

Risk- och bullerutredning

Handläggare
Cecilia Magnusson och Vladimir Medan
Uppdragsledare
Frida Lindstein
Telefon
010-505 42 34, 073 342 96 94
E-post
cecilia.magnusson@afry.com
vladimir.medan@efterklang.org
Frida.lindstein@efterklang.org

Datum
22/06/2023
Projekt ID
D0123116
Beställare
Karolina Bjers
Kund
Ronneby kommun

Risk- och bullerutredning för Hjortsberga, Ronneby



Uppdragsledare: Frida Lindstein
Handläggare: Cecilia Magnusson
Handläggare buller: Vladimir Medan
Intern kvalitetsgranskning risk: Jennifer Wolsing
Intern kvalitetsgranskning buller: Josefin Grönlund



Innehållsförteckning

	Riskutredning.....	5
	Bullerutredning	5
1	Inledning	6
1.1	Syfte och mål.....	6
1.2	Avgränsningar riskutredning	6
2	Styrande lagstiftning och riktlinjer	7
2.1	Risk.....	7
2.1.1	Riktlinjer - Trafikverket.....	7
2.1.2	Riktlinjer - Skåne, Stockholm och Västra Götaland.....	7
2.2	Riktvärden buller.....	8
2.2.1	FÖRORDNING SFS 2015:216 OM TRAFIKBULLER VID BOSTADSBYGGNADER T.O.M. SFS 2017:359	8
2.2.2	NV-08465-15 RIKTVÄRDEN FÖR BULLER FRÅN VÄG OCH SPÅRTRAFIK VID BEFINTLIGA BOSTÄDER.....	9
2.2.3	NATURVÅRDSVERKETS VÄGLEDNING OCH RIKTVÄRDEN FÖR BULLER PÅ SKOLGÅRD FRÅN VÄG- OCH SPÅRTRAFIK NV-01534-17	10
3	Metod.....	11
3.1	Riskutredning.....	11
3.1.1	Programvara	11
3.1.2	Kvantitativa riskmått.....	12
3.1.3	Riskvärderingskriterier	12
3.2	Metod bullerutredning	14
4	Beskrivning av planområde	15
4.1	Skyddsvärda objekt	16
4.1.1	Järnväg	16
5	Riskinventering.....	17
5.1	Mekanisk påverkan av urspårande tåg	17
5.2	Olycka med farligt gods.....	17
5.3	Olycksscenarier vid olycka med farligt gods	18
5.4	Sammanfattning av aktuella olycksscenarier.....	21
6	Risakanalys	22
6.1	Förutsättningar för beräkningar.....	22
6.1.1	Personbelastning	22
6.1.2	Trafikuppgifter järnväg.....	23
6.1.3	Fördelning av farligt gods på järnväg	24
6.2	Individrisk	24
6.2.1	Kvalitativ analys urspårning	24
6.2.2	Olycka med farligt gods.....	25
6.3	Samhällsrisk	26
7	Förutsättningar bullerutredning	28



7.1	Trafikuppgifter spårtrafik	28
7.2	Trafikuppgifter vägtrafik	28
8	Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys	29
8.1	Känslighetsanalys	29
8.1.1	Antal transporter av farligt gods	29
8.1.2	Personbelastning	29
8.1.3	Konsekvenser för studerade olycksscenarier	29
8.2	Osäkerhetsanalys	29
8.2.1	Antal transporter av farligt gods och sannolikhet för olyckor	30
8.2.2	Sannolikhet för olycka	30
8.2.3	Personbelastning	30
8.2.4	Konsekvenser för studerade olycksscenarier	30
8.2.5	Osäkerhetsanalys för ökad personbelastning på området och ökat antal godstransporter	30
9	Riskvärdering	34
10	Resultat bullerutredning	35
10.1	Befintligt scenario	35
10.2	Analys av åtgärder	38
10.2.1	Bullerskyddsskärm	38
10.2.2	Skärmande byggnad	39
11	Kumulativ bedömning risk och buller	43
	Referenser	44

Dokumenthistorik

Version	Datum	Revidering	Handläggare
1.0	2023-06-19	Första utgivna version.	Cecilia Magnusson och Vladimir Medan
2.0	2023-06-22	Andra utgåvan efter extern granskning	Frida Lindstein

Sammanfattning

I Ronneby kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheten Hjortsberga 4:41 (Ålycke) i Johannishus. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av en förskola, ett vård- och omsorgsboende, bostäder och lokaler för hemtjänsten. Syftet med utredningarna är att undersöka möjligheten för exploatering på fastigheten.

Detaljplaneområdet är beläget invid järnvägen Blekinge kustbana. Tågtrafiken transporterar idag inte farligt gods men kan komma att göra det i framtiden, vilket behöver beaktas. Eftersom avståndet till detaljplanen understiger Länsstyrelsens riktlinjer för skyddsavstånd (150 m) ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas.

Riskutredning

Syftet med utredningen är att säkerställa att människor inom aktuellt detaljplanområde inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på närliggande transportled.

Målet är att ta fram en riskutredning där aktuella risker är kvantifierade och värderade mot befintliga riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms acceptabla ska nödvändiga åtgärder utredas och presenteras.

I denna riskanalys har samhällsrisik och individrisk beräknats och ställt mot relevanta riskkriterier. De resultat som erhållits vid riskanalysen är följande:

- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom acceptabel nivå.
- Samhällsrisken ligger inom acceptabel nivå.

Med stöd i osäkerhetsanalysen bedöms att även om viss ökning i personbelastning och trafik skulle förekomma, är risknivån fortsatt acceptabel för aktuellt planområde.

Risken avseende urspårning av tåg bedöms vara låg då närmaste bebyggelse planeras ca 28 m från järnvägen och sannolikheten för att tåg hamnar på ett avstånd längre än 25 m från spårmittpunkt är låg.

Inga omfattande riskreducerande åtgärder bedöms vara motiverade i samband med den nya detaljplanen. Åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt bör implementeras även om risken är acceptabel. Exempel på sådana skulle kunna vara att placera entréer eller utrymningsvägar bort från järnvägen samt att ventilation och/eller friskluftsintag placeras högt och bort från järnvägen.

Bullerutredning

Syftet är att utreda markens lämplighet för bostäder, vård, skola, tillfällig vistelse och/eller centrumverksamhet med avseende på buller.

Bullerutredning visar på goda möjligheter till exploatering av nya bostäder och att bevara befintliga bostäder kategoriserade som äldre befintlig miljö. För nya bostäder begränsas avstånd till spårmittpunkt inte av bullret utan i stället av risken för urspårning av tåg. Bebyggelse rekommenderas byggas på avstånd större än 25 meter från spårmittpunkt eftersom på dessa avstånd bedöms risk för urspårning av godståg vara låg.

Möjlighet till att exploatera skolgård begränsas av bullersituationen där det enbart går att exploatera skolgård i planområdets sydvästra och södra del. Med bullerskyddsåtgärder i form av en 550 m lång bullerskyddsskärm 3 m över rälsöverkant möjliggörs exploatering av skolgård nästintill inom hela planområdet men bör beakta risk och avstånd större än 25 m från spårmittpunkt. Med en skolbyggnad 5 eller 10 m hög enligt förslag så ökar andelen yta där exploatering av skolgård är möjlig, denna yta begränsas inte av avstånd för risk då ytan är på större avstånd än 25 m från spårmittpunkt.

1 Inledning

I Ronneby kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheten Hjortsberga 4:41 (Ålycke) i Johannishus. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av en förskola, ett vård- och omsorgsboende, bostäder och lokaler för hemtjänsten. Det är osäkert om dessa kommer fortsätta att vara kvar på fastigheten eller om något annat kommer att möjliggöras med nybyggnation. Flera olika scenarion för vidare utveckling av fastigheten har identifierats – till exempel att byggnaden görs om till trygghetsboende eller seniorboende, att delar av fastigheten säljs som friliggande bostäder eller att andra användningar som saknas i Johannishus möjliggörs. Detaljplaneområdet är beläget invid järnvägen Blekinge kustbana. Tågtrafiken transporterar idag inte farligt gods men kan komma att göra det i framtiden vilket behöver beaktas. Eftersom avståndet till detaljplanen understiger Länsstyrelsens riktlinjer för skyddsavstånd (150 m) ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas.

1.1 Syfte och mål

Syftet med utredningen är att säkerställa att människor inom aktuellt detaljplanområde inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på närliggande transportled.

Målet är att ta fram en riskutredning där aktuella risker är kvantifierade och värderade mot befintliga riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms acceptabla ska nödvändiga åtgärder utredas och presenteras.

Syftet och målet för bullerutredning för detaljplan, Hjortsberga 4:41 Ålycke i Ronneby kommun är att utreda markens lämplighet för bostäder, vård, skola, tillfällig vistelse och/eller centrumverksamhet. Utredningar ska användas till att undersöka vilka användningar som är lämpliga på vilka avstånd från bullerkällor.

1.2 Avgränsningar riskutredning

Riskutredningen omfattar planområdet för aktuell detaljplan. Vid beräkning av samhällsrisk betraktas även personbelastningen i området utanför aktuellt planområde. I detta fall inventeras personbelastningen för ett område på 1 km².

Riskutredningen avgränsas till att enbart beakta olyckor på Blekinge kustbana för farligt gods i anslutning till planområdet. Med olyckor avses händelser där ingen avsikt har funnits från någon ingående aktör att åsamka skada. Händelseförlopp där avsikten är att medvetet skada människor, så kallade antagonistiska händelser, omfattas ej av föreliggande utredning.

Olyckor som omfattas är sådana som medför påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall utreds ej. Vidare tas ingen hänsyn till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller materiella skador inom området.

För att den planerade bebyggelsen ska vara hållbar ur ett riskperspektiv behöver hänsyn tas till framtida förändring av transporterna på transportlederna förbi planområdet. Därmed har förväntad trafikering av transportled och förväntad personbelastning för 2040 tillämpats.

Projektering av skyddsåtgärder ingår ej.

Riskutredningen är avgränsad till att inte beakta eventuella risker från andra riskobjekt i omgivningen såsom från omgivande verksamheter och industrier.

2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

2.1 Risk

Plan- och bygglagen (2010:900) samt Miljöbalken (1998:808) är lagstiftning på nationell nivå som föreskriver att riskanalys ska genomföras. I plan- och bygglagen framgår det att bebyggelse och byggnadsverk ska utformas och placeras på den avsedda marken på ett lämpligt sätt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand samt mot trafikolyckor och andra olyckshändelser. I miljöbalken anges att val av plats för en verksamhet ska göras med hänsyn till olägenheter för människors hälsa och miljön.

I lagtext anges det inte i detalj hur riskanalyser ska genomföras och vad de ska innehålla. På senare tid har därför riktlinjer, kriterier och rekommendationer givits ut av länsstyrelser och myndigheter gällande vilka typer av riskanalyser som bör utföras och vilka krav som ställs på dessa. Riktlinjer beskriver skyddsavstånd för olika typer av markanvändning som kan användas vid planering.

2.1.1 Riktlinjer - Trafikverket

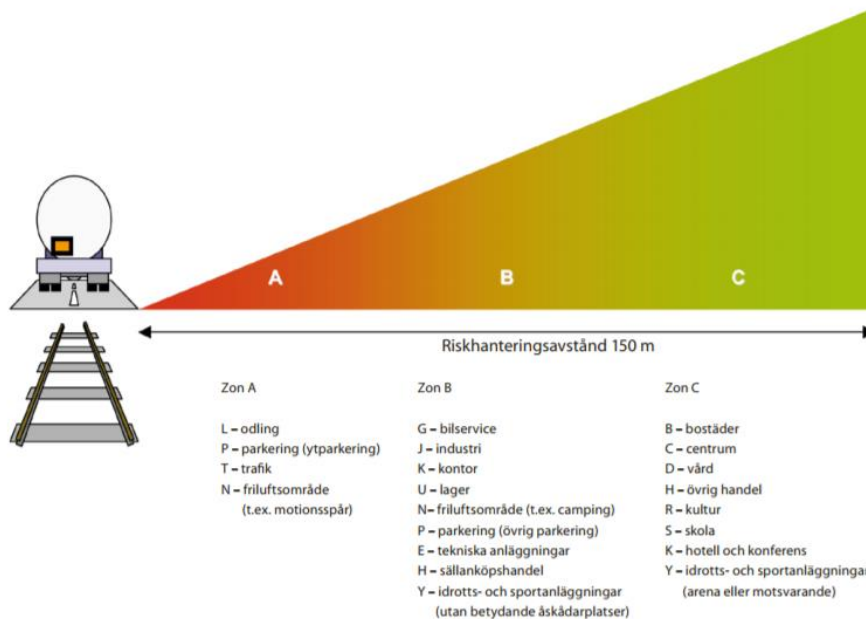
Utöver länsstyrelsens riktlinjer har även Trafikverket gett ut rekommendationer vid bebyggelse intill järnväg. I dessa anges att ny bebyggelse generellt inte bör tillåtas inom ett område på 30 m från järnvägen (mätt från spårmittpå på närmsta spår). En verksamhet som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligt vistas, t.ex. garage, parkering och förråd, kan dock uppföras inom 30 m. Hänsyn bör dock tas till möjlighet att underhålla järnvägsanläggning och bebyggelse [1].

2.1.2 Riktlinjer - Skåne, Stockholm och Västra Götaland

Riktlinjer med avseende på farligt gods i Blekinge län har inte påträffats, därav används Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands gemensamma riskpolicy *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [2]. Riskpolicyn är ett gemensamt paraplydokument utarbetat av storstadslänen. De lokala och regionala riktlinjer, för riskhänsyn i samhällsplaneringen, som är etablerade ska kunna omfattas av riskpolicyn. Riskpolicyn innebär att riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 m avstånd från en farligt godsled.

Riskpolicyn utgör en vägledning i hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas i samband med planprocessen. Speciellt redogör policyn för tre zoner (A – C) av markanvändning, där zon A är närmast och zon C är längst ifrån farligt godsleden i det aktuella planärendet, se Figur 1. Zonindelningen hanterar endast kvartersmark. Vad gäller allmän platsmark i en plan bör områden närmast transportleden begränsas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Områden i direkt anslutning till riskkällan bör inte heller exploateras på sådant sätt att ett eventuellt olycksförlopp kan förvärras. Hårda konstruktioner eller motsvarande som kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon bör undvikas.

Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbildens för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. Den genomgående tanken är att verksamheter och markanvändning som är förknippad med en stor persontäthet skall befinna sig så långt bort från farligt godsleden som rimligen kan vara möjligt för att minska individ- och samhällsriskerna.



Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd.

2.2 Riktvärden buller

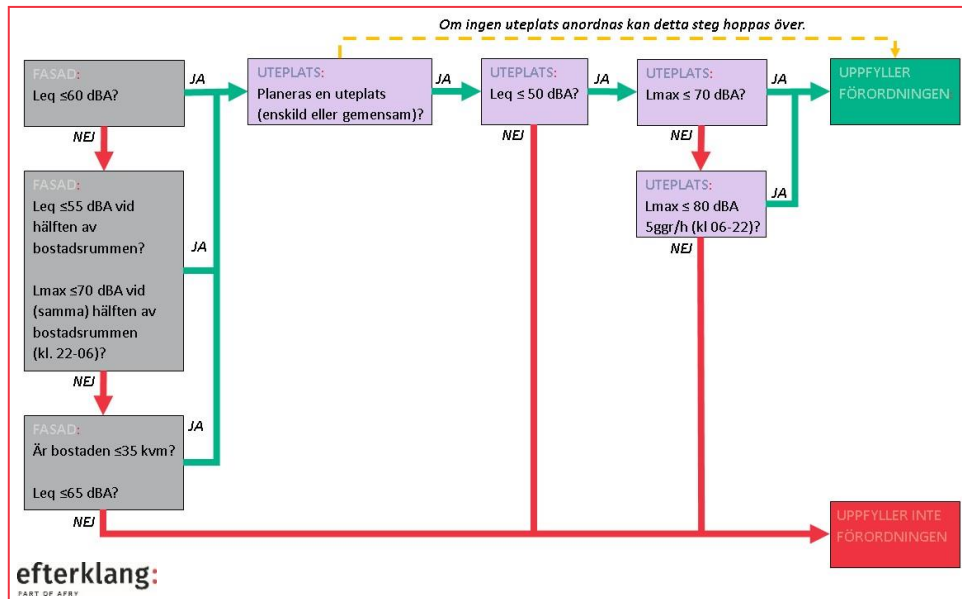
Nedan redovisas gällande bedömningsgrunder.

2.2.1 FÖRORDNING SFS 2015:216 OM TRAFIKBULLER VID BOSTADSBYGGNADER T.O.M. SFS 2017:359

I förordningen finns bestämmelser om riktvärden för buller utomhus för spårtrafik, vägar och flygplatser vid bostadsbyggnader. Förordningen gäller såväl vid tillämpning i planskedet enligt plan- och bygglagen som vid tillståndsprövningar enligt miljöbalken. Riktvärdena berör endast ljudnivåer utomhus och påverkar inte det befintliga regelverket gällande ljudnivåer inomhus. Vid beräkning av bullervärden vid en bostadsbyggnad ska hänsyn tas till framtida trafik som har betydelse för bullersituationen. Samtliga angivna ljudnivåer avser frifältsvärden. I Figur 2 redovisas en illustration för uppfyllelsen av trafikbullerförordningens riktvärden.

Trafikbullerförordningen används som bedömningsgrund i denna utredning.

Anm. Beslut krävs om planbestämmelse ska utformas som precisering av Trafikbullerförordningen eller en hänvisning till densamma. Trafikbullerförordningen innehåller t.ex. "bör"-krav som kan ge otydigheter i beslutsprocessen och acceptera sämre bostäder än vad platsen ger möjlighet till.



Figur 2: Illustration, sammanfattning av trafikbullerförordningen.

2.2.2 NV-08465-15 RIKTVÄRDEN FÖR BULLER FRÅN VÄG OCH SPÅRTRAFIK VID BEFINTLIGA BOSTÄDER

För befintliga bostäder i området gäller riktvärden enligt infrastrukturproposition 1996/97:53 och sammanfattas i Naturvårdsverkets vägledning 'Riktvärden för buller från väg- och spårtrafik vid befintliga bostäder' ÄNR NV-08465-15. Där framgår att för en god ljudmiljö utanför bostad ska värden enligt Tabell 1 ej överskridas.

Tabell 1: RIKTVÄRDEN ENLIGT NATURVÅRDSVERKETS VÄGLEDNING 'RIKTVÄRDEN FÖR BULLER FRÅN VÄG- OCH SPÅRTRAFIK VID BEFINTLIGA BOSTÄDER' ÄNR NV-08465-15

	Bostads fasad ($L_{aeq_{24h}}$)	Bostads uteplats ($L_{aeq_{24h}}$)	Bostads uteplats (L_{max})
Buller från väg	55 dBA	~55 dBA	70 dBA
Buller från spår	60 dBA	55 dBA	70 dBA

Det framgår även i vägledningen att "Enligt praxis har det i äldre befintlig miljö inte bedömts att åtgärder rutinemässigt ska övervägas även om nivåerna för god miljö inte klaras. Istället har de så kallade 'åtgärdsnivåerna' använts för att avgöra om åtgärder i normalfallet behöver övervägas i äldre befintlig miljö. Med äldre befintlig miljö avses bostäder byggda före våren år 1997 samt att den störande vägen eller spåret inte byggts eller väsentligt byggts om efter nämnda tidpunkt."

I Tabell 2 nedan sammanfattas nivåer för att i normalfallet avgöra när skyddsåtgärder behöver övervägas.

Tabell 2 Ljudnivåer för att i normalfallet avgöra när skyddsåtgärder behöver övervägas

	~2015 och framöver (nya bostadsbyggnader) ^{IV}	1997- ~2015 (nyare befintlig miljö)	-1997 (äldre befintlig miljö)
Buller från väg, vid fasad	Se planbeskrivning eller bygglov	55 dBA Laeq _{24h}	65 dBA Laeq _{24h}
Buller från spår, vid fasad	Se planbeskrivning eller bygglov	60 dBA Laeq _{24h}	55 dBA ^I L _{max} inomhus natt
Buller från väg och spår, vid uteplats	Se planbeskrivning eller bygglov	55 dBA ^{II} Laeq _{24h} 70 dBA ^{III} L _{max}	-

I Tidsvägning Fast. Värdet inomhus får överskridas maximalt 1-5 ggr/årsmedelnatt i rum för sömn och vila (sovrum), kl. 22-06⁵.

II Varken propositionen eller praxis har någon tydlig angivelse för ekvivalent nivå för vägbuller vid uteplats. Enligt Naturvårdsverket är en tänkbar nivå för att nå en god miljö kvalitet 55 dBA Laeq_{24h} (samma som för spår samt ambitionsnivå enligt anknänt dokument från centrala myndigheter). Det kan även noteras att 50 dBA Laeq bör underskridas vid en uteplats vid nya bostadsbyggnader för att undvika olägenhet för människors hälsa enligt trafikbullerförordningen.

III Tidsvägning Fast. Får överskridas max 5 ggr/genomsnittlig maxtimme, dag och kväll (kl. 06-22).

IV Se 26 kap. 9a§ miljöbalken.

När åtgärder eller andra försiktighetsmått övervägs för att begränsa bullerstörning ska nyttan av dem vägas mot kostnaderna. Kraven på försiktighetsmått eller åtgärder får inte vara orimliga att uppfylla.

2.2.3 NATURVÅRDSVERKETS VÄGLEDNING OCH RIKTVÄRDEN FÖR BULLER PÅ SKOLGÅRD FRÅN VÄG- OCH SPÅRTRAFIK NV-01534-17

Med skolgård avses skolgård vid skolor, förskolor eller fritidshem. Enligt vägledningen anges att den gäller barn och unga upp till 18 års ålder. Det är lämpligt att hålla nere trafikbullernivån i delar av området då det också tjänar som ett viktigt pausrum utifrån ett arbetsmiljöperspektiv.

För skolor och förskolor finns inga riktvärden för trafikbuller utomhus vid fasad. För nybyggnad ställs krav på ljudnivå inomhus vilka blir dimensionerande för ljudisolering av fasad. Dessa krav redovisas i Svensk Standard SS25268:2007 och klaras genom att välja korrekta fönster och fasad i detaljprojekteringen.

Tabell 3: Riktvärden för buller från väg- och spårtrafik på ny skolgård

Ny skolgård		
Med ny skolgård avses skolgårdar vid skolor, förskolor eller fritidshem som tas i drift eller inkommer som remiss eller anmälan till tillsynsmyndigheten efter september 2017.		
Riktvärden för buller från väg- och spårtrafik på ny skolgård (frifältsvärde) [dBA]		
Del av skolgård	Ekvivalent ljudnivå för dygn, L _{pAeq,24h}	Maximal ljudnivå, L _{pAFmax}
De delar av gården som är avsedda för lek, vila och pedagogisk verksamhet	50	70
Övriga vistelsezoner inom skolgården	55	70 ¹⁾
¹⁾ Nivån bör inte överskridas mer än 5 ggr per maxtimme under ett årsmedeldygn, under den tid då skolgården nyttjas (exempelvis kl. 07-18).		

3 Metod

3.1 Riskutredning

Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms de mål och avgränsningar som gäller för den aktuella riskutredningen. Även principer för hur risken värderas ska fastställas.

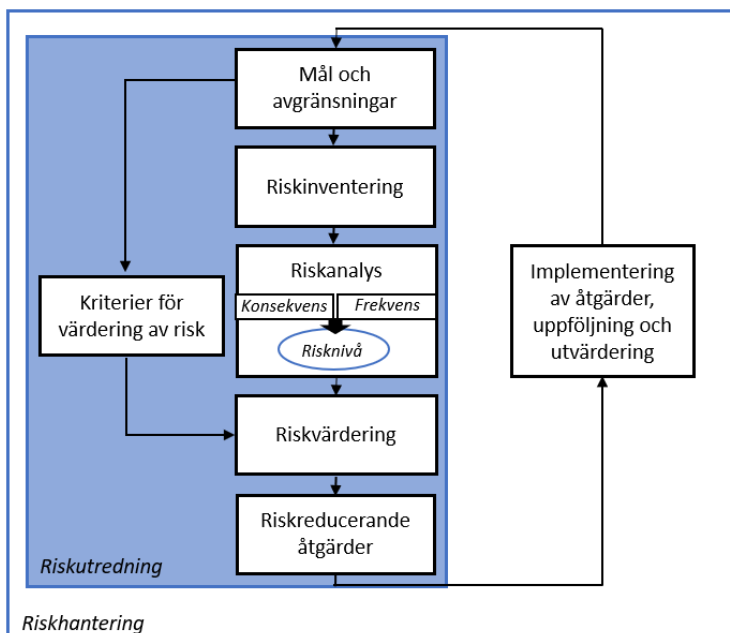
Därefter tar riskinventeringen vid, som syftar till att förstå vilka risker som påverkar riskbilden för det aktuella objektet. I riskinventeringen identifieras således aktuella olycksscenarier.

I riskanalysen analyseras sedan de identifierade olycksscenarierna avseende deras konsekvenser och sannolikhet. Riskanalysen kan göras kvalitativt eller kvantitativt beroende på omfattningen av riskutredningen. För den här riskutredningen används en kvantitativ analysmetod.

I riskvärderingen jämförs resultatet från riskanalysen med principer för värdering av risk för att avgöra om risken är acceptabel eller ej. Utifrån resultatet av riskvärderingen undersöks behovet av riskreducerande åtgärder.

Riskutredningen är en regelbundet återkommande del av den totala riskhanteringsprocessen där en kontinuerlig implementering av riskreducerande åtgärder, uppföljning av processen och utvärdering av resultatet är utmärkande.

Riskhanteringsprocessen åskådliggörs i Figur 3 nedan.



Figur 3. Riskhanteringsprocessen.

3.1.1 Programvara

I denna riskutredning görs konsekvens- och frekvensberäkningar med programvaran Riskcurves [3]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [4]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen. Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktøjets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

3.1.2 Kvantitativa riskmått

En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmåttan benämns individrisk och samhällsrisk. Individrisk syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker medan samhällsrisk syftar till att säkerställa att ett definierat område som helhet inte utsätts för oacceptabla risker. För mer ingående beskrivning av hur dessa riskmått kvantifieras hänvisas till beräkningsbilagan (bilaga 1) tillhörande denna riskutredning.

3.1.2.1 Individrisk

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att en hypotetisk och oskyddad individ ska omkomma, givet att individen kontinuerligt befinner sig på en och samma plats på ett visst avstånd från ett riskobjekt, ofta utomhus [5]. Individrisken är rättighetsbaserad och tar ingen hänsyn till hur många individer som kan påverkas av skadehändelsen. Med rättighetsbaserad menas att alla individer har den personliga rättigheten att inte behöva utsättas för orimlig risk att omkomma.

3.1.2.2 Samhällsrisk

För samhällsrisk beaktas, förutom frekvenserna, även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet individer som omkommer vid olika skadescenarier. Då beaktas personbelastningen inom det aktuella området. Beräkningar för samhällsrisk tar även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att många personer kan befinna sig i ett område under en begränsad tid på dygnet eller året. I motsats till individrisk beräknas samhällsrisk således med avseende på de personer som faktiskt utsätts för risken. Samhällsrisk är ej rättighetsbaserad, utan utgår istället ifrån hur mycket sammanlagd risk ett samhälle kan tolerera.

