Avsedd för
Munkedals kommun

Typ av dokument
Riskbedömning

Datum
2025-02-06

OMRÅDE K - ÖREKIL
RISKBEDÖMNING

RAMBOLL Bright ideas. Sustainable change.

OMRÅDE K - ÖREKIL
RISKBEDÖMNING

Uppdragsnamn	**Munkedals kommun riskbedömning ny plats för skola**
Uppdrags nr	**1320073117**
Mottagare	**Munkedals kommun**
Typ av dokument	**Riskbedömning**
Version	**0**
Datum	**2025-02-06**
Förberett av	**Fredrik Strindberg**
Kontrollerad av	**Erik Bryngelsson**

Ramboll
Krukmakargatan 21
Box 17009
10462 Stockholm

T +46 (0)10 615 60 00
https://se.ramboll.com

Ramboll Sweden AB
Org. nummer 556133-0506

SAMMANFATTNING

Ramboll Sweden AB har på uppdrag av Munkedals kommun tagit fram en riskbedömning i samband med planprogram för en ny grundskola i området Örekil. Föreslagen bebyggelse utgörs av en F-6-skola för 720 elever.

De huvudsakliga utpekade riskkällorna utgörs av Bruksvägen och Bohusbanan (väg och järnväg som går längs med planområde) samt pappersbruket Arctic Paper, en Sevesoklassad verksamhet av lägre nivån som är belägen ca 1 km nordöst om planområdet.

Föreslagen markanvändning (skolan) med placering enligt förslaget som presenteras i denna handling bedöms som lämplig sett till människors hälsa och säkerhet med avseende på de risker som beaktats i föreliggande riskbedömning.

Resultatet från riskbedömningen visar att risknivån är acceptabel inom aktuellt planområde utan krav på riskreducerande åtgärder.

I och med genomförandet av föreliggande riskbedömning anses en rimlig riskhänsyn tagits med avseende på olycksrisker inom planområdet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning		**1**
1.	**Inledning**	**1**
1.1	Mål och syfte	1
1.2	Omfattning och avgränsningar	1
1.3	Revideringar	1
1.4	Kvalitetskontroll	1
1.5	Underlag	1
1.6	Kravbild	1
2.	**Områdessbeskrivning**	**3**
2.1	Nulägesbeskrivning av planområdet och dess närområde	3
2.2	Föreslagen markanvändning	4
3.	**Metodik för riskhantering**	**7**
3.1	Riskhanteringsprocessen	7
3.2	Metodik för riskidentifiering	7
3.3	Metodik för riskanalys	7
3.4	Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder	8
4.	**Riskidentifiering**	**9**
4.1	Skyddsvärda objekt	9
4.2	Riskkällor	9
4.2.1	*Transport av farligt gods på Bruksvägen*	10
4.2.2	*Transport av farligt gods på Bohusbanan och Bruksjärnvägen*	11
4.2.3	*Arctic Paper*	12
4.3	Olycksscenarier	13
4.3.1	*Transport av farligt gods på Bruksvägen*	13
4.3.2	*Transport av farligt gods på Bohusbanan och Bruksjärnvägen*	13
4.3.3	*Arctic Paper*	13
5.	**Riskanalys**	**14**
5.1	Transport av farligt gods	14
5.1.1	*Bruksvägen*	14
5.1.2	*Bohusbanan*	15
5.1.3	*Bruksjärnvägen*	17
5.1.4	*Sammanvägd risknivå*	18
5.2	Arctic Paper	23
6.	**Riskvärdering**	**25**
6.1	Transport av farligt gods	25
6.1.1	*Bruksvägen*	25
6.1.2	*Bohusbanan*	25
6.1.3	*Bruksjärnvägen*	25
6.1.4	*Arctic Paper*	25
6.1.5	*Sammanvägd riskvärdering*	26
7.	**Åtgärdsförslag**	**27**
8.	**Osäkerheter och kännslighetsanalys**	**28**
8.1	Osäkerheter	28
8.1.1	*Befolkningstäthet*	28
8.1.2	*Antal transporter med farligt gods*	28
8.2	Känslighetsanalys	28
9.	**Slutsatser**	**31**
10.	**Referenser**	**32**
Bilaga 1 – Farligt godsolyckor på väg		**34**

Persontäthet 35
Frekvens för farligt gods-olyckor på Bruksvägen 35
Händelseträd 35
Konsekvensberäkningar - Väg 38
ADR-S Klass 1 38
ADR-S Klass 2 39
ADR-S Klass 2.1 39
ADR-S Klass 2.2 39
ADR-S Klass 2.3 39
ADR-S Klass 3 39
ADR-S klass 5 40
ADR-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen 40
Konsekvensberäkningar 40
Bilaga 2 – Farligt godsolyckor på järnväg 41
Frekvens för farligt gods-olyckor på järnvägen 41
Händelseträd 41
Konsekvensberäkningar 44
Farligt gods-olyckor 44
Urspårning 44

1. INLEDNING

Denna riskbedömning upprättas på uppdrag av Munkedals kommun i samband med ett planprogram för en ny F-6-skola i Munkedals tätort. Området som utreds benämns Örekil och utgörs av område K i en tidigare genomförd lokaliseringsutredning. I närområdet finns transportleder där farligt gods kan transporteras. Därtill förekommer farlig verksamhet – pappersbruket Arctic Paper – ungefär 1 km nordöst om aktuellt område.

Ramboll har, med anledning av ovanstående, anlitats av Munkedals kommun för att beskriva risknivån i området. Denna rapport avser utgöra underlag till framtagande av ett planprogram för skola alternativt bostäder.

1.1 Mål och syfte

Uppdraget syftar till att möjliggöra att olycksrisker kan hanteras på ett tillfredsställande sätt enligt kraven i Plan- och bygglagen [1] samt Miljöbalken [2]. Målet är att beskriva och bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet ur ett olycksriskperspektiv och vid behov föreslå sådana riskreducerande åtgärder som kan bli aktuella att vidta i detta avseende. Alternativt avråda från etableringen om risknivån bedöms vara för hög.

1.2 Omfattning och avgränsningar

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker[1], med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Naturolyckor[2] och sociala olyckor[3] behandlas inte. Hälsoeffekter till följd av långvarig exponering samt attentat eller händelser som sker med uppsåt behandlas således inte.

Horisontår för riskbedömningen är år 2045. Detta innebär att trafikmängder i beräkningarna är framskrivna till detta år.

1.3 Revideringar

Denna handling utgör en första version och innehåller därmed inga revideringar.

1.4 Kvalitetskontroll

Denna handling omfattas av internkontroll i enlighet med Rambolls kvalitetssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001. Detta innebär t.ex. att granskning alltid sker av förutsättningar, bedömningar, beräkningar och redovisade lösningar.

1.5 Underlag

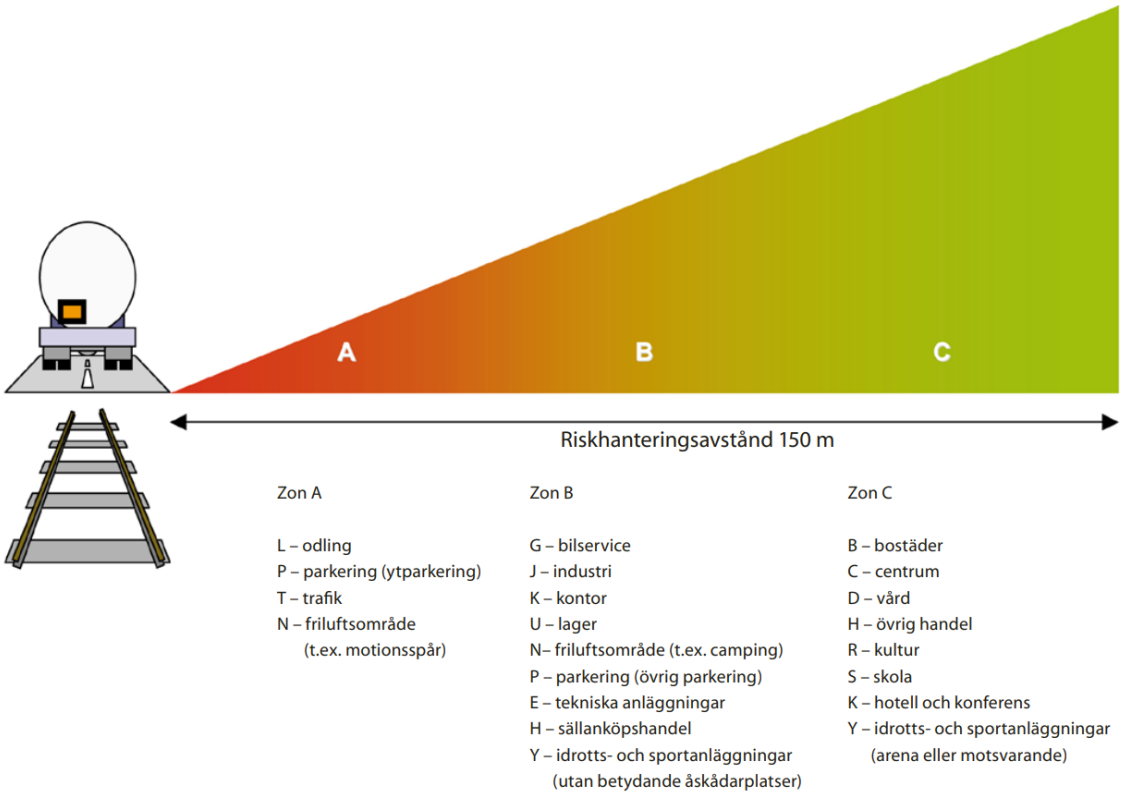
Källor hänvisas till löpande. För detaljer, se Referenser.

1.6 Kravbild

Riskhantering vid fysisk planering baseras på krav som ställs i Plan- och bygglagen [1] och Miljöbalken [2]. I kraven anges bland annat att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Vidare ska bebyggelsen utformas och placeras på den avsedda marken på ett lämpligt sätt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

[1] Med tekniska olyckor avses olyckor förknippade med industrianläggningar, transportsystem och kemikalier.
[2] Med naturolyckor avses olyckor förknippade med ras, skred, erosion och översvämningar.
[3] Med sociala olyckor avses antagonistiska handlingar, personpåkörningar, suicid och liknande.

Faktabladet Riskhantering i detaljplaneprocessen [3] utgör en riktlinje för riskhantering avseende hur markanvändning och avstånd samspelar i detaljplaner nära farligt godsleder. Dokumentet är upprättat av länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län. Dokumentet avser att utgöra en grund för de lokala och regionala riktlinjer som sedan upprättas i länen. I dokumentet anges bland annat att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planläggning inom 150 meter från en led avsedd för transport av farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods.



Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [3].

2. OMRÅDESSBESKRIVNING

2.1 Nulägesbeskrivning av planområdet och dess närområde

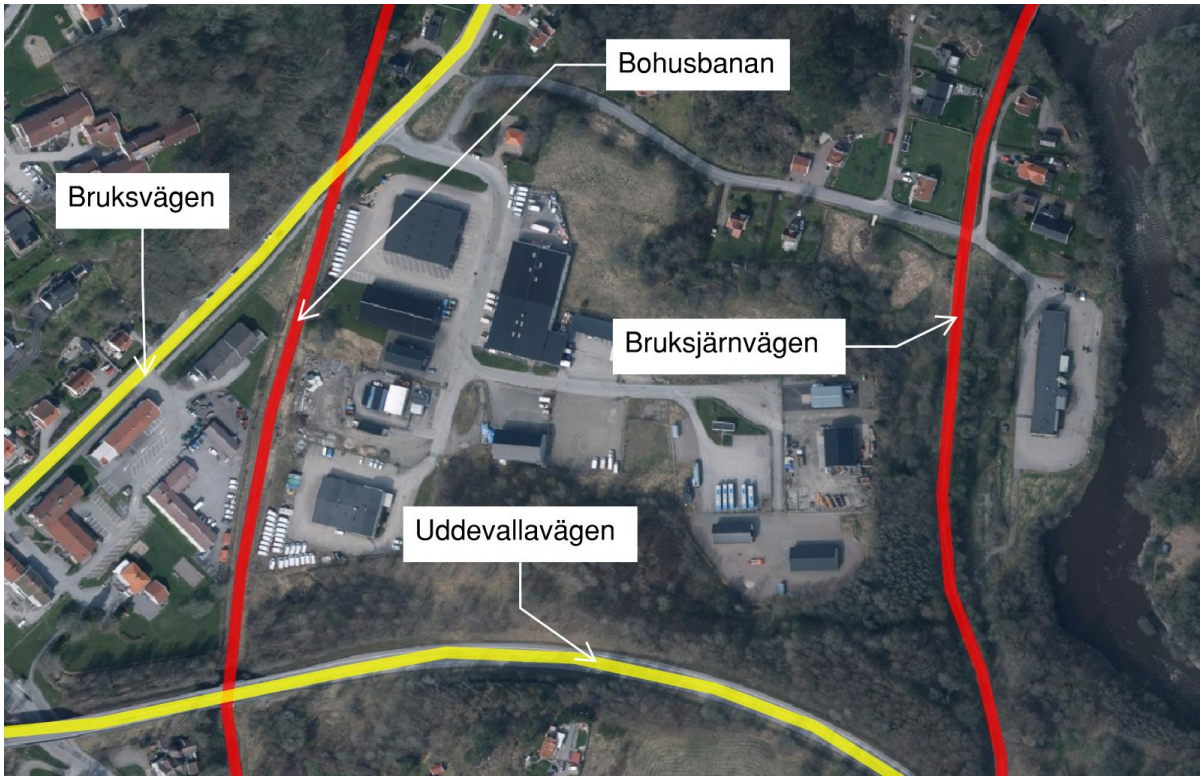
Aktuellt område är centralt beläget i Munkedal och ligger ungefär 500 meter norr om centrum. Pågående markanvändning är verksamhetsområde med lager och kontor. Översiktsplan från 2018 pekar ut området som ”bebyggt verksamhetsområde” och ingen specifik utveckling anges. I granskningsförslaget för Översiktsplan 2040 pekas området ut som ett utvecklingsområde för mångfunktionell bebyggelse, vilket inkluderar bland annat bostäder och skola.
I översiktsplan 2040 framgår kommunens syn på möjlig utveckling av området:

"Utvecklingsidén handlar om att möjliggöra omvandling av befintligt verksamhetsområde i centrala Munkedal för att passa verksamheter och funktioner med ett behov av ett centralt läge. Flerbostadshus samt kommunal service kan vara lämpligt att pröva i området."

