

Riskanalys

Norra Ämterud, Eda kommun

Underlag för detaljplanearbete

2025-04-07



Dokumenttyp: Riskanalys
Uppdragsnamn: Norra Ämterud, Eda kommun
Närhet till väg 61 och Värmlandsbanan
Uppdragsnummer: 509492
Datum: 2025-04-07
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Patrick Ahlgren Kilman
Handläggare: Erik Hall Midholm
Tel: 08-588 188 26
E-post: patrick.ahlgren@bsl.se
Uppdragsgivare: High 5 Fastigheter AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Version
2023-11-17	P. Ahlgren Kilman	R. Kvål	Inledande riskanalys – Granskningshandling
2024-08-15	P. Ahlgren Kilman E. Hall Midholm	R. Kvål	Riskanalys – Granskningshandling
2025-04-07	P. Ahlgren Kilman E. Hall Midholm	R. Kvål	Riskanalys – Utgåva 1

Sammanfattning

Ett arbete med en ny detaljplan har inletts för fastigheterna Norra Ämterud 1:203, 1:159 och 1:161 i Eda kommun med syfte att pröva möjligheten för detaljhandel samt centrumändamål för att möjliggöra utbyggnad av restaurang, handel och laddinfrastruktur.

Planområdet ligger utmed väg 61, som utgör en primär transportled för farligt gods, samt i närheten av Värmlandsbanan (järnvägen). Med anledning av närheten till riskkällorna behöver olycksriskerna förknippade med dessa analyseras i planprocessen, varför denna analys upprättas.

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag 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. Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade 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.

I analysen har en inventering gjorts av trafiken på väg 61 och Värmlandsbanan. Utifrån inventeringen har olycksscenarier kopplade till riskkällorna identifierats. En kvalitativ uppskattning av riskerna, d.v.s. sannolikhet och konsekvens, för respektive scenario har gjorts i syfte att fastställa vilka scenarier som bedöms kunna medföra skadliga konsekvenser för människor i området och som därför behöver beaktas vid fortsatt planering. Scenarier som bedömts kunna påverka det aktuella området utgörs av olycka med inblandning av farligt gods. Avståndet till Värmlandsbanan ger däremot ett betryggande skydd mot vanlig urspårning samt tågbrand. En olycka med farligt gods kan ha olika utfall beroende på vilken farligt godsklass som är inblandad i olyckan. För att kunna bestämma behov och omfattning av åtgärder har en fördjupad analys utförts för dessa olycksscenarier.

I den fördjupade riskanalysen har risknivån beräknats i form av individrisk, vilket utgör den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en eller fler riskkällor. Den fördjupade analysen har genomförts med hänsyn tagen till den prognostiserade trafiksituationen år 2045. Individrisken ligger generellt på en acceptabel nivå. Inom ca 15 meter från väg 61 är dock individrisken något förhöjd och ligger inom den nedre halvan av ALARP (d.v.s. riskerna anses vara så stora att de måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna). De primära olycksriskerna som bidrar till en förhöjd individrisk är olyckor med brännbara gaser (klass 2.1), brandfarliga vätskor (klass 3) och frätande ämnen (klass 8).

Vid bebyggelse och förändrad markanvändning inom det aktuella planområdet bedöms nedanstående restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vara nödvändiga. Avstånden gäller från väg 61:s närmaste väggkant. Observera att avståndet avser byggnader som exponeras mot riskkällan utan framförliggande skyddande bebyggelse.

- Ny bebyggelse ska placeras på minst 10 meters avstånd från väg 61 och befintliga avåkningsräcken mellan vägen och planområdet ska behållas.
- Obebyggda ytor inom 30 meter från närmaste väggkant på väg 61, som är exponerade mot vägen och inte placeras bakom skyddande bebyggelse, ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Exempel på lämplig markanvändning inom ytor som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse är gång- och cykelväg, lokalgata, markparkering, naturområden.

- Inom 40 meter från väg 61 ska fasader utföras så att de begränsar risk för brandspridning in i byggnad under den tid det tar att utrymma (minst 30 minuter), dvs. utföras i lägst brandteknisk klass EI 30. För fönster accepteras klass EW 30. Brandklassade fasader ska även utföras med förstärkt fasadkonstruktion som skydd mot avåkande fordon.
- Inom 70 meter från väg 61 ska utrymningsvägar, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placeras och utformas så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka, dvs. bort från vägen.
- Inom 70 meter från väg 61 ska friskluftsintag placeras mot trygg sida, dvs. på byggnaders tak eller vända bort från vägen.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	3
1. INLEDNING	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte	6
1.3 Omfattning och avgränsning	6
1.4 Internkontroll.....	6
1.5 Föresättningar	6
2. ÖVERSIKTIG BESKRIVNING AV OMRÅDET.....	7
2.1 Områdesbeskrivning.....	7
2.2 Förändring inom planområdet	8
2.3 Omgivande planprojekt	8
3. RISKINVENTERING	9
3.1 Allmänt.....	9
3.2 Inventering av riskkällor	9
3.3 Transportleder för farligt gods – väg och järnväg	9
4. INLEDANDE RISKANALYS.....	13
4.1 Metodik.....	13
4.2 Identifiering av olycksrisker	13
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk	13
4.4 Slutsats inledande riskanalys.....	20
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS.....	21
5.1 Allmänt.....	21
5.2 Resultat av riskberäkningar	22
5.3 Värdering av risk	23
5.4 Hantering av osäkerheter	24
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	25
6.1 Allmänt.....	25
6.2 Allmänna åtgärder	26
6.3 Byggnadstekniska åtgärder.....	27
6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning.....	28
7. SLUTSATSER	30
8. BILAGOR	31
9. REFERENSER	31

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Ett arbete med en ny detaljplan har inletts för fastigheterna Norra Ämterud 1:203, 1:159 och 1:161 i Eda kommun med syfte att pröva möjligheten för detaljhandel samt centrumändamål för att möjliggöra utbyggnad av restaurang, handel och laddinfrastruktur.

Planområdet ligger utmed väg 61, som utgör en primär transportled för farligt gods, samt i närheten av Värmlandsbanan (järnvägen). Med anledning av närheten till riskkällorna behöver olycksriskerna förknippade med dessa analyseras i planprocessen, varför denna analys upprättas.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag 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 och avgränsning

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.

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 på interkontrollanten som bekräftar kontrollen redovisas i kolumnen för internkontroll på sidan 2.

1.5 Företsättningar

1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

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).

Länsstyrelsen i Värmland använder sig av den vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods som har upprättats av Länsstyrelsen i Dalarnas län [1]. Enligt denna vägledning ska en riskhanteringsprocess genomföras när detaljplaner tas fram inom 150 meter från en farligt godsled. Samma förutsättningar gäller för väg och järnväg.

I vägledningen presenteras rekommenderade skyddsavstånd till olika markanvändning, se Figur 1. Uppfyller man dessa avstånd behövs normalt ingen särskild riskhantering.

NÄRMRE ÄN 30 METER	30-70 METER	70-150 METER	ÖVER 150 METER
Odlingar	Bilservice	Bostäder i högst 2 plan	Bostäder i mer än 2 plan
Trafikytor	Industrier	Mindre samlingslokaler	Vård
Ytparkeringar	Mindre handel	Handel	Kontor i flera plan
Friluftsområden	Tekniska anläggningar	Mindre kontor (inte hotell)	Hotell
	Övrig parkering	Kultur- och idrottsanläggningar utan betydande åskådarplats	Skolor
	Lager		Större samlingslokaler
			Kultur- och idrottsanläggningar med betydande åskådarplats

Figur 1. Markanvändning som normalt kan planeras utan särskild riskhantering. Avstånden gäller från väg- och rälskant [1].

Om skyddsavstånden enligt Figur 1 inte kan hållas kan det krävas särskilda skyddsåtgärder för att skydda människor som vistas inom riskområdet. För att utreda detta behöver en riskanalys utföras.

1.5.2 Övrig lagstiftning

Förutom ovanstående lagar och riktlinjer förekommer ytterligare ett antal lagar och föreskrifter avseende risk och säkerhet som kan vara relevanta i planärenden. Dessa berör i första hand hantering och rutiner för olika typer av riskkällor som kan vara värda att beakta. Exempelvis så ger Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ut föreskrifter för hantering av olika brandfarliga och explosiva ämnen. Dessa föreskrifter utgör riktlinjer för hur Lagen om brandfarliga och explosiva varor (2010:1011) ska uppfyllas.

Med avseende på hantering av brandfarliga gaser och vätskor behöver bland annat följande föreskrifter beaktas:

- MSBFS 2023:2 om hantering av brandfarliga vätskor
- MSBFS 2019:1 om hantering av explosiva varor
- MSBFS 2020:1 om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler
- SRVFS 2004:7 om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor

Till ovanstående föreskrifter finns tillhörande allmänna råd, vilka omfattar rekommendationer för utförande m.m. som normalt innebär att kraven enligt föreskrifterna uppfylls.

2. Översiktlig beskrivning av området

2.1 Områdesbeskrivning

Planområdet ligger i Eda Glasbruk, Eda kommun, i Värmlands län strax söder om Eurocash och omfattar fastigheterna Norra Ämterud 1:203, 1:159 och 1:161. Planområdet angränsar mot väg 61 och på andra sidan väg 61 löper Värmlandsbanan parallellt med vägen, se Figur 2.

I nordväst avgränsas planområdet av Eurocash med tillhörande parkeringsytor, i söder av privatägda bostadsfastigheter, i sydväst av lokalgatan Glasbruksvägen och i nordost och sydost av väg 61.

Inom fastigheten Norra Ämterud 1:203 återfinns idag en byggnad som tidigare inrymt bensinmack, bilserviceanläggning och kiosk. Fastigheterna Norra Ämterud 1:159 och 1:161 har tidigare varit bebyggda med bostäder men dessa är idag rivna och fastigheterna är obebyggda.

Inom det aktuella planområdet finns idag en gällande detaljplan, byggnadsplan för fastigheten Ämterud Norra 1:203 m.fl. (laga kraft 1983-09-14 och ändring laga kraft 1998-01-14). Planen

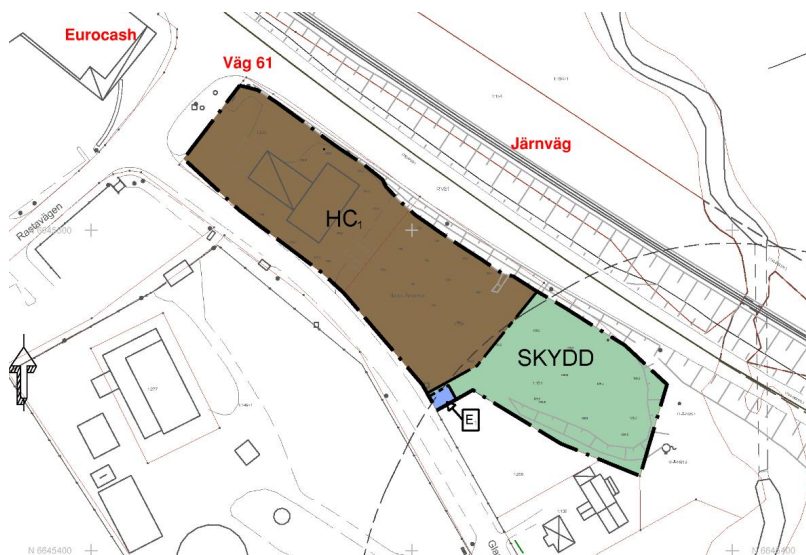
syftar dels till att fastställa vägsträckning av väg 61, samt dels möjliggöra områden för handel, bensinstation och småindustri. Ändringen av planen har gjorts i syfte att även tillåta livsmedelshandel som tidigare inte tillåts. På fastigheten Norra Ämterud 1:203 gäller idag planbestämmelserna "bensinstation, handel", på fastigheterna Norra Ämterud 1:159 och 1:161 gäller idag planbestämmelsen "bostäder" vilket ej är förenligt med den planerade utvecklingen.



Figur 2. Översiktsbild med planområdets ungefärliga placering rödmarkerad. (Källa: SBK Värmland).

2.2 Förändring inom planområdet

Aktuellt planarbete syftar till att möjliggöra för handelsverksamhet samt centrumändamål för att möjliggöra utbyggnad av restaurang, handel och laddinfrastruktur i anslutning till redan befintlig handelsverksamhet Eurocash. Föreslagen markanvändning redovisas i Figur 3.



Figur 3. Planområdets utbredning samt förslag till markanvändning. Källa: SBK Värmland (redigerad av BSL).

2.3 Omgivande planprojekt

I närområdet till det aktuella planområdet har det inte identifierats några pågående planarbeten som bedöms kunna påverka riskbilden för den planerade markanvändningen.

3. Riskinventering

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 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, dvs. inom 150 meter från det studerade området, eller om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet.

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 Tabell 1.

Tabell 1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet.

Riskkälla	Avstånd till planområdesgräns (m)	Kommentar
Väg 61	0-10	Primär transportled av farligt gods
Värmlandsbanan	Ca 25	Järnväg för person- och godståg

Inga verksamheter med hantering av brandfarliga varor har identifierats i planområdes närhet. Eurocash är primärt en livsmedelsbutik och vid översiktlig inventering har någon försäljning av exempelvis gasol inte kunnat identifieras.

Lokala målpunkter inom området som kan ge upphov till transporter av farligt gods på lokalgator i anslutning till planområdet (Rastavägen och Glasbruksvägen) har inte identifierats.

I följande avsnitt görs en beskrivning av väg 61 och Värmlandsbanan.

3.3 Transportleder för farligt gods – väg och järnväg

3.3.1 Allmänt om farligt gods

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har, se Tabell 2. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

Tabell 2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S [2]/RID-S [3].

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	2.1: Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2: Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3: Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.

Klass	Ämne	Beskrivning
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest etc.

3.3.2 Väg 61

Förbi planområdet har vägen ett körfält i vardera riktning och skyltad hastighet är 60 km/h. Mellan planområdet och Eurocash finns en icke planskild korsning. I nordvästgående riktning har vägen en svängfil respektive påfartsfil i anslutning till korsningen.

Trafikverket genomför kontinuerliga trafikmätningar på väg 61. Den senaste trafikmätningen är från 2022 och då uppgick årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) till 7 147 fordon på den aktuella sträckan förbi planområdet. Andelen tung trafik var ca 5,5 % (396 tunga fordon/ÅDT) [4]. Jämfört med tidigare mätningar så visar den senaste på en viss minskning av både total trafik och tung trafik. Vid tidigare mätningar har andelen tung trafik varit något högre, i genomsnitt ca 8-9 %.

För att ta höjd för eventuell framtida ökning av trafiken har trafikmängden räknats upp enligt Trafikverkets prognoser för person- och godstransporter. Enligt basprognosen för **2045** räknas trafikmängden upp med 0,88 % per år för persontrafik [5] och 1,28 % per år för godstrafik [6].

Hänsyn behöver dock tas till regionala förhållanden. Trafikverket har tagit fram trafikutvecklingstal för olika delar av Sverige under perioden 2019 – 2045 [7], där man för Värmland räknar med en genomsnittlig årlig ökning på 0,54 %, vilket motsvarar en total ökning på 115 % fram till 2045. Motsvarande för tung trafik är 0,95 % ökning per år, vilket motsvarar en total ökning på 128 %.

Med ovanstående uppräkningsstal skulle trafikprognosen för väg 61 för år 2045 vara totalt ca 8 130 fordon per dygn (ÅDT), varav ca 495 tung trafik, vilket motsvarar ca 6,1 %.

Transporter av farligt gods

Väg 61 är klassificerad som en primär transportled för farligt gods. Det finns inga restriktioner för vilka farligt godsklasser som får gå på vägen. Teoretiskt sett kan därför transporter av samtliga farligt godsklasser passera förbi det aktuella planområdet.

Vilka farliga ämnen som transporteras på väg 61 och i vilken mängd finns det i dagsläget ingen samlad information om. MSB har genomfört kartläggningar av farligt godstransporter i Sverige som redovisas i intervall för större vägar. Den senaste kartläggningen genomfördes under september 2006 [8]. Kartläggningen bedöms nu vara för gammal för att använda som tillförlitligt underlag för riskhantering. För den aktuella vägsträckan uppskattas därför antalet farligt godstransporter i dag utifrån nationell statistik. Det antas grovt från förutsättningen att trafiken motsvarar det nationella genomsnittet avseende andelen av tung trafik som utgör farligt gods.

Trafikanalys, som bland annat ansvarar för statistik inom området vägtrafik, upprättar årliga statistikrapporter över den totala lastbilstrafiken, inkl. farligt gods, på Sveriges vägar. Utifrån statistik över transporterade godsmängder farligt gods i under perioden 2019-2023 [9] så beräknas farligt gods utgöra ca 2,1 % av de totala transporterade godsmängderna. Om man istället studerar antalet transporter farligt gods så uppskattas farligt godstransporterna i genomsnitt utgöra ca 0,9 % av det totala antalet lastbilstransporter på svenska vägar.

För den studerade sträckan av väg 61 så skulle detta motsvara cirka 1 285 farligt godstransporter per år ($365 \times 0,9 \% \times 396$ tunga fordon per dygn) år 2022 och cirka 1 600 transporter per år för prognosåret 2045 ($365 \times 0,9 \% \times 493$ tunga fordon per dygn). Även fördelningen mellan respektive farligt godsklass utgår från Trafikanalys nationella statistik. Detta antas gälla både idag och för prognosåret 2045. I Tabell 3 redovisas det totala antalet farligt godstransporter på väg 61 samt fördelningen mellan respektive farligt godsklass utifrån den nationella statistiken 2019-2023 [9].

Tabell 3. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S samt ämnesklassens andel av det totala antalet farligt godstransporter i Sverige (per år), uppskattat utifrån nationell statistik från Trafikanalys.

Klass	Andel	Nuläge (2022)	Prognosår (2045)
		Antal	Antal
1. Explosiva ämnen och föremål	0,8%	10	12,2
2. Gaser	27,2%	350	435,4
3. Brandfarliga vätskor	39,7%	510	634,8
4. Brandfarliga fasta ämnen	3,4%	43	53,7
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	5,1%	65	81,0
6. Giftiga ämnen	4,4%	57	70,6
7. Radioaktiva ämnen	0,1%	1	0,9
8. Frätande ämnen	15,2%	195	242,4
9. Övriga farliga ämnen och föremål	4,3%	55	69,0
Totalt		1 286	1 600,0

3.3.3 Värmlandsbanan

Värmlandsbanan löper parallellt med väg 61 förbi planområdet. På aktuell sträcka är banan försedd med ett spår. Banan trafikeras av både persontåg och godståg. Hastighetsstandarden på Värmlandsbanan är 140-160 km/h på sträckan Kil-Charlottenberg vilket även antas gälla förbi planområdet [10].

I *Trafikuppgifter järnväg T22 och bullerprognos 2040* från Trafikverket redovisas trafik för olika bansträckor och platser [11]. Eda glasbruk är inte redovisat som plats, närmast är då Charlottenberg (ca 5 km söder om planområdet) och Charlottenberg riksgräns (ca 1,5 km norr om planområdet). Statistiken visar en relativt stor skillnad söder respektive norr om Charlottenberg, där en klar majoritet av tågtrafiken avgår/stannar i Charlottenberg, medan trafiken vidare norrut mot norska gränsen är avsevärt lägre. I Tabell 4 redovisas trafikuppgifterna för sträckan förbi det aktuella planområdet, Charlottenberg – Charlottenberg riksgräns år 2022.

Tabell 4. Årsdygnstrafik 2022 för sträckan Charlottenberg – Charlottenberg riksgräns.

Tågtyp	ÅDT 2022
Godståg	9
Persontåg	4
Totalt	13

Utifrån statistiken är det sannolikt så att en del av trafiken har Charlottenberg som startpunkt respektive slutstation och inte fortsätter vidare in i Norge, och därmed inte passerar planområdet.

För prognosåret 2045 redovisas endast trafikuppgifter för olika bansträckningar och inte platser. För sträckan Arvika-Charlottenberg (d.v.s. söder om planområdet) anges ÅDT till 18 godståg och 34 persontåg (avrundat till närmaste heltal) [11]. Jämfört med trafikuppgifterna för samma sträcka år 2022 (18 godståg och 25 persontåg [11]) så motsvarar detta ingen förändring för godstrafik respektive en ökning med 36 % för persontrafik. Om man applicerar denna prognosticerade förändring vidare norrut utmed den aktuella tågsträckan Charlottenberg – Charlottenberg riksgräns (d.v.s. förbi planområdet) skulle detta motsvara 9 godståg och 5 persontåg.

Transporter av farligt gods

Information om i vilken utsträckning farligt godstransporter förekommer på Värmlandsbanan har inte kunnat erhållas från Trafikverket. Antalet farligt godstransporter uppskattas därför utifrån nationell statistik liksom för väg 61. Det antas grovt att trafiken kan motsvara det nationella genomsnittet. Enligt statistik från Trafikanalys, som upprättar årliga statistikrapporter över den totala godstrafiken på Sveriges järnvägar, inklusive farligt gods, har i genomsnitt 5 % av den totala godsmängden varit farligt gods under femårsperioden 2018-2023 [12].

Om det förekommer farligt gods i motsvarande förhållanden som det nationella snittet motsvarar detta för prognosåret 2045 cirka 4 495 godsvagnar med farligt gods per år för den studerade sträckan av Värmlandsbanan (cirka 91 980 godsvagnar¹ per år x 5 %). Även fördelningen mellan respektive farligt godsklass utgår från Trafikverkets nationella statistik. I Tabell 5 redovisas det totala antalet farligt godstransporter samt fördelningen mellan respektive farligs godsklass utifrån den nationella statistiken.

¹ Antalet godsvagnar har uppskattats utifrån genomsnittlig tåglängd (545 meter enligt basprognos 2045 [11]) samt antagandet att varje tågsvagn är cirka 20 meter.

Tabell 5. Uppskattat antal vagnar med farligt gods per år idag respektive prognosår 2045.

Klass	Andel	Antal godsvagnar med farligt gods per år 2045
1	0,10%	4,5
2	33,9%	1 523
3	27,4%	1 230
4	2,6%	119
5	17,1%	766
6	1,8%	83
7	0,0%	0
8	15,9%	715
9	1,3%	58
Totalt		4 495

*Siffran är justerad med hänsyn till att den nationella statistiken inte har visat på några, eller extremt få, transporter av klass 1 (explosiva ämnen) under den studerade perioden.

4. Inledande riskanalys

4.1 Metodik

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området. För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom det studerade området.

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är följande riskkällor som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet.

- Urspårning
- Tågbrand
- Olycka vid transport av farligt gods på väg 61 och Värmlandsbanan

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Urspårning

Det är relativt vanligt att tåg spårar ur. I de allra flesta fall hoppar dock bara ett hjulpar av rälsen och tåget stannar kvar inom spårområdet. Beroende på tågets hastighet och längd, rälsens kvalitet, förekomst av främmande föremål på spåret, omgivningens topografi etc. kan tåget dock spåra ur och hamna längre från spåret. Urspårning utgör den absolut mest sannolika olyckshändelsen med tågtrafik.

Skadeområdet för en urspårning är kraftigt beroende av tågets hastighet samt omgivningens utformning. Skadeavståndet vid en urspårning understiger i princip alltid 25 meter (om järnvägen ligger mycket högre än omgivningen kan skadeområdet bli större). Detta skadescenario motsvarar en i stort sett helt snedställd tågagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är dock mycket låg och förutsätter höga hastigheter på järnvägen. På aktuell sträcka är hastigheten begränsad till maximalt 160 km/h vilket gör att skadeområdet sällan överstiger 16 meter. Det maximala vinkelräta avståndet från spåret som vagnen kan hamna beräknas som $V^{0,55}$, där V är hastigheten i km/h [13].

