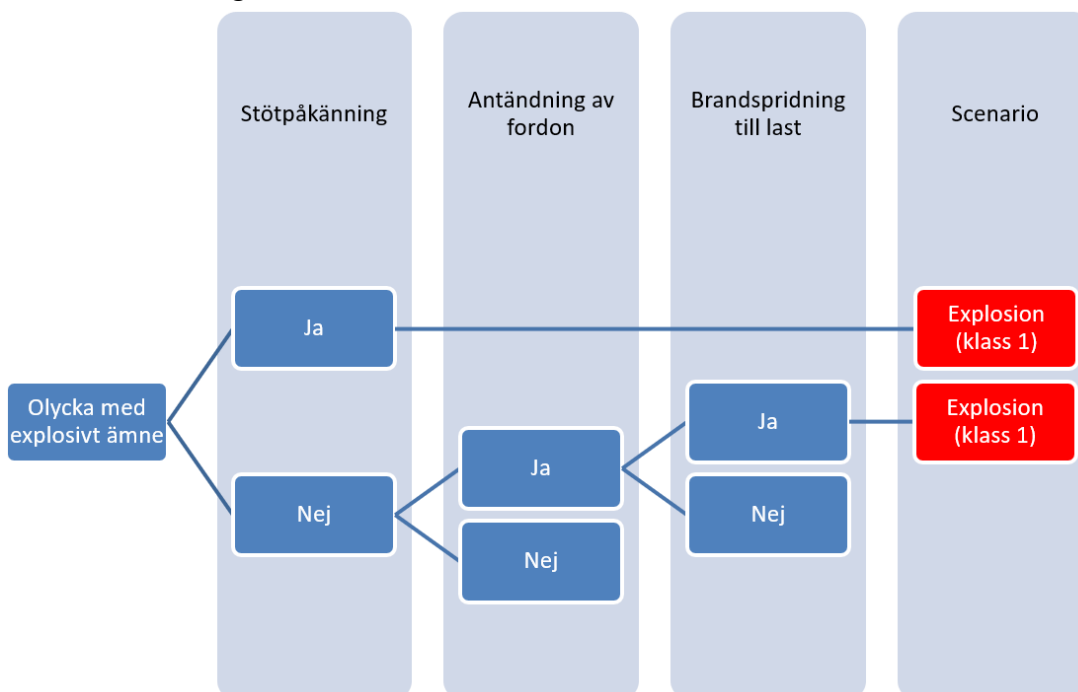
Det är främst farligt gods i ADR -klasserna 1, 2, 3 och 5 som förväntas leda till dödliga konsekvenser för tredje man bortom vägen eller direkta närområde. Övriga kategorier transporteras ej eller bedöms vid ett utsläpp endast påverka vägens och absoluta närområde, varför dessa inte utreds närmre.

För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträds metodik. I följande avsnitt presenteras de klasser som anses kunna ge konsekvenser på planområdet.

Explosiva ämnen – ADR-S klass 1

De händelseförlopp som kan uppkomma vid en olycka med massexplosiva material redovisas i Figur 12 nedan.

En explosion som uppstår utifrån en olycka innehållande explosivt ämne antas antingen uppstå ifrån stötpåkänning eller en brand i fordonet som sprider sig till lasten. Fordonsbrand antas uppstå 5 % av olyckorna, och sannolikheten att branden sprider sig till lasten har antagits vara 10 %.



Figur 12. Händelseträd för explosiva ämnen.

Då konsekvenserna från en olycka med 1 000 kg eller 16 ton explosiva ämnen skiljer sig åt markant är det intressant att veta hur mycket som transporteras samtidigt. Enligt uppgifter från utredningarna i samband med Förbifart Stockholm utgör cirka en procent av transportererna med explosiva ämnen av transporter med 16 ton, vilket är den maximala mängden massexplosiva varor som får transporteras på väg. Fördelningen mellan mängderna explosiva ämnen som hanteras i samband med övriga transporter redovisas i Tabell 6¹⁹.

Tabell 6. Procentuell fördelning mellan mängderna explosiva ämnen som transporteras samtidigt.