Gällande detaljplan från 1967 anger industriändamål [4]. Se Figur 2 för översiktsbild av området.

Figur 2. Översiktsbild av området [5].

Bohusbanan och bruksvägen passerar i väst. Väg 832 (Uddevallavägen) passerar i söder. Öster om området passerar en lokal järnväg – Bruksjärnvägen, se Figur 3.



Figur 3. Översikt av området där järnvägar och vägar markerats.

Strax öster om bruksjärnvägen ligger Munkedals avloppsreningsverk. Ungefär 1 km nordöst om området ligger pappersbruket Arctic Paper. Nordöst om Arctic paper ligger en dammanläggning.

2.2 Föreslagen markanvändning

Ingen plankarta finns med anledning av processens tidigare skede. Den bebyggelse som avses uppföras är skola F-6 med plats för 720 elever [4].

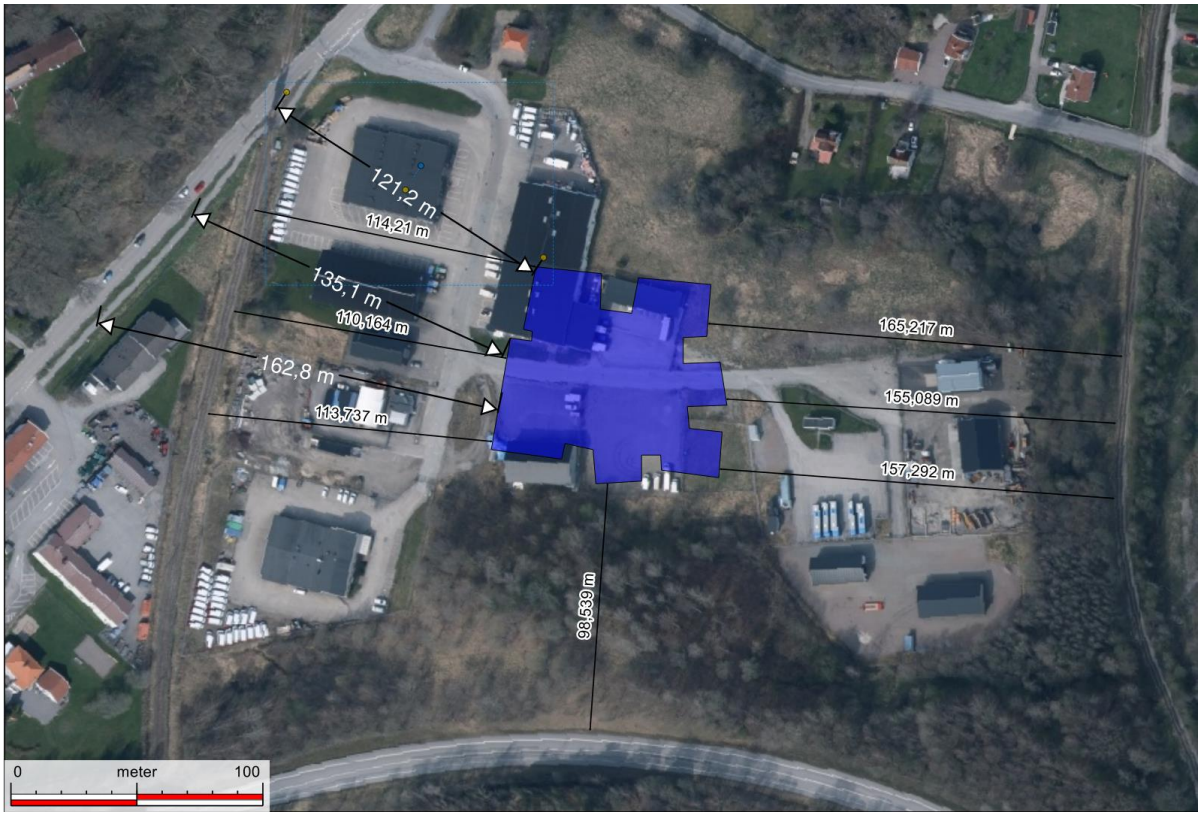
En planskiss presenteras i Figur 4 där skolbyggnaden är markerad med vitt.

Figur 4. Preliminär planskiss där skolbyggnadens placering framgår (vit markering).

Placering enligt planskissen i Figur 4 medför följande ungefärliga avstånd mellan skolan och olika objekt:

- Bohusbanan, 110 meter
- Bruksjärnvägen, 155 meter
- Uddevallavägen, 100 meter
- Bruksvägen, 120 meter

Se Figur 5 för markerade avstånd.

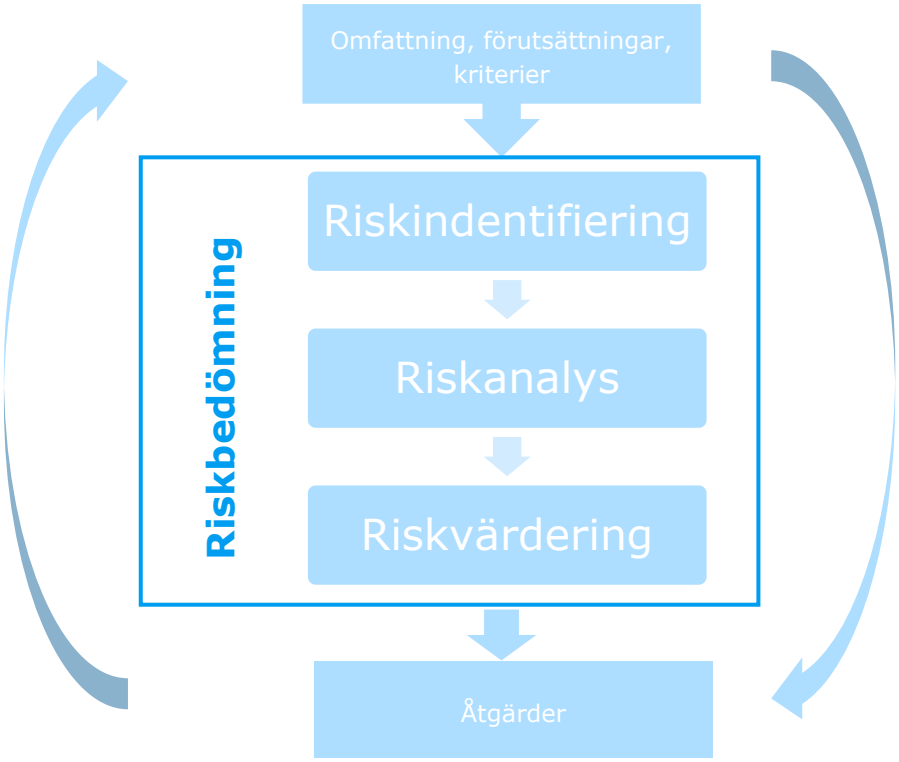


Figur 5. Föreslagen placering av skolbyggnad (blå markering) och avstånd till omkringliggande vägar och järnvägar.

3. METODIK FÖR RISKHANTERING

3.1 Riskhanteringsprocessen

I föreliggande uppdrag nyttjas övergripande principer för riskhantering från riskhanteringsprocessen så som den presenteras i ISO 31000 [6], se Figur 6. I följande avsnitt presenteras metodiken för var och ett av de tre steg som utgör riskbedömning – identifiering, analys och värdering.



Figur 6. Riskhanteringsprocess [6].

3.2 Metodik för riskidentifiering

Riskidentifieringen är en inventering av möjliga riskkällor inom planområdet och dess omgivning. Identifieringen utgår från geografiska avstånd mellan planområdet och verksamheter som kan utgöra en risk. Med hänsyn taget till avgränsningar har följande riskkällor beaktats i riskidentifieringen.

- Rekommenderade transportleder för farligt gods (eller transportleder där transporter av farligt gods förutsätts förekomma i icke försumbar omfattning). Dessa beaktas inom 150 meter från planområdet.
- Riskfylld verksamhet: Omfattar farliga verksamheter enligt LSO 2 kap. 4 §, drivmedelsstationer samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen. Bensin- och drivmedelsstationer beaktas inom 100 meter och övriga verksamheter inom 1000 meter.

3.3 Metodik för riskanalys

Riskanalysen för transport av farligt gods genomförs med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvenser och konsekvenser vägs samman och presenteras i form av individrisk respektive samhällsrisk.

- Individrisk definieras som sannolikheten för en fiktiv individ att omkomma per år, förutsatt att individen vistas på samma plats i området. Notera att det är ett mått, och inte den verkliga sannolikheten att omkomma. Individrisknivån är oberoende av persontätheten.
- Samhällsrisk beaktar persontäthet inom ett givet område. Konsekvensernas storlek beaktas med avseende på antalet personer som påverkas vid ett olycksscenario. Hänsyn tas till eventuella tidsvariationer, exempelvis att persontätheten kan vara hög på en viss tid på dygnet men låg under en annan. Samhällsrisk redovisas i ett F/N-diagram (Frequency/Number) där den totala sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer illustreras.

Övriga riskkällor analyseras kvalitativt och med utgångspunkt i eventuella tidigare utförda riskbedömningar.

3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder

Sverige saknar nationell officiell policy avseende vilka kvantitativa riskkriterier som ska användas vid fysisk planering. Det är praxis att använda följande kriterier som har föreslagits av Det Norske Veritas (*DNV)* och publicerats av MSB/Räddningsverket [7].

För individrisk föreslås följande kriterier [7]:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: 1×10^{-5} per år
- Undre gräns för område där risker kan anses som små: 1×-10^{-7} per år

För samhällsrisk föreslås följande kriterier (F = olycksfrekvens och N = antal omkomna):

- Övre gräns där riskerna under vissa förutsättningar anses som acceptabla: $F = 10^{-4}$ per år för N = 1 med lutningen på F/N-kurva -1.
- Undre gräns där risker anses vara acceptabla: $F = 10^{-6}$ per år för N = 1 med lutningen på F/N-kurva -1.

Området mellan den övre och undre gränsen kallas för *ALARP* vilket står för *As Low As Reasonably Practicable*. Detta innebär att riskerna som hamnar inom detta område kan tolereras endast om alla rimliga åtgärder vidtas.

Även följande principer för riskvärdering föreslås enligt praxis [7, 8]:

- *Rimlighetsprincipen* – Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk ska detta göras
- *Proportionalitetsprincipen* – En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nyttan i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför
- *Fördelningsprincipen* – Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället
- *Principen om undvikande av katastrofer* – Om risker realiseras bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer

Eventuella riskreducerande åtgärder hämtas främst från en rapport av Boverket och Räddningsverket (nuvarande MSB), *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [9].

4. RISKIDENTIFIERING

4.1 Skyddsvärda objekt

Det främst skyddsvärda i aktuell riskbedömning utgörs av människors liv, hälsa och säkerhet. Således är det skyddsvärda de människor som kommer att befinna sig inom aktuellt område.

4.2 Riskkällor

Identifierade potentiella riskkällor i närheten av aktuellt område utgörs av Bruksvägen, Bohusbanan, Bruksjärnvägen och Uddevallavägen. Vidare ligger pappersbruket Arctic Paper ungefär 1 km nordöst om planområdet, vilket utgör en Sevesoklassad anläggning av lägre graden.

Närmaste drivmedelstation ligger drygt 1 km nordväst om planområdet. Detta avstånd bedöms medföra att drivmedelstationen innebär en försumbar risk för planområdet.

Munkedals avloppsreningsverk är beläget drygt 200 meter från planområdet vilket innebär att det ligger utanför riskhanteringsområdet på 150 meter. Anläggningen är inte en farlig verksamhet enligt LSO [10]. Därtill utgör avloppsreningsverk generellt inte riskkällor för sin omgivning med avseende på akuta tekniska olycksrisker. Reningsverket kommer således inte att beaktas vidare i denna rapport.

Dammanläggningen (Björids kraftkanal) som ligger nordost om Arctic Paper utgör en farlig verksamhet enligt LSO. Den primära faran kopplad till dammen utgörs av förhöjd vattennivå i anslutning till anläggningen i sådan omfattning att närliggande byggnader blir så pass vattenfyllda att drunkningsrisk föreligger [10]. Baserat på detta, i kombination med det stora avståndet till aktuellt planområde (> 1 km), kommer dammanläggningen inte att beaktas vidare i föreliggande rapport. Dess riskpåverkan på aktuellt område bedöms vara försumbar.

Närmaste transportled för farligt gods är E6 (primärled) och ligger drygt 1 km från planområdet. Detta avstånd bedöms medföra att väg E6 innebär en försumbar risk för området.

Enligt Trafikverkets nationella vägdatabas utgör varken Bruksvägen eller Uddevallavägen rekommenderad transportled för farligt gods, varken primär eller sekundär [11].

Enligt Räddningstjänsten Mitt Bohuslän anges Arctic Paper Munkedals AB som en Sevesoanläggning av lägre nivån [12]. Arctic Paper tar emot och lagrar flytande naturgas [13] varvid det förutsätts ske transporter av gas längs Bruksvägen (trots att denna inte är en rekommenderat transportled) och Bruksjärnvägen. Bruksjärnvägen har Arctic Paper som enda destination. Detsamma bedöms i princip gälla för Bruksvägen.

Det förutsätts att transporter av farligt gods sker på Bohusbanan. Däremot bedöms inga transporter av farligt gods ske på Uddevallavägen (sträckan längs planområdet). Oavsett om leveranser kommer norr- eller söderifrån bedöms inte transporter passera planområdet på Uddevallavägen.

Vid transport från norr bedöms avfart från 100 från E6 nyttjas, några km innan ankomst i Munkedal. Via denna rutt passeras inte planområdet via Uddevallavägen.