Avståndet mellan järnvägen och planerad bebyggelse uppgår till cirka 25 meter vilket bedöms ge ett betryggande skydd mot urspårning.

4.3.2 Tågbrand

Konsekvenserna av en tågbrand är bl.a. beroende av vilken tågtyp som brinner. Brand i ett godståg kan bli betydligt mer omfattande än brand i persontåg (utformningen av persontåg följer strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder med hänsyn till resenärernas säkerhet).

Skadeområdet vid brand i ett persontåg bedöms vara begränsat och uppgå till maximalt 10 meter. Med hänsyn till avståndet mellan järnvägen och planområdet bedöms en persontågsbrand ej innebära risk för brandspridning till området.

Brand i godståg kan bli betydligt mer omfattande än brand i persontåg. Skadeområdet vid brand i godståg bedöms därmed kunna bli omfattande. Värmestrålningen bedöms bli hög inom ett relativt stort område och brandspridning till bebyggelse bedöms kunna ske inom cirka 20 m från järnvägen. Skyddsavståndet till planområdet uppgår till cirka 25 meter och en godstågsbrand bedöms därmed inte innebära risk för brandspridning till planområdet.

4.3.3 Olycka med farligt gods – väg och järnväg

Enligt tidigare delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S [2] (väg) respektive RID-S [3] (järnväg). Konsekvenserna av en olycka är kraftigt beroende av vilken farligt godsklass som är inblandad i olyckan. I Tabell 6 görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 6. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR/RID-klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.

Klass	Konsekvensbeskrivning
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne som kan leda till allvarliga skador vid direktkontakt. Konsekvenser begränsade till närområdet, ca 5-15 m.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån beskrivningen ovan bedöms det vara ämnen nedanstående klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivå för det aktuella planområdet:

- Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider
- Klass 8. Frätande ämnen (väg)

Konsekvenserna av olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivå inom planområdet. Skadeområdet för olyckor med frätande ämnen begränsas normalt till det absoluta närområdet kring olycksplatsen och brukar generellt inte beaktas vid bedömning av risknivå för kringliggande områden. Det korta avståndet mellan väg 61 och planerad bebyggelse inom planområdet innebär dock att olyckor med frätande ämnen kommer att inkluderas i riskuppskattningen.

Nedan redovisas separata bedömningar med avseende på hur de bedöms påverka risknivå inom planområdet.

4.3.4 Klass 1.1. Massexplosiva ämnen

En olycka med transport av vissa typer av explosivämnen kan leda till mycket omfattande explosioner antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Konsekvenserna av olyckan är beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Den maximala transportmängden på väg är enligt ADR-S [2] 16 ton massexplсивt ämne. För järnväg anges ingen gräns för hur stora transportmängder som tillåts [3] utan detta regleras av tillåten axelvikt på spåret. Normalt utgår man i riskanalyser från en maximal mängd på ca 25 ton massexplсивt ämnen, vilket också bedöms vara ett konservativt antagande med hänsyn till hur mycket explosivämnen som faktiskt transporteras på järnväg enligt nationell statistik. Andelen transporter som rymmer maximala transportmängder bedöms dock vara mycket begränsad, både på väg och järnväg.

Både på järnväg och väg utgör explosiva ämnen mycket små andelar av farligt godstransporter (se Tabell 3 respektive Tabell 5). Med hänsyn till detta, samt att det finns strikta regler för transporter av explosivämnen så bedöms sannolikheten för att en explosion ska inträffa vara extremt låg. Trots potentiella stora konsekvenser så bedöms olycksscenarioet innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån inom planområdet. De åtgärder som krävs för att begränsa konsekvenserna vid en stor explosion omfattar antingen stora skyddsavstånd alternativt omfattande byggnadstekniska åtgärder med kraftig förstärkning av bärande konstruktioner m.m.

Med hänsyn till den mycket låga påverkan på risknivån bedöms det inte vara rimligt att vidta byggnadstekniska åtgärder för explosioner för planerad bebyggelse inom planområdet. Olycksrisken kommer dock att inkluderas i en fördjupad analys i syfte att få en fullständig bild av aktuella risknivåer inom planområdet. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

4.3.5 Klass 2.1. Brännbara gaser

En olycka med brännbar gas kan innebära att gas läcker ut och antänds (antingen genom tryck eller när den har spridits bort från utsläppskällan) eller att en gastank utsätts för utvändigt brand vilket hettar upp gasen så att den expanderar snabbt och spränger tanken. Beroende på utsläpps- och antändningsscenario kan konsekvenserna av olyckan variera. Vid stora utsläpp kan skadeområdena överstiga 100-200 meter. Vid flasktransporter med brännbar gas är konsekvensområdet normalt kortare och överstiger inte 100 meter. Konsekvensen består främst i en hög värmestrålning mot omgivningen. Oskyddade personer utomhus löper störst risk för att förolyckas, men olyckan kan även leda till omfattande brandspridning till kringliggande bebyggelse. I värsta fall kan en explosion uppstå.

Väg

Enligt Tabell 3 kan cirka 20 procent av farligt godstransporterna på väg 61 utgöra gastransporter. Normalt utgör brännbara gaser en relativt stor andel av det totala antalet gastransporter. I den kartläggning som MSB genomförde i september 2006 (och som redovisar klass 2 uppdelad på respektive undergrupp) så redovisades inga giftiga gaser (klass 2.3) utan endast brännbara gaser (klass 2.1) på väg 61 [8].

Det är högst troligt att olycksriskerna behöver hanteras vid exploatering i anslutning till väg 61. De åtgärder som krävs för att begränsa konsekvenserna av större olyckor med brännbar gas omfattar antingen stora skyddsavstånd alternativt byggnadstekniska åtgärder som syftar till att begränsa spridning av gaser eller brand in i byggnaderna samt att öka möjligheten att utrymma byggnaderna även vid en olycka på vägen. Olycksrisker med brännbara gaser behöver studeras vidare i en fördjupad riskanalys för väg 61. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

Järnväg

Brännbara gaser transporteras normalt trycksatta (och tryckkondenserade) i tankvagnar eller i färdiga flaskpaket. Detta innebär att behållarna normalt har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. väsketransporter vilket i sin tur ger en begränsad sannolikhet för läckage även vid stor påverkan som vid exempelvis en urspårning. Då gasen kan spridas bort från olycksplatsen ökar dock sannolikheten för att utsläppet kommer i kontakt med en tändkälla och antänds.

Enligt Tabell 5 kan drygt 30 % av farligt godstransporterna utgöra gastransporter. Normalt utgör brännbara gaser en relativt stor andel av det totala antalet gastransporter, vilket bekräftas av den kartläggning som MSB genomförde i september 2006 [14].

Med hänsyn till skadeområdena för större olycksscenarier med brännbar gas bedöms konsekvenserna vara så omfattande att de kan påverka bebyggelse inom planområdet. Dock bedöms sannolikheten för ett utsläpp till följd av en olycka som extremt låg. Den sammanvägda risknivån bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå för planområdet. Det rekommenderas dock att olycksrisker med brännbara gaser behöver studeras vidare i en fördjupad riskanalys för Värmlandsbanan. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

4.3.6 Klass 2.3. Giftiga gaser

Giftig gas behöver inte "aktiveras" genom antändning för att bli farlig. Den är farlig så snart den läcker ut. Beroende på vind och topografi kan gasen spridas långa sträckor och fortfarande ha dödliga koncentrationer. Vid större utsläpp kan människor både utomhus och inomhus skadas eller omkomma på upp till flera hundra meters avstånd från utsläppet.

Även giftiga gaser transporteras trycksatta i tankar vilket innebär att sannolikheten för utsläpp vid en olycka minskar.

Väg

Andelen gastransporter som rymmer giftig gas är generellt mycket lågt. I den kartläggning som utfördes av MSB i september 2006 [8] redovisas mycket begränsade transportmängder av klass 2.3 på samtliga svenska vägar med undantag för specifika vägar där mängderna kan bli relativt omfattande. På väg 61 redovisades inga transporter av giftiga gaser.

Sannolikheten för ett utsläpp av giftig gas på väg 61 bedöms vara extremt låg. Trots potentiella stora konsekvenser så bedöms olycksscenariot innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån. De åtgärder som kan vidtas för att begränsa konsekvenserna av olyckor med giftig gas omfattar antingen stora skyddsavstånd alternativt byggnadstekniska åtgärder som syftar till att begränsa spridning av gaser in i byggnaderna.

Med hänsyn till den mycket låga påverkan på risknivån bedöms det inte vara rimligt att vidta specifika byggnadstekniska åtgärder för giftig gas för planerad bebyggelse inom planområdet. Vissa åtgärder som skyddar mot påverkan av brännbara gaser ger dock även ett skydd mot giftiga gaser. Det rekommenderas att olycksrisken inkluderas i en fördjupad analys i syfte att få en fullständig bild av aktuella risknivåer inom planområdet. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

Järnväg

Mängden giftiga gaser som transporteras är generellt mycket liten vilket innebär en mycket låg frekvens för olyckor med giftiga gaser på järnvägen. I den kartläggning som utfördes av MSB i september 2006 [8] redovisas begränsade transportmängder av klass 2.3 på Värmlandsbanan.

Med hänsyn till skadeområden för större olycksscenarier med giftig gas bedöms konsekvenserna kunna vara så omfattande att de kan påverka planområdet. Dock bedöms sannolikheten för ett utsläpp till följd av en olycka som extremt låg.

Den sammanvägda risknivån bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå för planområdet. Det bedöms därmed inte vara motiverat att vidta säkerhetshöjande åtgärder. De säkerhetshöjande åtgärder som vidtas för olycka med brännbar gas kommer dock verka skyddande även vid en olycka med giftig gas på järnvägen enligt ovan resonemang. Det rekommenderas att olycksrisken inkluderas i en fördjupad analys i syfte att få en fullständig bild av aktuella risknivåer inom planområdet. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

4.3.7 Klass 3. Brandfarliga vätskor

Väg

Brandfarliga vätskor utgör en stor andel av det totala antalet transporter av farligt gods på Sveriges vägar, knappt 50 % enligt Tabell 3. En stor del av transporterna utgörs av tankbilar med drivmedel till bensinstationer m.m.

Ett stort utsläpp av exempelvis bensen kan, om det antänds, innebära att hög värmestrålning drabbar omgivningen och kan orsaka brännskador på oskyddade människor eller brandspridning in i byggnader. Allvarliga konsekvenser kan normalt uppkomma inom maximalt 30-40 meter från olycksplatsen. Detta gäller om utsläppet kan spridas fritt kring olycksplatsen, dvs. omgivningen ligger på samma nivå som, eller lägre än, vägen.

De åtgärder som kan vidtas för att begränsa konsekvenserna omfattar antingen skyddsavstånd alternativt byggnadstekniska åtgärder som syftar till att begränsa spridning av brand in i byggnaderna samt att öka möjligheten att utrymma byggnaderna även vid en olycka på vägen.

Med hänsyn till antalet transporter av brandfarliga vätskor på väg 61 så uppskattas den sammanvägda risknivån i direkt anslutning till vägen vara relativt omfattande. Huvuddelen av planområdet ligger i samma nivå som vägen. Utmed planområdet finns dock avåkningsräcken med syfte att förhindra att ett fordon kör av vägen och in på planområdet. Riskbidraget förväntas vara högt på upp till 30-40 meter från väg 61 för att sedan avta markant.

Åtgärder till följd av olyckor med brandfarlig vätska bedöms rimliga att vidta för bebyggelse inom ca 40 meter från väg 61. Att tillräckligt skydd erhålls bör verifieras i en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Vid avstånd över 40 meter från vägen bedöms riskbidraget vara så lågt att det inte är rimligt att vidta specifika byggnadstekniska åtgärder som skydd mot olycka med brandfarliga vätskor vid planerad markanvändning. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

Järnväg

Brandfarliga vätskor utgör en stor andel av det totala antalet transporter av farligt gods på Sveriges järnvägar. Knappt 30 % av den totala mängden farligt gods uppskattas utgöra brandfarliga vätskor.

En större järnvägsolycka med brandfarlig vätska bedöms kunna innebära skadeområden på högst 30-40 meter. Skadeområdet är dock beroende av omgivningens utformning. Fysiska barriärer påverkar vätskeutsläppets spridning. Om järnvägen ligger lägre än kringliggande områden så begränsas t.ex. skadeområdet eftersom utsläppets spridning kommer att begränsas. På motsvarande sätt kan skadeområdet bli större om järnvägen ligger högre än kringliggande områden eftersom utsläppet då kan spridas längre.

I aktuellt fall ligger järnvägen något högre än planområdet. Mellan spårområdet och väg 61 finns ett mindre dike. Avståndet mellan järnvägen och planerade bebyggelse är cirka 25 meter, vilket innebär att en olycka med brandfarlig vätska skulle kunna påverka planområdet. Med hänsyn till antalet transporter bedöms sannolikheten vara mycket låg för olycka med så stort skadeområde att det påverkar planområden.

Åtgärder som vidtas till följd av olycka med brandfarlig vätska på vägen kommer även verka skyddande vid en olycka på järnvägen. Det rekommenderas att olycksrisken inkluderas i en fördjupad analys i syfte att få en fullständig bild av aktuella risknivåer inom planområdet. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

4.3.8 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Väg

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider leder normalt inte till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligt godsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensin, motorolja, etc.), kan leda till självantändning. Blandningen kan till och med innebära ett explosionsartat brandförlopp som liknar en stor massexplosion.

Transporter av klass 5 utgör troligtvis en relativt begränsad andel (< 5 %) av det totala antalet farligt godstransporter på väg 61. Vidare så är det en mycket begränsad andel av ämnen ur denna klass som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp. Majoriteten av dessa ämnen är inte tillåtna att transportera på väg utan att man t.ex. stabiliserar ämnet för att minska reaktionsbenägenheten [2].

Olycka med oxiderande ämnen eller organiska peroxider bedöms utifrån ovanstående beskrivning innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån utmed väg 61. De åtgärder som krävs för att begränsa konsekvenserna motsvarar de som redovisas för explosivämnen.

Med hänsyn till den mycket låga påverkan på risknivån bedöms det inte rimligt att vidta byggnadstekniska åtgärder för explosioner till följd av olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider för bebyggelse inom det studerade området. Dock kommer olycksrisken att inkluderas i en fördjupad analys för väg 61 för att få en fullständig bild av aktuella risknivåer inom planområdet. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

Järnväg

Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) kan ge konsekvenser som kan påverka planområdet. Dock är det endast en mycket begränsad andel av ämnena ur klass 5 som kan leda till dessa konsekvenser, nämligen i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider, vattenlösningar med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt RID-S [3] är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara begränsad.

Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering av oxiderande ämnen innebär att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara mycket låg. Den sammanvägda risknivån bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå för planområdet.

Det bedöms därmed inte motiverat att ställa krav på säkerhetshöjande åtgärder för ny bebyggelse till följd av olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider. Det rekommenderas dock att olycksrisken inkluderas i en fördjupad analys i syfte att få en fullständig bild av aktuella risknivåer inom planområdet. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

4.3.9 Klass 8. Frätande ämnen

Denna farligt godsklass omfattar ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning. Ett utsläpp av frätande ämnen har ett begränsat skadeområde och bedöms endast innebära skador för personer vid direkt kontakt.

Skadeområdet begränsas normalt till det absoluta närområdet kring olycksplatsen och innebär därför liten påverkan inom exempelvis kringliggande områden utmed en väg eller järnväg. Skadeområdet är också beroende av utsläppets storlek. Personer bedöms kunna riskera omfattande frätskador inom ca 5-15 meter. Detta skadeområde motsvarar skadeavstånd i tidigare upprättade riskanalyser och utredningar, bl.a. [15], [16].

De åtgärder som kan vidtas för att begränsa konsekvenserna omfattar antingen skyddsavstånd alternativt byggnadstekniska åtgärder som syftar till att begränsa spridning av utsläppet till ytor där personer vistas samt att öka möjligheten att utrymma byggnaderna även vid en olycka på vägen.

Med hänsyn till det begränsade skadeavståndet så bedöms en olycka på Värmlandsbanan inte påverka risknivån inom planområdet.

Väg

Med hänsyn till antalet transporter av frätande ämnen på väg 61 så uppskattas den sammanvägda risknivån i direkt anslutning till vägen vara relativt omfattande. Utmed planområdet finns dock avåkningsräcken med syfte att förhindra att ett fordon kör av vägen och in på planområdet. Riskbidraget förväntas vara högt på upp till 15 meter från väg 61 för att sedan avta markant.

Åtgärder till följd av olyckor med frätande ämnen bedöms rimliga att vidta inom ca 15 meter från väg 61. Att tillräckligt skydd erhålls bör verifieras i en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Se vidare avsnitt 4.4 och 5.

4.4 Slutsats inledande riskanalys

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad analys av vissa olycksrisker förknippade med intilliggande riskkällor. Av de identifierade riskerna i anslutning till området har följande bedömts vara av sådan omfattning att mer detaljerade analyser bedömts nödvändiga:

- Olycka vid transport av farligt gods på väg 61 och Värmlandsbanan
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)
 - Utsläpp av frätande ämne (klass 8), enbart väg 61

I den fortsatta planeringen av området måste hänsyn tas till ovanstående olycksrisker. En fördjupad analys upprättas där frekvens och konsekvens beräknas och sammanställs i form av risknivå, vilken i sin tur utgör underlag för beslut om säkerhetshöjande åtgärder. Se avsnitt 5.

Avståndet mellan Värmlandsbanan och ny bebyggelse innebär ett betryggande skydd med avseende på urspårning och tågbrand. För att erhålla ett fullständigt resultat avseende riskberäkningarna (individrisk) för Värmlandsbanan, och som input till olyckor med farligt gods, kommer den fördjupade riskbedömningen dock även beakta urspårning och tågbrand.

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Allmänt

De identifierade olyckshändelserna som redovisas i avsnitt 4.4 studeras vidare i en fördjupad, kvantitativ, riskanalys.

5.1.1 Beräkning av frekvens och konsekvenser

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

Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B.

5.1.2 Sammanvägning av risk

Frekvens- och konsekvensberäkningarna vägs sedan samman och redovisas i form av individrisk. Riskberäkningarna redovisas i bilaga C.

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 frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan.

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

5.1.3 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. I publikationen *Värdering av risk* [17] ges förslag på riskkriterier som kommer att användas i denna analys, se Tabell 7.

Tabell 7. Förslag på riskkriterier för individrisk.

Riskkriterier	Individrisk
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10^{-5} per år
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10^{-7} per år

De acceptanskriterier som används för värdering av risk i denna riskanalys 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* [17] bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

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

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt *Värdering av risk* [17] 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.

5.1.4 Hantering av osäkerheter

Riskanalysen utgår från underlag som innefattar relativt omfattande osäkerheter, främst med avseende på antalet transporter av farligt gods. I avsnitt 5.4 redovisas en ytterligare diskussion kring hanteringen av ovanstående osäkerheter m.m. samt hur detta inverkar på analysens resultat. För att studera hur olika antaganden påverkar resultatet av den fördjupade riskanalysen utförs en känslighetsanalys.

5.2 Resultat av riskberäkningar

Den platsspecifika individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

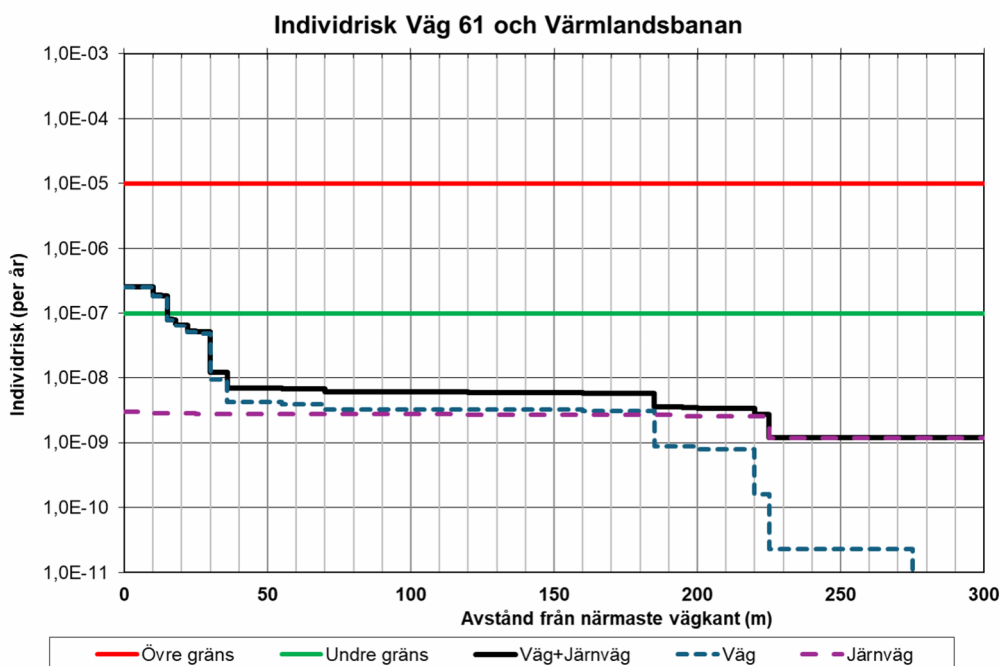
Individrisken beräknas som den kumulativa frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från respektive riskkälla. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

Individrisken har beräknats som funktion av avståndet till respektive riskkälla, se bilaga C. Resultaten redovisas i ett gemensamt diagram i figur 5.1.

Väg 61 och Värmlandsbanan löper parallellt utmed det aktuella planområdet, vilket innebär att individrisknivån inom området påverkas av olycksrisker från båda riskkällorna. I figur 5.1 redovisas den sammanlagda individrisken för det studerade planområdet, d.v.s. $F_{\text{väg 61}} + F_{\text{Värmlandsbanan}}$. Avståndet i diagrammet utgår från väg 61:s närmaste körbanekant.

För olycksrisker på Värmlandsbanan görs ett avdrag på 25 meter, vilket är det uppmätta avståndet mellan järnvägen och väg 61:s närmaste körbanekant. Detta innebär att samtliga skadescenarier på järnvägen med < 25 meter skadeavstånd inte kommer att bidra till riskprofilen i Figur 4.

Riskprofilerna som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framförliggande bebyggelse. Individrisken redovisas för prognosår 2045.



Figur 4. Individrisk från olyckor på väg 61 och Värmlandsbanan. Kurvan redovisas som funktion av avståndet från väg 61:s närmaste vägkant.

Utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom planområdet.

5.3 Värdering av risk

Individrisken bedöms överstiga 10^{-7} per år inom ca 15 meter från väg 61:s närmaste vägkant. Individrisken överstiger inte oacceptabel nivå. Individrisken sjunker snabbt med avståndet och ligger på avstånd över 30 meter från väg 61 runt 10^{-8} per år.

Enligt Figur 4 går det att utläsa att det är olycksrisker förknippade med trafiken på väg 61 som utgör störst bidrag till individrisken. De primära olycksriskerna som bidrar till att risknivån överstiger 10^{-7} per år är olycka med brännbara gaser (klass 2.1), brandfarliga vätskor (klass 3) och frätande ämnen (klass 8).

Riskbidraget till individrisknivån från Värmlandsbanan ligger på en mycket låg nivå inom planområdet.

Den förhöjda individrisknivån behöver beaktas vid planering och utformning av ny bebyggelse och obebyggda ytor inom planområdet. Se vidare avsnitt 6.

5.4 Hantering av osäkerheter

Riskutredningar är alltid förknippade med osäkerheter, framförallt rör osäkerheterna antagna mängder farligt godstransporter och fördelningar mellan de olika klasserna. Ändrade mängder eller fördelningar kan komma att påverka risknivå i både positiv och negativ bemärkelse.