Mängd explosivämnen [kg] ^c	Procentuell fördelning [%]
1 000 – 5 000	5
500 – 1 000	10
60 – 500	35
0 – 60	50

Brandfarliga gaser – ADR -S klass 2.1

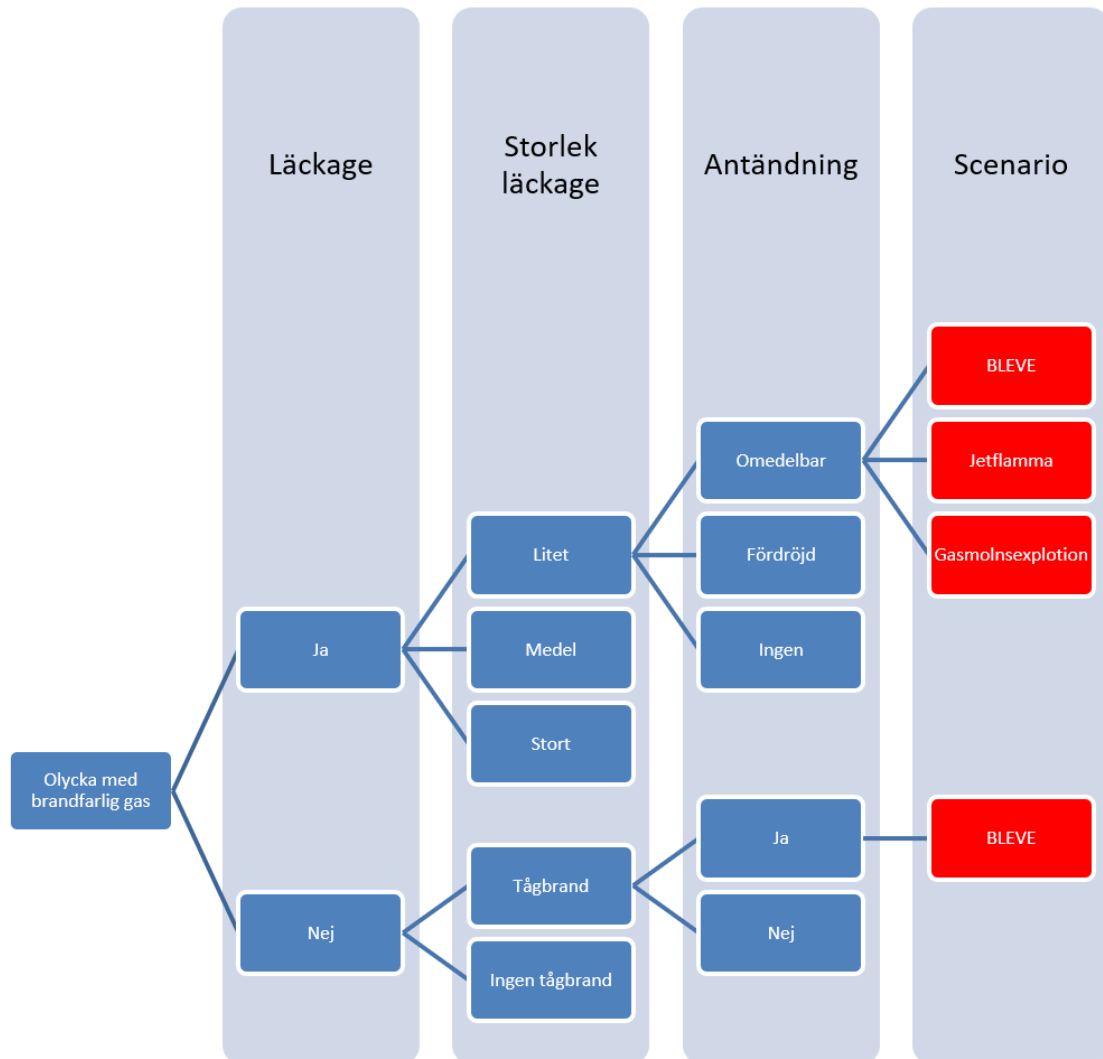
De händelseförlopp som kan uppkomma vid olyckor med brandfarlig gas har identifierats som: jetflamma, gasmolnexplosion och BLEVE. Ett möjligt förlopp illustreras av händelseträdet i Figur 13.

Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*²⁰, *Riskbedömning vid transport*⁹ samt *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*²¹. En fordonsbrand har antagits ske 5% av urspårningstillfällande som sedan kan sprida sig till last.