Vid transport från söder bedöms avfart 99 nyttjas, varefter transporten bedöms ske via Strömstadsvägen och därefter Bruksvägen. Via denna rutt passeras inte planområdet på Uddevallavägen.

Sammanfattningsvis har följande riskkällor identifierats:

- Bruksvägen
- Bohusbanan
- Bruksjärnvägen
- Arctic Paper

De identifierade riskkällorna beskrivs närmare i avsnitten nedan.

4.2.1 Transport av farligt gods på Bruksvägen

Som tidigare nämnt är Bruksvägen inte en utpekad transportled för farligt gods. Dock förutsätts transporter av brandfarlig gas ske med anledning av att vägen leder till Arctic Paper där stora mängder brandfarlig gas lagras och hanteras.

Ingen information finns kring trafiken på Bruksvägen i Trafikverkets nationella vägdatabas [11]. Däremot finns information kring trafiken på Strömstadsvägen, och då samtliga transporter till pappersbruket förutsätts passera Strömstadsvägen kommer data för denna väg användas.

Årsmedelsdygnstrafiken, ÅDT, för samtliga fordon på Strömstadsvägen uppgår till 3798 [11]. Prognosen för år 2045 uppgår till ungefär 5300 baserat på en årlig ökning på 1,4 % i enlighet med Trafikverkets analys [14], se Tabell 1. Med det konservativa antagandet att all denna trafik går till pappersbruket via Bruksvägen kan risknivån i området, med avseende på transporter av farligt gods, beräknas. Längs området är hastigheten på Bruksvägen begränsad till 50 km/h [11].

Tabell 1. Trafikflöden på Strömstadsvägen, antagna trafikflöden på Bruksvägen samt prognosticerat trafikflöde år 2045 enligt Trafikverkets analys [14].

Väg	ÅDT total	ÅDT tunga fordon	ÅDT totalt (2045)	ÅDT tunga fordon (2045)
Strömstadsvägen	3 798	111	5 282	174
Bruksvägen (antar samma flöde som på Strömstadsvägen)	3 798	111	5 282	174

Enligt antagandet ovan kommer risknivån överskattas snarare än underskattas då Bruksvägen i realiteten förutsätts ha ett mindre trafikflöde (både ÅDT total och ÅDT tunga fordon) än Strömstadsvägen. Antalet leveranser med farligt gods per dygn uppgår till 4, högt räknat, enligt verksamheten. Vanligtvis förekommer ca 120 leveranser per år enligt verksamheten, vilket motsvarar ungefär 1 leverans var tredje dag eller en ÅDT farligt gods på 0,3 [15].

Gällande information kring farligt gods, finns i dagsläget ingen offentlig statistik över hur många transporter av farligt gods i respektive klass som sker årligen på specifika vägar i Sverige. Däremot förs statistik över det totala transportarbetet som uträttas nationellt varje år. Det nationella genomsnittet i Sverige presenteras i Tabell 2 och Tabell 3.

Tabell 2. Inrikes uträttat transportarbete med farligt gods i förhållande till det totala transportarbetet för gods på väg år 2023 [16].

Transportarbete farligt gods	Transportarbete samtliga gods	Andel farligt gods
1 337 miljoner tonkm	42 373 miljoner tonkm	3,15 %

Tabell 3. Inrikes uträttat transportarbete i respektive farligt gods-klass på väg år 2023 [16].

Klass	Typ av god	Nationellt årligt genomsnitt
1	Explosiva ämnen och föremål	0,35 %
2	Gaser	26,30 %
3	Brandfarliga vätskor	39,47 %
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, polymeriserande ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen	0,00 %
4.2	Självantändande ämnen	0,052 %
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	0,00 %
5.1	Oxiderande ämnen	5,20 %
5.2	Organiska peroxider Klass	0,00 %
6.1	Giftiga ämnen	2,21 %
6.2	Smittförande ämnen	0,00 %
7	Radioaktiva ämnen	0,00 %
8	Frätande ämnen	14,95 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	11,48 %

I den nationella statistiken presenteras inte någon uppdelning i underklasserna till klass 2 (gaser), det vill säga klass 2.1 brandfarliga gaser, klass 2.2 icke brandfarliga/giftiga gaser och klass 2.3 giftiga gaser. Fördelning av transporterad mängd gas på väg i en kartläggning genomförd av MSB år 2006 visar att ingen giftig gas (klass 2.3) transporteras [17]. I föreliggande riskbedömning antas dock att en mindre mängd trots allt förekommer. Syftet är att även inkludera risker kopplade till denna klass vid bedömning av individ- och samhällsrisk. Med anledning av närheten till Arctic Paper antas en betydligt större andel utgöras av gas jämfört med nationella genomsnittet (80 % ansätts istället för 40 %). Vidare antas majoriteten av dessa gastransporter utgöras av brandfarlig gas. Antagen fördelning presenteras i Tabell 4.

Tabell 4. Antagen transporterad mängd i klass 2.1, klass 2.2 och klass 2.3 av den totala mängden i klass 2 [17].

Klass	Andel underklass för RID klass 2
2.1 Brandfarlig gas	95 %
2.2 Icke brandfarlig/giftig gas	0 %
2.3 Giftig gas	5 %

Olycksfrekvensen för farligt gods-olyckor på Bruksvägen beräknas enligt praxis med hjälp av den så kallade *VTI-modellen*[4]. I Bilaga 1 – Farligt godsolyckor redogörs närmare för utförda beräkningar.

4.2.2 Transport av farligt gods på Bohusbanan och Bruksjärnvägen

I dagsläget finns ingen offentlig statistik över hur många transporter av farligt gods i respektive klass som sker årligen på enstaka järnvägarvägar i Sverige. Däremot förs statistik över det totala transportarbetet som uträttas nationellt varje år. För Bohusbanan antas att andelen farligt

[4] *VTI-modellen* är en modell som Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) utvecklade i mitten av 1990-talet för att kunna analysera riskerna förknippade med transporter av farligt gods på väg och järnväg i Sverige.

godstransporter av alla tunga transporter på spåren kommer att följa det nationella genomsnittet i Sverige (2015–2020), vilket presenteras i Tabell 5 och Tabell 6 [18].

Ingen uppdelning av underklasserna till klass 2 (gaser) presenteras i den nationella statistiken, det vill säga klass 2.1 brandfarliga gaser, klass 2.2 icke brandfarliga/giftiga gaser och klass 2.3 giftiga gaser. Antagen fördelning mellan dessa underklasser baseras på fördelning av transporterad mängd på väg i en kartläggning genomförd av MSB år 2006 [17].

Enligt erhållen information från Trafikverket [19] förväntas 46 persontåg/dag och 1 godståg/dag trafikera aktuell sträcka av Bohusbanan med en största tillåtna hastighet på 90 km/h för båda tågtyper [20].

Tabell 5. Inrikes uträttat transportarbete med farligt gods i förhållande till det totala transportarbetet för gods på järnväg år 2015–2020 [18].

Transportarbete farligt gods	Transportarbete samtliga gods	Andel farligt gods
1 498 miljoner tonkm	17 145 miljoner tonkm (exkl. malm på Malmbanan)	8,7 %

För Bohusbanan antas att andelen farligt gods-transporter i respektive klass i förhållande till alla transporter på järnvägen kommer att följa det nationella genomsnittet i Sverige, vilket redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Inrikes uträttat transportarbete i respektive farligt gods-klass på järnväg år 2015–2020 [18] [17].

Klass	Nationellt årligt genomsnitt
1	0,00036 %
2.1	18,3 %
2.2	0,6%
2.3	6,3%
3	19 %
4.1	0,39 %
4.2	0,013 %
4.3	3,8 %
5.1	28 %
5.2	0,46%
6.1	2,2%
6.2	-
7	0,011%
8	21%
9	0,65%

Största tillåtna hastighet på Bruksjärnvägen, för samtliga tågtyper, är 20 km/h [20]. Inga persontåg förväntas gå på Bruksjärnvägen.

4.2.3 Arctic Paper

Inom anläggningen hanteras stora mängder flytande naturgas (LNG, Liquid Natural Gas). Transporter sker till anläggningen och lossning sker inom anläggningen. Även lagring i cisterner

förekommer. Flertalet brandrelaterade olycksscenarier som involverar den hanterade gasen kan tänkas ge upphov till omgivningspåverkan. Verksamheten har genomfört konsekvensberäkningar av dimensionerande skadefall vilka sammanställts i en rapport som utgör underlag i föreliggande bedömning [21].

4.3 Olycksscenarier

I kommande avsnitt presenteras möjliga olycksscenarier kopplade till de identifierade riskkällorna i avsnitt 4.2.

4.3.1 Transport av farligt gods på Bruksvägen

Produkter som har potentiella egenskaper att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka, går under begreppet farligt gods. Farligt gods på väg delas in i olika klasser enligt ADR-S-systemet. Klassindelningen baseras på den dominerande risken som sammankopplas med ämnenas egenskaper. Beroende på vilken typ av ämne som släpps ut kan det ge konsekvenser på olika långa avstånd.

Farligt gods som kan ge konsekvenser på aktuella avstånd från närliggande väg eller farligt gods-led är bland annat explosiva varor, brandfarliga gaser och vätskor eller giftiga gaser (se Bilaga 1 – Farligt godsolyckor för sammanfattande tabell över olika typer av ämnen).

4.3.2 Transport av farligt gods på Bohusbanan och Bruksjärnvägen

Farligt gods på järnväg delas in i olika klasser enligt RID-S-systemet. Klassindelningen baseras på den dominerande risken som sammankopplas med ämnenas egenskaper. Beroende på vilken typ av ämne som släpps ut kan det ge konsekvenser på olika långa avstånd.

Farligt gods som kan ge konsekvenser på avstånd från aktuella järnvägar är bland annat explosiva varor, brandfarliga gaser och vätskor eller giftiga gaser (se Bilaga 2 – Farligt godsolyckor på järnväg för sammanfattande tabell över olika olycksscenarier).

Något som generellt ökar sannolikheten för en farligt gods-olycka på järnväg är närvaro av oskyddad plankorsning. Detta med anledning av att ett korsande tungt fordon potentiellt kan fastna/råka stanna på järnvägen. I aktuellt fall förekommer skyddad plankorsning (halvbom) på Bohusbanan i höjd med områdets norra del. Vidare förekommer en oskyddad plankorsning på Bruksjärnvägen i höjd med områdets norra del [20]. Baserat på detta förekommer en förhöjd sannolikhet för en olycka på Bruksjärnvägen och en något förhöjd sannolikhet för detsamma på Bohusbanan.

4.3.3 Arctic Paper

Pappersbruket utgör en Sevesoklassad verksamhet av den lägre nivån och har därmed skyldighet att upprätta ett handlingsprogram samt genomföra riskanalyser och kartlägga möjliga olycksscenarier. I samband med föreliggande riskbedömning har dialog förts med verksamheten [15]. Verksamheten har upprättat ett dokument med konsekvensberäkningar med dimensionerande skadefall för aktuell anläggning [21]. Däri redovisas skadeutfallen av tre undersökta olycksscenarier vilka inkluderar jetbrand, pölbrand och gasmolnsspridning.

5. RISKANALYS

I kommande avsnitt analyseras tidigare identifierade riskkällor.

5.1 Transport av farligt gods

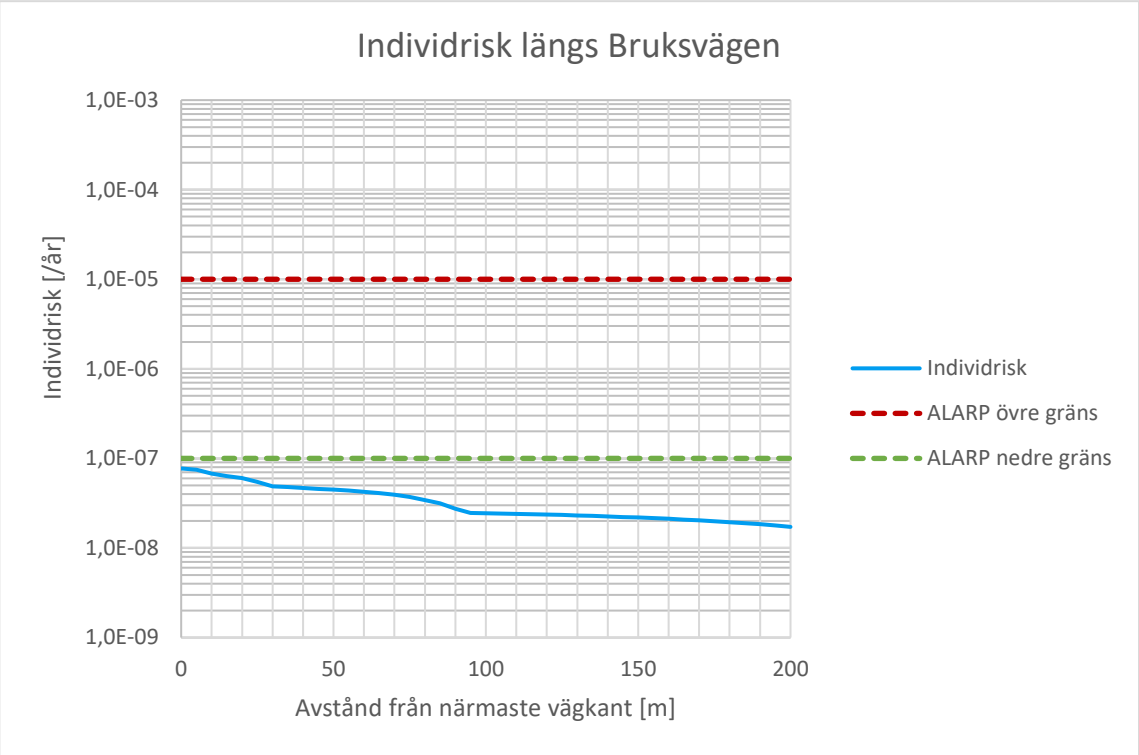
Riskanalysen för transport av farligt gods på aktuella leder har genomförts med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvens och konsekvens för olycksscenarier har vägts samman till riskmåtten individrisk och samhällsrisk.

5.1.1 Bruksvägen

I detta avsnitt presenteras individrisk och samhällsrisk med avseende på Bruksvägen.