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***

Frekvensberäkningarna utgår från modeller som baseras på olyckskvoter och statistik. Beräkningarna för urspåringsfrekvenser utgår från den vägledning som utgör underlag till gällande kravställning för dimensionering av konstruktioner i anslutning till järnvägsspår, se kraven enligt SS-EN 1991-1-7:2006 (Eurokod 1-7) med tillhörande NA.

De olyckskvoter som redovisas utgör genomsnittliga värden för en längre järnvägssträcka. Sannolikheten för bl.a. utsläpp och antändning av utsläpp m.m. utgör genomsnittliga värden baserade på statistik.

Eftersom frekvensberäkningarna görs för relativt långa sträckor (1 km) så innebär aktuella antaganden höga olycksfrekvenser. Uppskattningsvis så innebär aktuella antaganden konservativa värden på olycksfrekvenser.

- ***Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet***

Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter främst vad gäller antalet transporter av respektive farligt godsklass. De uppskattade mängderna farligt gods utgår från trafiksiffror och prognoser avseende totala trafikmängder.

Avseende väg 61 visar senaste genomförda trafikmätningar på en minskning av trafiken på den aktuella sträckan jämfört med tidigare mätningar. De senaste mätningarna genomfördes 2022 och eventuellt kan resultaten ha påverkats av förändrade transportvanor under covid-pandemin, även om detta generellt varit mer påtagligt under 2020-2021. Att beräkna olycksfrekvenser utifrån prognosåret 2045 tar till viss del hänsyn till dessa skillnader.

Den totala mängden farligt gods samt fördelningen mellan respektive klass har uppskattats utifrån nationell statistik över en femårsperiod. Orsaken till detta tillvägagångssätt är framförallt att undvika att risknivå värderas utifrån kortsiktiga förutsättningar. De underlag som finns avseende den aktuella väg- respektive järnvägssträckan baseras på korta tidsperioder och kan ge missvisande bilder av trafiksituationen. Att utgå från en nationellt genomsnittlig andel farligt gods på de aktuella sträckorna ger relativt stora transportmängder farligt gods med hänsyn till gällande trafiksiffror.

Dock har lokal statistik använts för att komplettera den nationella statistiken, bl.a. avseende fördelning mellan olika undergrupper inom enskilda farligt godsklasser.

- ***Val av olycksscenarier, konsekvensberäkningar***

Även konsekvensberäkningarna omfattar relativt stora osäkerheter, vilket bl.a. är beroende av bedömningar av skadeområdet samt förväntat antal omkomna för de studerade skadescenarierna.

Generellt så bedöms de skadescenarier och förutsättningar som studeras inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande skadeområden och konsekvenser.

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används enligt ovan 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.

För att studera hur antalet farligt godstransporter kan förväntas påverka resultaten har kompletterande riskberäkningar utförts där dessa parametrar varieras. I Bilaga C redovisas de kompletterande beräkningarna.

Utförd känslighetsanalys påvisar följande:

- Även vid en kraftig ökning (faktor 5) av antalet farligt godstransporter på angränsande väg och järnväg så hamnar individrisken inte på en oacceptabel nivå ($> 10^{-5}$ per år). Det är i synnerhet ändringar på väg 61 som påverkar risknivån eftersom riskbidraget från olyckor med farligt gods på Värmlandsbanan är begränsat för individrisken inom planområdet. Det krävs dock en mycket kraftig ökning av antalet farligt godstransporter på väg 61 för att individrisken ska hamna inom ALARP på avstånd > 30 meter från vägen.
- Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att resultatet av genomförda riskberäkningar är robusta och att identifierade osäkerheter kopplade till bl.a. använd statistik har en begränsad påverkan på resultatet av den fördjupade riskanalysen. Med hänsyn till detta bedöms det inte vara rimligt att ställa ytterligare krav på säkerhetshöjande åtgärder (utöver värderingen av risk som redovisas i avsnitt 5.3).

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

Enligt den fördjupade riskanalysen bedöms risknivån för det studerade planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid exploatering.

Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då acceptansnivån är beroende av markanvändning samt avstånd till den aktuella riskkällan. Dessutom behöver bedömningen av åtgärder beakta vilket bidrag till risknivån som respektive olycksrisk innebär. I avsnitt 5.3 redovisas vilka olycksrisker som innebär störst bidrag till den sammanlagda riskbilden inom planområdet.

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 restriktionerna och åtgärder. I kursiv text redovisas en specifik bedömning för det aktuella området. I avsnitt 6.4 redovisas en sammanställning av vilka restriktioner och åtgärder som rekommenderas för det aktuella projektet.

6.2 Allmänna åtgärder

6.2.1 Planering och placering av ny bebyggelse

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. De riktlinjer avseende skyddsavstånd som Länsstyrelsen i Värmland använder sig av, och som redovisas i avsnitt 1.5.1, bör användas som riktvärden för placering av verksamheter.

Normalt innebär uppfyllande av Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas. Vid bebyggelse som inte uppfyller de rekommenderade skyddsavstånden kan kompletterande byggnadstekniska åtgärder generellt behöva vidtas. Omfattningen av åtgärderna är beroende av hur mycket skyddsavståndet 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.

Länsstyrelsen rekommenderar i sin vägledning en "zonindelning" utifrån avståndet mellan riskkällan och olika typer av markanvändning. Platsspecifika förutsättningar såsom nivåskillnader, barriärer, hastighet eller mängder av farligt gods påverkar risknivån och därmed vilket avstånd som är lämpligt i det specifika fallet.

Enligt zonindelningen i avsnitt 1.5.1 bör handel placeras på minst 70 meters avstånd från närmaste väggkant. Baserat på riskinventeringen och aktuella förutsättningar bedöms det möjligt att tillämpa kortare skyddsavstånd till väg 61. Nettotillskottet, som ett avsteg från rekommenderade skyddsavstånd innebär, bedöms utifrån sammanvägningen av individrisk i avsnitt 5 vara mycket begränsat. För olycksrisker med explosiva ämnen och giftiga gaser beror detta på de mycket begränsade transportmängderna på väg 61 samt Värmlandsbanan. De olyckor som behöver hanteras är i första hand olyckor med brännbara gaser, brandfarliga vätskor samt frätande ämnen som enligt riskvärderingen i avsnitt 5.3 medför störst bidrag till individrisken inom planområdet. Det är i huvudsak olycka på väg 61 som innebär en förhöjd risknivå inom planområdet.

Utifrån gällande förutsättningar rekommenderas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 10 meter mellan bebyggelse och närmaste väggkant på väg 61. Det bebyggelsefria avståndet förutsätter att befintliga avåkningsräcken behålls. Kompletterande byggnadstekniska åtgärder behöver dock vidtas med hänsyn till gällande risknivåer, se avsnitt 6.3.

6.2.2 Utformning av obebyggda ytor

Även obebyggda ytor i närheten av en riskkälla behöver utformas med hänsyn tagen till riskpåverkan.

Det bebyggelsefria avståndet ska utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Exempel på lämplig markanvändning inom ytor som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse är gång- och cykelväg, lokalgata, markparkering, naturområden, park samt områden som skyddar mot störning, exempelvis bullervall och plantering. Mellan dessa typer av markanvändning och riskkällan finns inget krav på minsta skyddsavstånd med hänsyn till risk. Observera att det kan finnas krav avseende bl.a. drift och underhåll och elsäkerhet som medför krav på avstånd. Utomhusförsäljning och torgytor, uteserveringar, lekparkar och liknande bör däremot undvikas.

Med hänsyn till risknivån samt för att uppfylla länsstyrelsens zonindelning så rekommenderas att planområdet utformas så att ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse placeras så att avståndet är minst 30 meter till väg 61:s närmaste väggkant.

6.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.5.1 underskrids. Den planerade bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen en förhöjd risknivå inom det aktuella planområdet. För att acceptera avstegen samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas.

6.3.1 Utrymning

Utrymningsstrategin för bebyggelse i anslutning till en riskkälla kan behöva beakta möjliga externa olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar behöver dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på angränsande riskkällor (järnväg, farligt godsled, farlig verksamhet).

Detta innebär att ny bebyggelse, som är exponerad mot en eller flera riskkällor, ska utformas med minst en utrymningsväg som vetter bort från riskkällan. Detta för att inte behöva utrymma mot en eventuell olycka. För aktuellt planområde ska bebyggelse inom 70 meter från väg 61 utformas med möjlighet att utrymma bort från vägen.

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.

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 även i händelse av olycka.

För att säkerställa att utrymning kan ske på tillfredställande sätt vid en olycka på väg 61 eller Värmlandsbanan bör detta säkerställas i plankartan, se vidare avsnitt 6.4.

6.3.2 Skydd mot brandspridning

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 hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter för att säkerställa utrymningen. Hur omfattande kraven behöver vara för att erhålla skydd mot brandspridning är beroende av avståndet mellan byggnad och riskkälla. Nivåskillnader och framförliggande bebyggelse och barriärer behöver också beaktas.

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

Generellt ställs krav på obrännbara fasader som förhindrar vidare brandspridning i minst 30 minuter samt fönster i EW 30 inom 30-40 meter från transportleder för farligt gods.

För aktuellt planområde ska fasader på bebyggelse inom 40 meter från väg 61, som är exponerade mot vägen/järnvägen, utföras så att risk för brandspridning in i byggnaden begränsas under den tid det tar att utrymma (minst 30 minuter) genom att fasadkonstruktion utförs i lägst klass EI 30. Fönster accepteras utföras i lägst klass EW 30. Brandklassade fasader ska även utföras med förstärkt fasadkonstruktion som skydd mot avålkande fordon.

6.3.3 Skydd mot spridning av gaser

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.

De ventilationstekniska åtgärder som redovisas ovan bedöms normalt innebära relativt låga kostnader och inte mer än marginellt påverka byggnadsutformningen.

För aktuellt planområde ska ventilationsåtgärder vidtas för bebyggelse inom 70 meter från väg 61.

6.3.4 Skydd mot frätande ämnen

En olycka med frätande ämnen har enligt upprättad riskanalys ett relativt begränsat skadeavstånd, högst 15 meter (se avsnitt 4.3.9 och bilaga B). Med hänsyn till det begränsade skadeavståndet innebär olyckor med frätande ämnen normalt inte några särskilda åtgärder eller restriktioner.

Ett utsläpp förväntas främst innebära risk för allvarliga skador för oskyddade personer som vistas utomhus. Det rekommenderade skyddsavståndet på 30 meter mellan väg 61 och obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse enligt avsnitt 6.2.2 bedöms ge ett betryggande skydd mot alla potentiella skadescenarier med frätande ämnen.

Det rekommenderade skyddsavståndet på 10 meter mellan väg 61 och ny bebyggelse kommer också att reducera andelen scenarier som skulle kunna påverka bebyggelsen. Även vid ett större utsläpp med upp till 15 m skadeavstånd så förväntas påverkan på personer som vistas inomhus dock vara begränsad eftersom sannolikheten att utsläppet sprids in i byggnaderna är låg.

Åtgärden som redovisas i avsnitt 6.3.1 med placering av utrymningsvägar bort från riskkällan bedöms ytterligare begränsa risken för personer som vistas inomhus att påverkas av en olycka. Att ställa särskilda krav på byggnaders fasader närmast riskkällan säkerställer också ovan nämnda beskrivning av ett fysiskt skydd för personer som vistas inomhus.

Det har inte identifierats några ytterligare byggnadstekniska åtgärder som skydd mot frätande ämnen.

6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Nedanstående åtgärder bedöms bli nödvändiga för aktuellt planförslag med anledning av närhet till väg 61 och Värmlandsbanan. Avståndet gäller från närmaste väggkant. Observera att avståndet avser byggnader som exponeras mot riskkällan utan framförliggande skyddande bebyggelse.

- Ny bebyggelse ska placeras på minst 10 meters avstånd från väg 61 och befintliga avåkningsräcken mellan vägen och planområdet ska behållas.
- Obebyggda ytor inom 30 meter från närmaste vägkant på väg 61, som är exponerade mot vägen och inte placeras bakom skyddande bebyggelse, ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Exempel på lämplig markanvändning inom ytor som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse är gång- och cykelväg, lokalgata, markparkering, naturområden.
- Inom 40 meter från väg 61 ska fasader utföras så att de begränsar risk för brandspridning in i byggnad under den tid det tar att utrymma (minst 30 minuter), dvs. utföras i lägst brandteknisk klass EI 30. För fönster accepteras klass EW 30. Brandklassade fasader ska även utföras med förstärkt fasadkonstruktion som skydd mot avåkande fordon.
- Inom 70 meter från väg 61 ska utrymningsvägar, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placeras och utformas så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka, dvs. bort från vägen.
- Inom 70 meter från väg 61 ska friskluftsintag placeras mot trygg sida, dvs. på byggnaders tak eller vända 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 åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. Åtgärderna 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.

6.4.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet (se även utförligare beskrivning i bilaga C):

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till 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 ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändig brand genom brandklassade fasader.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på angränsande järnväg eller transportled för farligt gods genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från riskkällan.

7. Slutsatser

Planområdet ligger i ett relativt utsatt läge, med hänsyn till olycksrisker förknippade med farligt gods på väg 61 och Värmlandsbanan. Riskanalysen visar att det finns ett antal olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på väg 61 samt Värmlandsbanan.

Genomförd riskanalys av identifierade risker visar att olycksriskerna påverkar risknivån inom en begränsad yta av planområdet närmast väg 61. Av de olycksrisker som främst påverkar risknivån inom planområdet är det huvudsakligen transporter av brännbara gaser, brandfarliga vätskor och frätande ämnen på väg 61 som leder till en förhöjd samhällsrisknivå inom ca 15 meter från vägen. Olycksrisker förknippade med övriga farligt godstransporter samt olycka på Värmlandsbanan bedöms ha en begränsad påverkan på individrisken.

Bedömningen är att bebyggelse för handel kan placeras i nära anslutning till väg 61. Med anledning av den höga risknivån samt aktuella avsteg från rekommenderade avstånd föreslås att säkerhetshöjande åtgärder vidtas i syfte att reducera "nettotillskottet" av oönskade händelser.

I avsnitt 6.4 redovisas de åtgärder som rekommenderas vid bebyggelse inom planområdet. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i kommande detaljplaner.

Föreslagna åtgärder innebär en reduktion av risknivån inom planområdet. Åtgärderna medför att personer som kommer att vistas inom planområdet inte utsätts för en förhöjd individrisk.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

BILAGA C – Riskberäkningar

9. Referenser

- [1] Vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelsen Dalarna 2012.
- [2] MSB, "ADR-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:4," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad, 2023.
- [3] MSB, *RID-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2022:4, 2023.*
- [4] Trafikflödeskartan, vägavsnitt 11230047, Trafikverket.
- [5] Trafikverket, "Prognos för persontrafiken 2045 - Trafikverkets Basprognoser 2024 (Rapportnr 2024:038)," 2024.
- [6] Trafikverket, "Prognos för godstransporter 2045 - Trafikverkets Basprognoser 2024 (Rapportnr 2024:038)," 2024.
- [7] Trafikverket, "Trafikutvecklingstal väg 2019-2045-2065, daterad 2024-04-19," 2024.
- [8] Kartläggning av farligt godstransporter väg september 2006, Statens Räddningsverket, 2007 (www.msb.se).
- [9] Trafikanalys, "Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2019 (Rapportnr 2020:14); Lastbilstrafik 2020 (Rapportnr 2021:14); Lastbilstrafik 2021 (Rapportnr 2022:16); Lastbilstrafik 2022 (Rapportnr 2023:15), Lastbilstrafik 2023 (Rapportnr 2024:14)".
- [10] Fördjupad utredning Värmlandsbanan dubbelspår Kristinehamn - riksgränsen-Oslo, Trafikverket, 2021.
- [11] Trafikverket, *Excelfil "Trafikuppgifter avsedda för bullerutredningar", senast daterad 2014-04-29, baserad på TRV-rapport 2018:056 "Bullerprognoser – Vilka trafikprognoser ska användas som underlag för bullerberäkningar?", 2024.*
- [12] Statistikrapport från Trafikanalys: Bantrafik 2018 (Rapportnr 2019:17); Bantrafik 2019 (Rapportnr 2020:19; Bantrafik 2020 (Rapportnr 2021:23); Bantrafik 2021 (Rapportnr 2022:24); Bantrafik 2022 (Rapportnr 2023::23) , .
- [13] Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002).

- [14] Kartläggning av farligt godstransporter järnväg september 2006, Statens Räddningsverk 2007 (www.msb.se).
- [15] T. Carlsson, *Risikanalys av farligtgodstransporter i Borlänge kommun – Ett underlag till rekommendationer i planprocessen, Report 5129, Lunds Tekniska Högskola, 2003.*
- [16] Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM). Rapport "Skåne i utveckling", 2007:6.*
- [17] Statens Räddningsverk, Det Norske Veritas, "Värdering av risk," 1997.

Bilaga A - Frekvensberäkningar**Uppdragsnamn**

Norra Ämterud, Eda kommun

Uppdragsgivare

High 5 Fastigheter AB

Uppdragsnummer

509492

Datum

2025-04-07

Handläggare

Erik Hall Midholm

Egenkontroll

EMM 2025-04-07

Internkontroll

RKL 2025-04-07

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom studerade områden.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med omgivande riskobjekt:

Väg 61 (Primär transportled för farligt gods)

- Olycka vid transport av farligt gods
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)
 - Utsläpp av frätande ämne (klass 8)

Värmlandsbanan (järnväg)

- Urspårning
- Brand i godståg
- Olycka vid transport av farligt gods
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)
 - Utsläpp av frätande ämne (klass 8)

Frekvensberäkningarna har utförts utifrån trafiksiffror för prognosår 2045.

2. Beräkningar väg 61

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på aktuella farligt godsleder som passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods.

Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i Vägverkets (numera Trafikverket) rapport "Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka" /1/.

/1/ Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka. Vägverket publikation 2005:55, datum 2005-05

Först beräknas den totala förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad utifrån följande ekvation (vilket utgår från ekvationen som redovisas i /1/):

$$O_{FaGo} = N \times L \times Q \times F \times 365 \times 10^{-6}$$

där

O_{fago} = Olycksfrekvens för trafikolycka med farligt godstransport inblandad per år

N = Antal transporter skyltade med farligt gods per dygn

L = Aktuell vägsträcka (1 km)

Q = Olyckskvot (antal trafikolyckor per 10^6 fordonskm)

F = Antal fordon inblandade per olycka

Beräkningarna kommer att utgå från indata som redovisas i avsnitt 2.1.

2.1 Indata

Det studerade planområdet ligger utmed farligt godsleden väg 61 längs ca 170 meter.

Olycksfrekvenserna kommer att beräknas för en 1 km lång vägsträcka.

I tabell A.1 redovisas indata som använts i frekvensberäkningarna. Beräkningarna kommer att baseras på prognosvärden för år 2045.

Tabell A.1. Förutsättningar för väg 61 – Indata till frekvensberäkningar.

Faktor	Beskrivning	Kommentar
Vägsträcka (km):	1	
Bebyggelsemiljö:	Landsort	
Hastighetsbegränsning (km/h):	60	
Gatu-/Vägtyp:	Vanlig väg	
Årsmedeldygnstrafik 2045 (per dygn):	8 130	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Andel tung trafik 2045 (%):	6,1 %	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Farligt godsled:	Primär	
Andel av tung trafik som rymmer farligt gods (%):	Ca 0,9 %	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Antal farligt godstransporter 2045 (per dygn):	4	
Q = Olyckskvot (trafikolycka per 10^6 fkm):	0,8	Indata hämtas från Tabell A i /1/ och härleds till aktuell gatu/vägtyp och hastighetsgräns.
F = Antal fordon per olycka:	1,5	Indata hämtas från bilaga 1 i /1/: <i>F = 1,8 i tätort</i> <i>F = 1,5 på landsbygd</i>
Sannolikhet för medelstort eller stort utsläpp givet olycka – tunnväggig tank:	0,095	Indata hämtas från Tabell A i /1/ och härleds till aktuell gatu/vägtyp och hastighetsgräns.
Sannolikhet för medelstort eller stort utsläpp givet olycka – tjockväggig vagn	0,0019	Indata hämtas från Tabell A i /1/ och härleds till aktuell gatu/vägtyp och hastighetsgräns.

I tabell 3 i huvudrapporten redovisas den uppskattade fördelningen mellan respektive farligt godsklasser på väg 61. Uppskattningen av antal farligt godstransport respektive fördelning mellan farligt godsklasser utgår från nationell statistik från Trafikanalys /2/.

2.1.1 Olycksstatistik 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.

I en fördjupad analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /3/ redovisas en sammanställning av orsaker till fordonsbränder och olyckskvoter för fordonsbrand p.g.a. trafikolycka utifrån en kartläggning av olika utredningar.

Kartläggningen visar på att ca 1,5-2 % av bränder i fordon sker på grund av trafikolycka (uppgifter hämtade från Räddningsverkets sammanställningar av svensk statistik över räddningsinsatser).

Vidare kan det utläsas att ur kartläggningen att antal bränder av betydelse för lastbilar med farligt gods (uppgifter hämtade från Räddningsverkets rapport "Räddningsinsatser i vägtunnlar" /4/) är 0,2 bränder per 10 miljoner fordonskm. Olyckskvoten för bränder där farligt gods varit involverat är 0,03 bränder per 10 miljoner fordonskm, d.v.s. ca 15 % av fallen.

Enligt tabell A.1 är olyckskvoten för trafikolycka för aktuella vägsträckor 0,8 olyckor per miljon fordonskm på väg 61.

Utifrån ovanstående värden så uppskattas sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt gods till:

$$\frac{2,0 \% \times 0,2 \times 10^{-7}}{0,8 \times 10^{-6}} = 0,0005 = 0,05 \%$$

2.2 Resultat frekvensberäkningar

2.2.1 Trafikolycka

Frekvensen för trafikolycka på aktuella vägsträckor beräknas utifrån schablon-olyckskvoter enligt /1/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning (se tabell A.1).

Beräkning av antal förväntade fordonsolyckor görs enligt ekvationen i avsnitt 1.1, vilket kan användas både för total trafik och för t.ex. tung trafik eller enstaka farligt godsklasser.

/2/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2019 (Statistik 2020:14); Lastbilstrafik 2020 (Statistik 2021:14); Lastbilstrafik 2021 (Statistik 2022:16); Lastbilstrafik 2022 (Statistik 2023:15), Lastbilstrafik 2023 (Statistik 2024:14)

/3/ FOI Memo 2774 – Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI, 2009-04-20

/4/ Räddningsinsatser i vägtunnlar, Räddningsverket, 2005

Frekvensen för trafikolycka beräknas utifrån trafiksiffror på aktuella vägsträckor utifrån trafiksiffror för prognosår 2045 (se tabell A.1). Frekvensen beräknas för total trafik på en **1 km vägsträcka**:

O (Antal förväntade olyckor)

- O_{totalt} 3,56 per år
- $O_{\text{tung trafik}}$ 0,22 per år
- O_{fago} $1,9 \times 10^{-3}$ per år

2.2.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport redovisas ovan.

Vid vidare frekvensberäkningar antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godstransport är inblandad i en olycka är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas därmed vara densamma som andelen av respektive klass enligt tabell 3.3 i huvudrapporten.

I tabell A.2 redovisas den beräknade frekvensen för trafikolycka med farligt gods på respektive farligt godsled för prognosår 2040.

Tabell A.2. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerade vägsträckor för prognosår 2045.

Scenario	Olycka med farligt godstransport [per år]	
	Andel	Frekvens
Klass 1	0,8%	1,5E-05
Klass 2	27,2%	5,2E-04
klass 3	39,7%	7,6E-04
klass 4	3,4%	6,4E-05
Klass 5	5,1%	9,7E-05
Klass 6	4,4%	8,5E-05
Klass 7	0,1%	1,0E-06
klass 8	15,2%	2,9E-04
klass 9	4,3%	8,3E-05
Totalt		1,9E-03

Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt ADR-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /5/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att riskgrupp 1.1 utgör 100 % av alla lastbilstransporter med explosiva ämnen.