3.1.3 Riskvärderingskriterier

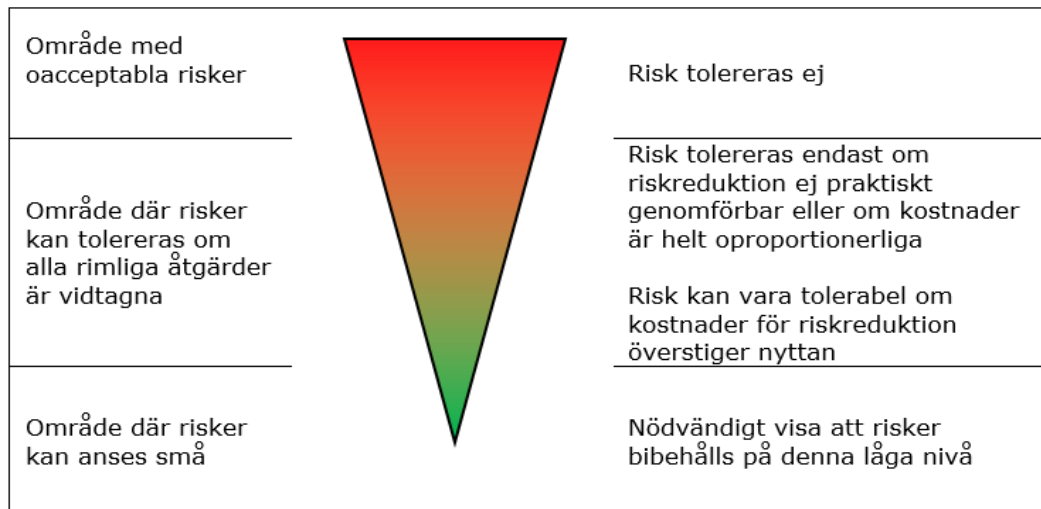
Som allmän utgångspunkt för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

- **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 nytta, i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Om risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

För att begreppen individ- och samhällsrisk ska få någon betydelse måste dessa ställas i relation till kriterier för acceptabel risk. I Sverige finns inget nationellt beslut om vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Varje länsstyrelse beslutar istället om vilka riskkriterier som ska användas inom det geografiska ansvarsområdet.

3.1.3.1 Det Norske Veritas

Som utgångspunkt används kriterier framtagna av Det Norske Veritas (DNV) på uppdrag av Räddningsverket gällande såväl individrisk som samhällsrisk [5]. Detta då dessa blivit vedertagna inom riskhanteringsarbete i Sverige. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som frekvensen med vilken en olycka med given konsekvens ska inträffa. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; tolerabla, tolerabla med åtgärd eller ej tolerabla, se Figur 4.



Figur 4. Princip för värdering av risk [5].

Följande förslag till tolkning föreslås:

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas där den riskreducerande effekten verifieras.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-/nyttoanalys (CBA).
- De risker som kategoriseras som små kan värderas som acceptabla. Det är dock viktigt att visa att riskerna kommer fortsätta att vara acceptabla, att riskhanteringen framöver fortlöper och att åtgärder som kan införas utan kostnad också införs.

Dessa förslag till kriterier för värdering av risk för industrier och transportleder har med tiden blivit vedertagna vid riskutredningar i Sverige. De liknar de kriterier som finns i flera andra länder i Europa. Kriterierna utformas som ett intervall med en övre gräns över vilken risker ej accepteras och en undre gräns under vilken risker är acceptabla. Mellan dessa gränser finns ett intervall som benämns ALARP enligt ovan. Gränserna ska dock inte uppfattas som ett svar på vad samhället faktiskt accepterar utan endast ett exempel på en metod att kvantifiera kriterierna.

För individrisk och samhällsrisk föreslås kriterier angivna i *Tabell 4*.

Tabell 4. Kriterier för individrisk och samhällsrisk enligt DNV [5].

Risknivå	Riskmått [gångar per år]*	
	Individrisk (IR)	Samhällsrisk**
Oacceptabel	$IR \geq 10^{-5}$	$F_{N=1} \geq 10^{-4}$
Risk kan eventuellt tolereras	$10^{-7} \leq IR < 10^{-5}$	$10^{-6} \leq F_{N=1} < 10^{-4}$
Acceptabel	$IR < 10^{-7}$	$F_{N=1} < 10^{-6}$

* F_N beskriver frekvensen att N eller fler individer omkommer. IR beskriver frekvensen för en person att omkomma på angiven plats om personen vistas där under ett år.

**För $N=1$ och där lutning på F/N -kurva är -1 .

Ett mått på frekvens som är lägre än 1 kan vara svårt att föreställa sig. Återkomsttid kan vara ett mer greppbart mått. Återkomsttid anger den tid det kan förväntas gå mellan de riskhändelser som studeras. Om frekvensen för en händelse är 10^{-5} är återkomsttiden för motsvarande händelse $1/10^{-5}$, dvs. händelsen kan förväntas inträffa en gång under 100 000 år.

För transportleder föreslås kriterierna av DNV [5] gälla för en sträcka av 1 km. Kriterier för samhällsrisk tillämpas generellt på ett kvadratisk område med arean 1 km^2 i anslutning till transportleden.

3.2 Metod bullerutredning

Beräkningar av buller har utförts med hjälp av beräkningsprogrammet Soundplan version 8.2. I beräkningsprogrammet skapas en tredimensionell modell som inkluderar terräng, byggnader, väg och spår. Beräkningar tar hänsyn till hur terräng och byggnader påverkar ljudets utbredning och reflektioner inkluderas.

Beräkningarna för buller från vägtrafik är utförda enligt Naturvårdsverkets rapport Vägtrafikbuller nordisk beräkningsmodell, reviderad 1996. Enligt beräkningsmodellen för vägtrafikbuller är giltigheten för beräkningsmodellen begränsad till avstånd upp till 300 m från vägen vid neutrala eller måttliga medvindförhållanden ($0-3 \text{ m/s}$). Beräkningsmodellen utgår från konstant flödande trafik utan inbromsande eller accelererande trafik vid korsning eller busshållplats samt en torr vägbana och dubbfria däck. Beräkningsmodellen har en noggrannhet på ca 3 dB på över 50 meters avstånd och 5 dB på över 200 meters avstånd från källan i ett medvindförhållande. Tredje ordningens reflexer har tagits med i de beräkningar som utförts. Beräkningar av maximal ljudnivå har baserats på en 95-percentil för vägarna i samtliga scenarier. Beräkningshöjd för spridningsberäkning är 1,5 m över mark.

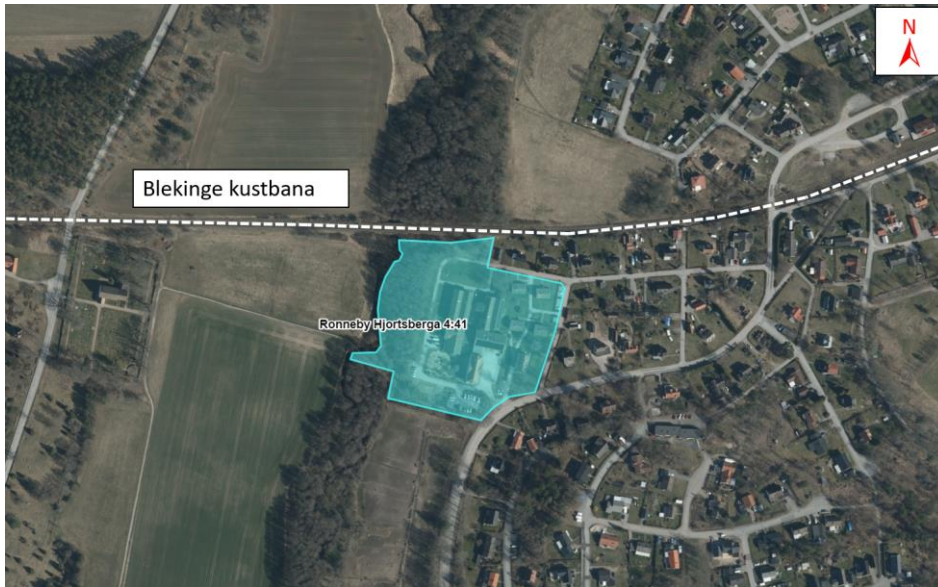
Beräkningar av ljudnivåer från spårbunden trafik är utförda enligt Naturvårdsverkets rapport Buller från spårbunden trafik – Nordisk beräkningsmodell. Beräkningsmodellen för tågbuller gäller för sommarförhållanden och barmark vid medvindförhållanden eller inversion. Beräkningsmodellen har en noggrannhet på upp till $\pm 3 \text{ dB}$ för avstånd på 300–500 meter.

Ljudnivåer visas i form av färgfält och är beräknade inklusive samtliga reflexer. Riktvärdena är angivna som frifältsvärden, vilket innebär att det endast är beräknade ljudnivåer vid fasad som är jämförbara med riktvärdena.

Beräkningar för maximala ljudnivåer baseras på pendeltåg med modell X60 eftersom endast 0,2 godståg trafikerar Blekinge Kustbana under ett årsmedeldygn för prognosår 2040.

4 Beskrivning av planområde

Detaljplanen för Hjortsberga 4:41 (Ålycke) är beläget intill järnvägen Blekinge kustbana i Johannishus tätort. Den aktuella ytan är markerad i blått i Figur 5.



Figur 5. Planområdets avgränsning visas i blå och intilliggande järnväg i vit streckad linje.

På fastigheten finns idag en förskola, ett vård- och omsorgsboende, bostäder och lokaler för hemtjänsten. Det är osäkert om dessa kommer att fortsätta vara kvar på fastigheten eller om något annat kommer att möjliggöras med nybyggnation. Flera olika scenarion för vidare utveckling av fastigheten har identifierats – till exempel att byggnaden görs om till trygghetsboende eller seniorboende, att delar av fastigheten säljs som friliggande bostäder eller att andra användningar som saknas i Johannishus möjliggörs.

Det naturområde som ligger i den västra och södra delen av fastigheten planeras inte att planläggas, alternativt att planläggas som naturändamål och ingen ny bebyggelse planeras på platsen. Inte heller det naturområde som är närmast järnvägen i den norra delen av fastigheten fram till den asfalterade vägen planeras att bebyggas. Det vård- och äldreboende som finns på platsen idag och som markeras med röd cirkel i Figur 6 är inte ändamålsenligt och är i ett behov av att antingen genomgå större renovering alternativt att rivas. Detsamma gäller för de fyra bostäder som är markerat med blå cirkel. Eventuell ny bebyggelse kommer att regleras till att omfatta maximalt 3 våningar. De byggnader som markeras med gul cirkel, förskolan i väster och bostad i öster, planeras att bevaras.



Figur 6. Planförslaget. Bild från Ronneby kommun.

Avståndet mellan järnvägen och närmsta planerade bebyggelse inom planområdet är ca 28 m.

4.1 Skyddsvärda objekt

Riskutredningen fokuserar på oavsiktliga olycksrisker för människors hälsa och säkerhet. Skyddsvärda objekt är personer som vistas inom planerad markanvändning inom planområdet, både i och utanför byggnader.

4.1.1 Järnväg

Godsstråket genom Blekinge förbinder Kristianstad och Karlskrona och är enkelspårig intill det aktuella området och illustreras i Figur 5. Trafiken på Blekinge kustbana är persontrafik och delvis godstrafik. Godstågen utgår från Kristianstad och normalt förekommer ingen godstrafik på sträckan Karlshamn – Karlskrona, det vill säga att det normalt inte transporteras farligt gods vid aktuell sträcka vid Ronneby. Detta kan dock ändras i framtiden, vilket behöver beaktas.

5 Riskinventering

Nedan presenteras aktuella olyckstyper som kan komma att påverka planområdet.

5.1 Mekanisk påverkan av urspårande tåg

Vid urspårning av tåg längs den aktuella järnvägssträckan kan tågagnar lämna järnvägsbanan och medföra mekanisk skada på omgivningen. Detta gäller både gods- och persontåg. En sådan olycka kan orsaka direkt skada på oskyddade människor som befinner sig i närheten och det kan även orsaka skada på intilliggande byggnader och därmed skada människor som befinner sig i dessa. Hastigheten som tåget färdas med påverkar den sträcka som det urspårade tåget kan påverka, både vinkelrätt mot och parallellt med spåret. Även topografin och markförhållandena har betydelse för hur långt ett urspårat tåg kan transporteras.

Urspårning kan orsakas av att tåget kör i hastigheter eller med laster som inte står i relation till anläggningens dimensionering och eventuella kurvor. Om anläggningen i sig har brister i form av exempelvis växelfel eller rälsbrott kan detta innebära en annan orsak till urspårning. Även brister på tåg kan medföra urspårning. Exempel på brister på tåg som kan medföra urspårning är axelbrott vid hjulaxlarna, skadade hjul, bromsfel och fel i styrsystemet. Andra orsaker till urspårning är olika typer av hinder på spåret, exempelvis nedfallna träd, rasmassor eller fordon. Även vädret kan spela in då solkurvor, lövhalka samt is- och snöbeläggning kan orsaka urspårning.

Urspårning av såväl persontåg som godståg kan leda till mekanisk påverkan på omgivningen och kan därmed leda till dödsfall om människor befinner sig i områden som påverkas av ett urspårat tåg. Om ett godståg som transporterar farligt gods spårar ur kan det leda till olyckor med farligt gods. Sådana olyckor beskrivs i avsnitt 5.2.

5.2 Olycka med farligt gods

Produkter som har potential att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka går under begreppet farligt gods. Transporterat farligt gods på järnväg delas in i ett antal så kallade RID-klasser beroende på ämnets art och vilken risk som ämnet förknippas med:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2 – Gaser
 - Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
 - Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
 - Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen
 - Klass 4.1 – Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
 - Klass 4.2 – Självantändande ämnen
 - Klass 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider
 - Klass 5.1 – Oxiderande ämnen
 - Klass 5.2 – Organiska peroxider
- Klass 6 – Giftiga och smittförande ämnen
 - Klass 6.1 – Giftiga ämnen
 - Klass 6.2 – Smittförande ämnen
- Klass 7 – Radioaktiva ämnen
- Klass 8 – Frätande ämnen
- Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

Riskerna längs med en transportled för farligt gods beror i stor utsträckning på fördelningen av klasser av farligt gods som transporteras på den aktuella transportleden. Fördelningen av farligt gods på aktuell transportled, som används i beräkningarna, presenteras i avsnitt 0. För

ytterligare information om framtagandet av fördelningen av farligt gods hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

5.3 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods

Händelseförloppet vid en olycka med farligt gods beror på vilken klass av farligt gods som är inblandat i den aktuella olyckan. Det här avsnittet presenterar vilka klasser av farligt gods som kan förväntas påverka det aktuella planområdet vid en eventuell olycka. Olycksscenarier som förväntas påverka planområdet beaktas i beräkningarna.

Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Explosiva ämnen och föremål delas in i 6 underklasser som benämns 1.1 till 1.6. Av dessa underklasser är det primärt underklass 1.1 (ämnen och föremål som har en risk för massexplosion) som har ett skadeområde som är så pass utbrett att det bedöms kunna medföra påverkan på människor som befinner utanför olycksplatsens närområde.

Exempel på varor som tillhör underklass 1.1 är sprängämnen och krut. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion med ämnen i underklass 1.1 härrör från direkta tryckskador men även från värmestrålning. Dessutom är indirekta skador till följd av sammanstörtade byggnader troliga. En olycka med ämnen i underklasserna 1.2 till 1.6 medför inte samma typ av konsekvenser och skador som en olycka med ämnen i underklass 1.1. Dessa konsekvenser handlar snarare om splitter eller dylikt som flyger iväg från olycksplatsen [6].

Bedömning klass 1: Regelverket kring transport av explosiva ämnen och föremål är mycket strikt och därmed bedöms sannolikheten för en olycka med explosiva ämnen och föremål som mycket låg. Transporter med explosiva ämnen och föremål förekommer dock på Sveriges järnvägsnät och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med explosiva ämnen och föremål beaktas därför i beräkningarna.

Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Samtliga gaser i klass 2.1 kan transporteras i följande fysikaliska former [7]:

- Komprimerad (lagrad under tryck så att den är fullständig gasformig vid temperaturen -50°C)
- Kondenserad (lagrad under tryck så att minst hälften av ämnet är flytande vid temperaturer över -50°C)
- Kyld och kondenserad (delvis flytande vid transport på grund av sin låga temperatur)
- Löst (i vätskefas i ett lösningsmedel)

Ibland kan samma ämne transporteras i olika fysikaliska former beroende på transportkärl och mängd.

Gasol (propan) är det vanligaste exemplet på en brandfarlig gas. Gasol transporteras oftast som kondenserad gas. En olycka som leder till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas kan leda till någon av följande händelser:

- Jetbrand
- Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion
- BLEVE

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken [8].

Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion

Om gasen vid ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Antändning av det brännbara gasmolnet kan leda till två principiellt olika förlopp, gasmolnsbrand respektive gasmolnsexplosion. Gasmolnsbrand är det vanligaste utfallet och kännetecknas av en

lägre förbränningshastighet som ej genererar en tryckvåg. En gasmolnsbrand kan medföra skador på människa och egendom till följd av, i första hand, värmestrålning [8].

Vid en gasmolnsexplosion är förbränningshastigheten högre och en tryckvåg genereras. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration, d.v.s. flamfronten rör sig betydligt långsammare än ljudets hastighet och har en svagare tryckvåg än om explosionen är av typen detonation. För att en gasmolnsexplosion ska kunna uppstå krävs rätt blandningsförhållande mellan den brännbara gasen och luft. I de flesta fall krävs även att antändning sker i en miljö med många hinder, eller i ett delvis slutet utrymme, som resulterar i en mer turbulent förbränning. Fria gasmolnsexplosioner är ovanliga. En gasmolnsexplosion kan medföra skador på människa och egendom både till följd av värmestrålning och direkta samt indirekta skador av tryckvågen.

BLEVE

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändning bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Detta kan exempelvis ske vid händelse av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska.

Bedömning klass 2.1: Transporter av brandfarliga gaser är generellt vanligt förekommande på Sveriges järnvägsnät och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med brandfarliga gaser beaktas därför i beräkningarna. Vid en eventuell olycka bedöms jetbrand, gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion och BLEVE kunna inträffa.

Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser

Ämnen i klass 2.2 är vare sig brandfarliga eller giftiga.

Bedömning klass 2.2: Dessa ämnen utgör ingen fara för personer som vistas i närheten av transportleder för farligt gods. Olyckor med icke brandfarliga och icke giftiga gaser beaktas därmed inte i beräkningarna.

Klass 2.3 – Giftiga gaser

Samtliga gaser i klass 2.3 kan transporteras i samma fysikaliska former som klass 2.1 [7].

Ibland kan samma ämne transporteras i olika fysikaliska former beroende på transportkärl och mängd.

Läckage av giftig gas kan medföra att ett moln av giftig gas sprider sig från olycksplatsen, vilket kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall. Spridningen är beroende av vindriktning och vindstyrka och kan påverka områden hundratals meter från källan. De två gaser som vanligtvis brukar involveras i riskutredningar är ammoniak och klorgas.

Ammoniak

I samband med utsläpp av tryckkondenserad ammoniak sker en kraftig förångning av gasen. Små droppar eller aerosoler av vätskeformig ammoniak finns dock kvar i gasmolnet vilket medför att gasmolnet inledningsvis beter sig som en tung gas. Spridning av gasen sker därför initialt i sidled längs marken. Efter inblandning av luft i gasmolnet samt förångning av aerosolerna sjunker gasmolnets densitet vilket medför att ammoniak även sprids i höjddled. Vattenfri ammoniak transporteras tryckkondenserad och kan ha ett riskområde på hundra meter upp till många kilometer beroende på mängden gas. Gasen är giftig vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer.

Klor

Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Klor är en tung gas och sprids därmed främst i sidled längs marken men kan

även spridas i höjded efter inblandning av luft i gasmolnet. Den kan sprida sig långt liksom ammoniak.

Bedömning klass 2.3: Transporter av giftiga gaser är generellt vanligt förekommande på Sveriges järnvägsnät och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med giftiga gaser beaktas därför i beräkningarna.

Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Om brandfarlig vätska läcker och antänds innan den har avdunstat uppstår en pölbrand. En pölbrand kan påverka människor genom strålning direkt på kroppen, strålning som orsakar brand i byggnad där människor befinner sig och inandning av giftiga brandgaser. Påverkan genom värmestrålning förväntas inom avstånd med storleksordningen tiotals meter från olycksplatsen beroende på typ av vätska och mängd som är involverad i olyckan.

Bedömning klass 3: Transporter av brandfarliga vätskor är generellt vanligt förekommande på Sveriges järnvägsnät och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med brandfarliga vätskor beaktas därför i beräkningarna.

Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen

Exempel på ämnen inom klass 4 är metallpulver (t.ex. kisel-, magnesium- och aluminiumpulver), tändstickor, aktivt kol och fiskmjöl. Konsekvenserna av en olycka med dessa ämnen är brand med påföljande strålning och giftig rök.

Eftersom dessa ämnen transporteras i fast form sker ingen eller endast mycket begränsad spridning i samband med en olycka. För att brandfarliga fasta ämnen såsom ferrokisel, vit fosfor m.fl. ska leda till brandrisk krävs t.ex. att de vid olyckstillfället kommer i kontakt med vatten varvid brandfarlig gas kan bildas. Mängden brandfarlig gas som bildas står i proportion till mängden tillgängligt vatten.

Bedömning klass 4: Konsekvenserna vid en olycka med ämnen i klass 4 begränsas till närområdet på olycksplatsen och värmestrålningsnivåerna är endast farliga för människor i den absoluta närheten av branden. Olyckor med ämnen i klass 4 beaktas därmed inte i beräkningarna.

Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Flertalet oxiderande ämnen (väteperoxid, natriumklorat m.fl.) kan vid kontakt med vissa organiska ämnen (t.ex. diesel) genomgå en exoterm reaktion och orsaka en häftig explosiv brand. Vid kontakt med vissa metaller kan de sönderdelas snabbt och frigöra stora mängder syre som kan underhålla en eventuell brand. Det finns även risk för kraftiga explosioner där människor kan komma till skada. Syrgas kan förvärra en brand i organiskt material och ska därför hållas åtskilt från sådana material.

Organiska peroxider innehåller förutom oxidationsmedel även ett bränsle, vilket adderar ett extra riskelement till denna delklass. Ämnena kan reagera med flertalet metaller, syror, baser och andra kemiska föreningar.

Det finns också vissa organiska peroxider som kräver att en så kallad kontrolltemperatur ska säkerställas under transporten. Den så kallade kontrolltemperaturen är ca 10 – 20 grader under ämnets självaccelererade sönderfallstemperatur SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature). Transport av dessa organiska peroxider måste därför ske under kylda förhållanden, i form av kylcontainrar eller av kylbilar där kylningen ska fungera oberoende av lastbilens motor. Vid överstigande av SADT kan ett sönderfall av ämnet ske med en sådan hög frigjord energi att sönderfallsförloppet blir som en kedjereaktion. Kraftiga och svårstoppade brand- och explosionsförlopp kan då bli följden. För dessa ämnen finns därför också en så kallad nödtemperatur på ca 5 – 10 grader under SADT som innebär att nödåtgärder då måste sättas in under transporten [9, 10, 11, 12].

Bedömning klass 5: Transporter av ämnen i klass 5 är generellt vanligt förekommande på Sveriges järnvägsnät och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med dessa ämnen beaktas därför i beräkningarna.

Klass 6 – Giftiga ämnen och smittsamma ämnen

Arsenik, bly, kadmium, sjukhusavfall etc. är exempel på ämnen som tillhör klass 6. För att människor ska utsättas för risk i samband med dessa ämnen krävs fysisk kontakt med eller förtäring av dem. Ämnena skulle kunna förgifta och göra en vattentäkt otjänlig.

Bedömning klass 6: Det krävs fysisk kontakt med eller förtäring av ämnena för att människor ska utsättas för risk. Olyckor med giftiga ämnen och smittsamma ämnen beaktas därför inte i beräkningarna.

Klass 7 – Radioaktiva ämnen

Ämnen som räknas till klass 7 kan vara medicinska preparat, mätinstrument, pacemakers och kärnavfall. Konsekvenserna är oftast väldigt begränsade till närområdet, men om stora mängder transporteras, t.ex. kärnavfall, kan konsekvenserna bli större.

Bedömning klass 7: Mängden radioaktiva ämnen som transporteras i Sverige är minimalt och transportererna är behäftade med stor säkerhet och ett antal försiktighetsåtgärder, varför sannolikheten för en olycka bedöms som mycket låg. Dessutom är konsekvenserna normalt begränsade till olycksplatsens närområden. Olyckor med radioaktiva ämnen beaktas därmed inte i beräkningarna.

Klass 8 – Frätande ämnen

Olyckor med läckage av frätande ämnen (saltsyra, svavelsyra m.fl.) ger endast påverkan kring olycksplatsens närområden. Skador uppkommer endast om individer får ämnet på huden.

Bedömning klass 8: Konsekvenserna är begränsade till olycksplatsens närområden och det krävs att människor kommer i kontakt med de frätande ämnena för att skadas. Olyckor med frätande ämnen beaktas därmed inte i beräkningarna. Vissa ämnen i klass 8 kan bilda giftiga gaser (exempelvis fluorvätesyra). Det finns inget som tyder på att sådana ämnen skulle utgöra en större del av transportererna av klass 8 utmed aktuell sträcka, därför antas att dessa ämnen omfattas av olycksscenario med klass 2.3.

Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

Transporter med farligt gods inom denna kategori utgörs av exempelvis magnetiska material, batterier, fordon eller asbest. I samband med en olycka förväntas ingen spridning av dessa ämnen och föremål.

Bedömning klass 9: Konsekvenserna är begränsade kring olycksplatsens närområden. Olyckor med övriga farliga ämnen och föremål beaktas därmed inte i beräkningarna.

5.4 Sammanfattning av aktuella olycksscenarier

Utifrån riskinventeringen bedöms att följande olycksscenarier bör beaktas i riskanalysen:

- Urspårning av tåg: mekanisk påverkan
- Olycka med explosiva ämnen och föremål: explosion
- Olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/-explosion och BLEVE
- Olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klor
- Olycka med brandfarlig vätska: pölbrand
- Olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand

I beräkningsbilaga redogörs för frekvens- och konsekvensberäkningar för ovanstående scenarier.

6 Riskanalys

I det här avsnittet presenteras de resultat som erhållits vid riskanalysen. Resultaten gäller för prognosår 2040 och jämförs med aktuella riskkriterier. För detaljer med avseende på beräkningsmetodik hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

6.1 Förutsättningar för beräkningar

Konsekvensberäkningar i föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [4]. Förutsättningar som behöver ansättas i Riskcurves är bland annat personbelastning. För frekvensberäkningarna är det trafikmängd och fördelning av farligt gods som utgör viktiga indata. Indata kring personbelastning, trafikmängd och fördelning av farligt gods beskrivs översiktligt i detta avsnitt. Även vindförhållanden tas i beaktning och i aktuellt fall har mätstation Ronneby-Bredåkra använts då det var den närmaste aktiva väderstationen. Djupare beskrivning av dessa och övriga indata och antaganden beskrivs i detalj i beräkningsbilaga till denna rapport.

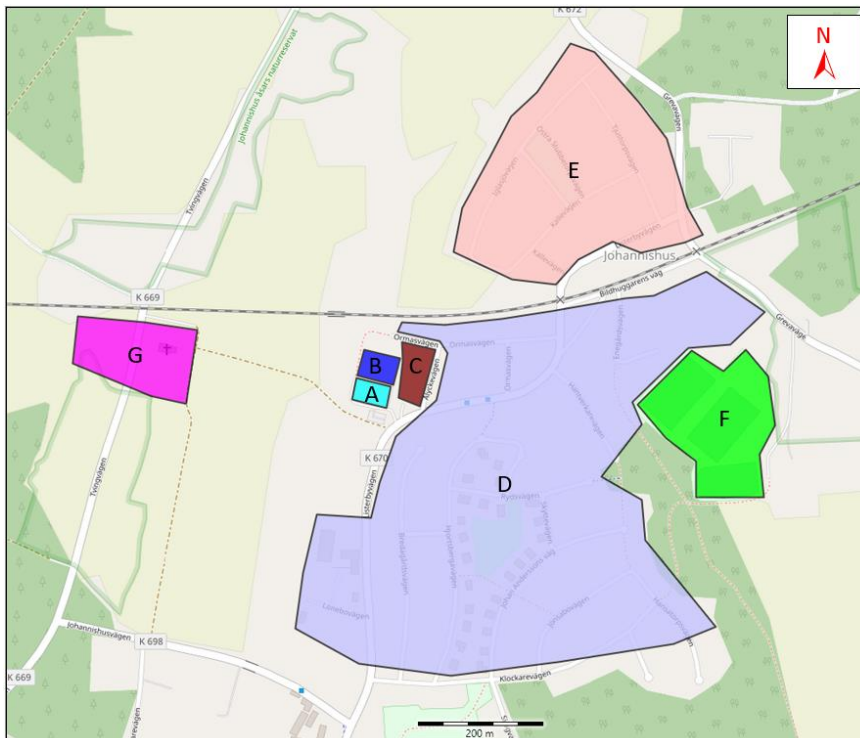
6.1.1 Personbelastning

Personbelastningen är relevant för beräkningar med avseende på samhällsrisk.