Individrisk Bruksvägen

Individrisknivån i området med avseende på Bruksvägen presenteras i Figur 7.

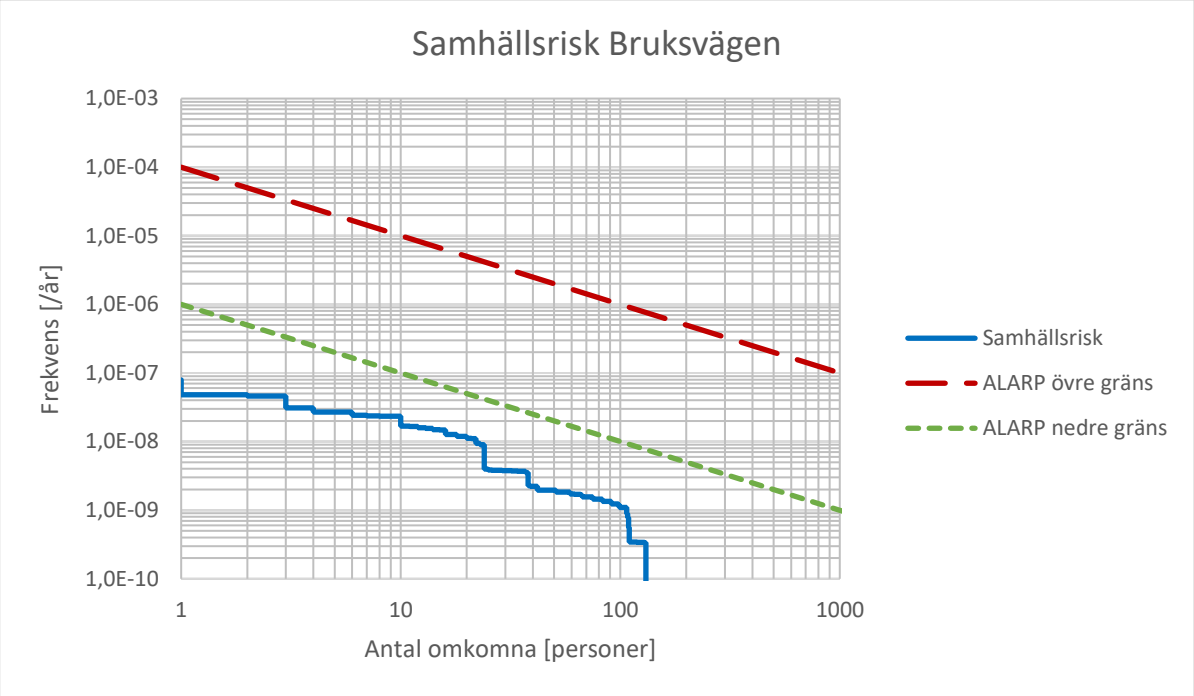


Figur 7. Individrisk inom planområdet med avseende på transport av farligt gods på Bruksvägen.

Individrisknivån befinner sig under ALARP på samtliga avstånd. Detta innebär att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas med hänsyn till planområdets närhet till Bruksvägen.

Samhällsrisk Bruksvägen

Samhällsrisknivån med avseende på Bruksvägen presenteras i Figur 8.



Figur 8. Samhällsrisknivå med avseende på transporter av farligt gods på Bruksvägen.

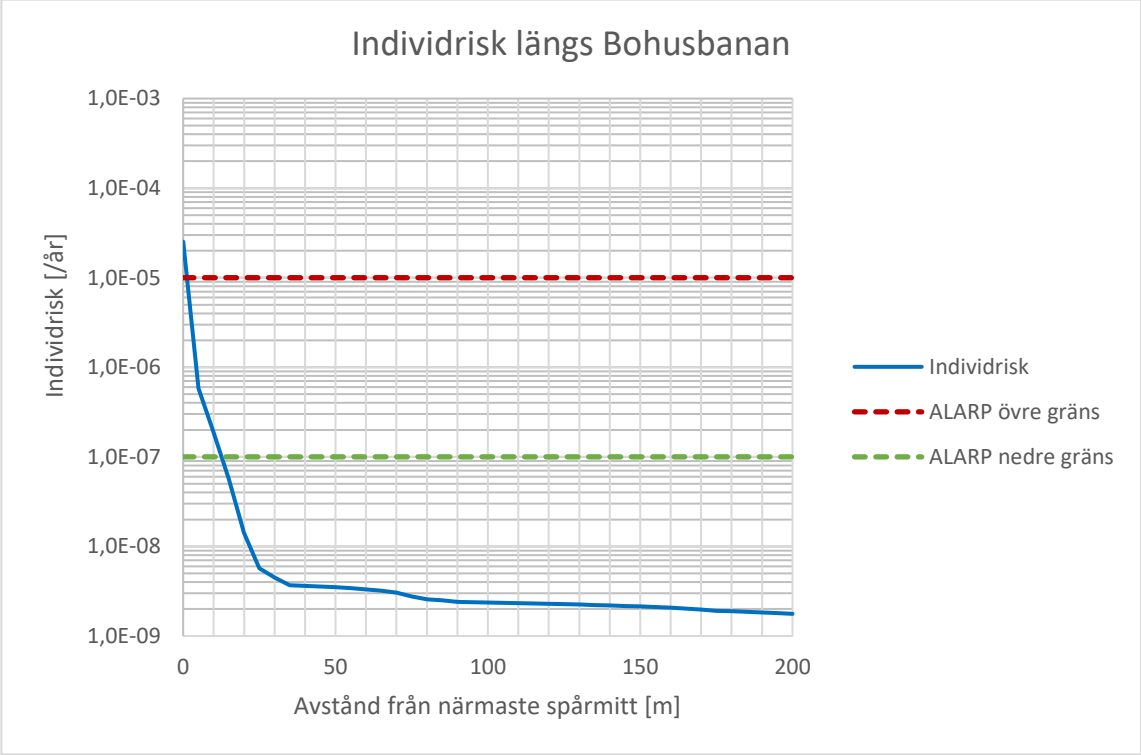
Samhällsrisknivån för Bruksvägen underskrider det undre acceptanskriteriet. Att risknivån hamnar under ALARP-området innebär att risknivån anses vara acceptabel utan att riskreducerande åtgärder behöver vidtas.

5.1.2 Bohusbanan

I detta avsnitt presenteras individrisk och samhällsrisk med avseende på Bohusbanan. Med anledning av förekommande plankorsning (skyddad med halvbom) ansätts att ytterligare en spårväxling förekommer på sträckan. Detta medför en förhöjd sannolikhet för urspårning och därmed farligt gods-olycka. Därmed anses närvaron av plankorsningen ha beaktats i beräkningarna.

Individrisk Bohusbanan

Individrisknivån med avseende på Bohusbanan presenteras i Figur 9.

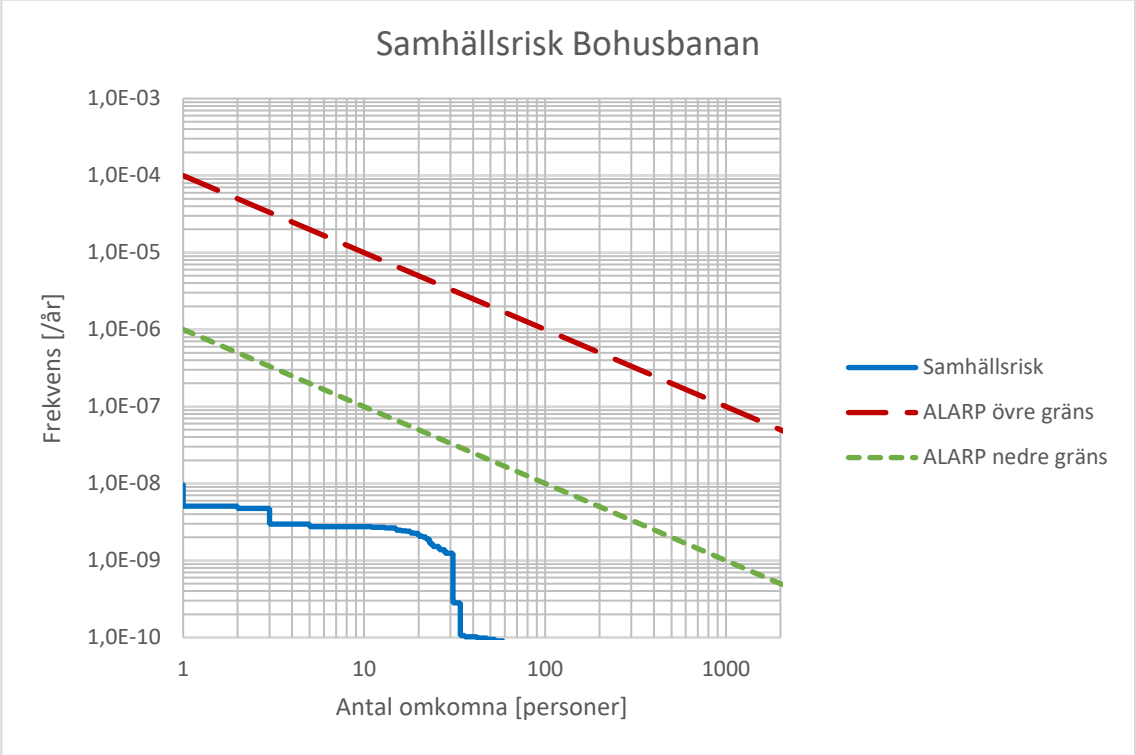


Figur 9. Individrisk längs Bohusbanan med avseende på transport av farligt gods.

Individrisknivån inom 1 meter ligger över ALARP. Mellan 1 m och ca 15 meter ligger individrisknivån inom ALARP. Bortom 15 meter understiger individrisknivån ALARP.

Samhällsrisk Bohusbanan

Samhällsrisknivån med avseende på Bohusbanan presenteras i Figur 10.



Figur 10. Samhällsrisknivå med avseende på transporter av farligt gods på Bohusbanan.

Samhällsrisknivån för Bohusbanan ligger under ALARP-området. Detta innebär att risknivån är acceptabel utan att riskreducerande åtgärder erfordras.

5.1.3 Bruksjärnvägen

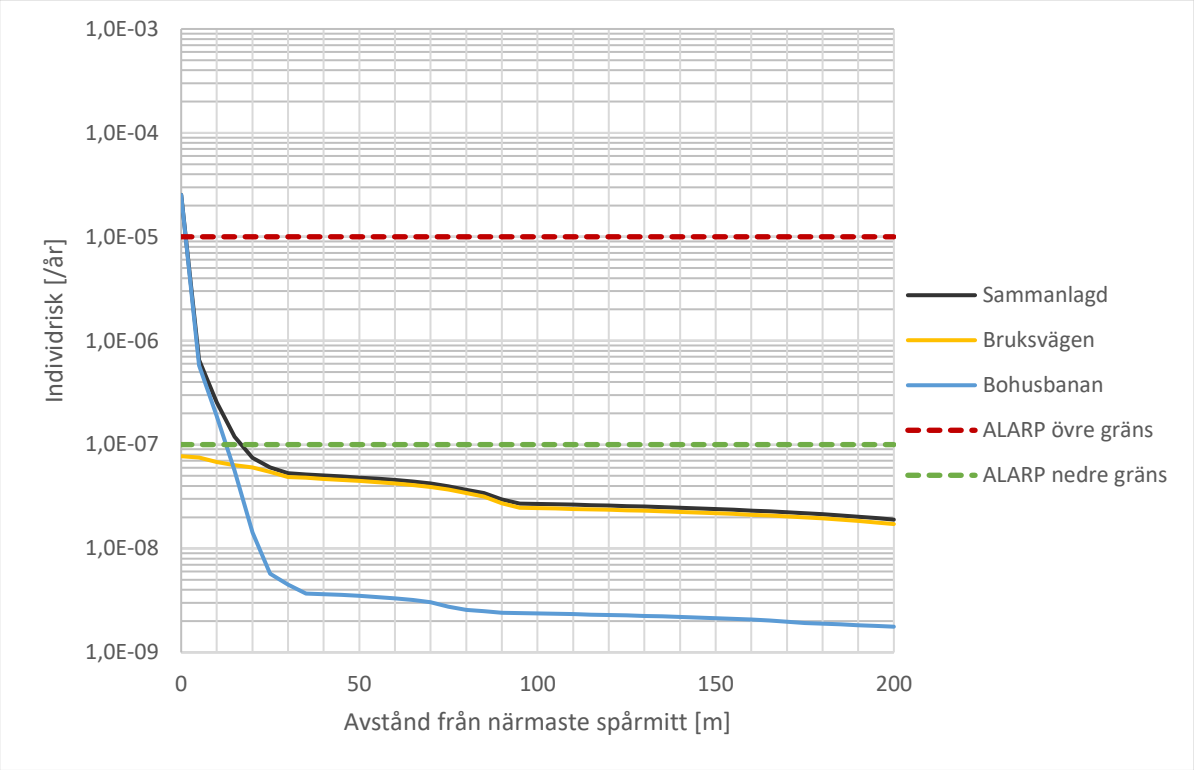
Enligt information från Arctic Paper sker inga transporter med farligt gods på Bruksjärnvägen. Järnvägen används endast till transport av pappersmassa [15]. Detta innebär att det inte föreligger någon risk för tekniska olyckor som påverkar planområdet. Den enda risk som bedöms föreligga kopplat till Bruksjärnvägen utgörs av urspårning. Med hänsyn till det stora avstånd (>150 meter) som råder mellan järnvägen och planområdet/planerad bebyggelse, den ringa hastighetsbegränsningen (20 km/h), samt den fördelaktiga höjdskillnad i den lokala topografin, se Figur 11, bedöms även denna risk vara försumbar.

Figur 11. Topografisk karta (terrängskuggning) där det framgår att Bruksjärnvägen är lägre belägen än planområdet [5], vilket bedöms markant reducera risken att en urspårning påverkar planområdet.

5.1.4 Sammanvägd risknivå

I detta avsnitt presenteras den sammanlagda risknivån som transport av farligt gods på Bruksvägen och Bohusbanan innebär för planområdet.