/5/ ADR-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:3, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2023

Konsekvenserna av en massexlosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Enligt ADR-S är det tillåtet att transportera massexplosiva ämnen i så stora mängder som 16 ton vid transporter i EX/III-fordon /5/.

Hur stor andel av transporter med explosivämnen som rymmer stora mängder är oklart. Det saknas underlag för en tydlig bedömning av fördelningen mellan olika transportmängder med explosivämnen. Frekvensberäkningarna kommer att utgå från ett mycket grovt antagande att 1 % av alla lastbilstransporter med explosivämnen rymmer upp till 16 ton medan övriga är lastade med maximalt 1 ton.

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1 kan en massexlosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten.

I Bilaga 102 till Trafikverkets "TRVINFRA-00233 – Krav med Rådtext" /6/ redovisas ingångsvärden som kan användas för frekvensberäkning av bl.a. massexlosion i vägtransport med RID-klass 1. Olyckskvoten för en stor massexlosion (> 100 kg) i samband med vägtransport av RID-klass 1 anges till 2×10^{-10} per tonkm.

Olyckskvoten utgår från de mängder explosivämnen som transporteras på väg inom EU under perioden 1995-2010 utan att det har dokumenterats någon stor explosion i olyckor med klass 1-transporter. Mellan 1995 och 2010 har det inom EU transporterats i genomsnitt 400 miljoner tonkm klass 1 per år, vilket motsvarar ca 6×10^9 tonkm ($15 \text{ år} \times 400 \times 10^6 \text{ tonkm/år}$) utan stor explosion. Detta innebär att sannolikheten för att en olycka ska inträffa kan sägas underskrida $1 / 6 \times 10^9 = 1,67 \times 10^{-10}$ per tonkm. Olyckskvoten avrundas i /6/ till 2×10^{-10} per tonkm.

Prognostiserade antal farligt godstransporter och andel explosivämnen på aktuell farligt godsled år 2045 enligt tabell 3 i huvudrapporten samt antagna fördelningar mellan mängder per transport enligt ovan skulle innebära följande totala transportmängd ADR-klass 1:

$$12,2 \text{ farligt godstransport klass 1} \times (1 \text{ ton} \times 99\% + 16 \text{ ton} \times 1\%) = 14,1 \text{ ton per år}$$

För en studerad sträcka på 1,0 km ger detta följande transportarbete ADR-klass 1:

$$14,1 \text{ ton per år} \times 1,0 \text{ km} = 14,1 \text{ tonkm per år}$$

Den sammanlagda olycksfrekvensen för stor massexlosion (> 100 kg) blir då:

$$14,1 \text{ tonkm/år} \times 2 \times 10^{-10} \text{ olyckor/tonkm} = 2,8 \times 10^{-9} \text{ per år}$$

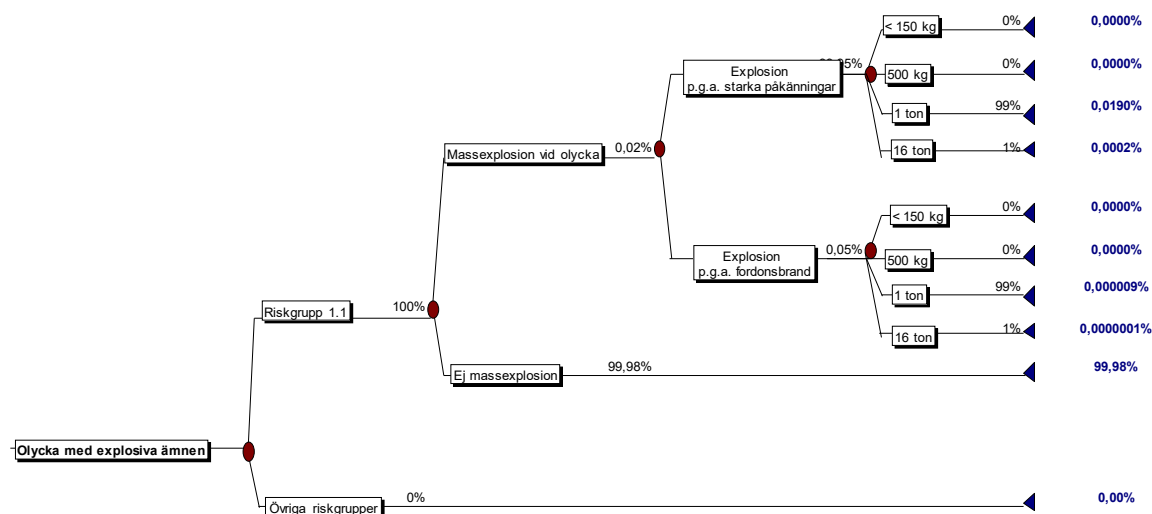
Enligt tabell A.2 är frekvensen för trafikolycka med klass 1 på den studerade sträckan (1 km) $1,5 \times 10^{-5}$ per år. Frekvensen för olycka med riskgrupp 1.1 blir då $100\% \times 1,5 \times 10^{-5} = 1,5 \times 10^{-5}$ per år.

Sannolikheten för en stor massexlosion givet trafikolycka med transport av ADR-klass 1.1 beräknas då utifrån förutsättningarna för väg 61 till:

$$\frac{2,8 \times 10^{-9}}{1,5 \times 10^{-5}} = 0,00019 = 0,019\%$$

Det antas att sannolikheten för stor massexlosion är jämnt fördelad över de två orsakerna stora påkänningar vid trafikolycka respektive fordonsbrand som sprids till lasten. Det som skiljer dessa händelseförlopp är tidsintervallet. En massexlosion p.g.a. starka påkänningar uppskattas ske momentant eller mycket kort efter själva händelsen. En massexlosion p.g.a. fordonsbrand antas däremot vara fördröjd eftersom det kommer att krävas en omfattande brand för att påverka lasten så den exploderar. Tidsintervallet innebär att konsekvenserna av olycksscenariot bedöms kunna variera.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexlosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.3.



Figur A.1. Händelsetråd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

Tabell A.3. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens (per år)
Olycka med explosivämne (klass 1)	1,5E-05
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1), 10 %	
1 ton	2,8E-09
- P.g.a. starka påkänningar	2,8E-09
- P.g.a. fordonsbrand	1,4E-12
16 ton	2,8E-11
- P.g.a. starka påkänningar	2,8E-11
- P.g.a. fordonsbrand	1,4E-14

Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

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

Studerad statistik från Trafikanalys /2/ redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /7/. Vad som kan konstateras utifrån kartläggningen är att det inte uppmättes några transporter ur klass 2.3 på väg 61 eller andra anslutande vägar i västra Värmland.

/7/ Statens Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter september 2006," 2007.

För att inte underskatta risken avseende olycka med transport av gaser så kommer det att antas att en begränsad del av gaserna ändå utgörs giftiga gaser. I de fortsatta beräkningarna så antas följande fördelning mellan undergrupperna (klass 2.1 motsvarar andelen enligt MSB:s kartläggning):

- Klass 2.1: 29 %
- Klass 2.2: 69 %
- Klass 2.3: < 2 %

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av trafikolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för utsläpp är då mycket låg. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tjockväggig behållare är 0,19 % för väg 61, se tabell A.1 /1/.

I MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /8/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan:

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

Skadeområdet vid litet utsläpp (oavsett antändning) begränsas till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna. Fördelningen mellan medelstort och stort läckage antas utifrån ovanstående siffror:

- Medelstort läckage: $20,8 \% / (20,8\% + 16,7\%) = 55,5 \%$
- Stort läckage: $16,7 \% / (20,8\% + 16,7\%) = 44,5 \%$

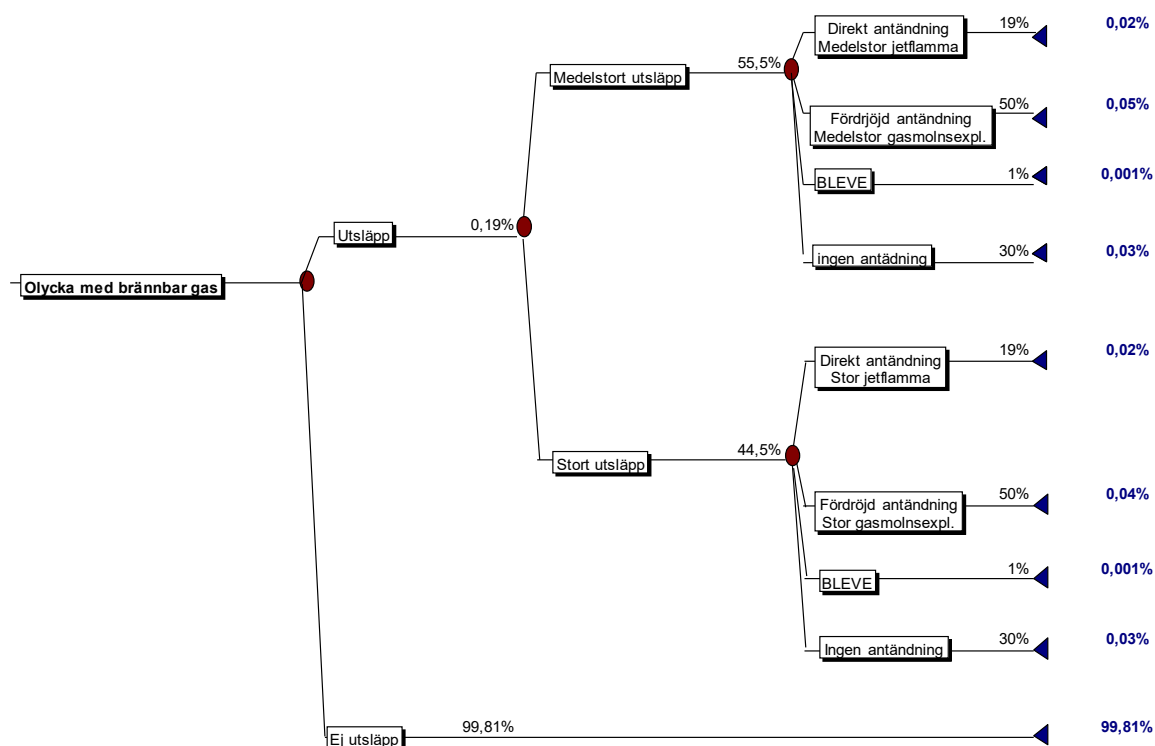
För **brännbara gaser** i bulktransport kan följande scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- Omedelbar antändning av läckande gas (jetflamma/pölbrand)
- Fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck (gasmolnexplosion/gasmolnsbrand)
- Tank utsätts för en utbredd brand under en längre tid (*BLEVE = Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*)

Fördelningen mellan antändningstyper och följdscenarier enligt ovan är beroende av utsläppsstorleken. Fördelningen varierar mellan olika riskkällor. För utsläpp vid trafikolycka används följande fördelningar som utgör en sammanvägning av olika riskkällor som redovisas i /9/:

- ingen antändning: 30 %
- omedelbar antändning: 19 %
- fördröjd antändning: 50 %
- BLEVE: 1 %

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.4.



Figur A.2. Händelsetråd över olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

Tabell A.4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brännbar gas på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

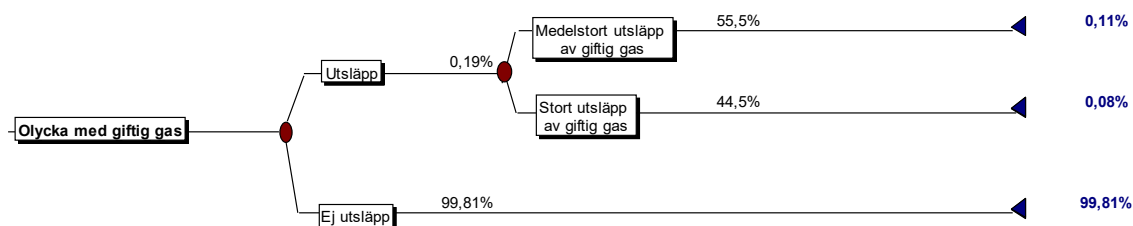
Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med gas (klass 2)	5,2E-04
Olycka med brännbar gas (klass 2.1 = 29%)	1,5E-04
Medelstor jetflamma	3,0E-08
Medelstor gasmolnsexplosion	8,0E-08
Stor jetflamma	2,4E-08
Stor gasmolnsexplosion	6,4E-08
BLEVE	2,9E-09

/9/ Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods – Översiktlig riskanalys av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Borås stad, Wuz risk consultancy AB, daterad 2016-12-19

För **giftiga gaser** studeras följande scenarier beroende av läckagestorlek: medelstort och stort.

Skadeområdet vid litet utsläpp begränsas till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna.

Sannolikhet för utsläpp och fördelning mellan utsläppsstorlek motsvarar förutsättningarna som redovisas ovan. Figur A.3 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftiga gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.5.



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av giftig gas på studerade vägsträckor för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med gas (klass 2)	5,2E-04
Olycka med giftig gas (klass 2.3 < 2%)	1,0E-05
Medelstort utsläpp giftig gas	1,1E-08
Stort utsläpp giftig gas	8,8E-09

Klass 3. Brandfarliga vätskor

En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. 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.

Brandfarliga vätskor transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 9,5 % för väg 61, se tabell A.1 /1/.

I "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /8/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan för tankbilar med släp:

- Litet läckage: 25 %
- Medelstort läckage: 25 %
- Stort läckage: 50 %

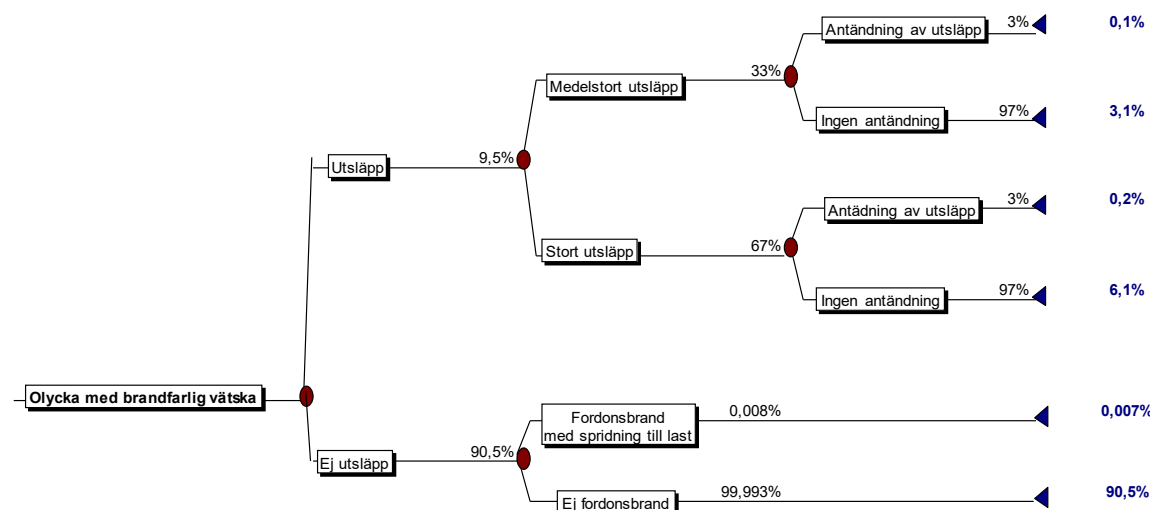
Skadeområdet vid ett litet utsläpp begränsas normalt till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna. Fördelningen mellan medelstort och stort läckage antas utifrån ovanstående siffror:

- Medelstort läckage: 25 % / (25 % + 50 %) = 33,3 %
- Stort läckage: 50 % / (25 % + 50 %) = 66,7 %

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /8, 10/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt avsnitt 2.2.1 uppskattas sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt godstransport till 0,05 %. Vidare så är andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där farligt gods varit involverat ca 15 %. Detta ger en sannolikhet för fordonsbrand där farligt gods varit involverad på $0,05 \% \times 15 \% = 0,008 \%$.

Figur A.4 redovisar ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarliga vätskor. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.6.



Figur A.4. Händelseträd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)	7,6E-04
Medelstor pölbrand	7,2E-07
Stor pölbrand	1,4E-06
Tankbilsbrand	5,2E-08

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Olyckor med oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Om det blir involverat i en brand kommer dock brandens intensitet att öka. Vissa oxiderande ämnen kan även ge explosionsartade brandförlopp eller våldsamma reaktioner tillsammans med något bränsle, eller själva sönderfalla våldsamt om de hettas upp.

Ämnen ur klass 5 som i ren form kan sönderfalla explosivt utan blandning med något bränsle utgörs enligt /3/ av ammoniumdikromat, ammoniumnitrat, ammoniumperklorat samt väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid. Dessa ämnen och föreningar är termiskt stabila upp till relativt höga temperaturer, vilket innebär att ett explosivt sönderfall vid en transportolycka med dessa ämnen främst kan inträffa som följd av en brand. Ett explosionsscenario med dessa ämnen utan blandning av bränsle har en explosionslast som är ca 20-30 % av massexplosion med motsvarande mängd trotyl.

/10/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

Vidare finns det ett flertal ämnen ur klass 5 (bl.a. ammoniumnitrat, väteperoxider och vattenlösningar med över 60 % väteperoxid) som om de blandas med bränsle räknas som massexplosiva ämnen. Ett explosionsscenario med dessa ämnen med blandning av bränsle har en explosionslast som är 70-100 % av massexplosion med motsvarande mängd trotyl.

Enligt regelverket ADR-S /5/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolekvivalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Andelen av de organiska peroxiderna som bedöms kunna självantända explosionsartat vid brand eller vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

En stor del av den transporterade mängden klass 5 – varor som är förknippade med explosionspotential efter förorening – är ammoniumnitrat som utgör ett fast oxiderande ämne (nyttjas vid framställning av sprängämne/emulsionsmatris samt konstgödsel).

I de allmänna råden till Sprängämnesinspektionens (numera MSB) föreskrifter (SÄIFS 1995:6) om hantering av ammoniumnitrat tydliggörs följande:

Ammoniumnitrat kan under vissa omständigheter detonera men ett brandförlopp tillsammans med brännbara material ligger närmare till hands. Där man med någorlunda säkerhet kunnat fastställa detonationsorsak har förorening, temperaturökning och inneslutning samverkat. Nämnade faktorer har inte var för sig, vid försök, kunnat åstadkomma detonation.

I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att 100 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på den aktuella vägsträckan utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid brand eller vid förorening med brännbart material.

Händelseträdsanalysen för olycka med klass 5 kommer att följa den metodik som redovisas i den analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /3/.

I avsnitt 2.1 anges att sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt godstransport är 0,05 %. Vidare så är andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där farligt gods varit involverat ca 15 %.

Oxiderande ämnen transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 9,5 % för väg 61, se tabell A.1 /1/. Sannolikheten för utsläpp bedöms dock vara högre givet att kollisionen lett till brand i fordon, varför sannolikheten för utsläpp av klass 5 och/eller brandspridning till lasten ansätts till 15 % baserat på andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där det farliga godset varit involverat.

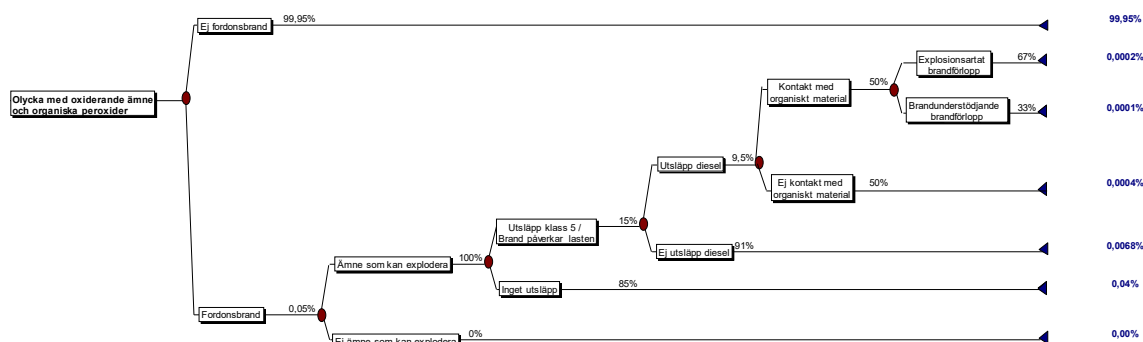
För att en stor mängd explosiv blandning ska uppstå krävs dock blandning med relativt omfattande mängd brännbart material, vilket exempelvis kan uppstå p.g.a. utsläpp av diesel. Det finns ingen tillgänglig data för hur ofta bränsletankar går sönder vid en trafikolycka. Sannolikheten för ett betydande utsläpp av diesel p.g.a. trafikolyckan uppskattas utifrån sannolikheten för utsläpp från tunnväggig behållare till 9,5 % utifrån ovanstående uppgifter.

Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska förorenas med brännbart material så att det bildas en omfattande blandning antas konservativt till 50 % givet att det skett utsläpp av diesel.

Förbränningen antas kunna leda till explosionsartade brandförlopp alternativt till en kraftig brand där det utläckta godset fungerar brandunderstödande. Sannolikheten för att förbränningen leder till explosionsartat brandförlopp uppskattas till högst 2/3 och i övriga fall antas det utläckta godset fungera brandunderstödande så att brandförloppet motsvarar en mycket stor brand.

Skadeområdet vid en fordonbrand begränsas normalt till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. En olycka med klass 5 som leder till en mycket stor brand omfattas därför inte av frekvensberäkningarna.

Figur A.5 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.7.



Figur A.5. Händelsetråd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.7. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med oxiderande ämne (klass 5)	9,7E-05
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	2,3E-10
Brandunderstödande brandförlopp (motsvarande stor lastbilsbrand)	1,2E-10

Klass 8. Frätande ämnen

Denna farligt godsklass omfattar ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning. Ett utsläpp av frätande ämnen har ett begränsat skadeområde och bedöms endast innebära skador för personer vid direkt kontakt. Utsläppet förväntas kunna innebära dödliga skador inom 5-15 meter (se vidare bilaga B).

Frätande ämnen transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 9,5 % för väg 61, se tabell A.1 /1/.

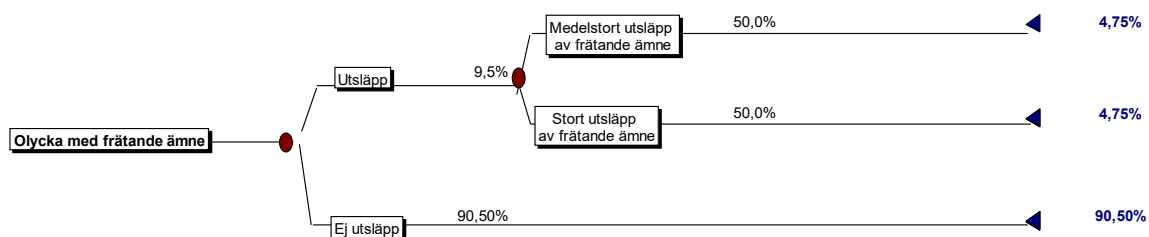
I /8/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan för tankbilar utan släp:

- Litet läckage: 50 %
- Medelstort läckage: 25 %
- Stort läckage: 25 %

Enligt avsnitt klass 3 ovan så antas följande fördelning mellan medelstort och stort läckage:

- Medelstort läckage: 25 % / (25 % + 25 %) = 50,0 %
- Stort läckage: 25 % / (25 % + 25 %) = 50,0 %

Figur A.6 redovisar ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av frätande ämnen. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.8.



Figur A.6. Händelseträd över olycka med transport av frätande ämnen (klass 8).