Personbelastningen tas fram för ett kvadratisk område med arean 1 km² i anslutning till transportleden för farligt gods eftersom kriterierna för samhällsrisk generellt tillämpas på ett sådant område.

Personbelastningen redovisas för två alternativ där det ena är utvecklingsalternativet, dvs. förväntad personbelastning inom området till följd av planförslaget, medan det andra är ett nollalternativ för att kunna resonera kring ökningen i samhällsrisk som planförslaget medför.

Det har identifierats 7 områden som presenterar persontätheten som ingår i det kvadratiske området med arean 1 km², se Figur 7. I Tabell 5 specificeras nuvarande markanvändning av planområdet och användning enligt ny detaljplan.



Figur 7. Indelning av område efter markanvändning för nollalternativ och utvecklingsalternativ.

Tabell 5. Specificering av nuvarande användning av aktuellt område och användning enligt ny detaljplan.

Område	Markanvändning nollalternativ	Markanvändning utvecklingsalternativ
A	Förskola (DP)	Skola klass 1–6 (DP)
B	Äldreomsorg (DP)	Utbyggd äldreomsorg (DP)
C	Bostäder (DP)	Utbyggda bostäder (DP)
D	Bostäder	Bostäder
E	Bostäder	Bostäder
F	Fotbollsplan	Fotbollsplan
G	Kyrkogård	Kyrkogård

Personbelastningen för varje enskilt område beskrivs med hjälp av följande parametrar:

- Antalet personer i området för såväl dagtid som nattetid
- Andel personer inomhus för såväl dagtid som nattetid
- Nyttjandegrad, dvs. hur många dagar av året ett visst område används

Generellt antas att 93% befinner sig inomhus under dagen och 99% under natten. För bostäder antas nyttjandegraden vara 365 dagar per år medan detta kan variera beroende på verksamhet för t.ex. skola, kontor, handel, lager med mera.

Vid nollalternativet har totalt 862 personer antagits (95 personer inom detaljplanområdet). Vid utvecklingsalternativet har totalt 1003 personer antagits (236 personer inom detaljplaneområdet). För mer ingående beskrivning av personbelastningen hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande denna riskutredning.

6.1.2 Trafikuppgifter järnväg

På Blekinge kustbana transporteras normalt inget farligt gods på den aktuella delen vid Johannishus, men detta kan ändras i framtiden, vilket behöver beaktas.

Prognostiserade trafikuppgifter för den aktuella delen, linjeled Karlshamn-Gullberna, år 2040 presenteras i *Tabell 6*.

Mellan 2012 och 2021 utgjorde farligt gods i snitt 5,0% av total transporterad godsmängd på järnväg generellt i Sverige och 7,0% av totalt godstransportarbete på järnväg [14]. Eftersom det inte finns specifik information för aktuell järnväg antas samma gälla för Blekinge kustbana och därmed utgår beräkningarna från att andelen vagnar med farligt gods är 6% för godstransporter på järnväg. Även spårklass, antal växlar och godstågens längd tas i beaktning vid beräkningar.

Tabell 6. Prognostiserade trafikuppgifter för den aktuella delen av Godsstråket genom Blekinge år 2040 [15].

Trafiktyp	Antal tåg per dygn 2040
Total trafik	33,5
Persontåg	33,3
Godståg	0,2
Andel vagnar med farligt gods	6 %

Då prognosen för godståg på aktuell sträcka är relativt låg (0,2 godståg per dygn) i förhållande till andra järnvägar, används ett något konservativt värde i beräkningarna för att ta höjd för om fler godståg börjar transporteras i framtiden. I beräkningarna används därför 1 godståg år per dygn, se Tabell 7.

Tabell 7. Trafikuppgifter för den aktuella delen av Godsstråket genom Blekinge år 2040 som används i beräkningarna.

Trafiktyp	Antal tåg per dygn 2040
Total trafik	34,3
Persontåg	33,3
Godståg	1
Andel vagnar med farligt gods	6 %

6.1.3 Fördelning av farligt gods på järnväg

I samband med transport på järnväg används benämningen RID-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den aktuella järnvägssträckan uppskattas utifrån nationell statistik. Fördelningen av farligt gods på järnväg som används i beräkningarna i den här riskutredningen redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Fördelning av farligt gods på järnväg som används i beräkningar.

Klass	Fördelning [%]
1	0,00034
2.1	19,24
2.2	0,68
2.3	6,43
3	26,47
4	3,72
5	22,83
6	2,03
7	0,01
8	18,02
9	0,58
Totalt	100

6.2 Individrisk

Nedan presenteras resultaten med avseende på individrisk. Eftersom individrisken är oberoende av persontäthet är denna samma för nollalternativ och utvecklingsalternativ.

6.2.1 Kvalitativ analys urspårning

Ett tåg kan spåra ur av flera olika orsaker, vilka beskrivs i 5.1. Både persontåg samt godståg kan spåra ur och orsaka skada på intilliggande bebyggelse samt människor som rör sig i området. Mängden godståg på sträckan är låg men mängden persontåg är högre, ca 12 000 tåg per år beräknas passera på Blekinge kustbana förbi planområdet.

I Tabell 9 presenteras sannolikheten för att ett tåg hamnar på ett visst avstånd från järnvägen vid urspårning [16]. Källan anger inte hur avståndet ska förstås, d.v.s. om det är avståndet från närmsta spärräl eller från spårmitt. I denna utredning antas avståndet utgå från spårmitt.

Tabell 9. Sannolikheten för olika tågtyper att hamna på olika avstånd från spåret efter urspårning [16].

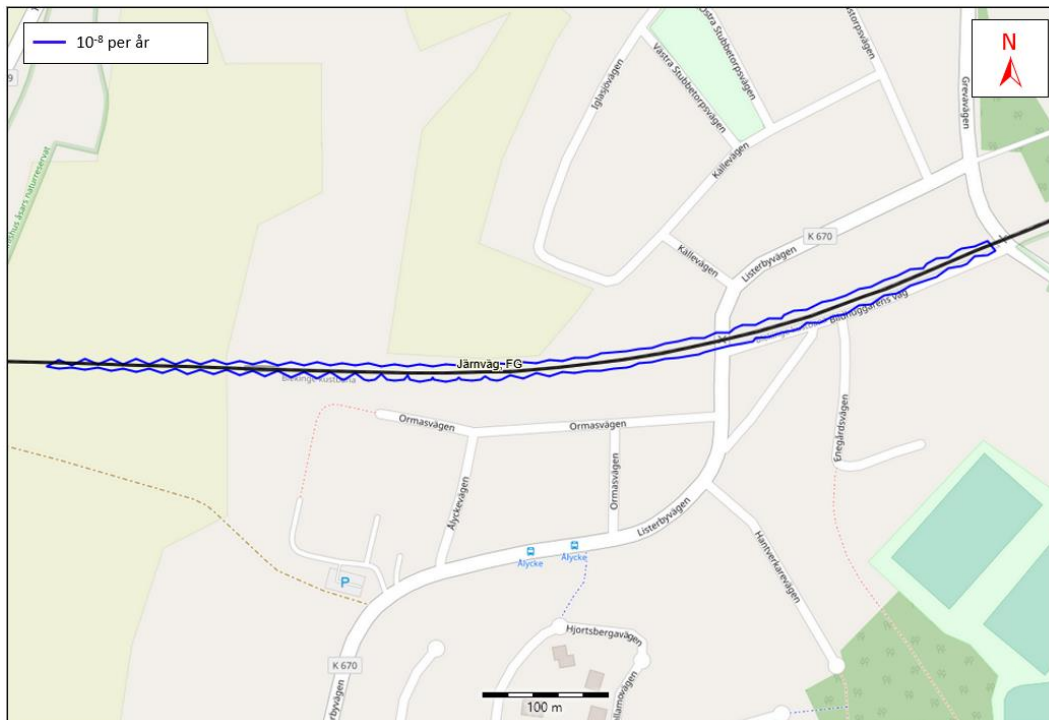
Avstånd från spår [meter]	Sannolikhet [%]					
	0-1	1-5	5-15	15-25	>25	Okänt
Persontåg	69	16	2	2	0	12
Godståg	64	18	5	2	2	9

Störst andel av urspårningarna, nästan 70 %, hamnar inom 1 m från järnvägen. Endast ca 2% av godstågen och 0% av resandetågerna hamnar på ett avstånd längre än 25 m från spårmitt, bortom detta avstånd är risken för påverkan av en urspårning mycket låg. I dagsläget planeras ingen bebyggelse inom 25 m från spårmitt inom aktuellt område. Skulle detta ändras kan eventuella åtgärder för att minska risken för skada vid urspårning krävas.

Det är alltså osannolikt att persontåg spårar ur och hamnar bortanför 25 m från spåret. Det finns en risk att godståg hamnar bortom 25 m från spåret men antalet godståg på Blekinge kustbana är få vilket minskar risken ytterligare att detta skulle inträffa på aktuell sträcka. Spåret går inte i någon kurva och det finns inte heller växlar på sträckan som kan innebära en högre sannolikhet för urspårning. Inga skyddsåtgärder för att hantera riskbidraget avseende urspårning föreslås därför.

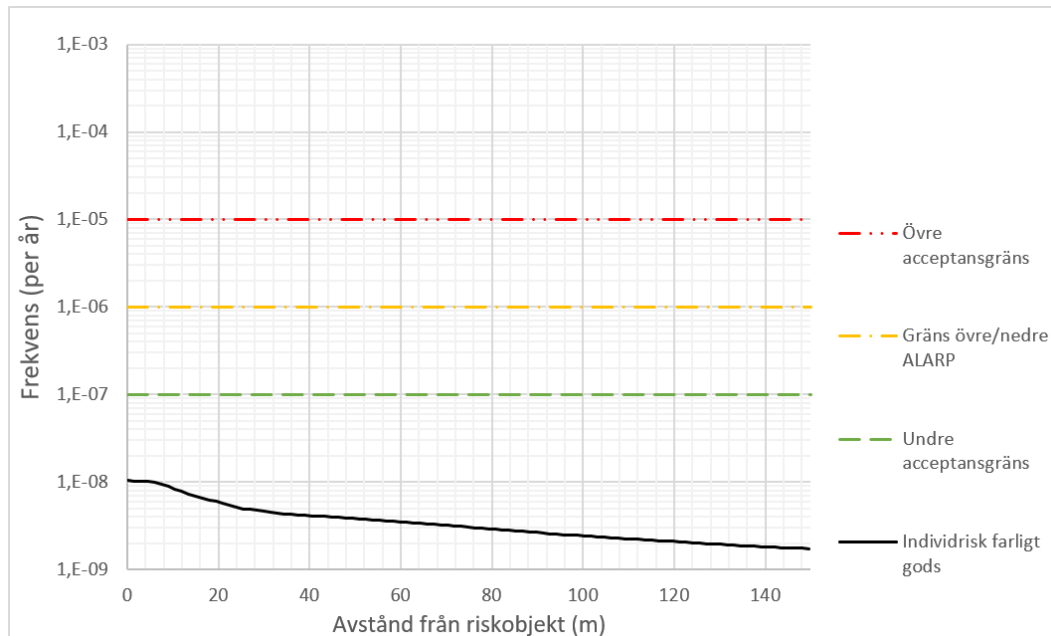
6.2.2 Olycka med farligt gods

Figur 8 visar individrisken kopplat till aktuellt riskobjekt.



Figur 8. Individrisk från transport av farligt gods på den studerade järnvägssträckan. Blå konturkurva motsvarar individrisknivån 10⁻⁸.

Avstånd till diverse risknivåer är beroende av parametrar avseende väderförhållanden och skiljer sig därmed mellan olika sidor av ett riskobjekt. I Figur 9 presenteras individrisknivåer på planområdet för olika avstånd från aktuellt riskobjekt.



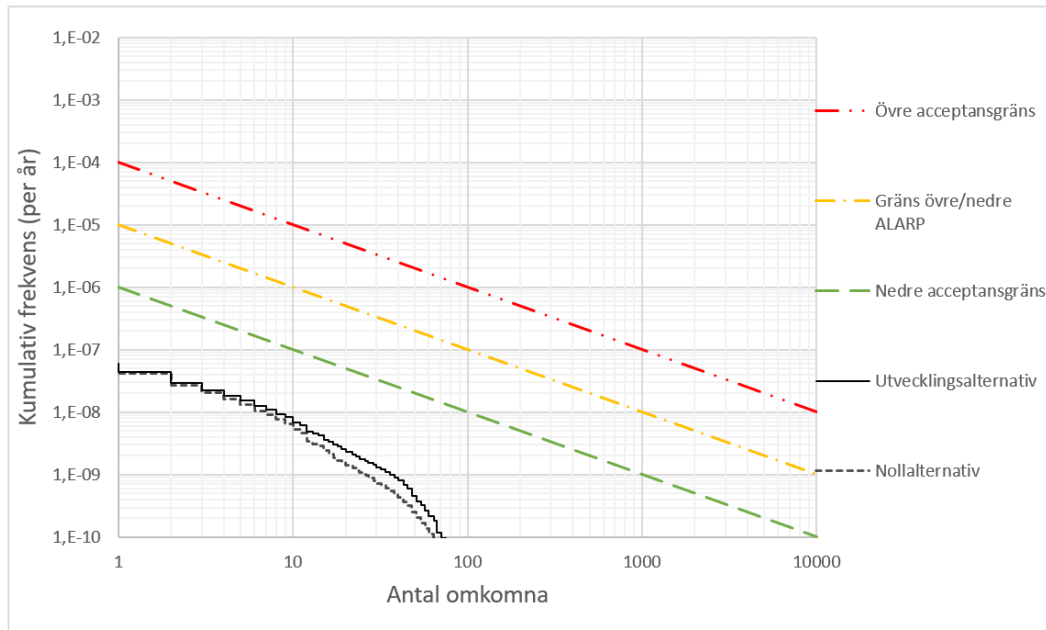
Figur 9. Individrisk på olika avstånd från riskobjekt.

Resultatet för individrisken för olycka med farligt gods, med avseende på avstånd från riskobjekt till risknivåer är att risken är acceptabel inom alla avstånd, vilket kan utläsas ur Figur 9.

6.3 Samhällsrisk

Resultaten för samhällsriskerna omfattar endast olycka med farligt gods och inte urspårning av tåg. Detta då urspårning av tåg enbart har lokal påverkan i omedelbar anslutning till järnvägen och bedöms därmed inte ha någon betydande påverkan på resultaten för samhällsriskerna.

Figur 10 visar samhällsriskerna från olyckor på riskobjekt i form av F/N-kurvor för utvecklingsalternativet och nollalternativet.



Figur 10. Samhällsrisk för olyckor med farligt gods.

Resultatet för samhällsrisk är att risken är acceptabel för alla händelser för både noll- och utvecklingsalternativet, vilket kan utläsas ur Figur 10.

Figur 10 visar att utvecklingsalternativet medför en ökning av samhällsrisk jämfört med nollalternativet. Ökningen bedöms dock inte vara betydande eftersom samhällsrisk för de två alternativen ligger inom acceptabel risknivå.

7 Förutsättningar bullerutredning

7.1 Trafikuppgifter spårtrafik

Se kapitel 6.1.2 i rapport.

7.2 Trafikuppgifter vägtrafik

Trafikmätningar har utförts på Listerbyvägen mellan den 3 januari 2023 till 11 januari 2023 på uppdrag av Ronneby kommun. Mätningar registrerade ett ÅDT på 500 fordon med andel tung trafik 7 %. Enligt dialog med Trafikverket så bedöms trafikökning bli cirka 1,5 % per år på det övergripande vägnätet i Blekinge. ÅDT för prognosår 2040 med trafikökning på 1,5 % per år bedöms bli 640 fordon med andel tung trafik 7 %. Hastigheten på Listerbyvägen är 50 km/h.

8 Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys

I känslighetsanalysen beskrivs hur känsligt analysresultatet är för antaganden och indata för vissa särskilt viktiga parametrar. I osäkerhetsanalysen beskrivs osäkerheterna i indataparametrar och hur detta har hanterats i analysen.

8.1 Känslighetsanalys

Syftet med känslighetsanalysen är att visa hur känsligt resultatet är för variationer i indata. Variationer studeras här avseende följande parametrar:

- antal transporter av farligt gods
- personbelastning
- konsekvenser för studerade olycksscenarioer.

8.1.1 Antal transporter av farligt gods

Utifrån använda modeller kan det konstateras ett linjärt samband mellan resultatet och förändringar i antalet transporter. Detta innebär att en procentuell förändring av antalet transporter ger motsvarande variation av resultatet. Exempelvis medför en ökning av antalet transporter av farligt gods med 10 % att olycksfrekvensen, och därmed individrisken och samhällsrisken, ökar med 10 %.

8.1.2 Personbelastning

Det kan konstateras att förändring i personbelastning inom det studerade planområdet har en påverkan på samhällsrisken men inte på individrisken. Det går emellertid inte att tydligt ange ett enkelt samband mellan variationer i personbelastning och samhällsrisken känslighet för dessa variationer. En allmän ökning av personbelastningen ger en allmän ökning av samhällsrisken men det är svårt att ange i exakt vilket område av F/N-kurvan ökningen sker. Klart är dock att en ökning i personbelastning innebär en förskjutning av F/N-kurvan uppåt och åt höger.

8.1.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarioer

Resultatets känslighet för variationer avseende konsekvenser för studerade olycksscenarioer bedöms som relativt stor. Konsekvensberäkningar av olyckor till följd av bränder och utsläpp av gaser är beroende av en rad olika parametrar såsom hålstorlek för utsläpp och diverse väderparametrar. Varierande väderparametrar såsom vindhastighet, vindriktning och stabilitetsklass samt varierande hålstorlekar för utsläpp har hanterats i analysen. Av erfarenhet är det känt att just dessa parametrar kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd särskilt för spridning av gaser.

En annan parameter som kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd för spridning av gaser benämns ytråhet och beskriver topografin i området. Ytråhet som motsvarar skogsmark eller stadsmiljö bidrar till ökad mekanisk turbulens och således snabbare utspädning av ett gasmoln. Ett konservativt val av ytråhet har tillämpats i analysen för att hantera denna osäkerhet.

Av erfarenhet är det känt att parametrar såsom yttertemperatur, solinstrålning och luftfuktighet har mindre påverkan på konsekvensavstånd och hanteras därför inte.

8.2 Osäkerhetsanalys

Generellt delas osäkerhet upp i två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Den epistemiska osäkerheten handlar om att det saknas information om exempelvis antal transporter av farligt gods. Denna osäkerhet kan i teorin elimineras med ytterligare insamling av information. Stokastisk osäkerhet går däremot inte att eliminera och handlar om naturlig variabilitet i exempelvis vindhastigheter

och vindriktningar. En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter men framförallt epistemisk osäkerhet.

Syftet med osäkerhetsanalysen är att visa graden av osäkerhet i det underlag som slutsatser är grundade på. Osäkerheten analyseras med avseende på följande parametrar:

- antal transporter av farligt gods
- sannolikhet för olyckor
- personbelastning
- konsekvenser för studerade olycksscenarioer.

Det tillvägagångssätt som genomgående används för att möta effekten av osäkerheten i indata är tillämpande av bedömningar som ger resultat med säkerhetsmarginal. Därmed konstateras att det presenterade resultatet troligen visar en högre risk än vad som faktiskt gäller.

8.2.1 Antal transporter av farligt gods och sannolikhet för olyckor

Antalet transporter av farligt gods och sannolikheten för olyckor är baserat på diverse historiska data som utgör grund för uppskattning av såväl typ som mängd av farligt gods samt frekvens för olycka med farligt gods. Att använda historiska data i beräkningar för ett framtidsscenario innebär alltid osäkerheter med begränsade möjligheter att analysera och utreda dessa.

8.2.2 Sannolikhet för olycka

Det finns osäkerheter som kan innebära att sannolikheten för olycka är högre än vad statistiken anger. Exempelvis kan lokala förhållanden innebära en ökad olycksrisk, både vad gäller risk för olycka samt förekomst av farligt gods. Generellt finns dock anledning att anta att sannolikheten för olycka kommer minska till följd av utveckling av säkrare fordon och teknik. Sådan minskning av sannolikhet för olycka tas inte hänsyn till, vilket innebär att framräknade olycksfrekvenser inte bedöms medföra en underskattad risk.

8.2.3 Personbelastning

Personbelastningen inom aktuellt område som används i beräkningarna är baserad på ett antal antaganden. Ett flertal av dessa utgår från schablonvärden för olika typer av verksamheter, vilket innebär att de kan avvika från lokala förutsättningar. Osäkerheter kopplat till personbelastning inom bostadsområden bedöms generellt vara låg eftersom antal boende är baserat på statistik för det specifika området. Generellt är bedömningen att antagandena är konservativa och behöver inte utredas vidare.

8.2.4 Konsekvenser för studerade olycksscenarioer

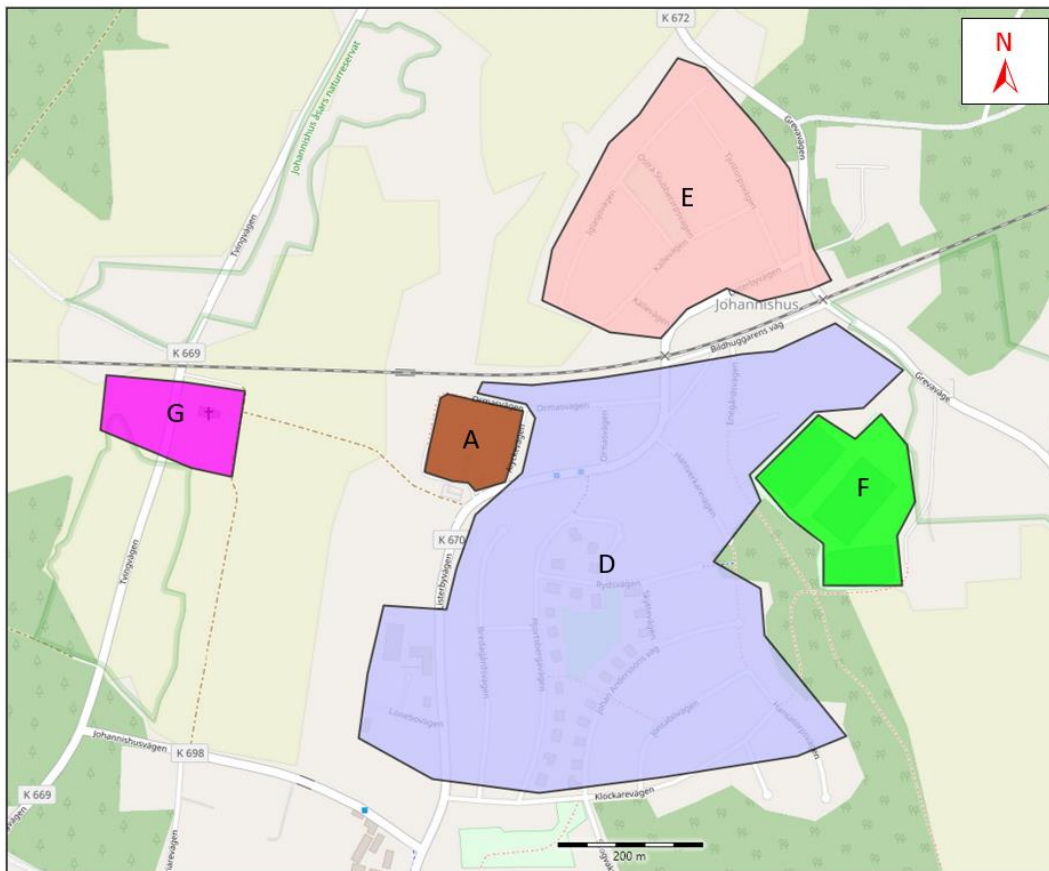
Osäkerheten avseende konsekvenser för studerade olycksscenarioer bedöms vara beroende på scenariobeskrivningarna. Här bedöms osäkerheten avseende representativa scenarier vara relativt liten. Det finns vissa osäkerheter kring förekomsten av olika ämnen inom de olika klasserna. Bedömningen är dock att de ämnen som i beräkningarna representerar de olika klasserna innebär allvarigare konsekvenser än majoriteten av de ämnen som transporteras inom respektive klass. Antagandena bedöms alltså vara konservativa och medför troligen en ökning av risken som är större än vad som faktiskt gäller. Vidare finns en betydande osäkerhet inför så kallade extremhändelser såsom transporter av farligt gods utanför gällande regelverk eller uppsåtliga händelser. Det kan emellertid konstateras att övergripande metodik för en riskutredning av detta slag inte rymmer en analys av sådana konsekvenser.

8.2.5 Osäkerhetsanalys för ökad personbelastning på området och ökat antal godstransporter

Då det inte är bestämt vad som ska byggas inom detaljplanen och inte heller vad som är lämpligt utifrån bland annat risk från järnvägen har en osäkerhetsanalys genomförts. Detta är för att få en inblick i vad som eventuellt kan byggas och hur många personer som kan vistas på området utan att utsättas av förhöjd risk från järnvägen. I denna osäkerhetsanalys har alltså

personbelastningen ökas på detaljplanen. Det finns även en osäkerhet kring hur mycket farligt gods det egentligen kommer transporteras på Blekinge kustbana vid aktuellt område. Kontakt med Trafikverket har gjorts, som också är osäkra i frågan, därför har även osäkerhetsanalysen tagit med ett ökat antal godstransporter.

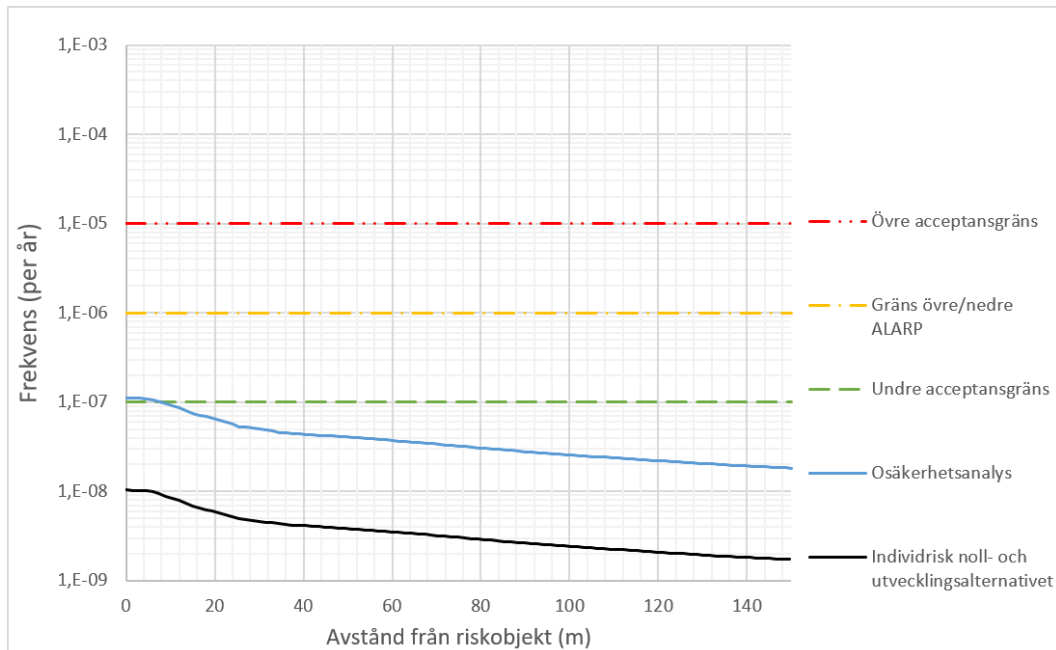
Förändringen av personbelastningen är enbart på detaljplanen som är planerad för byggnation. Här har området A satts med persontätheten 0,02 personer/m², se Figur 11. 0,02 personer/m² är ett schablonvärdet som Hallands kommun tagit fram för tätortsbebyggelse (3 våningar) [17]. Detta gav en persontäthet på 257 personer inom detaljplanen, i jämförelse med 95 personer för nollalternativet. På 1 km² är persontätheten ca 1024 personer.