Den sammanvägda individrisknivån presenteras i Figur 12 där även de enskilda ledernas riskbidrag framgår.



Figur 12. Individriskbidragen från de två undersökta transportlederna samt den sammanlagda risknivån som dessa innebär.

Individrisknivåerna som de båda transportlederna medför är geografiskt knutna till respektive led vilket gör grafen i Figur 12 svårtolkad. Därtill korsar lederna varandra varvid somliga områden innehar en högre risknivå. För att tydliggöra detta visuellt, se Figur 13, Figur 14 och Figur 15.

I Figur 13 framgår individrisknivån i området orsakad av Bohusbanan.

I Figur 14 framgår individrisknivån i området orsakad av Bruksvägen.

I Figur 15 framgår individrisknivån i området orsakad av både Bohusbanan och Bruksvägen. Detta genererar en överlappning av konsekvensområdena som härrör från respektive transportled vilket har markerats med gul färg. Inom detta område är man exponerad för olycksriskerna från båda transportleder samtidigt. Risknivån inom detta område är högre än i områden där man bara exponeras för olycksrisker från en av dessa transportleder. Men risknivån är fortsatt acceptabel.

Figur 13. Individrisknivån i området orsakad av Bohusbanan.

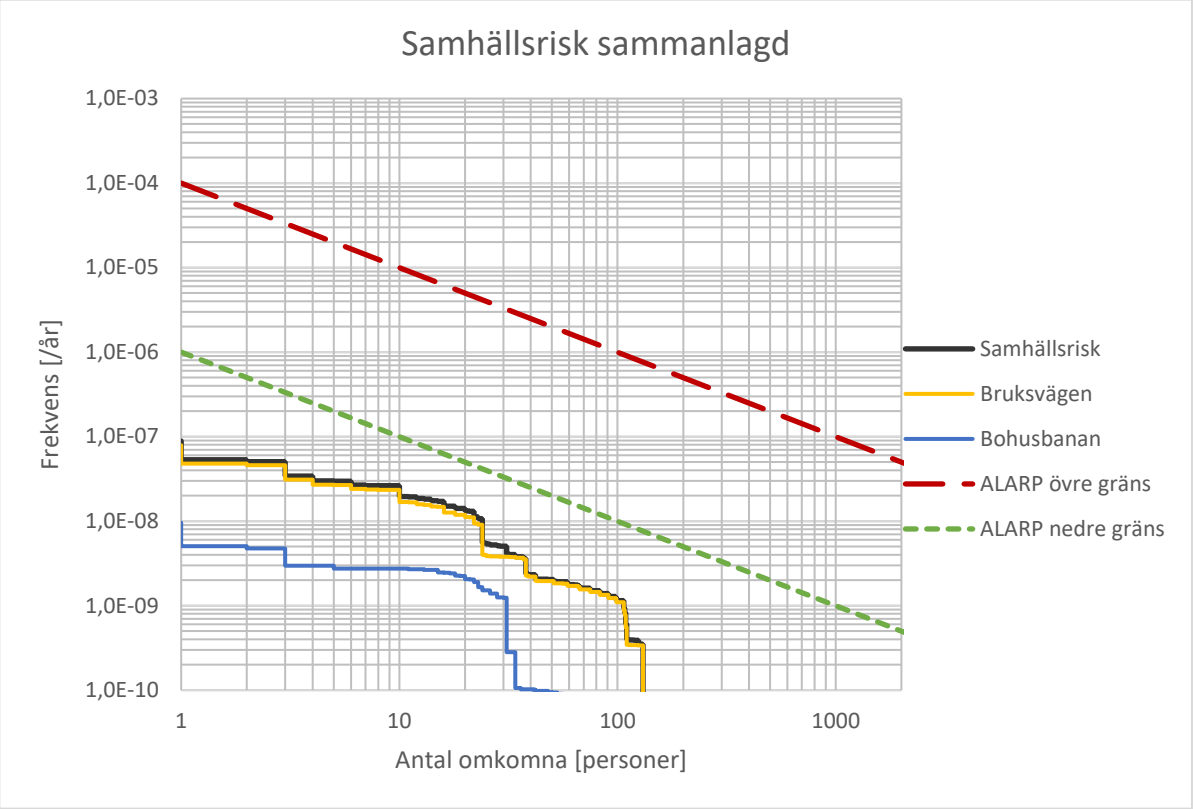
Figur 14. Individrisknivån i området orsakad av Bruksvägen.

Se Figur 15 för visuell/geografisk presentation av den sammanvägda individrisknivån.

Figur 15. Karta där individrisknivåer kopplade till Bohusbanan samt Bruksvägen på olika avstånd markerats. Gult fält visar sammanfallande acceptabel risknivå från de två lederna. Den beräknade risknivån inom detta område visar att risknivån fortsatt är acceptabel utan åtgärdskrav.

För tolkning och slutsats av detta, se avsnitt 6.1.5

För sammanvägd samhällsrisk, se Figur 16.



Figur 16. Sammanvägd samhällsrisk för Bruksvägen och Bohusbanan.

5.2 Arctic Paper

I samband med föreliggande riskbedömning har dialog förts med verksamheten. Totalt har verksamheten tillstånd att hantera 240 m3 flytande naturgas som förvaras fördelad mellan 10 cisterner placerade inom fastighetens östra del. Detta medför ett avstånd på drygt 1 km till aktuellt planområde.

Enligt verksamhetens egna riskanalyser är dimensionerande olycksscenarier kopplade till lossning. Fastigheten har endast en lossningsplats vilken är belägen inom dess östra delar vilket medför ett avstånd på drygt 1 km till aktuellt planområde. Olycksscenarierna jetbrand och pölbrand bedöms ha begränsad omgivningspåverkan. Brandfarligt gasmoln är det scenario som bedöms ha störst geografisk påverkan. Dock indikerar genomförda analyser att inget olycksscenario påverkar boenden i området utanför anläggningen [15]. Ett flertal olika delscenarier med gasmolnsspridning undersöktes i rapporten och det största konsekvensavståndet som erhölls uppgick till 120 meter [21], vilket med god marginal understiger avståndet till aktuellt planområdet.

I informationsbladet utgivet av Räddningstjänsten Mitt Bohuslän framgår Arctic Paper och deras gasleverantör har vidtagit en rad förebyggande och skadebegränsande åtgärder vid anläggningen för att hantera riskerna. Anläggningen är försedd med inbyggda säkerhetssystem i form av fysiska och funktionella barriärer. Anläggningens delar för mottagning, lagring och förgasning är utformade på sätt som i största möjliga mån förhindrar att flytande eller gasformig produkt släpps ut från systemet och därmed minimeras risken för köldskador och brand.
Genomförda riskanalyser av anläggning, organisation och arbetssätt visar att sannolikheten för en olycka är mycket låg [12]. Vidare framgår att de allvarliga konsekvenserna endast kan inträffa om ett antal fysiska och funktionella barriärer samtidigt fallerar. Verksamheten har som rutin att utbilda och öva i samverkan med Räddningstjänsten Mitt Bohuslän.

Vid en eventuell olycka inom verksamheten kan allmänheten informeras genom ”Viktigt Meddelande till Allmänheten”, VMA. Ett VMA ger information om vad som hänt och vad personer i området ska göra. Detta meddelande sänds ut via lokalradio och TV. Räddningstjänsten kan också påkalla uppmärksamhet genom ett utomhuslarm (sirensignal).

Arctic Paper Munkedals AB har ett fortlöpande samarbete med Räddningstjänsten Mitt Bohuslän för både det förebyggande som det operativa arbetet. Räddningstjänsten utför tillsyn av verksamheten enligt lagen om skydd mot olyckor och lagen om brandfarliga och explosiva varor. Gemensamma planer för hur räddningsinsatser skall ledas och genomföras har tagits fram.

6. RISKVÄRDERING

6.1 Transport av farligt gods

I detta avsnitt görs en värdering av riskerna kopplade till beaktade riskkällor.

6.1.1 Bruksvägen

Beräknad individrisk ligger under ALARP, alltså på acceptabel nivå, på samtliga avstånd.

Beräknad samhällsrisk ligger under ALARP för samtliga scenarier.

Inga riskreducerande åtgärder krävs.

6.1.2 Bohusbanan

Individrisknivån inom 1 meter ligger över ALARP. Mellan 1 m och ca 15 meter ligger individrisknivån inom ALARP. Bortom 15 meter understiger individrisknivån ALARP. Den höga risknivån på korta avstånd orsakas främst av urspårning. Föreslagen placering av skolan medför ett avstånd på över 100 meter, varvid inga ytterligare åtgärder krävs.

Beräknad samhällsrisk ligger under ALARP för samtliga scenarier.

Inga riskreducerande åtgärder krävs.

6.1.3 Bruksjärnvägen

Inget farligt gods transporteras på Bruksjärnvägen. Den låga hastighetsbegränsningen (20 km/h) i kombination med rådande topografi medför att urspårningsrisken är försumbar.

Inga riskreducerande åtgärder krävs.

6.1.4 Arctic Paper

Det stora avståndet (över 1 km) mellan pappersbruket och den planerade skolan, i kombination med slutsatserna från verksamhetens egna analyser (maximalt konsekvensavstånd på 120 meter för dimensionerande olycksscenario) samt information från Räddningstjänsten Mitt Bohuslän bedöms innebära att verksamheten innebär en försumbar risk för aktuellt planområde, inklusive den planerade skolan.

Inga riskreducerande åtgärder krävs.

6.1.5 Sammanvägd riskvärdering

Riskbidragen för de båda undersökta transportlederna har sammanvägts och presenterats både kvantitativt och geografiskt, se Figur 12 och Figur 15. En högre risknivå föreligger inom viss yta av aktuellt planområde (där riskbidragen från de två transportlederna sammanfaller geografiskt). Dock förblir risknivån acceptabel och bedömningen är fortsatt att inga åtgärder krävs.

Tolkningen av resultatet är att risknivån är acceptabel längs med hela Bruksvägen (utan skyddsavstånd) samt inom 15 meter längs Bohusbanan. Det vill säga att, sett till olycksrisken, kan bebyggelse accepteras på dessa respektive avstånd utan krav på riskreducerande åtgärder.

Detta är dock inte en rekommendation. Det finns andra skäl till att upprätthålla skyddsavstånd mellan bebyggelse och transportleder än endast olycksrisken, tex buller. Vidare förespråkar Trafikverket generellt en 30 meter bebyggelsefri zon längs järnväg, räknat från spårmitt, bland annat med anledning av behov av tillgänglighet för underhållsarbete, framtida utveckling av järnvägen och utrymme för räddningsinsats [22].

Det är inte heller en rekommendation enligt denna rapport att förlägga bebyggelse närmare transportlederna än vad aktuellt förslag innebär. Även om den beräknade olycksrisken medför acceptabel risknivå utan åtgärder, finns det fog för att upprätthålla det skyddsavstånd som befintligt planförslag medför. Tex med hänvisning till att planområdets storlek möjliggör stora skyddsavstånd med rimliga medel. Om en risk kan reduceras med rimliga tekniska och ekonomiska medel ska det göras, se *Rimlighetsprincipen* i avsnitt 3.4. Därutöver betraktas skola (särskilt förskola) som extra känslig verksamhet varvid ett större skyddsavstånd bör upprätthållas.

7. ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Bedömd risknivå i området är acceptabel utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

8. OSÄKERHETER OCH KÄNNSLIGHETSANALYS

8.1 Osäkerheter

Riskanalyser är alltid förknippade med osäkerheter som kan påverka resultatet. Osäkerheterna är relaterade till olika faktorer såsom gjorda antagande och tillgängliga indata som används som underlag för beräkningarna. Vidare finns osäkerheter i de modeller för beräkning av olycksfrekvenser och konsekvenser som används.

Följande faktorer har i denna utredning bedömts vara förknippade med osäkerheter och även ha en betydande inverkan på resultatet:

- Persontäthet
- Antal transporter med farligt gods

8.1.1 Befolkningstäthet

Persontäthet är en parameter som har stor påverkan på samhällsriskberäkningarna då det påverkar antalet personer som förväntas omkomma vid respektive scenario.

Osäkerheten har hanterats genom att persontätheten har baserats på den bebyggelse som föreslagen markanvändning medför varefter ett värde på ca 20% högre än befarad persontäthet har använts vid beräkningarna, se avsnitt Persontäthet i Bilaga 1 – Farligt godsolyckor på väg.

En känslighetsanalys genomförs därför med avseende på denna parameter. I känslighetsanalysen antas ytterligare 25 % fler personer befinna sig i programområdet än i jämförelse med grundscenariot.

8.1.2 Antal transporter med farligt gods

Antalet farligt gods-transporter på Bruksvägen förbi planområdet har uppskattats utifrån:

- ÅDT-mätningar på Strömstadsvägen
- Nationell statistik över antalet farligt gods-transporter på samtliga vägar i Sverige.