Från Räddningsverkets rapport⁹ antas att utsläppen för tjockväggiga tankar sätts till ”Litet”, ”Medel” respektive ”Stort” utsläpp” med följande fördelning för väg:

- Litet utsläpp: 62,5 %
- Medelstort utsläpp: 20,8 %
- Stort utsläpp: 16,7 %

^c Antalet transporter med den maximala vikten 16 ton är inte medräknade i fördelningen, utan dessa utgör cirka en procent av transportererna¹⁹



Figur 13. Händelseträ för olyckor med brandfarlig gas (medel och stort utsläpp har samma fortsättning på händelseträdet som litet utsläpp).

Sannolikheten för att ett utsläpp leder till omedelbar antändning, fördröjd antändning eller ingen antändning redovisas i Tabell 7 nedan och baseras på *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*.

Tabell 7. Sannolikheten för att ett läckage av ADR klass 2.1 leder till antändning baserat på storlek av läckage för vägtransporter²⁰

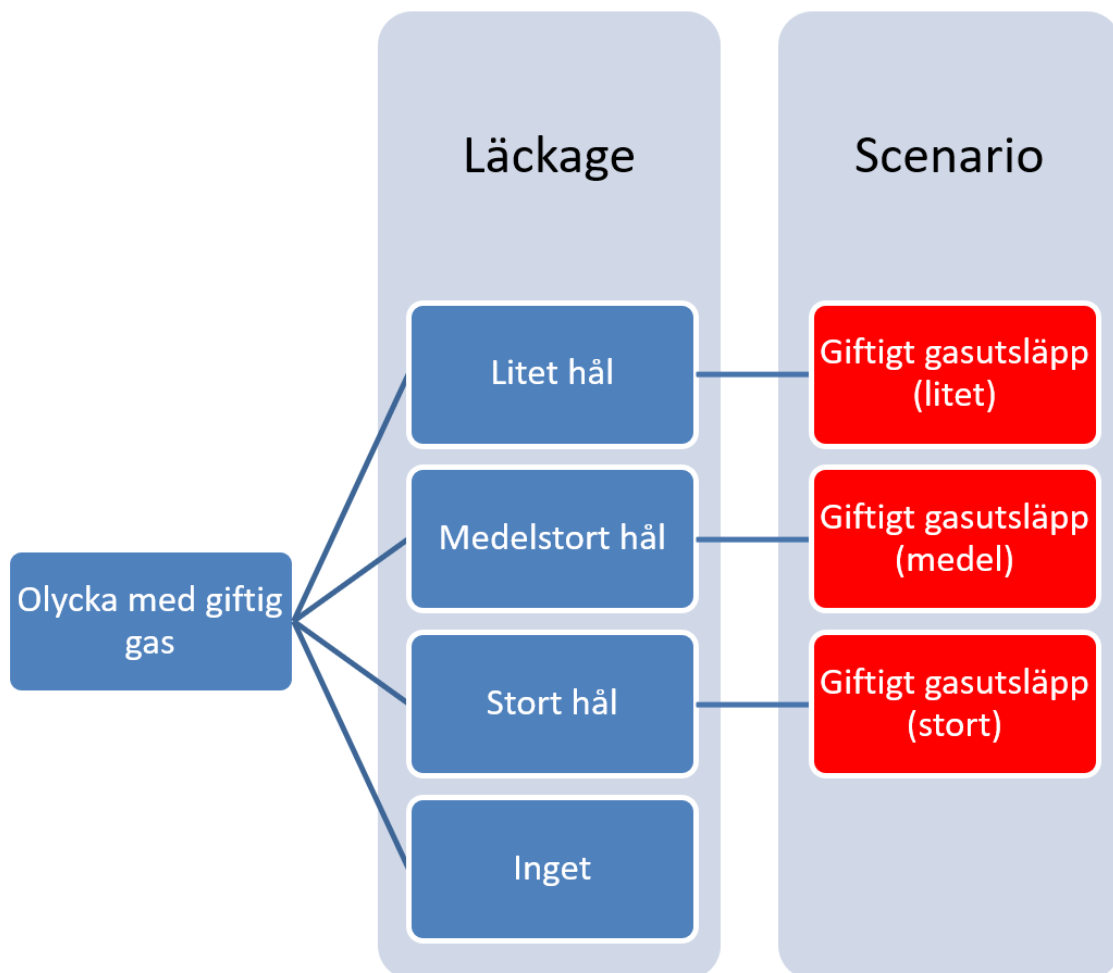
	Omedelbar antändning	Fördröjd antändning	Ingen antändning
Litet hål	10,0 %	50,0 %	40,0 %
Medelstort hål	10,0 %	50,0 %	40,0 %
Stort hål	20,0 %	80,0 %	0,0 %