Figur 11. Indelning av område efter markanvändning för nollalternativ.

Godstransporten på Blekinge kustbana intill aktuellt område är 0,2 godståg per dygn enligt Trafikverkets prognos 2040 [15]. Det är dock osäkert hur många godstransporter det kommer transporteras i framtiden, därav har det antagits 1 godståg per dygn för noll- och utvecklingsalternativet. Vid omledning av järnvägstrafik kan antalet transporter av gods och även farligt gods öka. Vid linjeled Sandbäck - Karlshamn på Blekinge kustbana är prognosen av godstransporter ca 11 godståg per dygn för år 2040. I denna osäkerhetsanalys har därför en beräkning gjorts med 11 godståg per dygn för aktuellt område.

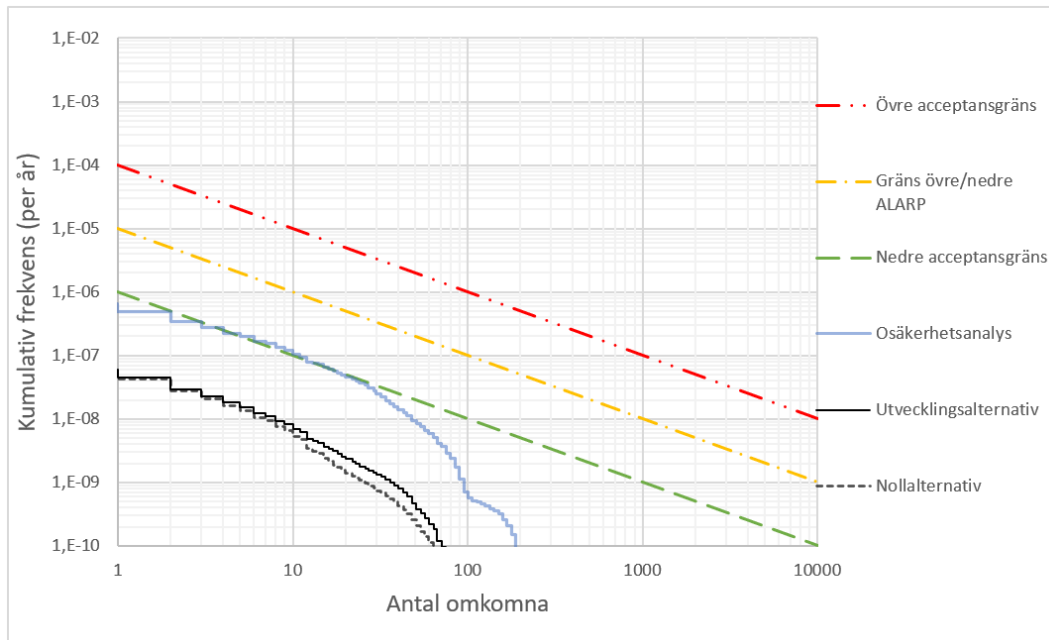
I Figur 12 presenteras individrisknivåer på planområdet för olika avstånd från aktuellt riskobjekt för noll- och utvecklingsalternativet samt för osäkerhetsanalysen där både personbelastning och antal godstransporter ökas enligt ovan. Noll- och utvecklingsalternativ skiljer sig inte från varandra då persontätheten inte påverkar individrisken.



Figur 12. Individrisk på olika avstånd från riskobjekt.

Som väntat är individrisken för osäkerhetsanalysen högre än för noll- och utvecklingsalternativet eftersom både persontäthet och trafikmängd ökats. Individrisken ligger dock fortfarande under ALARP området, förutom vid avståndet ca 8 m från järnvägen. Detaljplanen planeras inte att byggas närmre än ca 28 m från järnvägen. Detta betyder att även vid en persontäthet på 257 personer och att 11 st. godståg transporteras på aktuellt område så kommer individrisken ligga inom acceptabel nivå.

Figur 13 visar samhällsrisken från olyckor på riskobjekt i form av F/N-kurvor för utvecklingsalternativet, nollalternativet och osäkerhetsanalysen.



Figur 13. Samhällsrisk för olyckor med farligt gods för noll- och utvecklingsalternativ samt för osäkerhetsanalysen.

Samhällsrisken för osäkerhetsanalysen är högre än för noll- och utvecklingsalternativet, detta beror på att det kommer gå fler godståg på aktuell sträcka och att det finns fler personer på området. Samhällsrisken ligger fortfarande vid den nedre acceptansgränsen, vilket betyder att risken anses ligga inom acceptabel nivå.

9 Riskvärdering

De resultat som presenterades i avsnitt 6 avseende individrisk och samhällsrisk är följande:

- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom acceptabel nivå för både noll- och utvecklingsalternativet.
- Samhällsrisken för noll- och utvecklingsalternativet ligger inom acceptabel nivå.

Med stöd i osäkerhetsanalysen bedöms att även om viss ökning i personbelastning och trafik skulle förekomma, är risknivån fortsatt acceptabel för aktuellt planområde.

Risken avseende urspårning av tåg bedöms vara låg då närmaste bebyggelse planeras ca 28 m från järnvägen och sannolikheten för att tåg hamnar på ett avstånd längre än 25 m från spårmittpunkt är låg.

En acceptabel risk innebär att risken kan accepteras utan krav på riskreducerande åtgärder. I enlighet med rimlighetsprincipen bör dock riskreducerande åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt implementeras även om risken är acceptabel. Exempel på sådana skulle kunna vara att placera entréer eller utrymningsvägar bort från järnvägen samt att ventilation och/eller friskluftsintag placeras högt och bort från järnvägen.

10 Resultat bullerutredning

Bullerberäkningar redovisas i bilagorna som:

Ljudutbredningskartor ekvivalent och maximal ljudnivå (vägtrafik och spårtrafik) 1,5 meter ovan mark för befintligt scenario (bilaga 1 - bilaga 3)

Ljudutbredningskartor ekvivalent och maximal ljudnivå 1,5 meter ovan mark för befintligt scenario med 3 meter högt bullerplank över rälsöverkant, längs med fastigheter utanför Trafikverkets mark (bilaga 4 - bilaga 5)

Ljudutbredningskartor ekvivalent och maximal ljudnivå 1,5 meter ovan mark med 5 meter hög skolbyggnad inom fastighetsgräns (bilaga 6 - bilaga 7)

Ljudutbredningskartor ekvivalent och maximal ljudnivå 1,5 meter ovan mark med 10 meter hög skolbyggnad inom fastighetsgräns (bilaga 8 - bilaga 9)

10.1 Befintligt scenario

Planområdet Hjortsberga 4:41 Ålycke i Ronneby kommun är främst bullerutsatt från Blekinge kustbana som trafikeras av spårtrafik i form av pendeltåg samt Listerbyvägen som trafikeras av vägtrafik. Den ekvivalenta ljudnivån inom planområdet är ett medelvärde över ett årsmedeldygn och är det kumulativa ljudbidraget från både väg- och spårtrafik.

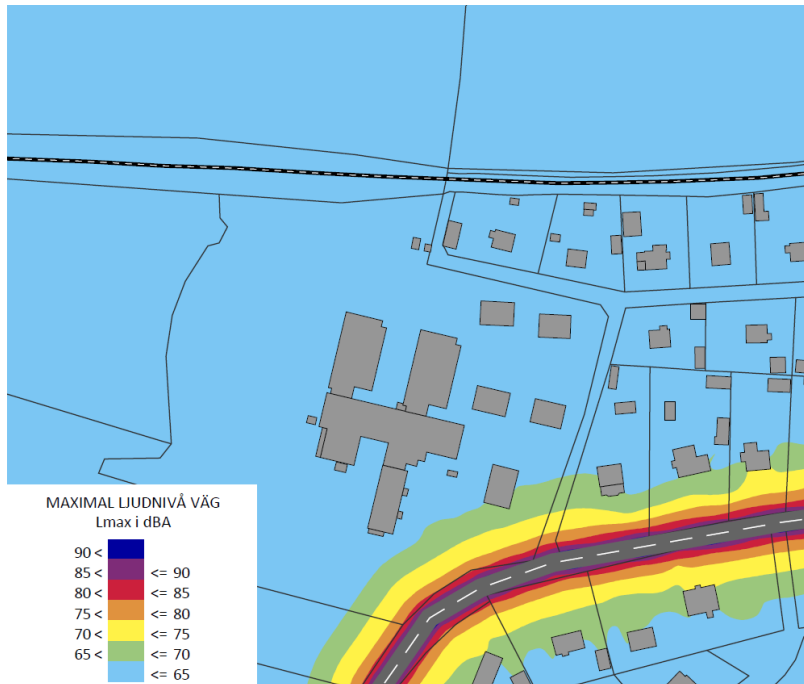
Beräkningar 1,5 meter över markplan visar att större delen av planområdet ca: 70% beräknas få ekvivalenta ljudnivåer under 50 dBA och ca: 90% av planområdet beräknas få ekvivalenta ljudnivåer under 60 dBA, se Figur 14.



Figur 14: Ekvivalent ljudnivå 1,5 meter över markplan.

Den högsta momentana ljudnivån som uppstår under en viss tidsperiod eller händelse kallas för maximal ljudnivå och orsakas av en tågpassage på Blekinge kustbana samt från lätt och tung trafik på Listerbyvägen.

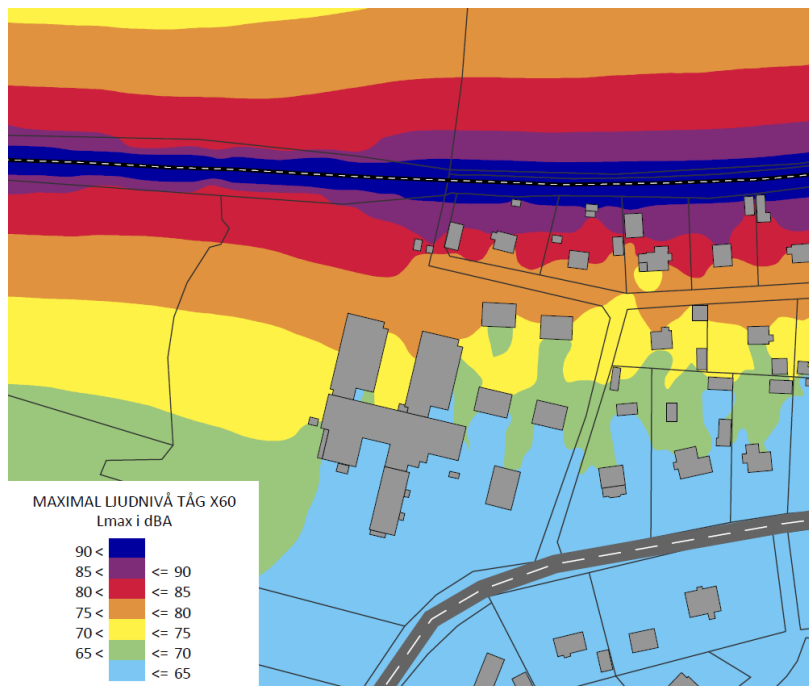
Maximal ljudnivå från vägtrafik på Listerbyvägen orsakas av lätt och tung trafik där tung trafik är dimensionerande i form av lastbilar vilken är nivån som presenteras. Skyltad hastighet är 50 km/h och den maximala ljudnivån beräknas bli ca 70 dBA, 15 meter från vägmitt, se Figur 15.



Figur 15: Maximal ljudnivå från vägtrafik 1,5 meter över markplan.

Maximal ljudnivå från järnväg har baserats på X60-tåg eftersom Blekinge kustbana trafikeras av 33 X60-tåg och 0,2 godståg på ett årsmedeldygn för prognosår 2040.

Tåget X60 passerar planområdet med hastigheten 140-160 km/h. Den maximala ljudnivån beräknas bli ca 70 dBA 100 meter från spårmittpunkt, se Figur 16.



Figur 16: Maximal ljudnivå från spårtrafik 1,5 meter över markplan.

Sammanvägd analys av ekvivalent- och maximal ljudnivå är att den maximala ljudnivån är dimensionerande ur bullersynpunkt och begränsar exploaterbarhet inom planområdet. Maximal ljudnivå från spårtrafik begränsar exploaterbarhet i norra delen av området medan maximal ljudnivå från vägtrafik begränsar exploaterbarhet i sydöst.

För befintlig situation är möjligheten till att exploatera skolgård inom planområdet i enlighet med riktvärden i NV-01534-17 begränsad. Detta då över ca: 50 % av planområdet har ett överskridande av maximal ljudnivå 70 dBA. Utan åtgärder finns det en möjlighet till att exploatera skolgård i planområdets sydvästra del i en yta som både underskrider 50 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå.

För befintliga bostadsbyggnader som kategoriseras som äldre befintlig miljö dvs byggda före våren år 1997 och att järnvägen eller vägen inte byggts eller väsentligt byggts om efter våren år 1997 gäller att 65 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad inte bör överskridas från vägtrafik samt 55 dBA maximal ljudnivå inomhus från spårtrafik. Med ett konservativt antagande att befintliga byggnader inom planområdet har en fasad med ljudnivåskillnad på 25 dBA antas 80 dBA maximal ljudnivå vid fasad motsvara 55 dBA maximal ljudnivå inomhus. Inga befintliga bostadsbyggnader inom planområdet bedöms exponeras för 80 dBA maximal ljudnivå vid fasad och kan därmed antas klara riktvärde för ljudnivå inomhus.

För nya bostäder gäller att 60 dBA ekvivalent ljudnivå inte bör överskridas. Denna nivå innehålls förutsatt att byggnad byggs minst 20 meter ifrån spår. Om 60 dBA överskrids gäller att minst hälften av bostadsrummen är vända mot en sida där 55 dBA ekvivalent ljudnivå inte överskrids vid fasaden, och minst hälften av bostadsrummen vara vända mot en sida där 70 dBA maximal ljudnivå inte överskrids mellan kl.22.00 och 06.00 vid fasaden. Om en uteplats ska anordnas ska 50 dBA ekvivalent ljudnivå samt 70 dBA maximal ljudnivå klaras. Möjlighet att exploatera bostadsbyggnader bedöms vara god.

10.2 Analys av åtgärder

10.2.1 Bullerskyddsskärm

Beräkning har utförts med en 550 meter lång bullerskyddsskärm längs med norra tomtgränsen för fastigheterna Johannishus 1:2, Hjortsberga 4:41, Hjortsberga 4:33, Hjortsberga 4:31, Hjortsberga 4:21, Hjortsberga 4:17, Hjortsberga 4:20 och Hjortsberga 4:16. Skärmen har modellerats som skärm 3 meter över rälsöverkant, vilken är en referenspunkt på järnvägsspåret. Notera att total höjd på skärmen kan vara högre än 3 meter över terräng för att motsvara 3 meter över rälsöverkant då befintlig terräng kan ligga under rälsöverkant.

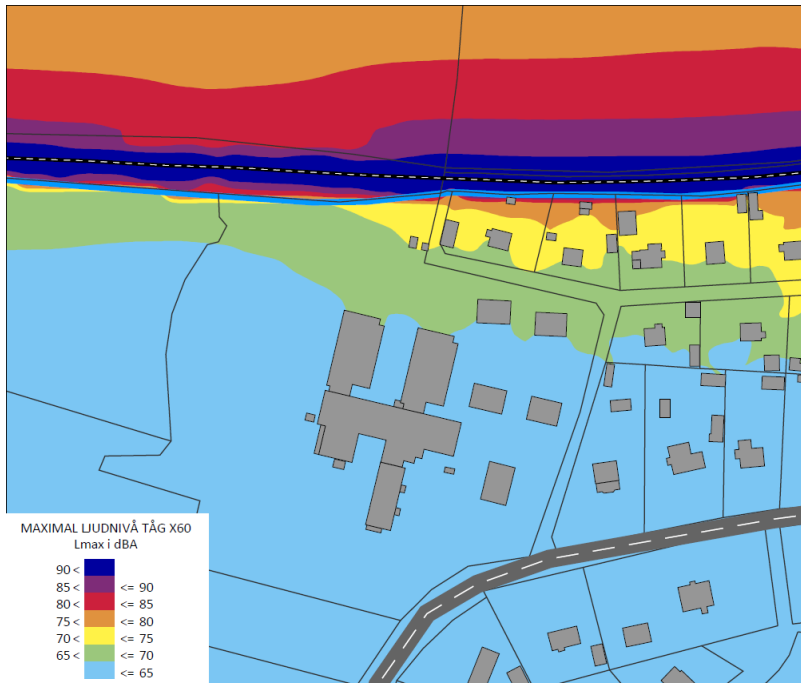
Med en 550 meter lång bullerskyddsskärm 3 meter över rälsöverkant beräknas ekvivalent ljudnivå underskrida 50 dBA inom majoriteten av planområdet bortsett från en liten del i sydvästra delen längs med Listerbyvägen, se Figur 17. Maximal ljudnivå från spårtrafik beräknas underskrida 70 dBA inom majoriteten av planområdet bortsett från en liten del i norra delen av planområdet, se Figur 18.

Utöver att en bullerskyddsskärm 3 meter över rälsöverkant har en positiv inverkan på planområdet har den även en positiv inverkan på fastigheterna Johannishus 1:2, Hjortsberga 4:41, Hjortsberga 4:33, Hjortsberga 4:31, Hjortsberga 4:21, Hjortsberga 4:17, Hjortsberga 4:20 och Hjortsberga 4:16. Beräkningar med skärm visar att den maximala ljudnivån reduceras upp till 10 dBA för fastigheter söder om bullerskyddsskärmen.

Med bullerskyddsskärmen skapas en väsentligt större yta där 50 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå klaras, vilket ökar andelen yta för exploatering av skolgård som klarar riktvärden i NV-01534-17.



Figur 17: Ekvivalent ljudnivå 1,5 meter över markplan för alternativ med 550 meter lång bullerskyddsskärm 3 meter över rälsöverkant enligt blå linje.



Figur 18: Ekvivalent ljudnivå 1,5 meter över markplan för alternativ med 550 meter lång bullerskyddskärm 3 meter över rälsöverkant enligt blå linje.

10.2.2 Skärmande byggnad

Om en skolbyggnad anläggs parallellt med spåret inom fastighetsgräns kan byggnaden agera som ett skärmande objekt relativt buller från järnvägen.

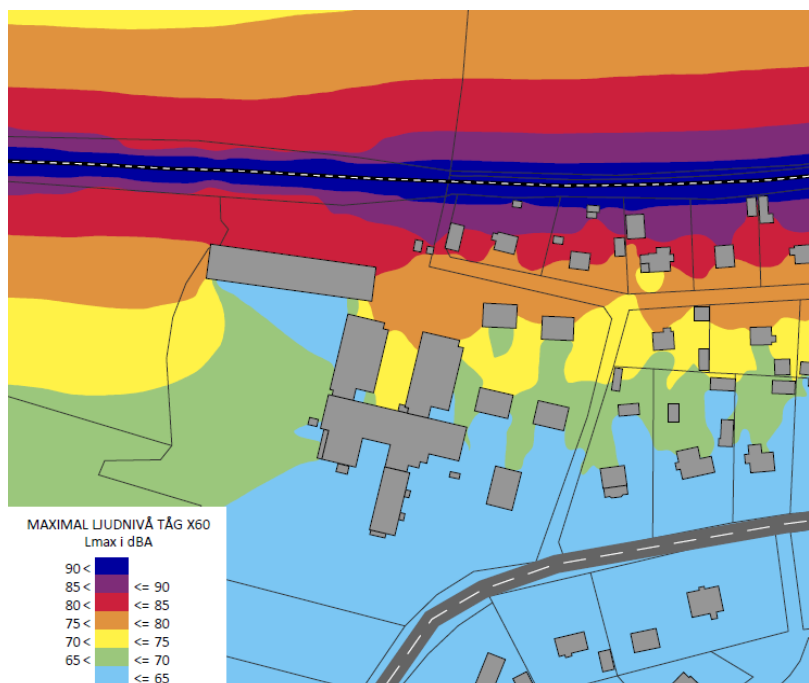
Två fall har utretts där skolbyggnad (70x15m) är placerad ca 30 m från spår. I ena fallet med byggnadshöjd 5 meter och i andra fallet 10 meter.

Med en skolbyggnad enligt förslag så agerar byggnaden som en skärm och skapar en ljudskugga bakom byggnaden. Bakom byggnaden så sker det diffraktion där ljudet kröks vilket försämrar den skärmande effekten längre bak bakom byggnaden. Den bästa skärmande effekten erhålls närmast bakom byggnaden. För att erhålla bästa möjliga skärmande effekt bör utformning på skolbyggnad ses över alternativt kompletteras med bullerskyddsåtgärder för att hantera ljud från väst.

Beräkningar visar att med en 5 meter hög byggnad minskar den ekvivalenta ljudnivån till under 50 dBA söder om planerad byggnad, se Figur 19. Den maximala ljudnivån minskar till under 70 dBA vilket motsvarar en sänkning på upp till 15 dBA, se Figur 20.



Figur 19: Ekvivalent ljudnivå 1,5 meter över markplan med 5 meter hög skolbyggnad.

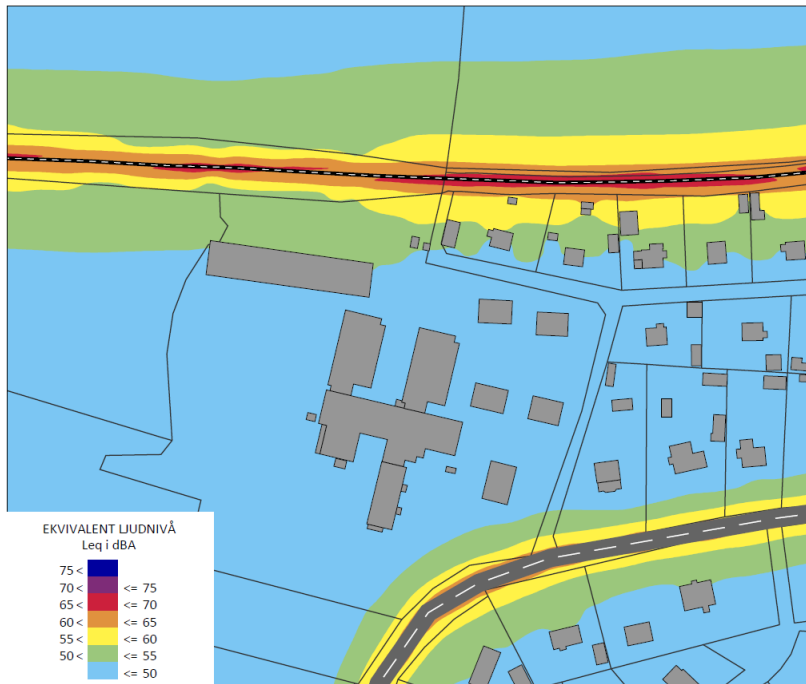


Figur 20: Maximal ljudnivå 1,5 meter över markplan för alternativ med 5 meter hög skolbyggnad.

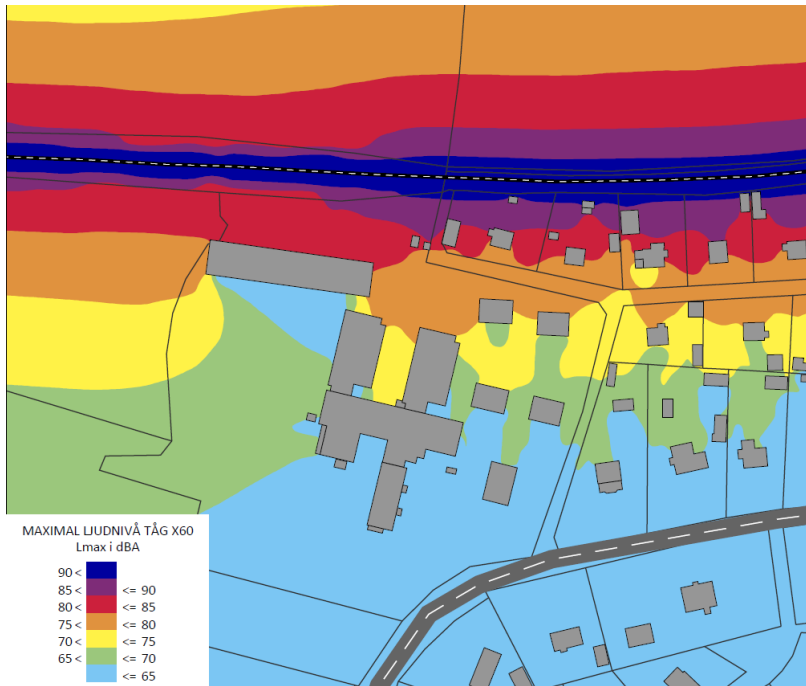
Beräkningar visar att med en 10 meter hög byggnad beräknas likvärdiga nivåer som för 5 m hög byggnad. Det är skärmning sett till rälsöverkant som är relevant. Terrängen där byggnaden byggs är på +27 m medan banvall där tåg trafikerar är på +29 m och höjd på bullerkällor på tåg är upp till ca 2 m därför krävs det en byggnad som har en takhöjd på högre än + 31 m för att skärma tåget.

Beräknade ekvivalenta och maximala ljudnivåer för 1,5 m över markplan se Figur 21 och Figur 22.

En åtgärd i form av en 5 eller 10 m hög byggnad skapar en yta som klarar 50 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå, vilket ökar andelen yta för exploatering av skolgård som klarar riktvärden i NV-01534-17.



Figur 21: Ekvivalent ljudnivå 1,5 meter över markplan för alternativ med 10 meter hög skolbyggnad enligt förslag.



Figur 22: Maximal ljudnivå 1,5 meter över markplan för alternativ med 10 meter hög skolbyggnad enligt förslag.

11 Kumulativ bedömning risk och buller

Inga omfattande riskreducerande åtgärder bedöms vara motiverade i samband med den nya detaljplanen. Åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt bör implementeras även om risken är acceptabel. Exempel på sådana skulle kunna vara att placera entréer eller utrymningsvägar bort från järnvägen samt att ventilation och/eller friskluftsintag placeras högt och bort från järnvägen.

Givet att etablering i samband med utvecklingen av detaljplan Hjortsberga 4:41 inte avviker avsevärt från beskrivning i denna rapport bedöms risken som acceptabel.

Bullerutredning visar på goda möjligheter till exploatering av nya bostäder och att bevara befintliga bostäder kategoriserade som äldre befintlig miljö. För nya bostäder begränsas avstånd till spårmitte inte av bullret utan istället av risken för urspårning av tåg. Bebyggelse rekommenderas byggas på avstånd större än 25 m från spårmitte eftersom på dessa avstånd bedöms risk för urspårning av godståg vara låg.

Möjlighet till att exploatera skolgård begränsas av bullersituationen där det enbart går att exploatera skolgård i planområdets sydvästra och södra del. Med bullerskyddsåtgärder i form av en 550 m lång bullerskyddsskärm 3 m över rälsöverkant möjliggörs exploatering av skolgård nästintill inom hela planområdet men bör beakta risk och avstånd större än 25 m från spårmitte. Med en skolbyggnad 5 eller 10 m hög enligt förslag så ökar andelen yta där exploatering av skolgård är möjlig, denna yta begränsas inte av avstånd för risk då ytan är på större avstånd än 25 m från spårmitte.

Åtgärdsförslag som bullerutredningen utrett, bullerskärm och byggnad bedöms inte påverka risk.