Tabell A.8. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av frätande ämnen på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med frätande ämnen (klass 8)	2,9E-04
Medelstort utsläpp frätande ämnen	1,4E-05
Stort utsläpp frätande ämnen	1,4E-05

3. Beräkningar Värmlandsbanan

3.1 Indata

Planområdet angränsar mot Värmlandsbanan längs ca 170 meter. På den aktuella sträckan består järnvägen av ett spår med genomgående tågtrafik. Järnvägen trafikeras av både persontåg och godståg.

I tabell A.9 redovisas indata som använts i frekvensberäkningarna.

Tabell A.9. Förutsättningar för Värmlandsbanan – Indata till frekvensberäkningar.

Faktor	Beskrivning
Sträcka (km):	1
Maximala hastighetsbegränsningar:	140-160 km/h
Antal spår:	1
Årsmedeldygnstrafik år 2045:	
- Persontåg	6 tåg per dygn (ÅDT)
- Godståg	9 tåg per dygn (ÅDT)
Andel farligt gods (%):	5 %
Antal farligt godsvagnar:	27 vagnar per dygn (ÅDT)
Fördelning farligt godsklasser:	Se tabell 5 i huvudrapporten.

3.1.1 Olycksstatistik järnvägsolycka

En urspårning kan medföra att de urspårade järnvägsvagnarna hamnar en bit från spåret. Urspårningen kan då leda till skador inom kringliggande områden även om tåget inte rymmer farligt gods. Huruvida personer i närområdet skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning.

Frekvensen för urspårning beräknas utifrån följande olyckskvoter för urspårning förknippade med tågtyp samt spårutformning enligt uppgifter som redovisas i *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone /11/*:

	<u>Spår utan växlar</u>	<u>Spår med växlar</u>
Persontåg:	$0,25 \times 10^{-8}$ per tågkm	$2,5 \times 10^{-8}$ per tågkm
Godståg	$2,5 \times 10^{-8}$ per tågkm	25×10^{-8} per tågkm

Ytterligare järnvägsolyckor som kan medföra efterföljande olycksscenarioer är kollisioner, antingen mellan spårfordon eller i plankorsningsolyckor. Enligt /12/ bedöms sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje vara så låg att den försvinner i den allmänna osäkerheten. Därför beaktas skadescenariot inte vidare i de fortsatta beräkningarna.

-
- /11/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002
- /12/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

3.1.2 Olycksstatistik tågbrand

I underredet till en järnvägsvagn sitter ett flertal olika komponenter och system som kan orsaka rökutveckling eller brand. Orsakerna till bränder i tåg är bland annat tekniska fel som t.ex. el-, motor- eller bromsfel. Tågbränder kan också starta inne i järnvägsvagnen, till följd av t.ex. elfel. Inne i vagnen kan även anlagda bränder vara en möjlig brandorsak.

Sannolikheten för en tågbrand (oavsett omfattning) bedöms vara relativt hög. Enligt Trafikverkets rapport *"Dimensionerande brandeffektkrivor i godståg"* /13/ inträffade 107 bränder i godståg mellan åren 2002-2014. Under samma period var trafikarbetet med godståg i Sverige totalt $5,44 \times 10^8$ tågkm /14/. Den uppskattade olycksfrekvensen per tågkm för händelsen brand i godståg blir därmed $107 / 5,44 \times 10^8 = 1,97 \times 10^{-7}$ per tågkm godståg. Detta kan jämföras med olyckskvoterna för urspårning med godståg som redovisas i avsnitt 3.1.1.

Det ska beaktas att det är en mycket begränsad andel av tågbränderna som blir så omfattande att de riskerar att påverka kringliggande områden. Olyckskvoten ovan bygger på alla anmälda tågbränder, vilket även inkluderar rökutveckling.

Givet "brand" enligt dessa förutsättningar bedöms sannolikheten för en utvecklad brand som sprids till lasten vara låg. Utifrån "PM Statistik Godståg" /15/ som omfattar statistik över inträffade bränder i godståg under perioden 2002 – 2014 kan bränder i godståg kategoriseras utifrån brandstorlek enligt tabell A.10.

Tabell A.10. Fördelning av brandstorlek vid brand i godståg.

Kategori	Beskrivning	Antal	Andel
Mycket stor brand	Branden är så stor att motsvarande en hel vagn blivit utbränd eller att beskrivningen i insatsrapporten visar på en brand som varit svårt att släcka p.g.a. intensitet eller omfattning.	4	3,7%
Stor brand	Branden är så stor att det krävs mer än en handbrandsläckare för att släcka den. Detta bedöms likvärdigt med att branden är större än 1 MW.	35	32,7%
Liten brand	Branden har självslocknat eller släckts med maximalt en handbrandsläckare.	50	46,7%
Väldigt liten brand	I händelsebeskrivningen beskrivs endast rökutveckling och ingen faktisk brand.	18	16,8%
Totalt		107	100,00%

3.2 Resultat frekvensberäkningar

I detta avsnitt beräknas frekvensen för järnvägsolycka på den aktuella järnvägssträckan där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot urspårning, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods.

Enligt tabell A.9 görs beräkningarna för en 1 km lång sträcka. Frekvensberäkningarna beräknas för prognosår 2045.

/13/ Tunnelsäkerhet Dimensionerande brandeffektkurvor i godståg (Trafikverket publ.nr. 2016:117), Brandskyddslaget AB på uppdrag av Trafikverket, 2016

/14/ Trafikanalys, Bantrafik 2019, Statistik Rapport 2020:19

/15/ PM Statistik godståg (Trafikverket rapport 101107-22-025-121), Brandskyddslaget på uppdrag av Trafikverket, 2015

3.2.1 Urspårning

Frekvensen för urspårning har beräknats utifrån indata i avsnitt 3.1 och sammanställs i tabell A.11. Frekvensen beräknas för persontåg respektive godståg på en 1 km järnvägssträcka i anslutning till det aktuella planområdet. Beräkningarna utgår från olyckskvot för spår utan växlar (eftersom det är enkelspår utan några närliggande växlar).

Tabell A.11. Beräknad frekvens för urspårning på aktuell sträcka med gällande tågtrafik (1 km).

Scenario	Olycksfrekvens (per år) Prognosår 2045
Urspårning persontåg	$5,1 \times 10^{-6}$
Urspårning godståg	$8,4 \times 10^{-5}$
Urspårning totalt	$8,9 \times 10^{-5}$

Utslaget på den totala tågtrafiken (sammanlagt 5 427 tågkm/år) så innebär ovanstående urspårningsfrekvenser en genomsnittlig olyckskvot på ca $1,7 \times 10^{-8}$ per tågkm.

3.2.2 Brand i godståg

I tabell A.12 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på tågbrand på den aktuella järnvägssträckan.

Tabell A.12. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för brand i godståg på aktuell järnvägssträcka.

Scenario	Andel	Frekvens (per år) Prognosår 2045
Brand i godståg		6,6E-04
Mycket stor brand	3,7%	2,5E-05
Stor brand	32,7%	2,2E-04
Liten brand	46,7%	3,1E-04
Väldigt liten brand / rökutveckling	16,8%	1,1E-04

3.2.3 Järnvägsolycka med farligt gods

Olycksfrekvensen för järnvägsolycka med farligt gods beräknas utifrån motsvarande metodik som redovisas i avsnitt 3.2.1-3.2.2. Med hänsyn till potentiella följdscenarier så kommer beräkningarna att omfatta dels **järnvägsolycka utan brand** ($F_{\text{urspårning}} + F_{\text{sammanstötning}}$) och dels **järnvägsolycka med brand** ($F_{\text{tågbrand}}$).

Frekvensberäkningarna för järnvägsolycka med godståg innefattar även farligt godsvagnar.

Sannolikheten för att en farligt godsvagn ingår i det olycksdrabbade tåget och påverkas av olyckan beräknas utifrån andelen farligt godsvagnar i förhållande till det totala antalet godsvagnar (X).

Järnvägsolycka utan brand: Följdscenarier med farligt gods vid järnvägsolycka utan brand förknippas med starka påkänningar till följd av t.ex. att vagnar spårar ur eller påverkas av motsvarande kraftiga påkänningar. Vid en urspårning spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur /8/. Sannolikheten för att en farligt godsvagn spårar ur beräknas då utifrån följande ekvation:

$$P = 1 - (1-X)^{3,5}$$

Enligt tabell A.9 utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 5 % av den totala godstrafiken. Sannolikheten för att en farligt godsvagn spårar ur beräknas utifrån ovanstående ekvation till:

$$P = 1 - (1-0,05)^{3,5} = 16 \%$$

Med en total urspårningsfrekvens för godståg på $8,4 \times 10^{-5}$ per år (se tabell A.11) beräknas urspårningsfrekvensen för farligt godsvagn då till $16 \% \times 8,4 \times 10^{-5} = 1,4 \times 10^{-5}$ per år.

I tabell A.13 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka med farligt godsvagn är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. fördelningen av olyckor mellan de olika farligt godsklasserna är direkt kopplad till andelen av respektive klass (se fördelning enligt tabell 5 i huvudrapporten).

Tabell A.13. Beräknad olycksfrekvens för järnvägsolycka utan brand (totalt samt per farligt godsklass) på studerad järnvägssträcka (1 km).

Scenario	Järnvägsolycka med fago-vagn (per år)	
	Andel	Prognosår 2045
klass 1	0,1%*	1,4E-08
Klass 2	33,9%	4,6E-06
klass 3	27,4%	3,7E-06
klass 4	2,6%	3,6E-07
klass 5	17,1%	2,3E-06
klass 6	1,8%	2,5E-07
klass 7	0,0%	1,2E-09
klass 8	15,9%	2,2E-06
klass 9	1,3%	1,7E-07
Totalt		1,4E-05

*Siffran är justerad med hänsyn till att den nationella statistiken inte har visat på några, eller extremt få, transporter av klass 1 (explosiva ämnen) under den studerade perioden.

Järnvägsolycka med brand: Sannolikheten för att minst en farligt godsvagn är inblandad i tågbrand, givet brand i godståg, beräknas utifrån ekvationen: $P = X$.

Med en total frekvens för brand i godståg på $6,6 \times 10^{-4}$ per år (se tabell A.12) beräknas frekvensen för brand i farligt godsvagn då till $5\% \times 6,6 \times 10^{-4} = 3,2 \times 10^{-5}$ per år.

I tabell A.14 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med brand i farligt godsvagn. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. fördelningen av olyckor mellan de olika farligt godsklasserna är direkt kopplad till andelen av respektive klass.

Tabell A.14. Beräknad olycksfrekvens för järnvägsolycka med brand (totalt samt per farligt godsklass) på studerad järnvägssträcka (1 km).

Scenario	Järnvägsolycka med fago-vagn (per år)	
	Andel	Prognosår 2045
klass 1	0,1%	3,2E-08
Klass 2	33,9%	1,1E-05
klass 3	27,4%	8,9E-06
klass 4	2,6%	8,6E-07
klass 5	17,1%	5,5E-06
klass 6	1,8%	6,0E-07
klass 7	0,0%	3,0E-09
klass 8	15,9%	5,2E-06
klass 9	1,3%	4,2E-07
Totalt		3,2E-05

*Siffran är justerad med hänsyn till att den nationella statistiken inte har visat på några, eller extremt få, transporter av klass 1 (explosiva ämnen) under den studerade perioden.

Utifrån tabell A.13 och tabell A.14 beräknas att av samtliga järnvägsolyckor med farligt gods på den studerade sträckan så utgör brand i farligt godsvagn starthändelse till:

$$\frac{3,2 \times 10^{-5}}{1,4 \times 10^{-5} + 3,2 \times 10^{-5}} = 0,71$$

I de fortsatta beräkningarna avrundas ovanstående till 70 %.

Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt RID-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /16/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att riskgrupp 1.1 utgör 100 % av alla järnvägsvagnar med explosiva ämnen.

Det transporteras mycket begränsade mängder explosiva ämnen på järnväg i Sverige. Under den senaste 5 årsperioden redovisas sammanlagda mängder på enstaka ton, se avsnitt 3.4.3 i huvudrapporten. I den kartläggning som MSB (tidigare Räddningsverket) genomförde under september 2006 /17/ redovisades transportmängderna explosivämnen i kg, medan övriga farligt godsklasser redovisades i ton. På Värmlandsbanan redovisades 26-38 kg explosivämnen under september 2006. Uppräknat till ett år så skulle detta inte ens motsvara 0,5 ton.

Den genomsnittliga mängden explosivämnen antas motsvara högst 0,1 %, se tabell 3.2 i huvudrapporten. Detta är ett konservativt antagande i förhållande till vad den nationella statistiken redovisar. Antagandet skulle motsvara i genomsnitt 4,5 godsvagnar med klass 1 per år på den aktuella sträckan.

Konsekvenserna av en massexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. I RID-S anges ingen gräns för hur stora transportmängder massexplosiva ämnen som tillåts på järnväg utan maxmängder avgränsas rent teoretiskt av tillåtna axeltryck på den aktuella sträckan. Sannolikheten för att det skulle vara aktuellt med godsvagnar lastade med upp mot 50 ton massexplosiva ämnen bedöms dock vara extremt låg sett till de faktiska transportmängderna. Som maxgräns brukar ansättas 25 ton massexplosivt ämne per godsvagn.

Hur stor andel av godsvagnar med explosivämnen som rymmer stora mängder är oklart. Det saknas underlag för en tydlig bedömning av fördelningen mellan olika transportmängder med explosivämnen. Att ett stort antal godsvagnar skulle rymma stora mängder explosivämnen konstateras utifrån den nationella statistiken från Trafikanalys vara mycket osannolikt eftersom det då skulle motsvara i princip hela Sveriges sammanlagda transportmängd. Frekvensberäkningarna kommer att utgå från ett mycket grovt antagande att 1 % av alla godsvagnar med explosivämnen rymmer upp till 25 ton medan övriga är lastade med maximalt 1 ton.

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1 kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten.

/16/ RID-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2022:4, 2023

/17/ Kartläggning av farligt gods på järnväg under september månad 2006, Räddningsverket 2007 (www.msb.se)

I Bilaga 102 till Trafikverkets "TRVINFRA-00233 – Krav med Rådtext" /6/ redovisas ingångsvärden som kan användas för frekvensberäkning av bl.a. massexplosion i järnvägstransport med RID-klass 1. Olyckskvoten för en stor massexplosion (> 100 kg) i samband med järnvägstransport av RID-klass 1 anges till 5×10^{-11} per tonkm.

Olyckskvoten utgår från de mängder explosivämnen som transporteras på järnväg inom EU under en 25 årsperiod utan att det har dokumenterats någon stor explosion. Under 25 år har det inom EU, inkl. EES, Schweiz, Kroatien och Turkiet, transporterats ca 22,5 miljarder tonkm utan stor explosion, vilket innebär en lägre risk än $1/22,5 \times 10^9 = 4,4 \times 10^{-11}$ per tonkm. Olyckskvoten avrundas i /6/ till 5×10^{-11} per tonkm.

Prognostiserat antal farligt godsvagnar och andel explosivämnen på den aktuella sträckan år 2045 enligt tabell 5 i huvudrapporten samt antagna fördelningar mellan mängder per vagn enligt ovan skulle innebära följande totala transportmängd RID-klass:

$$4\,495 \text{ farligt godsvagnar} \times 0,1\% \text{ klass 1} \times (1 \text{ ton} \times 99\% + 25,0 \text{ ton} \times 1\%) = 5,57 \text{ ton per år}$$

För en studerad sträcka på 1,0 km ger detta följande transportarbete RID-klass 1:

$$5,57 \text{ ton per år} \times 1,0 \text{ km} = 5,57 \text{ tonkm per år}$$

Den sammanlagda olycksfrekvensen för stor massexplosion (> 100 kg) blir då:

$$5,57 \text{ tonkm/år} \times 5 \times 10^{-11} \text{ olyckor /tonkm} = 2,8 \times 10^{-10} \text{ per år}$$

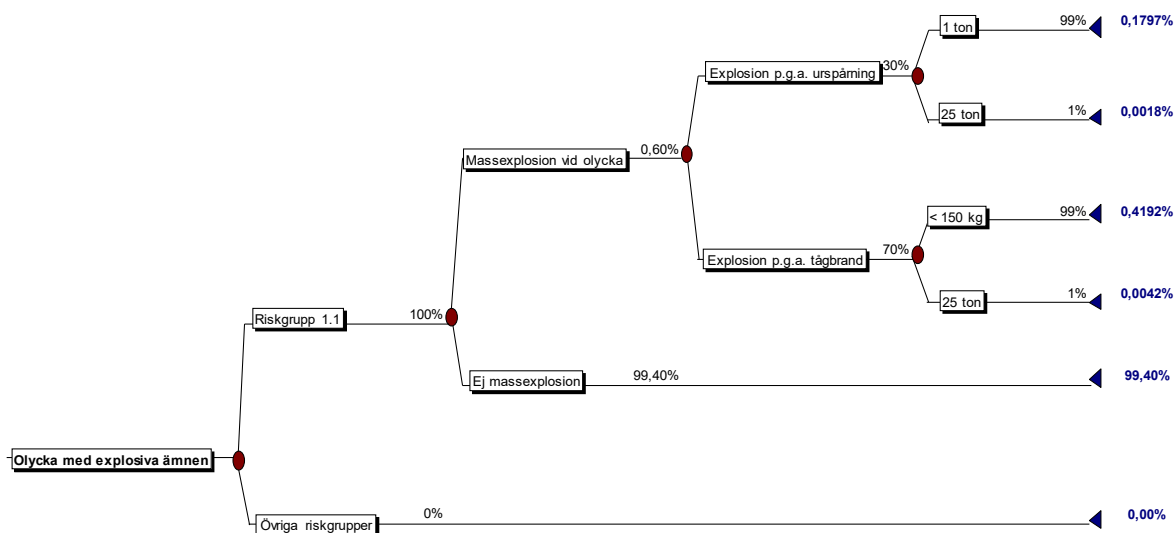
Enligt tabell A.13 och A.14 är den totala frekvensen för järnvägsolycka med klass 1 på den studerade sträckan (1 km) $1,4 \times 10^{-8} + 3,2 \times 10^{-8} = 4,6 \times 10^{-8}$ per år.

Givet järnvägsolycka med vagn med RID-klass 1.1 är sannolikheten för en stor massexplosion då:

$$\frac{2,8 \times 10^{-10}}{4,6 \times 10^{-8}} = 0,0061 = 0,61 \%$$

Det antas att sannolikheten för stor massexplosion är jämnt fördelad över de två orsakerna stora påkänningar vid urspårning eller kollision respektive tågbrand som sprids till lasten. Det som skiljer dessa händelseförlopp är tidsintervallet. En massexplosion p.g.a. starka påkänningar uppskattas ske momentant eller mycket kort efter själva händelsen. En massexplosion p.g.a. tågbrand antas däremot vara fördröjd eftersom det kommer att krävas en omfattande brand för att påverka lasten så att den exploderar. Tidsintervallet innebär att konsekvenserna av olycksscenarioet bedöms kunna variera.

Figur A.6 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.15. Den totala frekvensen för olycka med explosiva ämnen utgörs av frekvensen för järnvägsolycka med explosivämnen + frekvensen för tågbrand i vagn med explosiva ämnen, se ovan.



Figur A.6. Händelseträd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

Tabell A.15. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Scenario	Frekvens (per år)
	Prognosår 2045
Järnvägsolycka med explosivämne (klass 1)	4,61E-08
Urspärning	1,36E-08
Tågbrand	3,25E-08
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1), 100 %	
1 ton	2,76E-10
- P.g.a. starka påkänningar	8,28E-11
- P.g.a. tågbrand	1,93E-10
25 ton	2,79E-12
- P.g.a. starka påkänningar	8,36E-13
- P.g.a. tågbrand	1,95E-12

Klass 2. Gaser

Enligt avsnitt 2.2.2 så delas gaser (klass 2) in i tre undergrupper:

- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.2. Icke giftiga och icke brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga icke brännbara gaser

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Studerad statistik från Trafikanalys /18/ redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /17/. Kartläggningen redovisar intervall för respektive undergrupp. Generellt i Sverige utgör klass 2.1 brännbara gaser samt klass 2.2-gaser en majoritet av transporterna medan, giftiga gaser utgör en mycket låg andel. Kartläggningen från 2006 redovisar dock endast giftiga gaser på Värmlandsbanan (0-700 ton under september 2006). Sett till ett större regionalt område så redovisades väldigt få gastransporter.

Ovanstående fördelning skiljer sig relativt mycket mot antagna fördelningar som använts i tidigare analyser av olycksrisker med trafik på järnväg. Med hänsyn till antagandet att mängden farligt gods och fördelningen mellan RID-klasser på Värmlandsbanan motsvarar nationella snittet så bedöms det vara mycket konservativt att anta fördelningen mellan olika undergrupper utifrån MSB:s kartläggning från 2006. I frekvensberäkningarna antas en jämn fördelning mellan klass 2.1 och klass 2.3.

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av järnvägsolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckcondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för utsläpp är mycket låg. Generellt gäller att tjockväggiga tankar har en sannolikhet för läckage som är 1/30 av den för tunnväggiga tankar /8/. I /8/ anges en fördelning mellan litet, medelstort respektive stort utsläpp för tunnväggiga respektive tjockväggiga järnvägstankar. För tunnväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp 30 %.

Observera att det i /8/ redovisas en *not* att de sannolikheter som är angivna för tjockväggiga tankar främst har angetts för att markera att sannolikheten för utsläpp är mycket nära 0. Med hänsyn till detta kommer utsläppsfördelningen att utgå från ovanstående uppgifter om en generell reduktion av sannolikheten för utsläpp från tjockväggiga tankar i förhållande till tunnväggiga tankar. För tjockväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp då 1 %.

I /8/ anges en fördelning mellan olika utsläppsstorlekar för järnvägstankar givet utsläpp: litet (62,5 %); medelstort (20,8 %); stort utsläpp (16,7 %). Värdena avser både tunnväggiga och tjockväggiga vagnar.

I konsekvensberäkningarna studeras endast litet respektive stort läckage. I de fortsatta beräkningarna antas det grovt att samtliga medelstora utsläpp motsvarar stora utsläpp. Sannolikheten för litet (punktering) respektive stort utsläpp givet olycka är då ca 0,625 % respektive ca 0,375 %.

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.
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där hela en tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en brand under en längre tid vilket hettar upp den kondenserade gasen så att den kokar upp och expanderar tills tanken exploderar.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp på järnväg finns fördelningsstatistik /10/:

/18/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Bantrafik 2018 (Rapportnr 2019:17); Bantrafik 2019 (Rapportnr 2020:19); Bantrafik 2020 (Rapportnr 2021:23); Bantrafik 2021 (Rapportnr 2022:24); Bantrafik 2022 (Rapportnr 2023:23)

	Litet	Stort
• omedelbar antändning: (jetflamma)	10 %	20 %
• fördröjd antändning: (gasmolnsexplosion)	0 %	50 %
• ingen antändning:	90 %	30 %

BLEVE är förkortning för skadescenariot *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*. En BLEVE är en explosion där en brännbar gas eller ånga uppnår så högt tryck att godsvagnen kollapsar och det finns en tändkälla som antänder hela vagnens innehåll momentant. Skadescenariot innebär ett mycket omfattande skadeområde.

Sannolikheten för en BLEVE är mycket låg då den förutsätter en kraftig och långvarig brandpåverkan av en oskadad tankvagn som dessutom saknar fungerande säkerhetsventil. Branden hettar då upp tanken så mycket att trycket byggs upp till över tankens dimensioneringstryck så den till slut rämnar. Detta bedöms t.ex. kunna vara följdscenarier orsakade av en tågbrand som är så omfattande att stora delar av den oskadade tankvagnen påverkas under en längre tid.