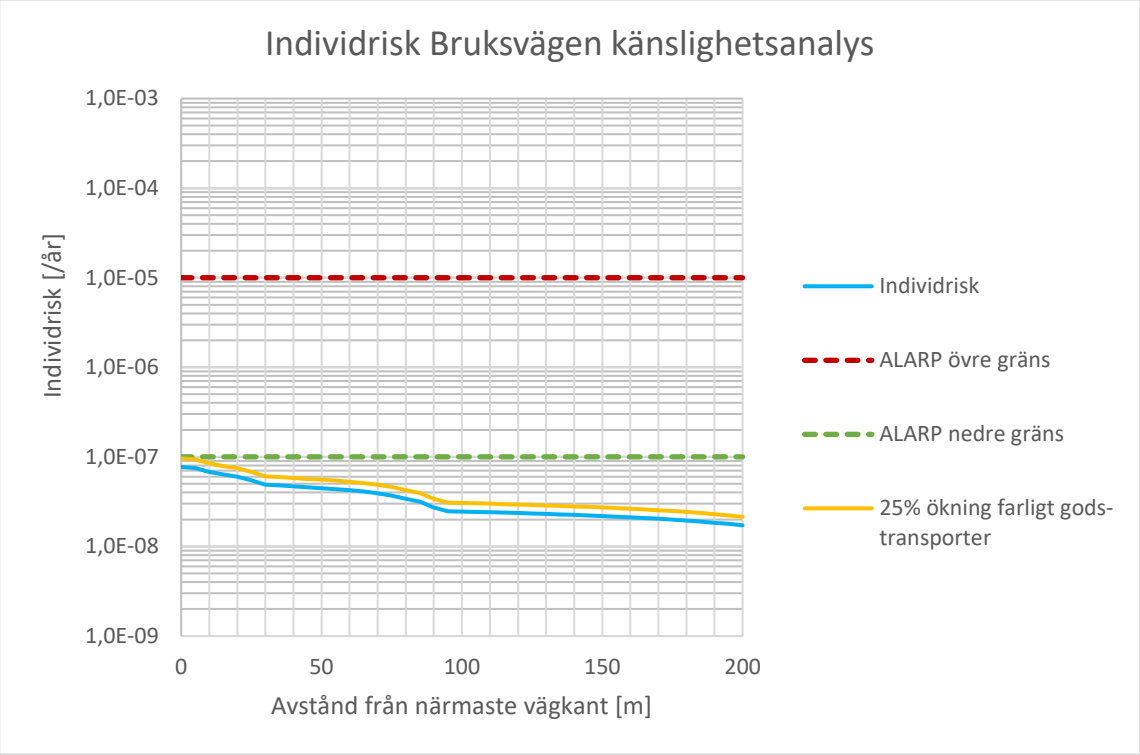
Det finns ingen offentlig statistik över antalet farligt gods-transporter på enskilda vägar i Sverige. Vid användande av nationell statistik kan en större bredd av transporter i de olika farligt gods-klasser fångas upp. Om specifik statistik över antalet farligt gods-transporter på den aktuella vägsträckan i stället skulle används kan denna komma att bli inaktuell i framtiden i samband med att nya verksamheter tillkommer eller avvecklas.

Vid beräkningar antogs att samtlig trafik på Strömstadsvägen även kör längs Bruksvägen. Detta bedöms medföra att risknivån överskattas snarare än underskattas. Men för att ändå undersöka denna parameter och ta höjd för eventuella ändringar i framtiden genomförs en känslighetsanalys.

Ett scenario med 25 % fler farligt gods-transporter har undersökts för att pröva hur känsligt resultatet (individ- och samhällsrisken) är för en relativt stor oförutsedd ökning jämfört med grundscenariot.

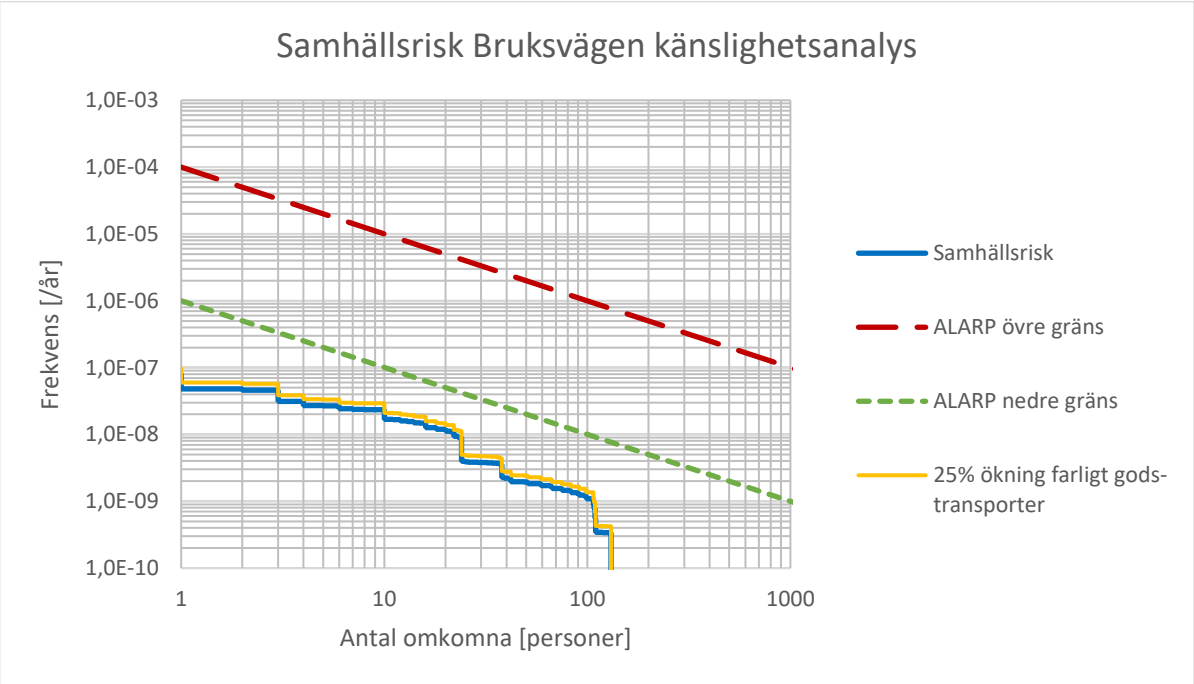
8.2 Känslighetsanalys

I detta avsnitt presenteras resultaten av genomförda känsligetsanalyser med avseende på individrisknivån och samhällsriksnivån och jämförs med grundscnenariot.



Figur 17. Individrisknivå vid 25 % ökning av transporter av farligt gods på Bruksvägen.

Som kan observeras i Figur 17 stiger risknivån generellt med anledning av ökat antal farligt gods-transporter. Risknivån förblir dock under ALARP på alla avstånd bortom någon enstaka meter från vägkant varvid slutsatserna i denna riskbedömning inte påverkas.



Figur 18. Samhällsrisknivå vid 25% ökning av transporter av farligt gods på Bruksvägen.

Vid 25 % högre persontäthet stiger samhällsriskkurvan men är fortsatt under ALARP. Baserat på känslighetsanalysen förändras inte slutsatsen i föreliggande riskbedömning.

Resultatet av genomförda känslighetsanalyser medför inte en förändrad slutsats eller bedömning av föreliggande resultat. Slutsatsen av genomförda känslighetsanalyser är att den övergripande riskbedömning av det aktuella planområdet är oförändrad.

Vidare kan det konstateras att beräkningarna i föreliggande riskbedömning har genomförts med konservativa ingångsvärden, vilket gör att beräknad risknivå snarare överskattas än underskattas, vilket ytterligare indikerar att genomförd känslighetsanalys inte medför ändrad slutsats eller innebär krav på riskreducerande åtgärder.

9. SLUTSATSER

Ramboll Sweden AB bedömer att risknivån i området är acceptabel med hänsyn till undersökta riskkällor, Bruksvägen, Bohusbanan samt Arctic Paper.

Individrisknivåerna kopplade till de två transportlederna är acceptabla på de avstånd som bebyggelse föreslås, utan att riskreducerande åtgärder krävs. Vidare bedöms även övrig markanvändning lämplig. Enligt Figur 4 planeras rondell och parkeringsyta i områdets västra del (där risknivån är någon högre), medan skolgård/grönytor och eventuell fotbollsplan förläggs i östra delen (där risknivån är som lägst). Denna disponering bedöms vara lämplig med hänsyn till riskkällornas placering samt skolverksamhetens känsliga art.

Även samhällsrisken som de två transportlederna medför är acceptabla enligt genomförda beräkningar. Detta betyder att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas.

Gällande Arctic Paper är den kvalitativa bedömningen, baserat på verksamhetens riskanalyser, och information från Räddningstjänsten Mitt Bohuslän, att gashanteringen inom pappersbruket innebär en acceptabel risknivå för aktuellt område.

Ramboll Sweden AB bedömer att en rimlig riskhänsyn har tagits, med avseende på olycksrisker inom planområdet, i och med genomförandet av föreliggande riskbedömning, och att Munkedals kommun därmed har möjliggjort för olycksrisker att hanteras på ett tillfredsställande sätt och i enlighet med kraven i Plan- och bygglagen samt Miljöbalken.

10. REFERENSER

[1] Landsbygds- och infrastrukturdepartementet SPN BB, ”Plan- och bygglag (2010:900),” 2010.

[2] klimat- och näringslivsdepartementet, ”Miljöbalk (1998:808),” 1998.

[3] Länsstyrelserna skåne län, stockholm län, västra götalands län, ”Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods,” 2006.

[4] Munkedals kommun, ”Utredning Lokalisering av ny F-6 skola, diarienummer MSBN-2024-000118,” 2024-05-13.

[5] Lantmäteriet, ”Min karta,” [Online]. Available: https://minkarta.lantmateriet.se/. [Använd 17 12 2024].

[6] Swedish Standards Institute, SIS, Svensk standard SS-ISO 31000:2018. Riskhantering - Vägledning, Stockholm, 2018.

[7] Räddningsverket, Värdering av risk, 1997.

[8] Länsstyrelsen Södermanlands län, Farligt gods - hur man kan planera med hänsyn till risk för olyckor intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, 2015.

[9] MSB, Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006, 2006.

[10] Räddningstjänsten Fyrbodal, ”telefon- och mailkontakt med Casper Flensburg, brandingenjör på Räddningstjänsten Fyrbodal,” 24 januari 2025.

[11] Trafikverket, ”Nationell vägdatabas (NVDB),” Trafikverket, [Online]. Available: https://nvdbpakarta.trafikverket.se/map. [Använd jan 2025].

[12] Räddningstjänsten Mitt Bohuslän, [Online]. Available: https://mittbohuslan.se/foretag-och-organisation/sevesoanlaggningar/lagre-kravniva/arctic-paper--munkedals-ab.html. [Använd 9 jan 2025].

[13] Arctic Paper Munkedals AB, ”Hantering av Naturgas - Information till allmänheten,” rev 2023-11-30. [Online]. Available: https://mittbohuslan.se/download/18.1b75e5cb18c8ae57ebc23a/1703151358288/Information%20till%20allm%C3%A4nheten%20-%20Arctic%20Paper%20Munkedals%20AB%20-%20Rev.2023-11-30.%20docx.pdf. [Använd 9 jan 2025].

[14] Trafikverket, Rapport - Prognos för godstransporter 2045 - Trafikverkets Basprognoser 2024, 2024.

[15] Arctic Paper Munkedals AB, ”telefon- och mailkontakt med Mathias Schewenius,” januari 2025.

[16] Trafikanalys, ”Trafik Analys,” [Online]. Available: https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/. [Använd 2024].

[17] Räddningsverket, ”Kartläggning av farligt godstransporter - September 2006,” 2006.

[18] Trafikanalys, ”Bantrafik 2015-2020. Statistik 2021:23 m.fl.,” 2021.

[19] Trafikverket, ”mail från Ulf Carlsson, Trafikverket,” 2025-01-09.

[20] Trafikverket, ”Nationell järnvägdatabas (NJDB),” [Online]. Available: https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket. [Använd januari 2025].

[21] Lloyd Register consulting, Jonny Danielsson, ”Tekniskt notat till Arctic Paper Munkedals AB, Konsekvensberäkningar av dimensionerande skadefall för LNG anläggning vid

pappersbruket i Munkedal, Tekniskt notat nr. 211176 TN1, Revision 0," Lloyd Register consulting, 22 oktober 2013.

[22] Trafikverket, "Säkerhetsavstånd vid byggande intill järnväg, Krav vid byggande intill infrastrukturanläggningar – järnväg.," Senast uppdaterad/granskad: 2024-03-27. [Online]. Available: https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Sakerhet-och-konflikter/Sakerhetsavstand-mellan-infrastruktur-ny-bebyggelse-samt-ovriga-anordningar/sakerhetsavstand-vid-byggande-intill-jarnvag/. [Använd 6 februari 2025].

[23] Alonso, F. D., Ferradás, E. G., Pérez, J. F., Aznar, A. M., Gimeno, J. R., & Alonso, J. M., Characteristic overpressure–impulse–distance curves for the detonation of explosives, pyrotechnics or unstable substances., Journal of Loss Prevention in the Process, 2006.

[24] Banverket, Modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, 2001.

[25] Försvarets forskningsantalt (FOA), " Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor," 1998.

[26] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagorna 1-5," 1997.

[27] Center for Chemical Process Safety (CCPS) of the American Institute of Chemical Engineers (AIChE), "Guidelines for Chemical Process Quantitaitve Risk Analysis," 2000.

[28] L. Helmersson, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg," *VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet, Stockholm, Rapport,* 1994.

[29] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), 2024. [Online]. Available: https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=472&q=propan&p=1.

[30] Länsstyrelsen i Skåne län, " Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods," 2007.

[31] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall," Lund University, Institute of Technology, Department of Fire Safety Engineering, Lund, 1992.

[32] UIC, UIC CODE 777-2 R: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone, 2002.

[33] Räddningsverket, Handbok för riskanalys, Karlstad: Elanders Tofters 7838 , 2003.

[34] Länsstyrelsen i Stockholms Län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," 2000.

[35] Räddningstjänsten Fyrbodal, "Farlig verksamhet, Seveso," [Online]. Available: https://rtjfyrbodal.se/hem-fritid/farlig-verksamhet/. [Använd januari 2025].

BILAGA 1 – FARLIGT GODSOLYCKOR PÅ VÄG

I denna bilaga redovisas de modeller och det underlag som ligger till grund för beräkningar av frekvenser och konsekvenser av farligt godsolyckor.

I Tabell 7 nedan återges en beskrivning av respektive ämnesklass, potentiella konsekvenser vid olycka samt om ämnets egenskaper och antal transporter förbi området medför att denna studeras vidare i riskbedömningen.

Tabell 7 Sammanfattning av respektive ämnesklass av farligt gods med tillhörande konsekvens.