Referenser

- [1] Trafikverket, "Säkerhetsavstånd vid byggande intill järnväg," 14 09 2020. [Online]. Available: <https://www.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 21 09 2021].
- [2] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen," 2006.
- [3] TNO Riskcurves, "RISKCURVES 10.1.9.12276," 2018. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/riskcurves-software-for-quantitative-risk-assessment/>.
- [4] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book",," 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [5] Det Norske Veritas (DNV) , "Värdering av risk," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [6] VTI, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg, VTI-rapport 387:4," Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.
- [7] MSB, "MSBFS 2018:5 - ADR-S 2019," 2018.
- [8] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Forsvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [9] PLASTICS, "Safe Transport of Organic Peroxides - Best Practices," Organic Peroxide Producers Safety Division of the Plastics Industry Association (PLASTICS), 2017.
- [10] MSB, "Gruppering av organiska peroxider - uppgifter om innehållet i databasen," 2014.
- [11] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.
- [12] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.
- [13] Trafikverket, "Trafikuppgifter avsedda för bullerberäkningar," 2022.
- [14] Trafikanalys, "Bantrafik 2021 (Statistik 2022:24)," 2022.
- [15] Trafikverket, "Trafikuppgifter avsedda för bullerberäkning," 2022.
- [16] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [17] Länsstyrelsen Halland, *Risicanalys av farligt gods i Hallands län*, 2011.



Beräkningsbilaga

Kund
Ronneby kommun

Beräkningsbilaga till Riskutredning med avseende på farligt gods för Hjortsberga, Ronneby

Uppdragsledare: Frida Lindstein
Handläggare: Cecilia Magnusson
Intern kvalitetsgranskning: Jennifer Wolsing

Beräkningsbilaga

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	Kvantitativa riskmått.....	4
2	Personbelastning	5
2.1	Sammanfattning av personbelastning	8
3	Väderdata	10
3.1	Vindhastighet	10
3.1.1	Stabilitetsklass.....	11
3.2	Vindriktning	12
4	Olycka med farligt gods.....	14
4.1	Trafikmängd.....	14
4.1.1	Järnväg	14
4.2	Fördelning av farligt gods.....	14
4.2.1	Järnväg	15
4.3	Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods	16
4.3.1	Järnväg	16
4.3.2	Olycksscenario	18
4.3.3	Summering av frekvensberäkningar	28
4.4	Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods	29
4.4.1	Generella sårbarhetsparametrar	29
4.4.2	Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	30
4.4.3	Klass 2.1 – Brandfarliga gaser.....	32
4.4.4	Klass 2.3 – Giftiga gaser.....	34
4.4.5	Klass 3 – Brandfarliga vätskor	35
4.4.6	Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	35
	Referenser	37

Beräkningsbilaga

Dokumenthistorik

Version	Datum	Revidering	Handläggare
1.0	2023-05-31	Första utgivna version.	Cecilia Magnusson

Beräkningsbilaga

1 Inledning

Den här beräkningsbilagan beskriver förutsättningar och indata för den kvantitativa analysen vars resultat beskrivs i följande dokument:

- Riskutredning med avseende på farligt gods för Hjortsberga, Ronneby, 2023-05-31

Beräkningsbilagan omfattar följande områden:

- Personbelastning
- Väderdata
- Olycka med farligt gods

1.1 Kvantitativa riskmått

En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmåttan benämns individrisk och samhällsrisk. Individrisk syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker medan samhällsrisk syftar till att säkerställa att ett definierat område som helhet inte utsätts för oacceptabla risker.

Individrisken (IR) i en given koordinat (x,y) beräknas enligt:

$$IR_{(x,y)} = \sum_{i=1}^n IR_{(x,y),i}$$

$$IR_{(x,y),i} = f_i * p_i$$

Där f_i är frekvensen för sluthändelsen i . Sannolikheten för studerad konsekvens, vilket är dödsfall i den här utredningen och antas till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen, representeras av p_i . Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna på olika avstånd från riskobjektet, kan individrisken för området presenteras.

Samhällsrisk beräknas enligt:

$$N_i = \sum_{(x,y)} P_{(x,y)} * p_i$$

N_i står för antalet människor som utsätts för den studerade sluthändelsen i . $P_{(x,y)}$ är antalet individer i koordinaten (x,y) och p_i definieras enligt individrisken ovan.

Samhällsrisk redovisas normalt i F/N-kurvor som visar den ackumulerade frekvensen för att ett visst antal, eller fler, personer omkommer till följd av de händelser som studeras.

$$F_N = \sum_i F_i \text{ för alla sluthändelser för vilka } N_i \geq N$$

F_N står för frekvensen av sluthändelser som påverkar N eller fler människor. F_i är frekvensen för sluthändelse i . N_i definieras enligt ovan.

Beräkningsbilaga

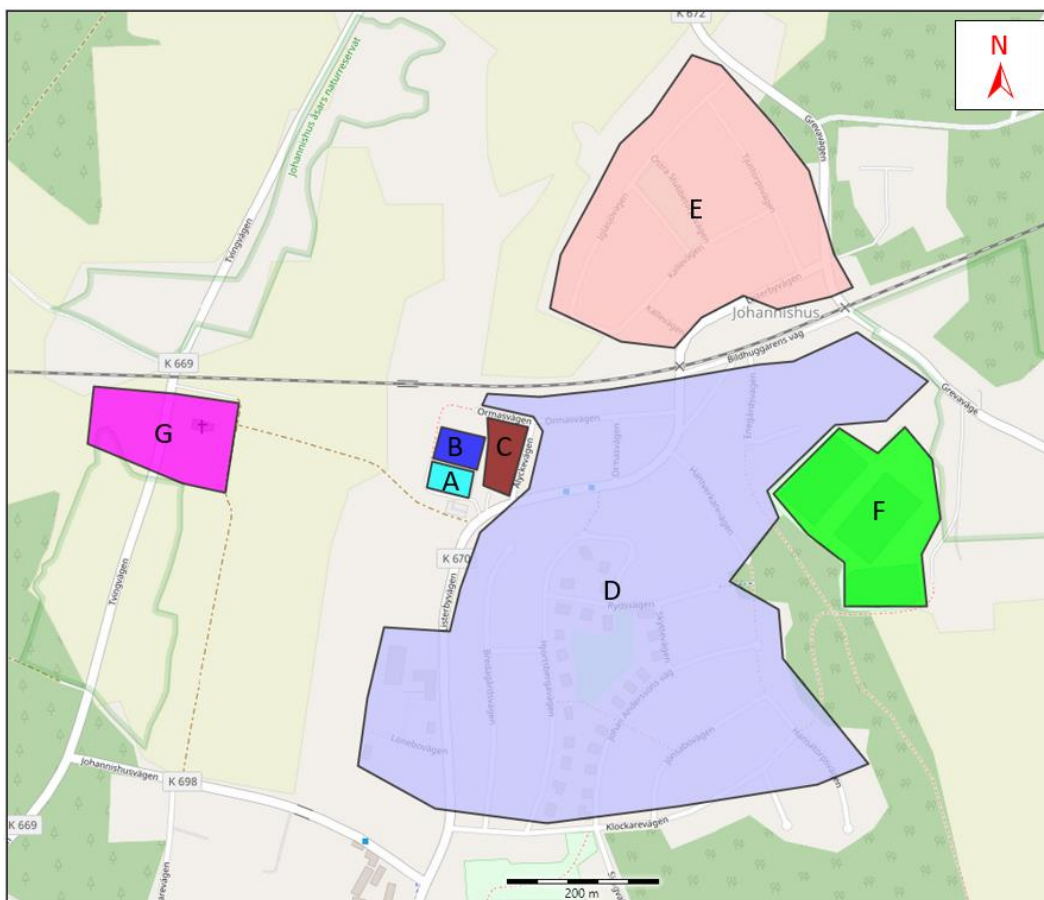
2 Personbelastning

Personbelastningen är relevant för beräkningar av samhällsrisk. Personbelastningen tas fram för ett kvadratisk område med arean 1 km² i anslutning till transportleden för farligt gods eftersom kriterierna för samhällsrisk generellt tillämpas på ett sådant område.

Personbelastningen redovisas för två alternativ där det ena är utvecklingsalternativet, dvs. förväntad personbelastning inom området till följd av planförslaget, medan det andra är ett nollalternativ för att kunna resonera kring ökningen i samhällsrisk som planförslaget medför. För båda alternativen tillämpas en personbelastning för 2040.

Det aktuella området utgörs av totalt sju delområden utifrån persontäthet. Dessa delområden illustreras i Figur 2-1 som representerar nollalternativet och utvecklingsalternativet. I Då det fortfarande finns osäkerheter om vad som faktiskt kommer byggas på planområdet görs här ett scenario för utvecklingsalternativet som antagligen kommer vara konservativt. Det kan bli så att några markanvändningar tas bort helt och andra markanvändningar blir större (till exempel river äldreomsorgboendena för att få plats med en större skola), det viktigaste är att se till att mängden antal personer och tiden de befinner sig på området överensstämmer någorlunda så att risken är presentabel, eller konservativ.

Tabell 2-1 specificeras nuvarande markanvändning av planområdet och användning enligt ny detaljplan.



Figur 2-1. Indelning av område efter markanvändning för nollalternativ och utvecklingsalternativ.

Beräkningsbilaga

Då det fortfarande finns osäkerheter om vad som faktiskt kommer byggas på planområdet görs här ett scenario för utvecklingsalternativet som antagligen kommer vara konservativt. Det kan bli så att några markanvändningar tas bort helt och andra markanvändningar blir större (till exempel river äldreomsorgboendena för att få plats med en större skola), det viktigaste är att se till att mängden antal personer och tiden de befinner sig på området överensstämmer någorlunda så att risken är presentabel, eller konservativ.

Tabell 2-1. Specificering av nuvarande användning av aktuellt område och användning enligt ny detaljplan. DP=Detaljplan, dvs. området inom detaljplan.

Område	Markanvändning nollalternativ	Markanvändning utvecklingsalternativ
A	Förskola (DP)	Skola klass 1–6 (DP)
B	Äldreomsorg (DP)	Utbyggd äldreomsorg (DP)
C	Bostäder (DP)	Utbyggda bostäder (DP)
D	Bostäder	Bostäder
E	Bostäder	Bostäder
F	Fotbollsplan	Fotbollsplan
G	Kyrkogård	Kyrkogård

Ronneby kommun utgav persontätheten för förskolan och äldreomsorgen. För bostadsområdena utanför detaljplan utgav Ronneby kommun ett ungefärligt antal fastigheter för område D+E, som sedan med hjälp av statistik från Statistiska centralbyrån (SCB) användes för att beräkna befolkningstätheten. Data jämfördes även med folkbokförda på området, som SCB tillhandahåller. Övriga områden görs bedömningar av persontätheten utifrån aktuella verksamheter. Persontätheterna bedöms som konservativa.

Kommande avsnitt redogör för följande parametrar för samtliga områden:

- Antalet personer i området för såväl dagtid som nattetid
- Andel personer inomhus för såväl dagtid som nattetid
- Nyttjandegrad, dvs. hur många dagar av året ett visst område används.

Område A

Markanvändningen av Område A är förskola inom detaljplanen för nollalternativet och skola för klass 1–6 för utvecklingsalternativ.

Enligt Ronneby kommun är det i nuläget 48 barn inskrivna och ca. 3 förskolelärare dagligen. Efter bebyggelse till skola klass 1–6 antas ca 130 personer befinna sig i området. Personerna antas befinna sig inom området under 100% dagtid och 0% nattetid.

Andelen personer inomhus under dagtid ansätts till 70%, då skolbarn är inomhus men också en stor del utomhus.

Nyttjandegraden för område A ansätts till 235 dagar per år. Det vill säga 5 dagar i veckan i 47 veckor (5 veckor för semester).

Område B

Markanvändningen av Område B är äldreomsorg inom detaljplanen, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ. Utvecklingsalternativet antas dock vara renoverat och utbyggt och fler personer kommer troligtvis kunna berras på området.

Enligt Ronneby kommun är det i nuläget 21 boende och 6 i personalen dagligen. Efter bebyggelse kommer troligtvis fler personer kunna rymmas och därav antas totalt 60

Beräkningsbilaga

personer befinna sig i området. Det är svårt att bedöma framtida persontäthet efter utbyggnad men ett konservativt värde sätts och därmed kan den egentliga risken vara lägre än beräknat.

Personerna antas befinna sig inom området under såväl dagtid som nattetid till 100%. Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [1] som används för de kvantitativa beräkningarna. De angivna siffrorna bedöms vara rimliga även för äldreomsorg.

Nyttjandegraden för område B ansätts till 365 dagar per år.

Område C

Markanvändningen av Område C är bostäder inom detaljplanen, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ. Utvecklingsalternativet antas dock vara renoverat och utbyggt och fler personer antas kunna berras på området.

Enligt SCB bor det 2,6 personer/bostadshus (småhus äganderätt) [2], då det är 4 småhus ($4 \cdot 2,6 \approx 11$) och 1 större hus (≈ 6) har personantalets satts till 17 personer. De 4 mindre fastigheterna i norra delen av detaljplanen ska antingen rivas eller genomgå en större renovering och regleras till att omfatta maximalt 3 våningar. Den 5:e större fastigheten längre söder om detaljplanområdet planeras att bevaras.

Det är svårt att bedöma framtida persontäthet efter utbyggnad, men här antas att det totalt blir 8 bostäder med 3 våningar med 1 lägenhet i varje våning (flerbostadshus hyres). Enligt SCB kan 1,9 personer/lägenhet sättas som riktmärke [3], vilket blir ca 46 personer.

Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70% respektive 100%, vilket föreslås för bostadshus av Purple book [4] som är en riktlinje för de kvantitativa beräkningarna. Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [1] som används för de kvantitativa beräkningarna.

Nyttjandegraden för område C ansätts till 365 dagar per år.

Område D

Markanvändningen av Område D är bostäder, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

Enligt Ronneby kommun finns det ungefär 268 fastigheter inom ett område lite större än 1 km² vid järnvägen och där stort sett alla är villabebyggelser. Vid detta område antas att det ungefär är 200 fastigheter. Enligt SCB bor det 2,6 personer/bostadshus (småhus äganderätt) [2] och personantalet har därför satts till 520 personer.

Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70% respektive 100%, vilket föreslås för bostadshus av Purple book [4] som är en riktlinje för de kvantitativa beräkningarna. Andelen personer inomhus under nattetid ansätts till 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [1] som används för de kvantitativa beräkningarna.

Nyttjandegraden för område D ansätts till 365 dagar per år.

Område E

Markanvändningen av Område E är bostäder, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

Beräkningsbilaga

Enligt Ronneby kommun finns det ungefär 268 fastigheter inom ett område lite större än 1 km² vid järnvägen och där stort sett alla är villabebyggelser. Vid detta område antas att det ungefär är 68 fastigheter. Enligt SCB bor det 2,6 personer/bostadshus (småhus äganderätt) [2] och personantalet har därför satts till 177 personer.

Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70% respektive 100%, vilket föreslås för bostadshus av Purple book [4] som är en riktlinje för de kvantitativa beräkningarna. Andelen personer inomhus under nattetid ansätts till 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [1] som används för de kvantitativa beräkningarna.

Nyttjandegraden för område E ansätts till 365 dagar per år.

Område F

Markanvändningen av Område E är två fotbollsplaner och en hinderbana, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

På detta område uppskattas det vara ungefär 60 personer. Personerna antas befinna sig inom området till 100% dagtid och 50% nattetid. Personerna ansätts till att vara utomhus till 100%.

Nyttjandegraden för område F ansätts till 180 dagar per år, dvs ungefär varannan dag.

Område G

Markanvändningen av Område G är en kyrkogård, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

På detta område uppskattas det vara ungefär 10 personer. Personerna antas befinna sig inom området till 100% dagtid och 20% nattetid. Personerna ansätts till att vara utomhus till 50%.

Nyttjandegraden för område G ansätts till 100 dagar per år.

2.1 Sammanfattning av personbelastning

Personbelastningen för nollalternativet och utvecklingsalternativet redovisas i Tabell 2-2 respektive Tabell 2-3. Områden med ändringar i jämförelse med nollalternativet är markerade med fetstil.

Tabell 2-2. Sammanfattning av personbelastning för nollalternativet.

Område	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år
	Dag	Natt	Dag	Natt	
A	51	0	0,7	-	235
B	27	27	0,93	0,99	365
C	12	17	0,93	0,99	365
D	364	520	0,93	0,99	365
E	124	177	0,93	0,99	312
F	60	30	0	0	180
G	10	2	50	0	100

Tabell 2-3. Sammanfattning av personbelastning för utvecklingsalternativet.

Beräkningsbilaga

Område	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år
	Dag	Natt	Dag	Natt	
A	130	0	0,7	-	235
B	60	60	0,93	0,99	365
C	32	46	0,93	0,99	365
D	364	520	0,93	0,99	365
E	124	177	0,93	0,99	312
F	60	30	0	0	180
G	10	2	50	0	100

Antal personer på det aktuella området på 1 km² för nollalternativet är totalt 862 personer, beräknat att 100% är på plats (648 personer dagtid och 773 nattetid).

För att se om persontätheten ungefär överensstämmer med antagandena har en jämförelse gjorts med QGIS där SCB tillhandahåller GIS-material med bl.a. befolkningstäthet för bostadsområden [4]. En area på 4 km² vid aktuellt område har en total befolkning på 706 personer. Persontätheten på området för 1 km² tyder därför på en konservativt antagande och tar även höjd för utveckling av området till år 2040.

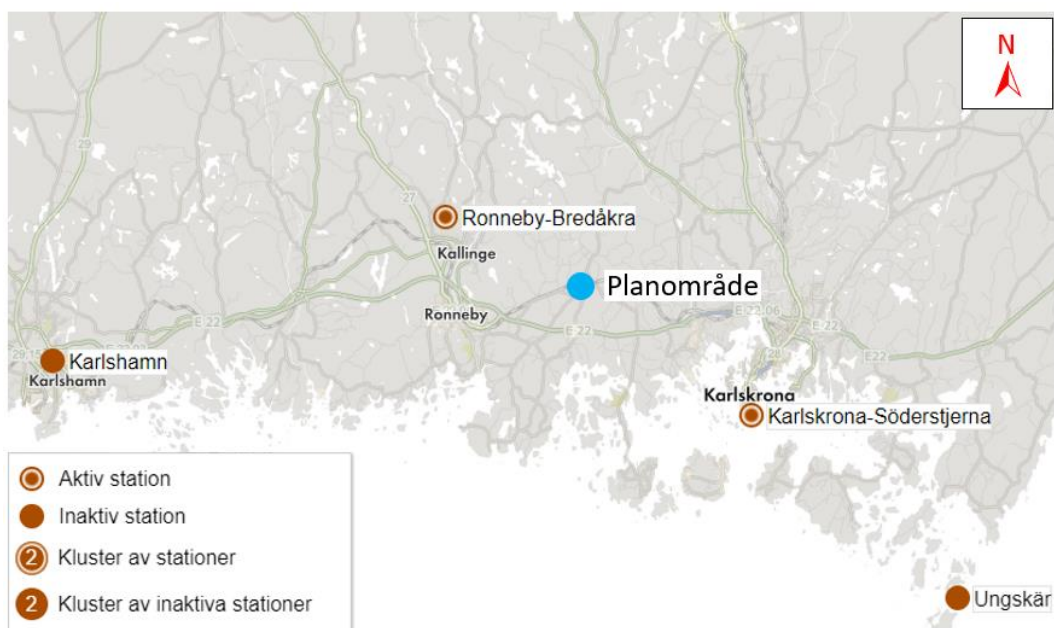
För utvecklingsalternativet är antal personer på det aktuella området på 1 km² totalt 1003 personer, beräknat att 100% är på plats (780 personer dagtid och 835 nattetid).

Personbelastningen har även stämts av med kund.

Beräkningsbilaga

3 Väderdata

Den närmaste mätstationen tillhörande SMHI i förhållande till planområdet benämns Ronneby-Bredåkra. Avståndet mellan mätstationen och planområdet är ca. 10 km. Figur 3-1 visar placeringen av mätstationen i förhållande till planområdet. Data från mätstationen avseende vindhastighet och vindriktning mellan 2002 och 2022 är hämtat från SMHI:s öppna databas [5].

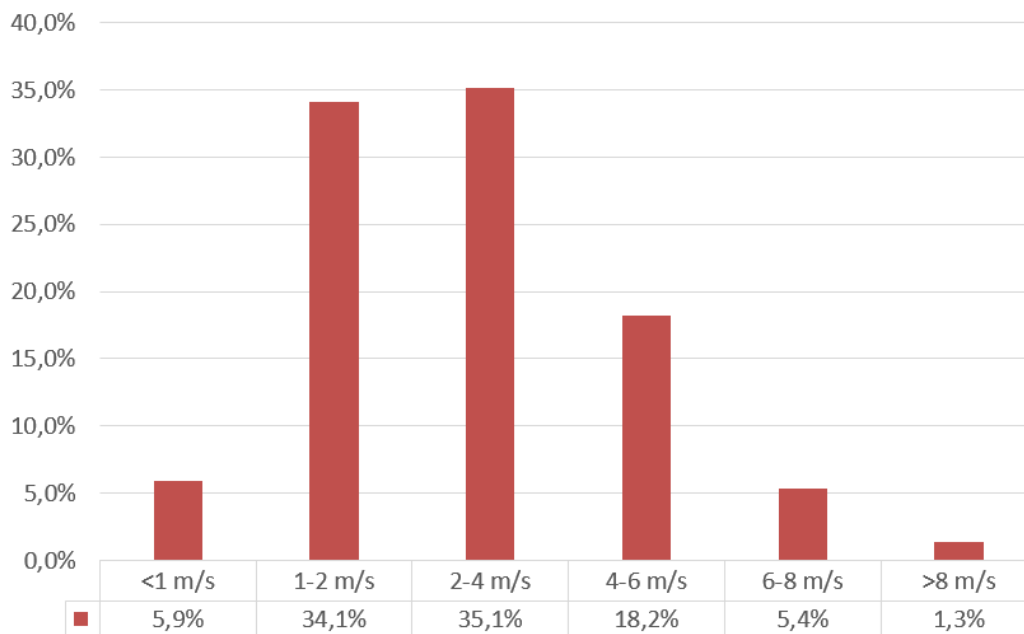


Figur 3-1. Placering av planområdet och mätstationen Ronneby-Bredåkra.

3.1 Vindhastighet

Vindens hastighet påverkar till stor del resultatet av spridningsberäkningar i samband med utsläpp av gas. Vid låga vindhastigheter erhålls högre koncentrationer av gas i olyckans närhet. I Figur 3-2 visas fördelningen av vindhastighet vid mätstationen Ronneby-Bredåkra från ovan nämnda data. Medelvärdet under den aktuella perioden var 3,3 m/s och vindstilla förhållanden uppmättes under ca. 6% av tiden.

Beräkningsbilaga



Figur 3-2. Fördelning av vindhastighet vid mätstationen Ronneby-Bredåkra, 2002 – 2022.

3.1.1 Stabilitetsklass

I beräkningsmodellen används Pasquills stabilitetsklasser som beskriver turbulensen i luftmassan närmast jordens yta, dvs. hur stabil eller instabil luftmassan närmast jordens yta är. Turbulensen beror främst på mängden solinstrålning. Vid högre nivåer av solinstrålning värms luften närmast marken upp och rör sig därmed uppåt vilket medför turbulens i luftmassan. Därför är luften generellt stabil under natten då det inte finns någon solinstrålning.

Stabiliteten av luftmassan har stor påverkan för hur ett utsläpp av gas sprids i luften. En mer stabil luftmassa medför mindre omfattande omblandning och därmed mindre omfattande utspädning av den utsläppta gasen. Detta innebär att högre koncentrationer av gas erhålls på längre avstånd från utsläppet vid stabila förhållanden jämfört med instabila förhållanden. Pasquills stabilitetsklasser beskrivs i Tabell 3-1.

Beräkningsbilaga

Tabell 3-1. Beskrivning av Pasquills stabilitetsklasser [6, 7].

Turbulens	Beskrivning, väderförhållande	Pasquills stabilitetsklass	Ungefärliga vindhastigheter [m/s]
Instabil	Måttligt till mycket solinstrålning, dvs. soligt molnfritt väder, där solen står högt på himlen, (vinkel större än 60 grader), och måttliga till svaga vindar gör att atmosfären blir instabil.	A: Extremt instabilt	<2,5
		B: Måttligt instabilt	2,5–4
		C: Svagt instabilt	>4
Neutral	Relativt starka vindar och måttlig solinstrålning, dvs. molnig väderlek och/eller klar väderlek där solen står lågt på himlen (vinkel mellan 15 och 35 grader) är associerade med neutral/måttlig turbulens	D: Neutral	0–15
Stabil	Låg/ingen solinstrålning och svaga vindar. Sker främst under natten.	E: Svagt stabilt	>2,5
		F: Måttligt – extremt stabilt	<2,5

För att ta höjd för olika förhållanden av vindhastighet och stabilitetsklasser används tre olika kombinationer av dessa parametrar:

- 2F: Stabilitetsklass F, vindhastighet 2 m/s
- 2D: Stabilitetsklass D, vindhastighet 2 m/s
- 5D: Stabilitetsklass D, vindhastighet 5 m/s

De valda vädersscenarierna bedöms som representativa och rimligt konservativa. Fördelningen mellan de olika vädersscenarierna för såväl dagtid som nattetid har uppskattats baserat på data avseende vindhastighet från mätstationen Ronneby-Bredåkra och presenteras i Tabell 3-2.

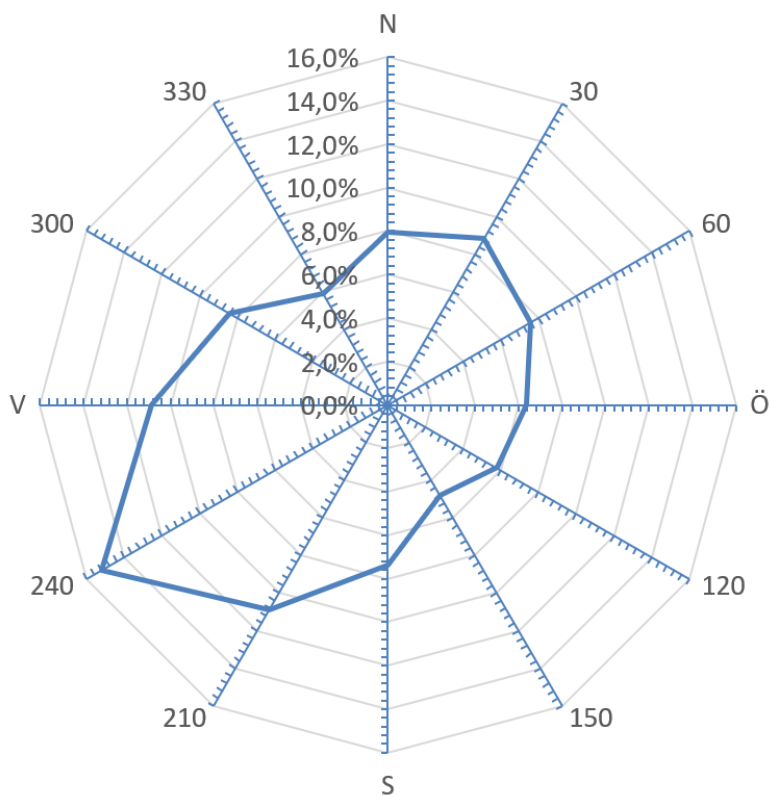
Tabell 3-2. Fördelning av väderförhållanden under dagtid och nattetid.

Väderförhållande	Dag [%]	Natt [%]
2F	5	45
2D	35	30
5D	60	25
Summa	100	100

3.2 Vindriktning

Vindriktningen anges generellt i det väderstreck som det blåser från och inverkar vid spridning av gaser genom att sprida gaserna bort från det väderstreck som det blåser från. I Figur 3-3 visas fördelningen av vindriktning vid mätstationen Ronneby-Bredåkra från ovan nämnda data. Figur 3-3 visar att den mest förekommande vindriktningen är sydvästlig.

Beräkningsbilaga



Figur 3-3. Fördelning av vindriktning vid mätstation Ronneby-Bredåkra, 2002 – 2022.

Beräkningsbilaga

4 Olycka med farligt gods

Följande olycksscenarier som involverar transport av farligt gods utreds i riskutredningen:

- olycka med explosiva ämnen och föremål: explosion
- olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/-explosion och BLEVE
- olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klor
- olycka med brandfarlig vätska: pölbrand
- olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand.

4.1 Trafikmängd

Grundläggande för beräkning av risk med transport av farligt gods är trafikmängden. Nedan presenteras trafikmängd och hur denna tas fram för järnväg.