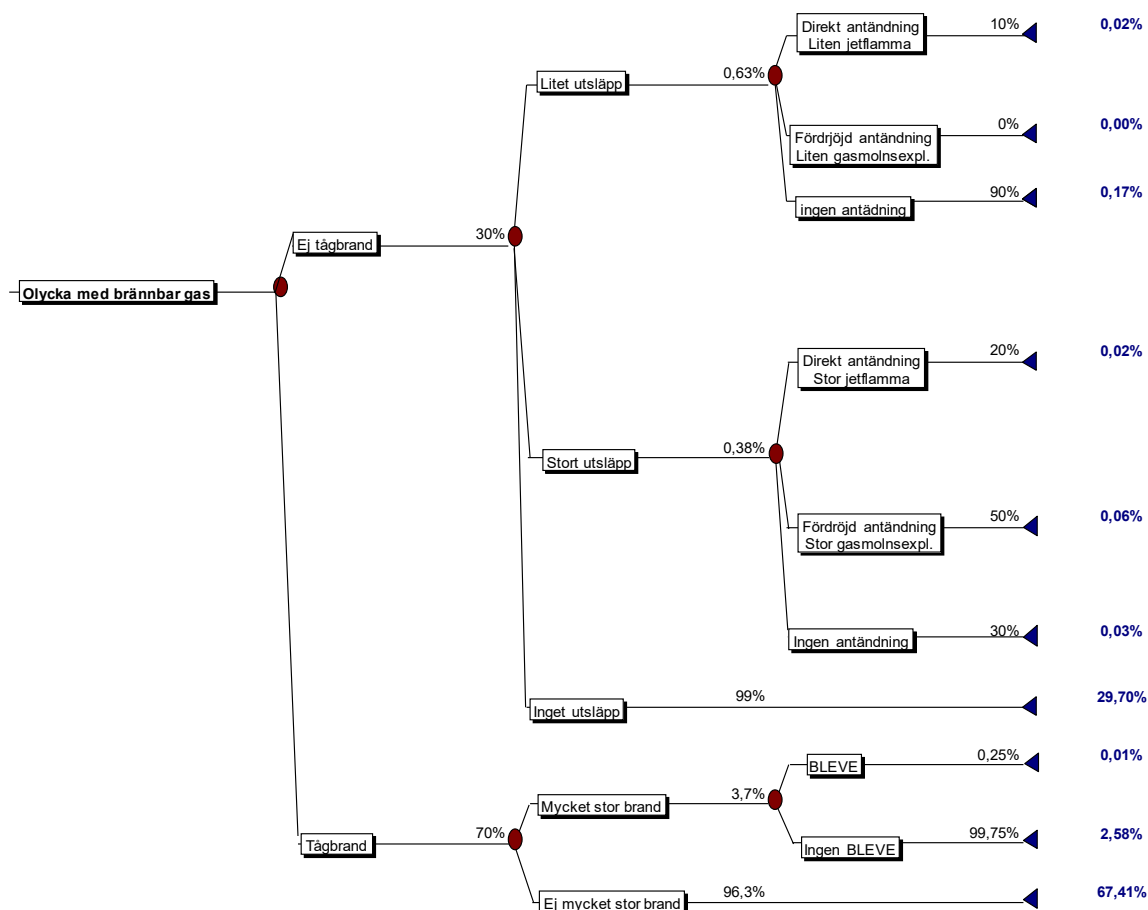
Fördelningen mellan antändningstyper och följdscenarier enligt ovan är beroende av utsläppsstorleken. Sannolikheten för BLEVE kommer att uppskattas utifrån nedanstående fördelning som utgör en sammanvägning av olika riskkällor som redovisas i /9/ (motsvarar fördelningen för stort utsläpp enligt ovan):

• ingen antändning:	30 %
• omedelbar antändning:	19 %
• fördröjd antändning:	50 %
• BLEVE:	1 %

Ovanstående sannolikhetsfördelning kan jämföras med olycksstatistik över bränder i godståg. De grundläggande förutsättningarna som krävs för att en järnvägsolycka ska kunna leda till BLEVE, d.v.s. en kraftig och långvarig brandpåverkan kan likställas med definitionen av mycket stor brand enligt tabell A.10 i avsnitt 3.1.2 (branden är så stor att motsvarande en hel vagn blivit utbränd eller att beskrivningen i insatsrapporten visar på en brand som varit svårt att släcka p.g.a. intensitet eller omfattning). I tabell A.10 anges att sannolikheten för mycket stor brand givet brand i godståg är 3,7 %.

Med ovanstående uppgifter kring förhållandet olycka med och utan brand, samt sannolikheten för utsläpp och mellan sannolikheten för stor gasmolnsexplosion och BLEVE givet olycka med RID-klass 2.1 så görs ett grovt antagande att högst 0,25 % av alla mycket stora bränder leder till BLEVE. Detta bedöms vara ett mycket konservativt antagande med hänsyn till vad det innebär för fördelning mellan BLEVE och övriga skadescenarier.

Figur A.7 redovisar händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.16.



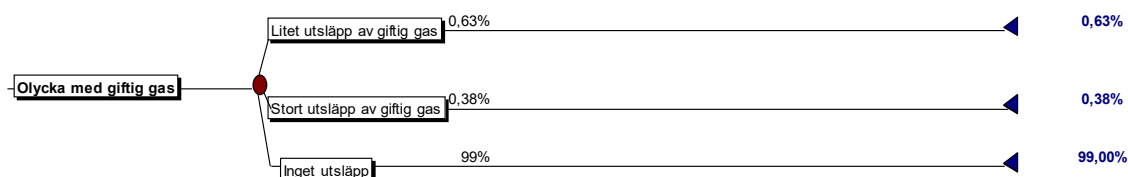
Figur A.7. Händelseträd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

Tabell A.16. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Scenario	Frekvens (per år)
Järnvägsolycka med gas (klass 2)	1,6E-05
Järnvägsolycka utan brand	4,6E-06
Järnvägsolycka med brand	1,1E-05
Järnvägsolycka med klass 2.1 (50 %)	7,8E-06
Direkt antändning av litet utsläpp - jetflamma	1,5E-09
Fördröjd antändning av litet utsläpp	0,0E+00
Direkt antändning av stort utsläpp - jetflamma	1,8E-09
Fördröjd antändning av stort utsläpp	4,4E-09
BLEVE	5,1E-10

För **giftiga gaser** studeras följande scenarier beroende av läckagestorlek: litet utsläpp respektive stort utsläpp.

Figur A.8 redovisar händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftiga gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.17.



Figur A.8. Händelsetråd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.17. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Scenario	Frekvens (per år)
	Prognosår 2045
Järnvägsolycka med gas (klass 2)	1,6E-05
Järnvägsolycka med klass 2.3 (50%)	7,8E-06
Litet utsläpp giftig gas	4,9E-08
Stort utsläpp giftig gas	2,9E-08

Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor (klass 3) transporteras normalt i tunnväggiga tankar. Detta medför en högre sannolikhet för läckage till följd av en järnvägsolycka jämfört med vid en olycka med gastransporter som transporteras i tjockväggiga vagnar, se avsnitt *Klass 2. Gaser* ovan.

För tunnväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp 30 % /8/.

I /8/ anges en fördelning mellan olika utsläppsstorlekar för järnvägstankar givet utsläpp: litet (62,5 %); medelstort (20,8 %); stort utsläpp (16,7 %).

I konsekvensberäkningarna studeras endast litet respektive stort läckage. I de fortsatta beräkningarna antas det grovt att samtliga medelstora utsläpp motsvarar stora utsläpp. Sannolikheten för litet (punktering) respektive stort utsläpp givet olycka är då ca 19 % respektive ca 11 %.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för antändning. För utsläpp på järnväg finns fördelningsstatistik /19/:

- Litet läckage: 10 %
- Stort läckage: 30 %

Omfattande brand kan även uppstå om en tågbrand sprider sig till en godsvagn med brandfarliga vätskor och branden hettar upp tanken så att den rämnar. Detta bedöms t.ex. kunna vara följdscenarier orsakade av en tågbrand som är så omfattande att stora delar av den oskadade tankvagnen påverkas under en längre tid.

Sannolikheten för brand i brandfarlig vätska givet en brand i godståg antas på motsvarande sätt som sannolikheten för BLEVE i avsnitt *Klass 2. Gaser*. Hänsyn tas till att brandfarlig vätska transporteras i tunnväggig tankvagn som antas kunna rämna vid mindre brandpåverkan än en tjockväggig tank.

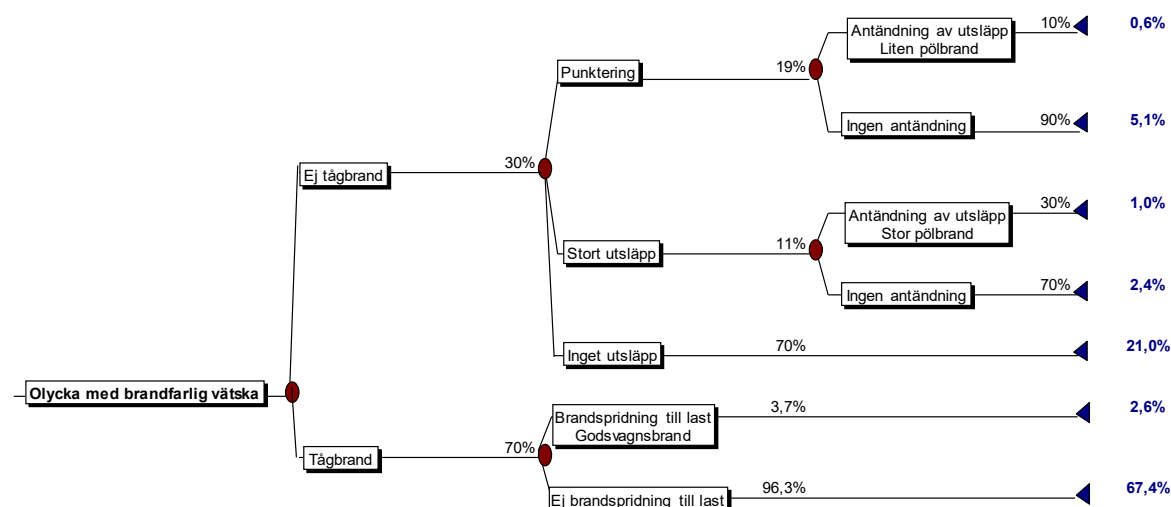
Utifrån beräkningarna ovan bedöms brand i godståg utgöra starthändelse till ca 70 % av samtliga järnvägsolyckor med farligt gods på den studerade sträckan.

Med hänsyn till gällande transport- och förpackningsregler enligt RID-S förutsätts att tågbranden är så omfattande att större delar av tanken påverkas under en längre tid samtidigt som tanken skadas så mycket att det sker ett utsläpp för att branden ska antas antända den brandfarliga vätskan.

Enligt tabell A.5 i avsnitt 2.2.2 är sannolikheten för mycket stor brand givet brand i godståg 3,7 %. Det antas konservativt att sannolikheten för antändning av brandfarlig vätska är 100 % givet mycket stor brand där vagn med RID-klass 3 är inblandad.

/19/ Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994

Figur A.9 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.18.



Figur A.9. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.18. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska.

Scenario	Frekvens (per år)
	Prognosår 2045
Järnvägsolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	1,26E-05
Urspårning	3,71E-06
Tågbrand	8,89E-06
Liten pölbrand	7,09E-08
Stor pölbrand	1,28E-07
Godsvagnsbrand	3,26E-07

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Enligt regelverket RID-S /16/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Andelen av de organiska peroxiderna på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid brand eller vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad. Utifrån den nationella statistiken från Trafikanalys utgör dock organiska peroxider en liten andel (< 5 %) av de totala transportmängderna av klass 5.

En stor del av den transporterade mängden klass 5-varor som är förknippade med explosionspotential efter förorening är ammoniumnitrat, som utgör ett fast oxiderande ämne (nyttjas vid framställning av sprängämne/emulsionsmatris samt konstgödsel).

Enligt RID-S /16/ är det inte tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % av brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolekivalent) utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att 100 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på järnvägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid brand eller vid förorening med brännbart material. I utredningen ansätts samtliga klass 5-varor utgöras av ammoniumnitrat.

Sannolikhet för explosion p.g.a. urspårning:

Oxiderande ämnen och organiska peroxider transporteras normalt i tunnväggiga tankar eller motsvarande förvaring. Den sammanvägda sannolikheten för utsläpp på den aktuella sträckan givet en urspårning är 30,0 %, se avsnitt *Klass 3. Brandfarliga vätskor*.

Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska förorenas med tillräckligt mycket brännbart material att det bildas en omfattande blandning antas som låg, 1 % (i princip krävs att en tank med brännbar vätska skadas i närheten för att risk för omfattande förorening och blandning föreligger). Vidare antas att sannolikheten för förbränning av blandningen givet förorening och blandning vara högst 10 %.

Förbränningen antas kunna leda till explosionsartade brandförlopp alternativt till en kraftig brand där det utläckta godset fungerar brandunderstödjande. Sannolikheten för att förbränningen leder till explosionsartat brandförlopp uppskattas till högst 10 % och i övriga fall antas det utläckta godset fungera brandunderstödjande så att brandförloppet motsvarar en mycket stor brand.

Sannolikhet för explosion vid tågbrand:

Det finns detaljerade regler för hur oxiderande ämnen och organiska peroxider skall förpackas och hanteras vid transport /16/, vilket innebär en begränsad sannolikhet för att en tågbrand ska påverka godset i sådan omfattning att det detonerar.

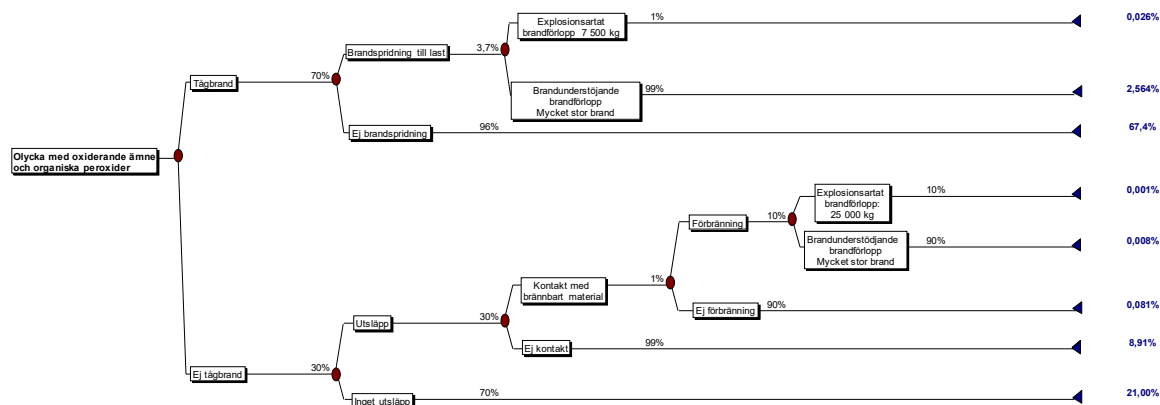
Sannolikheten för att en brand i godståg leder till upphettning av oxiderande ämne och i sin tur risk för ett explosionsartat brandförlopp antas på motsvarande sätt som sannolikheten för brandspridning till en vagn med brandfarlig vätska i avsnitt 6.3.3. Oxiderande ämnen förutsätts också transporteras i tunnväggig tankvagn, se ovan.

Utifrån beräkningarna i avsnitt 3.2.2 bedöms brand i godståg utgöra starthändelse till ca 70 % av samtliga järnvägsolyckor med farligt gods på den studerade sträckan.

Med hänsyn till gällande transport- och förpackningsregler enligt RID-S förutsätts att tågbranden är så omfattande att större delar av tanken påverkas under en längre tid samtidigt som tanken skadas så mycket att det sker ett utsläpp för att branden ska antas innebära extern upphettning av det oxiderande ämnet.

Utifrån beskrivningen ovan antas att 3,7 % av alla godstågsbränder där vagn med RID-klass 5 är inblandad leder till en så omfattande brand att lasten hettas upp, vilket kan leda till ett förvärrat brandförlopp. Det antas konservativt att sannolikheten för upphettning av det oxiderande ämnet är 100 % givet mycket stor brand där vagn med RID-klass 5 är inblandad. Med hänsyn till gällande regler så antas dock sannolikheten för att tågbranden och efterföljande upphettning av lasten leder till ett explosionsartat brandförlopp vara mycket låg, uppskattningsvis högst 1 %. I övriga fall där branden hettar upp lasten antas det utläckta godset fungera brandunderstödjande så att brandförloppet motsvarar en mycket stor brand.

Figur A.10 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av klass 5 som redovisar de förutsättningar som krävs för olika skadescenarier. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.19.



Figur A.10. Händelseträd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.19. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Frekvens (per år)
	Prognosår 2040
Järnvägsolycka med oxiderande ämne (klass 5)	7,85E-06
Järnvägsolycka utan brand	2,31E-06
Järnvägsolycka med brand	5,54E-06
Explosionsartat brandförlopp utan blandning av bränsle (motsvarande 7 500 kg ekvivalent trotyl)	2,03E-09
Explosionsartat brandförlopp med blandning av bränsle (motsvarande 25 000 kg ekvivalent trotyl)	7,07E-11
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande mycket stor brand i godståg)	2,02E-07
- P.g.a. tågbrand	2,01E-07
- P.g.a. förorening av brännbart material	6,36E-10

Bilaga B - Konsekvensberäkningar**Uppdragsnamn**

Norra Ämterud, Eda kommun

Uppdragsgivare

High 5 Fastigheter AB

Uppdragsnummer

509492

Datum

2025-04-07

Handläggare

Erik Hall Midholm

Egenkontroll

EMM 2025-04-07

Internkontroll

RKL 2025-04-07

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom det studerade planområdet.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med omgivande riskobjekt:

Väg 61 (Primär transportled för farligt gods)

- Olycka vid transport av farligt gods
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)
 - Utsläpp av frätande ämne (klass 8)

Värmlandsbanan (järnväg)

- Olycka vid transport av farligt gods
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)

Urspåring och tågbrand samt olycka med frätande ämne (klass 8) på Värmlandsbanan kommer inte att omfattas med hänsyn till att avståndet mellan järnvägen och det aktuella planområdet överstiger potentiella skadeavstånd. Dessa olycksrisker har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet.

I riskanalysen används riskmåttet **individerisk**. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område. Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

2. Beräkning av skadeavstånd/-områden

2.1 Olycka med farligt godsklass 1. Explosiva ämnen

2.1.1 Metodik

Enligt bilaga A begränsas den detaljerade riskanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom kringliggande områden utmed respektive riskkälla.

Konsekvensberäkningarna omfattar följande tre explosionsscenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

- 1 000 kg (inkluderar ca 99 % av transporter på järnväg respektive väg)
- 16 000 kg (max transport på väg)
- 25 000 kg (max transport på järnväg)

Konsekvensberäkningarna följer den metodik som anges i MSB:s rapport *Luftstöt våg /1/*. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck (P_c) och impuls (I_c). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas:

$$I_c/I_+ + P_c/P_+ \geq 1$$

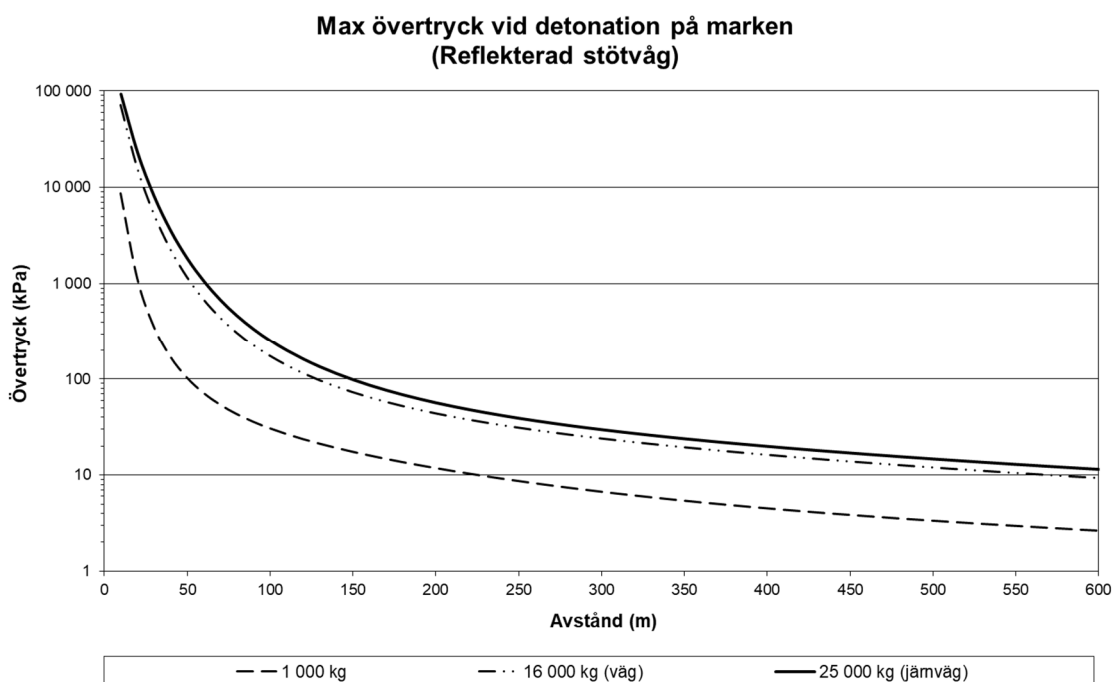
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I Figur B.1 och B.2 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av $1,8 \cdot X$ kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck (180°).

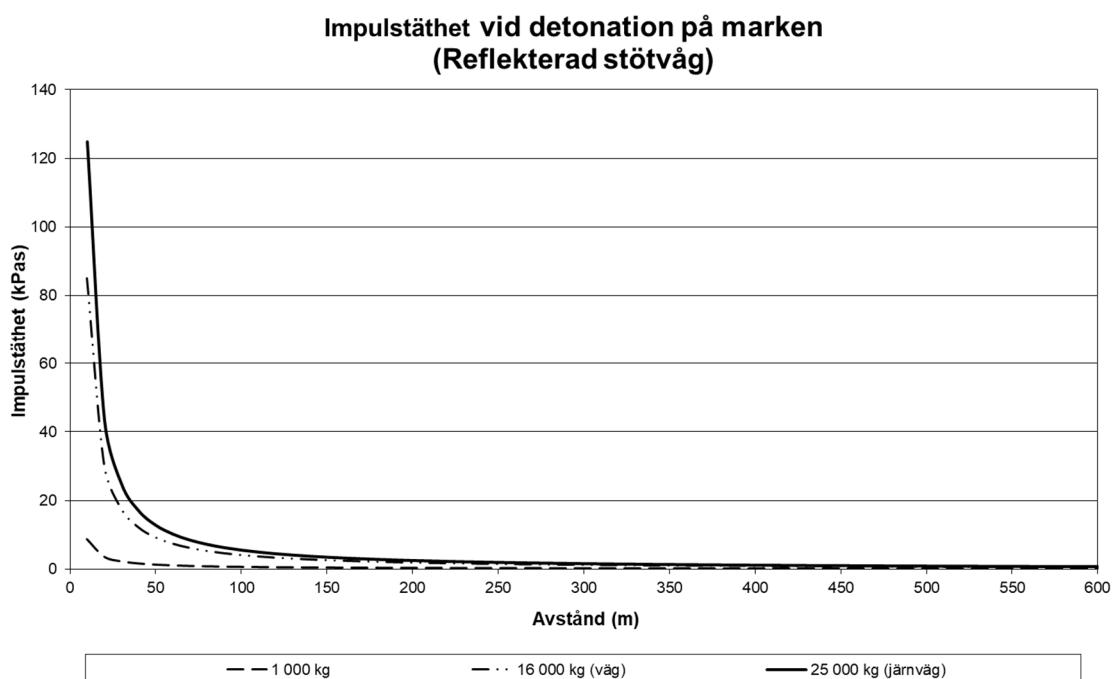
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel:

$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$

/1/ Luftstöt våg, Morgan Johansson (Reinertsen Sverige AB), MSB, senast reviderad 2012



Figur B.1. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.2. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

2.1.2 Bedömningskriterier

Inomhus: Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) i förhållande till byggnadsdelarnas karaktäristiska tryck (P_c) och impuls (I_c), se ekvationen ovan. I tabell B.1 anges karaktäristiska tryck (P_c) respektive impulstäthet (I_c) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /2/.