Klass	Ämnen	Exempel	Konsekvenser	Studeras vidare i riskbedömningen
1	Explosiva varor	Sprängämnen, tändmedel, ammunition etc.	Detonation som leder till tryckvågor med dödliga konsekvenser för personer utomhus normalt upp till 70 meter. Raserade byggnader kan ske vid längre avstånd.	Ja
2	Gaser			
2.1	Brandfarliga gaser (kondenserade)	Gasol, vätgas, etc	Potentiella olycksscenarion utgörs av jetflammor, BLEVE, gasmolnsexplosion vilket kan ske efter utsläpp och antändning	Ja
2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	Inerta gaser, t.ex. kväve	Kvävningsframkallande eller oxiderande. Kan ge upphov till konsekvens i omedelbar närhet.	Nej
2.3	Kondenserad giftig gas	Klor, ammoniak, etc	Utsläpp och spridning i luft som kan ge dödlig påverkan.	Ja
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja	Värmestrålning vid antändning.	Ja
4	Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten.	Metallpulver, karbid etc.	Kan ge upphov till brand med konsekvens i omedelbar närhet.	Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxide	Natriumklorat, väteperoxid, etc.	Blandning med organiskt material kan orsaka explosionsartade brandförlopp.	Ja
6	Giftiga ämnen, vämjeliga ämnen och ämnen med benägenhet att orsaka infektioner	Arsenik-, bly och kvicksilversalter, dimetylsulfat, cyanider etc.	Ger skada vid direktkontakt med ämnen. Normala riskavstånd <20 meter.	Ja
7	Radioaktiva ämnen		Akut skada uppkommer ej vid olycka	Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter

8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid, etc.	Frätskador med konsekvensavstånd normalt 0-20 meter.	Ja
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Asbest, gödningsämnen, etc.	Ingen risk för livshotande personskada	Nej

Persontäthet

Planerad skola har plats för 720 elever. Med lärare/personal och övriga eventuella personer som uppehåller sig i området ansätts 1000 personer befinna sig stadigvarande på platsen.

Områdets yta uppgår till ungefär 80 000 m^2 vilket motsvarar 0,08 km^2.

$$\frac{1000}{0{,}08} = 12\,500\ pers/km^2$$

Frekvens för farligt gods-olyckor på Bruksvägen

För beräkning av frekvensen för farligt gods-olyckor på Bruksvägen används den så kallade *VTI-modellen* som är en modell som Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) utvecklade i mitten av 1990-talet för att kunna analysera riskerna förknippade med transporter av farligt gods på väg och järnväg i Sverige. I rapporten "Farligt gods – riskbedömning vid transport" presenteras beräkningsmetodiken närmare [7]. I Tabell 8 redovisas indata till modellen och i Tabell 9 redovisas resultatet.

Tabell 8. Indata till VTI-modellen.

Parameter	Värde
ÅDT samtliga [fordon per dygn]	5 282
ÅDT tunga fordon [fordon per dygn]	111
Andel farligt gods	0,033
Hastighetsbegränsning [km/h]	50
Olyckskvot [-]	1,2
Andel singelolyckor [-]	0,15
Index farligt gods [-]	0,03
Vägsträckans längd [km]	1

Tabell 9. Beräknad olycksfrekvens för farligt gods-transporterande fordon.

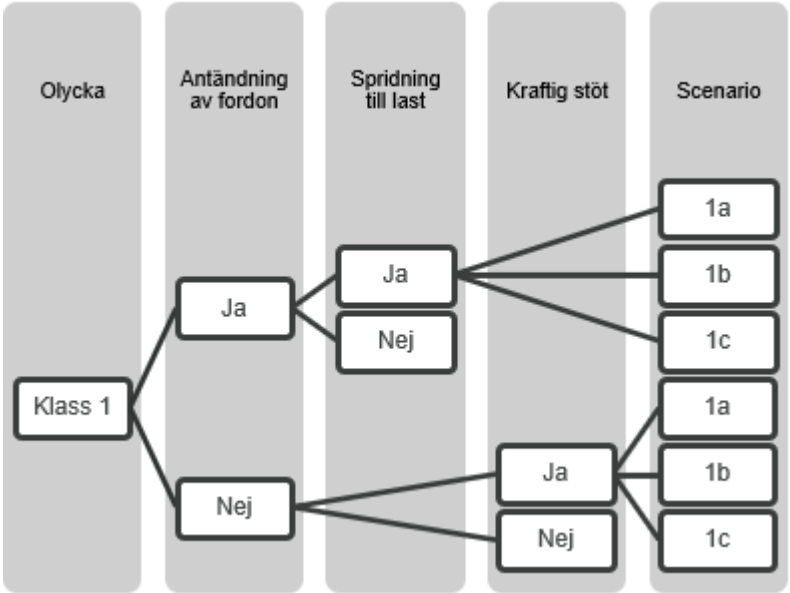
Utdata	Värde
Olycksfrekvens [olyckor/år]	0,0042

Händelseträd

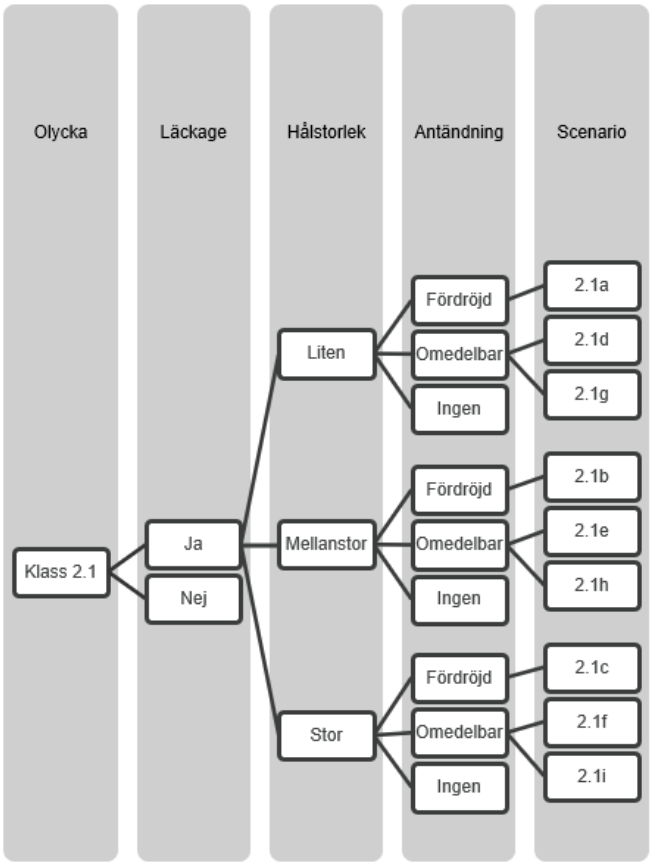
I Figur 19 – Figur 23 presenteras händelseträd[5] för olyckor med farligt gods-transporterande fordon och tåg. Händelseträden beskriver olyckornas följder stegvis och mynnar i olika

[5] Händelseträd utgår från en oönskad händelse, i detta fall en olycka med ett farligt gods-transporterande fordon, och följer sedan förloppet framåt för att finna möjliga konsekvenser av händelsen [37].

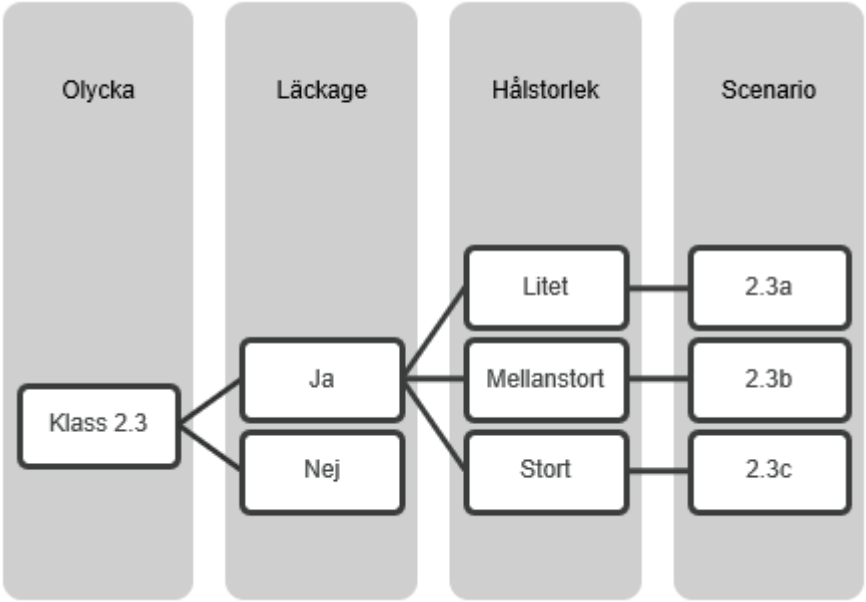
konsekvenser (scenarier) för påverkan på omgivningen. Konsekvenserna beskrivs närmare i efterföljande avsnitt.



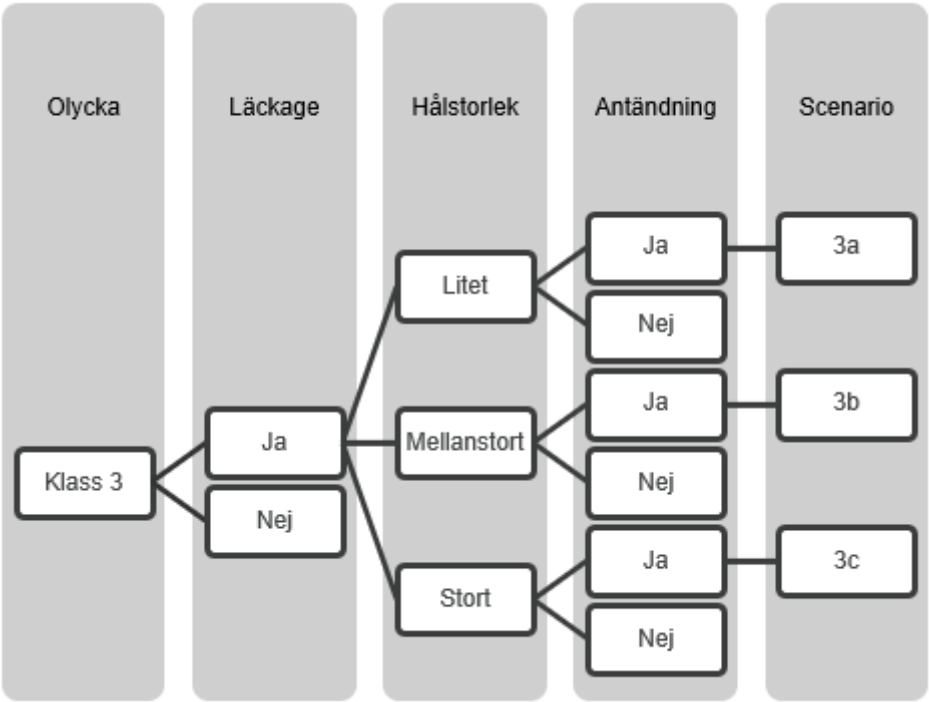
Figur 19. Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 1.



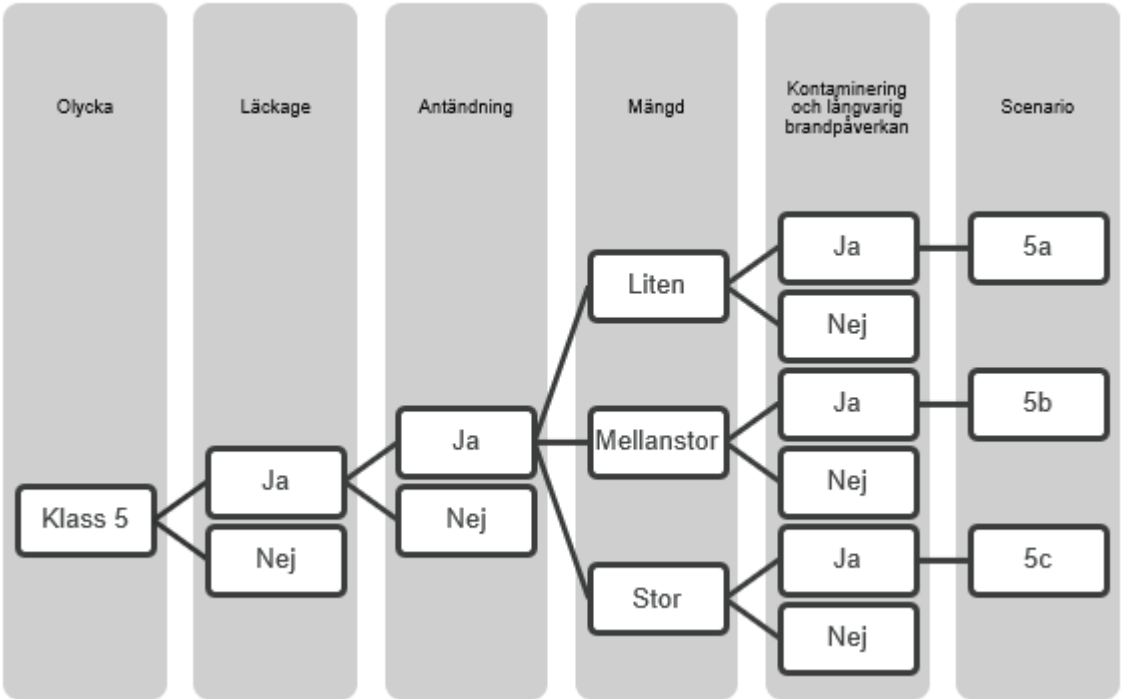
Figur 20. Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 2.1.



Figur 21. Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 2.3.



Figur 22. Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 3.



Figur 23. Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 5.

Konsekvensberäkningar - Väg

Konsekvensberäkningar genomförs i *ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.7* och med en modell för tryckpåverkan och impulstäthet från detonation av explosivämnen [23]. Beräkningarna baseras på scenarier beskrivna i rapporten ”Farligt gods – riskbedömning vid transport” [7] och ”Modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen” [24]. Konsekvensavstånden redovisas i ADR-S klass 2 delas upp i två klasser: ADR-S klass 2.1 som utgör brännbara gaser och ADR-S klass 2.3 som utgör giftiga gaser. Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass och 5 m/s samt stabil stabilitetsklass och 2 m/s. Neutral stabilitetsklass förväntas 80% av tiden och stabil stabilitetsklass förväntas 20% av tiden. Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur ansätts till 7 °C.

ADR-S Klass 1

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstötvågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstötvågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [25].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1 % dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [25]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20-40 kPa beroende på byggnadens konstruktion. Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [26].