4.1.1 Järnväg

Uppgifter om antal godståg för 2040 samt genomsnittlig längd för godståg på den aktuella sträckan är baserade på prognos från Trafikverket [8].

Mellan 2012 och 2021 utgjorde farligt gods i snitt 5,0% av total transporterad godsmängd på järnväg och 7,0% av totalt godstransportarbete på järnväg [9]. Därmed utgår beräkningarna från att andelen vagnar med farligt gods är 6% för godstransporter på järnväg.

Trafikmängden, baserade på ovan antaganden och beräkningar, sammanfattas i Tabell 4-1.

Tabell 4-1. Trafikmängder för aktuell järnväg.

Parameter	Värde
Antal godståg 2040	365
Andel vagnar med farligt gods [%]	6

4.2 Fördelning av farligt gods

Det här avsnittet redogör för transporter av olika ämnesklasser av farligt gods på väg och järnväg. Farligt gods delas generellt in i följande klasser:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2 – Gaser
 - Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
 - Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
 - Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen
 - Klass 4.1 – Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
 - Klass 4.2 – Självantändande ämnen
 - Klass 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider
 - Klass 5.1 – Oxiderande ämnen
 - Klass 5.2 – Organiska peroxider
- Klass 6 – Giftiga och smittförande ämnen
 - Klass 6.1 – Giftiga ämnen
 - Klass 6.2 – Smittförande ämnen

Beräkningsbilaga

- Klass 7 – Radioaktiva ämnen
- Klass 8 – Frätande ämnen
- Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

I riskutredningen för projektet beskrivs olycksscenario vid olycka med farligt gods för de ovan nämnda klasserna av farligt gods. Baserat på beskrivningen beaktas följande klasser av farligt gods i beräkningarna:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

4.2.1 Järnväg

I samband med transport av farligt gods på järnväg används benämningen RID-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den aktuella järnvägssträckan uppskattas utifrån Trafikanalys nationella statistik över transporter på svenska järnvägar mellan 2012 och 2021. Tabell 4-2 visar den genomsnittliga fördelningen av olika klasser av farligt gods utifrån godsmängd och transportarbete. Tabell 4-2 visar dessutom medelvärdet av den genomsnittliga fördelningen baserat på godsmängd och transportarbete.

Tabell 4-2. Fördelning av farligt gods på järnväg mellan 2012 och 2021 baserat på information från Trafikanalys [9].

Klass	Godsmängd [%]	Transportarbete [%]	Medelvärde [%] (används i beräkningar)
1	0,00020	0,00049	0,00034
2	29,03	23,66	26,35*
3	33,90	19,03	26,47
4.1	0,18	0,33	0,26
4.2	0,07	0,11	0,09
4.3	2,69	4,07	3,38
5.1	14,11	30,66	22,38
5.2	0,44	0,45	0,45
6.1	1,84	2,21	2,03
6.2	0,00	0,00	0,00
7	0,01	0,01	0,01
8	17,16	18,87	18,02
9	0,58	0,58	0,58
Totalt	100,00	100,00	100,00

*Delas upp i klass 2.1, 2.2 och 2.3, se Tabell 4-3.

Beräkningarna i den här riskutredningen utgår från medelvärden som presenteras i Tabell 4-2. Underklasserna till klass 4, klass 5 och klass 6 behandlas gemensamt. Tabell 4-2 redovisar inte statistik för underklasserna av klass 2. Klass 2 utgörs av gaser och består av följande underklasser:

- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Beräkningsbilaga

- Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser

Beroende på vilken typ av gas som är involverad i en olycka så kommer händelseförloppet se olika ut. Därför krävs att det i beräkningar separeras på underklasser inom klass 2. Dåvarande Räddningsverket genomförde en undersökning av transporter av farligt gods i ton på det svenska väg- och järnvägsnätet under september 2006, där klass 2 delas in i underklasserna 2.1, 2.2 och 2.3 [10]. Fördelningen presenteras i Tabell 4-3.

Tabell 4-3. Fördelning av klass 2 på underklasserna 2.1, 2.2 och 2.3.

Klass	Andel av klass 2 [%]	Andel av totala antalet FG-transporter [%] (används i beräkningar)
2.1	73,02	19,24
2.2	2,56	0,68
2.3	24,42	6,43
Totalt	100,00	26,35

4.3 Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods

Följande avsnitt beskriver de modeller som används för frekvensberäkningar för olyckor på aktuella transportleder för farligt gods. Använda modeller är baserade på erkända källor som normalt används i samband med riskutredningar för detaljplaneprocesser.

4.3.1 Järnväg

I det här avsnittet presenteras modellen som används för frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods på järnväg. Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods på järnväg gäller för år 2040. Den studerade delen av aktuell järnvägssträcka är 1 km.

En förutsättning för att kunna beräkna frekvensen för en olycka med farligt gods är att frekvensen för urspårning av tåg är känd. Frekvensen för urspårning av tåg på den aktuella sträckan beräknas genom Banverkets dokument *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [11].

För frekvensberäkningarna krävs ett indata för ett antal parametrar, vilka presenteras i Tabell 4-4. Studerad längd på transportleden är 1 km, enligt vedertagen branschpraxis. Aktuell spårklass är bedömd utifrån spårets utseende [11]. Antal växlar på sträckan är baserat på information från Trafikverket [12]. Längden på en normalvagn är ett framtaget genomsnitt utifrån en överblick av *SJ Godsvagnar* där det framgår att det är en stor variation på vagnlängden [13]. Antal vagnaxlar på vagnar med farligt gods är ansatt till fyra, då detta är helt dominerande vid sådana transporter [14]. Vad gäller vagnar utan farligt gods används ett flertal olika vagnmodeller med olika vagnaxelantal, främst två och fyra [13], varför ett genomsnittligt värde på tre vagnaxlar används.

Tabell 4-4. Indata till frekvensberäkningar för urspårning på järnväg.

Parameter	Värde
Studerad spårlängd [km]	1
Spårklass	A
Antal växlar på sträckan	0
Genomsnittlig längd för godståg [m]	569
Längd normalvagn [m]	16
Antal vagnaxlar (icke farligt gods)	3

Beräkningsbilaga

Antal vagnaxlar (farligt gods)	4
--------------------------------	---

Urspårning av tåg på järnväg kan orsakas av en rad olika olyckstyper. Dessa olyckstyper sammanfattas i Tabell 4-5 tillsammans med felintensitet och beroendefaktor för varje enskild olyckstyp. Beroendefaktorn beskriver vilken parameter som påverkar frekvensen för urspårning för varje olyckstyp. Beroendefaktorerna presenteras i Tabell 4-6 och är beräknade utifrån information i Tabell 4-4.

Tabell 4-5. Felintensitet och beroendefaktor för olika olyckstyper.

Olyckstyp	Felintensitet (ξ)	Beroendefaktor
Rälsbrott	5,00E-11	Vagnaxelkilometer för godsvagnar
Solkurva	1,00E-05	Studerad spårlängd (km)
Vagnfel godståg	3,10E-09	Vagnaxelkilometer för godsvagnar
Lastförskjutning	4,00E-10	Vagnaxelkilometer för godsvagnar
Växel sliten, trasig	5,00E-09	Antal passager genom växel för godståg
Annan orsak	5,70E-08	Tågkilometer för godståg
Okänd orsak	1,40E-07	Tågkilometer för godståg
Spårlägesfel	4,00E-10	Vagnaxelkilometer för godsvagnar

Tabell 4-6. Beroendefaktorer för olyckstyper.

Beroendefaktor	Värde
Vagnaxelkilometer för godsvagnar	39 724
Studerad spårlängd [km]	1
Antal passager genom växel för godståg	0
Tågkilometer för godståg	365

För varje enskild olyckstyp beräknas frekvensen för urspårning på den aktuella sträckan enligt:

$$F_U = \xi \cdot bf$$

Där

- F_U = frekvens för urspårning, redovisas i Tabell 4-7
- ξ = felintensitet, redovisas i Tabell 4-5
- bf = beroendefaktor, redovisas i Tabell 4-6

Beroendefaktorerna som tillämpas gäller för ett år, vilket medför att den beräknade frekvensen för urspårning är en årlig frekvens. Frekvensen för urspårning, uppdelad på olyckstyp, på den aktuella sträckan redovisas i Tabell 4-7.

Tabell 4-7. Frekvens för urspårning av godståg, uppdelad på olyckstyp.

Olyckstyp	Frekvens (per år)
Rälsbrott	1,99E-06
Solkurva	1,00E-05
Vagnfel godståg	1,23E-04
Lastförskjutning	1,59E-05

Beräkningsbilaga

Växel sliten, trasig	0,00E+00
Annan orsak	2,08E-05
Okänd orsak	5,11E-05
Spårlägesfel	1,59E-05
Total frekvens för urspårning av godståg	2,39E-04

Frekvenserna i Tabell 4-7 avser urspårning för samtliga godsvagnar. För att beräkna frekvensen för urspårning av vagnar med farligt gods tas hänsyn till det genomsnittliga antalet vagnar med farligt gods per godståg, se avsnitt 4.1.1, samt att det genomsnittliga antalet vagnar som spårar ur vid en urspårningsolycka är 3,5 vagnar enligt [14].

Tabell 4-8 redovisar sannolikhet, frekvens och återkomsttid för urspårning av godsvagnar med farligt gods på den aktuella sträckan baserat på förväntad trafikering för 2040.

Tabell 4-8. Frekvens och återkomsttid för urspårning av godsvagnar med farligt gods.

Parameter	Värde
Sannolikhet för urspårning med farligt gods, givet urspårning av godståg [%]	17
Frekvens för urspårning av godsvagnar med farligt gods (per år)	4,06E-05
Återkomsttid för urspårning med farligt gods [år]	24 601

För att beräkna frekvensen för en urspårning av en godsvagn med en viss klass av farligt gods krävs kännedom om andelen transporter som innehåller den aktuella klassen av farligt gods. Avsnitt 4.2.1 redogör för transporter av olika ämnesklasser av farligt gods på järnväg. För varje enskild klass av farligt gods beräknas frekvensen för urspårning enligt:

$$F_{U,Klass X} = F_U \cdot A_{Klass X}$$

Där

- $F_{U,Klass X}$ = frekvens för urspårning av tåg/vagn med farligt gods i Klass X
- $A_{Klass X}$ = andel transporter som utgörs av Klass X, redovisas i avsnitt 4.2.1

Frekvensen för urspårning av vagnar innehållande olika klasser av farligt gods redovisas i Tabell 4-9. De ämnesklasser av farligt gods som redovisas i Tabell 4-9 är enbart ämnesklasserna som beaktas i beräkningarna enligt avsnitt 4.1.

Tabell 4-9. Frekvens för urspårning av vagnar innehållande olika klasser av farligt gods.

Urspårning av vagn innehållande	Frekvens per år
Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	1,38E-10
Klass 2.1 – Brandfarliga gaser	7,82E-06
Klass 2.3 – Giftiga gaser	2,61E-06
Klass 3 – Brandfarliga vätskor	1,08E-05
Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	9,28E-06

4.3.2 Olycksscenario

Olika utfall av en olycka är möjliga beroende på vilken klass av farligt gods som är involverad i olyckan. I detta avsnitt redovisas händelsesträd med möjliga olycksscenario för de klasser av farligt gods som i en olycka kan leda till att personer omkommer. Följande

Beräkningsbilaga

klasser beaktas i enlighet med beskrivningen av olycksscenario vid olycka med farligt gods i riskutredningen:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

4.3.2.1 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Explosiva ämnen och föremål delas in i 6 klasser som benämns klass 1.1 – 1.6. Av dessa klasser är det primärt klass 1.1 (ämnen och föremål som har en risk för massexplosion) som har ett skadeområde som är så pass utbredd att det bedöms kunna medföra påverkan på människor som befinner utanför olycksplatsens närområde. Det antas att samtliga transporter av explosiva ämnen och föremål utgörs av ämnen och föremål som har en risk för massexplosion.

Beroende på fordonsklass kan olika mängder av klass 1.1 transporteras, vilket ger olika potentiella olycksscenarioer. Med högsta fordonsklass kan maximal mängd massexplosiva varor transporteras i upp till 16 ton per transport men de flesta transporter innefattar endast små mängder av massexplosiva varor. Statistikunderlaget för transporter av ämnen i klass 1.1 är begränsat. Det antas att 98% av samtliga transporter sker med 20 kg medan resterande 2% sker med 16 000 kg massexplosiva varor.

Att ett fordon som transporterar explosiva varor är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att en explosion uppstår. Reaktion i det explosiva materialet kan uppstå vid brand som sprider sig till lasten eller om godset utsätts för en mycket kraftig stöt i samband med olyckan.

Sannolikheten för en brand i fordonet i samband med en olycka bedöms vara beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på järnväg, där hastigheten generellt är hög, antas sannolikheten för brand i fordonet vid en olycka vara 1%.

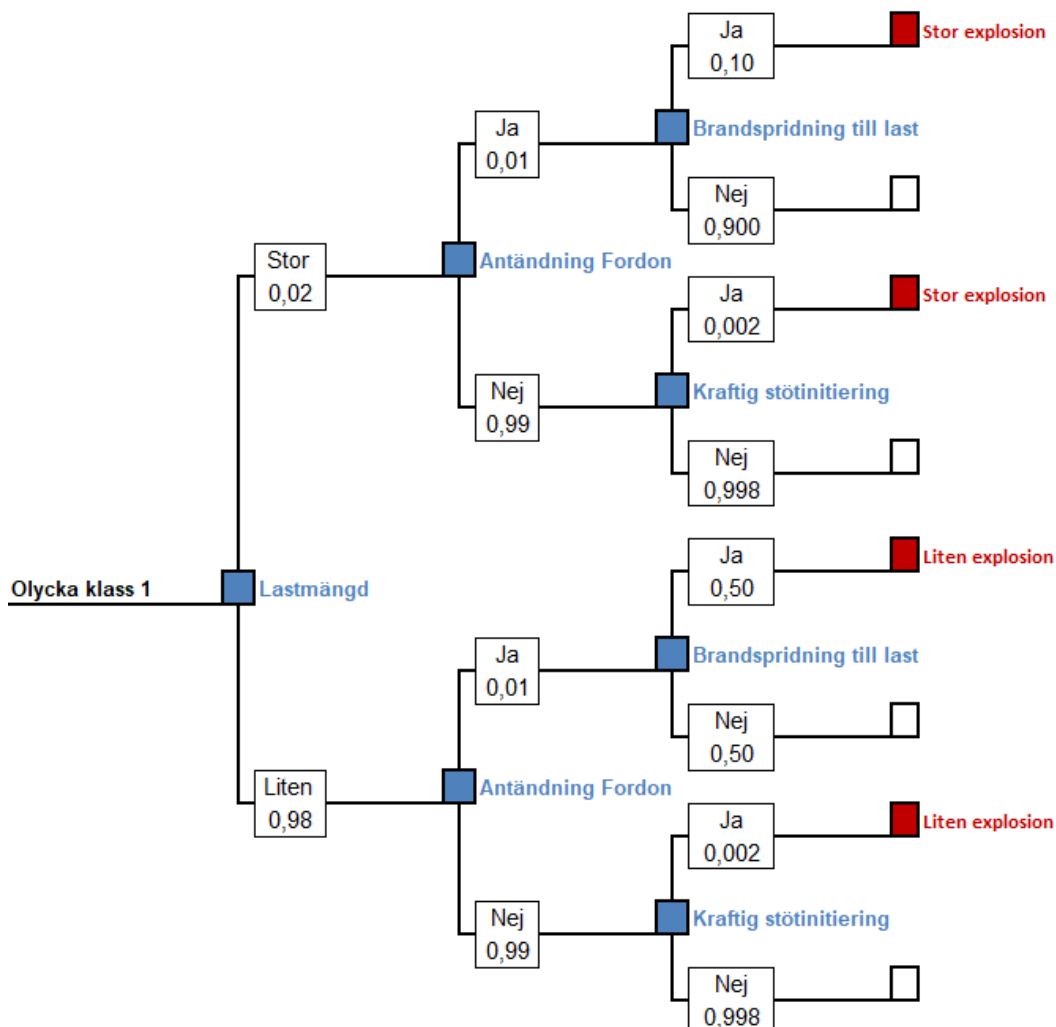
Sannolikheten för att branden sprider sig till lasten är beroende av fordonsklassen som används för transporten. Den högsta transporterade mängden, dvs. 16 000 kg, förutsätter högsta fordonsklass. Utifrån detta antas sannolikheten för att en brand sprider sig till lasten vara 10% för transporter av 16 000 kg explosiva varor och 50% för transporter av 20 kg explosiva varor.

En explosion kan inträffa även om en brand inte uppstår i samband med olyckan. Det kräver att godset utsätts för en mycket kraftig stöt i samband med olyckan. Sannolikheten för en stötinitierad detonation i samband med en olycka är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För en stötinitierad detonation i det explosiva materialet krävs generellt mycket höga kollisionshastigheter. HMSO anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2% [15]. För olyckor på järnväg, där hastigheten generellt är hög, sätts sannolikheten för stötinitierad detonation därför till 0,2%.

Händelseträdd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-1 som visar händelseträdet för olyckor med brandfarliga vätskor. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 4-1 tillämpas för frekvensberäkningarna för järnväg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-1. Händelseträ för olycka med explosiva ämnen och föremål.

4.3.2.2 Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Gaser transporteras generellt under övertryck i tjockväggiga tankar. Det faktum att ett fordon som transporterar brandfarlig gas är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att ett läckage av gas uppstår. I de flesta fall uppstår inget hål i tanken och därför strömmar inget av innehållet ut. Läckage som trots allt uppstår delas upp i små läckage och stora läckage. Ett litet läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 10 mm medan ett stort läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 50 mm.

Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på järnväg, där hastigheten generellt är hög, är sannolikheten för litet läckage och stort läckage 1% vardera enligt [11].

De skadehändelser som kan uppkomma givet ett läckage av brandfarlig gas är jetbrand, gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en flaska och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i flaskan samt

Beräkningsbilaga

trycket i denna. Sannolikheten för direkt antändning beror på läckagets storlek och ansätts till 10% för litet läckage och 20% för stort läckage [16].

Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion

Om gasen vid ett läckage inte antänds direkt uppstår ett gasmoln av brandfarlig gas. Luftinblandningen i gasmolnet ökar med tiden och avgör huruvida en fördröjd antändning av gasmolnet leder till en gasmolnsbrand eller en gasmolnsexplosion. För att en fördröjd antändning ska ske krävs som regel ett större läckage [16] men konservativt ansätts en sannolikhet för fördröjd antändning även vid mindre läckage. Sannolikheten för fördröjd antändning antas vara 1% för litet läckage och 50% för stort läckage. 60% av de fördröjda antändningarna leder till gasmolnsbrand medan resterande 40% leder till gasmolnsexplosion [6].

Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en gasmolnsbrand med diffusionsförbränning.

Om gasmolnet antänds vid ett senare skede kommer mer luft att ha blandats med den brandfarliga gasen. Antändning kan medföra en gasmolnsexplosion vid vissa koncentrationer av brandfarlig gas samt om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd brännbar gas och luft. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration.

En gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. För att gasmolnbranden/gasmolnsexplosionen ska ge störst skada krävs att gasmolnet driver mot planområdet. Detta sker när vindriktningen är mot området.

BLEVE

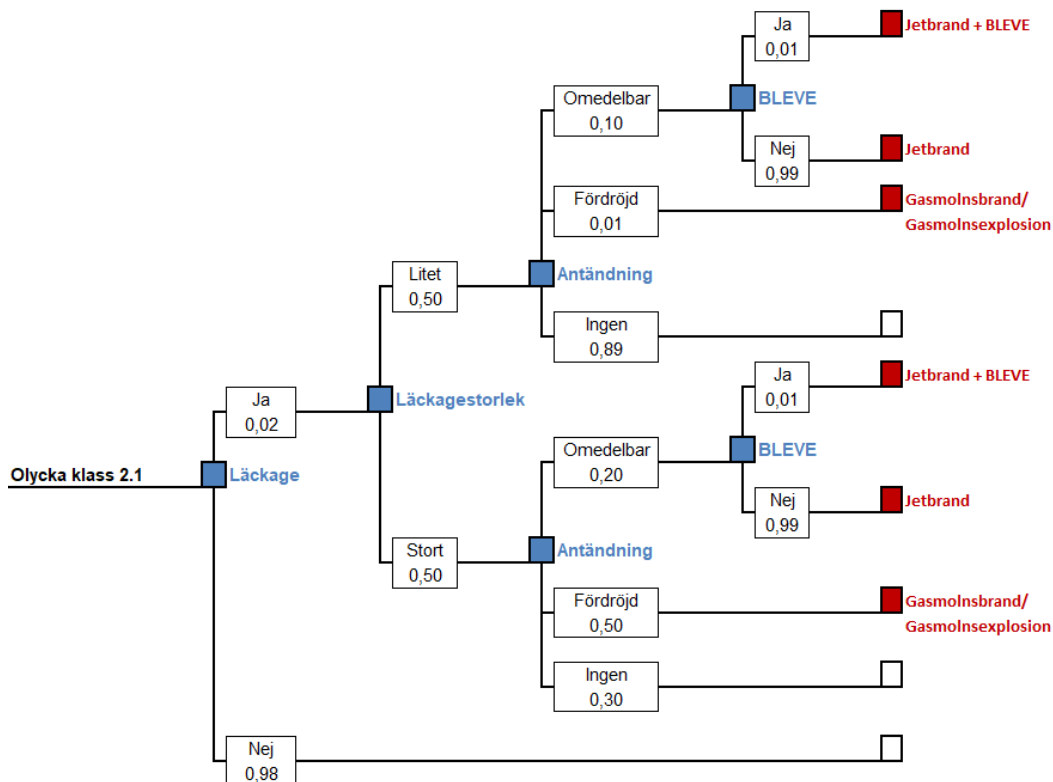
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändning bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska.

Eftersom gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion är kortvariga händelser bedöms BLEVE inte kunna inträffa i samband med dessa händelser. Däremot är en jetbrand mer långvarig och bedöms därför kunna orsaka BLEVE. Sannolikheten för BLEVE givet en jetbrand antas vara 1%.

Händelsetråd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-2 som visar händelseträdet för olyckor med brandfarliga gaser. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 4-2 tillämpas för frekvensberäkningarna för järnväg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-2. Händelseträd för olycka med brandfarlig gas.

4.3.2.3 Klass 2.3 – Giftiga gaser

Gaser transporteras generellt under övertryck i tjockväggiga tankar. De giftiga gaserna antas vara ammoniak och klor, vilket bedöms vara en rimlig representation över de giftiga gaser som faktiskt transporteras. Sannolikheten för transport av ammoniak och klor sätts till 80% respektive 20%. Ammoniak representerar gaser som är måttligt giftiga medan klor representerar gaser som är mycket giftiga.

Det faktum att ett fordon som transporterar giftig gas är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att ett läckage av gas uppstår. I de flesta fall uppstår inget hål i tanken och därför strömmar inget av innehållet ut. Läckage som trots allt uppstår delas upp i små läckage och stora läckage. Ett litet läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 10 mm medan ett stort läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 50 mm.

Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på järnväg, där hastigheten generellt är hög, är sannolikheten för litet läckage och stort läckage 1% vardera enligt [11].

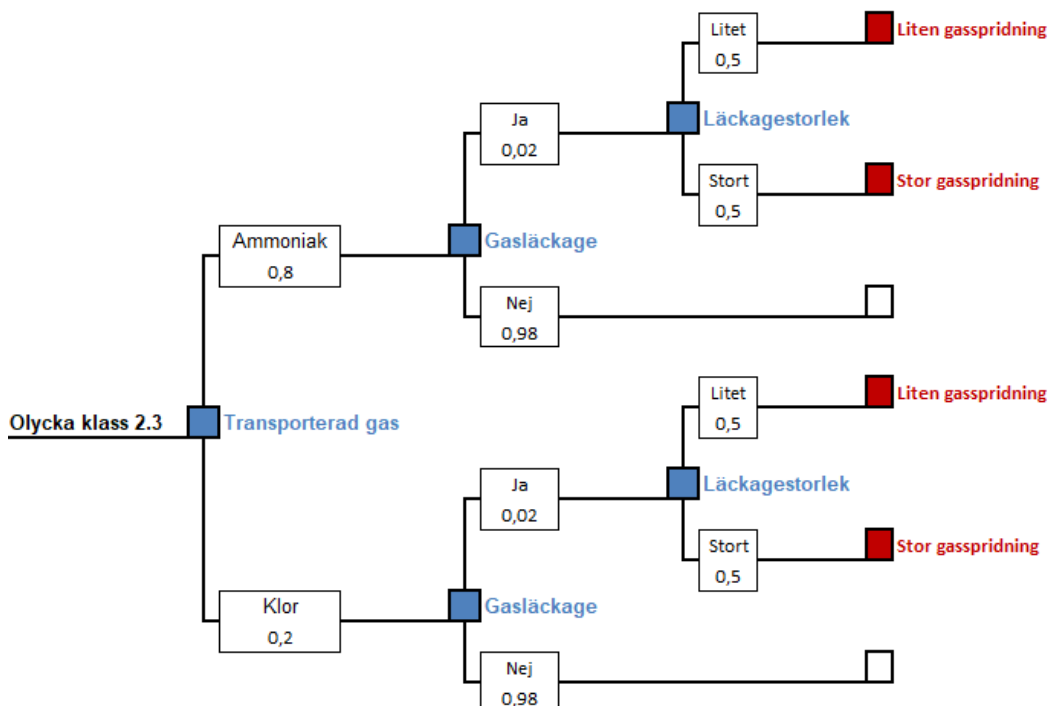
Vid ett läckage av giftig gas har vindhastighet och vindriktning en stor inverkan på spridningen av gasen och därmed konsekvenserna i samband med läckaget. Platsspecifika väderdata presenteras i avsnitt 2 och inkluderas i konsekvensberäkningarna i beräkningsprogrammet Riskcurves [1].

Händelseträd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-3 som visar händelseträd för olyckor

Beräkningsbilaga

med giftiga gaser. Händelseträdet med de värden som presenteras Figur 4-3 tillämpas för frekvensberäkningarna för järnväg.



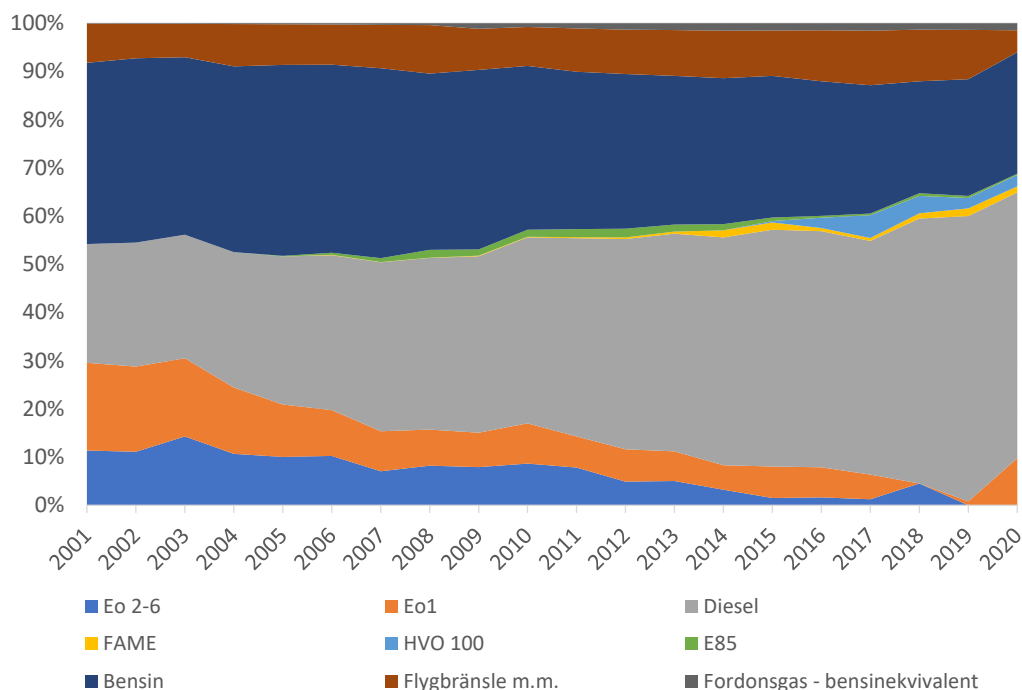
Figur 4-3. Händelseträd för olycka med läckage av giftig gas.