Tabell B.1. Karaktäristiska tryck (P_c) respektive impuls (I_c) för olika byggnadsdelar.

Byggnadsdel	P_c (kPa)	I_c (kPas)
Bärande konstruktioner		
<i>Stomme i platsgjuten betong</i>		
- Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
- Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
<i>Stomme i monterad betong</i>		
- Pelar/balk-stomme	200	3,1
- Bärande väggar i elementhus	200	3,1
Icke bärande konstruktioner		
- Lätta utfackningsväggar (plåtkassetter) i pelarhus	5	0,5
- Medeltunga utfackningsväggar (regelstomme & fasadtegelskal)	5	1,0

De infallande tryck som redovisas i figur B.1 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket.

Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med upp till ca 50 % i förhållande till vad som anges i figur B.1 respektive figur B.2. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

Sannolikheten för att omkomma inomhus är beroende av antalet våningsplan i byggnaden och ökar med ökande våningsantal. I konsekvensberäkningarna kommer det uppskattas grovt att 100 % av personer som vistas inom totalkollapsade byggnadsdelar omkommer. Inom byggnadsdelar som endast rasar lokalt antas ca 15 % omkomma.

Utomhus: En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går gränsen för dödliga skador vid /3/:

- | | | | |
|----------------|---------|----------------|---------|
| • 1 % omkomna | 180 kPa | • 90 % omkomna | 300 kPa |
| • 10 % omkomna | 210 kPa | • 99 % omkomna | 350 kPa |
| • 50 % omkomna | 260 kPa | | |

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. För de beräknade skadeavstånden som redovisas i ovan uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

-
- /2/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)
- /3/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

- 1 000 kg: 25 %
- 16 000 kg: 100 %
- 25 000 kg 100 %

2.1.3 Resultat

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Denna bedömning har resulterat i skadeavstånd för respektive skadescenario. I tabell B.2 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Beräkning/bedömning av skadeavstånden avseende skyddad bebyggelse utgår från planerad bebyggelse för det aktuella planområdet med hänsyn till avstånd mellan riskkälla och närmaste bebyggelse. För skadescenarier där skadeavståndet för oskyddad bebyggelse understiger avståndet mellan riskkälla och bebyggelse görs exempelvis ingen reduktion av skadeavstånden för skyddad bebyggelse.

Tabell B.2. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
1 000 kg massexplosion (inkluderar ca 99 % av transporter på järnväg resp. väg)	100 % <u>inomhus</u>	30	30
	15 % <u>inomhus</u>	80	40
	25 % <u>utomhus</u>	25	25
16 000 kg massexplosion (max vikt vägtransport)	100 % <u>inomhus</u>	70	50
	15 % <u>inomhus</u>	350	200
	50 % <u>utomhus</u>	50	40
25 000 kg massexplosion (max vikt järnvägstransport)	100 % <u>inomhus</u>	90	60
	15 % <u>inomhus</u>	450	250
	100 % <u>utomhus</u>	100	70

2.2 Olycka med farligt godsklass 2.1 Brännbara gaser

2.2.1 Metodik

För brännbara gaser kan följande 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.

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 utifrån följande förutsättningar:

- Järnväg: Tankvagn med total mängd ca 25 ton tryckkondenserad gas
- Väg: Tankbil med total mängd ca 25 ton tryckkondenserad gas

Nedan redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

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

Enligt händelsetråd i bilaga A så delas skadescenarierna jetflamma (direkt antändning) respektive gasmolnexplosion (fördröjd antändning) vid olycka på järnväg upp i litet respektive stort utsläpp. Vid olycka på väg delas skadescenarierna upp i medelstort respektive stort utsläpp.

Avseende olycka på järnväg har skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion simulerats för följande utsläppsstorlekar som är hämtade ur rapporten *Farligt gods – riskbedömning vid transport /4/*:

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Stort utsläpp: 11,7 kg/s

Avseende olycka på väg har skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion simulerats för följande utsläppsstorlekar /4/:

- Medelstort utsläpp: 0,9 kg/s
- Stort utsläpp: 17,8 kg/s

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

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

BLEVE simuleras utifrån förutsättningen att hela tanken inkluderas i explosionen, d.v.s. 25 ton brännbar gas.

2.2.2 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 /3/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. I riskberäkningarna uppskattas det grovt att ca 50-100 % av de människor som vistas inom belyst skadeområde enligt tabell B.6 riskerar att omkomma.

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. För jetflamma uppskattas det 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-3:e 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 omkommer.

För gasmolnsexplosion och BLEVE bedöms sannolikheten för brandspridning vara låg med hänsyn till kortvariga brandförlopp. Konsekvenser inomhus kan dock uppstå p.g.a. tryckpåverkan. Utifrån detta uppskattas grovt att 5 % av personer som befinner sig inomhus inom belyst skadezon enligt tabell B.3 förväntas omkomma.

2.2.3 Resultat

I tabell B.3 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Beräkningarna i **Gasol** utgår från fri spridning av gas och tar ingen hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera jetflammans längd, spridningen av gasmoln respektive BLEVE m.m. vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. Planerad bebyggelse enligt avsnitt 3 bedöms reducera skadeavståndet (längden) för respektive scenario med åtminstone 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**. I tabellen redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse. För skadescenarier med mindre skadeavstånd än avståndet till planerad bebyggelse görs ingen reduktion.

Tabell B.3. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Olycka på väg					
Medelstor jetflamma 0,9 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	15	15	15	15
Medelstor gasmolnsexplosion 0,9 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	50	70	50	50
Stor jetflamma 17,8 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	60	55	60	40
Stor gasmolnsexplosion 17,8 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	215	185	215	100
BLEVE 25 ton gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	440	220	440	150

Tabell B.3. Forts.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Olycka på järnväg					
Liten jetflamma 0,09 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	6	5	6	5
Liten gasmolnexplosion 0,09 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	2	5	2	5
Stor jetflamma 11,7 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	50	45	50	25
Stor gasmolnexplosion 11,7 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	165	145	165	75
BLEVE 25 ton gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	440	220	440	150

2.3 Olycka med farligt godsklass 2.3 Giftiga gaser

2.3.1 Metodik

För olycksscenario utsläpp av giftig gas beräknas storleken på det område där koncentrationen av den giftiga gasen antas var dödlig (inomhus och utomhus) med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2**.

Avseende olycka väg utförs simuleringarna för tryckkondenserad ammoniak, vilket är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägar i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg.

Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca 24 ton ammoniak.

Avseende olycka på järnväg utförs simuleringar utifrån antagandet att transporten rymmer tryckkondenserad klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn rymmandes ca 65 ton klor.

Nedan redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

	<u>Järnväg</u>	<u>Väg</u>
- Kemikalier:	Klor	Ammoniak
- Emballage:	Järnvägsvagn (65 ton)	Tankbil (24 ton)
- Bebyggelse:	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
- Lagringstemperatur:	15°C	15°C
- Väder:	15°C, vår, dag och klart	15°C, vår, dag och klart

Enligt händelseträd i bilaga A så delas utsläpp med giftig gas vid olycka på järnväg upp i litet respektive stort utsläpp. Vid olycka på väg delas skadescenarierna upp i medelstort respektive stort utsläpp.

Avseende olycka på väg har följande utsläppsstorlekar simulerats, vilka är fördefinierade i **Spridning i Luft 1.2**:

- Medelstort utsläpp (brott på rör): 10 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 85 kg/s

Avseende olycka på järnväg har följande utsläppsstorlekar simulerats, vilka är fördefinierade i **Spridning i Luft 1.2**:

- Litet utsläpp (packningsläckage): 0,45 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 112 kg/s

Gasernas spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft 1.2** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Skadeområdena för ett utsläpp av giftig gas blir större ju lägre vindstyrkan är. I simuleringarna antas därför vindstyrkan vara relativt låg, ca 3 m/s.

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas konservativt att ventilationsintagen för samtlig bebyggelse är placerade högst 3 meter över marken.

2.3.2 Bedömningskriterier

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläppets riktning.

2.3.3 Resultat

I tabell B.4 och tabell B.5 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Enligt metodbeskrivningen ovan utgår beräkningarna i **Spridning i Luft 1.2** från bebyggelse med avseende på ytråheten (d.v.s. möjligheten för gasmolnet att spridas). Beräkningarna avser relativt fri spridning av gas som inte tar någon hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera spridningen av gasmoln vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Föreslagen bebyggelsestruktur med en förtätning av bebyggelsen i direkt anslutning till riskkällorna bedöms ha en avskärmande effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive scenario, med upp till ca 25-50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**. Detta kommer att beaktas vid beräkning av antal omkomna.

Tabell B.4. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser. **Väg (ammoniak).**

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd
Medelstort utsläpp 10 kg/s ammoniak	100%	0	0	20	30
	50%	10	20	30	60
	5%	20	35	50	90
Stort utsläpp 85 kg/s ammoniak	100%	10	10	100	160
	50%	25	55	130	225
	5%	40	100	150	275

Tabell B.5. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser. Järnväg (klor).

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp 0,45 kg/s klor	100%	0	0	4	10
	50%	0	0	20	30
	5%	4	15	30	50
Stort utsläpp 112 kg/s klor	100%	20	50	140	250
	50%	80	260	240	370
	5%	190	345	360	430

2.4 Olycka med farligt godsklass 3. Brandfarliga vätskor

2.4.1 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 pölbrands scenarier:

- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /5/ (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 /6/.

Flamhöjd (H_F) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /7/:

$$H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_F = D / 6$.

/5/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/6/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/7/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

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 flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /8/:

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

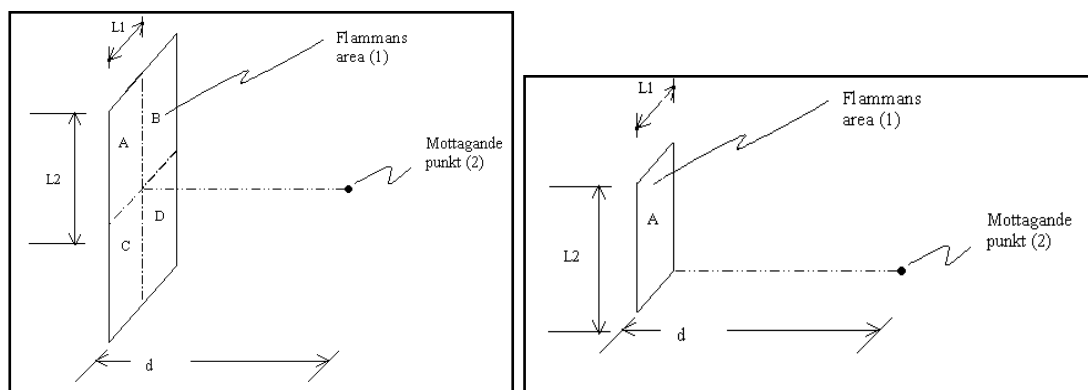
Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se Figur 3.3). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden 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 /9/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

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.3.



Figur B.3. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /10/:

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

$X = \frac{L_1}{d}$ och $Y = \frac{L_2}{d}$ enligt Figur B.3.

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m^2) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom:

$$I = F \times I_0$$

Beräkningarna utgår konservativt från att strålningen fritt kan spridas mot planområdet.

/8/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/9/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/10/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

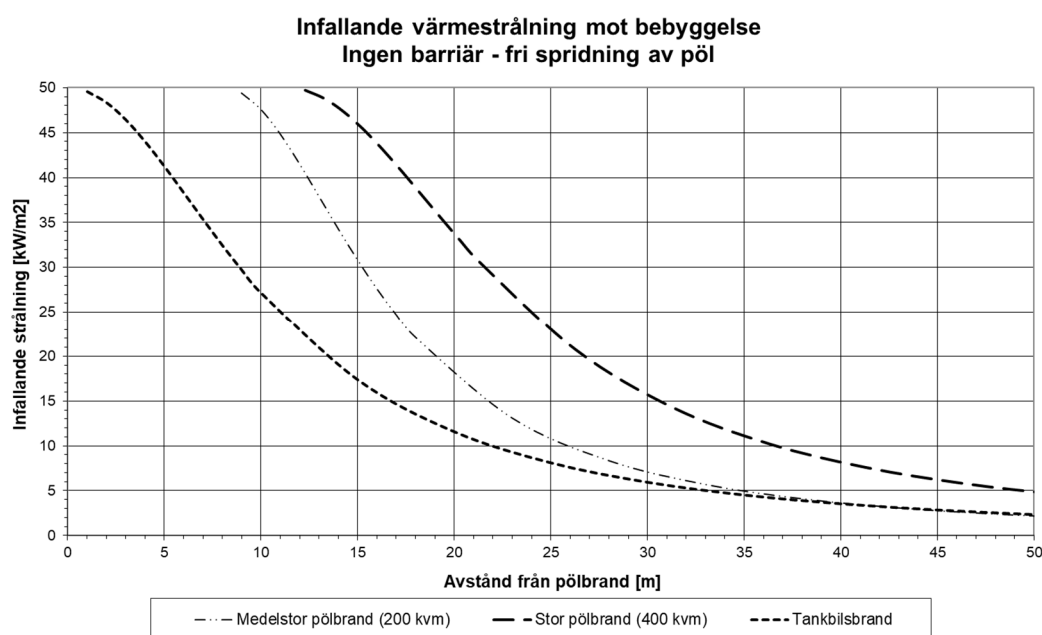
Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se Tabell B.6).

Tabell B.6. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flamhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_o (kW/m ²)
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7
Tankbilsbrand	300	300 000	19,5	19,5	40,0

Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. Enligt Tabell B.5 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. 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.4 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från branden. I figuren beaktas även pölens radie.



Figur B.4. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand respektive tankbilsbrand.

2.4.2 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.

I Tabell B.7 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Enligt avsnitt 2.2.2 uppskattas att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma.

Tabell B.7. Effekter av olika strålningsnivåer /3,6/.

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m ⁻²]
Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud	≤ 1
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 1 minut	
- 100 % sannolikhet	19
- 50 % sannolikhet	7,5
Ingen smärta vid bestrålning av bar hud under 1 minut	< 2,5
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 20 sekunder	
- 100 % sannolikhet	43
- 50 % sannolikhet	17
Outhärdlig smärta vid bestrålning av bar hud under 2 sekunder	20
Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner	
med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20
Antändning av obehandlat trä	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

En person som befinner sig utomhus och 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. De strålningsnivåer och effekter som anges i Tabell B.7 har i Tabell B.8 omvandlats till en uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus.

Tabell B.8. Uppskattad sannolikhet för oskyddad person utomhus att omkomma som funktion av strålningsnivån vid pölbrand.

Strålningsnivå	Andel omkomna
10 kW/m ²	5 %
60 kW/m ²	15 %
80 kW/m ²	100 %

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Utifrån Tabell B.6 så uppskattas den kritiska värmestrålningen vara 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas. 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.

2.4.3 Resultat

I tabell B.9 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån redovisade förutsättningar.

Tabell B.9. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
Medelstor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	22
	100 % <u>utomhus</u>	13
	15 % <u>utomhus</u>	22
	5 % <u>utomhus</u>	25
Stor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	30
	100 % <u>utomhus</u>	18
	15 % <u>utomhus</u>	30
	5 % <u>utomhus</u>	36
Tankbilsbrand	5 % <u>inomhus</u>	17
	100 % <u>utomhus</u>	7
	15 % <u>utomhus</u>	17
	5 % <u>utomhus</u>	22

2.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

2.5.1 Metodik

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider ska normalt inte leda till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligt godsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), kan leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Explosionen kan då liknas vid en explosion av massexplosiva ämnen.

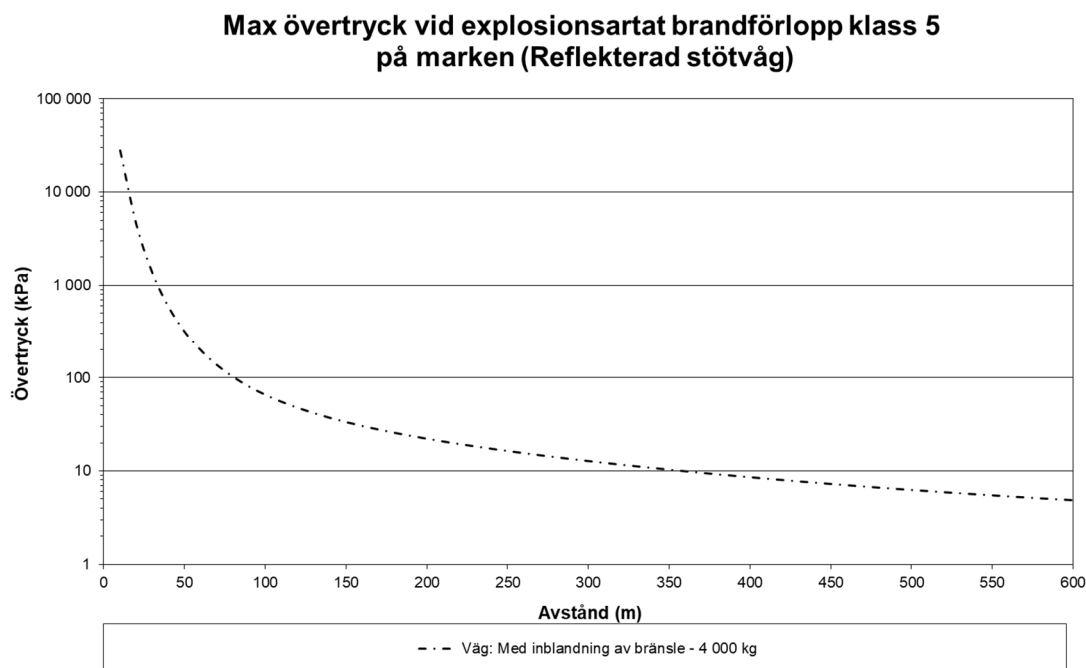
Vid transport på **väg** kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Enligt den analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /11/ kan en optimal blandning motsvara en massexplosion på upp till ca 4 ton trotyl.

Konsekvensberäkningarna för dessa skadescenarier följer den metodik som redovisas i avsnitt 2.1.

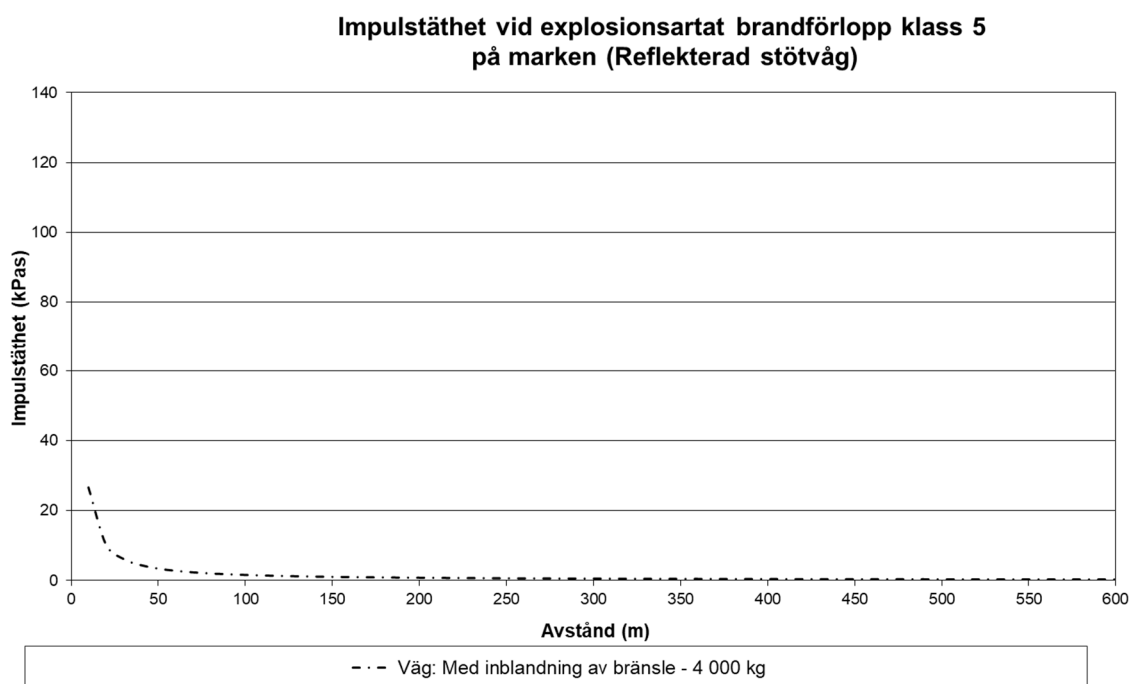
För de olycksscenarier där explosion inte inträffar kan klass 5-ämnet ändå vara brandunderstödjande och innebära ett mycket kraftigt brandförlopp. Ett brandunderstödjande brandförlopp vid olycka med klass 5 antas motsvara en tankbilsbrand med brandfarlig vätska, se avsnitt 2.4.

I figur B.5 och figur B.6 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av 1,8·X kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

/11/ FOI Memo 2774 – Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI, 2009-04-20



Figur B.5. Max övertryck som funktion av avståndet från explosionsartat brandförlopp med klass 5 på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.6. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosionsartat brandförlopp med klass 5 på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

Konsekvensberäkningarna för brandunderstödjande brandförlopp följer den metodik som redovisas i avsnitt 2.4. Aktuellt scenario med brandunderstödjande brandförlopp antas motsvara en tankbilsbrand med brandfarlig vätska (se figur B.4).

2.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.2 (explosionsartat brandförlopp) respektive avsnitt 2.4.2 (brand).

2.5.3 Resultat

I tabell B.10 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med ämne ur klass 5.

Tabell B.10. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
Explosionsartat brandförlopp med blandning av bränsle (motsvarande 4 000 kg ekvivalent trotyl)	100 % inomhus	50	30
	15 % inomhus	200	80
	100 % utomhus	50	40
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande tankbilsbrand med klass 3)	5% inomhus	17	17
	100% utomhus	7	7
	50% utomhus	17	17
	5% utomhus	22	22

2.6 Klass 8. Frätande ämnen

Klass 8 omfattar ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning. Ett utsläpp av frätande ämnen har ett begränsat skadeområde och bedöms endast innebära skador för personer vid direkt kontakt.

Det finns inga särskilda modeller för att uppskatta konsekvenser av utsläpp med frätande ämnen. Skadeområdet begränsas normalt till det absoluta närområdet kring olycksplatsen och innebär därför liten påverkan inom exempelvis kringliggande områden utmed en väg eller järnväg. Skadeområdet är också beroende av utsläppets storlek. Det antas att personer inom ett avstånd på 5-15 meter riskerar att omkomma medan personer längre bort inte omkommer. Detta skadeområde motsvarar skadeavstånd i tidigare upprättade riskanalyser och utredningar, bl.a. /12/, /13/.

/12/ Riskanalys av farligtgodstransporter i Borlänge kommun – Ett underlag till rekommendationer i planprocessen, Thomas Carlsson. Report 5129, Lunds Tekniska Högskola. Lund 2003

/13/ Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM). Rapport "Skåne i utveckling", 2007:6, Länsstyrelsen i Skåne län

Bilaga C - Riskberäkningar**Uppdragsnamn**

Norra Ämterud, Eda kommun

Uppdragsgivare

High 5 Fastigheter AB

Uppdragsnummer

509492

Datum

2025-04-07

Handläggare

Erik Hall Midholm

Egenkontroll

EMM 2025-04-07

Internkontroll

RKL 2025-04-07

1. Inledning

I denna bilaga beräknas den sammanvägda risken (frekvens x konsekvens) för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet.