Giftiga gaser – ADR -S klass 2.3

Ett giftigt gasutsläpp kan till följd av ett läckage bilda ett giftigt gasmoln som förflyttar sig med vinden i omgivningen. Spridningsvinkeln på molnet beror bland annat på läckagets storlek, vilket utflöde av fas som det medger samt vindförhållande.

Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska. Från Räddningsverkets rapport⁹ antas att utsläppen för tjockväggiga tankar sätts till "Litet", "Medel" respektive "Stort" utsläpp" med följande fördelning för väg:

- Litet utsläpp: 62,5 %
- Medelstort utsläpp: 20,8 %
- Stort utsläpp: 16,7 %



Figur 14. Händelsetråd för olycka med giftig gas.

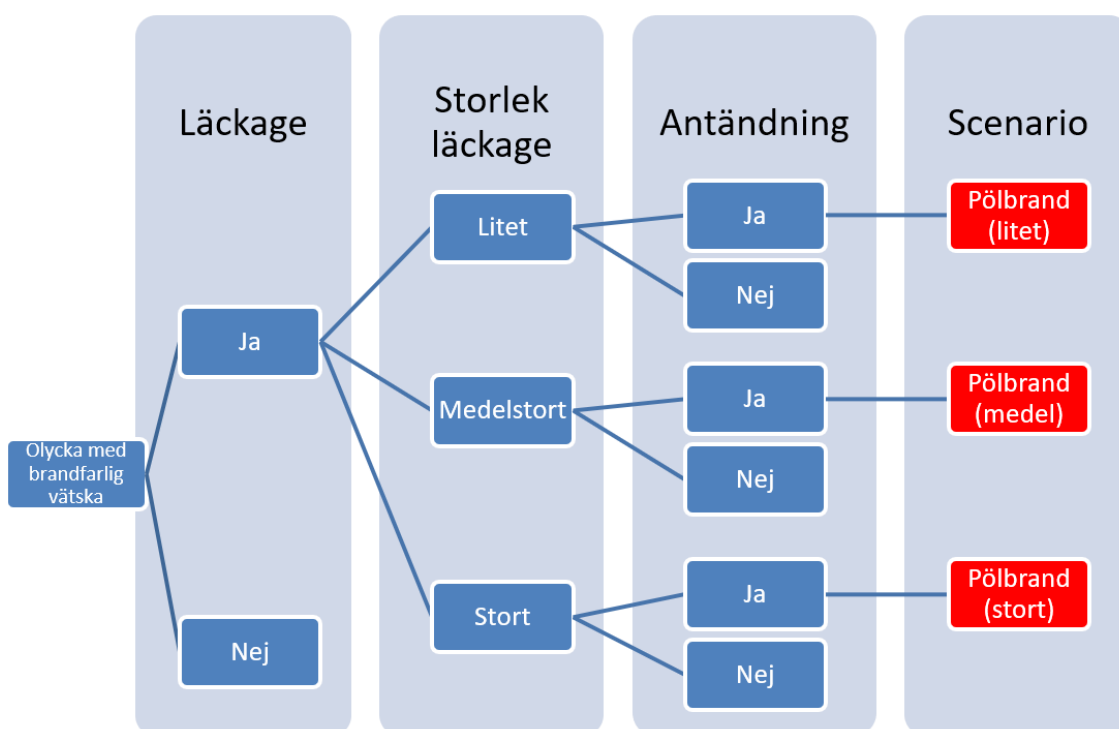
Brandfarliga vätskor – ADR-S klass 3

Ett identifierat olycksscenario utgörs enligt tidigare av ett utsläpp med brandfarlig vätska som bildar en pöl och som vid en antändning orsakar en pölbrand. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka inträffar, antas vara 34 %.