4.3.2.4 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor transporteras under atmosfärstryck i tunnväggiga tankar. Exempel på brandfarliga vätskor är dels petroleumbaserade drivmedel såsom diesel, bensin och olika typer av eldningsolja, dels förnyelsebara drivmedel men även andra typer av brandfarliga vätskor såsom lösningsmedel, tändvätskor, parfym, alkoholhaltiga drycker och liknande.

Den exakta fördelningen mellan drivmedel och andra brandfarliga vätskor är okänd. I brist på underlag antas därför att hela klassen utgörs av drivmedel. Drivkraft Sverige [17] presenterar statistik avseende fördelning av utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige. Statistiken presenteras i Figur 4-4 och antas gälla både för transporter på såväl väg som järnväg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-4. Fördelning inom drivmedel avseende utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige (exkl. sjötransport utrikes) [17].

Som framgår av Figur 4-4 är diesel det vanligaste transporterade drivmedlet och har på senare tid stått för ca. 50% av samtliga transporterade drivmedel. Därefter följer bensin och flygbränsle som har stått för ca. 30% och ca. 10% av samtliga transporterade drivmedel de senaste åren.

Den stora spridningen av olika typer av drivmedel enligt Figur 4-4 förenklas till att endast bestå av bensin och resterande ämnen (diesel, flygbränsle osv.). Andelen transporter med bensin och resterande ämnen antas vara 40% respektive 60%. Den antagna fördelningen bygger på statistiken som redovisas i Figur 4-4 men har justerats något för att ta höjd för osäkerheter.

Jämfört med statistiken i Figur 4-4 antas en något högre andel transport av bensin, vilket är konservativt eftersom bensin bedöms vara det allvarligaste ämnet med avseende på benägenhet för antändning och konsekvenser i samband med antändning. Bensin har en mycket låg flampunkt vilket ökar sannolikheten för att ångorna kan antändas i händelse av läckage. Diesel och flygbränsle har högre flampunkter och hanteras under sina respektive flampunkter. I den här riskutredningen antas bensin representeras av ämnet pentan medan resterande ämnen representeras av ämnet n-dodekan som hädanefter benämns dodekan.

Sannolikheten för att en tunnväggig tank innehållande brandfarlig vätska skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på järnväg, där hastigheten generellt är hög, är sannolikheten för läckage 30% enligt [11].

Läckage med brandfarliga vätskor delas upp i små, medelstora och stora läckage i enlighet med *TNO Purple Book* [6]. Utsläppsvolymer presenteras i Tabell 4-10 tillsammans med pölstorlek och sannolikhet för varje utsläppsvolym. Informationen i Tabell 4-10 är gällande för utsläpp av såväl pentan som dodekan.

Beräkningsbilaga

Tabell 4-10. Utsläppsvolymer med tillhörande pölstorlekar och sannolikheter givet läckage.

Volym [m ³]	Volymen motsvarar	Pölstorlek [m ²]	Sannolikhet givet läckage [%]
0,5	Ett mindre läckage	100	25
5	En fackvolym	200	60
30	Hela tankvolymen	350	15

Ett konservativt antagande är att pölen trots lokala topografiska variationer är cirkulär, vilket ger upphov till högre flamma i beräkningarna och därigenom också en högre strålningseffekt som funktion av avståndet.

Olika typer av brandfarliga vätskor har olika benägenhet att antändas. Pentan, bensin och etanol är lättantändliga vätskor medan dodekan, diesel och eldningsolja är svårantändliga vätskor. Sannolikheter för antändning som används i beräkningsprogrammet är i enlighet *TNO Purple Book* med [6] och redovisas i Tabell 4-11.

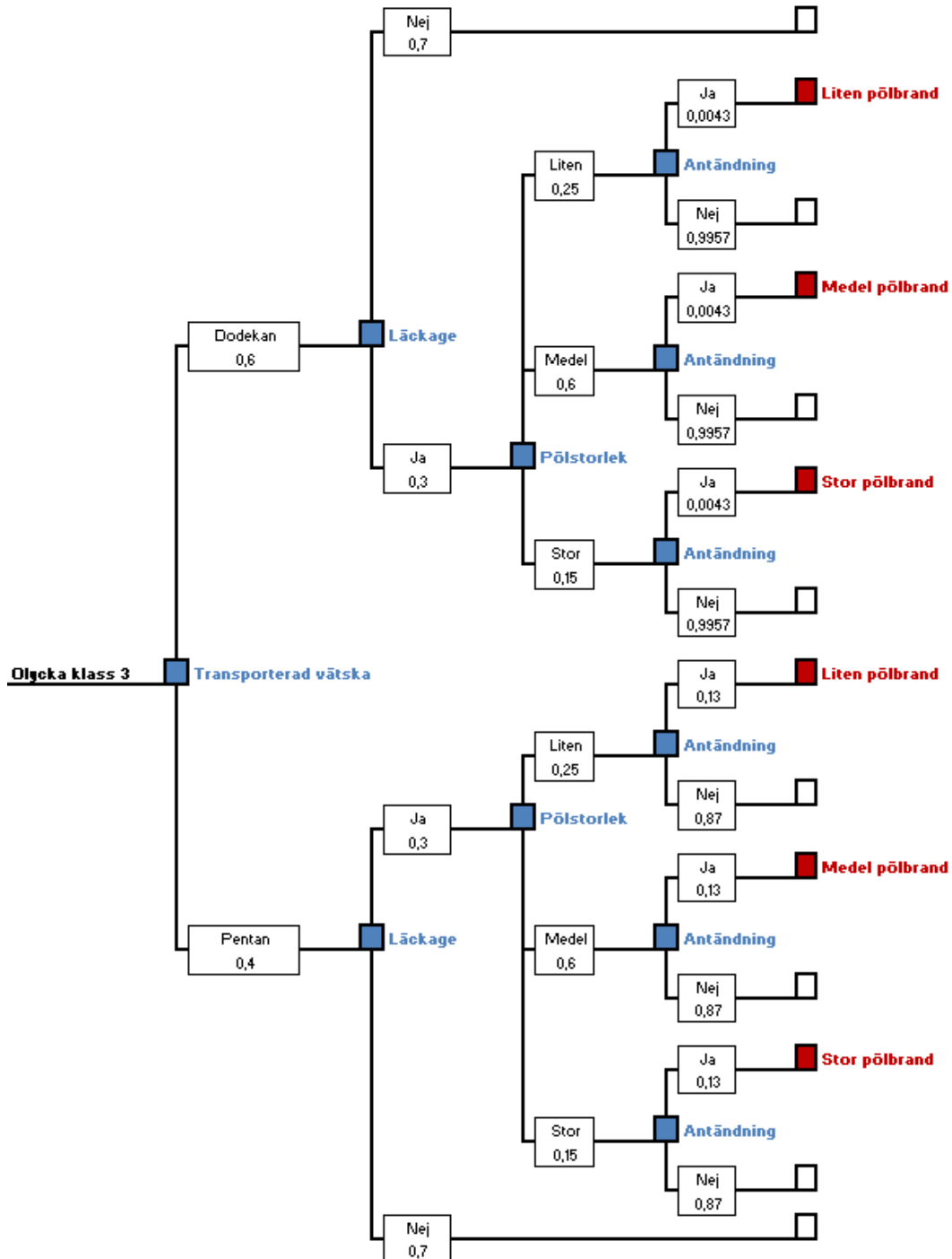
Tabell 4-11. Sannolikhet för antändning av pölbrand [6].

Brandfarlig vätska	Direkt antändning [%]	Fördröjd antändning [%]
Pentan	6,5	6,5
Dodekan	0,43	-

Händelseträdet

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-5 som visar händelseträdet för olyckor med brandfarliga vätskor. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 4-5 tillämpas för frekvensberäkningarna för järnväg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-5. Händelsesträd för olycka med brandfarlig vätska.

4.3.2.5 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Klass 5 utgörs av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Principiellt kan läckage av oxiderande ämnen (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2) medföra brand eller explosion. Explosion är främst möjligt vid de fall det oxiderande materialet transporteras i höga koncentrationer och sammanblandas med organiskt material, exempelvis fordonets

Beräkningsbilaga

bränsle, vid olyckan. Det oxiderande ämnet väteperoxid kan sönderfalla i koncentrationer över 20% och detonera vid koncentrationer över 90% [18].

Vissa organiska peroxider kräver kylta förhållanden. För dessa typer av organiska peroxider kan brand- och explosionsförlopp inträffa om kylningen på något sätt fallerar eller att ämnets SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature) överskrider, exempelvis av en extern brand [19].

En erfarenhetsmässig bedömning är att olika koncentrationer av det oxiderande ämnet väteperoxid är den vanligaste typen av ämne inom klass 5.1 och att de organiska peroxiderna (klass 5.2) är mindre vanliga. Det antas därför att transporter av klass 5 enbart utgörs av oxiderande ämnen.

Oxiderande ämnen transporteras under atmosfärstryck i tunnväggiga tankar. Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på järnväg, där hastigheten generellt är hög, är sannolikheten för läckage 30% enligt [11].

Olycksförloppet vid läckage av oxiderande ämne beror på om ämnet blandas med organiskt material, exempelvis fordonets bränsle. Om ämnet blandas med organiskt material kan en explosion inträffa. Om ämnet inte blandas med material förväntas ingen explosion men däremot kan en brand uppstå.

Givet ett läckage antas sannolikheten för blandning av det oxiderande ämnet med organiskt material vara 10%. Om det oxiderande ämnet blandas med organiskt material antas sannolikheten för explosion vara 6%. Om det oxiderande ämnet inte blandas med organiskt material antas sannolikheten för brand vara 6%.

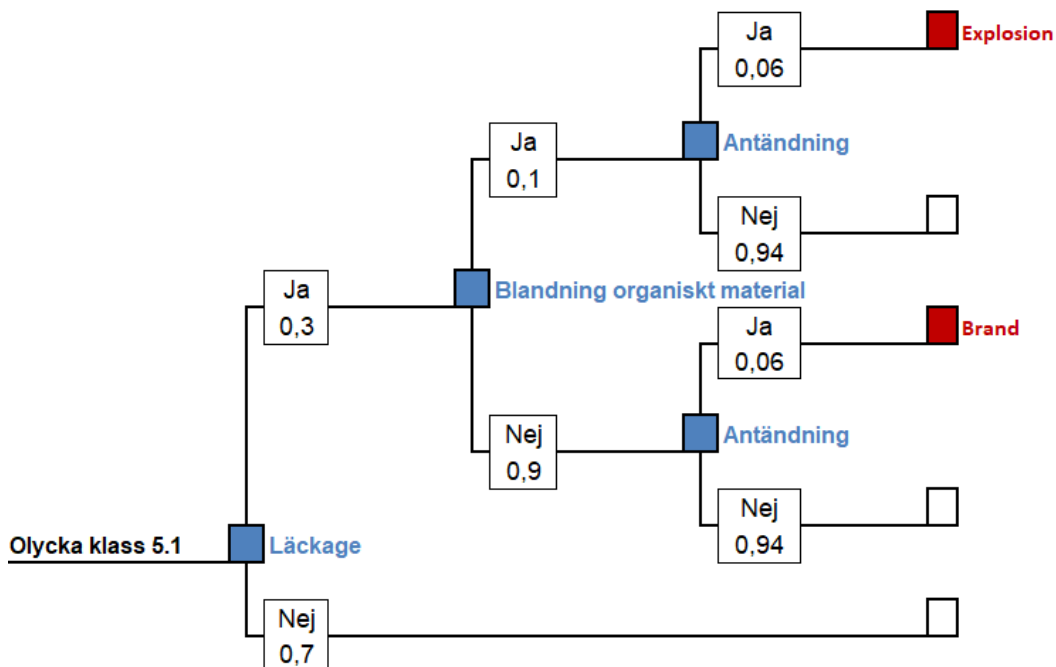
Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten explosion av explosiva ämnen och föremål. Konsekvenserna för explosionsscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten explosion.

Brandscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten pölbrand av brandfarliga vätskor. Konsekvenserna för brandscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten pölbrand. Brandscenarierna fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan.

Händelseträdet

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-6 som visar händelseträdet för olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 4-6 tillämpas för frekvensberäkningarna för järnväg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-6. Händelseträd för olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider.

4.3.3 Summering av frekvensberäkningar

Nedan presenteras en summering av de frekvens som används som indata till beräkning individ- och samhällrisken.

4.3.3.1 Järnväg

Slutfrekvenser för olycka med farligt gods på järnväg redovisas i Tabell 4-12.

Tabell 4-12. Slutfrekvenser för olycka farligt gods på järnväg.

Klass	Händelse	Frekvens per år
Klass 1	Liten explosion	9,47E-13
	Stor explosion	8,25E-15
Klass 2.1	BLEVE	2,35E-10
	Jetbrand (litet läckage)	7,82E-09
	Jetbrand (stort läckage)	1,56E-08
	Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (litet läckage)	7,82E-10
	Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (stort läckage)	3,91E-08
Klass 2.3	Utsläpp, ammoniak (litet läckage)	2,09E-08
	Utsläpp, ammoniak (stort läckage)	2,09E-08
	Utsläpp, klor (litet läckage)	5,23E-09
	Utsläpp, klor (stort läckage)	5,23E-09
Klass 3	Pölbrand, dodekan (litet läckage)	2,08E-09
	Pölbrand, dodekan (medelstort läckage)	5,00E-09
	Pölbrand, dodekan (stort läckage)	1,25E-09
	Pölbrand, pentan (litet läckage)	4,20E-08

Beräkningsbilaga

Klass	Händelse	Frekvens per år
	Pölbrand, pentan (medelstort läckage)	1,01E-07
	Pölbrand, pentan (stort läckage)	2,52E-08
Klass 5	Explosion ¹	1,67E-08
	Brand ²	1,50E-07

4.4 Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods

Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods har genomförts i programvaran Riskcurves [1]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Beräkningarna i riskutredningen baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves, dvs. Purple Book [6], Yellow Book [20] och Green book [21]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen.

Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktygets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

4.4.1 Generella sårbarhetsparametrar

Sårbarhetsparametrar för personer som exponeras för explosion, brand och giftiga gaser presenteras i Tabell 4-13. Parametrarna är hämtade från *TNO Green Book* [21] om inget annat anges.

Tabell 4-13. Sårbarhetsparametrar för personer som exponeras för explosion, brand och giftiga gaser.

Parameter	Värde	Kommentar
Explosionsövertryck (dödlighet)	30 kPa	Explosionsövertryck som orsakar 100% dödlighet
Explosionsövertryck (glaskross)	10 kPa	Explosionsövertryck som orsakar glaskross och 2,5% dödlighet inomhus
Gasmolnsbrand (faktor för dödlighet)	1	Inom brännbar koncentration av ett gasmoln
Jetbrand (faktor för dödlighet)	1	Inom jetbrandens utbredning
Värmestrålning (dödlighet)	35 kW/m ²	Värmestrålningsnivå med 100% dödlighet
Probitfunktion för värmestrålning	$-36,38 + 2,56 \cdot \ln(q^{4/3} \cdot t)$ [1]	q = värmestrålning i W/m ² t = exponeringstid i sekunder
Tid för värmeexponering	20 s	Det antas att personer som inte har omkommit inom 20 s har funnit skydd
Skyddsfaktor för värmeexponering (kläder)	0,14	Skyddsfaktor som används för exponering av värmestrålning

¹ Explosionsscenarioer med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten explosion av explosiva ämnen och föremål. Konsekvenserna för explosionsscenarioerna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten explosion.

² Brandscenarierna med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten pölbrand av brandfarliga vätskor. Konsekvenserna för brandscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten pölbrand. Brandscenarierna fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan.

Beräkningsbilaga

Probitfunktion för toxisk exponering för ammoniak	$7,9367+1\cdot\ln(c^2\cdot t)$ [1]	c = koncentration t = exponeringstid
Probitfunktion för toxisk exponering för klor	$10,599+0,5\cdot\ln(c^{2,75}\cdot t)$ [1]	c = koncentration t = exponeringstid
Tid för toxisk exponering	1 800 s	Det antas att personer som inte har omkommit inom 1800 s har funnit skydd
Skyddsfaktor för toxisk exponering (inomhus)	0,1 [6]	Skyddsfaktor för exponering av toxisk koncentration inomhus
Mottagarens höjd över marken	1,5 m	Höjd för beräkning av värmestrålning och toxisk koncentration av gas

4.4.2 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Människor som exponeras för en explosion utsätts för en tryckhöjning som är skadlig över vissa gränsvärden. Konsekvenserna av explosioner representeras av resulterande övertryck i tryckvågen och den effekt ett sådant övertryck har på personerna som utsätts för tryckvågen.

Skador på människor utgörs i första hand av skador på trumhinnor. Vid mer kraftfulla övertryck påverkas lungor och andra inre organ, vilket kan orsaka dödliga skador. I Tabell 4-14 nedan redovisas uppgifter för skador på människor vid olika tryckskillnader när de exponeras för en explosion utomhus [22].

Tabell 4-14. Gränsvärden för skador på människor vid explosionsövertryck utomhus [22].

Skada	Explosionsövertryck [kPa]
Gräns för lungskador (alla skadade)	70
Gräns för dödliga skador (1% döda)	180
10% döda	210
50% döda	260
90% döda	300
99% döda	350

Människor kan också omkomma om de vistas inomhus i en byggnad som kollapsar på grund av övertryck. Typiska värden för byggnadsverks tålighet visas i Tabell 4-15. Moderna fönster antas gå sönder vid 10 kPa medan byggnadsstommar antas kollapsa vid 20 kPa.

Tabell 4-15. Gränsvärden för skador på olika byggnadsverk.

Byggnadsmaterial	Trycktålighet [kPa]
Träbyggnader och plåthallar	10 kPa
Tegelhus och äldre betonghus	20 kPa
Nyare betonghus	40 kPa

För analysen av konsekvenser som omfattar explosiva ämnen och föremål används standardberäkning enligt TNT-ekvivalentmetoden i Yellow book [20]. Det massexplosiva ämnet representeras av TNT och massan TNT räknas om till ekvivalent massa brännbar metangas i ett hypotetiskt gasmoln. Trycket från explosionen beräknas därefter. Den massa av brännbar gas som motsvarar en bestämd mängd TNT kan erhållas från nedanstående samband:

Beräkningsbilaga

$$m_{gas} = \frac{m_{TNT} \cdot \Delta H_d(TNT)}{\Delta H_c(metangas) \cdot Y}$$

Där

- m_{gas} = ekvivalent massa gas i brännbart gasmoln som bidrar till gasmolnsexplosion [kg]
- m_{TNT} = massa TNT, [kg]
- $\Delta H_d(TNT)$ = förbränningsvärme för TNT, 4,18E+06 J/kg
- $\Delta H_c(metangas)$ = förbränningsvärme för metangas, 5,6E+07 J/kg
- Y = effektivitetsfaktor [-], beror på gasens reaktivitetsgrad och anges till 0.2 i *TNO Yellow Book* [20]

Med ovanstående formel kan massan TNT omvandlas till ekvivalent massa metangas enligt Tabell 4-16. Mängden massexploderande varor i en transport är antingen 20 kg eller 16 000 kg enligt avsnitt 4.3.2.1.

Tabell 4-16. TNT-ekvivalenter av metan.

Olycksscenario	Massa TNT [kg]	Massa metangas [kg]
Liten explosion	20	7,5
Stor explosion	16 000	5 970

För att kunna bestämma trycket vid olika avstånd från explosionens centrum bestäms ett dimensionslöst avstånd enligt [22]:

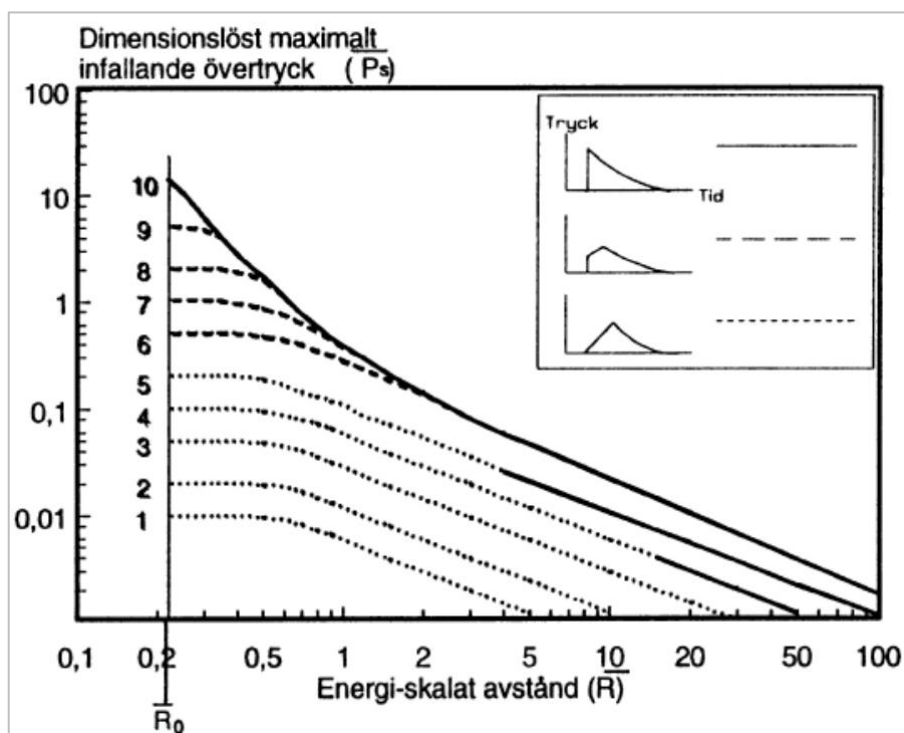
$$\bar{R} = \frac{R}{(E/P_0)^{1/3}}$$

Där

- \bar{R} = dimensionslöst avstånd [-]
- R = verkligt avstånd från explosionens centrum [m]
- E = energimängd i gasmolnet [J]
- P_0 = atmosfärstryck [Pa]

Därefter kan det dimensionslösa trycket bestämmas med hjälp av Figur 4-7 [22].

Beräkningsbilaga



Figur 4-7. Maximalt dimensionslöst tryck.

För beräkningarna har den högsta detonationsklassen ur Figur 4-7, dvs. detonationsklass 10, antagits. Med hjälp av det dimensionslösa trycket utläst ur Figur 4-7 kan explosionsövertrycket bestämmas genom:

$$P_s = \bar{P} \cdot P_0$$

Där

- \bar{P} = Dimensionslöst tryck [-]
- P_s = Explosionstryck [Pa]
- P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Baserat på ovanstående kan explosionsövertrycket på olika avstånd från explosionens centrum bestämmas. Avstånd till explosionsövertrycken 10 kPa och 30 kPa för såväl liten explosion som stor explosion presenteras i Tabell 4-17.

Tabell 4-17. Konsekvensavstånd för explosion.

Olycksscenario	Avstånd [m] till angivet explosionsövertryck	
	10 kPa	30 kPa
Liten explosion	37	17
Stor explosion	341	157

4.4.3 Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Mängden brandfarlig gas i ett släp antas vara 40 m³. För transporter på järnväg bedöms det vara ett rimligt antagande.

Beräkningsbilaga

Vidare antas att det är tryckkondenserad propan (gasol) som transporteras eftersom ämnet har en låg brännbarhetsgräns. Det innebär att antändning kan inträffa på ett förhållandevis långt avstånd från olycksplatsen.

Enligt avsnitt 4.3.2.2 gäller följande med avseende på läckage:

- Litet läckage – punktering med hålstorlek 10 mm
- Stort läckage – punktering med hålstorlek 50 mm

Dessa hålstorlekar används för modellering av konsekvenser för jetbrand och antänt gasmoln. I tillägg modelleras även BLEVE, vars konsekvenser är oberoende av hålstorlek.

För jetbrand och antänt gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, tiden till antändning samt vindhastighet. Ett utsläpps storlek och konsekvensområde varierar beroende på var i tanken ett läckage inträffar, dvs. om läckaget uppstår där det transporterade ämnet är i vätskefas eller i gasfas. I beräkningarna antas att läckaget sker i vätskefasen eftersom det ger de största konsekvenserna och anses vara det mest troliga i händelse av olycka med brandfarlig gas.

De indata som används i beräkningsprogrammet [1] för att simulera konsekvensområden för jetbrand, antänt gasmoln och BLEVE är:

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck: 6,2 bar (absolut tryck motsvarande ångtrycket)
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m
- Tankfyllnadsgrad: 80%
- Bristningstryck: 25 bar (inneboende tryck då tanken brister vid en BLEVE)
- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83%
- Molnighet: 75% (halvklart till molnigt)
- Väderparametrar: Enligt avsnitt 2

Avstånd för relevanta konsekvenser i samband med olyckor med brandfarlig gas presenteras i Tabell 4-18, Tabell 4-19 och

Tabell 4-20. Tabell 4-18 och Tabell 4-19 presenterar konsekvenser för jetbrand och antänt gasmoln i samband med litet läckage respektive stort läckage av brandfarlig gas. Konsekvenserna för jetbrand och antänt gasmoln är beroende av väderförhållanden och presenteras därför för olika väderförhållanden.

Tabell 4-20 presenterar konsekvenserna för BLEVE. Som tidigare nämnt är konsekvenserna för BLEVE oberoende av hålstorlek. Dessutom är konsekvenserna för BLEVE i praktiken oberoende av väderförhållanden och presenteras därför inte för olika väderförhållanden.

Tabell 4-18. Konsekvensavstånd för jetbrand och antänt gasmoln i samband med litet läckage.

Konsekvens	Olycksscenario	Avstånd [m] vid angivet väderförhållande		
		D5	D2	F2
20 kW/m ² värmestrålning	Jetbrand	24	27	28
35 kW/m ² värmestrålning	Jetbrand	22	25	26
10 kPa övertryck	Gasmolnsexplosion	20	23	26

Beräkningsbilaga

30 kPa övertryck	Gasmolnsexplosion	14	15	18
Längsta avstånd till antändbart gasmoln	Gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion	14	15	18

Tabell 4-19. Konsekvensavstånd för jetbrand och antänt gasmoln i samband med stort läckage.

Konsekvens	Olycksscenario	Avstånd [m] vid angivet väderförhållande		
		D5	D2	F2
20 kW/m ² värmestrålning	Jetbrand	97	110	113
35 kW/m ² värmestrålning	Jetbrand	89	102	105
10 kPa övertryck	Gasmolnsexplosion	100	124	158
30 kPa övertryck	Gasmolnsexplosion	68	83	111
Längsta avstånd till antändbart gasmoln	Gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion	77	93	138

Tabell 4-20. Konsekvensavstånd för olycksscenario BLEVE.

Konsekvens	Avstånd [m]
20 kW/m ² värmestrålning	206
35 kW/m ² värmestrålning	126

4.4.4 Klass 2.3 – Giftiga gaser

Enligt avsnitt 4.3.2.3 antas transporter av giftiga gaser innehålla antingen ammoniak eller klor. Mängden giftig gas i ett släp antas vara 40 m³. För transporter på järnväg bedöms det vara ett rimligt antagande.

Spridningssimuleringar har genomförts för måttligt giftiga gaser (representerat av ammoniak) och mycket giftiga gaser (representerat av klor). Väderförhållandena som råder vid tiden för utsläppet påverkar konsekvenserna i stor utsträckning. Platsspecifika väderdata som presenteras i avsnitt 2 har tillämpats i beräkningsprogrammet [1]. Påverkan för människor som befinner sig inomhus bedöms reduceras med en faktor tio jämfört med människor som befinner sig utomhus, enligt vad som anges i Purple Book [6].