För att ta hänsyn till såväl de direkt som indirekta skadorna på människor antas ett viktat skadekriterium där människor förutsätts omkomma vid ett tryck om 100 kPa. Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten Guidelines for Chemical

Process Quantitative Risk Analysis. [27] I metoden beräknas trycket på ett specifikt avstånd från en explosionskälla som utgörs av en viss mängd TNT.

ADR-S Klass 2
RID-S klass 2 delas upp i två klasser: RID-S klass 2.1 som utgör brännbara gaser och RID-S klass 2.3 som utgör giftiga gaser.

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass och 5 m/s samt stabil stabilitetsklass och 2 m/s. Neutral stabilitetsklass förväntas 80 % av tiden och stabil stabilitetsklass förväntas 20 % av tiden [28].

ADR-S Klass 2.1
Det representativa ämnet som använts för beräkningar gällande klass 2.1 brandfarliga gaser ansätts till propan.

Följande skadekriterier [25] [29] har använts vid beräkningarna då 50 % av individerna antas omkomma:

- Jetflamma: strålningsnivå på 15 kW/m^2 för varaktighet 1 minut.
- Gasmoln: koncentration på 2,3 volymprocent vilket motsvarar undre brännbarhetsgränsen.
- BLEVE: strålningsnivå på 25 kW/m^2 för varaktigheten ca 12s

ADR-S Klass 2.2
Icke brandfarliga/explosiva ämne.

ADR-S Klass 2.3
Utsläpp av tryckkondenserad giftig gas kan beroende på väderförhållanden, topografi och utsläppstyp orsaka skador på mycket långa avstånd. Även dessa ämnen transporteras i tjockväggiga tankar. Dimensionerande ämne har ansatts till svaveldioxid som utgör ett mycket giftigt ämne.

Skadekriterium för 50 % omkomna för svaveldioxid är 798 ppm vid 30 minuters exponering [30].

ADR-S Klass 3
Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [31].
Bensin är den vanligaste varan av de brandfarliga vätskorna och är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för klass 3.
Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pöl bränderna.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar ej strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m^2 för varaktighet 1 minut [25]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oavsett exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m^2 förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut. Vidare gäller att vid 1 minuts exponering förväntas samtliga

personer få andra gradens brännskador, men alla som får andra gradens brännskador omkommer inte.

ADR-S klass 5
För klass 5 antas det transporterade ämnet motsvara sprängämne. Konsekvensberäkningar sker likt de för RID-S klass 1 ovan.

ADR-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen
Några konsekvenser utanför olyckan direkta närhet bedöms inte kunna förekomma. Maximalt konsekvensavstånd antas till 10–15 meter i de båda klasserna.

Konsekvensberäkningar
I Tabell 10 presenteras beräknade konsekvensavstånd till respektive undersökt scenario.

Tabell 10. Konsekvensavstånd utomhus för olycksscenarier. Inom konsekvensavstånden kan dödsfall inträffa.

Scenario		Antaget ämne	Konsekvensavstånd från väg
1a	Explosion med explosivt ämne (LP50)	TNT	6
1b			22
1c			79
2.1a	Gasmolnsbrand (flamfickor, 60% LEL)	Gasol (propan)	11
2.1b			11
2.1c			45
2.1d	Jetflamma (15 kW/m^2)		10
2.1e			10
2.1f			27
2.1g	BLEVE (15 kW/m^2)		25
2.1h			49
2.1i			102
2.3a	Spridning av giftig gas i luft (AEGL-3)	Ammoniak	16
2.3b			48
2.3c			178
3a	Pölbrand från brandfarlig vätska (15 kW/m^2)	Etanol	3
3b			6
3c			24
5a	Explosion efter kontaminering och brandpåverkan (LP50)	Ammonium-nitrat	33
5b			33
5c			33

BILAGA 2 – FARLIGT GODSOLYCKOR PÅ JÄRNVÄG

I denna bilaga redovisas de modeller och det underlag som ligger till grund för beräkningar av frekvenser och konsekvenser av farligt godsolyckor.

Frekvens för farligt gods-olyckor på järnvägen
För beräkning av frekvensen för farligt gods-olyckor på järnvägen används en modell beskriven i *International Union of Railways UIC 777-2* [32] och ”Modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen” av Banverket [24]. Skattningen av förväntat antal olyckor utgår från att det finns ett linjärt samband mellan en exponeringsvariabel (omfattningen av transportrörelser) och en felintensitet.

I Tabell 11 redovisas indata till modellen och i Tabell 12 redovisas resultatet.

Tabell 11. Indata till beräkningsmodellen.

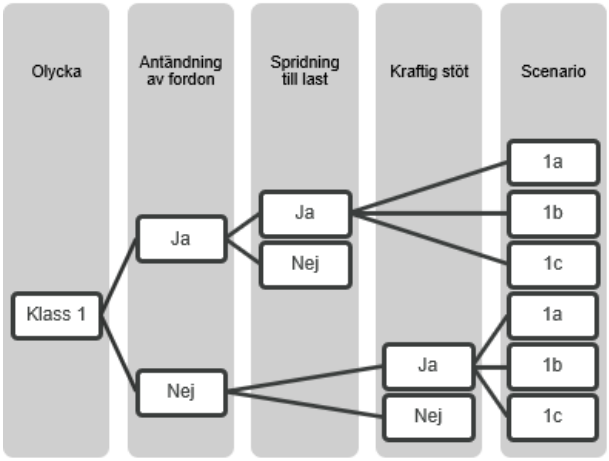
Parameter	Värde
Antal tåg [per dygn]	Godståg: 1 Persontåg: 46
Genomsnittligt antal vagnar som lämnar spåret vid urspårning [-]	3,5 [7]
Andel godsvagnar med farligt gods [-]	8,7 %
Järnvägssträckans längd [km]	1
Största tillåtna hastighet (STH) [km/h]	90 km/h (Godståg) 90 km/h (Persontåg)

Tabell 12 Beräknad olycksfrekvens för farligt gods-transporterande tåg.

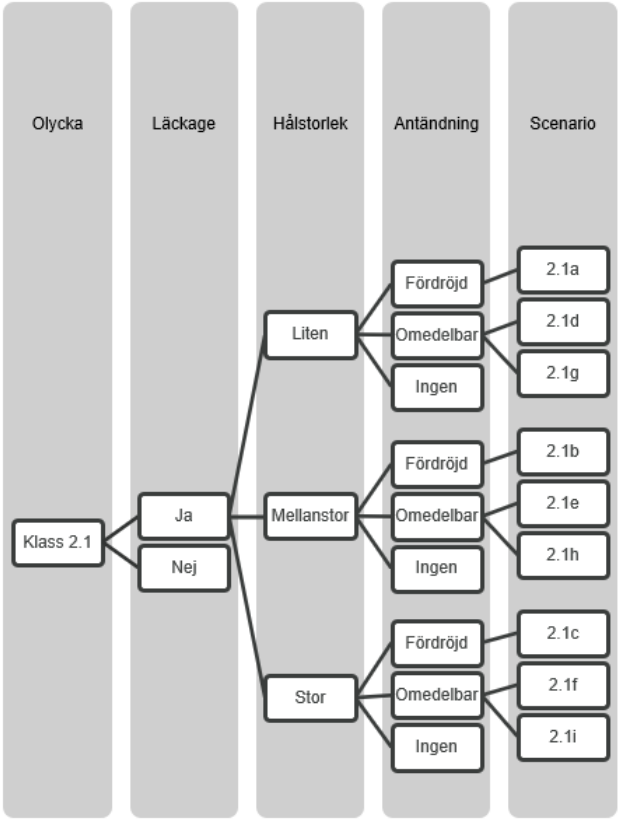
Utdata	Värde
Olycksfrekvens [olyckor/år]	0,000017

Händelseträd
I Figur 19 – Figur 23 presenteras händelseträd[6] för olyckor med farligt gods-transporterande fordon och tåg. Händelseträden beskriver olyckornas följder stegvis och mynnar i olika konsekvenser (scenarier) för påverkan på omgivningen. Konsekvenserna beskrivs närmare i efterföljande avsnitt.

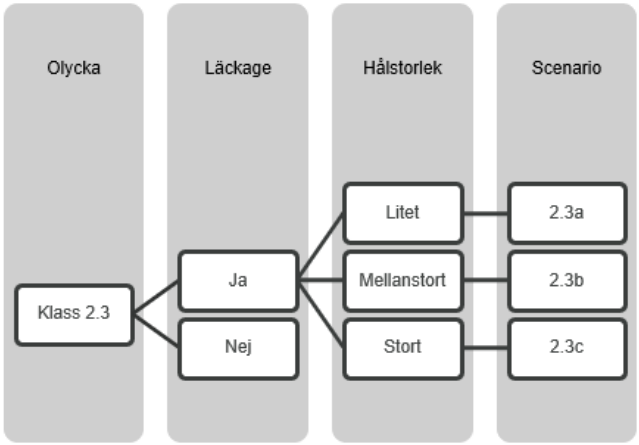
[6] Händelseträd utgår från en oönskad händelse, i detta fall en olycka med ett farligt gods-transporterande fordon, och följer sedan förloppet framåt för att finna möjliga konsekvenser av händelsen [21].



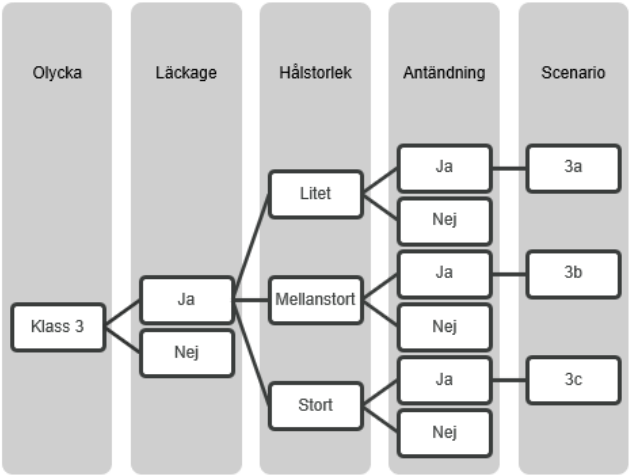
Figur 24 Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 1.



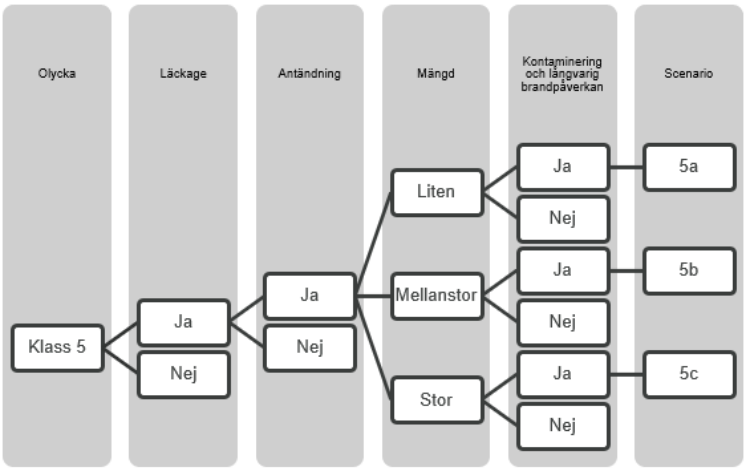
Figur 25 Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 2.1.



Figur 26 Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 2.3.



Figur 27 Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 3.



Figur 28 Händelseträd för olyckor i farligt gods-klass 5.

Konsekvensberäkningar

Farligt gods-olyckor

Konsekvensberäkningar genomförs i *ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.7* och med en modell för tryckpåverkan och impulstäthet från detonation av explosivämnen [23]. Beräkningarna baseras på scenarier beskrivna i rapporten ”Farligt gods – riskbedömning vid transport” [7] och ”Modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen” [24]. Konsekvensavstånden redovisas i Tabell 13.

Tabell 13 Konsekvensavstånd utomhus för olycksscenarier. Inom konsekvensavstånden kan dödsfall inträffa.

Scenario		Antaget ämne	Konsekvensavstånd från järnvägen
1a	Explosion med explosivt ämne (LP50)	TNT	20
1b			32
1c			76
2.1a	Gasmolnsbrand (flamfickor, 60% LEL)	Gasol (propan)	11
2.1b			22
2.1c			85
2.1d	Jetflamma (15 kW/m^2)		10
2.1e			10
2.1f			22
2.1g	BLEVE (15 kW/m^2)		66
2.1h			138
2.1i			356
2.3a	Spridning av giftig gas i luft (AEGL-3)	Ammoniak	25
2.3b			73
2.3c			268
3a	Pölbrand från brandfarlig vätska (15 kW/m^2)	Etanol	4
3b			9
3c			30
5a	Explosion efter kontaminering och brandpåverkan (LP50)	Ammonium-nitrat	32
5b			37
5c			41

Urspårning

Huruvida en urspårning av en eller flera järnvägsfordon utgör en risk för omgivningen är beroende av rörelsens art, hastigheten vid urspårningen, spårets läge i förhållande till omgivningen, omgivningens beskaffenhet, markanvändningen intill spåret med mera [24].

Sannolikheten för ett fordon som lämnar spårområdet når ett visst avstånd i sidled från spåret presenteras i Tabell 14. Avståndet begränsas vanligen till spårområdets närhet. De allra flesta vagnarna hamnar som mest 25 – 30 meter i sidled från spåret [24, 33, 34].

Tabell 14 Sannolikhet för urspårningsavstånd i sidled [24].

Största tillåtna hastighet (STH) [km/h]	Tåg	Avstånd från spårmitt [m]	Sannolikhet [%]
≤ 30	Godståg	0 – 1	64
		1 – 5	18
		5 – 15	5
		>15	0
	Persontåg	0 – 1	69
		1 – 5	16
		5 – 15	2
		>15	0
> 30	Godståg	0 – 1	64
		1 – 5	18
		5 – 15	5
		15 – 25	2
		>25	2
		Okänt	9
	Persontåg	0 – 1	69
		1 – 5	16
		5 – 15	2
		15 – 25	2
		>25	0
		Okänt	12