Från Räddningsverkets rapport⁹ antas att utsläppen för tunnväggiga tankar sätts till "Litet", "Medel" respektive "Stort" utsläpp" med följande fördelning för väg. Då det för vägtransporter görs skillnad på om lastbilen har släp eller inte, görs ett grovt antagande att transporter med ADR klass 3 på väg är fördelat på 50 % med släp, och 50 % utan släp.

- Litet utsläpp: 37,5 %
- Medelstort utsläpp: 25 %
- Stort utsläpp: 37,5 %

Händelseträdet i Figur 15 visar hur händelseförloppet kan utvecklas.



Figur 15. Händelseträd för olyckor med brandfarlig vätska.

Sannolikheten för att ett utsläpp leder till omedelbar antändning, fördröjd antändning eller ingen antändning redovisas i Tabell 8 nedan och baseras på *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*.

Tabell 8. Sannolikheten för att ett läckage av ADR klass 3 leder till antändning baserat på storlek av läckage för vägtransporter²⁰

	Omedelbar antändning	Fördröjd antändning	Ingen antändning
Litet hål	3,0 %	3,0 %	94,0 %
Medelstort hål	3,0 %	3,0 %	94,0 %
Stort hål	3,0 %	3,0 %	94,0 %

Oxiderande ämnen och organiska peroxider – ADR-S klass 5

Olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider kan orsaka kraftiga bränder och under särskilda förhållanden leda till explosioner. En antändning och explosion kan ske i samband med en olycka där det utsläppta oxiderande ämnet (eller den organiska peroxiden) först blandas med ett organiskt flytande ämne. Blandningen som bildas utgör då ett kraftfullt sprängämne. Vidare kan en explosion uppkomma efter kraftig brandpåverkan även om ingen blandning med organiskt material skett.

Sannolikheten för läckage uppskattas till 30 %. Sannolikheten för att det i samband med utsläppet av RID-S klass 5 också förekommer ett utsläpp av exempelvis ADR-S klass 3, och att blandning mellan dem kan ske uppskattas till 10 %. Sannolikheten för en påföljande antändning av blandningen uppskattas till 10 %²².

Sannolikheten för antändning som följer en olycka utan blandning uppskattas till 1 %. Sannolikheten för att den uppkomna branden ska sprida sig till lastutrymmet uppskattas grovt till 50 %. För att en brand som spridit sig till lasten ska leda till en explosion krävs att temperaturen överstiger 190 °C under en längre tidsperiod. Det eventuella sönderfallet avstannar ofta om värmekällan avlägsnas²³. Olycksstatistik för olyckor med ADR-S klass 5 visar också på att det är relativt långa olycksförlopp med brinntider på 1–16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så kraftigt att en detonation (explosion) uppkommer bedöms grovt vara en på hundra (1 %).

Bilaga C Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods

Beräkningar i denna utredning är utförda i mjukvaran ”Effects” och ”Riskcurves” version 12.1.1 från Gexcon som är avancerade beräkningsprogram specifikt framtagna för kvantitativa riskanalyser med fokus på olyckor involverande farligt gods, både stationära anläggningar som transporter på väg och järnväg. Mjukvaran togs fram av Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO) och är baserad på TNO:s metodböcker, kallade ”coloured books”^{24, 25, 26, 28}.

Nedan presenteras de skadekriterier för toxicitet, strålning och övertryck, hämtar från coloured books.

Toxicitet

Dödligheten vid utsläpp av olika toxiska ämnen beräknas i Riskcurves genom ämnesspecifika toxiska probitvärden hämtade från kemikaliedatabasen DIPPR²⁷ (årgång 2015). Varje toxiskt ämne definieras av sina egna probitvärden (a , b , och n), baserat på Purple Book²⁴, som indikerar dödligheten vid olika koncentrationer (C) och tidsintervall (t).

Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen kan beskrivas med ekvationen:

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

där Pr är sannolikheten för dödlighet, a , b , och n är ämnesspecifika parametrar, C är koncentrationen av det toxiska ämnet, och t är tidsintervallet.