Enligt avsnitt 4.3.2.3 gäller följande med avseende på läckage:

- Litet läckage – punktering med hålstorlek 10 mm
- Stort läckage – punktering med hålstorlek 50 mm

De indata som används i beräkningsprogrammet [1] för att simulera konsekvensområden för läckage av giftig gas är:

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck klor: 10 bar (absolut tryck)
- Lagringstryck ammoniak: 10 bar (absolut tryck)
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m
- Tankfyllnadsgrad: 80%
- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83%

Beräkningsbilaga

- Molnighet: 75% (halvklart till molnigt)
- Väderparametrar: Enligt avsnitt 2

För att redovisa konsekvensområdets utbredning används Acute Exposure Guideline Level (AEGL). Nivåerna AEGL-1, AEGL-2 och AEGL-3 avser exponeringsnivåer av luftburna partiklar där en individ (inklusive känsliga individer) kan uppleva besvär, få irreversibla hälsoeffekter respektive drabbas av livshotande skador samt död. AEGL-3 utgör den nivå där känsliga individer kan omkomma. AEGL-3 för ammoniak avseende 30 minuters exponering är 1600 ppm [23]. AEGL-3 för klor avseende 30 minuters exponering är 28 ppm [23]. Tabell 4-21 presenterar avstånd till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid läckage av ammoniak och klor.

Tabell 4-21. Avstånd till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid läckage av ammoniak och klor.

Olycksscenario	Avstånd [m] till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid angivet väderförhållande		
	D5	D2	F2
Ammoniak (litet läckage)	119	157	318
Ammoniak (stort läckage)	709	928	1 693
Klor (litet läckage)	668	1 065	3 481
Klor (stort läckage)	4 086	6 101	12 873

4.4.5 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

I konsekvensberäkningen används pentan för att modellera bensen och dodekan för att modellera resterande brandfarliga vätskor (diesel, flygbränsle osv.). En cirkulär pöl används i konsekvensberäkningarna, vilket är ett konservativt antagande då detta ger högre värmestrålning i jämförelse med en avlång pöl som kanske skulle efterspegla verkligheten på ett rimligare sätt. I Tabell 4-22 redovisas avstånd till värmestrålningsnivåer för väderscenario D5 för de studerade olycksscenarierna. Variationerna mellan D5 och andra väderscenarier är inte betydande och därför presenteras enbart avstånd för väderscenario D5.

Tabell 4-22. Avstånd till värmestrålningsnivåer för väderscenario D5.

Olycksscenario	Avstånd [m] till angiven värmestrålningsnivå vid väderscenario D5	
	20 kW/m ²	35 kW/m ²
Pentan (litet läckage)	20	15
Pentan (medelstort läckage)	27	20
Pentan (stort läckage)	34	25
Dodekan (litet läckage)	14	11
Dodekan (medelstort läckage)	19	15
Dodekan (stort läckage)	24	19

4.4.6 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

I avsnitt 4.3.2.5 beskrivs att oxiderande ämnen (klass 5.1) antas utgöra samtliga transporter av ämnen i klass 5. I samma avsnitt beskrivs att explosionsscenarier eller brandscenarier kan uppstå i samband med en olycka med oxiderande ämnen.

Beräkningsbilaga

Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som små explosioner av explosiva ämnen och föremål. Se avsnitt 4.4.2 för mer information om konsekvenser för små explosioner.

Brandscenarier med oxiderande ämnen antas konservativt ge liknande konsekvenser som små pölbränder av brandfarliga vätskor. Brandscenarier med oxiderande ämnen fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan. Se avsnitt 4.4.5 för mer information om konsekvenser för en små pölbränder.

Beräkningsbilaga

Referenser

- [1] TNO Riskcurves, RISKCURVES 11.4.2.
- [2] SCB. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/tabell-och-diagram/antal-och-andel-personer-och-hushall-efter-boendeform/>.
- [3] SCB, "Antal och andel personer och hushåll efter boendeform den 31 december 2021," 21 04 2022. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/tabell-och-diagram/antal-och-andel-personer-och-hushall-efter-boendeform/>.
- [4] SCB, "Öppna geodata för statistik på rutor," 2023. [Online]. Available: <https://scb.se/vara-tjanster/oppna-data/oppna-geodata/statistik-pa-rutor/>.
- [5] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/>.
- [6] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book"," 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [7] FOI, "Osäkerheter i observationer och beräkningar," Totalförsvarets forskningsinstitut., FOI-R--3764--SE, 2013.
- [8] Trafikverket, "Trafikavgifter avsedda för bullerberäkningar," 2022.
- [9] Trafikanalys, "Bantrafik 2021 (Statistik 2022:24)," 2022.
- [10] Räddningsverket, "Kartläggning av farligt gods transporter, September 2006," 2006.
- [11] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [12] Trafikverket, "NJDB på webb," [Online]. Available: <https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.
- [13] SJ, "SJ Godsvagnar," 1991.
- [14] VTI, "Riskanalysmetod för transporter av farligt gods på väg och järnväg - Projektsammanfattning, VTI-rapport 387:1," Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.
- [15] HMSO, "Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances," Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety, London, 1991.

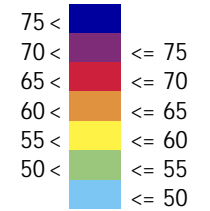
Beräkningsbilaga

- [16] G. Purdy, "Risk analys of the transportation of dangerous goods by road and rail," Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam, 1993.
- [17] Drivkraft Sverige, "Volymer," [Online]. Available: <https://drivkraftsverige.se/statistik/volymer/>. [Accessed 30 07 2021].
- [18] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.
- [19] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.
- [20] TNO Yellow Book, Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book", The Hague, 2005a.
- [21] TNO Green Book, "Methods for determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials "Green Book", 1992.
- [22] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," 1998.
- [23] EPA, "Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGs) Values," 29 08 2016. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>.

Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
Leq i dBA



TECKENFÖRKLARING

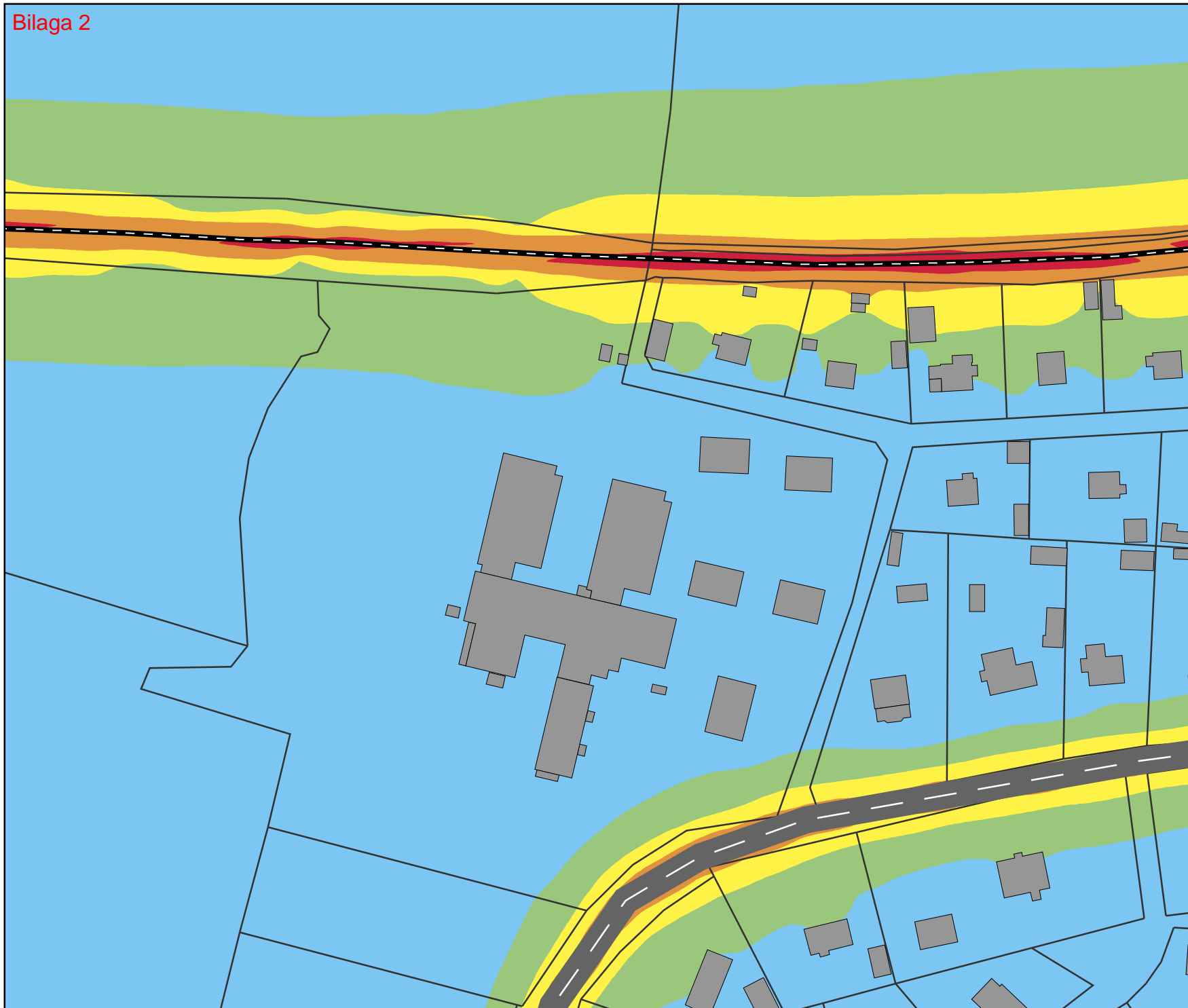
- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns

efterklang:
PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning
Projektnummer: D0123116
Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:
Vladimir Medan
GRANSKAD AV:
Josefin Grönlund

2023-06-19
Bilaga 1

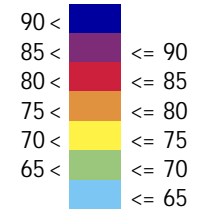


Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

Maximal ljudnivå vägtrafik

MAXIMAL LJUDNIVÅ VÄG
L_{max} i dBA



TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns

efterklang:
PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning
Projektnummer: D0123116
Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:
Vladimir Medan
GRANSKAD AV:
Josefin Grönlund

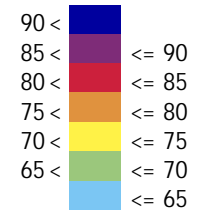
2023-06-12
Bilaga 2



Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

MAXIMAL LJUDNIVÅ TÅG X60
L_{max} i dBA



TECKENFÖRKLARING

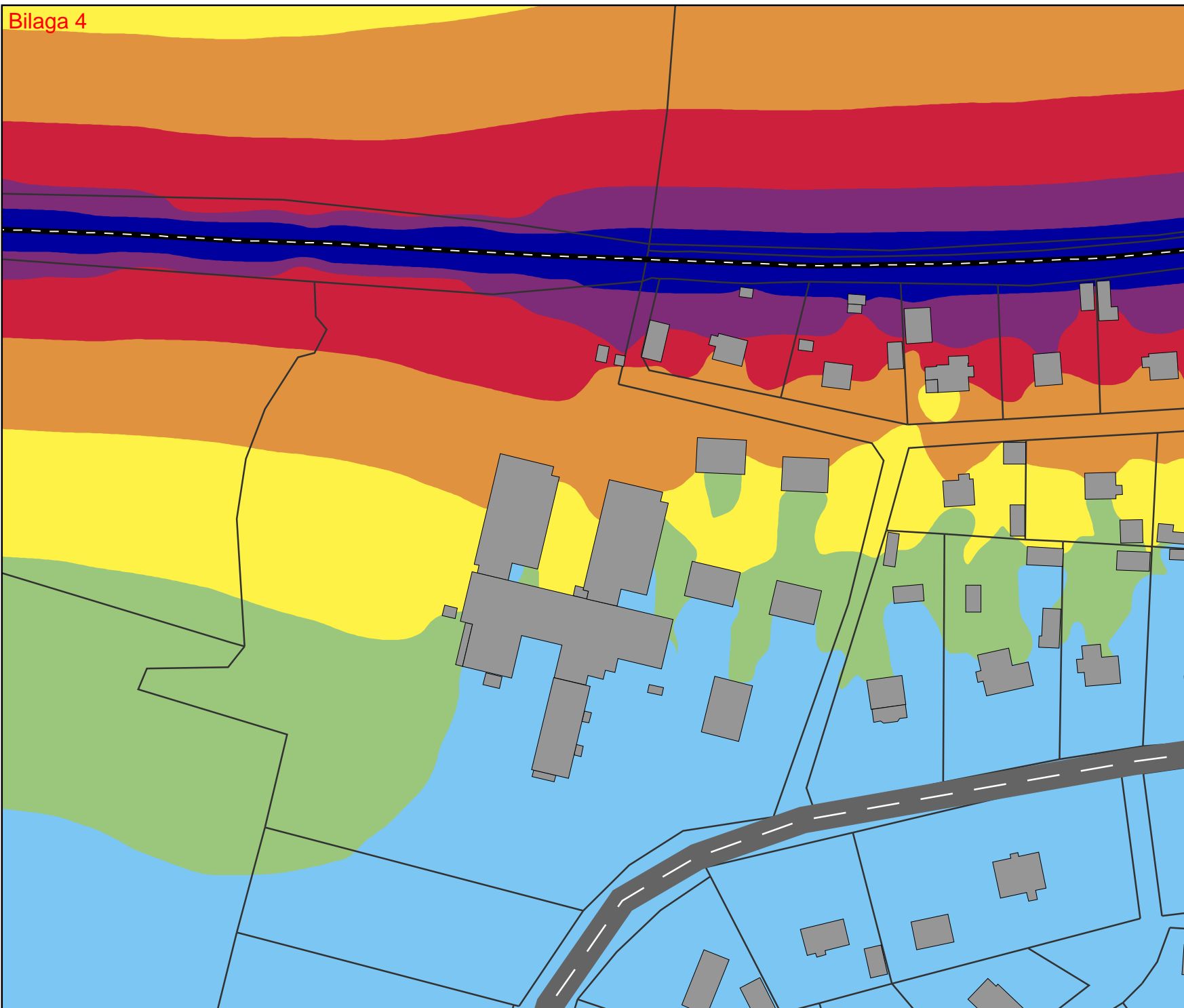
- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns

efterklang:
PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning
Projektnummer: D0123116
Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:
Vladimir Medan
GRANSKAD AV:
Josefin Grönlund

2023-06-12
Bilaga 3

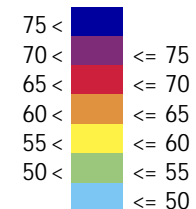


Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

Skärm 3 meter över rälsöverkant

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
Leq i dBA



TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns
- Bullerskyddsskärm

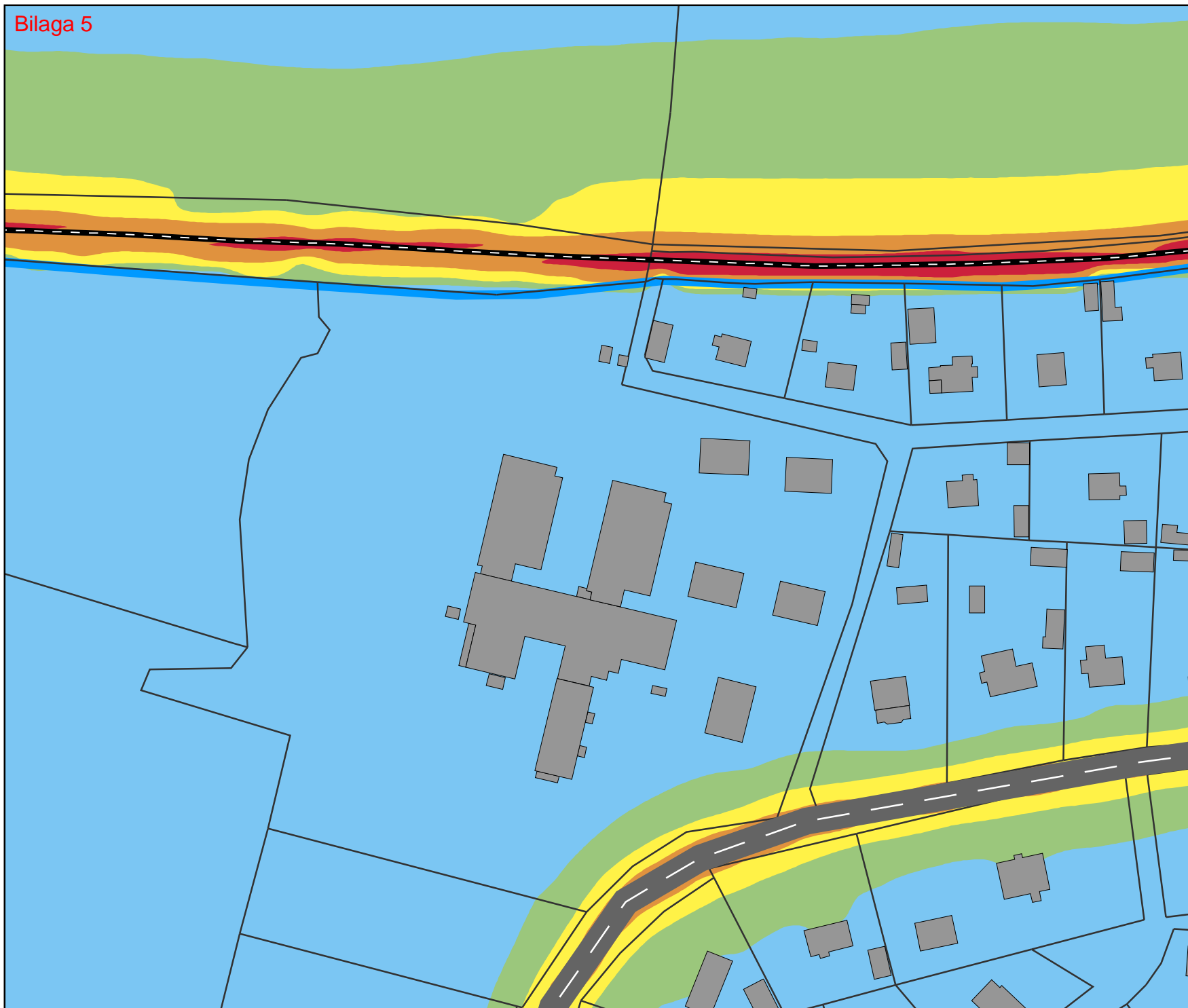
efterklang:

PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning
Projektnummer: D0123116
Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:
Vladimir Medan
GRANSKAD AV:
Josefin Grönlund

2023-06-13
Bilaga 4

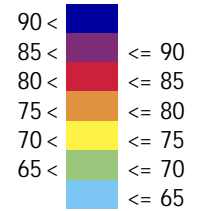


Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

Skärm 3 meter över rälsöverkant

MAXIMAL LJUDNIVÅ TÅG X60
L_{max} i dBA



TECKENFÖRKLARING

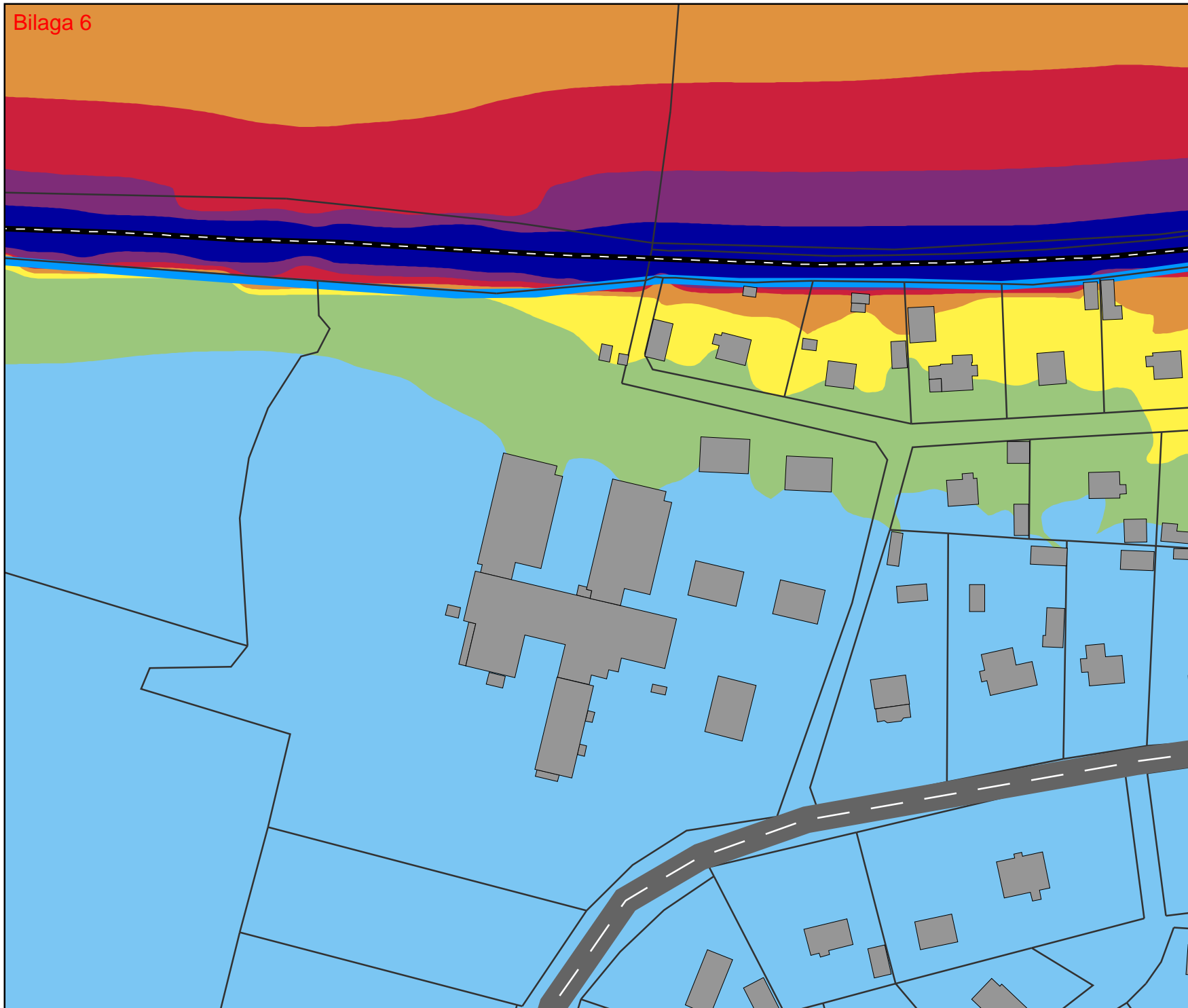
- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns
- Bullerskyddsskärm

efterklang:
PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning
Projektnummer: D0123116
Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:
Vladimir Medan
GRANSKAD AV:
Josefin Grönlund

2023-06-13
Bilaga 5

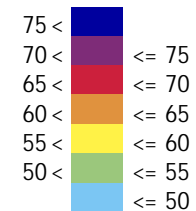


Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

Skolbyggnad 5 m hög

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
Leq i dBA



TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns

efterklang:

PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning

Projektnummer: D0123116

Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:

Vladimir Medan

GRANSKAD AV:

Josefin Grönlund

2023-06-14

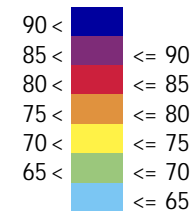
Bilaga 6

Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

Skolbyggnad 5 m hög

MAXIMAL LJUDNIVÅ TÅG X60
L_{max} i dBA



TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns

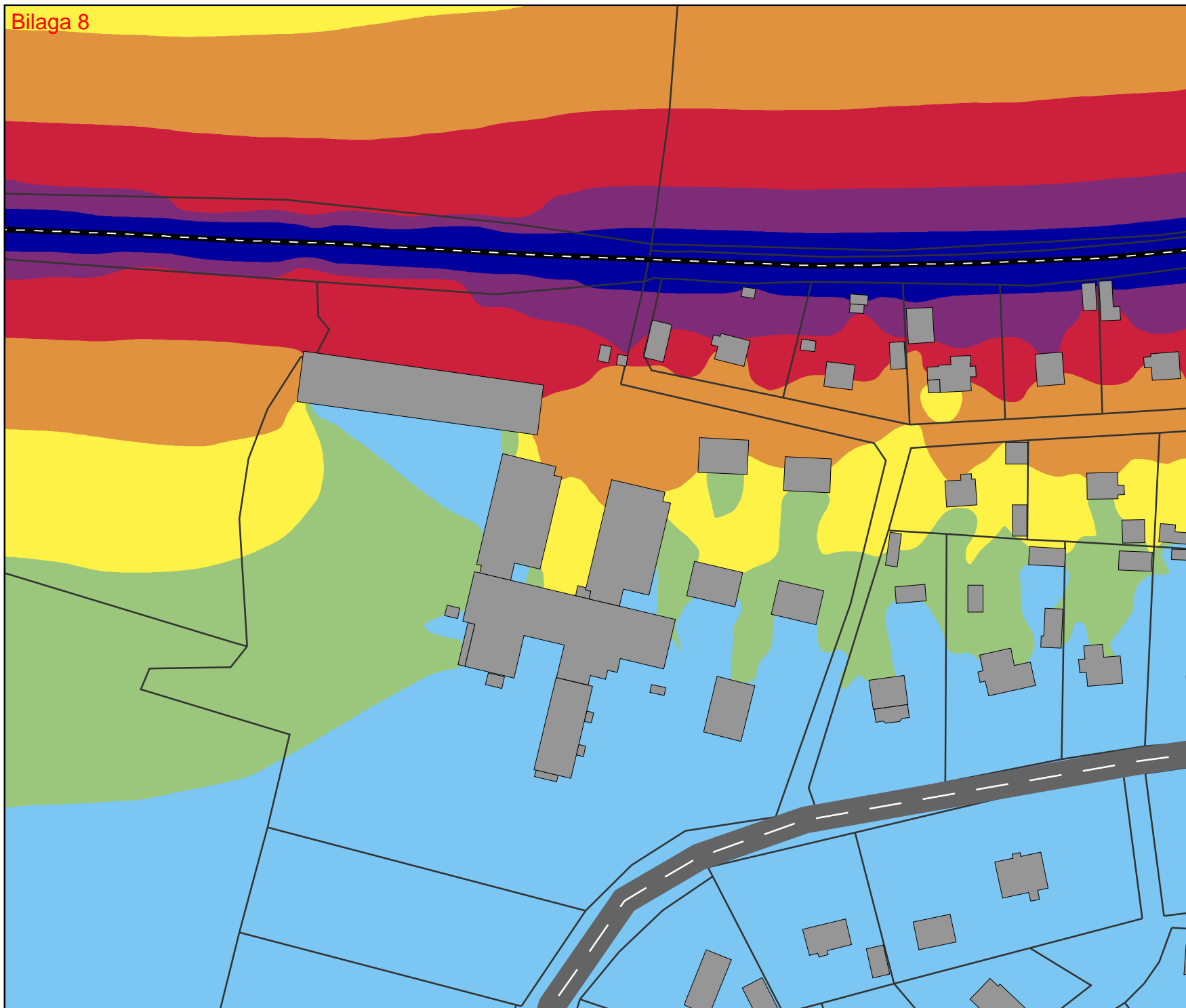
efterklang:

PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning
Projektnummer: D0123116
Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:
Vladimir Medan
GRANSKAD AV:
Josefin Grönlund

2023-06-14
Bilaga 7

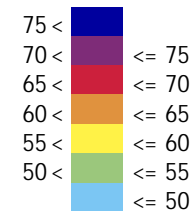


Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

Skolbyggnad 10 m hög

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
Leq i dBA



TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns

efterklang:

PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning
Projektnummer: D0123116
Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:
Vladimir Medan
GRANSKAD AV:
Josefin Grönlund

2023-06-14
Bilaga 8

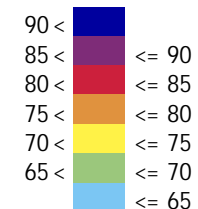


Trafikbuller Situation år 2040

Ljudutbredning 1,5 m över mark

Skolbyggnad 10 m hög

MAXIMAL LJUDNIVÅ TÅG X60
L_{max} i dBA



TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Befintlig byggnad
- Järnväg
- Fastighetsgräns

efterklang:

PART OF AFRY

Hjortsberga bullerutredning
Projektnummer: D0123116
Kund: Ronneby Kommun

UTFÖRD AV:
Vladimir Medan
GRANSKAD AV:
Josefin Grönlund

2023-06-14
Bilaga 9