Den sammanvägda risken kommer att redovisas med riskmättet individrisk.

2. Beräkning av individrisk

2.1 Metodik

Den platsspecifika individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

Individrisken beräknas som den kumulativa frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från respektive riskkälla. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa, dels skadeområdets utbredning:

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomma minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den väg- och järnvägssträcka som studeras (1 000 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med mycket stort skadeområde kan fallet vara det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan.

För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång väg- eller järnvägssträcka.

3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

2.2 Bedömningskriterier

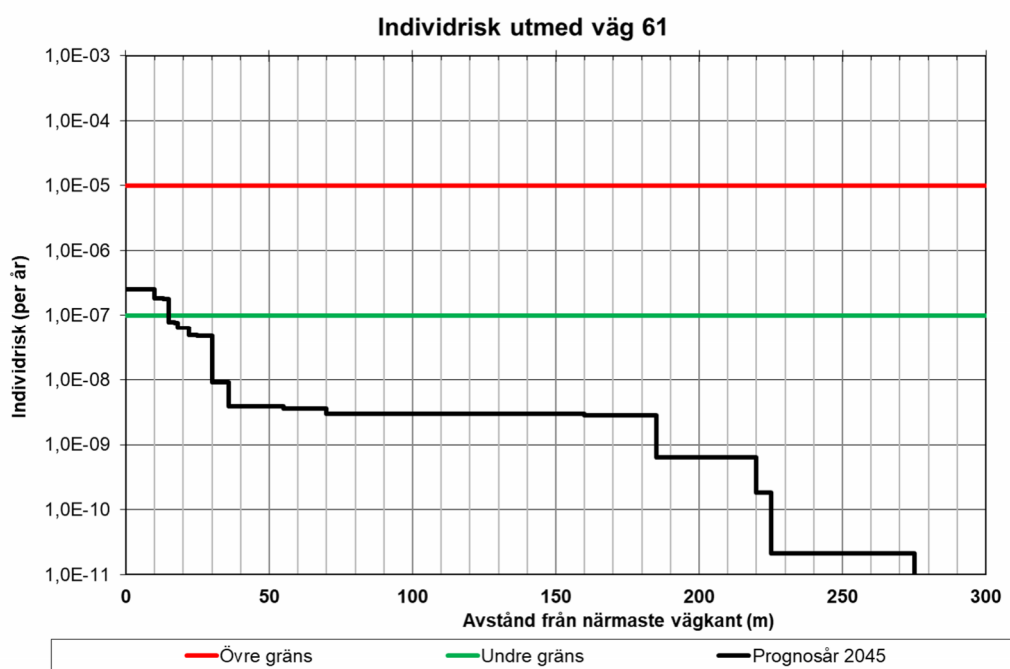
Den beräknade individrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i avsnitt 5.1.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i diagrammen nedan.

2.3 Resultat individriskberäkningar

2.3.1 Väg 61

I figur C.1 redovisas individrisken för det studerade planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till väg 61. Avståndet i diagrammet utgår från närmaste väggkant.

Riskprofilen som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framförliggande bebyggelse. Individrisken redovisas för prognosår 2045.

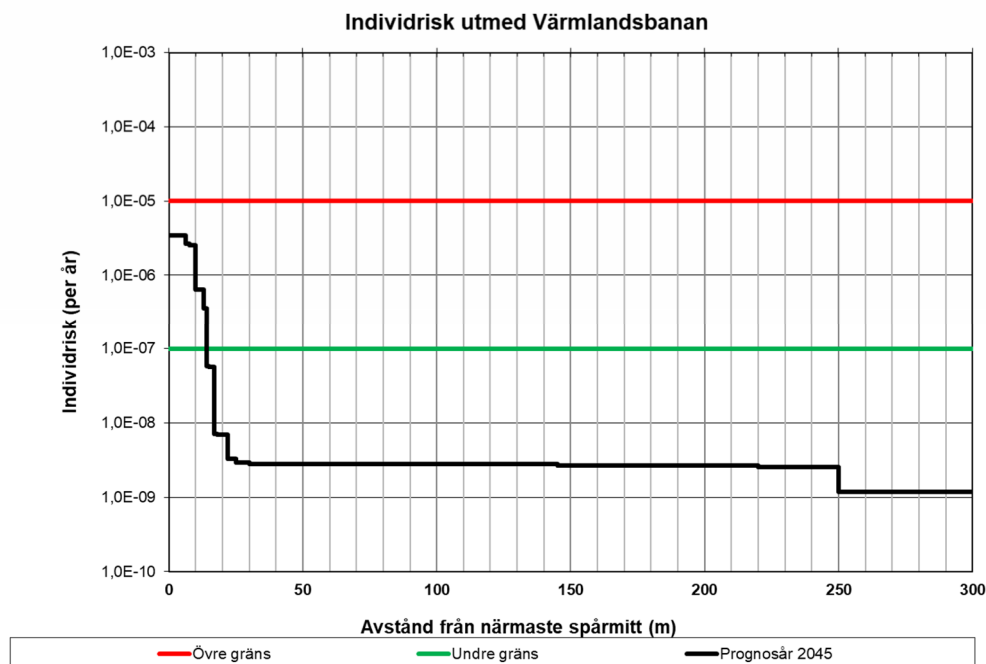


Figur C.1. Individrisk som funktion av avståndet från väg 61 (mätt från närmaste väggkant).
Utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom planområdet.

2.3.2 Värmlandsbanan

I figur C.2 redovisas individrisken för det studerade planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till Värmlandsbanan. Avståndet i diagrammet utgår från spårmitte.

Riskprofilerna som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framförliggande bebyggelse. Individrisken redovisas för prognosår 2045.



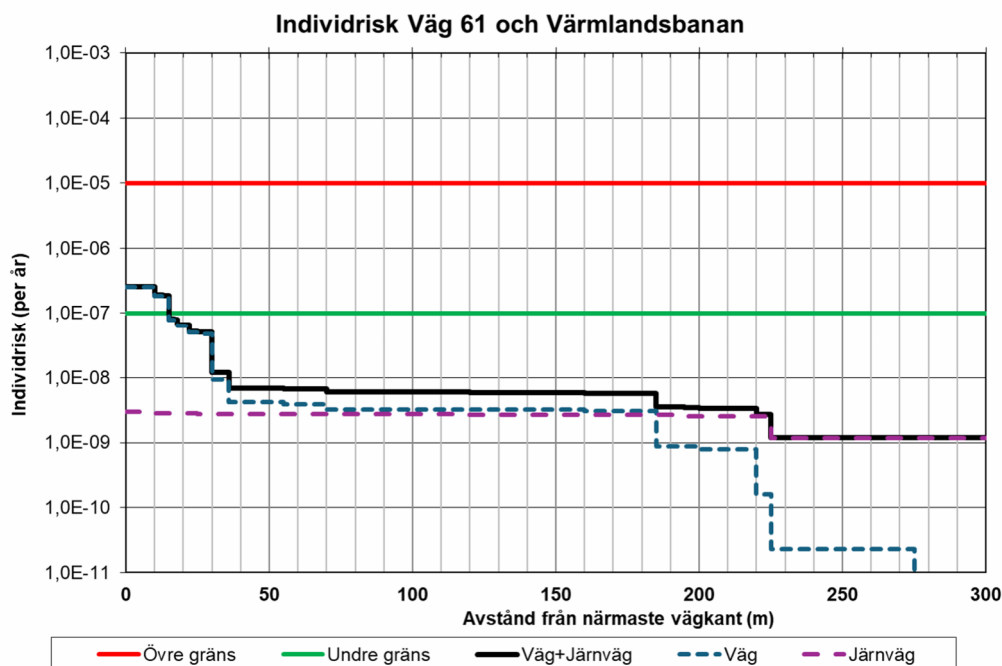
Figur C.2. Individrisk som funktion av avståndet från Värmlandsbanan (mätt från spårmitt).
Utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer.

2.3.3 Sammanlagd individrisk

Väg 61 och Värmlandsbanan löper parallellt utmed det aktuella planområdet, vilket innebär att individrisknivån inom området påverkas av olycksrisker från båda riskkällorna. I figur C.3 redovisas den sammanlagda individrisken för det studerade planområdet, d.v.s. $F_{\text{Väg 61}} + F_{\text{Värmlandsbanan}}$. Avståndet i diagrammet utgår från väg 61:s närmaste körbanekant.

Eftersom För olycksrisker på Värmlandsbanan görs ett avdrag på 25 meter, vilket är det uppmätta avståndet mellan järnvägen och väg 61:s närmaste körbanekant. Detta innebär att samtliga skadescenarier med < 25 meter skadeavstånd inte kommer att bidra till riskprofilen.

Riskprofilerna som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framförliggande bebyggelse. Individrisken redovisas för prognosår 2045.



Figur C.3. Individrisk från olyckor på väg 61 och Värmlandsbanan. Kurvan redovisas som funktion av avståndet från väg 61:s närmaste väggkant.

Utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom planområdet.

2.4 Individrisk med riskreducerande åtgärder

I avsnitt 6 i huvudrapporten beskrivs vilka säkerhetshöjande restriktioner och åtgärder som behöver vidtas vid ny bebyggelse för det studerade planområdet. De rekommenderade åtgärderna har en positiv effekt på riskpåverkan för personer inom planområdet, både utomhus och inomhus.

För alternativet med åtgärder antas att åtgärderna har följande reducerande effekter:

Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning

- Ny bebyggelse ska placeras så att avståndet till väg 61, mätt från närmaste väggkant är minst 10 meter.

Åtgärden eliminerar riskpåverkan för personer som vistas inom ny bebyggelse för olycksrisker med skadeavstånd som understiger skyddsavstånden samt reducerar sannolikheten att omkomma inom ny bebyggelse för övriga olycksrisker.

- Ytor mellan ny bebyggelse och väg 61 bör utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. lekplatser eller uteserveringar) ska placeras så att avstånden är minst 30 meter till väggkant.

Åtgärden har i sig ingen reducerande effekt på individriskkurvan, men begränsar sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder samt begränsar risken för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse utomhus. I figur C.4 markeras rekommenderat skyddsavståndet.

Byggnadstekniska åtgärder

Allmänt om utformning av ny bebyggelse

För ny bebyggelse inom 70 meter från väg 61 ska det från samtliga utrymmen för stadigvarande vistelse som vetter direkt mot vägen utan framförliggande bebyggelse finnas åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från vägen.

Åtgärden innebär ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus vid olycka på angränsande transportled för farligt gods, vilket minskar sannolikheten att förolyckas för personer som vistas inom området. Den reducerande effekten sker framförallt i kombination med nedanstående åtgärder för skydd mot gaser och brand.

Skydd mot brand

För ny bebyggelse inom 40 meter från väg 61:

- Fasader som vetter direkt mot väg 61 utan framförliggande bebyggelse ska utföras i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30. Fönsterytor ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.

Åtgärden reducerar sannolikheten för brandspridning till bebyggelse vid olycka med omfattande bränder (t.ex. brandfarlig vätska och brännbar gas), vilket minskar sannolikheten att förolyckas för personer som vistas inomhus. Inom de delar där åtgärder vidtas antas det att åtgärderna minskar sannolikheten att förolyckas inomhus med minst 75 % för identifierade skadescenarier.

Skydd mot gaser

För ny bebyggelse inom 70 meter från väg 61:

- Ny bebyggelse som vetter direkt mot väg 61 utan framförliggande bebyggelse ska utföras med friskluftsintag placerade mot trygg sida, d.v.s. bort från vägen alternativt på byggnadernas tak. Mekaniska ventilationssystem ska utföras med central nödavgångsfunktion (manuell).

Åtgärderna reducerar sannolikheten för spridning av gaser till bebyggelse, vilket minskar sannolikheten att förolyckas för personer som vistas inomhus. För brännbar gas sker de reducerande effekterna i kombination med skyddsåtgärder mot brand enligt ovan. För giftig gas antas att åtgärderna minskar sannolikheten att förolyckas inomhus med minst 50 % inom de delar där åtgärder vidtas.

Skydd mot frätande ämnen

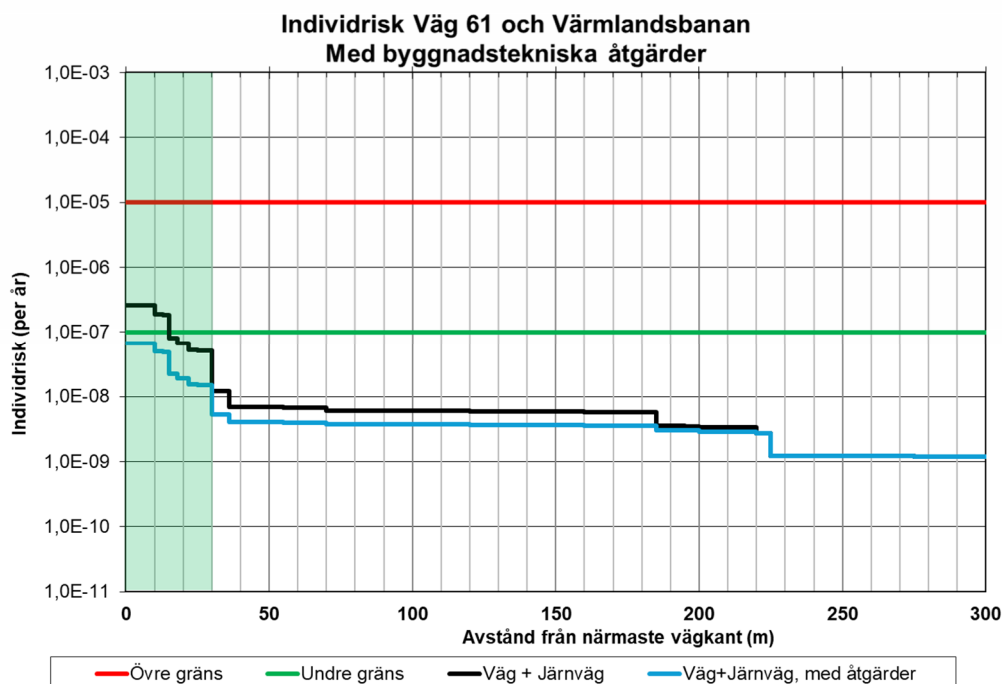
I huvudrapportens avsnitt 6 redogörs inte några specifika byggnadstekniska skyddsåtgärder i syfte att reducera konsekvenserna av olycka med frätande ämnen. Ett utsläpp av frätande ämnen kommer främst kunna innebära skador för oskyddade personer utomhus, vilket ju hanteras med rekommenderade skyddsavstånd till ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (se avsnittet avseende planering och placering ovan).

Påverkan på personer som vistas inomhus (även vid korta avstånd) förväntas vara begränsad. Övriga rekommenderade byggnadstekniska åtgärder som ställer krav på byggnaders utförande närmast väg 61 (placering av utrymningsvägar samt fasadåtgärder kommer också att stärka skyddet mot olycka med frätande ämne. Detta innebär en reducering av sannolikheten för att personer som vistas inomhus omkommer vid ett utsläpp av frätande ämne, dels genom en minskad sannolikhet för spridning av ett utsläpp till byggnaderna samt en ökad möjlighet att utrymma byggnaden utan att riskera att påverkas av utsläppet. Inom de delar där åtgärder vidtas antas det att åtgärderna minskar sannolikheten att förolyckas inomhus med minst 75 % för identifierade skadescenarier.

Sammanvägning

De rekommenderade åtgärderna innebär en minskad sannolikhet för att personer utsätts för en förhöjd risknivå, samt ökar säkerheten för personer som vistas inomhus genom att förhindra att olyckor sprids till planerad ny bebyggelse.

Figur C.4 redovisar den beräknade individrisken för personer med hänsyn tagen till rekommenderade åtgärder. Individrisken redovisas för prognosår 2045.



Figur C.4. Individrisk från olyckor på väg 61 och Värmlandsbanan. Kurvan redovisas som funktion av avståndet från väg 61:s närmaste väggkant.

Den blå kurvan redovisar förväntad individrisk för personer som vistas inomhus med hänsyn tagen till den riskreducerande effekten av föreslagna åtgärder.

Den grönmärkade ytan visar rekommenderat skyddsavstånd 30 meter till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

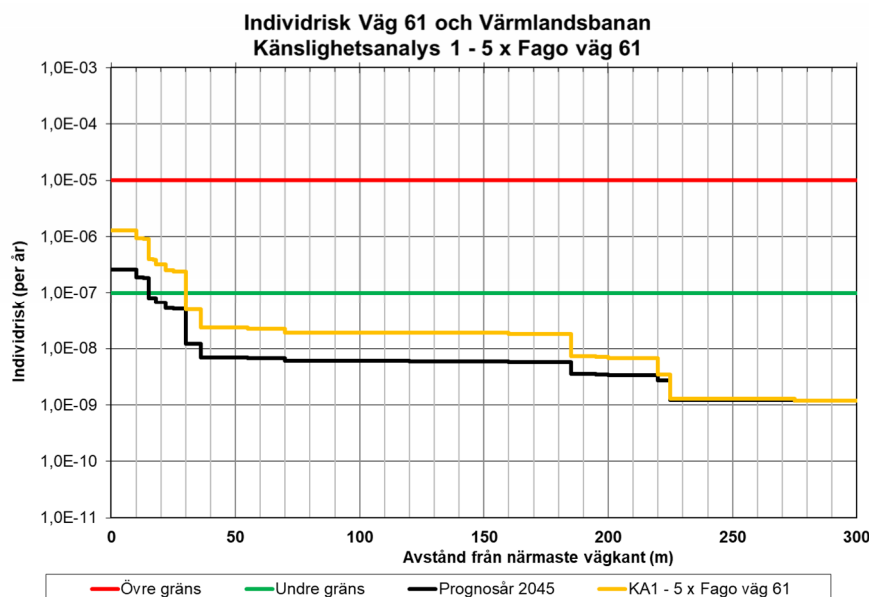
3. Känslighetsanalys

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändrade förutsättningar avseende frekvensberäkningarna. Känslighetsanalysen omfattar sammanvägning av individrisken för de förändrade förutsättningarna.

3.1 Känslighetsanalys 1 – Förändrat antal farligt godstransporter väg 61

Denna del av känslighetsanalysen omfattar att det uppskattade antalet farligt godstransporter på väg 61 antas öka med en faktor 5 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna för prognosår 2045. Antal farligt godstransporter på Värmlandsbanan är oförändrade i förhållande till dimensionerande transportmängder i bilaga A.

I figur C.5 redovisas resultatet av Känslighetsanalys 1.



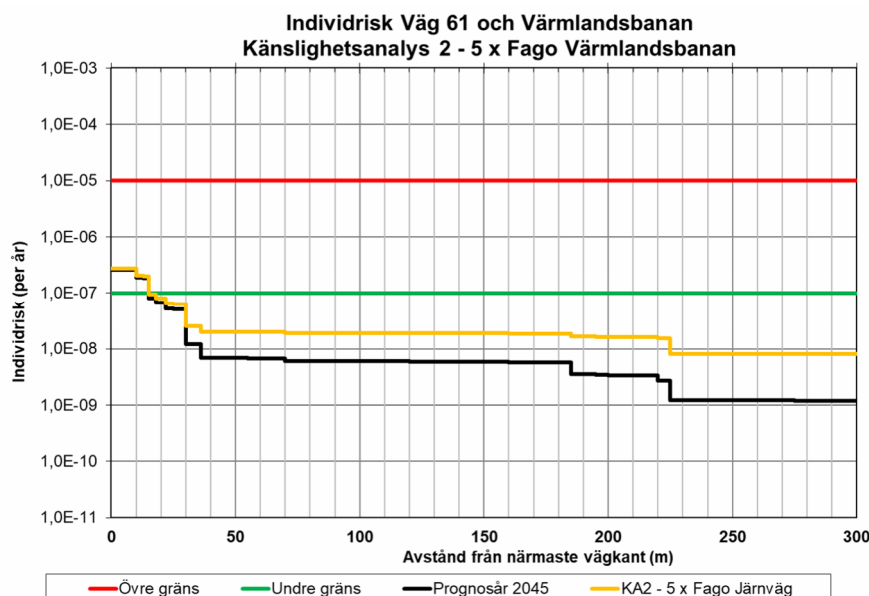
Figur C.5. Individrisk från olyckor på väg 61 och Värmlandsbanan. Kurvan redovisas som funktion av avståndet från väg 61:s närmaste väggkant.

Känslighetsanalys del 1 – Förändrat antal farligt godstransporter på väg 61.

3.2 Känslighetsanalys 2 – Förändrat antal farligt godstransporter väg 61

Denna del av känslighetsanalysen omfattar att det uppskattade antalet farligt godstransporter på Värmlandsbanan antas öka med en faktor 5 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna för prognosår 2045. Antal farligt godstransporter på Väg 61 är oförändrade i förhållande till dimensionerande transportmängder i bilaga A.

I figur C.6 redovisas resultatet av Känslighetsanalys 2.



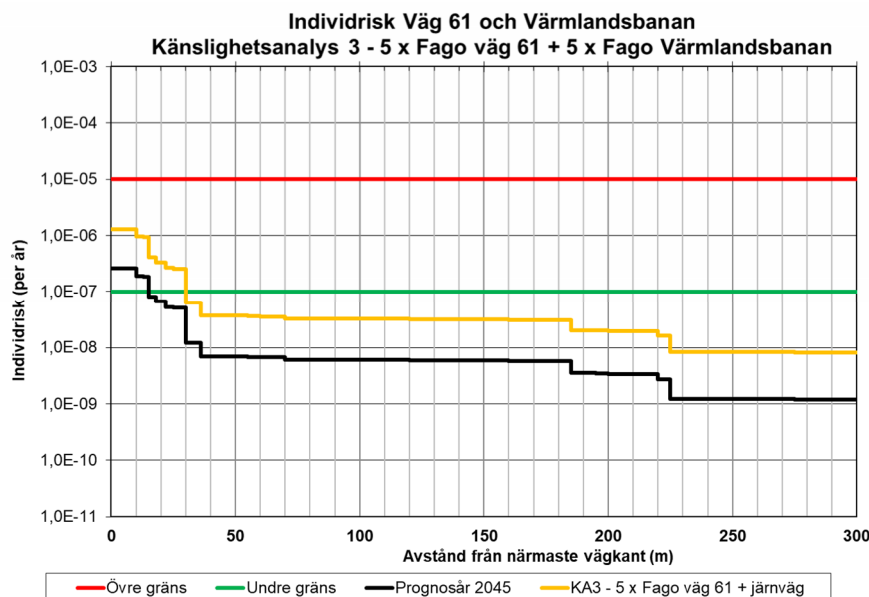
Figur C.6. Individrisk från olyckor på väg 61 och Värmlandsbanan. Kurvan redovisas som funktion av avståndet från väg 61:s närmaste väggkant.

Känslighetsanalys del 2 – Förändrat antal farligt godstransporter på Värmlandsbanan.

3.3 Känslighetsanalys 3 – Förändrat antal farligt godstransporter väg 61 + Värmlandsbanan

Denna del av känslighetsanalysen omfattar att det uppskattade antalet farligt godstransporter på både väg 61 och Värmlandsbanan antas öka med en faktor 5 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna för prognosår 2045.

I figur C.7 redovisas resultatet av Känslighetsanalys 3.



Figur C.7. Individrisk från olyckor på väg 61 och Värmlandsbanan. Kurvan redovisas som funktion av avståndet från väg 61:s närmaste väggkant.

Känslighetsanalys del 3 – Förändrat antal farligt godstransporter på väg 61 och Värmlandsbanan.