Inomhus antas dödligheten vara 10 % av den utomhus, eftersom endast en del av de toxiska gaserna kan tränga in genom ventilation eller öppna fönster. Vid långvarig exponering kan dock koncentrationen inomhus öka till samma nivåer som utomhus. Trots detta anses det rimligt att anta 10 % dödlighet inomhus, eftersom det förväntas att personer stänger fönster och ventilation efter att VMA (Viktigt Meddelande till Allmänheten) utfärdats.

Det antas att personer kan sätta sig själva i säkerhet inom 30 minuter från att de utsätts för toxiska gaser genom att gå in och stänga fönster och ventilation. Programvaran förenklar beräkningen genom att begränsa den maximala exponeringstiden för en person till 30 minuter.

Strålning

För alla antändningsfenomen som resulterar i en synlig flamma, såsom gasmolnsbrand, jetflamma och eldklot, har en dödlighet på 100 % antagits inom flammans utbredningsområde, vilket betraktas som en konservativ bedömning. För antändningsfenomen som ger upphov till tillfälliga flammor, som gasmolnsbrand och eldklot, har dödligheten

utanför flammans utbredningsområde satts till 0 % på grund av den korta varaktigheten av flammorna.

I scenarier där värmestrålning kan pågå under en längre tid, som vid jetflamma och pölbrand, beräknas dödligheten med hjälp av en sårbarhetsmodell från Green Book²⁸. Denna modell grundar sig på en probitfunktion, där dödligheten (Pr) beräknas enligt följande ekvation, där q representerar infallande strålning och t är exponeringstiden.

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

Övertryck

Vid en explosion kan människor råka ut för skador antingen direkt genom tryckvågen eller indirekt genom splitter, fallande föremål eller genom att kastas omkull av tryckvågen. Generellt sett har människor en bättre förmåga att hantera en tryckvåg jämfört med byggnader eller andra konstruktioner, och särskilt är fönster sårbara för påverkan. Detta innebär att personer som befinner sig inomhus löper större risk att drabbas av skador än de som är utomhus. För situationer där övertryck uppstår som en följd av en explosion har dödligheten för personer utomhus analyserats enligt den angivna tabellen²⁹.

Tabell 9. Dödlighet för personer som vistas utomhus för olika infallande tryck till följd av explosion.

Dödlighet (%)	Infallande tryck (kPa)
1	180
10	210
50	260
90	300
99	350

Byggnader erbjuder begränsat skydd mot explosioner, och därför förutsätts dödligheten vara hög för personer som befinner sig inomhus. För att beakta även indirekta skador, såsom splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra objekt, antas dödligheten för personer som vistas inomhus vara 100 % i denna undersökning om byggnaden kollapsar. Kollapsen förväntas inträffa vid 25 kPa infallande tryck. Detta tryck motsvarar kollaps för ytterväggar med 250 mm lättbetong på småhus³⁰. Vid 10 kPa bedöms det att det kan orsaka viss skada på byggnader.

Referenslista Bilaga A-C

- ¹⁶ Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.
- ¹⁷ Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- ¹⁸ FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.
- ¹⁹ Trafikverket (2011). *E4 Förbifart Stockholm. Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet, Rev B*.
- ²⁰ Purdy, G. (1993) *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, 33, 229-259. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- ²¹ Fredén (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket, Miljösektionen. Rapport 2001:5
- ²² Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB
- ²³ Marlair, G och Kordek, M-A.(2005) *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers*. Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.
- ²⁴ The Advisory Council on Dangerous Substances, *Guidelines for quantitative risk assessment – “Purple Book”*, 2005
- ²⁵ The Advisory Council on Dangerous Substances, *Methods for determining and processing probabilities – “Red Book”*, 2005
- ²⁶ Committee for the Prevention of Disasters, *Methods for the calculation of Physical Effects – “Yellow Book”*, 1996.
- ²⁷ Design Institute for Physical Properties, *DIPPR Project 801*, 2015.
- ²⁸ Committee for the Prevention of Disasters, *Methods for the determination of possible damage - ‘Green book’*, Voorburg: The Director-General of Labour, 1989.
- ²⁹ S. Fischer, R. Hertzberg, O. Jacobsson, K. Runn, P. Thaning och S. Winter, ”*Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker.*” Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1997.

³⁰ S. Fischer, R. Hertzberg, O. Jacobsson, K. Runn, P. Thaning och S. Winter, ”*Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker.*,” Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1997.